

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

БЕЛОРУССКИЙ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

THE MINISTRY OF EDUCATION OF THE
REPUBLIC OF BELARUS

BELARUSIAN
NATIONAL
TECHNICAL
UNIVERSITY

МАШИНОСТРОЕНИЕ

MASHINOSTROENIE

РЕСПУБЛИКАНСКИЙ
МЕЖВЕДОМСТВЕННЫЙ
СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

THE REPUBLICAN
INTERDEPARTMENTAL
COLLECTION THE SCIENTIFIC
OF WORKS PROCEEDINGS

ПО МАТЕРИАЛАМ МЕЖДУНАРОДНОЙ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ
«МАТЕРИАЛЫ, ОБОРУДОВАНИЕ
И РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ
ТЕХНОЛОГИИ В МАШИНОСТРОЕНИИ»

ON MATERIALS OF THE
INTERNATIONAL SCIENTIFIC
AND TECHNICAL CONFERENCE
«MATERIALS, THE EQUIPMENT AND
RESOURCE-SAVING TECHNOLOGIES
IN MECHANICAL ENGINEERING»

06–09 апреля 2010 года

06–09 April, 2010

Выпуск 26

Release 26

В 2 томах

In 2 volumes

Том 1

Volume 1

Минск
БНТУ
2012

Minsk
BNTU
2012

621.7
УДК 621.002 (082)
ББК 34.4
М 38

Сборник основан в 1976 году

Редакционная коллегия:

Б. М. Хрусталеv (председатель), Ф. И. Пантелеенко (зам. председателя),
Ф. А. Романюк (зам. председателя), П. П. Анципович,
И. М. Бабук, И. Л. Баршай, А. И. Бачанцев (отв. секретарь), Г. Я. Беляев,
Ю. В. Василевич, В. А. Данилов, О. Г. Девойно,
Э. М. Дечко, С. А. Иващенко, М. М. Кане, В. М. Колешко,
А. И. Кочергин, М. И. Михайлов, Ж. А. Мрочек, М. Ф. Пашкевич,
В. И. Похабов, А. Ф. Присевок, В. А. Сидоренко, А. Т. Скойбеда,
Н. В. Спиридонов, В. И. Туромша, И. П. Филонов, И. С. Фролов,
А. В. Чигарев, В. И. Шагун, В. К. Шелег, А. М. Якимович

Под ред. Б. М. Хрусталева

Рецензенты:

доктор технических наук, профессор Н. Н. Попок,
доктор технических наук, профессор В. С. Ивашко

В сборнике представлены результаты исследований различных процессов механической обработки деталей и технологии их изготовления. Изложены новые принципы проектирования некоторых инструментов, станков и другого технологического оборудования. Приведены результаты работ по электрофизическим и электрохимическим способам обработки материалов. Представлены некоторые направления развития механики структур и материалов. Рассмотрены проблемы динамики и прочности машин. Изложены актуальные вопросы экономики машиностроительного производства, инженерной педагогики и психологии.

ISBN 978-985-525-859-0 (Т.1)
ISBN 978-985-525-861-3

© Белорусский национальный
технический университет, 2012

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ.....	6
<i>Беляев Г.Я., Калинин Е.Ю., Дудник А.Е.</i> РАСЧЕТ РАЗМЕРОВ ДЕТАЛЕЙ С УЧЕТОМ ЭКСЦЕНТРИСИТЕТОВ ПРИПУСКОВ.....	6
<i>Беляев Г.Я., Синькевич Ю.В., Янковский И.Н., Безлюдько А.В.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ТРЕНИЯ ЭЛЕКТРОИМПУЛЬСНОПОЛИРОВАННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ.....	14
<i>Бжезинский А.А., Колесников Л.А.</i> ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ ТРАЕКТОРИИ ДВИЖЕНИЯ ФРЕЗЫ ПРИ ВЫСОКОСКОРОСТНОМ ФРЕЗЕРОВАНИИ.....	17
<i>Бжезинский А.А., Колесников Л.А.</i> ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ САМ-ПАКЕТОВ	20
<i>Бохан С.Г.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕЖИМОВ ОБКАТЫВАНИЯ РОЛИКОМ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ОСЕЙ ТРАМВАЙНЫХ ТЕЛЕЖЕК	24
<i>Бурейко В.В.</i> ИЗМЕНЕНИЕ В ДИСЛОКАЦИОННОЙ СТРУКТУРЕ ПРЕДВАРИТЕЛЬНО ДЕФОРМИРОВАННОГО МЕТАЛЛА И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА УСТАЛОСТНУЮ ПРОЧНОСТЬ.....	31
<i>Горбач Н.И., Мирук А.С.</i> ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАДИУСА КРИВИЗНЫ КРИВОЙ ПРИ ЗАДАНИИ ЕЁ УРАВНЕНИЯ КООРДИНАТНЫМ И ПАРАМЕТРИЧЕСКИМ СПОСОБАМИ.....	33
<i>Девойно О.Г., Кардаполова М.А., Луцко Н.И., Лапковский А.С.</i> ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ВАЛИКОВ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМАХ ЛАЗЕРНОЙ НАПЛАВКИ.....	37
<i>Ильясевич Е.Г., Беляев Г.Я.</i> АНАЛИЗ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДОВ РАСЧЕТОВ ПРИПУСКОВ	44
<i>Ильясевич Е.Г., Беляев Г.Я.</i> РАЗМЕРНЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «ШЕСТЕРНЯ»	55
<i>Кане М.М., Иванов Б.В.</i> НОВЫЙ ПОДХОД К ОПТИМИЗАЦИИ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ НА ПРИМЕРЕ ЗУБОНАРЕЗАНИЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ШЕСТЕРЕН	63
<i>Котов С.Ю., Беляев Г.Я.</i> ОСОБЕННОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ ЦВЕТОВОЙ ГАММЫ ИОННО-ПЛАЗМЕННЫХ ЗАЩИТНО-ДЕКОРАТИВНЫХ ПОКРЫТИЙ.....	70
<i>Котов С.Ю., Беляев Г.Я.</i> ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА МЕТОДОМ НАНЕСЕНИЯ ИОННО-ПЛАЗМЕННЫХ ПОКРЫТИЙ	72
<i>Кривко Г.П., Калинин Е.Ю., Лобашевич М.Л., Кулик А.Ю.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА УПРОЧНЕНИЯ МЕТОДОМ ППД ДЕТАЛЕЙ ИЗ СПЕЧЕННЫХ ПОРОШКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ.....	76
<i>Кривко Г.П., Калинин Е.Ю., Лобашевич М.Л., Кулик А.Ю.</i> ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ КАЧЕСТВА ДЕТАЛЕЙ ПОДШИПНИКОВ ИЗ СПЕЧЕННЫХ ПОРОШКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ.....	87
<i>Мрочек Ж.А., Харченко В.В.</i> МОДЕЛЬ МЕХАНИЗМА ОБРАЗОВАНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ПРИ КОНДЕНСАЦИИ ПАРОВ АТОМОВ МЕТАЛЛА НА ПОВЕРХНОСТИ ОСНОВЫ-ИЗДЕЛИЯ	92
<i>Присевок А.Ф., Клавсуть П.Н.</i> МОДЕЛИРОВАНИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ СТРУЖКИ ПРИ ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ.....	100
<i>Хмелев А.А., Галуза И.М.</i> ОЦЕНКА ПЛАСТИЧНОСТИ СТАЛИ МЕТОДОМ ИЗМЕРЕНИЯ ТВЕРДОСТИ ПО БРИНЕЛЛЮ	105
<i>Хмелев А.А., Сидоров В.А.</i> ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ КОНСТРУКЦИЙ ПО ИЗМЕРЕНИЮ ТВЕРДОСТИ ЛОКАЛЬНО ДЕФОРМИРОВАННЫХ ЗОН	107
ЭКОНОМИКА, ОРГАНИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫМ ПРОИЗВОДСТВОМ.....	111
<i>Бабук И.М., Глебо С.М.</i> РАСЧЕТ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЕКТОВ ТЕХНИЧЕСКОГО ПЕРЕВООРУЖЕНИЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ.....	111

<i>Балащенко В.Ф., Куделич Е.С.</i> РАЗВИТИЕ МАЛОГО БИЗНЕСА – ОДИН ИЗ ПУТЕЙ ВЫХОДА ИЗ ЭКОНОМИЧЕСКОГО КРИЗИСА	114
<i>Балащенко В.Ф., Левданская Ю.В.</i> ЛИЗИНГ КАК ОДИН ИЗ МЕХАНИЗМОВ ПРЕОДОЛЕНИЯ КРИЗИСНЫХ ЯВЛЕНИЙ В ЭКОНОМИКЕ	116
<i>Балащенко В.Ф., Миланович Д.Ю.</i> АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОММЕРЧЕСКОГО КРЕДИТА В УСЛОВИЯХ ФИНАНСОВОГО КРИЗИСА.....	119
<i>Белянко Л.И., Костюкевич Е.Н.</i> АНАЛИЗ ФИНАНСОВОГО СОСТОЯНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ В СИСТЕМЕ АНТИКРИЗИСНОГО УПРАВЛЕНИЯ	121
<i>Бутор Л.В., Бенько А.Д., Бусел А.В.</i> ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ КАК ФАКТОР, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЙ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ СТРАНЫ В МИРОВОЙ ЭКОНОМИКЕ	127
<i>Бутор Л.В., Бирич С.С., Деханд Т.В.</i> ВНЕШНЕТОРГОВЫЕ СВЯЗИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ	130
<i>Бутор Л.В., Гузаревич А.В.</i> ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ СТРАТЕГИИ ПРЕДПРИЯТИЯ.....	135
<i>Бутор Л.В., Немкович Ю.А., Чигир А.С.</i> ИННОВАЦИИ КАК ДВИЖУЩИЙ ФАКТОР «ГЛОБАЛЬНОЙ КОНКУРЕНЦИИ».....	139
<i>Василевич В.И.</i> АТТЕСТАЦИЯ РАБОЧИХ МЕСТ СЛУЖАЩИХ	143
<i>Гребенников И.Р.</i> ПЛАНИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ В УСЛОВИЯХ СЕЗОННОГО СПРОСА.....	148
<i>Демидов В.И., Гринцевич Л.В.</i> ПРИНЦИПЫ УПРАВЛЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИЕЙ.....	150
<i>Демидов В.И., Гринцевич Л.В.</i> СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ОРГАНИЗАЦИЙ	154
<i>Демидов В.И., Костюкевич Е.Н.</i> СИСТЕМА КОНТРОЛЯ СООТВЕТСТВИЯ КАЧЕСТВА ТОВАРОВ ТРЕБОВАНИЯМ РЫНКА.....	158
<i>Демидов В.И., Передня О.В.</i> АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДОВ ЦЕНООБРАЗОВАНИЯ НА СРЕДСТВА ТРУДА.....	163
<i>Зезётко И.А., Плясунков А.В.</i> ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРОДУКЦИИ И ИХ ЭФФЕКТИВНОСТЬ.....	169
<i>Комина Н.В.</i> ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ МЕЖДУНАРОДНЫХ СТАНДАРТОВ ФИНАНСОВОЙ ОТЧЕТНОСТИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ.....	174
<i>Комина Н.В., Бондарь Ю.И., Требенюк Е.И.</i> СТРАХОВАНИЕ В УСЛОВИЯХ ФИНАНСОВОГО КРИЗИСА.....	177
<i>Комина Н.В., Швец А.В.</i> ТРАНСФОРМАЦИЯ БЕЛОРУССКОЙ ОТЧЕТНОСТИ В ФОРМАТ МСФО: ФОРМЫ, ПОДХОДЫ, ПОДГОТОВКА ИНФОРМАЦИИ	181
<i>Королько А.А.</i> ЭКОНОМИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРЕДПРИЯТИЯ И ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЕЕ ОЦЕНКИ	184
<i>Королько А.А., Гарбар И.С., Овчинникова М.Н.</i> ОСОБЕННОСТИ ЗАТРАТНОГО МЕХАНИЗМА ПРОЦЕССОВ ОБНОВЛЕНИЯ ОРУДИЙ ТРУДА.....	189
<i>Королько А.А., Гарбар И.С.</i> ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ФОРМЫ ОБНОВЛЕНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ	192
<i>Королько А.А., Гарбар И.С., Овчинникова М.Н.</i> ПРОБЛЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА И ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОСНОВНЫХ СРЕДСТВ	195
<i>Королько А.А., Гриневич О.А.</i> ЛИЗИНГ КАК ФОРМА ИНВЕСТИЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	199
<i>Королько А.А., Лебедева Е.В.</i> СУЩНОСТЬ И ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНКИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОСНОВНЫХ ФОНДОВ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ МАШИНОСТРОЕНИЯ.....	203
<i>Костюкевич Е.Н.</i> ОЦЕНКА ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРИ АНАЛИЗЕ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ.....	208
<i>Костюкевич Е.Н., Попок Е.Г.</i> АНАЛИЗ ЦЕНОВЫХ СТРАТЕГИЙ И УСЛОВИЙ ИХ ПРИМЕНЕНИЙ.....	214
<i>Лавренова О.А., Девойно Е.В., Бачанцева Е.А.</i> АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ РЕКЛАМНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СЕТИ ИНТЕРНЕТ	221
<i>Лавренова О.А., Демянчик Д.В., Красавин Е.Н.</i> ПРОБЛЕМЫ ОПТИМИЗАЦИИ И ПРОДВИЖЕНИЯ САЙТОВ БЕЛОРУССКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ В УСЛОВИЯХ КРИЗИСА	226

<i>Лавренова О. А., Яговдик Е. К., Ермолович А. Г.</i> ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОИСКОВЫХ СИСТЕМ.....	230
<i>Передня О.В., Демидов В.И.</i> УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЦЕНООБРАЗОВАНИЯ НА ТОВАРЫ НАРОДНОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ	235
<i>Плясунков А.В.</i> СТРАТЕГИЧЕСКОЕ БЮДЖЕТИРОВАНИЕ НА ПРЕДПРИЯТИИ	238
<i>Плясунков А.В., Баранова А.Ю.</i> СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРОДУКЦИИ	243
<i>Похабов В.И., Бутор Л.В.</i> РЕЗЕРВИРОВАНИЕ АВТОТРАНСПОРТА КАК МЕТОД ПОВЫШЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛОГИСТИКИ	248
<i>Проц Т.А., Гринцевич Л.В.</i> ПОВЫШЕНИЕ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРОДУКЦИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ЛОГИСТИЧЕСКОГО ПОДХОДА	251
<i>Сахнович Т.А., Серёгина М.В.</i> ПОКАЗАТЕЛИ И ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОСНОВНЫХ СРЕДСТВ	253
<i>Сачко Н.С., Костюкевич Е.Н.</i> ЦЕНА ВРЕМЕНИ В ЭКОНОМИКЕ БЕЛОРУССИИ.....	258
<i>Ефимович М.Ф., Сахнович Т.А.</i> СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СБЫТОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ПРЕДПРИЯТИИ	261
<i>Салтанова Е.А., Сахнович Т.А.</i> ОСОБЕННОСТИ АНАЛИЗА ФИНАНСОВОЙ УСТОЙЧИВОСТИ И ПЛАТЕЖЕСПОСОБНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ	267
ДИНАМИКА И ПРОЧНОСТЬ МАШИН	273
<i>Баханович А.Г.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ НАГРУЗОЧНОЙ СПОСОБНОСТИ ПРИВОДНЫХ ЗУБЧАТЫХ РЕМНЕЙ МЕЖДУНАРОДНЫХ СТАНДАРТОВ	273
<i>Берестнев О.В., Гоман А.М., Берестнев Я.О.</i> СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВИБРОАКТИВНОСТИ ПРИВОДНЫХ ЗУБЧАТЫХ МЕХАНИЗМОВ ПО СОБСТВЕННЫМ ФОРМАМ.....	279
<i>Дудяк А.И., Сахнович Т.А., Козловская В.М.</i> РАСЧЕТ НА ПРОЧНОСТЬ СТАЛЬНЫХ ЦИЛИНДРОВ АППАРАТОВ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ СИНТЕЗЕ СИНТЕТИЧЕСКИХ АЛМАЗОВ	285
<i>Покровский А.И., Дудецкая Л.Р., Ласковнев А.П., Хроль И.Н.</i> ВЛИЯНИЕ МОРФОЛОГИИ ГРАФИТА НА УРОВЕНЬ ШУМА ПРИ РАБОТЕ ШЕСТЕРЕН ИЗ ЛИТОГО И ДЕФОРМИРОВАННОГО ЧУГУНА.....	290
РЕФЕРАТЫ	299

РАСЧЕТ РАЗМЕРОВ ДЕТАЛЕЙ С УЧЕТОМ ЭКСЦЕНТРИСИТЕТОВ ПРИПУСКОВ

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

Расчет размеров деталей с учетом эксцентриситетов припусков можно рассмотреть на примере комплексной детали «Чашка дифференциала».

Проанализировав деталь «Чашка», можно сказать, что эта деталь образована сочетанием различных поверхностей.

В процессе размерного анализа технологического процесса (РАТП), особенно на начальном этапе, одним из важнейших факторов является правильность построения дерева эксцентриситетов заготовки и обрабатываемой детали. Дело в том, что при наличии нескольких цилиндрических поверхностей диаметр не может полностью описать геометрию детали. Необходимо еще знать взаимное расположение поверхностей. Геометрически это может быть определено через эксцентриситеты. С этой целью для наиболее ответственных поверхностей (в первую очередь для конструкторских баз) на чертежах деталей задается величина радиального биения, равная удвоенному эксцентриситету.

Технологический процесс механической обработки детали «Чашка» состоит из следующих операций: трех автоматного-токарных, круглошлифовальной, токарной с ЧПУ, агрегатной, вертикально-сверлильной, шлиценакатной, зубозакругляющей.

При выполнении РАТП, по приведенному маршруту механической обработки детали «Чашка», построим схему обработки, рис. 1. При построении схемы обработки, выполняя каждый новый переход механической обработки поверхностей, необходимо указывать новую ось и рассчитывать ее смещение относительно прежнего положения, т.е. необходимо определять эксцентриситет припуска. Смещение осей необходимо удваивать, так как каждое смещение может располагаться в любую сторону от номинала. Следовательно, расстояние между двумя предельными положениями оси равно удвоенной величине смещения, а номинальная величина смещения всегда равна нулю.

Воспользуемся следующими обозначениями: $2e_i$ – смещение оси в результате механической обработки соответствующей цилиндрической поверхности; $2e_{zi}$ – эксцентриситет припуска; 1-8 – обрабатываемые поверхности.

После построения схемы обработки необходимо построить граф размерных цепей эксцентриситетов детали (рис. 2).

В процессе построения вершины графа нумеруем следующим образом: первая цифра обозначает номер оси в соответствии со схемой обработки (см. рис. 1), а в скобках указывается первой цифрой номер операции, буквой – очередность перехода, второй – номер поверхности в соответствии со схемой обработки, заданные чертежом радиальные биения $2TE_i$.

Далее выявляют размерные цепи и составляют расчетные уравнения размерных цепей. При составлении уравнений пользуются правилом "обхода". Оно заключается в том, что замыкающему звену присваивается знак минус, и, начиная с этого звена, обходят замкнутый контур в определенном направлении. Обход начинают с вершины с меньшим порядковым номером. Если в порядке обхода следующее звено будет соединять вершину меньшего порядкового номера с вершиной большего порядкового номера, то такому ребру присваивается знак плюс и наоборот.

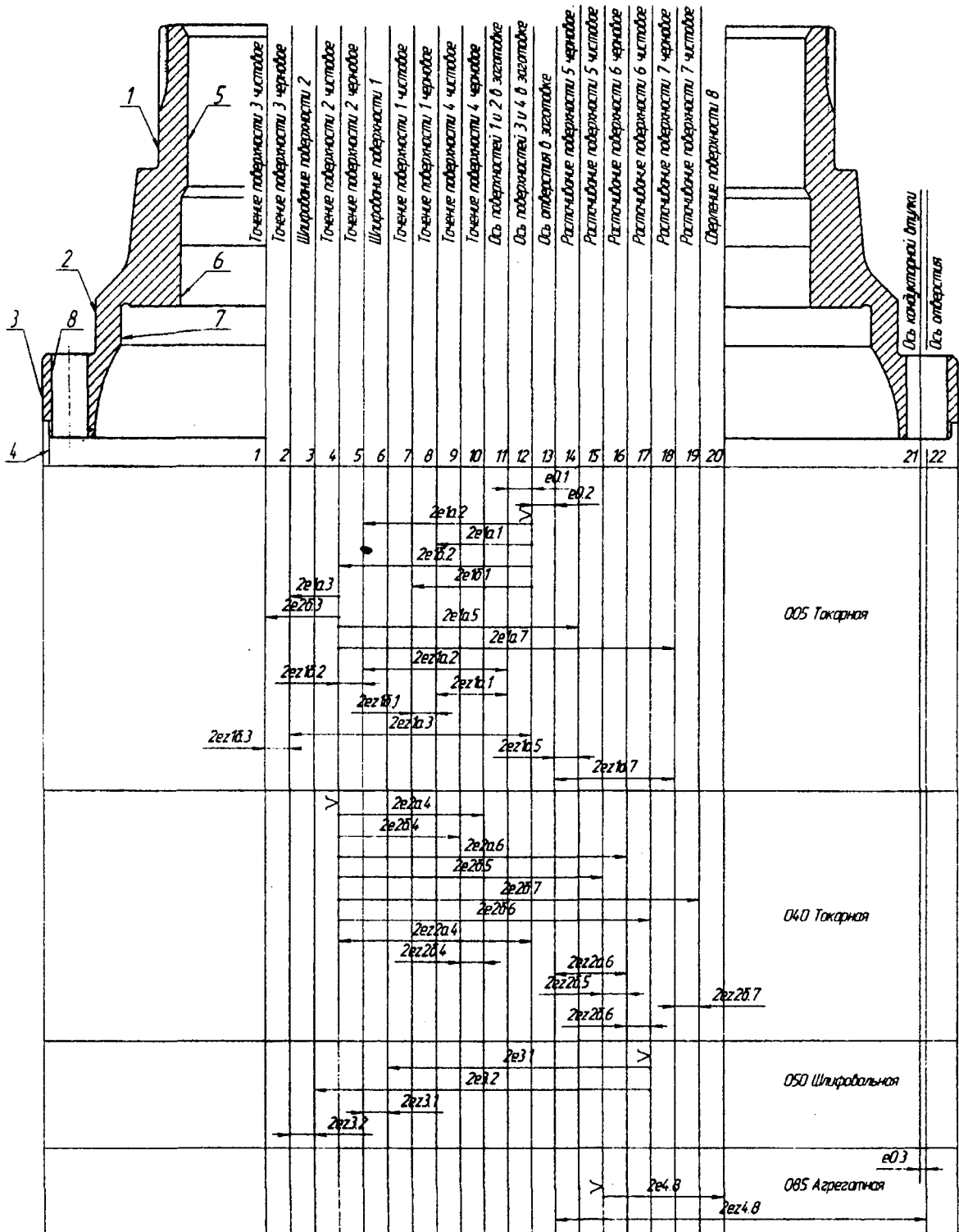


Рис. 1. Размерная схема техпроцесса обработки детали «Чашка»

Таблица 1 – Размерные расчеты для детали «Чашка»

Обозначение	Номер цепи	Расчетные уравнения	Исходное уравнение
2ez2a.4	1	$-2ez2a.4+2el6.2=0$	$2ez2a.4=2el6.2$
2ezla.1	2	$-2ezla.1+2ela.1-2e0.1=0$	$2ezla.1=2ela.1-2e0.1$
2ezla.2	3	$-2ezla.2+2e0.1-2ela.2=0$	$2ezla.2=2e0.1-2ela.2$
2ezl6.1	4	$-2ezl6.1+2ela.1-2el6.1=0$	$2ezl6.1=2ela.1-2el6.1$
2ez3.1	5	$-2ez3.1+2ela.2-2el6.2+2e26.6-2e3.1=0$	$2ez3.1=2ela.2-2el6.2+2e26.6-2e3.1$
2ez2a.6	6	$-2ez2a.6-2e0.2-2el6.2+2e2a.6=0$	$2ez2a.6=2e2a.6-2e0.2-2el6.2$
2ezla.3	7	$-2ezla.3+2ela.3+2el6.2=0$	$2ezla.3=2ela.3+2el6.2$
2ezla.1	8	$-2ezla.7-2ela.7+2el6.2+2e0.2=0$	$2ezla.7=2el6.2+2e0.2-2ela.7$
2ezla.5	9	$-2ezla.5-2ela.5+2el6.2+2e0.2=0$	$2ezla.5=2el6.2+2e0.2-2ela.5$
2ez4.8	10	$-2ez4.8-2e4.8-2e26.5+2el6.2+2e0.2=0$	$2ez4.8=2el6.2+2e0.2-2e4.8-2e26.5$
2ez26.4	11	$-2ez26.4-2e2a.4+2e26.4=0$	$2ez26.4=2e26.4-2e2a.4$
2ez26.6	12	$-2ez26.6-2e26.6+2e2a.6=0$	$2ez26.6=2e2a.6-2e26.6$
2ez3.2	13	$-2ez3.2+2e3.2-2e26.6-2ela.3=0$	$2ez3.2=2e3.2-2e26.6-2ela.3$
2ez26.5	14	$-2ez26.5-2e26.5+2ela.5=0$	$2ez26.5=2ela.5-2e26.5$
2ezl6.3	15	$-2ezl6.3+2el6.3-2ela.3=0$	$2ezl6.3=2el6.3-2ela.3$
2ezl6.2	16	$-2ezl6.2+2ela.2-2el6.2=0$	$2ezl6.2=2ela.2-2el6.2$
2ez26.7	17	$-2ez26.7-2e26.7+2ela.7=0$	$2ez26.7=2ela.7-2e26.7$

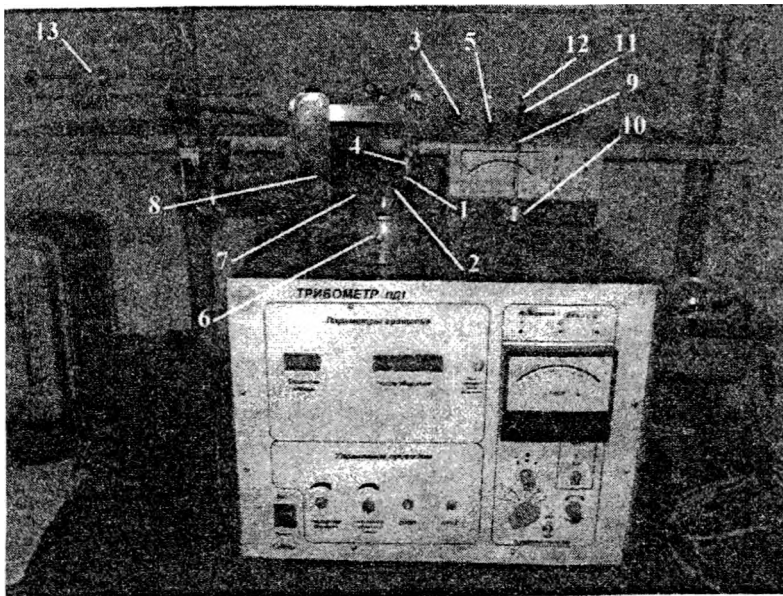


Рис. 3. Внешний вид трибометра ПД – 1:

- 1 – держатель верхнего образца; 2 – держатель нижнего образца; 3 – каретка; 4 – гайка;
 5 – траверса; 6 – корпус; 7 – опорный цилиндр; 8 – поворотная стойка; 9 – демпфер,
 10 – чашка; 11 – грузовая каретка; 12 – винт; 13 – противовес

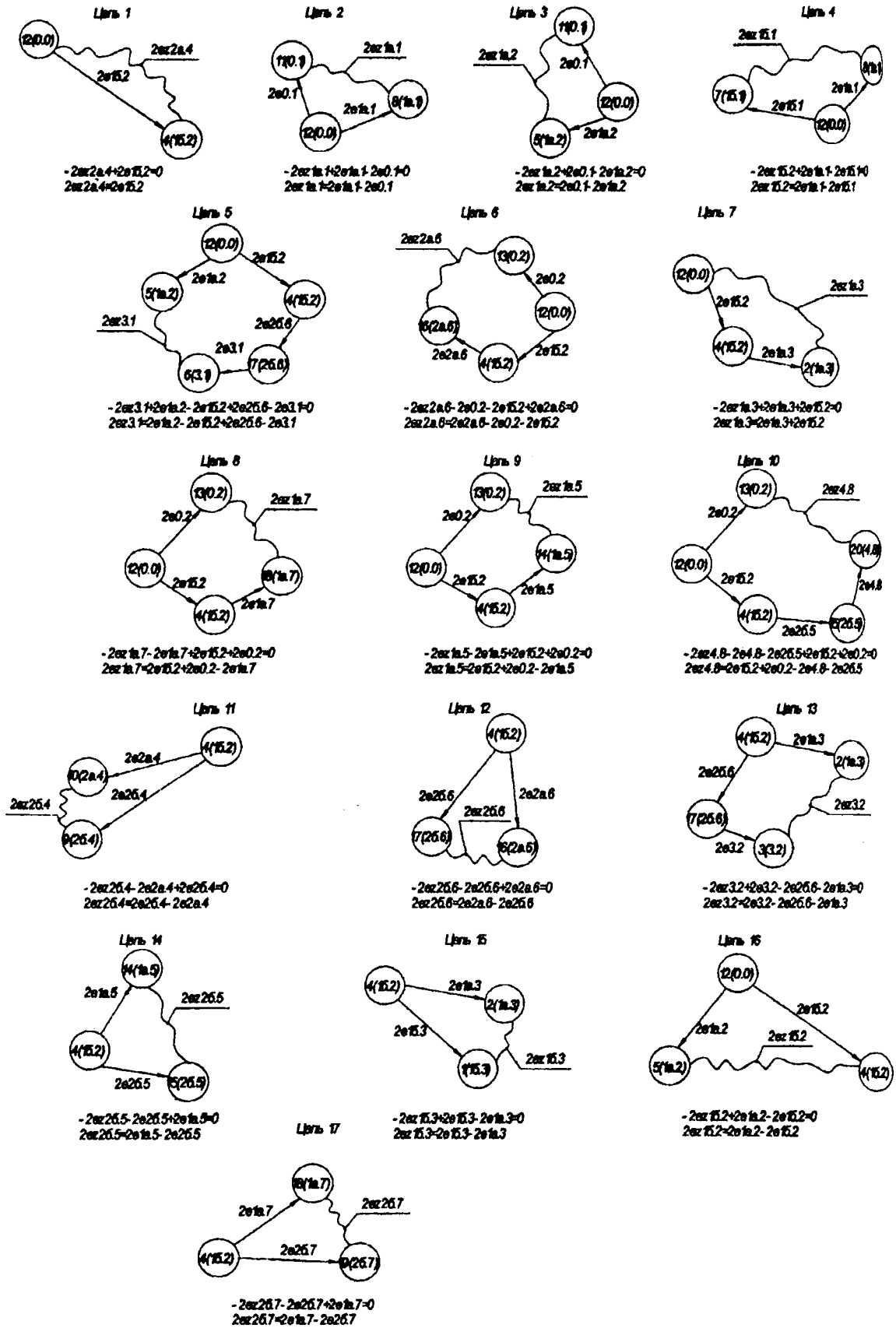


Рис. 4. Размерные цепи технологического процесса обработки

Расчет эксцентриситетов приведем в таблице 2

Таблица 2 – Расчет эксцентриситетов для детали

Обозначение	Формула	Значение, мм	Переход операции, установ, на которых возникает эксцентриситет
2e1a.2	$\varepsilon y + \Delta y$	0.0165	Точение поверхности 2 черновое
2e1a.1	Δy	0.0065	Точение поверхности 1 черновое
2e1б.2	$\varepsilon y + \Delta y$	0.0165	Точение поверхности 2 чистовое
2e1б.1	Δy	0.0065	Точение поверхности 1 чистовое
2e1a.3	$\varepsilon y + \Delta y$	0.0165	Точение поверхности 3 черновое
2e1б.3	Δy	0.0065	Точение поверхности 3 чистовое
2e1a.5	$\varepsilon y + \Delta y$	0.0185	Растачивание поверхности 5 черновое
2e1a.7	$\varepsilon y + \Delta y$	0.0185	Растачивание поверхности 7 черновое
2e2a.4	$\varepsilon y + \Delta y$	0.0165	Точение поверхности 4 черновое
2e2б.4	Δy	0.0065	Точение поверхности 4 чистовое
2e2a.6	$\varepsilon y + \Delta y$	0.0185	Растачивание поверхности 6 черновое
2e2б.5	Δy	0.0035	Растачивание поверхности 5 чистовое
2e2б.7	Δy	0.0035	Растачивание поверхности 7 чистовое
2e2б.6	Δy	0.0035	Растачивание поверхности 6 чистовое
2e3.1	$\varepsilon y + \Delta y$	0.0555	Шлифование поверхности 1
2e3.2	$\varepsilon y + \Delta y$	0.0055	Шлифование поверхности 2
2e4.8	$\varepsilon y + \Delta y$	0.0185	Сверление поверхности 8

Таблица 3 – Расчеты погрешностей формы детали «Чашка»

Наименование перехода	Формула	Расчет	Значение, мм
Заготовки			
Между осями поверхностей, получаемых в разных частях штампа	$\rho_{см}$		0
Между осями цилиндрической поверхности и отверстием	$\rho_{эксц}$		0,8
Механическая обработка			
Точение черновое поверхности 1	$\rho_{черн} = \sqrt{\rho_{см}^2 + (\Delta_k \cdot B)^2}$	$\rho_{черн} = \sqrt{0 + (0,0005 \cdot 95)^2}$	0,0475
Точение чистовое поверхности 1	$\rho_{чист} = \varepsilon \cdot \rho_{черн}$	$\rho_{чист} = 0,04 \cdot 0,0475$	0,0019
Шлифование поверхности 1	$\rho_{шлиф} = \varepsilon \cdot \rho_{чист}$	$\rho_{шлиф} = 0,002 \cdot 0,0019$	0,000038
Точение черновое поверхности 2	$\rho_{черн} = \sqrt{\rho_{см}^2 + (\Delta_k \cdot B)^2}$	$\rho_{черн} = \sqrt{0 + (0,0005 \cdot 150)^2}$	0,075
Точение чистовое поверхности 2	$\rho_{чист} = \varepsilon \cdot \rho_{черн}$	$\rho_{чист} = 0,04 \cdot 0,075$	0,003
Шлифование поверхности 2	$\rho_{шлиф} = \varepsilon \cdot \rho_{чист}$	$\rho_{шлиф} = 0,002 \cdot 0,003$	0,000006
Точение черновое поверхности 3	$\rho_{черн} = \sqrt{\rho_{см}^2 + (\Delta_k \cdot B)^2}$	$\rho_{черн} = \sqrt{0 + (0,0005 \cdot 192)^2}$	0,096
Точение чистовое поверхности 3	$\rho_{чист} = \varepsilon \cdot \rho_{черн}$	$\rho_{чист} = 0,04 \cdot 0,096$	0,00384
Точение черновое поверхности 4	$\rho_{черн} = \sqrt{\rho_{см}^2 + (\Delta_k \cdot B)^2}$	$\rho_{черн} = \sqrt{0 + (0,0005 \cdot 188)^2}$	0,094
Точение чистовое поверхности 4	$\rho_{чист} = \varepsilon \cdot \rho_{черн}$	$\rho_{чист} = 0,04 \cdot 0,094$	0,00376

Продолжение таблицы 3

Растачивание поверхности 5 черновое	$\rho_{\text{черн}} = \sqrt{\rho_{\text{см}}^2 + \rho_{\text{экс}}^2}$	$\rho_{\text{черн}} = \sqrt{0 + 0,8^2}$	0,8
Растачивание поверхности 5 чистовое	$\rho_{\text{чист}} = \varepsilon \cdot \rho_{\text{черн}}$	$\rho_{\text{чист}} = 0,05 \cdot 0,8$	0,04
Растачивание поверхности 6 черновое	$\rho_{\text{черн}} = \sqrt{\rho_{\text{см}}^2 + \rho_{\text{экс}}^2}$	$\rho_{\text{черн}} = \sqrt{0 + 0,8^2}$	0,8
Растачивание поверхности 6 чистовое	$\rho_{\text{чист}} = \varepsilon \cdot \rho_{\text{черн}}$	$\rho_{\text{чист}} = 0,05 \cdot 0,8$	0,04
Растачивание поверхности 7 черновое	$\rho_{\text{черн}} = \sqrt{\rho_{\text{см}}^2 + \rho_{\text{экс}}^2}$	$\rho_{\text{черн}} = \sqrt{0 + 0,8^2}$	0,8
Растачивание поверхности 7 чистовое	$\rho_{\text{чист}} = \varepsilon \cdot \rho_{\text{черн}}$	$\rho_{\text{чист}} = 0,05 \cdot 0,8$	0,04
Сверление поверхности	$\rho_{\text{черн}} = \sqrt{\rho_{\text{см}}^2 + \rho_{\text{экс}}^2}$	$\rho_{\text{черн}} = \sqrt{0 + 0,8^2}$	0,8

Теперь подсчитаем ожидаемую погрешность припуска по формуле:

$$e_{zi} = \sqrt{\sum_{i=1}^n e_i^2 + \rho_{i-1}^2},$$

где e_i – смещение осей при механической обработке

Результаты расчетов сведем в таблицу 4

Таблица 4 – Расчет ожидаемой погрешности припуска

Припуск	Формула	Расчет	Значение, мм
$e_{z1a.2}$	$e_{z1a.2} = \sqrt{\rho_{\text{см}}^2 + e_{1a.2}^2}$	$e_{z1a.2} = \sqrt{0 + 0,1065^2}$	0,1065
$e_{z1a.1}$	$e_{z1a.1} = \sqrt{\rho_{\text{см}}^2 + e_{1a.1}^2}$	$e_{z1a.2} = \sqrt{0 + 0,0065^2}$	0,0065
$e_{z1b.2}$	$e_{z1b.2} = \sqrt{e_{1a.2}^2 + e_{1b.2}^2}$	$e_{z1b.2} = \sqrt{0,1065^2 + 0,1065^2}$	0,1506
$e_{z1b.1}$	$e_{z1b.1} = \sqrt{e_{1a.1}^2 + e_{1b.1}^2}$	$e_{z1b.1} = \sqrt{0,0065^2 + 0,0065^2}$	0,0092
$e_{z1a.3}$	$e_{z1a.3} = \sqrt{e_{1a.3}^2 + e_{1b.2}^2}$	$e_{z1a.3} = \sqrt{0,1065^2 + 0,1065^2}$	0,1506
$e_{z1b.3}$	$e_{z1b.3} = \sqrt{e_{1b.3}^2 + e_{1a.3}^2}$	$e_{z1b.1} = \sqrt{0,0065^2 + 0,1065^2}$	0,1067
$e_{z1a.5}$	$e_{z1a.5} = \sqrt{\rho_{\text{см}}^2 + e_{1b.2}^2 + e_{1a.5}^2}$	$e_{z1a.5} = \sqrt{0^2 + 0,1065^2 + 0,1265^2}$	0,1654
$e_{z1a.7}$	$e_{z1a.7} = \sqrt{\rho_{\text{см}}^2 + e_{1b.2}^2 + e_{1a.7}^2}$	$e_{z1a.7} = \sqrt{0^2 + 0,1065^2 + 0,1265^2}$	0,1654
$e_{z2a.4}$	$e_{z2a.4} = \sqrt{e_{1b.2}^2}$	$e_{z2a.4} = \sqrt{0,1065^2}$	0,1065
$e_{z2b.4}$	$e_{z2b.4} = \sqrt{e_{2b.4}^2 + e_{2a.4}^2}$	$e_{z2b.4} = \sqrt{0,0065^2 + 0,1065^2}$	0,1067
$e_{z2a.6}$	$e_{z2a.6} = \sqrt{\rho_{\text{см}}^2 + e_{2a.6}^2 + e_{1b.2}^2}$	$e_{z2a.6} = \sqrt{0^2 + 0,1265^2 + 0,1065^2}$	0,1654
$e_{z2b.5}$	$e_{z2b.5} = \sqrt{e_{1a.5}^2 + e_{2b.5}^2}$	$e_{z2b.5} = \sqrt{0,1265^2 + 0,0315^2}$	0,1304
$e_{z2b.7}$	$e_{z2b.7} = \sqrt{e_{1a.7}^2 + e_{2b.7}^2}$	$e_{z2b.7} = \sqrt{0,1265^2 + 0,0315^2}$	0,1304
$e_{z2b.6}$	$e_{z2b.6} = \sqrt{e_{2a.6}^2 + e_{2b.6}^2}$	$e_{z2b.6} = \sqrt{0,1265^2 + 0,0315^2}$	0,1304

Продолжение таблицы 4

$e_{z3.1}$	$e_{z3.1} = \sqrt{e_{1a.2}^2 + e_{16.2}^2 + e_{26.6}^2 + e_{3.1}^2}$	$e_{z3.1} = \sqrt{0,1065^2 + 0,1065^2 + 0,0315^2 + 0,0865^2}$	0,1765
$e_{z3.2}$	$e_{z3.2} = \sqrt{e_{1a.3}^2 + e_{26.6}^2 + e_{3.2}^2}$	$e_{z3.2} = \sqrt{0,1065^2 + 0,0315^2 + 0,0865^2}$	0,1408
$e_{z4.8}$	$e_{z4.8} = \sqrt{\rho_{сш}^2 + e_{16.2}^2 + e_{26.5}^2 + e_{4.8}^2}$	$e_{z4.8} = \sqrt{0^2 + 0,1065^2 + 0,0315^2 + 0,1265^2}$	0,1683

На графе разных цепей механической обработки проставляем указанные на чертеже радиальные биения ТЕ; ТЕ₁= 0,05 мм; ТЕ₂=0,06 мм; ТЕ₃=0,1 мм.

Просуммировав составляющие звенья размерной цепи с погрешностями формы, получим расчетные радиальные биения. Они находятся по формуле:

$$Te_i \geq \sqrt{\sum_{i=1}^n e_i^2 + \rho_i^2 + \rho_{i-1}^2},$$

Тогда

$$Te_1 \geq \sqrt{2e_{0.2}^2 + 2e_{16.2}^2 + \rho_{чист}^2} = \sqrt{2 \cdot 0,0165^2 + 0,0019^2} = 0,0234 \text{ мм};$$

$$Te_3 \geq \sqrt{2e_{26.6}^2 + 2e_{3.2}^2 + \rho_{чист}^2 + \rho_{шлиф}^2} = \sqrt{2 \cdot 0,0035^2 + 2 \cdot 0,0055^2 + 0,0019^2 + 0,0000038^2} = 0,0086 \text{ мм};$$

$$Te_3 \geq \sqrt{2e_{26.6}^2 + 2e_{3.2}^2 + \rho_{чист}^2 + \rho_{шлиф}^2} = \sqrt{2 \cdot 0,0035^2 + 2 \cdot 0,0055^2 + 0,0019^2 + 0,0000038^2} = 0,0086 \text{ мм};$$

$$TE_1 \geq Te_1 + Te_3;$$

$$0,05 > 0,0234 + 0,0086;$$

$$TE_2 \geq Te_1 + Te_2;$$

$$0,06 > 0,0234 + 0,0086;$$

$$TE_3 \geq 2e_{26.6} + 2e_{26.4};$$

$$TE_3 > 0,0065 + 0,0035;$$

Из приведенных расчетов видно, что расчетные радиальные биения не превышают заданные чертежом, т.е. технология обработки верна.

После определения допустимых радиальных биений рассчитаем диаметральные размеры обрабатываемых поверхностей. Особенность определения диаметральных размеров заключается в том, что в них будут учитываться смещения (эксцентриситеты) осей. Это необходимо для того, чтобы компенсировать величину радиального биения. В расчетах эксцентриситеты удваиваются. Расчет будет производиться по формулам:

$$d_{3i} = d_{di} + 2 \cdot (z_{min} + e_{zi}) + T_3 - \text{для наружных поверхностей};$$

$$d_{3i} = d_{di} + 2 \cdot (z_{min} - e_{zi}) - T_3 - \text{для отверстий};$$

где, d_{3i} – диаметр поверхности заготовки;

d_{di} – диаметр поверхности детали;

$2z_{min}$ – значение припуска;

$2e_i$ – величина смещения оси (эксцентриситет);

i – номер обрабатываемой поверхности.

Принимаем припуски на механическую обработку по ГОСТ 7505-89.

Полученные результаты расчетов сведем в таблицу 5.

Таблица 5 – Результаты расчета диаметральных размеров заготовки детали «Чашка»

Размер цилиндрической поверхности детали, мм	Расчетная формула	Размер цилиндрической поверхности заготовки, мм
$d_{\partial 1} = 90^{+0,045}_{+0,023}$	$d_{\gamma 1 \text{шлиф}} = 90 + 0,2 + 2 \cdot 0,0055 + 0,0034$ $d_{\gamma 1 \text{чист}} = 90,2144 + 1 + 2 \cdot 0,0065 + 0,14$ $d_{\gamma 1 \text{шлиф}} = 91,3674 + 2,5 + 2 \cdot 0,0065 + 1,4$	$95,2804^{+1,6}_{+0,8}$
$d_{\partial 2} = 142^{+0,040}_{+0,015}$	$d_{\gamma 2 \text{шлиф}} = 142 + 0,2 + 2 \cdot 0,0055 + 0,0034$ $d_{\gamma 2 \text{чист}} = 142,2144 + 1 + 2 \cdot 0,0165 + 0,14$ $d_{\gamma 2 \text{шлиф}} = 143,3874 + 2,6 + 2 \cdot 0,0165 + 1,4$	$147,4204^{+1,6}_{+0,8}$
$d_{\partial 3} = 192$	$d_{\gamma 3 \text{чист}} = 192 + 1,2 + 2 \cdot 0,0065 + 0,16$ $d_{\gamma 3 \text{шлиф}} = 193,373 + 2,8 + 2 \cdot 0,0165 + 3,6$	$199,806^{+1,6}_{+0,8}$
$d_{\partial 4} = 186_{-0,029}$	$d_{\gamma 4 \text{чист}} = 186 + 1,2 + 2 \cdot 0,0065 + 0,16$ $d_{\gamma 4 \text{шлиф}} = 187,373 + 2,8 + 2 \cdot 0,0165 + 3,6$	$193,806^{+1,6}_{+0,8}$
$d_{\partial 5} = 65$	$d_{\gamma 5 \text{чист}} = 65 - 1,2 - 2 \cdot 0,0035 - 0,22$ $d_{\gamma 5 \text{шлиф}} = 63,573 - 2 - 2 \cdot 0,0185 - 1,4$	$60,136^{+1,6}_{+0,8}$
$d_{\partial 6} = 70^{+0,12}$	$d_{\gamma 6 \text{чист}} = 70 - 1,2 - 2 \cdot 0,0035 - 0,22$ $d_{\gamma 6 \text{шлиф}} = 68,573 - 2 - 2 \cdot 0,0185 - 1,4$	$65,136^{+1,6}_{+0,8}$
$d_{\partial 7} = 120$	$d_{\gamma 7 \text{чист}} = 120 - 1,2 - 2 \cdot 0,0035 - 0,22$ $d_{\gamma 7 \text{шлиф}} = 118,573 - 2,4 - 2 \cdot 0,0185 - 1,4$	$114,736^{+1,6}_{+0,8}$

Таким образом, произведя расчет эксцентриситетов припусков технологического процесса обработки детали «Чашка», проверили правильность представленных на чертеже радиальных биений и рассчитали диаметральные размеры заготовки с поправкой на ошибку, возникающую из-за смещения осей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Размерный анализ техпроцессов: курс лекций / Г.Я. Беляев. – Мн., изд. «Техническая книга», 2010. – 156с., ил. 2. Бабук В.В., Шкред В.А., Кривко Г.П. Проектирование технологических процессов механической обработки в машиностроении. – Минск.: Высшая школа, 1987. – 255 с. 3. Станочные приспособления: Справочник. В 2-х т. /Ред. совет; Б. Н. Вардашкин (пред.) и др. — М.: Машиностроение, 1984. — Т. 1 /Под ред. Б. Н. Вардашкина, А. А. Шатилова, 1984. 592 с, ил.

УДК 621.923

Беляев Г.Я., Синькевич Ю.В., Янковский И.Н., Безлюдько А.В.

ИССЛЕДОВАНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ТРЕНИЯ ЭЛЕКТРОИМПУЛЬСНОПОЛИРОВАННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

Электроимпульсное полирование (ЭИП) как процесс, связанный с изменением микропрофиля и физико-механического состояния поверхности, оказывает существенное влияние на фрикционные свойства металлов. В отличие от механических свойств, которые зависят от свойств основной массы металла, фрикционные свойства практически не имеют такой связи. С целью определения влияния ЭИП на фрикционные свойства поверхностей были проведены экспериментальные исследования.

Испытания проводили с помощью программно-аппаратного комплекса на базе трибометра ПД-1 (рис. 1), разработанного Физико-техническим институтом НАН Б и ИМПС НАН Б.

В качестве исследуемых материалов использовали коррозионно-стойкую сталь 40Х13, прошедшую термообработку (закалку, отпуск) по стандартной методике [1]. После чего образцы шлифовали до уровня $Ra\ 0,63...1,25\ \mu\text{м}$, а затем подвергали ЭИП и механическому полированию. В качестве смазочного материала было выбрано индустриальное масло ИП-40. Трибологический контакт осуществлялся по схеме «неподвижный палец – вращающийся диск» (торцовое трение).

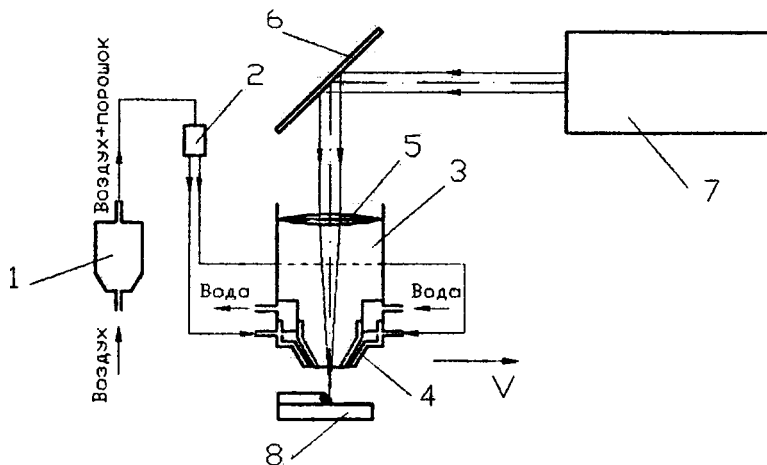


Рис. 1. Схема лазерной наплавки

На рис. 2 представлено изменение коэффициента трения в зависимости от вида предварительной обработки. Как видно из графика, ЭИП позволяет снизить коэффициент трения по сравнению со шлифованием на 25...35%, а с механическим полированием – на 8...13%.

Благоприятное влияние ЭИП на фрикционные свойства металлов связано, прежде всего, с уменьшением шероховатости поверхности. Однако улучшение фрикционных свойств образцов, подвергнутых ЭИП, нельзя объяснить только уменьшением высоты неровностей, так как их величина после механического полирования и ЭИП была одинаковой. При механическом полировании шлифованных поверхностей происходит в основном притупление выступающих неровностей, а при ЭИП происходит равномерное сглаживание микропрофиля поверхности, при этом микропрофиль поверхности имеет более развернутую форму, с радиусом округления вершин микровыступов значительно большим, чем при механическом полировании. В результате чего фактическая площадь контакта трущейся пары увеличивается, что приводит к снижению коэффициента трения.

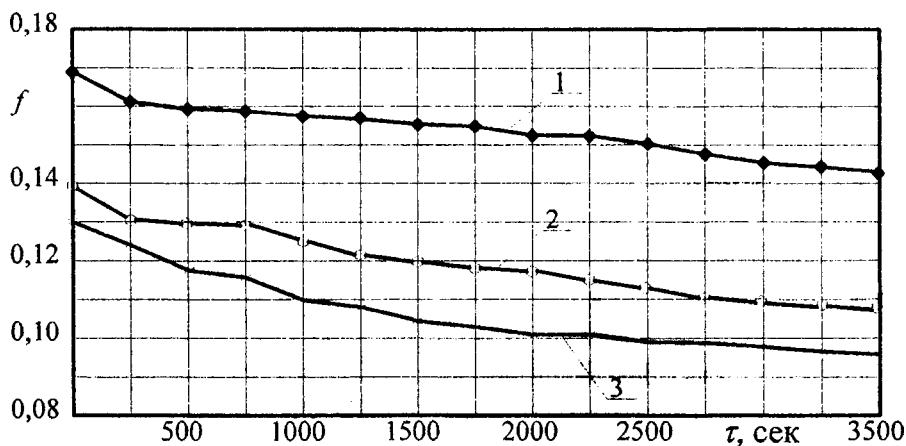


Рис. 2. Изменение коэффициента трения в зависимости от времени обработки ($n=800\ \text{об/мин}$): 1 – шлифование; 2 – механическое полирование; 3 – ЭИП

Представленные результаты получены при постоянном наличии в зоне трения смазочного материала, однако в некоторых случаях наличие смазки бывает ограничено или вовсе не предусмотрено. В результате было выявлено, что с точки зрения удержания смазки поверхности после ЭИП имеют наихудшие результаты. Так, при периодическом (капельном) вводе смазочного материала в зону трения происходит скачкообразное уменьшение коэффициента трения более чем на 20% с последующим постепенным его увеличением (рис. 3). Полное же отсутствие смазочного материала приводит к повышению коэффициента трения более чем в 4 раза для электроимпульсного и механического полирования и более чем в 5,5 раз для шлифованной поверхности.

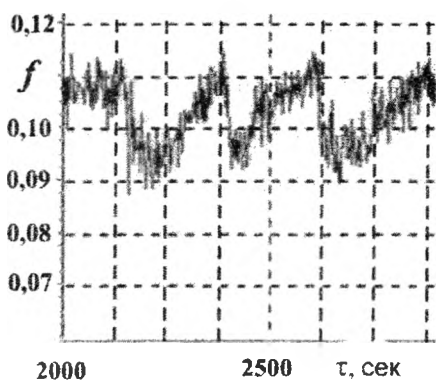


Рис. 3. Изменение коэффициента трения при вводе смазочного материала

Дополнительно было исследовано влияние ЭИП шкивов зубчато-ременной передачи на долговечность зубчатых ремней при эксплуатации.

ЭИП были подвергнуты шкивы НТД 22-5М-32, изготовленные из стали 45. Обработка проводилась в 2 % водном растворе хлорида аммония в течение 1,5 мин при температуре электролита 70 °С и напряжении 300 В.

До обработки шкивы имели шероховатость рабочих поверхностей Ra 1,75...2,5 мкм и заусенцы на кромках высотой 0,2...0,35 мм. После ЭИП заусенцы на кромках деталей были удалены полностью, шероховатость рабочих поверхностей шкивов снизилась до Ra 1,25...1,6 мкм, что соответствует требованиям конструкторской документации. Внешний вид шкивов представлен на рис. 4.

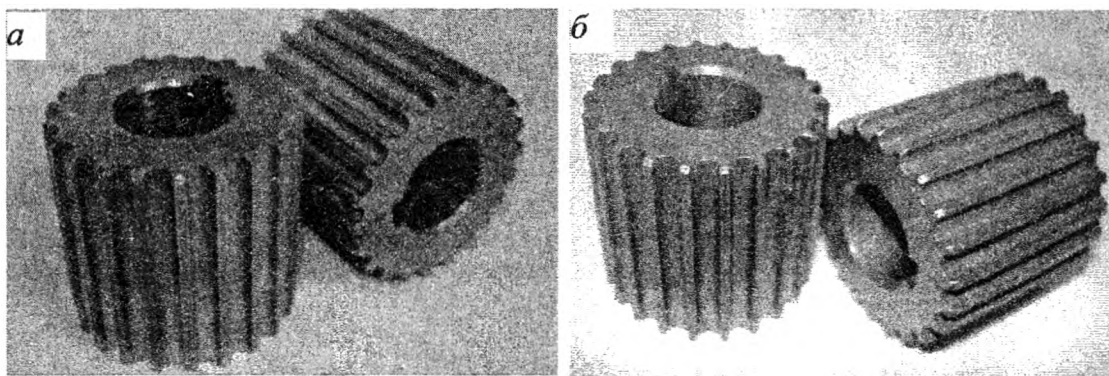


Рис. 4. Внешний вид шкивов: а – до обработки; б – после электроимпульсного полирования

Ресурсные испытания зубчатых ремней «ContiSynchroforce СХР III НТД 1500-5М-32» (Германия), установленных в приводе экспериментальной паркетно-шлифовальной машины «СО-318», показали, что после ЭИП шкивов долговечность зубчатых ремней увеличилась на 20...22%. При этом расчетная себестоимость изготовления шкивов при их серийном производстве возрастает незначительно (не более 5 %).

Полученные результаты имеют большое практическое значение, поскольку позволяют использовать ЭИП для улучшения фрикционных свойств различных деталей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Фиргер И.В. Термическая обработка сплавов / И.В. Фиргер. – Л.: Машиностроение, 1982. – 304 с.

ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ ТРАЕКТОРИИ ДВИЖЕНИЯ ФРЕЗЫ ПРИ ВЫСОКОСКОРОСТНОМ ФРЕЗЕРОВАНИИ

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

Высокоскоростная обработка (High Speed Machining, HSM) в последние годы стала одним из самых быстроразвивающихся направлений в механообработке. Связано это, в первую очередь, с ее высокой производительностью. Второй важной особенностью HSM является высокая чистота обработанной поверхности, что позволяет в ряде случаев отказаться от финишного шлифования и электроэрозионной обработки.

С точки зрения движения фрезы, самым главным требованием к HSM является обеспечение плавной, без резких изменений направления, траектории движения инструмента. Траектория такого вида призвана обеспечить постоянное сечение стружки и постоянную нагрузку на фрезу. Выяснилось, что гладкие траектории, характерные для HSM-обработки, могут существенно (в несколько раз) увеличивать стойкость инструмента и при обработке с традиционными режимами резания [1]. К сожалению, такой эффект достигается не всегда, более того, в некоторых случаях стойкость инструмента при движении по HSM-траектории может даже упасть. Особенно часто падение стойкости наблюдается при обработке алюминия и алюминиевых сплавов.

Традиционно причины подобных неудач связывают с характеристиками оборудования, например, с низкой жесткостью станка. К сожалению, отсутствуют конкретные рекомендации, какая все-таки минимальная жесткость станка необходима при заданной траектории движения фрезы или как изменить параметры траектории при заданных параметрах жесткости станка. Попытаемся их сформулировать.

Остановимся только на одном, но принципиально важном аспекте оценки минимально необходимой жесткости станка. Точнее, на минимально необходимых для обеспечения гладкой траектории движения инструмента требованиях к приводам подачи станка. Например, при движении инструмента по дуге привод должен обеспечить на отрезке длиной R (радиус дуги), с одной стороны, торможение по оси X от величины рабочей подачи до 0, с другой стороны, разгон по оси Y от 0 до номинальной рабочей подачи. При разгоне или торможении на привод действуют динамические нагрузки, весьма существенно превышающие собственно силы резания. Если эти динамические нагрузки превышают значение предельно допустимой динамической грузоподъемности привода, то подача автоматически снижается. В результате подача на зуб (при фрезеровании) катастрофически падает, зубья фрезы начинают затирать по задней поверхности, что в итоге приводит к падению ресурса инструмента. Таким образом, необходимым (но не достаточным) условием обеспечения условия работы на HSM-подобных траекториях является соответствие радиуса кривизны траектории максимально теоретически возможному ускорению движения инструмента, которое способны обеспечить привода станка.

Оценим минимально возможный радиус поворота траектории инструмента, исходя из предельных значений ускорения, обеспечиваемых приводами станка. Скорость перемещения оси инструмента (минутная подача) V_F , м/мин, равна:

$$V_F = \frac{V_{PEЗ} \times f_Z \times Z}{\pi \times d}, \quad (1)$$

тогда минимально возможный радиус R_{MIN} , мм, на траектории движения инструмента равен:

$$R_{MIN} = \frac{V_F^2}{3,6 \times a}, \quad (2)$$

где $V_{РЕЗ}$ – скорость резания (окружная скорость), м/мин;

f_Z – подача на зуб, мм;

Z – число зубьев;

d – диаметр фрезы, мм;

a – максимально допустимое ускорение, обеспечиваемое приводами станка, $м/с^2$.

На рис. 1, а приведена номограмма, по которой можно определить минимально возможный радиус R_{MIN} , мм, при известном максимально допустимом ускорении a , $м/с^2$, обеспечиваемом приводами станка для разных скоростей движения центра фрезы (минутной подачи) V_F , м/мин.

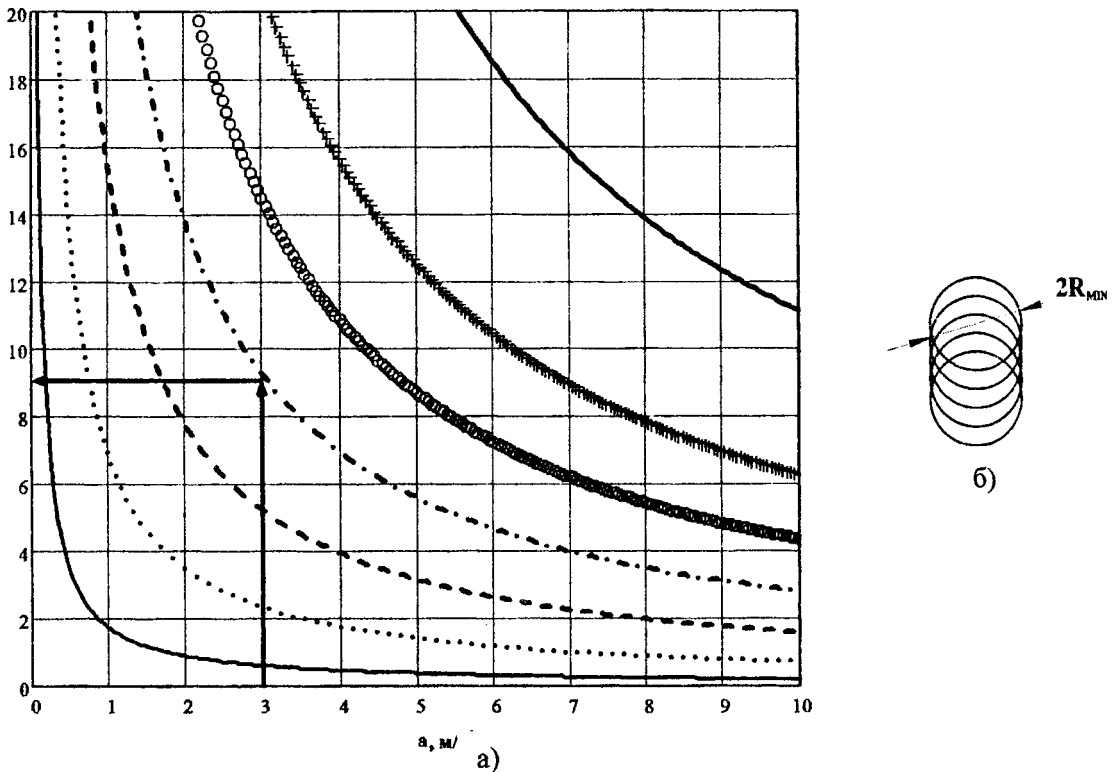


Рис. 1. Номограмма для определения минимально возможного радиуса траектории фрезы

Покажем, как определить по номограмме минимально допустимый радиус трохоидальной траектории (рис. 1, б) для торцевой фрезы SogoMill 390 диаметром $d=12$ мм, укомплектованной двумя пластинами Н13А ($Z=2$), скорость резания $V_{РЕЗ}=925$ м/мин с подачей на зуб $f_Z=0,2$ мм [2], при обработке на станке с максимально допустимым ускорением $a=3$ $м/с^2$. Тогда минутная подача V_F равна:

$$V_F = \frac{925 \times 0,2 \times 2}{\pi \times 12} \approx 10 \text{ м/мин.}$$

Для оценки минимально допустимого радиуса траектории восстановим перпендикуляр от значения ускорения, равного 3 на оси «а» до пересечения с кривой скорости «10» и из точки пересечения проводим горизонтальную линию до пересечения с осью « R_{MIN} » (показано стрел-

ками на рис. 1). Значение радиуса получилось равным ≈ 9 мм. Если в соответствии с рекомендациями [2] назначить радиус трохойдальной траектории равным $0,7 \times d$ или, в нашем случае, равным 8,4 мм, то при попытке движения по траектории с таким радиусом закругления фреза будет тормозиться. Таким образом, выбранная фреза непригодна для обработки на данном станке по классической трохойдальной траектории.

Затруднения может вызвать и определение возможности движения инструмента по трохойдальной траектории, исходя из значений максимальных ускорений по осям, обеспечиваемых станком. Для новых, высокопроизводительных станков с ЧПУ эти значения приводятся в паспорте и, более того, являются одним из наиболее рекламируемых параметров. В качестве примера в таблице 1 приведены значения максимальных ускорений для некоторых станков.

Следует специально отметить, что описанная методика оценки параметров траектории движения фрезы пригодна только для случая, когда силами резания допустимо пренебречь по сравнению с динамическими нагрузками (например, при чистовой обработке). Если же используются достаточно жесткие режимы обработки, то необходимо дополнительно учитывать нагрузку от силы резания, соответствующим образом корректируя значения максимально допустимого ускорения. В первом приближении представляется возможным уменьшить расчетное значение ускорения пропорционально отношению «сила резания (вдоль выбранной оси)» / «динамическая грузоподъемность привода». Кроме того, нежелательно, чтобы станок длительное время работал при максимально допустимых ускорениях или, что то же самое, при максимально допустимой динамической грузоподъемности привода. Поэтому допустимое значение ускорения, принимаемое при расчетах, $a_{РАСЧ}$, желательно корректировать, используя, например, следующую зависимость:

$$a_{РАСЧ} = a_{ПАСП} \times K_{ПРИВ} \times \frac{C - P_{РЕЗ}}{C}, \quad (3)$$

где $a_{ПАСП}$ – паспортное значение максимально допустимого ускорения, обеспечиваемое приводами станка, $м/с^2$;

$K_{ПРИВ}$ – поправочный коэффициент, учитывающий требования к режиму нагружения привода; в первом приближении допустимо принимать $K_{ПРИВ} = 0,8$;

$P_{РЕЗ}$ – расчетная сила резания по направлению оси привода, Н;

C – динамическая грузоподъемность привода, Н.

Таблица 1 – Динамические характеристики приводов некоторых станков с ЧПУ

Станок (производитель)	Максимальная подача, м/мин	Максимальное ускорение (по осям), $м/с^2$
C 40 (HERMLE)	45	6
DHP 80 (DIXI Group)	10	2...5
FH-S (TOYODA)	≤ 50	7...8
IMPALA 200 (LANG)	2,6...5,2	0,14
IMPALA 800S (LANG)	15	5
JIG 1200 (DIXI Group)	10	1...2,5
JIG 700 (DIXI Group)	20	2,5...5
M (SERRTECH)	30	5,5...7,5
MAM72-63V (MATSUURA)	50	(X/Y/Z) 6,1 / 7,7 / 9,4
SPEEDCENTER (PAMA)	30...40	3...4
VL-8A (OLYMPIC SEIKI)	(X/Z) 36/72	(X/Z) 10/12
ИС 800 (Ивановский завод тяжело-го машиностроения)	40	8

Динамические свойства приводов подачи станка – это только одна, пусть даже критически важная характеристика станочной системы. Для обеспечения высокоскоростной обработки необходимы также система управления, обеспечивающая требуемую скорость управления

органами станка, адекватная САМ-система подготовки управляющих программ и т.д. Но все же, определяющим критерием оценки принципиальной возможности обработки по заданной траектории для HSM-обработки является динамическая характеристика приводов подачи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Степанов, А. Высокоскоростное фрезерование в современном производстве // CAD/CAM/CAE Observer. – 2003. – №3(12); №4(13); №5(14). 2. Металлорежущий инструмент Sandvic Coromant. Основной каталог. 2009.

УДК 621.91.01

Бжезинский А.А., Колесников Л.А.

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ САМ-ПАКЕТОВ

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

Использование программных продуктов (пакетов) при разработке программ для станков с ЧПУ (Computer Aided Manufacturing или САМ), в особенности для фрезерных, в настоящее время является одним из наиболее эффективных способов повышения эффективности машиностроительного производства. Для оптимального выбора того или иного пакета для нужд конкретного производства полезно представлять основные тенденции развития этого класса программных продуктов.

Хотя в мире существуют десятки САМ-пакетов, действительно новые возможности широко внедряют, как правило, только большие и богатые компании-разработчики. Если вдруг хорошая идея и родилась в маленькой фирме, то эту фирму (вместе с идеей) практически сразу покупают такие компании. Поэтому с точки зрения анализа тенденций развития САМ-пакетов достаточно рассмотреть инновации, внедряемые весьма ограниченным кругом компаний. Это, в первую очередь, разработчики САПР высшего уровня CATIA (Dassault); Pro/Engineer Wildfire (PTC); Siemens PLM Solution (NX, Unigraphics), а также «чистых» САМ (CAD/CAM) пакетов – Power Solution (Delcam) и Mastercam (CNC Software). Подавляющее большинство инженеров-технологов в Европе и Америке работают именно в этих пакетах.

Анализ тенденций развития САМ-пакетов проводился на основе перечня новых возможностей, предлагаемых выбранными компаниями в очередных версиях своих пакетов, а также по информационным сообщениям в сети Интернет за период 2005...2009 годы. При этом специально не выделялось, кто именно первым предложил то ли иное нововведение. Связано это с тем, что действительно хорошая идея или новая полезная функциональность, предлагаемая какой-либо фирмой-разработчиком, очень быстро внедряется конкурентами.

По результатам проведенного анализа в настоящий момент можно выделить следующие основные направления совершенствования САМ-пакетов (или САМ-модулей в интегрированных САПР):

- улучшение интерфейса;
- повышение интероперабельности;
- совершенствование САД-составляющей;
- совершенствование возможностей по высокоскоростной механообработке (HSM);
- расширение поддержки многосековой обработки;
- расширение поддержки технологии автоматической разработки программ (Feature);
- расширение предопределенных типов траекторий движения инструмента;
- расширение областей применения пакетов;

В качестве примера визуализации выявленных тенденций на рис. 1 представлен график зависимости нововведений по годам для CAD/CAM пакета Mastercam. Например, хорошо заметен «взрывной» рост числа нововведений в области многоосевой обработки и технологии Feature, при этом в области совершенствования встроенных CAD-модулей наблюдается некоторый спад.

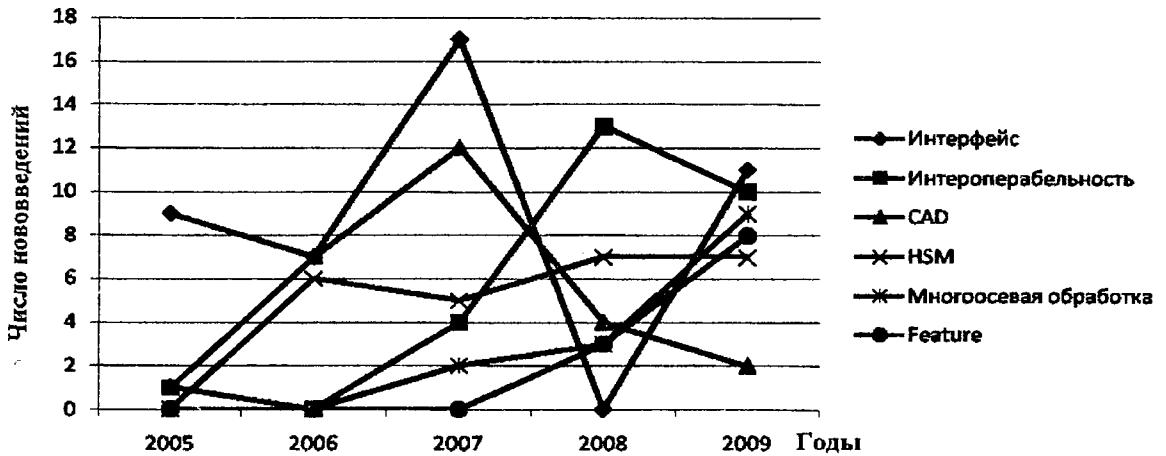


Рис. 1. Виды изменений по годам при совершенствовании САМ-пакета Mastercam

Интересно, что тенденции развития САМ-систем, выявленные из анализа нововведений, достаточно хорошо совпадает с теми, которые считает наиболее важными Alan Christman, председатель совета директоров CIMdata, самой авторитетной аналитической компании в области САПР [1]. Это:

- поддержка многоосевой обработки на многофункциональных и многошпиндельных станках, с большим (до 22) числом независимых осей перемещений;
- высокоскоростная механообработка, в том числе использование присущих ей гладких траекторий при обычной обработке;
- дальнейшее развитие автоматического программирования на основе типовых геометрических элементов (features);
- разработка процесс-ориентированных пакетов;
- гибридное геометрическое моделирование;
- поддержка использования координатно-измерительных машин;
- реалистичная симуляция обработки и проверки траекторий движения инструмента;
- слияние (покупка) компаний-разработчиков САМ;
- более тесная интеграция САМ-пакетов со сторонними САД-пакетами и улучшение собственных модулей геометрических построений.

Кратко прокомментируем выявленные тенденции. Совершенствование интерфейса – весьма благодарный процесс для фирмы-разработчика пакета. Наглядные и очевидные изменения внешнего вида являются весомым аргументом в пользу обновления версии для старых пользователей (точнее, для людей, принимающих решения о выделении средств) или дополнительным подтверждением динамичного развития продукта для инженеров, ищущих современный САМ-пакет. Поэтому процесс обновления интерфейса является непрерывным. Количество изменений, повышающих удобство работы пользователя, наглядность выполняемых действий и т.д., остается, в среднем, постоянным от версии к версии. Дополнительной особенностью текущего момента являются тенденция повсеместной переделки интерфейса по образцу (или хотя бы с отдельными элементами оформления) Windows Vista.

Под интероперабельностью, как правило, понимают возможность передачи данных между различными модулями САПР, в частности, между CAD и CAM-модулями. К сожалению, искажение геометрии при передаче данных является одной из самых болезненных проблем в современных САПР. Например, твердое тело может передаваться как набор не «склеенных» между собой поверхностей или просто как совокупность ребер. Еще хуже, если во внешне безукоризненной модели образуются микроскопические «осколки» или «щели». В любом случае искажения геометрии самым негативным образом сказываются на правильности создания траекторий при программировании обработки.

Теоретически, решение этой проблемы лежит в передаче геометрических данных через стандартные промежуточные форматы (Parasolid, ACIS, STEP, IGES, ...). На практике, разработчики САМ-пакетов пытаются договориться с разработчиками CAD-пакетов и каким-то образом обеспечить передачу данных с минимальными искажениями. В зависимости от успеха этих мероприятий тот или иной САМ-пакет объявляется «золотым» или «платиновым» партнером какого-нибудь конкретного CAD-пакета. Например, MasterCAM является партнером SolidWorks, Autodesk Inventor. Это, правда, не гарантирует от ошибок при передаче достаточно сложной геометрии (пресс-форма, лопатка турбины и т.п.).

При выпуске каждой новой версии «дружественного» CAD-пакета в партнерском САМ-пакете происходит обновление соответствующих ему трансляторов данных. Поэтому мероприятия, направленные на повышения интероперабельности, присущи практически каждой новой версии как «чистых» CAD/CAM пакетов, так и САПР высшего уровня. Последнее объясняется необходимостью обеспечить обработку деталей, созданных сторонними разработчиками, в САМ-модуле пакета САПР высшего уровня.

Улучшения в функциональности встроенных CAD-модулей носят вспомогательный характер и в первую очередь направлены на возможность редактирования и «лечения» геометрической модели детали, полученной из CAD-пакета. Это может быть, например, «зашивка» ненужных на данной стадии обработки отверстий, исправление ошибок при трансляции и т.д. Производителями САМ-пакетов в этом направлении ведется постоянная работа, тем не менее, заметна тенденция к переносу центра тяжести работ на более тесную интеграцию с «настоящими» CAD-пакетами (в первую очередь, по повышению качества трансляции геометрии).

Высокоскоростная обработка (HSM) в последние годы стало одним из самых «модных» направлений. Связано это, в первую очередь, с ее высокой производительностью (типичные значения режимов резания приведены в таблице 1, [2]). Второй практически важной особенностью HSM является высокая чистота обработанной поверхности, что позволяет в ряде случаев отказаться от финишного шлифования и электроэрозионной обработки, что особенно актуально для закаленных стальных поверхностей. С точки зрения САМ, самой важной особенностью HSM является необходимость обеспечения постоянного сечения стружки и плавной, без резких изменений направления, траектории инструмента.

В настоящее время «классическую» HSM могут себе позволить только богатые предприятия. Станки, тем более 5-осевые, способные обеспечить высокоскоростную механообработку, все еще очень и очень недешевое решение. Инструменты (фрезы) для HSM должны быть выполнены с предельным отклонением радиуса режущей кромки не более 0.01 мм, что в несколько раз выше, чем показатели для обычного инструмента и соответствующим образом влияет на стоимость [3].

Таблица 1 – Типовые значения параметров резания при высокоскоростной обработке

Параметры резания при HSM-обработке	Алюминиевые сплавы	Закаленная сталь
Скорость резания (м/мин)	до 5000	до 250
Глубина резания (мм)	50% от $D_{\text{фрезы}}$	0,05...0,5
Рабочая подача (м/мин)	до 15	до 3

Поэтому для минимальной окупаемости станки для HSM должны быть загружены в режиме «24/7/365». Обеспечить такой поток заказов может только небольшое число предприятий, связанных с механообработкой крупногабаритных деталей из алюминиевых сплавов в произ-

водстве автомобилей или медицинских устройств, предприятия авиационно-космической промышленности, а также наиболее крупные изготовители формирующего инструмента.

Вместе с тем выяснилось, что гладкие траектории, полученные в HSM-модулях САМ-пакетов, весьма благотворно влияют на стойкость инструмента и при обработке на более традиционных режимах резания. Этот факт существенно расширяет изначально достаточно узкую область применения САМ-модулей для HSM. Поэтому область их использования расширяется непропорционально быстрее развитию собственно HSM.

С точки зрения развития технологии HSM можно выделить CATIA и Siemens PLM Software (NX, Unigraphics). CATIA предлагает возможность гладкой обработки «граненных» поверхностей, переданных в пакет, например, в STL-формате. Siemens PLM Software (NX, Unigraphics) использует технологию, известную как Streamline Toolpath. Эта технология позволяет автоматически находить траекторию инструмента, обеспечивающую максимальную чистоту обрабатываемой поверхности, с учетом рядом расположенных поверхностей.

В последние 2...3 года происходит интенсивный процесс слияния и поглощений фирм-разработчиков САМ. Наибольшая активность наблюдалась со стороны Cimatron, Delcam и Planit Holdings. Следует специально отметить, что этот процесс начался до наступления кризиса 2008 года, на фоне относительно стабильного положения в машиностроении, даже с тенденцией к некоторому росту. Поэтому с достаточной долей уверенности можно утверждать, что это явление внутренне присуще САМ-отрасли и будет иметь продолжение и в следующие годы.

В настоящее время происходит медленное, но уверенное вытеснение 3-осевого фрезерования 5-осевым, особенно в области изготовления пресс-форм, штампов и других формообразующих инструментов. Связано это как с очевидными преимуществами 5-осевого фрезерования, так и со снижением цен на 5-осевые станки. Особенно заметен рост использования 5-осевого фрезерования в Европе, что, вероятно, связано с усилением конкуренции со стороны быстро набирающих опыт китайских производителей оснастки. Особое внимание совершенствованию 5-осевой обработке уделяют такие компании, как Missler Software (TopSolidCAM), Gibbs&Associates (Gibbs), Planir Holdings (EdgeCAM), DP Tehnology (Esprit). Интересно также отметить, что некоторые фирмы (например, Delcam и Missler) предлагают опцию по автоматическому преобразованию 3-осевой траектории обработки (более простую в программировании) в 5-осевую, с заданными параметрами ориентации фрезы относительно обрабатываемой поверхности.

В последние несколько лет бурно развивается новый подход в программировании обработки, который называют FeatureBased Machining (FBM, Feature). В основе такого подхода лежит автоматическое распознавание элементов твердотельной модели и автоматическая же обработка этих элементов на базе технологически знаний, заложенных в САМ-пакет. Таким образом, технология Feature не только определяет форму обрабатываемого элемента, но и также включает в себя ассоциативные с ней операции обработки [4, 5].

В идеале, чтобы получить управляющую программу, инженер-технолог должен импортировать (или построить во встроенном САД-модуле) твердотельную модель детали. Далее пакет, используя технологию Feature, автоматически распознает типовые конструктивные элементы (отверстия, выступы, карманы, плоскости, пазы и т.д.). Затем, также автоматически, на основе материала и геометрии детали, назначается наиболее подходящий инструмент, выбираются зоны обработки, определяется последовательность операций обработки (черновых и чистовых), припуск разбивается на проходы, назначаются режимы обработки, формируются траектории и, наконец, генерируется программа для ЧПУ.

Изначально в системе существуют шаблоны обработки типовых элементов, которые при желании, могут быть дополнены новыми шаблонами самими пользователями в виде набора правил, формул и т.д., на основе которых система автоматически будет определять зоны обработки, создавать контуры зон обработки, подбирать подходящий инструмент. Безусловно, инженер может внести любые изменения в решения, принятые пакетом. Кроме того, он может настроить систему так, чтобы в дальнейшем все подобные элементы обрабатывались так же в автоматическом режиме, но уже по скорректированной технологии.

Подобный подход называется еще «knowledge-based machining» (основанный на знаниях экспертный подход для решения задач обработки). Он позволяет системе накапливать в базе

данных знания о способах обработки, наилучших для конкретного производства типичных конструктивных элементов. Такой подход позволяет практически полностью автоматизировать создание технологии обработки деталей низкой и средней сложности и заметно упростить разработку технологии обработки деталей высокой сложности.

Расширение областей применения САМ-пакетов заключается, в первую очередь, в разработке отдельных модулей (на базе существующих решений) для узких областей использования. Фантазия разработчиков варьируется от решений для деревообработки (например, Router от MasterCAM) до разработки ювелирных изделий (ArtCAM JewelSmith), фурнитуры и даже специальных пакетов для проектирования обуви (Delcam Crispin), обработки зубных коронок стоматологии (Delcam DentMill) и т.д. Как правило, интерфейс таких пакетов широко использует методику «помощников» (wizard), хотя при желании пользователи могут добавить свои правила обработки, учитывающие традиции предприятия.

Анализ тенденций развития САМ-пакетов может оказаться полезным не только при выборе собственно программы, но и для анализа тенденций развития станков и инструментов. Связано это с тем, что разработчики САМ-пакетов ориентируются на наиболее богатых и успешных производителей. Успех в области машиностроения, как правило, определяется технологическим уровнем предприятия, использованием самого современного оборудования и прогрессивных технологических процессов. Поэтому можно предположить, что требования потребителей такого уровня, которые учитываются при совершенствовании САМ-пакетов, отражают передовые тенденции в развитии машиностроения в целом. Иными словами, тот функционал, который предлагают разработчики САМ-пакетов для «элитных» фирм сегодня, станет стандартом де-факто для тысяч «обычных» потребителей завтра. Поэтому анализ тенденций развития САМ-пакетов, помимо прочего, может оказаться полезным при формулировке технических требований к массовым станкам и инструменту ближайшего будущего.

ЛИТЕРАТУРА

1. Alan Christman. Technology And Trends In CAM Software. – Article From MMSOnline.com, 01.11.2008.
2. Степанов, А. Высокоскоростное фрезерование в современном производстве // CAD/CAM/CAE Observer. – 2003. – №3(12); №4(13); №5(14).
3. Краюшкин В. Новая версия Pro/TOOLMAKER – новые возможности высокоскоростной механообработки // Рациональное управление предприятием. – 2008. – №4. – С. 66...70.
4. Иво Липсте Feature Based Machining в Mastercam X3 // CAD/CAM/CAE Observer. – 2008. – №5(41). – С. 62...65; №6(42). – С. 54...56.
5. Иво Липсте, А.Смирнов Июньский САМ-марафон, или даешь Mastercam X4! // CAD/CAM/CAE Observer. – 2009. – №5(49). – С. 93...96.

УДК 621.833

Бохан С.Г.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕЖИМОВ ОБКАТЫВАНИЯ РОЛИКОМ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ОСЕЙ ТРАМВАЙНЫХ ТЕЛЕЖЕК

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

Целью настоящего исследования явилось определение возможности упрочнения осей трамвайных тележек с применением механических накатных устройств с упругим силовым элементом. Технологическую сложность процесса упрочнения методами ППД такого типа деталей определяет необходимость применения больших усилий обкатывания, а использования для их создания гидравлических приспособлений в значительной мере удорожает процесс упрочнения. Отсюда следует потребность в более подробном рассмотрении процессов в зоне кон-

такта ролика с деталью, что в свою очередь позволит оптимизировать режимы обкатывания с целью обеспечения максимально возможной глубины упрочняемого слоя с применением механических обкатных приспособлений.

Формирование микрорельефа при обкатывании поверхностей роликами в значительной степени определяется кинетикой течения металла в зоне пластической деформации, при этом упругопластическая деформация происходит как по всей поверхности контакта ролика с деталью, так и вокруг площадки контакта, которая в зависимости от геометрии инструмента может иметь различную форму и различные геометрические параметры.

Для анализа течения металла процесс обкатки может быть условно разделен на два этапа: вдавливание инструмента в неподвижную поверхность и движение ролика относительно детали при осуществлении подачи. В первом случае происходят процессы, подобные процессам, происходящим при внедрении сферического пуансона в плоскую поверхность. Металл в этом случае выдавливается из-под ролика равномерно и для любого сечения углы охвата ролика металлом детали относительно его оси симметрии будут одинаковы. Наиболее деформированный участок поверхности детали лежит в плоскости, совпадающей с осью вращения ролика и проходящей через точку максимального внедрения профиля ролика в поверхность детали.

Тогда, если рассматривать элементарный участок АВ поверхности детали, лежащий на образующей, сечением $db \times dh$ и конечной длины равной проекции максимальной дуги контакта на образующую детали, то его удлинение можно записать:

$$\Delta l = U_{ACB} - |AB|, \quad (1)$$

где АВ – длина участка детали, лежащего на ее образующей; U_{ACB} – длина дуги контакта, зависящая от радиуса профиля ролика и величины его внедрения в деталь.

Относительное удлинение участка АВ образующей поверхности, получившего максимальную деформацию при внедрении ролика в неподвижную деталь по дуге ACB равно:

$$\delta = \frac{\Delta l}{l} \quad (2)$$

Эти выводы верны для рассматриваемого случая, если считать, что элементарный участок АВ закреплен на концах и из-за малой величины площади поперечного сечения при изгибе растягивается. Это условие вытекает из положения о сплошности материала и постоянстве объема при пластической деформации.

Для оценки степени деформации поверхности в зоне пластической деформации были предложены разными авторами различные показатели [1,2,3,4]. Так И.В.Кудрявцев предлагал в качестве степени наклепа при ПИД использовать отношение диаметра отпечатка шарика к его диаметру, то есть:

$$\varepsilon = \frac{d}{D}. \quad (3)$$

Е.И.Пятосин предложил оценивать степень деформации на основании сравнения площадей лунки вдавливания ролика М и проекции ее на поверхность, перпендикулярную направлению действия силы, то есть на поверхность вдавливания F:

$$\varphi = \frac{M-F}{M} 100\%. \quad (4)$$

Кроме формул (3) и (4) были предложены также другие показатели величины деформации, связанные с изменением размеров зерна и относительным смещением его характерных точек или с изменением твердости материала в зоне деформации и по глубине деформированного слоя [4,5,6].

Все эти эмпирические оценки имеют усредненный характер, так как в них фигурирует либо площадь отпечатка, либо деформация в пределах зерна, в то время как деформация и на-

пряжения по поверхности отпечатка значительно изменяются от центра пятна контакта к его краям. Обкатывание крупногабаритных деталей ведется со значительными усилиями, соответственно требуется и выявление таких характеристик процесса деформации поверхностного слоя обрабатываемой детали, которые позволят определить режимы, обеспечивающие проникновение деформации на необходимую глубину в поверхность при ее обкатывании и установить, когда и при каких условиях возможно разрушение поверхностного слоя.

Показателями критического напряженного состояния поверхности, при котором начинается ее разрушение, называемое шелушением, могут быть или напряжения в участке поверхности, подвергнутом наибольшей деформации, или величина деформации этого участка. Процессу шелушения присущи некоторые специфические черты, а именно, от поверхностей детали отделяются тонкие частицы материала, имеющие вид чешуек или лепестков, и в поверхности возникают трещины, направленные вглубь детали. При шелушении происходит разрушение тонкого поверхностного слоя, непосредственно находившегося в контакте с обрабатывающим инструментом. В то же время сам процесс деформации при обкатывании реализуется в зоне контакта ролика с деталью, в которой и происходят структурные изменения, описанные выше, поэтому и формирование свойств поверхности и ее разрушение будут связаны непосредственно с процессами в зоне контакта.

Формообразование поверхности при обкатке происходит в результате волнообразной деформации с образованием волны металла перед роликом и за ним, что установлено исследованиями кинетики зоны пластической деформации, изложенными выше [7]. Окончательное формирование микрорельефа происходит при выпучивании металла за ролик, то есть когда материал детали выдавливается из-под ролика по касательной к его профилю. Наличие такого движения материала в зоне контакта от точки максимального внедрения ролика в поверхность C_1 в направлении свободной поверхности к точке B_1 (рис. 1) способствует отрыву элементарного слоя от обрабатываемой поверхности.

Одновременно с этим при деформации поверхностного слоя и образовании текстуры в результате вытягивания зерен возникают растягивающие усилия внутри рассматриваемого элементарного слоя.

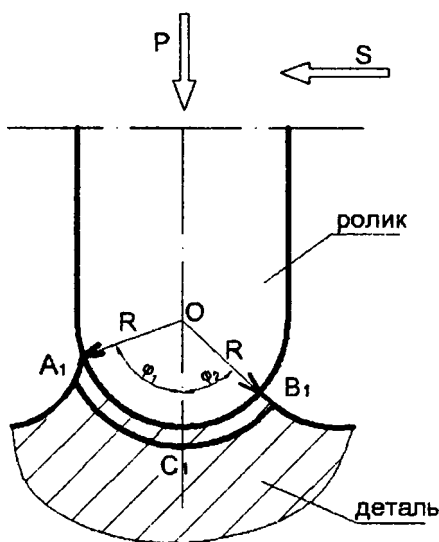


Рис. 1. Схема зоны контакта ролика с деталью: осуществление обкатывания с продольной подачей S и усилием обкатывания P

Если растягивающие усилия, суммируясь с движением материала в зоне контакта ролика с деталью, превысят некоторые определенные для данного материала значения, а, следовательно, и величина деформации поверхностного слоя будет больше допустимой, то происходит разрыв элементарного слоя, подвергнувшегося в процессе обкатывания максимальной деформации. Процесс шелушения будет начинаться в тот момент, когда степень деформации элемен-

тарного участка, расположенного непосредственно на поверхности детали в зоне контакта ролика с деталью, превысит допустимую, и условие начала шелушения запишется:

$$\delta > [\delta]. \quad (5)$$

где: δ – степень деформации участка поверхности детали, подвергнувшегося максимальной деформации при обкатывании, $[\delta]$ – допустимая степень деформации для данного материала.

В соответствии с теорией С.И.Губкина воспользуемся условным методом характеристики деформации, допускающим использование математических формул, описывающих относительное изменение линейных размеров. Так как каждый участок обкатываемой поверхности, в процессе обкатки проходя через зону пластической деформации, подвергается силовому воздействию, величина которого, а, следовательно, и степень деформации поверхности, зависят от положения этого участка на площадке контакта, то следует рассмотреть изменение линейных размеров участка поверхности при его максимальной деформации.

Выделим элементарный прямолинейный участок детали, лежащий на ее образующей. Будем считать, что его деформация происходит независимо от нижних слоев металла, то есть его объем в процессе деформации постоянен. Участок, попадая в зону контакта ролика с обрабатываемой деталью, изгибается, а так как его концы находятся на свободных поверхностях и из условия сплошности материала при пластической деформации будем считать, что они закреплены, то участок будет вытягиваться с уменьшением поперечного сечения, и тогда, с учетом малой величины этого поперечного сечения, имеет место процесс деформации, аналогичный простому растяжению. Если при статическом вдавливании ролика в деталь его внедрение происходит под действием только поперечной силы, то при обкатывании возникает еще и продольное усилие, которое как бы вытягивает зону деформации в направлении подачи. Если при статическом внедрении ролика в поверхность детали под действием поперечного усилия элементарный участок поверхности, лежащий на образующей, растягивается по дуге контакта $A_1B_1C_1$, то при осуществлении подачи этот участок, определяемый величиной поперечного усилия обкатывания, под действием продольного усилия будет растягиваться по дуге контакта $A_2B_2C_2$ (рис.1).

В результате деформации элементарного участка и его удлинения вдоль зоны контакта под действием продольного усиления обкатывания будут изменяться и величины углов охвата ролика материалом детали φ_1 и φ_2 . Осуществление подачи ведет к дополнительной деформации элементарного участка поверхности, равного проекции на образующую детали дуги контакта ролика с деталью при его статическом вдавливании. Дополнительная деформация обусловлена приложением продольного усилия обкатывания и увеличением равнодействующей обеих составляющих усилия обкатывания. Тогда, с учетом формул (1) и (2), можно записать, что величина максимальной деформации поверхностного слоя детали при обкатывании роликом равна:

$$\delta = \frac{UA_2B_2C_2 - AB}{AB}, \quad (6)$$

$UA_2B_2C_2 = (\varphi_1 + \varphi_2)R$, где φ_1 и φ_2 – углы охвата ролика металлом детали в направлении подачи и в направлении обратной подачи в радианах; $AB = 2R \sin \varphi_0$, где φ_0 – угол внедрения ролика в деталь относительно оси симметрии его профиля при его статическом вдавливании (рис.1). Значения углов охвата определялись путем фотографирования зоны контакта ролика с деталью в проходящем свете.

С учетом записанных соотношений можно преобразовать выражение (6) следующим образом:

$$\delta = \frac{(\varphi_1 + \varphi_2) - 2 \sin \varphi_0}{2 \sin \varphi_0}, \quad (7)$$

Значения углов охвата ролика металлом детали определялись на основании приведенных выше результатов исследований на образцах из стали 20 (рис. 2, 3 и 4). По формуле (7) оп-

ределяется степень деформации наиболее напряженного участка поверхности детали в зоне пластической деформации при обкатывании (рис. 5).

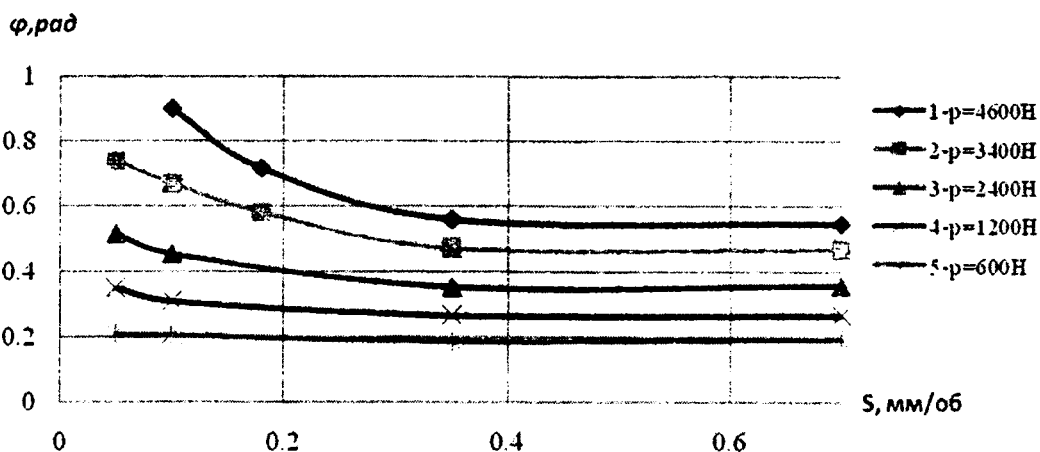


Рис. 2. Зависимость изменения общего угла охвата ролика металлом

В результате проведенных исследований установлено, что процессом деформирования поверхностного слоя детали при обкатывании можно эффективно управлять с помощью изменения соотношения режимов обкатывания. За счет использования подачи до 0,1 мм/об можно достигать значительной деформации поверхностного слоя при относительно небольших усилиях обкатывания, которые можно создавать при помощи упругих деформирующих элементов обкатного приспособления.

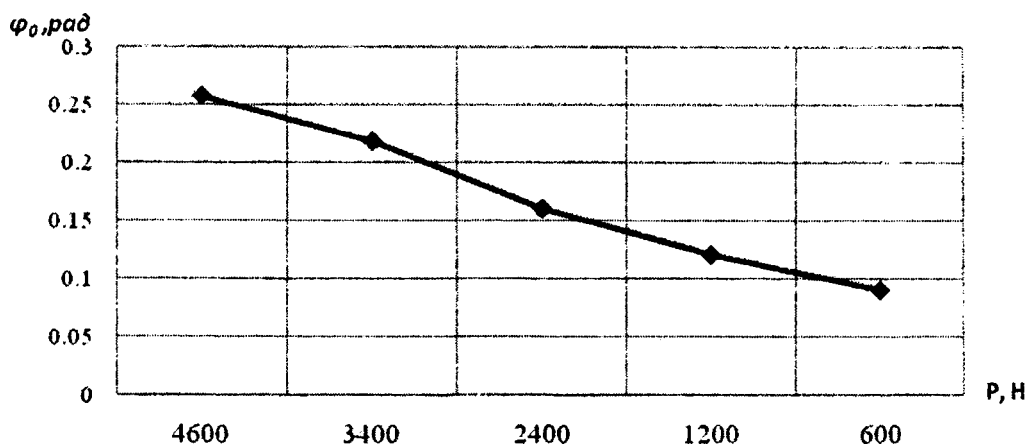


Рис. 3. Зависимость изменения угла внедрения ролика в деталь при статическом вдавливании от усилия обкатывания

В дополнение к установленным закономерностям были проведены исследования на образцах из стали ОсЛ ГОСТ 4728-96, из которой изготавливаются оси колесных пар. Для обеспечения требуемой глубины упрочняемого слоя усилие обкатывания было увеличено до 20кН при одновременном увеличении радиуса рабочего профиля ролика до 10 мм. Обкатывание производилось в один, два и три прохода. Глубина упрочнения определялась с помощью измере-

ния микротвердости поверхностного слоя от поверхности детали в направлении к ее оси. Результаты измерений приведены на рис.6 и рис.7. Образец размером 10x10x10 мм вырезался из поверхности детали таким образом, чтобы поверхность образца, на которой осуществлялось измерение микротвердости, совпадала с плоскостью, проходящей через ось детали.

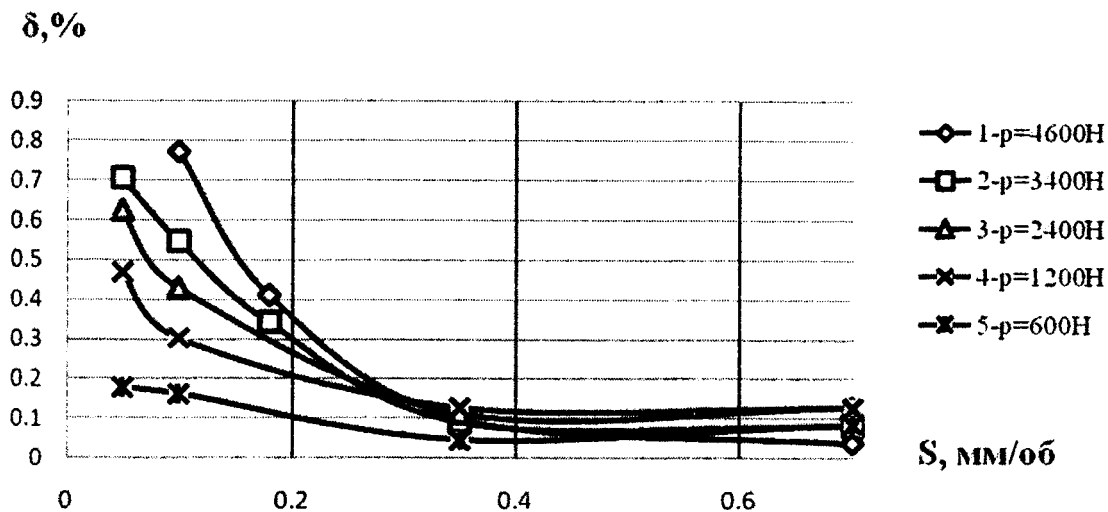


Рис. 4. Зависимость изменения степени деформации поверхностного слоя детали от подачи

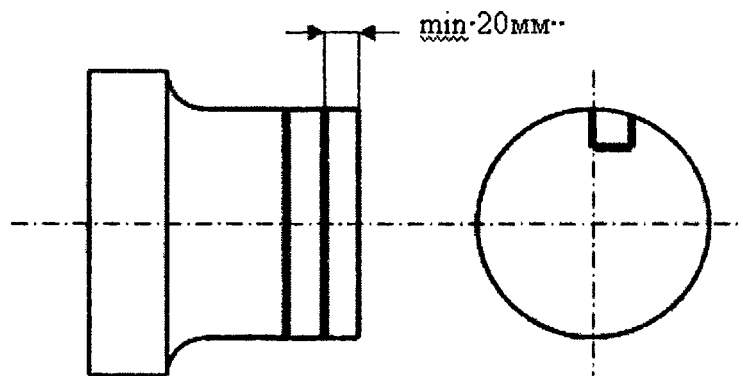


Рис. 5 Схема вырезания образца из поверхности детали для исследования микро твердости и глубины упрочнения поверхностного слоя после обкатывания.

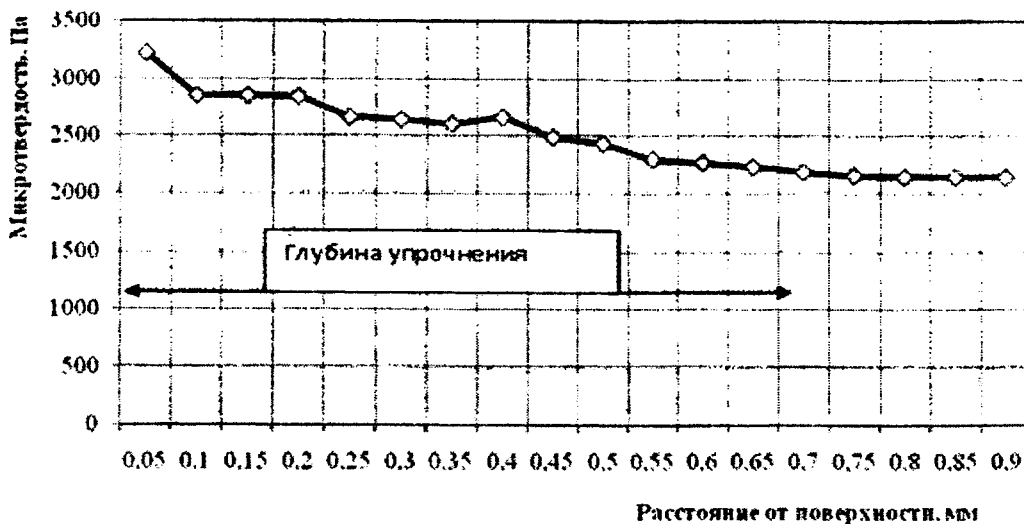


Рис. 6. Распределение микротвердости по глубине упроченного слоя после обкатывания роликом с радиусом рабочего профиля 10 мм, подаче 0,1 мм/об, усилия обкатывания 20 кН в три прохода на образцах из стали ОсЛ ГОСТ 4728-96

В соответствии с результатами проведенных исследований была разработана специальная технологическая инструкция по упрочнению поверхностей осей колесных пар и методика контроля глубины упроченного поверхностного слоя.

ЛИТЕРАТУРА

1. Чела П.А. Технологические основы упрочнения деталей поверхностным деформированием. - Мн.: Наука и техника, 1981. – 128 с.
2. Браславский В.М. Обкатка роликами как метод повышения качества крупных деталей машин. – В кн.: Производство крупных машин. М., 1975, вып.25.
3. Папшев Д.Д. Отделочно-упрочняющая обработка поверхностным пластическим деформированием. – М.: Машиностроение, 1978.-152 с.
4. A.Benammar, J.Lu, J.-F.Flavenot, G.Chalant Galetage d'un acier inoxydable// SETIM-information, №124, Senlis, France,1991.- p.49-54.
5. Баршай И.Л. Обеспечение качества поверхности и эксплуатационных характеристик деталей после обработки в условиях дискретного контакта с инструментом. – Мн.: УП «Технопринт», 2003.- 244с.
6. Фельдштейн Е.Э., Серенков П.С. Использование методов робастного проектирования Г.Тагучи для анализа и оптимизации процессов поверхностного пластического деформирования.-// Материалы, технологии, инструменты - Гомель, 2005, т.10, №1, с.19-23.
7. Бохан С.Г., Шкинть Н.В. Исследование процесса формирования рельефа поверхности при обкатывании роликом// Машиностроение.- Мн., 2008.- Вып.24.

ИЗМЕНЕНИЕ В ДИСЛОКАЦИОННОЙ СТРУКТУРЕ ПРЕДВАРИТЕЛЬНО ДЕФОРМИРОВАННОГО МЕТАЛЛА И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА УСТАЛОСТНУЮ ПРОЧНОСТЬ

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

Деформационное упрочнение металла влияет на такие эксплуатационные характеристики, как ползучесть и усталость металлов, от которых зависит показатель надежности и долговечности машин.

Вследствие особенности усталостных испытаний предварительно деформированного металла, связанных с ограниченными размерами образцов, стандартные методы низкочастотных испытаний на циклическую прочность не пригодны, поэтому применялся способ нагружения изгибными колебаниями высокой частоты с использованием инерции самого образца.

Наряду с температурно-скоростным фактором схема напряженного состояния существенно оказывает влияние на формирование тонкой структуры и деформационное упрочнение. Поэтому предварительное деформирование при различном сочетании компонентов главных нормальных напряжений приводит к разному эффекту повышения усталостной прочности металла.

Динамическое старение происходящее во время пластического течения металлов в основном связано с блокированием дислокаций примесными атомами или их атмосферами, его непосредственное наблюдение имеющимися средствами не представляется возможным.

Однако имеется предположение, что в местах максимальных сдвигов или других зонах деформированного металла возможно образование некогерентных выделений в виде мелкодисперсных частиц, которые можно наблюдать в электронном микроскопе.

С другой стороны, в случае обнаружения в деформированном металле мелкодисперсных частиц, ставилась задача попытаться хотя бы качественно определить разницу в их концентрации в зависимости от схемы напряженного состояния и температуры испытания.

Концентрация мелкодисперсных фаз в местах сдвигов, безусловно, зависит от природы материалы и температурно-скоростных условий деформирования, определяющих интенсивность протекания процесса деформационного старения.

Таким образом, предварительно деформируя металл в условиях схем напряженного состояния (растяжения, кручения и сжатия), вообще говоря, можно получить неодинаковый эффект изменения сдвигающего напряжения с ростом степени деформации.

В стали У7А и в ряде других деформационно стареющих металлов и сплавов, после соответствующей обработки, примеси других элементов находятся в растворенном состоянии и выпадают в виде дисперсных фаз во время пластической деформации. Обычно это выделение происходит в местах наибольшего сдвига по плоскостям скольжения, где происходит зарождение и движение дислокаций.

Двигаясь в плоскости скольжения, дислокация встречает выделившиеся частицы и обволакивает их кольцевыми неподвижными дислокациями, в результате чего повышается сопротивление деформации, и металл упрочняется.

Электронномикроскопические исследования коллодиевых реплик, снятых с образцов стали У7А, при удалении от зоны излома показывают, что общая концентрация частиц уменьшается и заметно уменьшается концентрация более мелких частиц.

Выделившиеся частички примесей и добавок, определенным образом оказывают влияние на движение дислокаций, а также на величину общего сдвигающего напряжения или истинного сопротивления течению. Сопротивление движению дислокаций в первую очередь зависит от характера основного материала и примесей, в частности от их модулей сдвига.

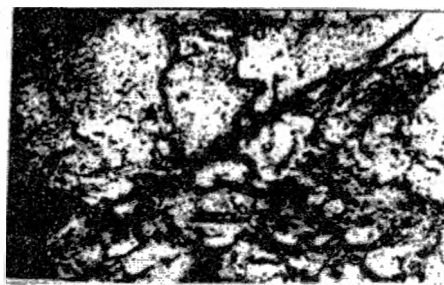
На рис. 1 приведены электронно-микроскопические исследования коллодиевых реплик, снятых с образцов стали У7А, предварительно деформированных растяжением и сжатием, а затем испытанных на усталостную прочность. Микроструктура образцов стали У7А содержит выделение вторичных фаз, образовавшихся из твердого раствора, как в процессе динамического деформационного старения, так и в процессе циклического нагружения. На рис. 1, б приведен снимок, иллюстрирующий образование усталостной трещины под действием знакопеременных циклических напряжений.

Исследуя поведение в процессе предварительной пластической деформации при разных схемах напряженного состояния деформационно стареющих металлов и их последующей усталостной прочности, следует отметить основные механизмы, способствующие повышению статической и циклической прочности при протекании динамического деформационного старения:

- а) Блокирование дислокаций атмосферами Коттрелли (образование дальнего порядка атомов внедрения у дислокаций);
- б) Блокирование дислокаций у препятствий за счет упорядочения атомов внедрения вокруг дислокаций атмосферы Снука;
- с) Увеличение сопротивления трению движению дислокаций вследствие упорядочения атомов внедрения вокруг движущихся дислокаций;
- д) «вязкое сопротивление», испытываемое движущимися дислокациями, благодаря образованию вокруг дислокаций атмосфер и атомов внедрения;
- е) Блокирование дислокаций, обусловленное выделением мелкодисперсных частиц примесей в процессе статического и усталостного нагружения.



а)



б)

Рис. 1. Микрофотографии зоны образцов вблизи усталостного излома

В наибольшей степени при циклическом нагружении предварительно деформированного металла проявляется механизм сопротивления, испытываемый движущимися дислокациями, благодаря образованию вокруг дислокаций атмосфер и атомов внедрения, и как следствие, образование дислокаций, обусловленное выделением мелкодисперсных частиц примесей в процессе статического и усталостного нагружения.

Сталь У7А, $g_s = 0,1$, $t = 200^\circ\text{C}$

А – деформация растяжением

Б – деформация сжатием

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАДИУСА КРИВИЗНЫ КРИВОЙ ПРИ ЗАДАНИИ ЕЁ УРАВНЕНИЯ
КООРДИНАТНЫМ И ПАРАМЕТРИЧЕСКИМ СПОСОБАМИ**

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

В работе дана методика определения радиуса кривизны плоской кривой при задании ее координатным и параметрическим способами. Показано применение этих способов при изучении темв «Кинематика точки» курса теоретической механики.

Определен радиус кривизны параболы в некоторых характерных ее точках.

Возьмем на плоской кривой две точки M и M_1 (рис. 1), расположенные близко друг от друга. Угол $\Delta\alpha$ между касательными к кривой в точках M и M_1 называется углом смежности, соответствующим дуге $\overline{MM_1}$. Отношение угла смежности $\Delta\alpha$ к длине соответствующей дуги $\overline{MM_1} = \Delta s$ называется средней кривизной дуги $\overline{MM_1}$ и обозначается κ_{cp} , т.е.

$$\kappa_{cp} = \frac{\Delta\alpha}{\Delta s}. \tag{1}$$

Кривизной кривой в точке M называется предел, к которому стремится средняя кривизна дуги $\overline{MM_1}$, когда точка M_1 вдоль по кривой стремится к точке M .

$$\kappa = \lim_{\Delta s \rightarrow 0} \frac{\Delta\alpha}{\Delta s}. \tag{2}$$

Величина, обратная кривизне, называется радиусом кривизны и обозначается ρ .

$$\rho = \frac{1}{\kappa}. \tag{3}$$

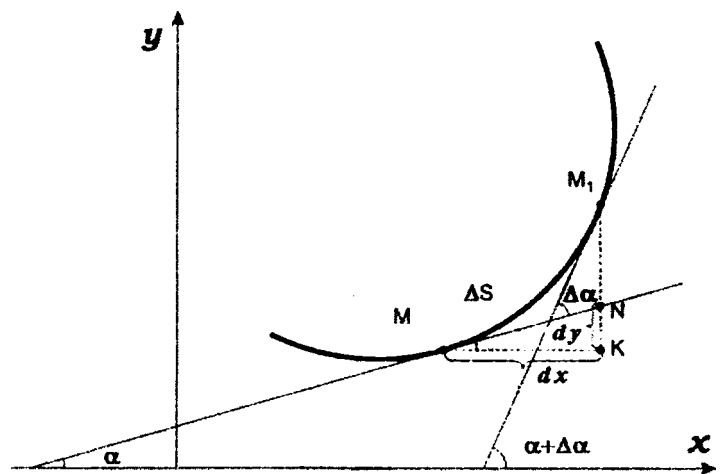


Рис. 1

Понятия кривизны и радиуса кривизны кривой используются в кинематике точки при определении ускорения точки, если ее движение задано естественным способом. В этом случае вводится понятие вектора кривизны кривой.

Для этого введём единичные векторы (орты) $\vec{\tau}$ и $\vec{\tau}_1$ касательных, проведенных в точках M и M_1 (рис. 2). Перенесём вектор $\vec{\tau}_1$ в точку M и построим векторную сумму

$$\vec{\tau}_1 = \vec{\tau} + \Delta\vec{\tau}. \tag{4}$$

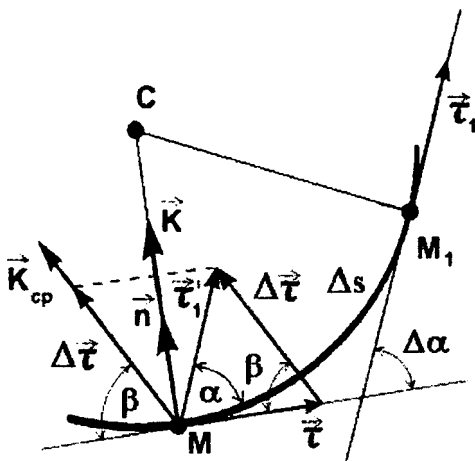


Рис. 2

Вектором средней кривизны называется отношение вектора $\overrightarrow{\Delta\tau}$ к длине Δs дуги $\overline{MM_1}$, т.е.

$$\overrightarrow{\kappa_{cp}} = \frac{\overrightarrow{\Delta\tau}}{\Delta s}. \quad (5)$$

Вектор $\overrightarrow{\kappa_{cp}}$ характеризует поворот касательной к кривой на участке $\overline{MM_1}$, направлен по $\overrightarrow{\Delta\tau}$, т.е. в сторону вогнутости кривой.

Вектор кривизны кривой в данной точке представляет собой предел отношения $\overrightarrow{\Delta\tau}$ к Δs , при $\Delta s \rightarrow 0$ т.е.

$$\overrightarrow{\kappa} = \lim_{\Delta s \rightarrow 0} \frac{\overrightarrow{\Delta\tau}}{\Delta s}. \quad (6)$$

Так как $\vec{\tau} = \vec{\tau}(s)$, т.е. зависит от перемещения точки по кривой, то

$$\overrightarrow{\kappa} = \frac{d\vec{\tau}}{ds}. \quad (7)$$

Определим модуль и направление вектора кривизны кривой

$$|\overrightarrow{\kappa}| = \lim_{\Delta s \rightarrow 0} \frac{|\overrightarrow{\Delta\tau}|}{\Delta s} = \lim_{\Delta s \rightarrow 0} \frac{2|\vec{\tau}| \sin \frac{\Delta\alpha}{2}}{\Delta s} = \lim_{\Delta s \rightarrow 0} \frac{\Delta\alpha}{\Delta s} = \kappa = \frac{1}{\rho}, \quad (8)$$

т.е. модуль вектора кривизны равен кривизне кривой.

Вектор $\overrightarrow{\kappa_{cp}}$ составляет с касательной (ортом $\vec{\tau}$) угол

$$\beta = 90^\circ - \frac{\Delta\alpha}{2}. \quad \lim_{\Delta s \rightarrow 0} \beta = \lim_{\Delta s \rightarrow 0} \left(90^\circ - \frac{\Delta\alpha}{2} \right) = 90^\circ, \text{ т.е. в пределе вектор } \overrightarrow{\kappa_{cp}} \text{ представляет собой}$$

вектор кривизны $\overrightarrow{\kappa}$, который направлен внутрь вогнутости кривой перпендикулярно касательной, т.е. по нормали к касательной. Введем единичный вектор \vec{n} этой нормали. Тогда вектор кривизны можно представить в виде

$$\overrightarrow{\kappa} = \frac{d\vec{\tau}}{ds} = \vec{n} \frac{1}{\rho}, \quad (9)$$

где $\rho = CM$ – радиус кривизны кривой. С учётом формулы (9) определяется модуль и направление нормального ускорения точки. Поэтому радиус кривизны кривой в кинематике точки играет важную роль.

Выведем формулы для радиуса кривизны кривой при ее задании параметрическим и координатным способами.

Пусть плоская кривая задана параметрическим способом, т.е. даны её уравнения:

$x = f_1(t)$ и $y = f_2(t)$. С учётом формулы (2) кривизна кривой

$$\kappa = \lim_{\Delta s \rightarrow 0} \frac{\Delta\alpha}{\Delta s} = \frac{da}{ds} = \frac{\frac{d\alpha}{dt}}{\frac{ds}{dt}} = \frac{\dot{\alpha}}{\dot{s}}. \quad (10)$$

$$\text{Из } \triangle MNK \text{ (Рис. 1) } \operatorname{tg} \alpha = \frac{NK}{KM} = \frac{dy}{dx} = \frac{\dot{y}}{\dot{x}}. \quad (11)$$

$$\text{Тогда } \alpha = \arctg \frac{\dot{y}}{\dot{x}}, \text{ а } \dot{\alpha} = \frac{d\alpha}{dt} = \frac{y\dot{x} - x\dot{y}}{x^2 + y^2}. \quad (12)$$

Так как $s = s(t)$, то $\dot{s} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{ds}{dt}$, где $ds = \sqrt{dx^2 + dy^2}$ – дифференциал дуги.

$$\text{Тогда } \dot{s} = \frac{\sqrt{dx^2 + dy^2}}{dt} = \sqrt{\dot{x}^2 + \dot{y}^2}. \quad (13)$$

$$\text{Подставив (12) и (13) в (10), получим } \kappa = \frac{\dot{y}\dot{x} - \dot{x}\dot{y}}{(x^2 + y^2)^{\frac{3}{2}}}. \quad (14)$$

$$\text{Тогда радиус кривизны равен } \rho = \frac{1}{\kappa} = \frac{(x^2 + y^2)^{\frac{3}{2}}}{|\dot{y}\dot{x} - \dot{x}\dot{y}|}. \quad (15)$$

При задании плоской кривой координатным способом задаётся уравнение $y = f(x)$. Для вывода формулы радиуса кривизны в этом случае вместо производных по времени введём производные по аргументу x .

Для этого уравнение (15) преобразуем, заменив в нём аргумент t на x .

$$\rho = \frac{\left(\left(\frac{dx}{dt} \right)^2 + \left(\frac{dy}{dt} \right)^2 \right)^{\frac{3}{2}}}{\left| \frac{d^2y}{dt^2} \frac{dx}{dt} - \frac{d^2x}{dt^2} \frac{dy}{dt} \right|} = \frac{\left(1 + \left(\frac{dy}{dx} \right)^2 \right)^{\frac{3}{2}}}{\left| \frac{d^2y}{dx^2} \frac{dy}{dx} \frac{d}{dx} \left(\frac{dx}{dx} \right) \right|} = \frac{\left(1 + \left(\frac{dy}{dx} \right)^2 \right)^{\frac{3}{2}}}{\left| \frac{d^2y}{dx^2} \right|}, \quad (16)$$

$$\text{так как } \frac{d}{dx} \left(\frac{dx}{dx} \right) = 0.$$

Окончательно с учётом, что $\frac{dy}{dx} = y'$, $\frac{d^2y}{dx^2} = y''$ выражение (16) примет вид

$$\rho = \frac{(1 + y'^2)^{\frac{3}{2}}}{|y''|}. \quad (17)$$

Раскроем физический смысл уравнения (15) и всех величин, входящих в это уравнение. Из кинематики точки известно, что

$$\dot{x} = \frac{dx}{dt} = v_x, \quad \dot{y} = \frac{dy}{dt} = v_y, \quad \ddot{x} = \frac{dv_x}{dt} = a_x, \quad \ddot{y} = \frac{dv_y}{dt} = a_y$$

представляют проекции скорости и ускорения точки на декартовы оси координат при задании движения точки координатным способом. В этом случае радиус кривизны можно определить по формуле

$$\rho = \frac{v^2}{a_n}, \quad (18)$$

где скорость $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$, а нормальное ускорение $a_n = \frac{|a_y v_x - a_x v_y|}{v}$.

$$\text{Тогда } \rho = \frac{v^3}{|a_y v_x - a_x v_y|} = \frac{(v_x^2 + v_y^2)^{\frac{3}{2}}}{|a_y v_x - a_x v_y|} \quad (19)$$

что соответствует формуле (15). В этом случае нормальное ускорение можно определять по формуле $a_n = \sqrt{a^2 - a_\tau^2}$, где полное ускорение $a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2}$, а касательное $a_\tau = \frac{dv}{dt}$ и затем воспользоваться формулой (18).

В качестве примера рассмотрим определение радиуса кривизны траектории тела, брошенного с некоторой начальной скоростью v_0 под углом α к горизонту. Траекторией в этом случае является парабола, параметрические уравнения которой

$$\begin{aligned} x &= v_0 t \cos \alpha, \\ y &= v_0 t \sin \alpha - \frac{gt^2}{2}. \end{aligned} \quad (20)$$

Исключив из этих уравнений время t , получим уравнение траектории в координатной форме

$$y = x \operatorname{tg} \alpha - \frac{gx^2}{2v_0^2 \cos^2 \alpha}. \quad (21)$$

Определим радиус кривизны траектории в начальный момент времени и в наивысшей ее точке.

а) Используем параметрический способ задания траектории. Определяем проекции скорости и ускорения точки на оси координат

$$\begin{aligned} \dot{x} &= v_x = v_0 \cos \alpha; \quad \dot{y} = v_y = v_0 \sin \alpha - gt; \\ \ddot{x} &= a_x = 0; \quad \ddot{y} = a_y = -g. \end{aligned}$$

В начальный момент $t = 0$

$$\rho_0 = \frac{((v_0 \cos \alpha)^2 + (v_0 \sin \alpha)^2)^{\frac{3}{2}}}{|-gv_0 \cos \alpha - 0 \cdot v_0 \sin \alpha|} = \frac{v_0^2}{g \cos \alpha}.$$

В наивысшей точке $v_y = 0$

$$\rho = \frac{v_0^3 \cos^3 \alpha}{v_0 g \cos \alpha} = \frac{v_0^2 \cos^2 \alpha}{g}.$$

б) Используем координатный способ задания траектории. Определяем производные

$$\begin{aligned} y' &= \frac{dy}{dx} = \operatorname{tg} \alpha - \frac{gx}{v_0^2 \cos^2 \alpha}; \\ y'' &= -\frac{g}{v_0^2 \cos^2 \alpha}. \end{aligned}$$

В начальный момент $x = 0$

$$\rho_0 = \frac{(1 + \operatorname{tg}^2 \alpha)^{\frac{3}{2}}}{\frac{g}{v_0^2 \cos^2 \alpha}} = \frac{v_0^2}{g \cos \alpha}.$$

В наивысшей точке функция $y = f(x)$ имеет максимум, поэтому $y' = 0$, а

$$\rho = \frac{1}{\frac{g}{v_0^2 \cos^2 \alpha}} = \frac{v_0^2 \cos^2 \alpha}{g}.$$

Полученные значения ρ по первому и второму способам в точности совпадают, и в зависимости от способа задания уравнения траектории можно пользоваться уравнениями (15), (18), (19) при параметрическом способе или уравнением (17) при координатном способе задания траектории.

Однако, при координатном способе задания траектории, т.е. когда известна функция $y = f(x)$, радиус кривизны траектории можно определить в любой ее точке, для чего необходимо вычислить только значения производных y' и y'' при соответствующих значениях аргумента x , что является весьма полезным при определении давления при движении, например, автомобиля по выпуклому мосту.

ЛИТЕРАТУРА

1. Выгодский М.Я. Справочник по высшей математике. – М.: Госиздат, 1963. – 870 с. 2 Яблонский А.А., Никифорова В.М. Курс теоретической механики. Ч. 1. М.: Высшая школа, 1984. – 343 с.

УДК 621.791.72

Девойно О.Г., Кардаполова М.А., Луцко Н.И., Лапковский А.С.

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ВАЛИКОВ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМАХ ЛАЗЕРНОЙ НАПЛАВКИ

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

В последнее время все более широкое применение в различных отраслях промышленности находит лазерная наплавка покрытий [1, 2]. Область ее применения постоянно увеличивается. Она используется как традиционно, для восстановления размеров изношенных деталей машин и оборудования или придания поверхности определенных физико-механических характеристик [3, 4, 5], так и в сравнительно новых методах создания новых деталей (или ремонта деталей) путем их непосредственного формирования при наплавке с применением компьютерных пространственных (3D) моделей деталей и систем ЧПУ с обратной связью [6, 7, 8, 9, 10] (методы Direct Metal Deposition – DMD, Laser Rapid Forming – LRF, Rapid Prototyping – RP, Laser Engineered Net Shaping – LENS и тд.), а также для получения материалов с заранее заданными

ми градиентными свойствами по поверхности покрытия или по его толщине [11, 12, 13]. Поскольку образуемый при лазерной наплавке валик, в силу ее специфики, имеет сравнительно небольшие размеры (сопоставимые с диаметром луча лазера), необходимо с достаточно большой точностью выдерживать технологические параметры лазерной обработки, для чего особенно важно изучить закономерности формирования валиков при изменении режимов процесса. Потребность в подобном исследовании несомненна, особенно с учетом того, что освоение процесса лазерной наплавки является первым шагом в развитии методов непосредственного формирования деталей, о которых говорилось выше. В ведущих странах Европы, в США и Китае в этой области проводятся интенсивные исследования [14, 15, 16, 17], что позволило им добиться достаточно больших успехов в создании специального оборудования и технологий.

Нами была предпринята попытка исследовать основные особенности формирования геометрии поперечного сечения валиков получаемых при лазерной наплавке при изменении таких параметров, как дистанция наплавки и скорость наплавки.

В статье приведены результаты, полученные при нанесении порошков самофлюсующихся твердых сплавов на основе никеля ПГ-12Н-02 и на основе железа – ПГ-С27. Указанные порошки при помощи набора сит просеивались до грануляции 20-80 мкм, а затем просушивались в электропечи при температуре 200 °С в течение двух часов. Подача порошков в зону действия лазерного излучения производилась через специальное водоохлаждаемое сопло коаксиально лазерному лучу. В обоих случаях применялся лазерный технологический комплекс включавший газовый СО₂ лазер непрерывного действия типа «Комета 2» и координатный стол, обеспечивавший необходимое перемещение луча лазера относительно наплавлявшихся образцов. Наплавка велась на образцы размером 25x25x8 мм изготовленные из стали 45. Применявшаяся схема наплавки показана на рис. 1.

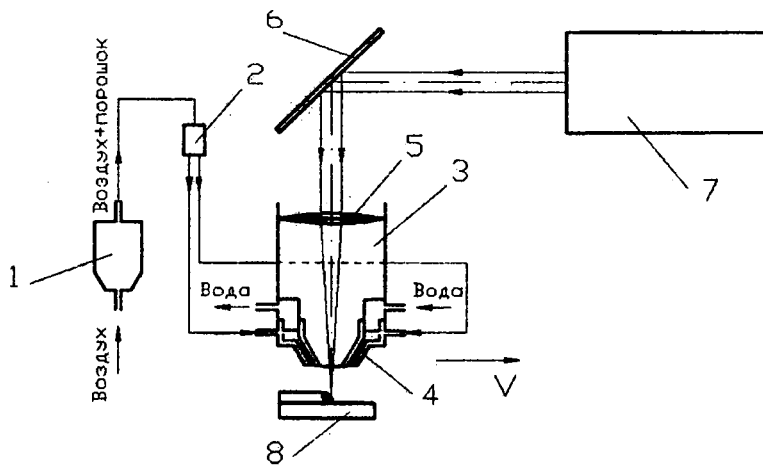


Рис. 1. Схема лазерной наплавки

Образец 8 устанавливался на поверхность стола, координатная система обеспечивала перемещение наплавочной головки-объектива 3 с коаксиальным наплавочным соплом 4, фокусирующей линзой 5 и системой поворотных зеркал 6 относительно образца с заданной скоростью наплавки V . Наплавляемый материал в питателе 1 смешивался с воздухом и в виде газопорошковой смеси поступал в распределитель 2, из которого он по четырем трубкам подавался в сопло 4. Луч лазера 7 через систему поворотных зеркал 6, и линзу 5 фокусировался на поверхности образца в той же точке, куда подавался порошок по наклонным каналам коаксиального сопла 4. Для предотвращения перегрева фокусирующей линзы 5 и сопла 4 в процессе наплавки, в корпусе головки-объектива 3 были предусмотрены специальные каналы, через которые протекала проточная вода.

После наплавки образцы разрезались в направлении перпендикулярном валикам, шлифовались и заливались в специальные оправки. Затем на полировальном станке изготавливались поперечные шлифы зон наплавки и определялись такие геометрические параметры поперечного сечения, как ширина валика I и высота – H , см. рис. 2.

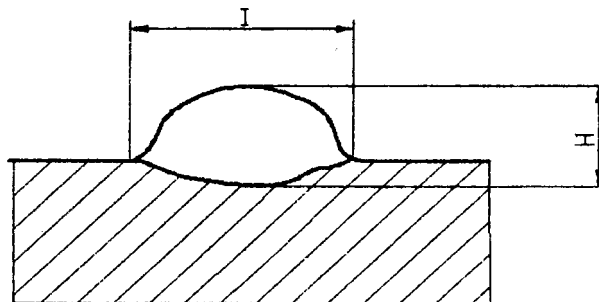


Рис. 2. Геометрические параметра наплавленных валиков:
 H - высота валика; I - ширина валика.

Замеры указанных параметров производились при помощи микротвердомера ПМТ-3, в конструкции которого имеются необходимые шкалы.

Полученные результаты приведены на рис. 3 – 10. Их анализ показал наличие определенных закономерностей при формировании геометрических параметров поперечного сечения валиков.

Установлено, что при увеличении дистанции наплавки ширина валиков уменьшается. Эта закономерность одинаково проявляется при всех исследованных режимах как при наплавке самофлюсующегося сплава на основе никеля, так и при наплавке сплава на железной основе (рис. 3 и рис. 4). Такую зависимость можно объяснить тем, что уменьшение дистанции наплавки приводит к расфокусировке луча лазера, при этом увеличивается пятно нагрева и, как следствие, увеличиваются диаметр ванны расплава и ширина валика.

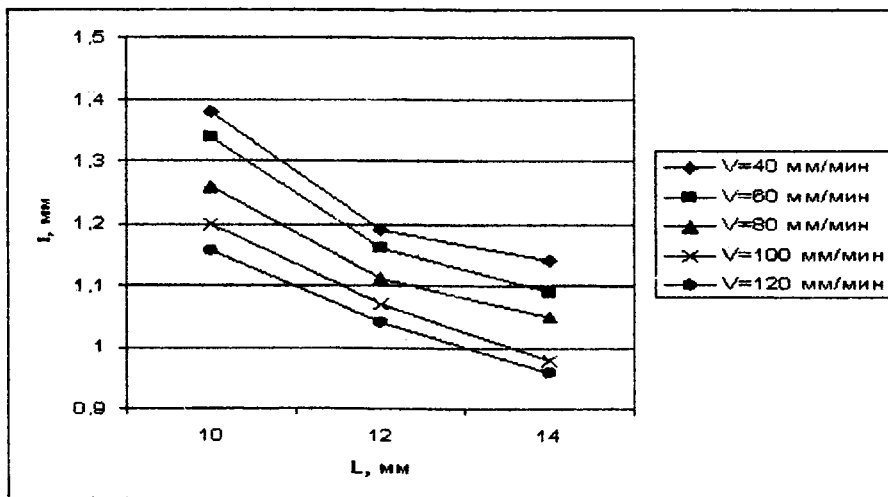


Рис. 3. Зависимость ширины валика I от дистанции наплавки L при скорости наплавки V для порошка ПГ-12Н-02

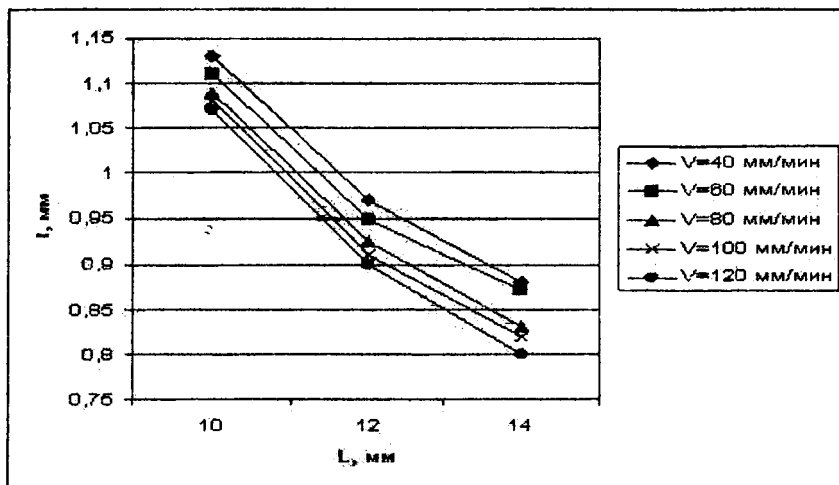


Рис. 4. Зависимость ширины валика I от дистанции наплавки L при скорости наплавки V для порошка ПГ-С27

Скорость наплавки, как видно из рис. 5, также довольно заметно влияет на ширину валика. При увеличении скорости наплавки самофлюсующегося сплава на основе никеля ширина валика уменьшается. Такая закономерность имеет место при всех применявшихся режимах наплавки.

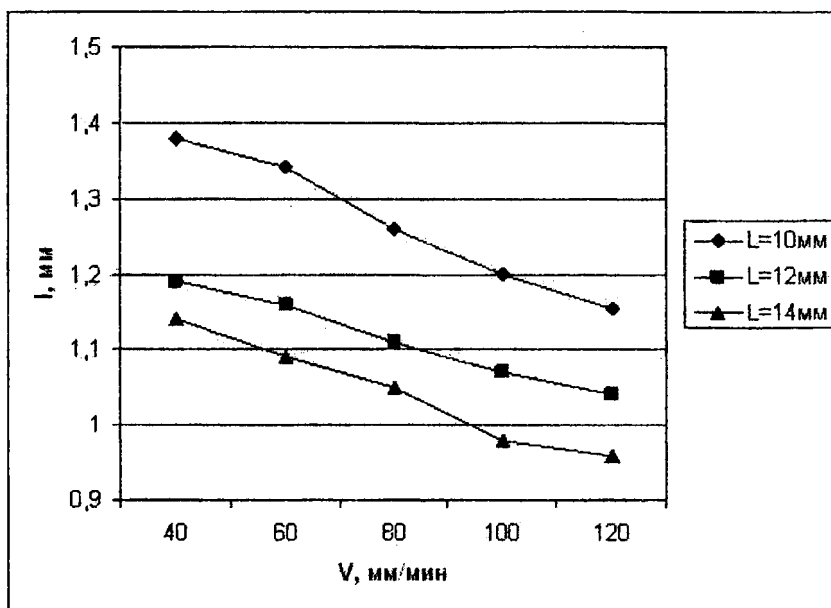


Рис. 5. Зависимость ширины валика I от скорости наплавки V при дистанции наплавки L для порошка ПГ-12Н-02

При лазерной наплавке порошка самофлюсующегося сплава на железной основе наблюдается такая же закономерность (рис. 6), однако в этом случае степень влияния скорости наплавки на ширину валика гораздо меньше. Наблюдавшаяся зависимость ширины валика от скорости наплавки объясняется тем, что при увеличении скорости наплавки один и тот же объем подаваемого в зону наплавки материала распределяется на большей длине наплавки. Естественно, что при этом ширина валика должна уменьшаться. Менее выраженное влияние скорости наплавки на ширину валика для порошка самофлюсующегося сплава на железной основе, по сравнению с самофлюсующимся сплавом на основе никеля связано, как представляется, с тем, что сплав на железной основе имеет более высокую температуру плавления. С этим же связано скорее всего и то, что ширина валиков из сплава на основе железа наплавленных при одних и тех же режимах наплавки практически всегда меньше ширины соответствующих валиков из сплава на основе никеля.

Высота наплавленных валиков, как показали проведенные исследования, также достаточно сильно зависит от режимов процесса лазерной наплавки (рис. 7–10).

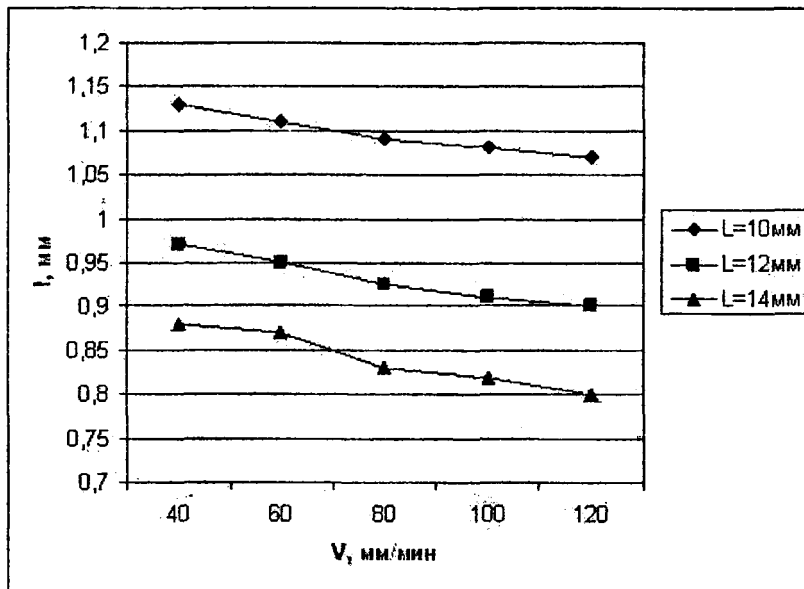


Рис. 6. Зависимость ширины валика I от скорости наплавки V при дистанции наплавки L для порошка ПГ-С27

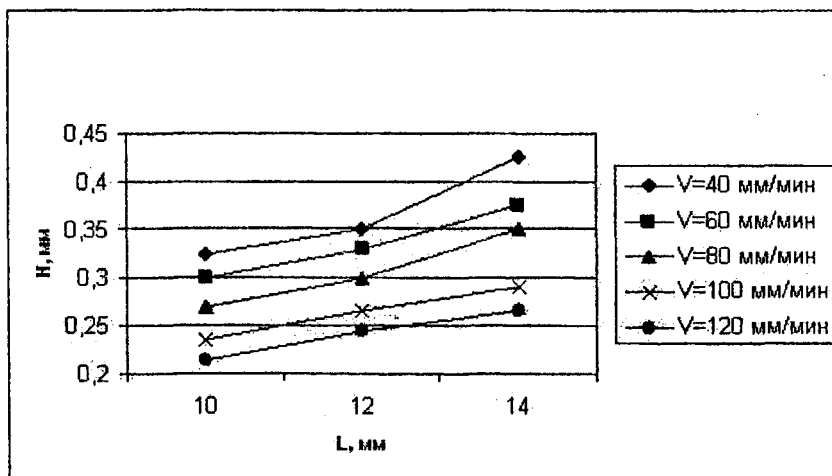


Рис. 7. Зависимость высоты валика H от дистанции наплавки L при скорости наплавки V для порошка ПГ-12Н-02

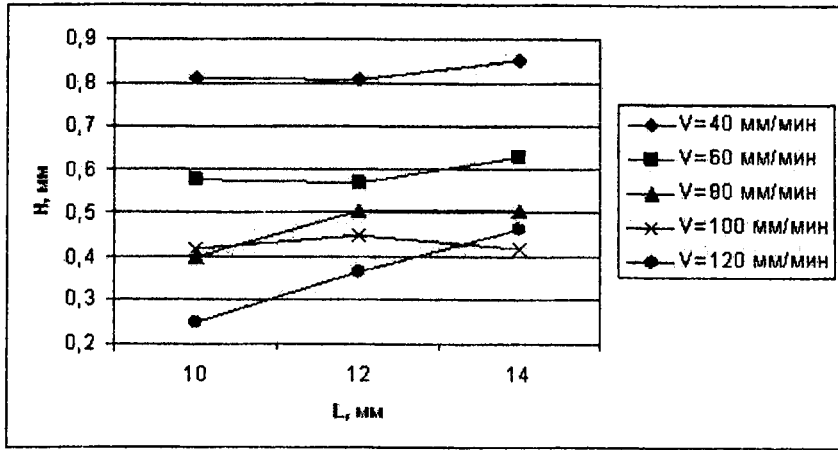


Рис. 8. Зависимость высоты валика H от дистанции наплавки L при скорости наплавки V для порошка ПГ-С27

Увеличение дистанции наплавки, как видно из рис. 7 и рис. 8, приводит к увеличению высоты валиков. Такой характер зависимости можно объяснить тем, что рост дистанции наплавки приводит к уменьшению количества вносимой в покрытие энергии, ванна расплава уменьшается в диаметре, поэтому из поступающего в зону наплавки порошка формируется все более узкий валик. Указанная закономерность справедлива при всех режимах наплавки. В этом случае при наплавке самофлюсующегося сплава на железной основе влияние дистанции наплавки на высоту валиков также менее выражено, чем в случае наплавки сплава на основе никеля, что связано с более высокой температурой плавления сплава на железной основе (рис. 8).

Влияние скорости лазерной наплавки на высоту валиков показано на рис. 9 и 10. Из них видно, что скорость наплавки оказывает более существенное влияние на высоту валиков по сравнению с дистанцией наплавки.

При увеличении скорости лазерной наплавки высота валиков заметно уменьшается. Такая зависимость наблюдается как при наплавке самофлюсующегося сплава на основе никеля, так и при наплавке сплава на основе железа. Так же как при исследовании ширины валиков, такую закономерность можно объяснить тем, что с увеличением скорости наплавки один и тот же объем наносимого материала распределяется на большей длине валика.

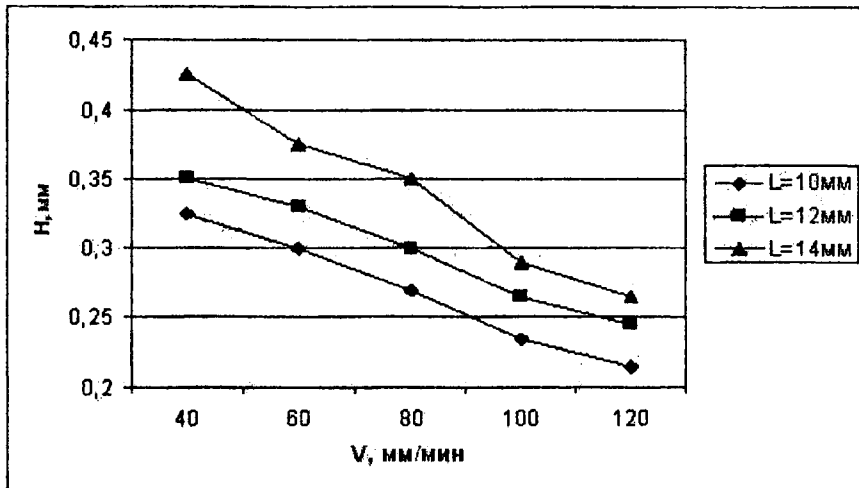


Рис. 9. Зависимость высоты валика H от скорости наплавки V при дистанции наплавки L для порошка ПГ-12Н-02

Таким образом, исследования показали, что режимы процесса оказывают существенное влияние на форму и размеры поперечного сечения валиков получаемых при лазерной наплавке. Это обстоятельство нельзя игнорировать при назначении режимов наплавки для конкретных деталей, особенно в случаях, когда необходимо точное воспроизведение определенной геометрии и формы наплавляемого объекта. Последнее обстоятельство тем более важно в процессах 3D прототипирования, когда лазерная наплавка является только частью достаточно сложного технологического процесса непосредственного формирования детали.

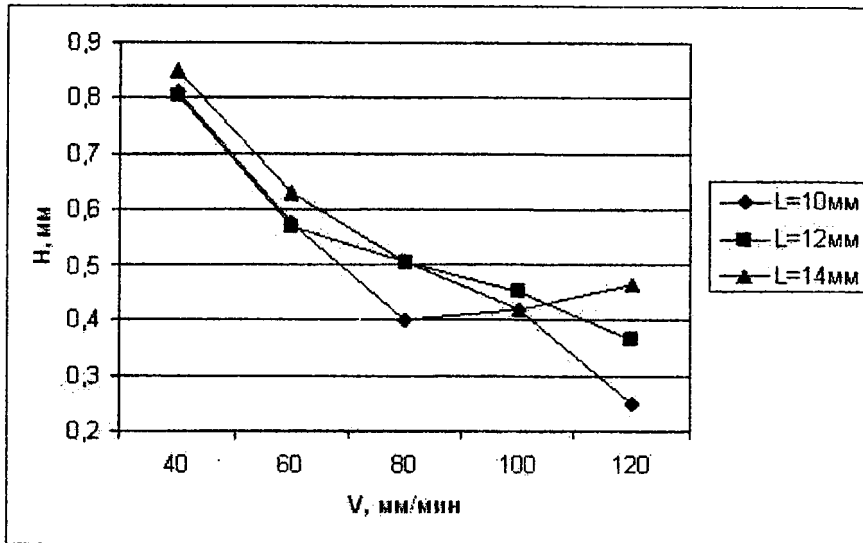


Рис. 10. Зависимость высоты валика H от скорости наплавки V при дистанции наплавки L для порошка ПГ-С27

Также установлено, что геометрические параметры поперечного сечения валиков из самораспространяющихся сплавов на основе никеля и на основе железа сходным образом зависят от режимов лазерной наплавки. Однако, в силу более низкой температуры плавления самораспространяющихся сплавов на основе никеля, геометрические параметры формируемых из них валиков гораздо сильнее зависят от параметров процесса, чем аналогичные размеры валиков из сплава на основе железа. Из этого обстоятельства можно сделать вывод, что для лазерной наплавки при наличии двух возможных для нанесения материалов, технологически более выгодно использовать материал, имеющий меньшую температуру плавления, так как подбор режимов для него осуществляется проще, чем для материала с большей температурой плавления.

ЛИТЕРАТУРА

1. U. de Oliveira, V. Oceli'k, J.Th.M. De Hosson, Analysis of coaxial laser cladding processing conditions // Surface & Coatings Technology. – 2005. – № 197. - P.127-136.
2. A.J. Pinkerton and L. Li, Multiple-layer cladding of stainless steel using a high-powered diode laser: an experimental investigation of process characteristics and material properties // Thin Solid Films. – 2004. – № 453-454. - P. 471-476.
3. Geyan Fu, Jianjun Shi, Tuo Shi, Analyze and Research of Corrosion Resistance of Laser Cladding Layer on the Anti-Acid Stainless Steel Surface // Knowledge Enterprise: Intelligent Strategies in Product Design, Manufacturing And Management, Springer Boston. – 2006. - № 207. - P. 723-728.
4. M.C. Sahour, A. Bahloul, A.B. Vannes, Characteristics of the laser clad metal made with powder mixture of Ni-based alloy and tungsten carbide // International Journal of Material Forming. – 2008. - №1, P. 1379-1382.
5. Chien-Kuo Shal, Hsien-Lung Tsai, Hardfacing characteristics of S42000 stainless steel by using CO₂ laser // Journal of Materials Engineering and Performance. – 2001. – V.10, № 1. - P. 37-41.
6. J. Mazumder, A crystal ball view of direct-metal deposition // JOM Journal of the Minerals, Metals and Materials Society. – 2000. – V. 52, № 12. - P. 28-29.
7. S. Nowotny, S. Scharek, E. Beyer, K.H. Richter, Laser Beam Build-Up Welding: Precision in Repair, Surface

Cladding, and Direct 3D Metal Deposition // Journal of Thermal Spray Technology. – 2007. – V. 16, № 3. - P. 344-348. 8. Jiang Wu, Bo Gao, Hua Tan, Jing Chen, Chak-yin Tang, Chi-pong Tsui, A feasibility study on laser rapid forming of a complete titanium denture base plate // Lasers in Medical Science. – 2008. - № 8. - P. 107-108. 9. J. Mazumder, A. Schifferer, J. Choil, Direct materials deposition: designed macro and microstructure // Materials Research Innovations. – 1999. – V. 3, № 3. - P. 118-131. 10. E. Amsterdam, G.A. Kool, High Cycle Fatigue of Laser Beam Deposited Ti-6Al-4V and Inconel 718 in ICAF2009 // Bridging the Gap between Theory and Operational Practice, part 8, Springer Netherlands. - 2009, P. 1261-1274. 11. C.A. Brice, H.L. Fraser, Characterization of Ti-Al-Er alloy produced via direct laser deposition // Journal of Materials Science. – 2003. - V. 38, № 7. - p. 1517-1521. 12. J.H. Abbond, R.D. Rawlings, D.R.F. West, Functionally graded nickel-aluminide and iron-aluminide coatings produced via laser cladding // Journal of Materials Science. – 1995. - V. 30, № 23. - P. 5931-5938. 13. J.H. Abboud, D.R.F. West, E.D. Rawings, Functionally gradient titanium-aluminide composites produced by laser cladding // Journal of Materials Science. – 1994. – V. 29, № 13. - P. 3393-3398. 14. J.M. Pelletier, M.C. Sahour, M. Pilloz, A.B. Vannes, Influence of processing conditions on geometrical features of laser cladding obtained by powder injection // Journal of Materials Science. – 1993. – V. 28, № 19. - P. 5184-5188. 15. C. L alas, K. Tsirbas, K. Salonitis, G. Chrysolouris, An analytical model of the laser clad geometry // The International Journal of Advanced Manufacturing Technology. – 2007. – V. 32, № 1-2. - P. 34-41. 16. A.F.A. Hoadley, M. Rappaz, A thermal model of laser cladding by powder injection // Metallurgical and Materials Transactions B. – 1992. – V. 23, № 5. - P. 631-642. 17. Huan Qi, Magdi Azer, Prabhjot Singh, Adaptive toolpath deposition method for laser net shape manufacturing and repair of turbine compressor airfoils // The International Journal of Advanced Manufacturing Technology. - 2009. - № 9. - P. 170-179.

УДК 621.9

Ильясевич Е.Г., Беляев Г.Я

АНАЛИЗ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДОВ РАСЧЕТОВ ПРИПУСКОВ

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

Разработка технологических процессов изготовления различных деталей машин предусматривает расчет припусков и межоперационных размеров для выполняемых технологических переходов. Правильный расчет припусков и межоперационных размеров является одним из самых важных факторов, определяющих гарантированное достижение требуемой точности изготавливаемой детали на основе последовательного уточнения заготовки на каждой из проходимых технологических операций.

Увеличенные припуски на обработку вызывают необходимость введения дополнительных технологических переходов, увеличивают трудоемкость процессов обработки, расход металла, электроэнергии, инструмента и, как следствие, рост себестоимости продукции.

Уменьшенные припуски на обработку не обеспечивают удаления дефектных поверхностных слоев металла, получение требуемой точности и чистоты обрабатываемых поверхностей, а в ряде случаев создаются неблагоприятные условия для работы режущего инструмента в зоне твердой корки. В результате не обеспечивается возможность надлежащей механической обработки и повышается процент брака, что также приводит к увеличению себестоимости продукции.

Назначение минимальных достаточных и обоснованных припусков позволяет существенно сократить затраты на материал заготовки, уменьшить расходы на режущий инструмент и потребляемую электроэнергию, что в итоге приводит к значительному повышению эффективности использования оборудования, улучшению технико – экономических показателей предприятий, особенно массового и крупносерийного производства.

В настоящее время известны и применяются различные методики расчета припусков и межоперационных размеров для деталей различных классов – корпусных, тел вращения, рычажных, направляющих и др. Написано множество программ для автоматического расчета припусков, основанных на различных методах.

Рассмотрим некоторые методы расчета припусков, межоперационных размеров и размеров заготовок: опытно – статистический, расчетно – аналитический, уточненный расчетно – аналитический метод, предложенный в литературе [1] , и метод размерного анализа технологического процесса.

На рис. 1 представлена деталь «Вал», поверхность А которого выполнена по 6 – му классу точности и с шероховатостью Ra 0,8. Заготовкой для данного вала является прокат, обычного класса точности, материал – сталь 45.

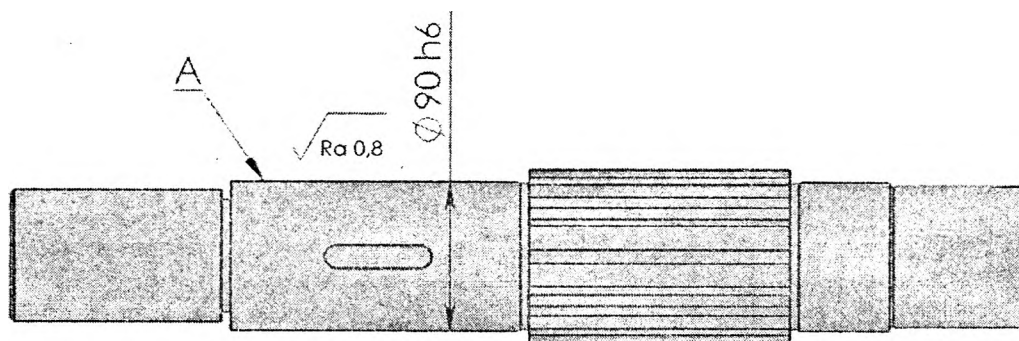


Рис. 1. Вал

Для данной поверхности предлагается следующий маршрут обработки:

- Точение однократное
- Точение чистовое
- Шлифование предварительное
- Шлифование чистовое

1 Опытно – статистический метод расчета припусков на механическую обработку

В настоящее время в машиностроении широкое применение получил опытно – статистический метод расчета припусков, который также называют табличным. При этом методе общие и промежуточные припуски берут из соответствующих справочных таблиц, приведенных в государственных стандартах, обобщающих производственный опыт машиностроительной отрасли промышленности.

Этот метод прост и удобен, требует крайне мало времени для назначения всех припусков. Однако припуски на обработку, установленные по таблицам, являются завышенными, что приводит к повышению расхода металла и увеличивает время, затрачиваемое на обработку. Кроме этого, назначение припусков данным методом происходит без учета конкретных условий построения технологических процессов (схем установки заготовки, погрешностей, полученных на предшествующей обработке и т.д.). Поэтому в таблицах указывается наибольшее значение припуска, чтобы учесть все возникающие погрешности и избежать возможного брака изготавливаемой детали. Т.к. таблицы представляют собой лишь некоторую часть систематизированных заводских данных и базируются на широко используемых технологических процессах, то их применение сужает круг возможных решений технолога.

Определим табличным методом значения межоперационных припусков на механическую обработку поверхности Ø90h6 детали «Вал». Пользуемся справочными данными, приведенными в литературе [4]. Значения припусков для отдельных операций сведем в таблицу 1.

Таблица 1 – Значения межоперационных припусков

Операция механической обработки	Значение припуска $2z$, мм
Точение однократное	5,2
Точение чистовое	1,5 _{-0,3}
Шлифование предварительное	0,8 _{-0,2}
Шлифование чистовое	0,2 _{-0,1}

Значения межоперационных припусков принимались в зависимости от вида заготовки, механической обработки, габаритов обрабатываемой заготовки по нормативным данным, приведенным в литературе [1].

Общий припуск, получаемый суммированием межоперационных, при опытно – статистическом методе определения припусков, будет равен $2z_0 = 7,7_{-1,16}$ мм.

2 Расчетно – аналитический метод определения припусков на обработку

Расчетно – аналитический метод был предложен проф. В.М.Кованом и лишен недостатков опытно – статистического метода расчета припусков. Этот метод базируется на анализе факторов, влияющих на припуски на предшествующем и выполняемом технологическом переходе процесса обработки поверхностей. Значение общего припуска определяется методом расчета по элементам, составляющим припуск. Расчет промежуточных (межоперационных) припусков происходит по всем последовательно выполняемым технологическим переходам механической обработки поверхности. Общий припуск определяется суммированием межоперационных припусков, а затем следует определение межоперационных размеров и размеров заготовки.

При данном методе рассчитывается минимальный припуск на обработку, достаточный для устранения на выполняемом переходе погрешностей обработки и дефектов поверхностного слоя, полученных на предшествующем переходе, и компенсации погрешностей, возникающих на выполняемом переходе. Межоперационные размеры и размеры заготовки рассчитываются с использованием минимального припуска.

Проведем расчет припусков на механическую обработку поверхности $\varnothing 90h6$ детали «Вал». Расчет проводим по методике и справочным данным, приведенным в литературе [2], [3].

Минимальный припуск для тел вращения определяется по формуле:

$$2z_{imin} = 2 \left((Rz + h)_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\varepsilon_{i-1}}^2 + \varepsilon_i^2} \right)$$

где Rz_{i-1} – высота микронеровностей профиля на предшествующем переходе;

h_{i-1} – глубина дефектного поверхностного слоя на предшествующем переходе;

$\Delta_{\varepsilon_{i-1}}$ – суммарные отклонения расположения поверхности (отклонения от параллельности, перпендикулярности, соосности, симметричности, пересечения осей, позиционное) и отклонения формы поверхности (отклонения от плоскостности, прямолинейности) на предыдущем переходе;

ε_i – погрешность установки заготовки на выполняемом переходе.

Номинальный припуск на обработку определяется по формуле:

$$2z_i = 2z_{imin} + \sigma_{D_{i-1}} + \sigma_{D_i}$$

где $\sigma_{D_{i-1}}$, σ_{D_i} – нижние отклонения размеров на предшествующем и выполняемом переходе соответственно.

Максимальный припуск находим по формуле:

$$2z_{i\max} = 2z_{i\min} + TD_{i-1} + TD_i$$

где TD_{i-1} и TD_i – допуски размеров на предшествующем и выполняемом переходе.

Расчет минимальных припусков на механическую обработку, выполненный по данной методике, сведен в таблицу 2.

Таблица 2 – Расчет припусков на механическую обработку и предельных размеров по операциям техпроцесса

Технологический маршрут обработки	Элементы припуска, мкм				$2z_{i\min}$, мкм
	Rz	h	Δ	ε	
Заготовка	200	300	652	-	-
Точение однократное	63	60	38	-	2304
Точение чистовое	25	25	-	-	322
Шлифование предварительное	3,2	10	-	-	100
Шлифование чистовое	0,8	2	-	-	26,4

Знать номинальные значения припусков необходимо для определения номинальных размеров технологической оснастки. Максимальные припуски используются для определения режимов резания и выбора оборудования по мощности.

Продолжение таблицы 2

Технологический маршрут обработки	Расчетный минимальный размер	Допуск Td , мкм	Принятые размеры, мм		Полученные предельные припуски, мм	
			d_{\max}	d_{\min}	$2z_{i\max}$	$2z_{i\min}$
Заготовка	92,726	1800	94,5	92,7	-	-
Точение однократное	90,422	540	90,96	90,42	4,08	1,74
Точение чистовое	90,1004	140	90,24	90,10	1	0,32
Шлифование предварительное	90,004	54	90,058	90,004	0,29	0,096
Шлифование чистовое	89,978	22	90	89,978	0,102	0,026

Номинальные припуски:

$$2z_{ш.ч.} = 26,4 + 54 = 80,4 \text{ мкм};$$

$$2z_{ш.п.} = 96 + 140 = 236 \text{ мкм};$$

$$2z_{т.ч.} = 320 + 540 = 860 \text{ мкм};$$

$$2z_{т.черн.} = 1740 + 1800 = 3540 \text{ мкм};$$

Общий минимальный припуск $2z_{\min}$ определяем как сумму минимальных промежуточных припусков, $2z_{\min} = 2,182 \text{ мм}$.

Общий номинальный припуск $2z_0$ определяем как сумму номинальных промежуточных припусков, $2z_0 = 4,716 \text{ мм}$.

Преимущества данного метода заключаются в том, что он предлагает разработанный алгоритм определения припусков и межоперационных размеров для деталей определенного класса, который впоследствии можно использовать для всего многообразия деталей данного класса, заменяя только значения исходных данных.

3 Уточненный расчетно – аналитический метод определения припусков на обработку

В литературе [1] изложен расчетно – аналитический метод определения припусков на обработку, основывающийся на методике В.М. Кована, однако имеющий свои особенности. По данному методу расчету припусков на механическую обработку предшествуют два определяющих этапа разработки технологического процесса, результаты которых непосредственно влияют на расчет припусков и межоперационных размеров.

Этап I – выбор метода получения заготовки.

Этап II – определение необходимых технологических операций (переходов), обеспечивающих достижение требуемой точности при обработке рассматриваемой поверхности.

Достижение требуемой точности детали осуществляется путем последовательной механообработки заготовки на различных станках. В результате прохождения заготовки через каждую технологическую систему происходит уточнение по одному или нескольким параметрам точности детали, характеризующиеся коэффициентом уточнения ε_i :

$$\varepsilon_i = \frac{T_{i-1}}{T_i},$$

где T_{i-1} – допуск на размер или на любой другой рассматриваемый параметр точности детали, полученный на предшествующей технологической операции;

T_i – допуск на размер, полученный на выполняемой технологической операции.

Отношение допуска на размер заготовки T_z к допуску на соответствующий размер детали T_d определяет требуемое уточнение $\varepsilon_{тo}$, которое необходимо обеспечить в результате выполнения операций технологического процесса:

$$\varepsilon_{тo} = \frac{T_z}{T_d}.$$

Зная метод получения заготовки, можно по справочным данным определить качество, предельные отклонения и допуск на рассматриваемый размер заготовки. Для рассматриваемого примера (поверхность $\varnothing 90h6$ детали «Вал») метод получения заготовки – прокат, допуск заготовки на рассматриваемый размер 2 мм, верхнее предельное отклонение $es_3 = 0,5$ мм, нижнее предельное отклонение $ei_3 = 1,3$ мм, допуск детали – 0,022 мм. Таким образом, требуемое уточнение будет равно:

$$\varepsilon_{тo} = \frac{1,8}{0,022} = 81,8.$$

Выбор необходимых технологических операций (переходов) начинают с последней операции, обеспечивающей достижение конечной точности детали. Далее идут к началу технологического процесса, последовательно переходя от отделочной обработки к чистовой, предварительной и черновой.

Так, на диаметре вала получить точность по 6 качеству возможно путем чистового шлифования. Выполнение чистового шлифования возможно при условии выполнения предварительного шлифования, которое согласно табл. 2.1 [1] обеспечивает точность по 8 качеству. Операции предварительного шлифования предшествует операция чистового точения вала, на которой согласно табл. 2.1 [1] достигается 10 качество точности. В свою очередь, перед чистовым точением необходимо выполнить операцию чернового точения, которая обеспечивает 13 качество точности.

Правильность выбора состава технологических операций оценим путем проверки общего уточнения ε_o , которое должно быть больше или равно требуемому уточнению $\varepsilon_{тo}$:

$$\varepsilon_o = \varepsilon_1 \cdot \varepsilon_2 \cdot \varepsilon_3 \cdot \varepsilon_4.$$

где $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3, \varepsilon_4$ – коэффициенты уточнения заготовки к черновому точению, черного точения к чистовому, чистового точения к предварительному шлифованию, предварительного шлифования к чистовому.

$$\varepsilon_0 = \frac{1,8}{0,54} \cdot \frac{0,54}{0,14} \cdot \frac{0,14}{0,054} \cdot \frac{0,054}{0,022} \geq 81,8.$$

В данном примере общее уточнение равно требуемому, а, значит, нет необходимости вводить дополнительные переходы механической обработки. Таким образом, оставляем принятый маршрут механической обработки без изменений.

После определения необходимого количества операций выполняем расчет минимальных припусков по формулам:

для черного и чистового точения

$$2z_{\text{мин}} = 2(Rz_{i-1} + h_{i-1}) + 2(\Delta_{\varepsilon_{i-1}}^2 + \varepsilon_i^2)^{0,5},$$

где Rz_{i-1} – высота микронеровностей профиля на предшествующем переходе;

h_{i-1} – глубина дефектного поверхностного слоя на предшествующем переходе;

$\Delta_{\varepsilon_{i-1}}$ – суммарные отклонения расположения поверхности (отклонения от параллельности, перпендикулярности, соосности, симметричности, пересечения осей, позиционное) и отклонения формы поверхности (отклонения от плоскостности, прямолинейности) на предыдущем переходе;

ε_i – погрешность установки заготовки на выполняемом переходе.

для предварительного и чистового шлифования

$$2z_{\text{мин}} = 2(Rz_{i-1} + h_{i-1} + \Delta_{\varepsilon_{i-1}});$$

Для расчетов минимальных припусков используем справочные данные, изложенные в литературе [1].

Расчеты значений припусков на механическую обработку и предельных размеров по операциям технологического процесса сведем в таблицу 3.

Таблица 3 – Расчет припусков на механическую обработку и предельных размеров по операциям техпроцесса

Технологический маршрут обработки	Элементы припуска, мкм				$2z_{\text{пр.тн}}$ МКМ
	Rz	h	Δ	ε	
Заготовка	200	300	658	-	-
Точение однократное	63	60	39,5	-	2316
Точение чистовое	20	25	-	-	325
Шлифование предварительное	3,2	12	-	-	90
Шлифование чистовое	0,8	2	-	-	30,4

Продолжение таблицы 3

Технологический маршрут обработки	Расчетный минимальный размер	Допуск Td, мкм	Принятые размеры, мм		Полученные предельные припуски, мм	
			d_{max}	d_{min}	$2z_{\text{max}}$	$2z_{\text{мин}}$
Заготовка	92,739	1800	94,5	92,7	-	-
Точение однократное	90,423	540	90,96	90,42	4,08	1,74
Точение чистовое	90,098	140	90,24	90,10	1	0,32
Шлифование предварительное	90,008	54	90,062	90,008	0,286	0,092
Шлифование чистовое	89,978	22	90	89,978	0,106	0,03

Номинальные припуски:

$$2z_{ш.ч.} = 30 + 54 = 84 \text{ мкм};$$

$$2z_{ш.н.} = 92 + 140 = 232 \text{ мкм};$$

$$2z_{т.ч.} = 320 + 540 = 860 \text{ мкм};$$

$$2z_{т.верн.} = 1740 + 1800 = 3540 \text{ мкм};$$

Общий минимальный припуск $2z_{\text{мин}}$ определяем как сумму минимальных промежуточных припусков, $2z_{\text{мин}} = 2,182 \text{ мм}$.

Общий номинальный припуск $2z_0$ определяем как сумму номинальных промежуточных припусков, $2z_0 = 4,716 \text{ мм}$.

4 Расчет припусков методом размерного анализа технологического процесса

Одной из задач, решаемых размерным анализом, является правильное и обоснованное определение припусков на механическую обработку. Методика размерного анализа предусматривает расчет припусков и технологических размеров с использованием теории размерных цепей. В основу методики расчета размерного анализа положен дифференциально – аналитический метод расчета припусков, который отличается от классического уменьшением числа составляющих, входящих в расчетный припуск.

Считается, что для обеспечения заданного качества поверхности, обработанной без следов предшествующей обработки и дефектного слоя, необходимо в минимальную толщину удаляемого слоя включать только высоту микронеровностей и глубину дефектного слоя, полученных на предшествующих операции или переходе:

$$z_{\text{мин}} \geq Rz_{i-1} + h_{i-1},$$

Прочие составляющие припуска, в отличие от других методик, учитываются отдельно при расчете допусков на операционные размеры. Это позволяет упростить расчеты и повысить их точность.

При назначении операционного допуска $T_{\text{оп}}$ на расстояние между обработанной и измерительной базой для случая обработки на настроенном станке в состав допуска следует включать пространственные отклонения $\rho_{\text{н}}$ измерительной базы, а также погрешность $\varepsilon_{\text{б}}$ от несовпадения установочной и измерительных баз; $\omega_{\text{ст}}$ – статистическая точность обработки.

$$T_{\text{оп}} = \omega_{\text{ст}} + \rho_{\text{н}} + \varepsilon_{\text{б}};$$

При назначении операционного допуска $T_{\text{оп}}$ на размер между обработанной поверхностью и измерительной базой для случая обработки методом пробных проходов и промеров в состав допуска следует включать только пространственные отклонения $\rho_{\text{н}}$ измерительной базы.

$$T_{\text{оп}} = \omega_{\text{ст}} + \rho_{\text{н}};$$

При назначении операционного допуска $T_{\text{оп}}$ на размер замкнутых поверхностей (цилиндров), обрабатываемых на настроенных станках, и при обработке методом пробных проходов пространственные отклонения $\rho_{\text{н}}$ предшествующего перехода, а также погрешность $\varepsilon_{\text{б}}$ от несовпадения установочной и измерительных баз не следует включать в состав допуска;

$$T_{\text{оп}} = \omega_{\text{ст}};$$

Размерный анализ технологического процесса состоит из трех этапов: разработки размерной схемы технологического процесса, выявления технологических размерных цепей и расчета технологических размерных цепей.

Размерная схема технологического процесса механической обработки поверхности $\varnothing 90h6$ детали «Вал» представлена на рис. 2.

На рис. 2: 3 – размер заготовки, R1, R2, R3, R4 – технологические размеры, A – конструкторский размер, z1, z2, z3, z4 – припуски, снимаемые на соответствующей операции, 2e – смещение оси поверхности вала.

В классических методиках расчета припусков на диаметральные размеры находят удвоенную величину припуска (2z), а затем значение припуска z получают как половину от величины 2z. Значения z, полученные при расчете через удвоенный припуск, будут неточными. Поэтому с целью повышения точности результатов построение размерной схемы технологического процесса и решение выявленных технологических цепей проводится через радиусы. При построении размерной схемы также учитываются возможные эксцентриситеты 2e.

По размерной схеме технологического процесса строят три графа: производного дерева, на котором технологические размеры и размеры заготовки показываются ориентированными стрелками, исходного дерева, ребрами которого выступают конструкторские размеры (в данном случае радиусы) и припуски на обработку, совмещенный, получаемый наложением графов производного дерева и исходного дерева.

Совмещенный граф технологического процесса обработки поверхности $\varnothing 90h6$ детали «Вал» показан на рис. 3.

На рис. 3 вершинами графа являются поверхности обрабатываемой детали, ориентированные стрелки – технологические размеры и размеры заготовки, дуга – конструкторский размер, волнистые линии – припуски.

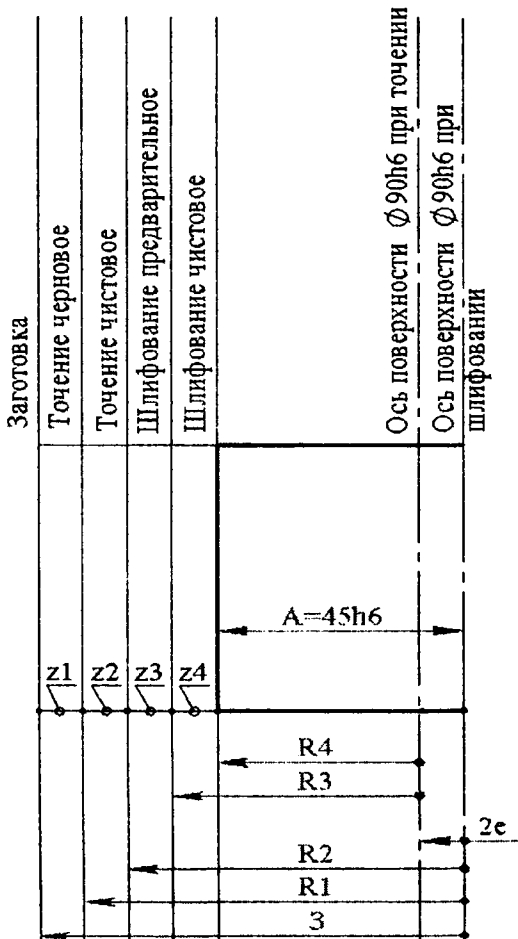


Рис. 2. Размерная схема технологического процесса механической обработки поверхности $\varnothing 90h6$

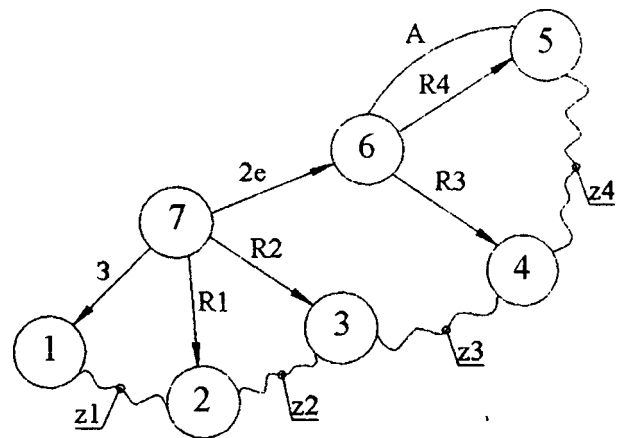


Рис. 3. Совмещенный граф

Далее выявляем технологические размерные цепи на совмещенном графе. Сначала необходимо выявить двухзвенные технологические цепи. Выявленные технологические размерные цепи приведены на рис. 4.

Составленные уравнения технологических размерных цепей сводим в таблицу 4.

Таблица 4 – Уравнения технологических размерных цепей

№ цепи	Расчетное уравнение
Цепь 1	$-R4+A=0$
Цепь 2	$-z4+R3-R4=0$
Цепь 3	$-z3+R2-2e-R3=0$
Цепь 4	$-z2+R1-R2=0$
Цепь 5	$-z1+3-R1=0$

Расчет минимальных припусков сведем в таблицу 5. При расчете пользуемся справочными данными, приведенными в литературе [1].

Таблица 5 – Расчет минимальных припусков

Технологический маршрут обработки	Rz	h	z_{\min} , МКМ
Заготовка	200	300	-
Точение однократное	63	60	$z_{\min} = 500$
Точение чистовое	20	25	$z_{\min} = 123$
Шлифование предварительное	3,2	12	$z_{\min} = 45$
Шлифование чистовое	0,8	2	$z_{\min} = 15,2$

По справочным данным, приведенным в литературе [1], определяем величину смещения осей $2e$, $2e = 38$ мкм.

После определения минимального значения припуска составляем исходное уравнение размерной цепи относительно величины z_{\min} . Так как приведенные технологические размерные цепи содержат не более четырех звеньев, то расчет проводим по методу минимума – максимума. Составленные исходные и расчетные уравнения размерных цепей и расчеты технологических размеров сводим в таблицу 6.

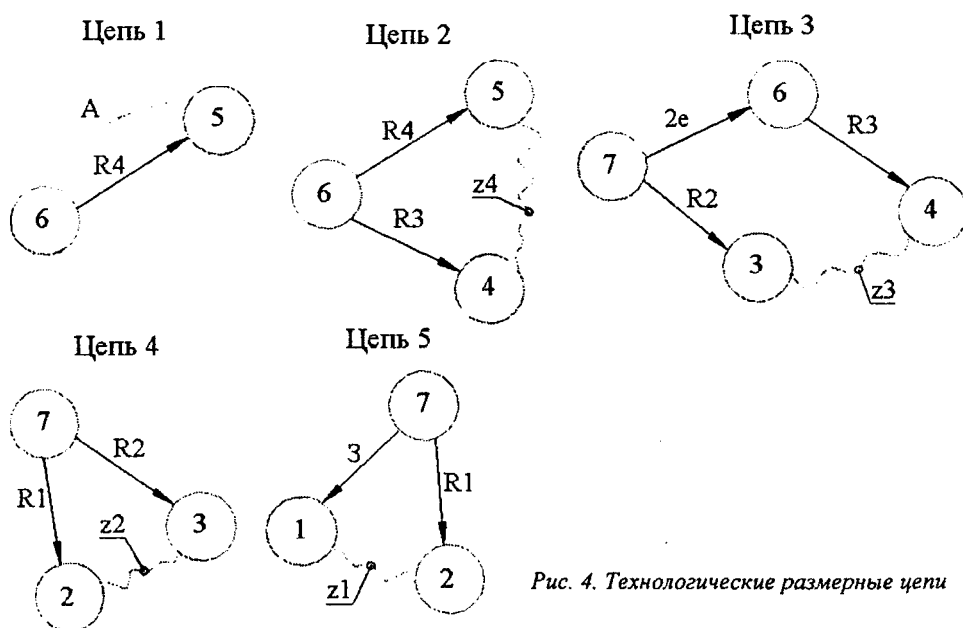


Рис. 4. Технологические размерные цепи

Таблица 6 – Исходные и расчетные уравнения технологических размерных цепей

Исходное уравнение	Определяемый размер	Расчетное уравнение
$R4 = A$	R4	$R4=A$
$z4_{min} = R3_{min} - R4_{max}$	R3	$R3_{min} = z4_{min} + R4_{max}$
$z3_{min} = R2_{min} - 2e - R3_{max}$	R2	$R2_{min} = z3_{min} + 2e + R3_{max}$
$z2_{min} = R1_{min} - R2_{max}$	R1	$R1_{min} = z2_{min} + R2_{max}$
$z1_{min} = 3_{min} - R1_{max}$	3	$3_{min} = z1_{min} + R1_{max}$

В таблице 7 приведены минимальные и номинальные значения технологических размеров и размера заготовки.

Таблица 7 – Минимальные и номинальные значения операционных размеров и размера заготовки

Определяемый размер	Минимальное значение	Квалитет точности	Номинальное значение
R4	44,989	h6	$45_{-0,011}$
R3	45,0152	h8	$45,042_{-0,027}$
R2	45,0982	h10	$45,16_{-0,07}$
R1	45,283	h13	$45,55_{-0,27}$
3	46,05	$es = +0,25 ei = -0,65$	$46,7_{-0,65}^{+0,25}$

Найденные размеры являются радиусами, которые необходимо пересчитать на диаметральные размеры для определения номинального припуска и предельных отклонений припуска.

Продолжение таблицы 7

Диаметральные размеры	Уравнение номинального значения припуска	Номинальные значения припусков $2z$, мм	Полученные минимальные значения припусков $2z$, мм
$R4 = 90_{-0,022}$	-	-	-
$R3 = 90,084_{-0,054}$	$2z4 = R3 - R4$	$2z4 = 0,084_{-0,054}^{+0,022}$	$2z4 = 0,03$
$R2 = 90,32_{-0,14}$	$2z3 = R2 - 2e - R3$	$2z3 = 0,231_{-0,14}^{+0,054}$	$2z3 = 0,096$
$R1 = 91,10_{-0,54}$	$2z2 = R1 - R2$	$2z2 = 0,78_{-0,54}^{+0,14}$	$2z2 = 0,24$
$3 = 93,4_{-1,2}^{+0,5}$	$2z1 = 3 - R1$	$2z1 = 2,3_{-1,2}^{+0,05}$	$2z1 = 1$

Общий припуск $2z_{сум}$ определяем как сумму промежуточных припусков, $2z_{сум} = 1,366$ мм.

Общий номинальный припуск $2z_0$ определяем как сумму номинальных промежуточных припусков, $2z_0 = 3,395$ мм.

5 Сравнение значений припусков, полученных различными методами

Номинальная величина припуска необходима для определения размеров заготовки. В качестве сравниваемой величины для анализа различных методов определения припусков выберем номинальные значения припусков.

При опытно – статистическом методе определения припусков назначенный припуск является максимальным. Для определения минимального значения припуска необходимо учитывать предельные отклонения припусков.

В расчетно – аналитическом методе и методе размерного анализа технологического процесса минимальное значение припуска является расчетной величиной.

Сведем полученные разными методами значения припусков в таблицу 8.

Таблица 8 – Номинальные значения припусков, полученные различными методами

	Опытно – статистический, $Zz_{\text{вон}}$, мм	Расчетно – аналитический, $Zz_{\text{вон}}$, мм	Расчетно – аналитический по [1], $Zz_{\text{вон}}$, мм	Метод размерного анализа, $Zz_{\text{вон}}$, мм
Точение однократное	5,2	3,54	3,5	2,3
Точение чистовое	1,5	0,86	0,86	0,78
Шлифование предварительное	0,8	0,236	0,232	0,231
Шлифование чистовое	0,2	0,084	0,084	0,084
Общий припуск, $Zz_{\text{общ}}$, мм	7,7	4,716	4,716	3,395

Из данных, приведенных в таблице 8, видно, что номинальные значения припусков и общий припуск, полученные расчетно – аналитическими методами, являются одинаковыми. Однако расчетно – аналитический метод, изложенный в литературе [1], позволяет проверить правильность построение технологического маршрута обработки.

Данные методы являются удобными в применении, получаемые значения припусков являются достаточно точными. Одним из главных преимуществ расчетно – аналитического метода заключаются в том, что он предлагает разработанный алгоритм определения припусков и межоперационных размеров для деталей определенного класса, который впоследствии можно использовать для всего многообразия деталей данного класса, заменяя только значения исходных данных. Методы широко применяются в условиях крупносерийного и массового производства.

Значения припусков, полученные опытно – статистическим методом, в 1,6 раз превышают значения припусков, полученные расчетно – аналитическим методом, и в 2,3 раза – методом размерного анализа. Однако преимущество данного метода заключается в малой трудоемкости и скорости назначения припусков, что позволяет широко применять в условиях индивидуального производства.

Метод размерного анализа технологических процессов позволяет получить самые точные достаточные значения припусков. Данный метод особенно удобен при расчете припусков на сложные, корпусные детали, где затруднено определение операционных размеров. Широкому распространению метода размерного анализа препятствует его трудоемкость. Его применение целесообразно в случае изготовления высокоточных деталей. Широкое распространение метод размерного анализа получил в авиастроении, ракетостроении, военной промышленности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Расчет припусков и межпереходных размеров в машиностроении: Учеб. пособие для машиностроит. спец. вузов/ Я.М. Радкевич, В.А. Тимирязев, А.Г. Схиртладзе, М.С. Островский; под ред. В.А. Тимирязева. – М.: Высш. Шк., 2004. – 272 с. 2. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т.1/Под Ред. А.Г.Косиловой и Р.К. Мещерякова. - М. ; Машиностроение, 1986. - 656 с. 3. Кован В.М. Расчет припусков на обработку в машиностроении. М.: Машгиз, 1953. 207с. 4. Справочник технолога по механической обработке металлов. Справочник. Под ред. Г.А. Долматовского. М.: Машгиз, 1949. 1094с. 5. Проектирование технологических процессов в машиностроении: Учебное пособие для вузов/ И.П. Филонов, Г.Я. Беляев, Л.М. Кожуро и др.; Под общ. ред. И.П. Филонова; +CD. – Мн.: УП «Технопринт», 2003. – 910 с. 6. Матвеев В.В., Бойков Ф.И., Свиридов Ю.Н. Проектирование экономичных технологических процессов в машиностроении. Челябинск: Южно-Уральское книжное изд-во, 1979, 111 с. 7. Размерный анализ технологических процессов: сборник практических работ/ сост.: Г.Я. Беляев [и др.]. – Минск: БНТУ, 2010. – 351 с.

РАЗМЕРНЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «ШЕСТЕРНЯ»

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

Размерный анализ позволяет инженеру на стадии проектирования решать вопросы, связанные как с разработкой и анализом конструкций, так и с разработкой технологических процессов обработки и сборки. А также, решая задачу выбора технологического маршрута обработки, провести анализ маршрута и определить, обеспечивает ли он технические требования чертежа, минимизировать затраты при обеспечении качества в жизненном цикле изделий.

Целью размерного анализа является обеспечение качества и технологичности изделий, деталей и заготовок, получение размеров и предельных отклонений, необходимых для заполнения технологических карт, расчета режимов резания, норм времени.

Для достижения этой цели, решаются следующие задачи:

- Определение и проверка необходимых и достаточных требований точности размеров, формы и взаимного расположения.
- Расчеты номинальных и предельных значений технологических размеров, прогнозирование возможных значений припусков.
- Проверка собираемости изделий, выбор вида сборки по уровню взаимозаменяемости.

1 Размерный анализ эксцентриситетов припусков технологического процесса обработки детали «Шестерня»

Технологический процесс механической обработки детали «Шестерня» состоит из следующих операций:

- 005 Токарная
- 010 Вертикально – протяжная
- 015 Токарная
- 025 Вертикально – сверлильная
- 030 Вертикально – сверлильная
- 035 Вертикально – сверлильная
- 050 зубодолбежная
- 055 зубозакругляющая
- 060 зубодолбежная
- 065 зубофрезерная
- 075 зубошевинговальная
- 095 зубообкатывающая
- 100 Внутришлифовальная
- 105 Шлицешлифовальная
- 110 Шлицеполировальная

1.1 Построение размерной схемы техпроцесса обработки детали «Шестерня»

По приведенному маршруту механической обработки детали «Шестерня» построим схему обработки.

При построении схемы обработки, выполняя каждый новый переход механической обработки поверхностей, необходимо указывать новую ось и рассчитывать ее смещение относительно ее прежнего положения, т.е. необходимо определить эксцентриситет припуска. Смещение осей на схеме обработки (и в расчетах) необходимо удваивать, так как каждое смещение может располагаться в любую сторону от номинала. Следовательно, расстояние между двумя предельными положениями оси равно удвоенной величине смещения, а номинальная величина смещения всегда равна нулю.

Введем следующие обозначения:

- $2e_i$ – смещение оси в результате механической обработки соответствующей цилиндрической поверхности;
- $2ez_i$ – эксцентриситет припуска;
- 1-7 – обрабатываемые поверхности;

1.2 Построение графа размерных цепей эксцентриситетов детали «Шестерня»

Для построения графа размерных цепей эксцентриситетов необходимо сначала построить дерево эксцентриситетов заготовки и дерево эксцентриситетов механической обработки. В деревьях эксцентриситетов для цилиндрических поверхностей вершины соответствуют их осям, а ребра – эксцентриситетам.

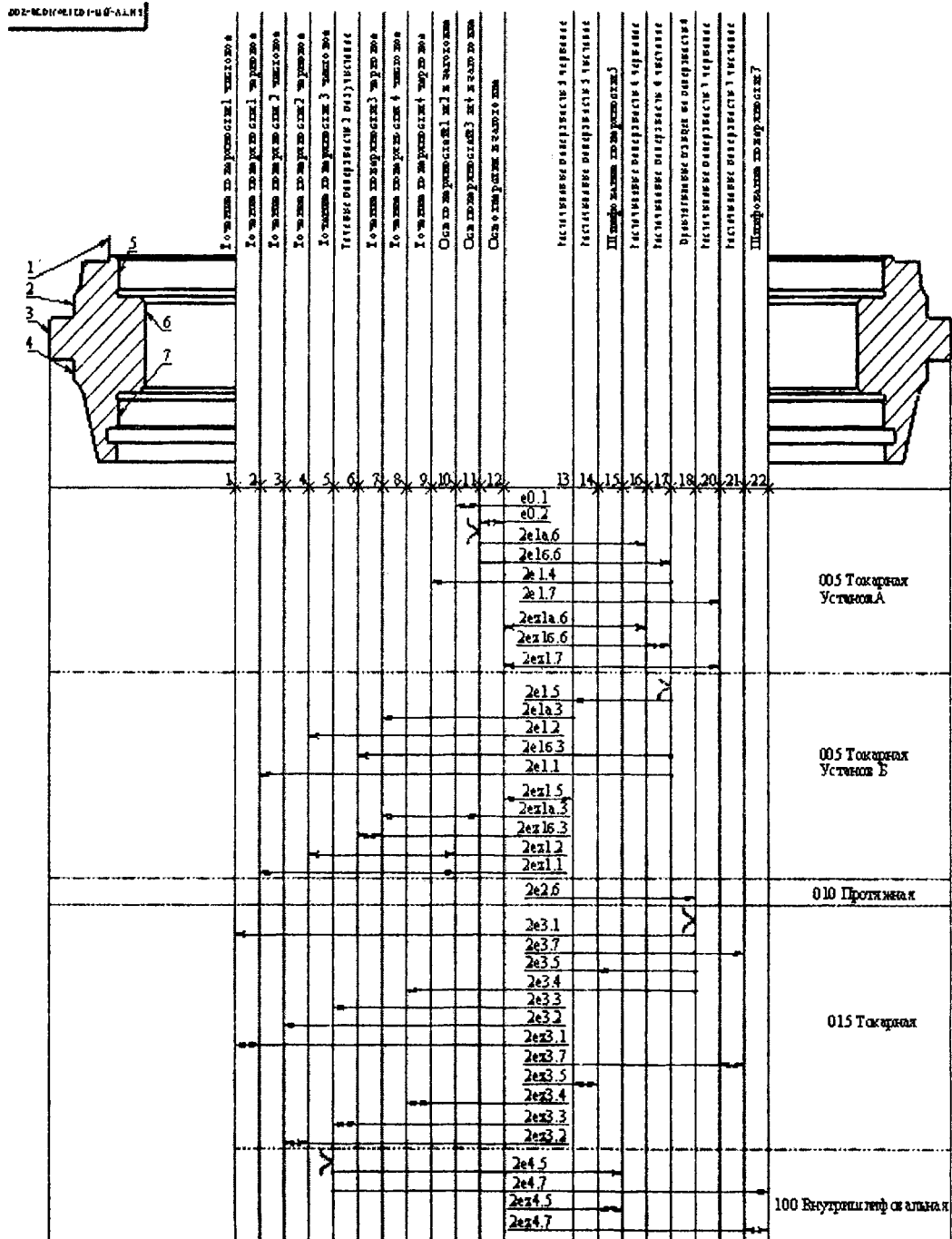


Рис. 1. Размерная схема техпроцесса обработки детали «Шестерня»

1.2.1 Построение дерева эксцентриситетов заготовки

Заготовка для детали «Шестерня» получается штамповкой на КГШП в открытых штампах. Поверхности 3, 4, 5-7 и 1, 2 получают в разных частях штампа. За счет этого возникает эксцентриситет, т.е. смещение осей поверхностей заготовки, получаемых в разных частях штампа.

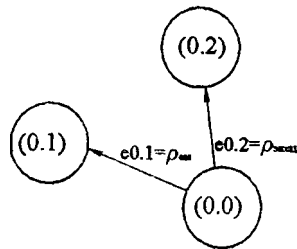


Рис. 2. Дерево эксцентриситетов заготовки

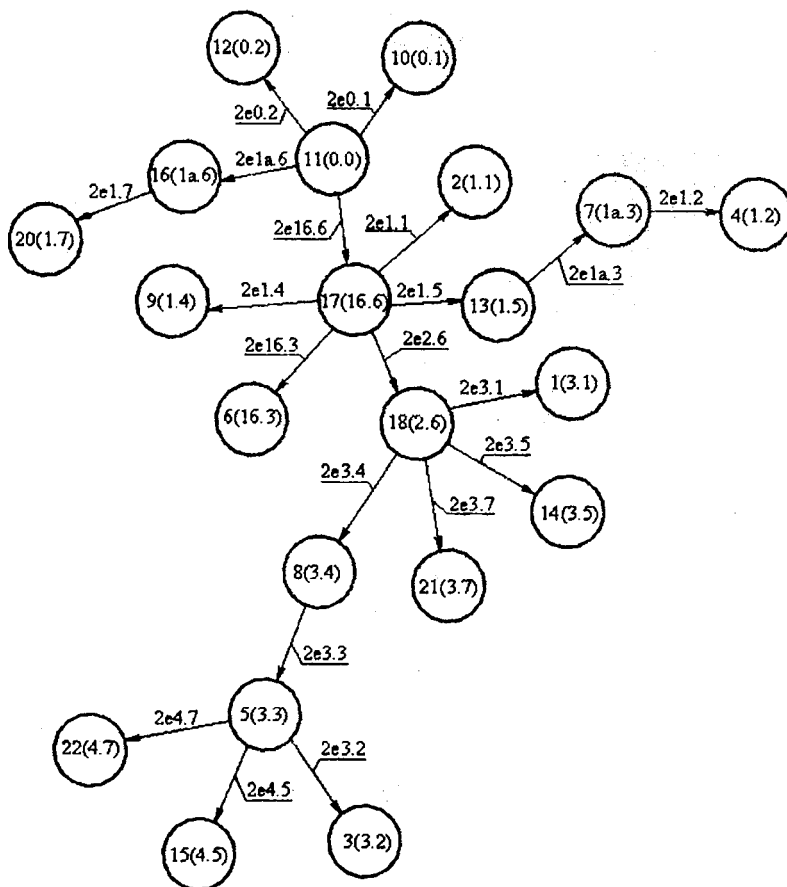


Рис. 3. Дерево эксцентриситетов обрабатываемой детали

Величины погрешности от смещения частей штампов $\rho_{шт}$ и погрешности от смещения пуансона в штампе (эксцентриситет между осями отверстия и наружной цилиндрической поверхностью) $\rho_{эксц}$ берем из справочных данных.

1.2.2 Построение дерева эксцентриситетов механической обработки

Вершины графа нумеруем следующим образом: первая цифра обозначает номер оси в соответствии со схемой обработки (см. рис. 1), а в скобках указывается первой цифрой номер

операции, буквой – очередность перехода, второй – номер поверхности в соответствии со схемой обработки. Операции и установки обозначаются в следующем порядке:

- 0 – заготовка;
- 1 – токарная;
- 2 – протяжная;
- 3 – токарная
- 4 – внутришлифовальная;

При построении дерева эксцентриситетов обработки детали «Шестерня» необходимо провести ребра: $2e_i$ – смещения (эксцентриситет) осей, возникающие в процессе обработки.

При построении дерева эксцентриситетов для одной операции все поверхности, обрабатываемые за одну установку, связываются между собой ребрами-эксцентриситетами. Затем деревья отдельных операций соединяют вместе с помощью общих вершин.

1.2.3 Построение графа размерных цепей эксцентриситетов

Далее на дерево эксцентриситетов наносим ребра всех эксцентриситетов припусков (e_{pi}) и заданные чертежом радиальные биения ($2TE_i$). Таким образом получаем граф размерных цепей эксцентриситетов, по которому можно выявить любую размерную цепь и произвести суммирование погрешностей составляющих звеньев для определения ожидаемой погрешности любого замыкающего звена. Вводим следующие обозначения:

- TE_i – утолщенными линиями;
- e_{pi} – волнистыми линиями;
- Te_i – пунктирными линиями;

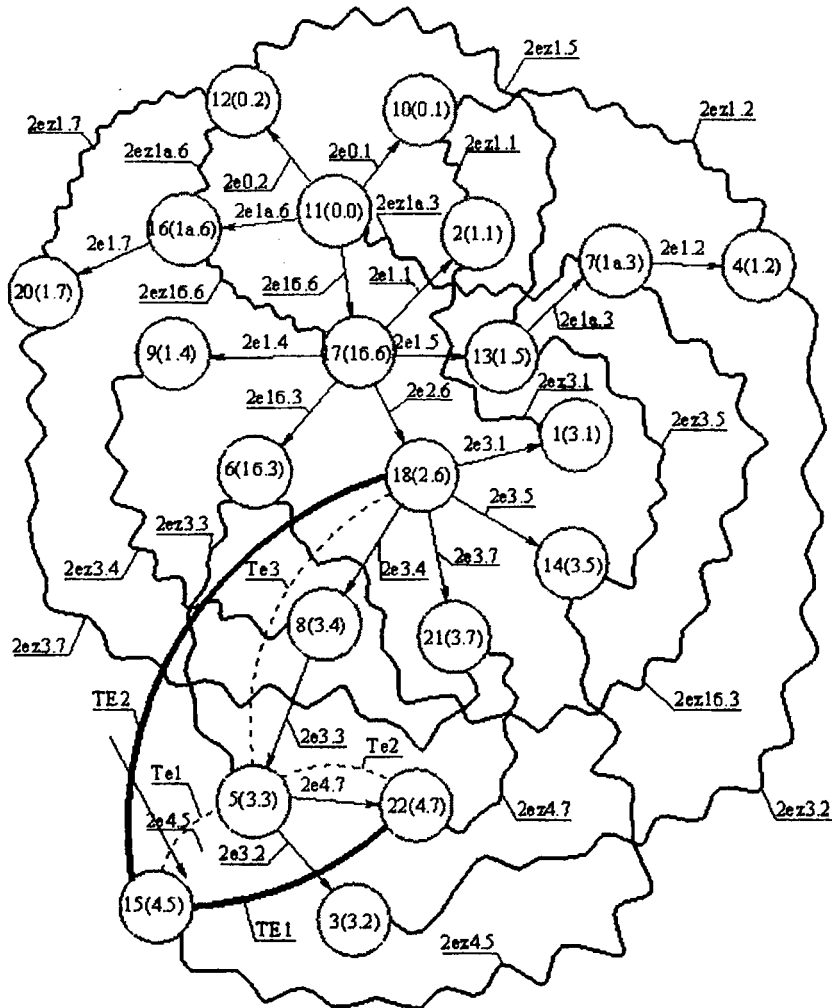


Рис. 4. Граф размерных цепей эксцентриситетов обрабатываемой детали

Далее выявляют размерные цепи и составляют расчетные уравнения размерных цепей. При составлении уравнений пользуются правилом “обхода”. Оно заключается в том, что замыкающему звену присваивается знак минус, и, начиная с этого звена, обходят замкнутый контур в определенном направлении. Обход начинают с вершины с меньшим порядковым номером. Если в порядке обхода следующее звено будет соединять вершину меньшего порядкового номера с вершиной большего порядкового номера, то такому ребру присваивается знак плюс. И наоборот.

В выявленных размерных цепях составляющими звеньями являются смещение осей обрабатываемых поверхностей (эксцентриситеты) e_i , а замыкающими – эксцентриситеты припусков e_{zi} , расчетные T_e и заданные чертежом T_E технические условия. По такому графу можно выявить любую размерную цепь и произвести суммирование составляющих звеньев для определения ожидаемой погрешности любого замыкающего звена. Примеры размерных цепей и соответствующие им расчетные уравнения технологического процесса обработки детали «Шестерня» представлены на рис. 5.

Для детали «Шестерня» всего выявлено 13 технологических размерных цепей.

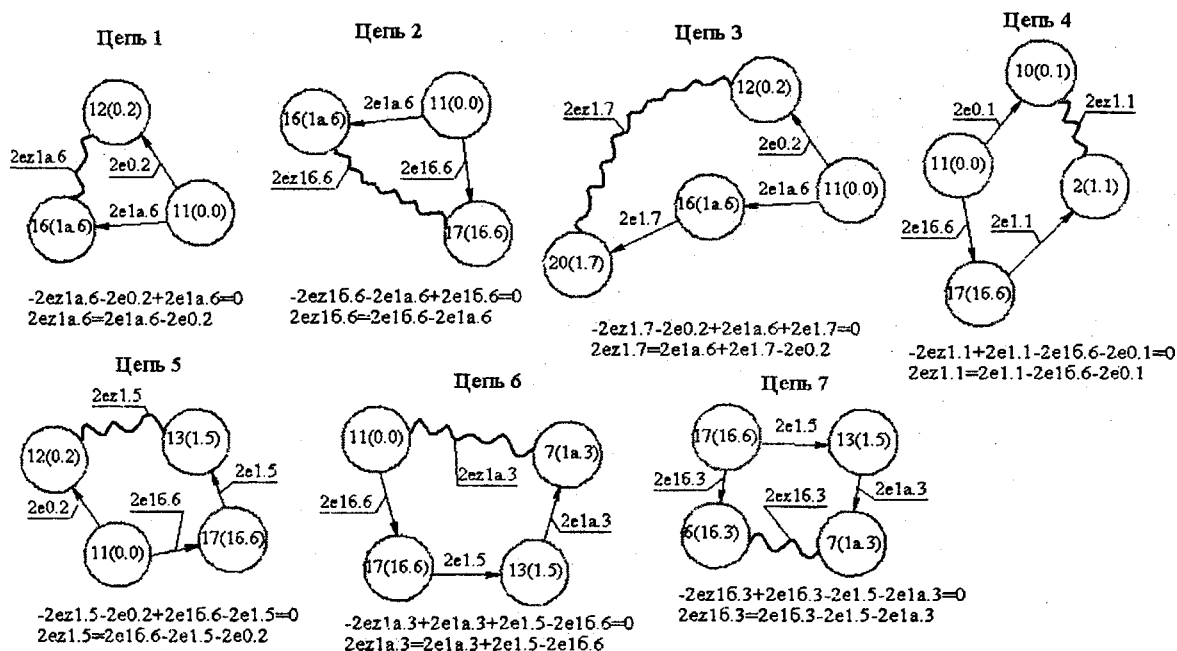


Рис. 5. Размерные цепи технологического процесса обработки детали «Шестерня»

2 Расчет ожидаемой погрешности (эксцентриситетов) припусков

Рассчитываем ожидаемую погрешность (эксцентриситет) припусков и определим допустимые значения радиальных биений. Для этого необходимо знать значения погрешностей установки детали в приспособление и погрешностей формы, возникающих в процессе выполнения операций механической обработки.

Расчеты, выполняемые по размерным цепям, для удобства сведем в таблицу 1.

Таблица 1 – Размерные расчеты для детали «Шестерня»

Обозначение	Номер цепи	Расчетные уравнения	Исходное уравнение
2ez1a.6	1	$-2ez1a.6 - 2e0.2 + 2e1a.6 = 0$	$2ez1a.6 = 2e1a.6 - 2e0.2$
2ez16.6	2	$-2ez16.6 - 2e1a.6 + 2e16.6 = 0$	$2ez16.6 = 2e16.6 - 2e1a.6$
2ez1.7	3	$-2ez1.7 - 2e0.2 + 2e1a.6 + 2e1.7 = 0$	$2ez1.7 = 2e1a.6 + 2e1.7 - 2e0.2$
...	

Продолжение таблицы 1

...	
2ez3.7	14	$-2ez3.7-2e1.7-2e1a.6+2e16.6+2e2.6+2e3.7=0$	$2ez3.7=2e16.6+2e2.6+2e3.7-2e1.7-2e1a.6$
2ez4.5	15	$-2ez4.5+2e3.5-2e3.4-2e3.3+2e4.5=0$	$2ez4.5=2e3.5-2e3.4-2e3.3+2e4.5$
2ez4.7	16	$-2ez4.7-2e3.7-2e3.4-2e3.3+2e4.7=0$	$2ez4.7=2e4.7-2e3.7-2e3.4-2e3.3$

Для расчета величин эксцентриситетов припусков e_{zi} необходимо знать эксцентриситеты e_i , входящие в размерные цепи искомым величин (см. табл. 1). Например, для припуска 2e1a.6 в размерную цепь войдут эксцентриситеты 2e1a.6 и 2e0.2.

Расчет эксцентриситетов приведем в таблице 2.

Таблица 2 – Расчет эксцентриситетов для детали «Шестерня»

Обозначение	Формула	Значение, мм	Переход операции, установ, на которых возникает эксцентриситет
2e1.1	$\varepsilon_y + \Delta y$	0,1068	Точение поверхности 1 черновое
2e1.2	Δy	0,0068	Точение поверхности 2 черновое
2e1a.3	Δy	0,0068	Точение поверхности 3 черновое
...
...
2e3.7	$\varepsilon_r + \Delta y$	0,0318	Растачивание поверхности 7 чистовое
2e4.5	$\varepsilon_r + \Delta y$	0,0868	Шлифование поверхности 5
2e4.7	$\varepsilon_r + \Delta y$	0,0868	Шлифование поверхности 7

Значения погрешности установки принимаем по [4].

Δy – величина деформации системы СПИД из-за нестабильности сил резания.

В формулах используются следующие обозначения:

Δ_k – удельная кривизна; принимается в зависимости от диаметра поверхности и способа получения заготовки;

ε – коэффициент уменьшения погрешности;

Таблица 3 – Расчеты погрешностей формы детали «Шестерня»

Наименование перехода	Формула	Расчет	Значение, мм
Заготовки			
Между осями поверхностей, получаемых в разных частях штампа	$R_{ск}$		0
Между осями цилиндрической поверхности и отверстием	$R_{кск}$		0,8
Механическая обработка			
Точение черновое поверхности 1	$R_{ф.чер.} = \sqrt{R_{ск}^2 + (\Delta_k \cdot B)^2}$	$R_{ф.чер.} = \sqrt{0 + (0,0008 \cdot 94,5)^2}$	0,0756
Точение чистовое поверхности 1	$R_{ф.чист.} = \varepsilon \cdot R_{ф.чер.}$	$R_{ф.чист.} = 0,04 \cdot 0,0756$	0,00302
...
Растачивание поверхности 7 черновое	$R_{ф.чер.} = \sqrt{R_{ск}^2 + R_{кск}^2}$	$R_{ф.чер.} = \sqrt{0 + 0,8^2}$	0,8
Растачивание поверхности 7 чистовое	$R_{ф.чист.} = \varepsilon \cdot R_{ф.чер.}$	$R_{ф.чист.} = 0,05 \cdot 0,8$	0,04
Шлифование поверхности 7	$R_{ф.шлф.} = \varepsilon \cdot R_{ф.чист.}$	$R_{ф.шлф.} = 0,04 \cdot 0,002$	0,00008

Теперь подсчитаем ожидаемую погрешность припуска по формуле:

$$e_{zi} = \sqrt{\sum_{i=1}^n e_i^2 + \rho_{i-1}^2}$$

где e_i – смещение осей при механической обработке.
Результаты расчетов сведем в таблицу 4.

Таблица 4 – Расчет ожидаемой погрешности припуска

Припуск	Формула	Расчет	Значение, мм
$e_{z1.1}$	$e_{z1.1} = \sqrt{\rho_{\text{ш}}^2 + e_{1.1}^2 + e_{1.6.5}^2}$	$e_{z1.1} = \sqrt{0^2 + 0,1068^2 + 0,1268^2}$	0,1657
$e_{z1.2}$	$e_{z1.2} = \sqrt{\rho_{\text{ш}}^2 + e_{1.2}^2 + e_{1.5}^2 + e_{1.6.2}^2 + e_{1.2.2}^2}$	$e_{z1.2} = \sqrt{2 \cdot 0,0068^2 + 2 \cdot 0,1068^2}$	0,1513
$e_{z1.3}$	$e_{z1.3} = \sqrt{\rho_{\text{ф.черн}}^2 + e_{1.3}^2 + e_{1.5}^2 + e_{1.6.5}^2}$	$e_{z1.3} = \sqrt{0,0756^2 + 0,0068^2 + 0,1068^2 + 0,1268^2}$	0,1823
$e_{z2.7}$	$e_{z2.7} = \sqrt{\rho^2 + e_{1.7}^2 + e_{1.2.6}^2 + e_{1.6.6}^2 + e_{2.6}^2 + e_{2.7}^2}$	$e_{z2.7} = \sqrt{0,04^2 + 0,0318^2 + 2 \cdot 0,0068^2 + 2 \cdot 0,1268^2}$	0,177
$e_{z4.5}$	$e_{z4.5} = \sqrt{\rho^2 + e_{2.2}^2 + e_{2.4}^2 + e_{2.5}^2 + e_{4.5}^2}$	$e_{z4.5} = \sqrt{0,004^2 + 2 \cdot 0,031^2 + 0,006^2 + 0,1268^2}$	0,096
$e_{z4.7}$	$e_{z4.7} = \sqrt{\rho^2 + e_{2.2}^2 + e_{2.4}^2 + e_{2.7}^2 + e_{4.7}^2}$	$e_{z4.7} = \sqrt{0,004^2 + 2 \cdot 0,031^2 + 0,006^2 + 0,1268^2}$	0,096

3 Расчет допустимых радиальных биений

На графе разных цепей механической обработки проставляем указанные на чертеже радиальные биения ТЕ. ТЕ1=0,5 мм; ТЕ2=0,25 мм.

Просуммировав составляющие звенья размерной цепи с погрешностями формы, получим расчетные радиальные биения. Они находятся по формуле:

$$Te_i \geq \sqrt{\sum_{i=1}^n e_i^2 + \rho_{\text{ф.и}}^2 + \rho_{\text{ф.и-1}}^2}$$

Тогда

$$Te_1 \geq \sqrt{2e_{4.5}^2 + \rho_{\text{ф.чист.}}^2 + \rho_{\text{шлиф.}}^2} = \sqrt{2 \cdot 0,0868^2 + 0,04^2 + 0,00008^2} = 0,121 \text{ мм};$$

$$Te_2 \geq \sqrt{2e_{4.7}^2 + \rho_{\text{ф.чист.}}^2 + \rho_{\text{шлиф.}}^2} = \sqrt{2 \cdot 0,0868^2 + 0,04^2 + 0,00008^2} = 0,121 \text{ мм};$$

$$Te_3 \geq \sqrt{2e_{2.3}^2 + 2e_{2.4}^2 + \rho_{\text{ф.черн.}}^2 + \rho_{\text{ф.чист.}}^2} = \sqrt{2 \cdot 0,0068^2 + 2 \cdot 0,0318^2 + 0,00378^2 + 0,00015^2} = 0,115 \text{ мм};$$

$$TE_1 \geq Te_1 + Te_2;$$

$$0,5 \geq 0,121 + 0,121 = 0,242 \text{ мм};$$

$$TE_2 \geq Te_1 + Te_3;$$

$$0,25 \geq 0,121 + 0,152 = 0,236 \text{ мм};$$

Как видно из приведенных расчетов расчетные радиальные биения не превышают заданные чертежом. Т.е. технология обработки верна.

4 Расчет размеров детали с учетом эксцентриситетов припусков

После определения допустимых радиальных биений рассчитаем диаметральные размеры обрабатываемых поверхностей. Особенность определения диаметральных размеров заключается в том, что в них будут учитываться смещения (эксцентриситеты) осей. Это необходимо для того, чтобы компенсировать величину радиального биения. В расчетах эксцентриситеты удваиваются. Расчет будет производиться по формулам:

$$d_{zi} = d_{di} + 2 \cdot (z_{\min} + e_{xi}) + T_z - \text{для наружных поверхностей};$$

$$d_{zi} = d_{di} - 2 \cdot (z_{\min} - e_{xi}) - T_z - \text{для отверстий};$$

где d_{zi} – диаметр поверхности заготовки;

d_{di} – диаметр поверхности детали;

$2 \cdot z_{\min}$ – значение припуска;

$2 \cdot e_i$ – величина смещения оси (эксцентриситет);

i – номер обрабатываемой поверхности.

Принимаем припуски на механическую обработку по ГОСТ 7505-89.

Полученные результаты расчетов сведем в таблицу 5.

Таблица 5 – Результаты расчета диаметральных размеров заготовки детали «Шестерня»

Размер цилиндрической поверхности детали, мм	Расчетная формула	Размер цилиндрической поверхности заготовки, мм
$d_{d1} = 126_{-1}$ мм;	$d_{z1} = 126 + 3,3 + 2 \cdot (0,1068) + 3,6$	$133,1136_{-1,2}^{+2,4}$
$d_{d2} = 158 \pm 0,08$ мм	$d_{z2\text{чист}} = 158 + 0,4 + 2 \cdot (0,068) + 0,16$ $d_{z2\text{черн}} = 158,696 + 3 + 2 \cdot (0,068) + 3,6$	$165,432_{-1,2}^{+2,4}$
$d_{d3} = 182,1_{-0,29}$ мм	$d_{z3\text{чист}} = 182,1 + 0,6 + 2 \cdot (0,068) + 0,29$ $d_{z3\text{п/чист}} = 183,126 + 1 + 2 \cdot (0,1068) + 1,15$ $d_{z3\text{черн}} = 185,489 + 2 + 2 \cdot (0,068) + 1,8$	$189,42_{-1,3}^{+2,7}$
$d_{d4} = 158 \pm 0,08$ мм	$d_{z4\text{чист}} = 158 + 0,4 + 2 \cdot (0,068) + 0,16$ $d_{z4\text{черн}} = 158,696 + 3 + 2 \cdot (0,068) + 3,6$	$165,432_{-1,2}^{+2,4}$
$d_{d5} = 115 \pm 0,017$ мм	$d_{z5\text{шлиф}} = 115 - 0,2 - 2 \cdot (0,0868) - 0,034$ $d_{z5\text{чист}} = 114,59 - 1 - 2 \cdot (0,0318) - 0,14$ $d_{z5\text{черн}} = 113,38 - 2,7 - 2 \cdot (0,1068) - 1,4$	$109,075_{-1,2}^{+2,4}$
$d_{d6} = 87,5_{-0,87}^{+0,87}$ мм	$d_{z6\text{чист}} = 87,5 - 1,2 - 2 \cdot (0,1268) - 0,22$ $d_{z6\text{черн}} = 85,82 - 2,4 - 2 \cdot (0,1268) - 1,4$	$81,772_{-1,1}^{+2,1}$
$d_{d7} = 115 \pm 0,017$ мм	$d_{z7\text{шлиф}} = 115 - 0,2 - 2 \cdot (0,0868) - 0,034$ $d_{z7\text{чист}} = 114,59 - 1 - 2 \cdot (0,0318) - 0,14$ $d_{z7\text{черн}} = 113,38 - 2,7 - 2 \cdot (0,1068) - 1,4$	$109,075_{-1,2}^{+2,4}$

Таким образом, произведя расчет эксцентриситетов припусков технологического процесса обработки детали «Шестерня», проверили правильность проставленных на чертеже радиальных биений и рассчитали диаметральные размеры заготовки с поправкой на ошибку, возникающую из-за смещения осей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Проектирование технологических процессов в машиностроении: Учебное пособие для вузов/ И.П. Филонов, Г.Я. Беляев, Л.М. Кожуро и др.; Под общ. ред. И.П. Филонова; +CD. – Мн.: УП «Технопринт», 2003. – 910 с.
2. Матвеев В.В., Бойков Ф.И., Свиридов Ю.Н. Проектирование экономических технологических процессов в машиностроении. Челябинск: Южно-Уральское книжное изд-во, 1979, 111 с.
3. Проектирование техпроцессов механической обработки в машиностроении /Под ред. В.В. Бабука. – Мн.: Вышэйшая школа, 1987. – 256 с.
4. Справочник технолога- машиностроителя, т.1./Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова -4-ое изд., пер. и доп. – М.: Машиностроение, 1986. 656 с., ил.
5. Размерный анализ технологических процессов: сборник практических работ/ сост.: Г.Я. Беляев [и др.]. – Минск: БНТУ, 2010. – 351 с.

НОВЫЙ ПОДХОД К ОПТИМИЗАЦИИ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ НА ПРИМЕРЕ ЗУБОНАРЕЗАНИЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ШЕСТЕРЕН

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

При оптимизации режимов резания целевыми параметрами обычно являются себестоимость и производительность операции. При этом наиболее часто задача оптимизации формулируется следующим образом:

1. Определение режимов резания, при которых достигается наименьшая себестоимость операции при условии, что на производительность процесса ограничения не накладываются.
2. Расчет режимов резания наибольшей производительности (минимального значения штучного времени) при отсутствии ограничений себестоимости обработки.

Методики оптимизации режимов резания для указанных условий теоретически разработаны достаточно полно [1, 2, 3], хотя на практике режимы резания обычно устанавливаются по справочникам на основе опытно-статистических данных.

В большей степени реальным производственным условиям соответствует следующая постановка задачи оптимизации режимов резания: установление режимов резания, обеспечивающих минимальное значение себестоимости операции при заранее заданной производительности. Производительность обработки характеризуется значением $C = VS$, где V и S соответственно скорость резания, м/мин и подача, мм/об. При заданной программе выпуска число станков, необходимых для выполнения данной операции, зависит от времени обработки, которое в свою очередь определяется значением C . Для различных условий производства имеются свои ограничения на число однотипных станков, используемых для выполнения одной операции.

При оптимизации режимов резания необходимо также учитывать их влияние на качество продукции. Как показали наши исследования [4], при зубофрезеровании цилиндрических шестерен червячными фрезами режимы резания в наибольшей степени влияют на точность зубчатых колес. Поэтому при оптимизации режимов зубофрезерования цилиндрических шестерен червячными фрезами наряду с ограничениями на себестоимость и производительность обработки нами предложено учесть и ограничения на важнейшие показатели точности зубьев, связанные с режимами зубофрезерования.

В этом случае в качестве целевой функции принимается доля себестоимости операции C_p , зависящая от режимов резания

$$C_p = T_0 E_p + \frac{\text{Эк}}{R}, \quad (1)$$

где T_0 – основное время операции; E_p – себестоимость 1 мин работы станка и рабочего; Эк – сумма всех затрат за период стойкости T инструмента; R – число заготовок, обработанных за период стойкости.

Решение задачи оптимизации режимов резания производится для заданных оборудования и инструмента. В этих условиях, как видно из формулы (1), минимальное значение C_p будет иметь место при максимальной стойкости T инструмента.

Таким образом, операционная модель предложенного нами метода оптимизации режимов резания может быть записана в виде:

$$\left. \begin{array}{l} T \rightarrow \max \\ N \leq N_{\text{рек.}} \\ F \leq F_{\text{доп.}} \end{array} \right\}, \quad (2)$$

где N , $N_{рек}$ – расчетное и рекомендуемое число станков на операции; F , $F_{доп}$ – достижимое при данных режимах резания и допустимое на данной операции значения важнейшего показателя (лей) точности обрабатываемой детали.

Для выбора ограничений, принятых в модели (2), необходимо установить значения C , от которых зависят величины N , F и T , и внутри которых должно располагаться значение $C_{опт} = V_{опт} \cdot S_{опт}$.

В условиях мелкосерийного производства рекомендуется $N_p = 1-2$, среднесерийного производства – $N_p = 2-3$, крупносерийного производства – $N_p = 2-4$. Величина N зависит от времени выполнения операции

$$N = \frac{T_{шт.(шт.-к.)}}{t}, \text{ шт.} \quad (3)$$

где $T_{шт.(шт.-к.)}$ – штучное или штучно-калькуляционное время выполнения операции; t – темп выпуска.

$$T_{шт.(шт.-к.)} \approx \varphi_k \cdot T_o, \quad (4)$$

где φ_k – коэффициент, учитывающий другие составляющие $T_{шт.(шт.-к.)}$ помимо T_o ; T_o – основное время операции. φ_k для зуборезных работ равен 1,66 для мелкосерийного производства и 1,27 для средне- и крупносерийного производства.

$$t = \frac{60F_d}{N_{вып.}}, \quad (5)$$

где F_d – действительный годовой фонд времени работы оборудования в заданном режиме; $N_{вып.}$ – годовая программа выпуска деталей.

При зубофрезеровании шестерен червячными фрезами

$$T_o = \frac{L_{р.х.} \cdot z_d}{S_o \cdot n \cdot \varepsilon \cdot q}, \quad (6)$$

где $L_{р.х.}$ – длина рабочего хода, мм; z_d – число зубьев обрабатываемой шестерни; S_o – подача, мм/об.; n – число оборотов фрезы; q – число одновременно обрабатываемых деталей; ε – число заходов фрезы.

Задавшись $N_{рек}$, можно определить $S_o n$ или SV , удовлетворяющее условию $N \leq N_{рек}$.

Сочетание SV удовлетворяющее условию $F \leq F_{доп}$, можно установить с помощью ранее разработанных нами рекомендаций [4] (см. табл.1).

Значение $C = VS$, обеспечивающее T_{max} с учетом характера зубообработки (однократная, предварительная, чистовая), вида инструмента и некоторых других факторов можно предварительно определить с помощью рекомендаций, приводимых в справочной литературе, например, в [5].

Однако для определения режимов резания, обеспечивающих требования модели (2) и учитывающих фактические условия зубонарезания, необходимо выполнить эксперимент по схеме ПФЭ, установить параметры зависимости $T = f(V, S)$ и выполнить описанные ниже расчеты.

При выполнении указанного ПФЭ области предельных значений V и S должны включать найденные выше значения, а также учитывать возможности используемых на данной операции оборудования и оснастки.

Как показали многочисленные исследования [1, 2, 3], в наилучшей степени зависимость стойкости инструмента от режимов резания описывается выражением:

$$T = K \cdot V^m \cdot S^n, \quad (7)$$

где K – постоянный коэффициент, учитывающий условия обработки; V – скорость резания, м/мин; S – подача, мм/об.; m, n – показатели степени.

Для приведения зависимости (7) к линейному виду прологарифмируем ее.

$$\ln T = \ln K + m \ln V + n \ln S \quad (8)$$

Таблица 1 – Достижимые значения точности цилиндрических зубчатых колес при различных режимах зубофрезерования (материал зубчатых колес – стали 25ХГТ, 20ХНЗА, модуль $m = 3,5 - 6,3$ мм, диаметр делительной окружности $d = 120 - 400$ мм) [4]

Режимы резания		Показатели точности цилиндрических зубчатых колес			
V , м/мин	S_0 , мм/об	$F_{гр}$, мм	F_{ir} , мм	f_{ir} , мм	$F_{\beta r}$, мм
25 – 30	1,5	0,100	0,120	0,040	0,019
	2,5	0,110	0,130	0,044	0,028
	3,5	0,120	0,140	0,048	0,037
30 – 35	1,5	0,110	0,130	0,044	0,028
	2,5	0,120	0,140	0,048	0,037
	3,5	0,130	0,150	0,052	0,046
35 – 40	1,5	0,120	0,140	0,048	0,037
	2,5	0,130	0,150	0,052	0,046
	3,5	0,140	0,160	0,056	0,055
40 – 45	1,5	0,130	0,150	0,052	0,046
	2,5	0,140	0,160	0,056	0,055
	3,5	0,150	0,170	0,060	0,064
45 – 50	1,5	0,140	0,160	0,056	0,055
	2,5	0,150	0,170	0,060	0,064
	3,5	0,160	0,180	0,064	0,073

Зависимость (8) можно представить в виде:

$$\eta = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 \quad (9)$$

Здесь x_1 и x_2 – кодированные значения V и S ; $\beta_0, \beta_1, \beta_2$ – истинные значения коэффициентов.

С учетом эффекта взаимодействия значений V и S , что определяется природой процесса резания, зависимость (9) можно записать в виде

$$y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_{12} x_1 x_2, \quad (10)$$

где $y = \ln T$; b_0, b_1, b_2, b_{12} – выборочные оценки значений коэффициентов.

Значения указанных коэффициентов можно определить по результатам ПФЭ по известным формулам [6].

Нами выполнено экспериментальное исследование зависимости вида (10) по схеме ПФЭ в условиях Минского завода шестерен. Производилась обработка цилиндрических зубчатых колес ($m = 4$ мм, $z = 37$, материал – сталь 18ХГТ, НВ 156...207) на станке 5В312 стандартными червячными фрезами из сталей Р18, Р6М5, Р6М3. Значения V составляли 29,2 и 52,9 м/мин, значения S – 1,64 и 4,08 мм/об. Были получены следующие зависимости для фрез из сталей Р6М5, Р18, Р6М3:

$$y = 4,65 - 0,69x_1 - 0,95x_2 + 0,43x_1x_2 \quad (11)$$

$$y = 4,75 - 0,74x_1 - 0,97x_2 + 0,43x_1x_2 \quad (12)$$

$$y = 4,41 - 0,45x_1 - 0,67x_2 + 0,23x_1x_2 \quad (13)$$

Были подтверждены адекватность этих зависимостей опытным данным и достоверность их коэффициентов.

Анализ этих зависимостей показал, что рассмотренные материалы режущей части червячных фрез не оказывают на них существенного влияния. Анализ ранее выполненных работ [1, 2, 3], производственный опыт подтверждают, что в области используемых режимов резания влияние других факторов на стойкость фрез несоизмеримо с влиянием режимов резания. Поэтому при оптимизации режимов зубофрезерования можно использовать в практических целях с достаточной точностью установленные для данных условий зависимости $T = f(V, S)$ вида (7) или (10).

Рассмотрим методику определения оптимальных значений V и S при заданном $C=VS$, как характеристике производительности процесса зубонарезания.

При $C = \text{const}$ величину V можно выразить через C и S , а величину S – через C и V и построить графики зависимостей $T = f(V)$ и $T = f(S)$. Для выполненных исследований были построены такие графики для фрез из сталей Р6М5, Р18 и Р6М3 (см. рис. 1).

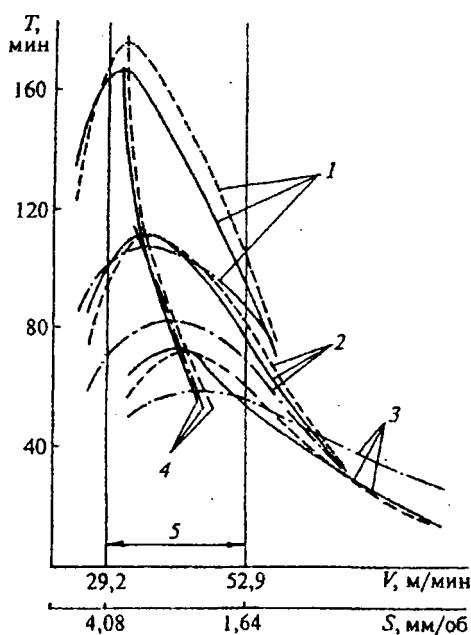


Рис. 1. Изменение стойкости червячных фрез при постоянной производительности.

Материал режущей части инструмента:
 Р6М5 ———; Р18 - - - -; Р6М3 - · - · -; 1 - C_1 ; 2 - C_2 ; 3 - C_3 ($C_1 < C_2 < C_3$);
 4 - линия изменения максимальных значений стойкости;
 5 - диапазон скоростей и подач, охваченных экспериментом

Полученные кривые имеют один экстремум. Как известно [7], экстремум некоторой функции, если он существует, достигается при равенстве нулю ее частных производных по всем неизвестным. Для зависимости (7) это условие можно записать как

$$\frac{\partial T}{\partial V} = 0, \quad \frac{\partial T}{\partial S} = 0, \quad (14)$$

После логарифмирования обеих частей уравнения (6) мы получили зависимость (10), где $y = \ln T$.

В этой зависимости

$$x_1 = a_1 + a_2 \ln V \quad (15)$$

$$x_2 = k_1 + k_2 \ln S \quad (16)$$

где a_1, a_2, k_1, k_2 – коэффициенты, зависящие от предельных значений V и S , используемых в ПФЭ, по результатам которого найдена зависимость (10). Коэффициенты b_0, b_1, b_2, b_{12} этой зависимости определены по известным формулам [6]. Значения x_1 и x_2 определяют по формулам

$$x_1 = \frac{2(\ln V - \ln V_{\max})}{\ln V_{\max} - \ln V_{\min}} + 1 \quad (17)$$

$$x_2 = \frac{2(\ln S - \ln S_{\max})}{\ln S_{\max} - \ln S_{\min}} + 1 \quad (18)$$

Для расчета a_1, a_2, k_1, k_2 используют формулы

$$a_1 = \frac{\ln V_{\max} + \ln V_{\min}}{\ln V_{\max} - \ln V_{\min}} \quad (19)$$

$$a_2 = \frac{2}{\ln V_{\max} - \ln V_{\min}} \quad (20)$$

$$k_1 = \frac{\ln S_{\max} + \ln S_{\min}}{\ln S_{\max} - \ln S_{\min}} \quad (21)$$

$$k_2 = \frac{2}{\ln S_{\max} - \ln S_{\min}} \quad (22)$$

Здесь $V_{\min}, V_{\max}, S_{\min}, S_{\max}$ – предельные значения V и S , использованные при ПФЭ для нахождения зависимости (10).

Прологарифмируем выражение $C = VS$ и выразим $\ln S$ через $\ln V$ и $\ln C$,

$$\ln S = \ln C - \ln V \quad (23)$$

Приводим формулу (16) к виду

$$x_2 = k_1 + k_2 (\ln C - \ln V) \quad (24)$$

После подстановки в уравнение (8) значения $\ln S$ из формулы (23), а также значений x_1 и x_2 из формул (15) и (24) и объединения общих множителей при $\ln V, \ln C \cdot \ln V, \ln^2 V$, а также свободных членов уравнений получим

$$\ln T = B_0 + B_1 \ln V + B_2 \ln C \cdot \ln V - B_3 \ln^2 V, \quad (25)$$

$$\text{где } B_0 = b_0 + b_1 a_1 + b_2 k_1 + b_2 k_2 \ln C + b_{12} a_1 k_1 + b_{12} a_1 k_2 \ln C \quad (26)$$

$$B_1 = b_1 a_2 + b_2 k_2 + b_{12} a_1 k_2 + b_{12} a_2 k_1 \quad (27)$$

$$B_2 = B_3 = b_{12}a_2k_2 \quad (28)$$

Для определения $V_{\text{опт}}$, при которой $T = T_{\text{max}}$, найдем производную $\frac{\partial \ln T}{\partial \ln V}$ из зависимости (25) и приравняем ее 0.

$$\frac{\partial \ln T}{\partial \ln V} = B_1 + B_2 \ln C - 2B_3 \ln V = 0 \quad (29)$$

Откуда

$$B_1 + B_2 \ln C = 2B_3 \ln V \quad (30)$$

Из зависимости (30) определяем

$$V_{\text{опт}} = e^{\frac{B_1 + B_2 \ln C}{2B_3}} = e^{\frac{B_1}{2B_3} + \frac{B_2}{2B_3} \ln C} = e^{n_1 + n_2 \ln C} \quad (31)$$

Подставляя вместо значений B_1, B_2, B_3 их выражения из зависимостей (27), (28), получаем

$$n_1 = \frac{b_1 a_2 + b_2 k_2 + b_{12} a_1 k_2 + b_{12} a_2 k_1}{2b_{12} a_2 k_2} \quad (32)$$

$$n_2 = \frac{b_{12} a_2 k_2}{2b_{12} a_2 k_2} = 0,5$$

$$\text{Таким образом, } V_{\text{опт}} = e^{n_1 + 0,5 \ln C} \quad (33)$$

Как видно из рис. 1, скорость зубофрезерования, соответствующая T_{max} , принимает близкие значения для всех используемых в эксперименте марок быстрорежущей стали. Этот вывод подтверждается проведенными расчетами коэффициента n_1 по формуле (32) для каждой марки быстрорежущей стали. В результате получили формулы для определения оптимальной скорости резания:

$$\text{для стали P18} \quad V_{\text{опт}} = e^{1,31 + 0,5 \ln C}; \quad (34)$$

$$\text{для стали P6M5} \quad V_{\text{опт}} = e^{1,32 + 0,5 \ln C}; \quad (35)$$

$$\text{для стали P6M3} \quad V_{\text{опт}} = e^{1,34 + 0,5 \ln C}. \quad (36)$$

Усредненное выражение формулы для определения оптимальных режимов зубофрезерования фрезами из быстрорежущих сталей нормальной производительности при заданной производительности операции S можно принять в следующем виде

$$V_{\text{опт}} = e^{1,32 + 0,5 \ln C} \quad (37)$$

Таким образом, оптимизация режимов резания по предлагаемой методике выполняется в следующей последовательности.

1. Выбор 3-х значений $C = VS$ и областей изменения V и S с помощью ограничений (2).

2. Экспериментальное определение зависимости $T = f(V, S)$ вида (10) для заданных областей изменения V и S .
3. Расчет коэффициентов a_1, a_2, k_1, k_2 по формулам (19) – (22).
4. Расчет коэффициента n_1 для зависимости (33) по формуле (32).
5. Расчет 3-х значений $V_{\text{опт}}$ по формуле (33) для 3-х значений C , установленных для данных условий обработки при подготовке исходных данных (см. п.1) и 3-х значений x_1, x_2 по формулам (17), (24). В формулы (17), (24) вместо V подставляют $V_{\text{опт}}$, найденные ранее по формуле (33).
6. Расчет 3-х значений T по зависимости (10) для 3-х значений x_1 и x_2 .
7. Выбор в качестве приемлемого значения $V_{\text{опт}}$, и соответствующего ему C тех значений этих параметров, которые обеспечивают T_{max} для 3-х рассмотренных сочетаний C и $V_{\text{опт}}$.
8. Определение $S_{\text{опт}} = C/V_{\text{опт}}$, где C и $V_{\text{опт}}$ – значения, принятые выше в п.7.

Если условия зубообработки близки к тем, которые имели место при выполненном нами экспериментальном определении зависимости $T = f(V, S)$, то в п.п. 2, 3, 4 могут быть использованы полученные нами зависимости (11) – (13), (34) – (37).

Совместно с А.Т. Ковальковым разработана программа расчета оптимальных режимов зубофрезерования цилиндрических шестерен червячными фрезами на языке программирования Турбо-Паскаль 7.0 по описанной выше методике.

ВЫВОДЫ

1. Предложенная методика оптимизации режимов резания позволяет для заданных условий обработки минимизировать ее себестоимость при обеспечении требуемой производительности и качества продукции.
2. Для характерных для общего машиностроения условий зубофрезерования цилиндрических шестерен червячными фрезами получены зависимости $T = f(V, S)$ и $V_{\text{опт}} = f(C)$, где C – ограничение по производительности обработки.
3. Разработано программное обеспечение предложенной методики оптимизации режимов резания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Макаров А.Д. Износ и стойкость режущих инструментов. –М.: Машиностроение, 1966. –372 с.
2. Сабиров М.А. Исследование вопросов оптимального резания при зубофрезеровании цилиндрических зубчатых колес червячными фрезами: Дис. ... канд. техн. наук : 05.07.04/УАИ – Уфа, 1974.
3. Клушин М.И. Резание металлов: Учеб. пособие. – Горький: Изд-во М-ва высш. и сред. спец. образов. РСФСР, 1970. –4.3 – 101 с.
4. Технология производства и методы обеспечения качества зубчатых колес и передач: учеб. пособие / Под общ. ред. В.Е. Старжинского, М.М. Кане. –СПб.: Профессия, 2007. – 832 с.
5. Режимы резания металлов. Справочник. Изд-е 4-е, перераб. и дополн. Под ред. А.Д. Корчемкина / Ю.В. Барановский, Л.А. Брахман, А.И. Гдалевич и др. –М.: НИИТАвтопром, 1995. – 456 с.
6. Кане М.М. Основы научных исследований в технологии машиностроения. –Мн.: Вышэйшая школа, 1987. –230 с.

ОСОБЕННОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ ЦВЕТОВОЙ ГАММЫ ИОННО-ПЛАЗМЕННЫХ ЗАЩИТНО-ДЕКОРАТИВНЫХ ПОКРЫТИЙ

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

В настоящее время производство товаров невозможно представить без нанесения пленочных покрытий в вакууме. Товары, произведенные при помощи ионно-плазменного метода, постоянно используются как в повседневном обиходе человека, так и в промышленности.

По роду своего применения покрытия можно разбить на два класса: декоративно-защитные и функциональные.

Когда говорят о «функциональности», чаще всего имеют в виду полезное использование физических и химических свойств покрытий: электрических, оптических, магнитных, механических, коррозионных и каталитических, или их комбинации (оптических и электрических - пленки окисла сплава индий-олово обладают одновременно и оптической прозрачностью и электропроводностью). В качестве функциональных покрытий чаще всего используются пленки металлов в виде сплавов и их соединений с кислородом, азотом, углеродом (так называемые реактивные покрытия).

Особенно актуально то, что при достаточно высоких уровнях ионного воздействия можно получать так называемые «ионные» реактивные покрытия (пленки нитридов, карбидов, оксидов металлов), обладающие комплексом экстраординарных механических, теплофизических и оптических свойств (высокой твердостью, износостойкостью, электро- и теплопроводностью, оптической плотностью), коренным образом отличающихся от гальванических покрытий и покрытий, полученных вакуумной дугой, с их пористостью и капельной фазой.

С помощью вакуумных методов нанесения защитно-декоративных покрытий возможно формировать пленки из различных металлов и их соединений титана, циркония, алюминия, серебра, хрома, никеля, ниобия, тантала, нержавеющей стали, нитрида титана ($TiNx$), нитрида циркония ($ZrNx$), оксида титана ($TiOx$), оксида циркония ($ZrOx$), оксида алюминия (Al_2O_3), оксикарида титана ($TiCxOy$), оксикарида циркония ($ZrCxOy$), карбонитрида титана ($TixNyCz$), карбонитрида циркония ($ZrxCyCz$) и т.д.

Путём применения различного сочетания реактивных газов (азота, ацетилен, кислорода, углекислого газа) можно получить практически любой цветовой оттенок.

Декоративно-защитные покрытия наносятся вакуумными методами на изделия из меди, латуни, мельхиора, нейзильбера, стали, алюминиевых сплавов, томпака, пластмасс, стекла, керамики, и т.д. Так, ионно-плазменное напыление применяется при изготовлении плоских металлических листов с декоративным покрытием, деталей наружной рекламы (объемных металлических букв и табличек), оформления кабин лифтов, в качестве кровельного материала храмов и общественных зданий; плоских деталей солнечных коллекторов с селективными поглощающими покрытиями; объемных деталей металлической мебели, замков, петель, другой фурнитуры, элементов проемов зданий, кованых и сварных элементов лестничных ограждений, деталей сантехники (полотенцесушителей, кранов, смесителей и пр.), автомобильной фурнитуры с защитно-декоративными покрытиями, наносимыми в вакууме взамен или совместно с традиционными гальваническими покрытиями.

Для исправления недостатков шероховатости и фактуры поверхности заготовок, получения требуемых механических и коррозионных свойств поверхности изделий необходимо наносить на некоторые материалы дополнительно барьерные (запирающие) слои. В качестве барьерных слоёв применяются гальванические (хром, медь-хром), лакокрасочные материалы (например, при напылении на пластмассы). Иногда на декоративные покрытия наносятся защитные пленки (например, лаковые при напылении на пластик).

Качество декоративно-защитных покрытий целиком и полностью определяется качеством поверхности заготовок (шероховатость, фактура и т. д.), качеством подготовки поверхности заготовок (наличие загрязнений, наличие окисных плёнок, степень активации поверхности ионным травлением), культурой производства.

Вакуумное ионно-плазменное напыление является финишной операцией. Не допускается последующая механическая обработка деталей, их пайка, сварка.

Себестоимость нанесения декоративно-защитных покрытий зависит от габаритов, формы и материала деталей, требований, предъявляемых к покрытию, годового объёма выпуска деталей (вакуумные ионно-плазменные методы напыления относятся к промышленным методам производства).

Цвета декоративно-защитных покрытий принято представлять в так называемых единицах Cielab (sccm), полученных в результате обработки данных отражения покрытий от источника света, наиболее сильно приближающегося к спектральному распределению дневного света (типа С) по параметрам L (блеск покрытия), +a (красный цветовой компонент), -a (зелёный цветовой компонент, +b (жёлтый цветовой компонент), -b (синий цветовой компонент).

Для получения декоративных покрытий металлического цвета на деталях из пластмасс широко используется в качестве материала катода алюминий. Алюминий обладает более высоким коэффициентом отражения, является более легкоплавким металлом по сравнению с титаном, цирконием. Однако поверхность алюминия очень быстро окисляется, поэтому необходимо на алюминиевую плёнку наносить защитное лаковое покрытие.

Очень широко используются для получения покрытий золотистого цвета. Покрытия на основе титана и циркония имеют более низкие коэффициенты отражения по сравнению с золотыми покрытиями.

Таблица 1 – Цветовые компоненты покрытий из TiNy в зависимости от расхода N₂

F _{N₂} , sccm.	L	+a	+b
15	72	0,9	6
20	75	0,8	5,5
25	74	0,87	5,7
35	73	0,5	12
38	73	0,63	18
40,5	75	1,5	22,3
44	71	3,2	34
47	70	6,4	35

Таблица 2 – Сравнение цветов золота и нитрида титана

Материал/цвет	L (блескпокр.)	+a	+b
Золото (24 кар.)	89	3,0	40
Нитрида титана	71	3,2	34

Таблица 3 – Цветовые компоненты покрытий из WxNy в зависимости от расхода N₂

F _{N₂} , sccm.	L	+a	+b
50	75	0	2,2
100	75	0	3
150	78	0	2,1
200	73	0	2

Карбиды, оксикарбиды, карбонитриды титана и циркония получают при использовании ацетилена или углекислого газа в качестве реактивных газов; в процессе распыления титана и циркония возможно получить серые, чёрно-серые и коричнево-чёрно-серые цвета.

Таблица 4 – Цветовые компоненты покрытий $Ti_xN_yC_z$ в зависимости от расхода N_2 и C_2H_2

F_{N_2} , sccm.	$f_{C_2H_2}$, sccm.	+a	+b
27,0	4,1	2,1	27,3
26,5	5,0	4,7	27,0
23,5	8,0	8,8	19,8
23,3	8,3	4,9	19,2
23,1	8,4	2,8	18,9
22,7	9,0	3,2	17,4
22,5	9,4	3,9	16,5
22,4	9,5	3,5	15,6

Нанесение декоративно-защитных покрытий с помощью вакуумных ионно-плазменных (вакуумно-дугового и магнетронного) методов напыления находит все более широкое распространение благодаря высокому качеству получаемых декоративно-защитных плёнок и экологической чистоте производства, что особенно важно в современных условиях производства.

ЛИТЕРАТУРА

1. <http://5ka.ru>.
2. <http://nitridtitana.ru>.
3. <http://www.plasma.megamir.ru>
4. <http://www.plasmacentre.ru>

УДК 621.7/9.048.7

Котов С.Ю., Беляев Г.Я.

ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА МЕТОДОМ НАНЕСЕНИЯ ИОННО-ПЛАЗМЕННЫХ ПОКРЫТИЙ

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

В процессе работы режущий инструмент (РИ) подвергается частичному или полному износу. Существует ряд технологических способов обработки рабочей поверхности, направленных на ее упрочнение, наиболее прогрессивным и эффективным из которых является метод нанесения на поверхность инструмента покрытий из твердых соединений.

Износостойкое покрытие (ИП) – слой материала (как правило, химического соединения тугоплавких металлов) на поверхности инструментальной основы, который отличается по своим кристаллохимическим, физико-механическим и теплофизическим свойствам от соответствующих свойств основы. Назначение ИП – повышение периода стойкости РИ путем увеличения микротвердости, коррозионной стойкости и термодинамической устойчивости поверхностного слоя, а также снижения фрикционного взаимодействия РИ и обрабатываемого материала.

Широкое промышленное использование РИ с износостойкими покрытиями позволяет решать целый комплекс следующих вопросов:

- значительно повышать период стойкости и надежность РИ;
- увеличивать производительность процессов обработки резанием;
- сократить удельный расход дорогостоящих инструментальных материалов и дефицитных элементов (вольфрам, молибден, тантал, кобальт) для их изготовления;
- расширить область использования твердых сплавов и сократить номенклатуру применяемых сплавов стандартных марок;
- повысить качество поверхностного слоя и точность размеров обработанных деталей.

Нанесение ИП на инструментальные материалы позволяет приблизиться к решению задачи создания “идеального” инструментального материала, обладающего высокой износостойкостью поверхностного слоя в сочетании с достаточной прочностью и вязкостью основы. Инструмент с ИП удовлетворяет самым высоким требованиям работоспособности и надежности, а также качества и производительности обработки резанием.

Процессы физического осаждения покрытий (ФОП) обычно включают вакуумное испарение тугоплавкого металла – образователя соединения покрытия, его частичную или полную ионизацию, подачу реакционного газа, химические и плазмохимические реакции, конденсацию покрытия на рабочих поверхностях РИ.

Среди методов ФОП наибольшее распространение в нашей стране получил метод конденсации ИП из плазменной фазы в вакууме с ионной бомбардировкой поверхности РИ (метод КИБ). Разработаны и применяются также методы ионного плакирования и ионизированного реактивного напыления (“Спатерин”), магнетронно-ионного распыления (метод МИР) и другие (ионное плакирование, метод реактивного электронно-лучевого плазменного осаждения покрытий из пароплазменной фазы в вакууме (РЭП), активированного реактивного напыления (ARE)) [2].

Метод катодно-ионной бомбардировки (КИБ) основан на генерации вещества катодным пятном вакуумной дуги сильноточного низковольтного разряда, развивающегося исключительно в парах материала электрода. Подача в вакуумное пространство реагирующих газов (азота, метана и др.) в условиях ионной бомбардировки приводит к конденсации покрытия на поверхности РИ благодаря протеканию плазмохимических реакций [1].

Все процессы испарения, образования соединений, ионной бомбардировки и конденсации ИП происходят в вакуумной камере, металлический корпус которой служит анодом. Катод изготавливают из тугоплавкого материала, подлежащего испарению. Особенность метода КИБ заключается в ускорении ионов вещества путем создания отрицательного заряда (относительно корпуса камеры) на режущем инструменте. Характерная особенность метода КИБ – это высокая химическая активность испаряющегося материала, обусловленная образованием конденсата при электродуговом испарении материала катода, за счет которого конденсат преобразуется в высоко ионизированный поток низкотемпературной плазмы.

Процесс КИБ можно представить в виде двух последовательно протекающих процессов:

- ионной бомбардировки, предназначенной для термомеханической активации, залечивания дефектов и очистки поверхности основы ионами испаряемого электрода, ускоренными до энергии (1–3) кэВ;
- собственно конденсации покрытия.

Для регулирования физических характеристик и скорости плазменного потока, а также для достижения больших плотностей ионного потока используют специальные плазмооптические устройства. С целью отсеивания капельной фазы ионного потока применяются сепараторы плазменного потока.

Важное преимущество метода КИБ – низкий температурный режим процесса, что позволяет наносить ИП как на твердосплавный, так и на быстрорежущий РИ.

За счет варьирования технологических параметров конденсации можно изменять свойства ИП. Например, микротвердость можно изменять в пределах 21–36 ГПа и выше, что позволяет наносить многослойные комбинированные ИП с чередующимися слоями различной твердости, или ИП с равномерно изменяющейся твердостью. Это дает возможность обеспечить оптимальное сочетание износостойкости, прочности и трещиностойкости ИП для различных условий работы РИ.

Качество ИП КИБ зависит в значительной степени от состояния поверхностей инструмента. При наличии загрязнений в результате локального газовыделения между РИ и корпусом камеры возникают микродуги, искажается газовый состав в камере. Поэтому необходима тщательная очистка РИ, подлежащего упрочнению [1]. Процесс подготовки РИ перед нанесением ИП состоит в шлифовании и доводке с получением шероховатости поверхности не выше Ra 0,32, удалении загрязнений и обезжиривании путем промывки в бензине или растворах моющих средств с использованием ультразвуковой мойки и сушке сжатым воздухом [1].

В настоящее время применяются одно- и многослойные ИП не только на основе карбидов, нитридов и карбонитридов титана, но также на основе аналогичных соединений других тугоплавких металлов (Hf, Nb, Ta, Cr, Zr, Mo) и их композиций (TiZrN, TiAlCN, TiMoN, TiAlN, TiMoCN и др.).

Совершенствование ИП направлено по пути создания сложных многокомпонентных покрытий и многослойных покрытий, включающих слои как простого, так и сложного состава. Данные типы ИП обладают высокими физико-механическими свойствами (микротвердостью, трещиностойкостью и др.), прочностью сцепления с инструментальной основой и обеспечивают высокую работоспособность РИ. Многослойные покрытия (МП) позволяют наиболее полно учесть условия процесса резания, поэтому при конструировании таких покрытий используются результаты анализа механизма износа и разрушения поверхностей РИ.

Так, потеря работоспособности торцовых фрез с ИП при фрезеровании заготовок из конструкционных углеродистых сталей обусловлена разрушением ИП в результате образования в нем трещин. Причиной возникновения такого рода трещин являются переменные тепловые нагрузки, возникающие при чередовании рабочего и холостого ходов режущего инструмента (РИ). Для повышения работоспособности торцовых фрез применяют многослойные покрытия, эффективность которых выше по сравнению с однослойными. Эффективность МП может быть повышена за счет увеличения их трещиностойкости и прочности адгезионной связи с инструментальной основой. Трещиностойкость можно повысить за счет создания барьеров на пути движения трещин в виде дополнительных границ МП, а также трещиностойкости отдельных его слоев. На основе анализа механизма разрушения МП в процессе резания и положений теории разрушения твердых тел разработана конструкция трехслойного покрытия с чередующимися по твердости слоями – «мягкие» верхний и нижний слои и промежуточный «твердый» слой, которая обеспечивает благоприятное напряженное состояние на границах отдельных слоев покрытия и на границе с инструментальной основой при движении через них трещин. При этом промежуточный слой должен иметь не только большую твердость по сравнению с выше- и нижележащими слоями, но и для эффективного торможения трещин должен обладать высокой трещиностойкостью.

В качестве промежуточного твердого слоя в МП целесообразно использовать покрытие TiZrN. Верхним слоем может служить нитрид титана TiN, который обеспечивает наибольшее снижение контактной температуры и наименьшую амплитуду ее колебания за время рабочего и холостого ходов РИ; в качестве нижнего – карбонитрид титана TiCN, имеющий высокий уровень сжимающих остаточных напряжений. Таким образом, конструкция МП для условий прерывистого резания имеет вид TiCN-TiZrN-TiN.

Конструкция МП, то есть общая толщина и толщина составляющих слоев, оказывает влияние на его механические свойства: микротвердость, прочность сцепления с инструментальной основой и трещиностойкость.

Наиболее существенное влияние на микротвердость оказывает толщина промежуточного слоя TiZrN. При этом наибольшее его влияние имеет место для МП толщиной 4,5 мкм, для МП толщиной 6 мкм оно менее заметно, а для МП толщиной 7,5 мкм наименее существенно. Повышение толщины слоя TiCN также ведет к увеличению микротвердости, но влияние его меньше, чем влияние слоя TiZrN. Снижение влияния твердых слоев TiZrN и TiCN на микротвердость с ростом общей толщины МП вероятно связано с одновременным увеличением толщины верхнего более мягкого слоя TiN, микротвердость которого существенно меньше по сравнению с промежуточным и нижним слоями МП.

Максимальная величина микротвердости имеет место для МП толщиной 4,5 и 6,0 мкм при толщинах слоя TiZrN равных соответственно (55 – 44) % и (55 – 33) % и слоя TiCN соответственно (22 – 33) % и (25 – 42) % от общей толщины; для МП толщиной 7,5 мкм – при толщине слоев TiZrN и TiCN соответственно 40 % и (27 – 40) %. Повышение микротвердости трехслойных покрытий по сравнению с двухслойным TiCN-TiN составило (13,5 – 16,5) % в зависимости от конструкции МП (максимальные значения величины микротвердости для трехслойных МП 38,7 – 39,6 ГПа, для двухслойного покрытия TiCN-TiN – 34,1 ГПа).

Прочность сцепления покрытия с подложкой характеризуется коэффициентом отслоения и коэффициентом трещиностойкости.

Коэффициент отслоения (K_0) используют для оценки прочности сцепления ИП с инструментальной основой. При определении коэффициента K_0 используют метод алмазного индентирования на твердомере (например, твердомер ТК-2М) образцов с ИП. Коэффициент K_0 рассчитывают по формуле:

$$K_0 = S_0/S_L,$$

где S_0 – площадь отслоения ИП вокруг лунки от индентора; S_L – площадь лунки от индентора.

Наибольшее влияние на коэффициент отслоения оказывает толщина нижнего слоя TiCN. При этом данное влияние зависит от соотношения толщины данного слоя с промежуточным слоем TiZrN и верхним TiN. Причем в целом варьирование толщины TiCN приводит к изменению коэффициента отслоения на (41 – 260) % (коэффициента отслоения изменяется в пределах от 0,21 до 0,55). Подобная закономерность в различной степени наблюдается для всех толщин МП, а наибольшее влияние слоя TiCN и соотношения его толщины с промежуточным слоем TiZrN имеет место при общей толщине МП 6 мкм. Зависимости коэффициента отслоения от толщины слоев МП имеют экстремальный характер, а минимум данных зависимостей наблюдается при толщине слоя TiCN в пределах 1,5 – 2,5 мкм в зависимости от общей толщины МП.

Наименьший коэффициент отслоения и, следовательно, наибольшая прочность сцепления с инструментальной основой имеет место для МП толщиной 4,5 мкм ($K_0 = 0,22$) при толщинах нижнего TiCN и промежуточного TiZrN слоев, равных (33 – 44) % от общей толщины МП; для МП толщиной 6 мкм ($K_0 = 0,21$) – соответственно 33 % и (33 – 42) %; для МП толщиной 7,5 мкм ($K_0 = 0,29$) толщины этих слоев должны быть в пределах 27 – 40 %.

Трещиностойкость МП можно оценить по коэффициенту трещиностойкости КТР, который определяют отношением:

$$K_{TP} = S_0/S_{PO},$$

где S_0 – площадь отслоения (разрушения покрытия); S_{PO} – площадь «потенциально возможного отслоения» (площадь многоугольника, проведенного по вершинам радиальных трещин за вычетом площади лунки).

Наибольшее влияние на износостойкость РИ с МП оказывает толщина слоя TiZrN. При этом изменение интенсивности износа в зависимости от толщины TiZrN составляет от 5,8 до 28,5 % для МП различной общей толщины. Влияние толщины слоя TiN на интенсивность износа РИ также существенно.

Так, при фрезеровании со скоростью резания $v = 247$ м/мин и подачей $S_z = 0,4$ мм/зуб для МП толщиной 6 мкм варьирование толщины данного слоя в пределах 1 – 3 мкм приводит к изменению интенсивности износа на 23 %, а минимальный износ в этом случае имеет место при толщине слоя TiN примерно 1,5– 2 мкм.

Микротвердость H_μ , ГПа определяют методом индентирования алмазной пирамидой с квадратным основанием (пирамида Виккерса) или с ромбическим основанием (пирамида Кнупа) на микротвердомере (например, ПМТ-3). Глубина внедрения индентора при этом составляет менее 1 – 1,5 мкм (при рекомендуемых значениях нагрузки). Микротвердость по Виккерсу определяют по формуле:

$$H_\mu = 1,854 \cdot P / d^2,$$

где P – нормальная нагрузка, приложенная к алмазному наконечнику; d – среднее арифметическое значение длин обеих диагоналей квадратного отпечатка.

Экстремальный характер зависимостей интенсивности износа от толщин слоев МП объясняется сочетанием их механических свойств. В частности, покрытия, обладающие высокими микротвердостью, прочностью сцепления с инструментальной основой и трещиностойкостью, имеют низкую интенсивность износа. Например, МП общей толщиной 6 мкм со слоями по 2 мкм имеет наибольшую микротвердость ($H_\mu = 38,7$ ГПа), наименьшие коэффициенты отслоения ($K_0 = 0,21$) и трещиностойкости ($K_{TP} = 0,29$) и, соответственно, наименьшую интен-

сивность износа при фрезеровании с высокой скоростью резания. Для данных МП характерно снижение интенсивности износа по сравнению с РИ с базовым покрытием TiCN-TiN в 1,56 – 1,65 раза, а по сравнению с однослойным покрытием TiN – в 2,83 – 2,98 раза.

При фрезеровании со скоростью резания $v = 157$ м/мин и подачей $SZ = 0,25$ мм/зуб тепловая напряженность процесса резания ниже – меньше максимум контактных температур по сравнению с предыдущим рассмотренным режимом и более равномерно их распределение по длине контакта. В этих условиях наименьшую интенсивность износа по задней поверхности имеют МП общей толщиной 4,5 мкм с соотношением толщин слоев (по отношению к общей толщине МП) – 33 % для TiCN, (33 – 44) % для TiZrN и (33 – 22) % для TiN. Большая эффективность МП толщиной 4,5 мкм на данном режиме резания объясняется иным механизмом разрушения покрытия. При резании на низкой скорости резания интенсивность процессов трещинообразования снижается, и в разрушении покрытия преобладают адгезионно-усталостные процессы, которым лучше сопротивляются более тонкие покрытия. Снижение интенсивности процессов разрушения «тонких» МП способствует и более высокая прочность их сцепления с инструментальной основой по сравнению с МП большой толщины. Интенсивность износа РИ с данными покрытиями ниже по сравнению с базовым двухслойным покрытием в 1,43 раза, а по сравнению с однослойным покрытием TiN – в 2,55 раза.

Подводя итог всему вышесказанному, следует отметить, что наиболее благоприятное сочетание микротвердости и прочности сцепления с инструментальной основой способствует повышению работоспособности режущего инструмента с покрытием.

ЛИТЕРАТУРА

1. <http://5ka.ru>.
2. <http://nitridtitana.ru>.
3. <http://www.plasma.megamir.ru>.
4. <http://www.plasmacentre.ru>

УДК 621.94.084

Кривко Г.П., Калинин Е.Ю., Лобашевич М.Л., Кулик А.Ю.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА УПРОЧНЕНИЯ МЕТОДОМ ППД ДЕТАЛЕЙ ИЗ СПЕЧЕННЫХ ПОРОШКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

Оценка качества обработки деталей чаще всего производится по шероховатости и волнистости поверхности.

При проведении исследований процесса ППД детали "Борт направляющий" оценка микрогеометрии поверхностного слоя после ППД предполагала измерение шероховатости и волнистости поверхности. Измерение шероховатости поверхностного слоя производилось на приборе "Суртроник-3" с контролем параметра Ra в радиальном направлении детали. Измерение волнистости поверхности осуществлялось на приборе "Талеронд-73".

Дополнительно в данной работе предусматривалось изучение следующих физико-механических свойств поверхностного слоя: микротвердости и микроструктуры, а также плотности и износостойкости.

Измерение микротвердости спеченных порошковых материалов дает усредненное значение микротвердости, так как эти материалы представляют собой во многих случаях многокомпонентную систему. Поэтому для более точной характеристики твердости материала определяется микротвердость его отдельных структурных составляющих. Измерение микротвердости производилось вдавливанием алмазной четырехгранной пирамиды с двухгранным углом при вершине 136° при нагрузках от 0,049 до 4,9 Н в соответствии с ГОСТ 9450-76 на приборе

ПМТ-3. Поверхность образца для измерения микротвердости была подготовлена к испытаниям тем же методом, что и при изготовлении микрошлифов.

Глубина распространения пластической деформации при ППД (глубина наклепа) определялась по результатам измерения микротвердости до ППД и после нее с помощью прямых срезов при различных значениях усилий ППД (Р). Степень упрочнения определялась как прирост микротвердости.

Исследование плотности поверхностного слоя после ППД производилось с помощью металлографического микроскопа ММР-4.

Основной причиной выхода из строя детали "Борт направляющий" из спеченных порошковых материалов является износ трущихся поверхностей борта.

В практике считают более надежными испытания материалов на износ в реальных условиях эксплуатации или на специальных стендах.

Испытания на износостойкость упрочненных ППД деталей "Борт направляющий" предусматривает специальный этап настоящей работы, где запланированы стендовые испытания опытной партии подшипников с упрочненными деталями, полученными при оптимальных режимах ППД.

При обработке таких оптимальных режимов на стадии исследований процесса ППД предусматриваются лабораторные исследования износостойкости упрочненного материала с использованием специальной машины трения, обеспечивающей коэффициент взаимного перекрестия, близкий к нулю при испытании на износ малых (пальчиковых) образцов.

В условиях трения скольжения материалов происходит неравномерный износ поверхностей трения, сопровождающийся интенсивным деформированием поверхностных слоев на значительную глубину. Поэтому микрометрический метод не всегда дает возможность измерить величину линейного износа с необходимой точностью, в особенности при трении небольших (пальчиковых) образцов.

При исследовании интенсивности износа образцов небольших размеров наиболее эффективным методом является определение потерь их массы. Этот метод и был взят за оценку интенсивности износа образцов при трении. Для повышения точности измерений образцы взвешивались на лабораторных аналитических весах марки ВЛА200-2М.

Результаты износа образцов, упрочненных ППД на различных режимах, сравнивались с износом таких же, но не упрочненных образцов.

Общая продолжительность испытания на износ во всех случаях устанавливалась опытным путем, исходя из величины ощутимого износа.

Износ определялся как среднее арифметическое результатов взвешивания трех образцов, закрепленных в державке и одновременно подвергавшихся истиранию. Если данные не совпадали по двум-трем образцам, то испытания проводились повторно. При каждой оценке износа проводилось двух-трех кратное взвешивание. Результат считали удовлетворительным, если при повторном взвешивании отклонение от предыдущего показания не превышало 0,01 мг.

Исследование износостойкости проводилось при постоянной скорости вращения образцов в условиях трения скольжения, равной 1,5 м/с (или 800 об/мин) и при удельном давлении 0,5-1 кгс/мм² (5-10 МПа).

В результате таких исследований построены зависимости износа образцов от пути трения, причем для получения каждой точки на графике проводилось три опыта по трем образцам. По этим данным определено среднее значение износа за определенный путь трения, а затем сравнительная (относительная) износостойкость по отношению к принятому эталону.

Для решения поставленных задач были отобраны две партии деталей «Борт направляющий» подшипника 53614К после предварительной обработки их методом точения и полученных методом шлифования. Две партии деталей (по 100 штук каждая) были аттестованы по основным контролируемым параметрам (толщина кольца на расчетном диаметре 10,58 мм и непараллельность противоположных конических сторон) с соответствующим оформлением протоколов замеров. Измерения деталей осуществлялось по мере схода деталей со станка. Конические поверхности контрольных партий колец были аттестованы на шероховатость с замерами параметра Ra на приборе «Сутроник – 3».

На расчетном диаметре конической поверхности была замерена некруглость с использованием прибора «Талеронд-73» (с фильтром 500). При выборочной с пяти деталей (из каждой партии в 50 штук) были записаны круглограммы для определения волнистости на расчетном диаметре конической поверхности. Каждые три детали из 50-ти прошли также аттестацию на твердость (на приборе Бринеля).

Для проведения исследований использовались экспериментально- статистический и расчетно-аналитический методы.

В качестве СОЖ применяли раствор эмульсола ИХП-459 и масло индустриальное 20.

Упрочнение производилось с использованием раскатника торцевого с коническими и цилиндрическими рабочими элементами на вертикально-сверлильном станке мод. 2Г135 с частотой вращения шпинделя станка 120 об/мин при разных осевых нагрузках 1400 Н, 2600 Н, 4200 Н, 5600 Н.

На рис. 1 представлено изменение шероховатости упрочненной поверхности детали «Борт направляющий» в зависимости от приложенной нагрузки.

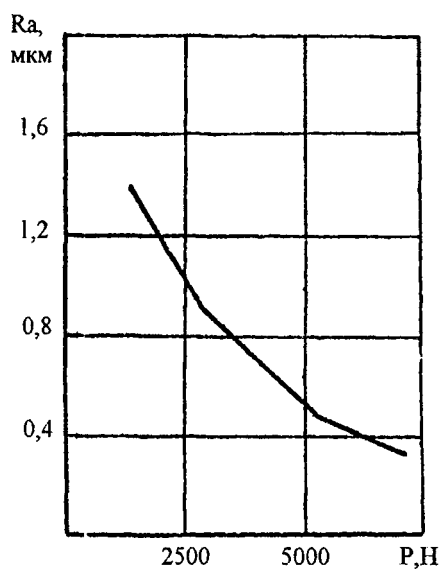


Рис. 1. Изменение шероховатости упрочненной поверхности в зависимости от приложенной нагрузки для исходных образцов после токарной обработки

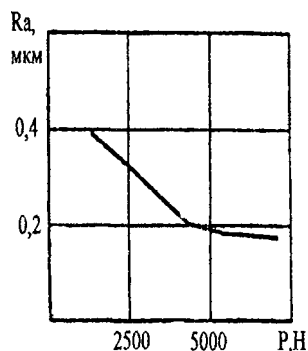


Рис. 2. Изменение шероховатости упрочненной поверхности в зависимости от приложенной нагрузки для исходных образцов после шлифовальной обработки

Данные на графике приведены для образцов после токарной обработки при упрочнении их раскатником с коническими роликами. Как видно из графика шероховатости поверхности уменьшается с увеличением осевой нагрузки на раскатник. Минимальная шероховатость при этом была получена $Ra=0,4$ мкм при $PН=7500Н$. Большая нагрузка на раскатник не прикладывалась из-за ограниченных технических возможностей станка.

На рис. 2 представлено изменение шероховатости упрочненных поверхностей раскатником с коническими роликами в зависимости от приложенной нагрузки при упрочнении шлифованных образцов.

На рис. 3 представлено изменение шероховатости шлифованных образцов после упрочнения их раскатником с цилиндрическими роликами.

Как видно из графика меньшая исходная шероховатость обеспечивает при нагрузке 7500 Н меньшую конечную шероховатость $Ra=0,28$ мкм.

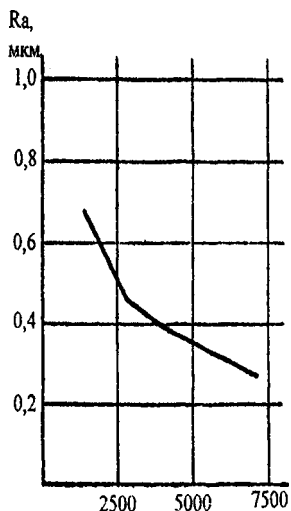


Рис. 3. Изменение шероховатости упрочненной поверхности в зависимости от приложенной нагрузки для исходных образцов после шлифовальной обработки при использовании цилиндрических роликов

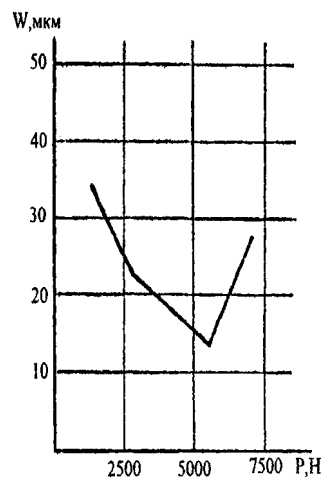


Рис. 4. Изменение волнистости упрочненной поверхности в зависимости от приложенной нагрузки для образцов после токарной обработки.

Изменение волнистости W от осевого усилия при упрочнении точеных образцов коническими роликами показано на рисунке. Как видно из рисунка оптимальной является волнистость, полученная при осевом усилии $P=5000$ Н, далее с увеличением нагрузки волнистость поверхности увеличивается. Это подтверждает высказанные нами предположения о том, что если величина прижима больше, чем необходимо для пластической деформации микронеровностей, то происходит деформация слоя металла под микронеровностями. При этом образуются волны, высота которых зависит от давления роликов, пластичности и твердости упрочняемого металла, геометрии роликов, исходной шероховатости и упругих отжатый упрочняемой детали. Следует избегать режимов, при которых образуются значительные волны.

На рис. 5 показано изменение волнистости упрочненной цилиндрическими роликами поверхности на шлифовальных образцах.

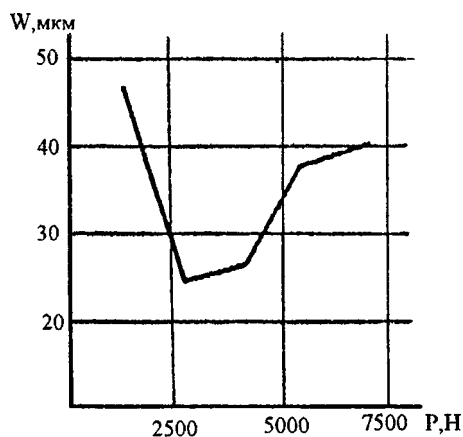


Рис. 5. Изменение волнистости упрочненной поверхности в зависимости от приложенной нагрузки для образцов после шлифовальной обработки

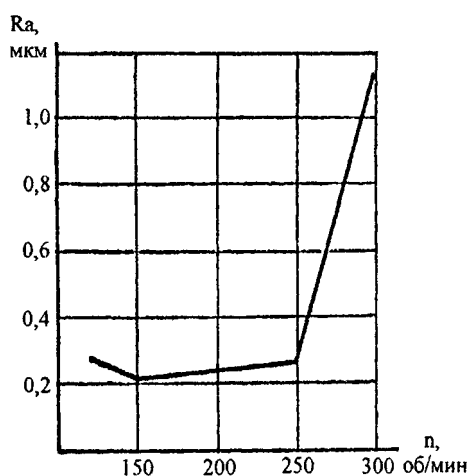


Рис. 6. Изменение шероховатости упрочненной поверхности в зависимости от частоты вращения шпинделя для образцов после токарной обработки

Оптимальная волнистость как и для случая (рис. 4) соответствует усилию 5000 Н.

Для определения влияния скорости раскатника при СПД на шероховатость и волнистость упрочненных поверхностей было отобрано 9 колец деталей «Борт направляющий», из них: после шлифования рабочих поверхностей 5 и после токарной обработки 4 штуки.

Упрочнение деталей производилось с использованием раскатника торцового с коническими и цилиндрическими рабочими элементами на сверлильном станке мод. 2135 с различными частотами вращения шпинделя станка (120 об/мин, 150 об/мин, 200 об/мин, 250 об/мин, 300 об/мин), с осевой нагрузкой на раскатник торцовый 4200 Н.

На рис. 6 представлено изменение шероховатости, а на рис. 7 волнистости рабочих поверхностей упрочненных деталей на различных частотах вращения шпинделя. Заготовки деталей взяты после точения их рабочих поверхностей.

Как видно из рис. 6 шероховатость с увеличением частоты вращения сначала уменьшается, а затем резко вырастает, аналогично волнистость поверхности. Это явление, по-видимому, можно объяснить увеличением вибрации системы СПИД при значительной частоте вращения.

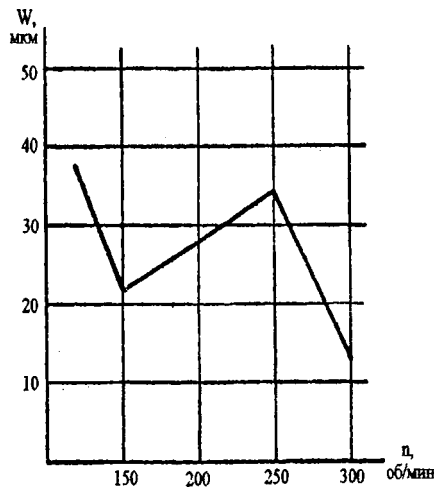


Рис. 7. Изменение волнистости упрочненной поверхности в зависимости от частоты вращения шпинделя для образцов после шлифовальной обработки

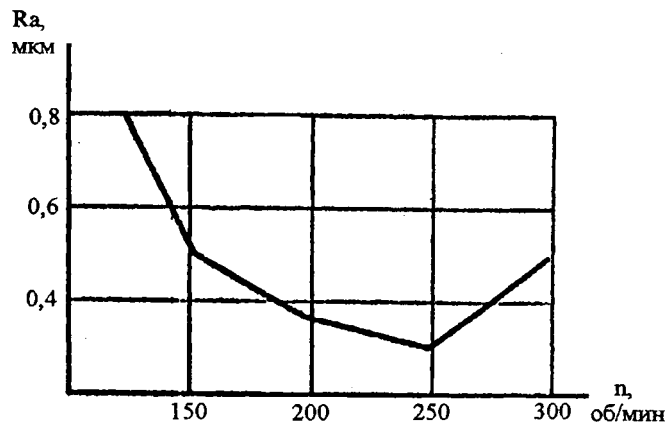


Рис. 8. Изменение шероховатости упрочненной поверхности в зависимости от частоты вращения шпинделя для образцов после шлифовальной обработки

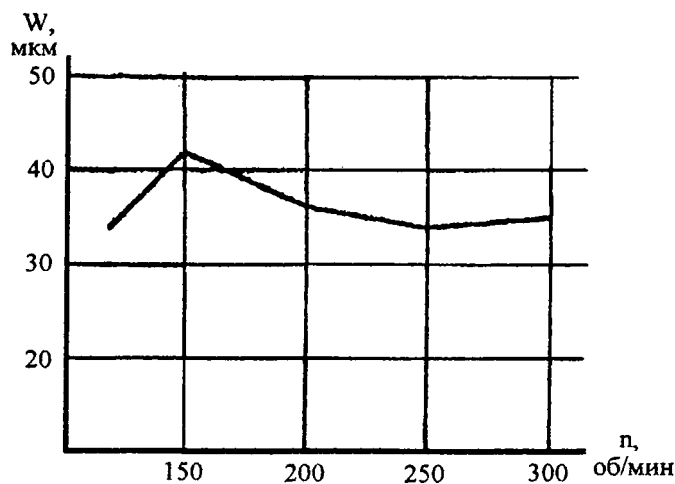


Рис. 9. Изменение волнистости упрочненной поверхности в зависимости от частоты вращения шпинделя для образцов после шлифовальной обработки

На рис. 8 и рис. 9 представлены аналогичные данные как и для рис. 6 рис. 7 только исходные заготовки были шлифованы по коническим поверхностям. Характер влияния частоты вращения на шероховатость и волнистость почти аналогичный предыдущим данным.

Как видно из рис. 2 и рис. 8 существенного влияния геометрии упрочняющих элементов на изменение шероховатости упрочненной поверхности не наблюдается.

Незначительное отличие в шероховатости поверхностей можно объяснить различной исходной шероховатостью поверхности детали.

Геометрия роликов (конический, цилиндрический) существенного влияния на наклеп поверхности не оказывает, также как и на уплотнение поверхностного слоя.

При упрочнении поверхностей было замечено, что выдавливаемая из пор смазка и графит обеспечивают частично замену СОЖ при поверхностном деформировании детали.

Для исследования микротвердости деформированного и исходного спеченного материала были изготовлены ряд микрошлифов. Травление микрошлифов осуществлялось 3% спиртовым раствором азотной кислоты.

Измерение микротвердости производилось на данных микрошлифах на приборе ПМТ-3.

Приведенные ниже графики измененная микротвердости и плотности поверхностных слоев по глубине (рис. 10 и рис. 11) доказывают, что с увеличением усилий деформирования поверхностных слоев деталей «Борт направляющий» наблюдается увеличение микротвердости и одновременное улучшение однородности микротвердости данных слоев по глубине. Последний показатель характеризует повышение плотности поверхностных слоев.

На рис. 10 показано изменение микротвердости по глубине поверхностного слоя при усилии деформирования 2800 Н. Из графика видно, что глубина деформации соответствует порядка 0,15 мм. При этом неоднородность микротвердости составляет порядка 600 МПа, в то время как неоднородность микротвердости на глубине 0,5 мм составляет порядка 1000 МПа, что свидетельствует о повышении плотности деформированного слоя по сравнению с исходной плотностью.

На рис. 11 показано изменение микротвердости по глубине поверхностного слоя при усилии деформирования 4200 Н. Из графика видно, что глубина деформации соответствует порядка 0,25 мм. При этом неоднородность микротвердости составляет порядка 500 МПа, в то время как неоднородность микротвердости на глубине 0,5 мм составляет порядка 1400 МПа, что свидетельствует о более высокой плотности данного деформированного слоя по сравнению с деформированным слоем, обкатанным с усилием 2800 Н.

На рис. 12 представлены данные по изменению микротвердости и плотности поверхностных слоев при ППД с усилием 15000 Н. Из данного графика видно, что глубина деформации соответствует порядка 0,45 мм. При этом неоднородность микротвердости составляет порядка 800 МПа, в то время как неоднородность микротвердости на глубине 0,3 мм составляет порядка

1400 мПа, что свидетельствует о повышении плотности деформированного слоя по сравнению с исходной плотностью.

В целом следует отметить, что исходный спеченный порошковый сплав, применяемый для изготовления деталей «борт», отличается значительной неоднородностью по физико-механическим свойствам. Значение чисел твердости исходного материала находится под понятием «неоднородность микротвердости» подразумевается разброс микротвердости на определенной глубине в пределах НВ 95... 125 по торцовой поверхности.

Это является одной из причин значительного разброса также и значений чисел микротвердости по глубине поверхностного слоя. Поэтому указать конкретное изменение чисел микротвердости при изменении усилий ППД не представляется возможным.

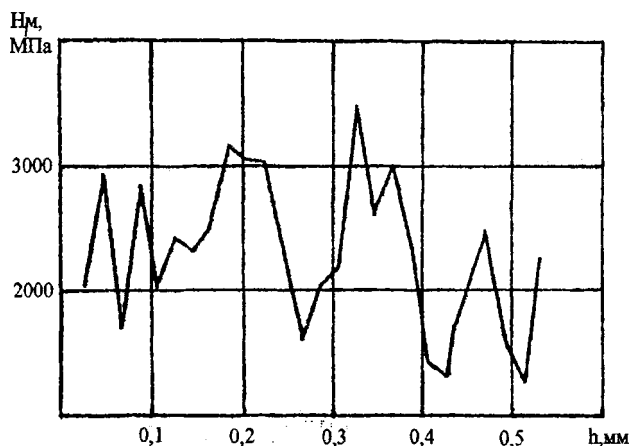


Рис. 10. Изменение микротвердости упрочненной поверхности в глубь образца при усилии деформации 2800 Н

Можно только указать диапазон изменения чисел микротвердости по глубине.

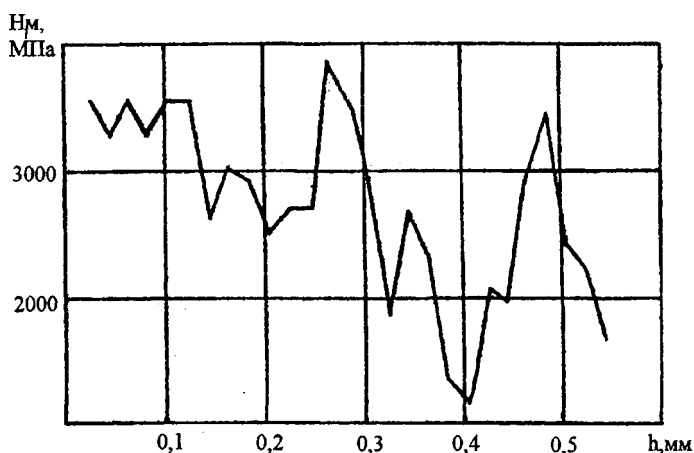


Рис. 11. Изменение микротвердости упрочненной поверхности в глубь образца при усилии деформации 4200 Н

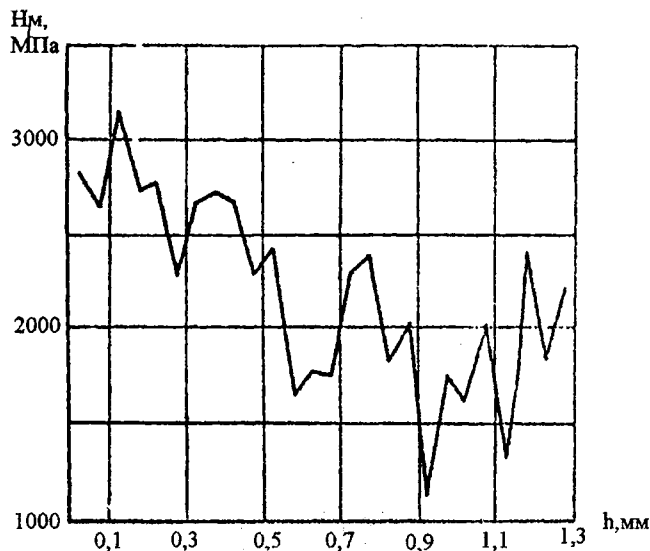


Рис. 12. Изменение микротвердости упрочненной поверхности в глубь образца при усилии деформации 1500 Н

Из рис. 10 видно, что микротвердость деформированного слоя (при усилии обкатывания 2800 Н) выше по сравнению с наименьшей исходной микротвердостью на 200...600 МПа, а при усилии обкатывания 4200 Н этот диапазон уже составляет 700... 1200 МПа (рис. 11).

Из рис. 12 видно, что микротвердость деформированного слоя (при усилии обкатывания 1500 Н) выше по сравнению с наименьшей исходной микротвердостью на 800... 1600 МПа.

Плотность упрочненных поверхностных слоев по сравнению с исходной их плотностью, как показал анализ микрофотографий, существенно не изменяется. Однако наблюдается закрытие пор при деформировании микронеровностей поверхности. «На наш взгляд такое уменьшение пористости упрочненной поверхности не повлияет на эксплуатационные характеристики ее, так как контакт торцов бочкообразных роликов с конической поверхностью плавающего борта осуществляется в точке.

Для определения износостойкости поверхностных слоев спеченных порошковых материалов деталей «Борт направляющий», обработанных методами точения, шлифования и ППД, была использована специальная экспериментальная машина трения, обеспечивающая коэффициент взаимного перекрытия близкий к нулю при испытании на износ малых (пальчиковых) образцов.

Данная машина трения состоит из следующих основных узлов: узла привода (механизма настольно-сверлильного станка типа НС-12), узла нагружения, узла трения, а также резервуара (бачка) со смазочной жидкостью с гидронасосом. Узел трения экспериментальной машины для облегчения удобства наблюдения за зоной трения и состоянием масляной ванны (для охлаждения образцов) помещают в корпус с прозрачными стенками из оргстекла, который крепится на столе машины трения с помощью болтов. Прозрачная крышка из оргстекла закрывает данный корпус сверху и предохраняет рабочее место от разбрызгивания масла.

Собственно, узел трения состоит из патрона, насаженного на конический шпиндель станка, контртела и специальной державки (качалки) с тремя исследуемыми пальчиковыми образцами, которая закрепляется в данном патроне с возможностью самоустановки.

Такая конструкция узла трения и самоустанавливающейся (качающейся) державки обеспечивает равномерное распределение усилия прижима образцов к контртелу.

При испытании на износ пальчиковые образцы размером 4x4x10 (мм) устанавливались в державке и зажимались при помощи винтов и планок.

Рабочая поверхность трех образцов, обработанная тем или иным методом, выставлялась при помощи индикатора часового типа с ценой деления 0,01 мм на одной высоте над базовой плоскостью державки. При необходимости опорная поверхность образца подгонялась (прити-

ралась) по месту, чтобы обеспечить постоянную высоту образцов над базовой плоскостью. После чего образцы клеймились, промывались, сушились и взвешивались.

Рабочая поверхность трех пальчиковых образцов при исследовании их износостойкости составляла порядка 16 мм^2 .

Вырезка и подгонка образцов по месту в державке производилась в условиях, не допускавших их перегрев и с обильным охлаждением.

Шероховатость обработанной рабочей поверхности образцов соответствовала порядку $Ra 2,5 \dots 0,63 \text{ мкм}$ (ГОСТ 2769-73).

Рабочие поверхности чугуновых контртел (дисков) подвергались тонкому чистовому точению на постоянных режимах обработки, чтобы обеспечить шероховатость данных поверхностей в пределах $Ra 1,0 \dots 1,25 \text{ мкм}$ (ГОСТ 2789-73).

В качестве контртела применялись чугуновые диски диаметром 60 мм и высотой 15...20 мм, изготовленные из серого чугуна марки СЧ24.

При исследовании интенсивности износа образцов небольших размеров наиболее эффективным методом является определение потерь их массы. Этот метод и был взят за оценку интенсивности износа образцов при трении. Для повышения точности измерений образцы взвешивались на лабораторных аналитических весах модели ВЛА 200-2М.

Результаты износа образцов, упрочненных ППД, сравнивались с износом таких же образцов, обработанных точением или шлифованием.

Общая продолжительность испытаний во всех случаях устанавливалась опытным путем, исходя из величины ощутимого износа.

Периодичность взвешивания образцов в процессе испытания составляла 3,10,15,30,60,120,180 (мин), что соответствовало прохождению образцами пути трения $0,5 \cdot 10^3$; $1,2 \cdot 10^3$; $2,4 \cdot 10^3$; $4,8 \cdot 10^3$; $9,6 \cdot 10^3$; $19,2 \cdot 10^3$; $26,8 \cdot 10^3$; $36,4 \cdot 10^3$ (м).

Износ определялся как среднее арифметическое результатов взвешивания 3-х образцов, одновременно подвергавшихся истиранию. Если данные не совпадали по 2-3 образцам, то испытания повторялись. При каждой оценке износа производилось 2-3 кратное взвешивание. Результат считался удовлетворительным, если при повторном взвешивании отклонение от предыдущего показания не превышало 0,01 мг.

Исследование износостойкости производилось при постоянной скорости вращения образцов в условиях трения скольжения, равной 0,5 м/с (или 800 об/мин) и при удельном давлении 5 МПа.

Для получения каждой точки на графике производилось в общей сложности 3 опыта по 3 образцам. По этим данным определялось среднее значение износа за определенный путь трения.

Исследования износостойкости образцов деталей «Борт направляющий», обработанный методом точения и шлифования на технологических режимах, установленных по заводской технологии показали, что их износостойкость существенно зависит от исходной твердости материала деталей.

Следует заметить, что твердость спеченного материала марки ЖГрЦЗ, из которого изготовлены детали типа «Борт», характеризуется большими колебаниями чисел твердости от НВ 85 (по требованиям чертежа) до НВ 95... 121 (на образцах деталей, взятых для испытаний на износ). Это значит, что твердость конических рабочих поверхностей таких деталей неоднородна и сказывается на их износе.

На рис. 13 показана зависимость износа исследуемых образцов, обработанных точением, шлифованием и ППД, при удельном давлении в зоне трения 5 МПа и скорости скольжения 0,5 м/с от пути трения.

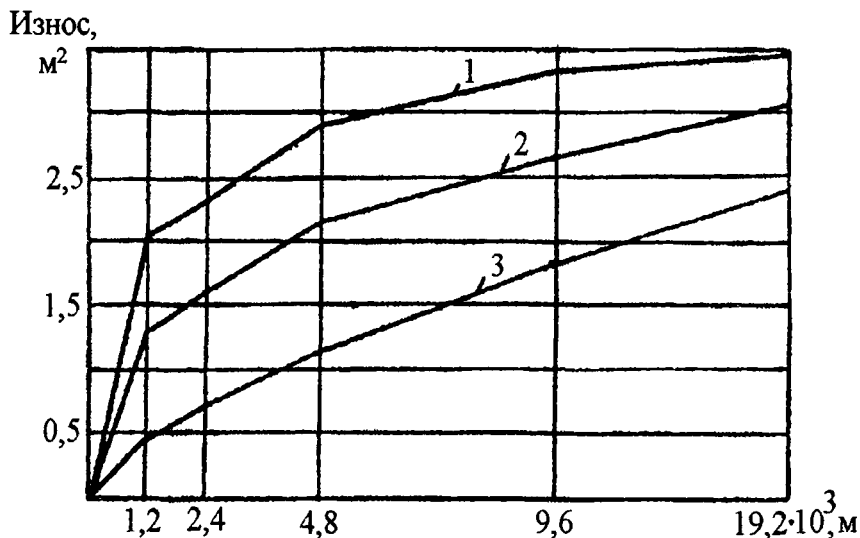


Рис. 13. Зависимость износа образцов от пути трения: 1 – образец после точения; 2 – образец после шлифования; 3 – образец после ППД (усилие $P=3000$ Н)

Из данных зависимостей видно, что наибольший износ имеют исследуемые образцы, обработанные точением, принятые за эталон.

Меньший износ имеют образцы, обработанные шлифованием.

Очевидно, это можно объяснить тем, что исходная шероховатость конических рабочих поверхностей образцов деталей типа «Борт» обработанных точением находилась в пределах Ra 1,4...2 мкм, а обработанных шлифованием в пределах Ra 6,6... 1,2 мкм.

Наименьший износ имеют образцы деталей, обработанные ППД следующих режимах: усилие обкатывания порядка 1500 Н и 120 об/мин, что можно объяснить тем, что они имели повышенную поверхностную микротвердость при исходной шероховатости поверхности образцов после ППД в пределах Ra 0,18...3,8 мкм.

Относительная (сравнительная) износостойкость образцов, обработанные различными методами после прохождения пути трения $28,8 \cdot 10^3$ следующая. Упрочненные ППД образцы имеют износ в 1,33 раза меньший, чем шлифованные, и в 1,47 раз меньший, чем обработанные точением.

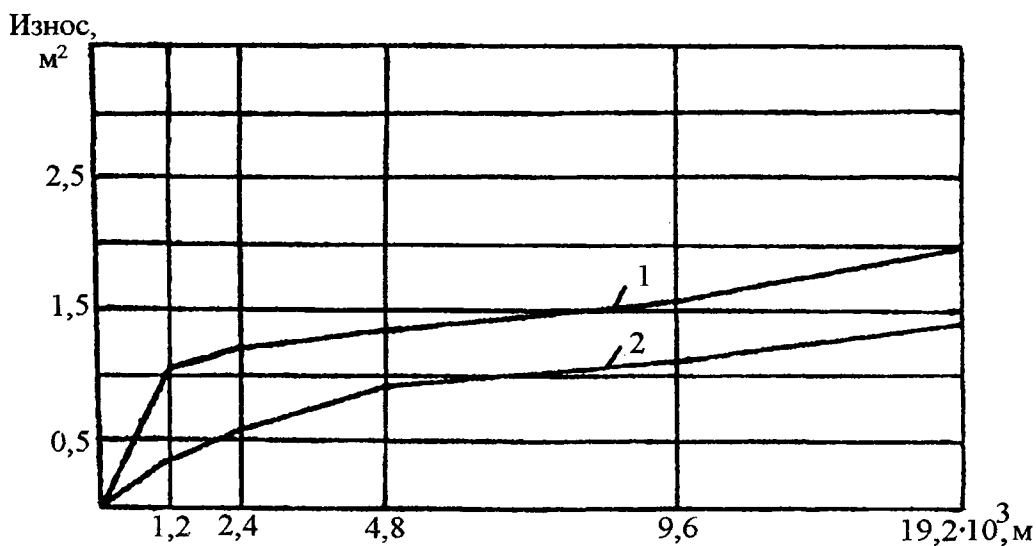


Рис. 14. Зависимость износа образцов от пути трения: 1 – образец после ППД (усилие $P=3000$ Н); 2 – образец после ППД (усилие 1500Н)

При этом было замечено, что схватывание трущейся пары с образцами, обработанными шлифованием, наблюдалось значительно чаще, чем при истирании образцов, обработанных точением и ППД, что очевидно можно объяснить наличием наклепа поверхностных слоев, обработанных точением или ППД.

Износостойкость рабочих конических поверхностей образцов деталей типа «Борт», обработанных при ППД с различными усилиями и постоянной частоте вращения 200 об/мин, показаны на рис. 14.

При принятых режимах испытаний на износ наименьший износ при прохождении пути трения $28,8 \cdot 10^3$ (м) имели образцы, обкатанные с усилием порядка 1500 Н.

Выводы:

1. Шероховатость поверхности шлифованных заготовок с исходной $Ra=0,7$ мкм уменьшилась после обкатки до $Ra = 0,18...0,38$ мкм, шероховатость точенных заготовок с исходной $Ra = 1,4$ мкм уменьшилась до $Ra = 0,38$ мкм при нагрузке обкатки $P = 7500$ Н.

2. При исследовании процесса обкатки на станке 2Г135 установлено, что при осевой нагрузке от 2500 до 5000 Н и частоте вращения обкатника $n = 120$ об/мин волнистость поверхности как шлифованных, так и точенных образцов уменьшилась с исходной 35 - 45 мкм до 15 - 25 мкм.

3. При обкатке пористых спеченных материалов марки ЖГр1ДЗ происходит значительное уплотнение поверхностного слоя.

4. Для достижения полного контакта жесткого обкатного инструмента с накатываемой поверхностью необходимо уточнить оптимальный допуск на угол конуса заготовок под упрочнение.

5. Спеченный порошковый материал марки ЖГр1ДЗ, применяемый для изготовления деталей типа «Борт направляющий», отличается значительной неоднородностью по твердости на рабочих поверхностях данных деталей (на исходных образцах твердость находилась в пределах НВ 95...121).

6. Исследования износостойкости поверхностных слоев образцов деталей, упрочненных ППД, показали, что поверхностное пластическое деформирование повышает износостойкость данных слоев в 1,33 раза по сравнению со слоями, обработанными шлифованием, и в 1,47 раз по сравнению с обработкой их точением (при принятых режимах истирания и пути трения $28,8 \cdot 10^3$ м).

7. Приведенные выше результаты исследований показывают, что ППД является достаточно эффективным методом повышения качества поверхностных слоев типа «Борт направляющий» из спеченных порошковых материалов марки ЖГр1ДЗ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кошель В.М., Лившиц З.Б., Есинович В.Д. Технологические резервы долговечности роликовых подшипников.- «Подшипниковая промышленность», вып.7, 1986 г., с 16-21.
2. Кривко Г.П. Основы совершенствования способов и технологических процессов механической обработки деталей подшипников.- Мн.: УП «Технопринт», 2001г., 202с.
3. Баршай И.Л., Кривко Г.П., Федорцов В.А. Новое в финишной и упрочняющей обработке поверхностным пластическим деформированием деталей из порошковых материалов.- Мн.:БелНИИТИ, 1987.- 32с.

ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ КАЧЕСТВА ДЕТАЛЕЙ ПОДШИПНИКОВ ИЗ СПЕЧЕННЫХ ПОРОШКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

В последнее время успехи порошковой металлургии позволяют широко использовать спеченные материалы для изготовления различных деталей машин, с целью экономии металла и создания порошковых композиций с заданными свойствами для определенных условий работы. Изготовление деталей из металлических порошков и их композиций повышает коэффициент использования металла до 0,95. К тому же для получения, например, широко применяемых порошков на основе железа (сталей), можно использовать отходы производства.

Однако, существующие спеченные материалы, особенно на основе железа, часто не удовлетворяют предъявляемым к ним требованиям по твердости, износостойкости, коррозионной стойкости и т.д. Используемые методы химико-термической обработки для упрочнения деталей из порошковых спеченных материалов обладают высокой трудоемкостью и рядом других недостатков, что особенно недопустимо в условиях массового производства деталей типа «Борт направляющий» подшипника 53614К из данных материалов.

В связи с этим предлагается использовать для упрочнения указанных деталей из спеченных материалов на основе железа метод поверхностного пластического деформирования (ППД), который получил в основном распространение пока для упрочнения деталей из компактных материалов.

Это ставит при исследовании предлагаемого метода упрочнения спеченных материалов ряд задач, к которым относятся: определение влияния режимов ППД на качество поверхностного слоя и его эксплуатационные свойства применительно к объекту исследования, выбор оптимальных режимов обработки ППД, разработка технологии и устройств для ППД упрочняемой детали.

Представленная техническая информация отражает первый этап данной работы и посвящена разработке методики исследования процесса упрочнения "ППД детали «Борт направляющий» подшипника 53614К.

По направлению действия воспринимаемой внешней нагрузки сферические двухрядные подшипники относятся к радиальным подшипникам и воспринимают весьма большие радиальные и осевые нагрузки. Осевая нагрузка составляет до 25% от неиспользованной допустимой радиальной нагрузки. Подшипник имеет несимметричные или симметричные бочкообразные ролики. Основным конструктивным признаком является способность подшипников самоустанавливаться, т.е. подшипники допускают перекося внутреннего кольца относительно его наружного кольца.

Данное обстоятельство позволяет применять подшипники в различных узлах машин, где не выдерживается соосность посадочных мест и где возникает наклон или изгиб оси вала в процессе эксплуатации машин, например, в железнодорожном транспорте.

Рассмотренные подшипники состоят из наружного, внутреннего колец, несимметричных или симметричных бочкообразных роликов, двух сепараторов на каждый ряд роликов. Надо отметить, что в последнее время начали изготавливать внутренние кольца подшипников с плавающим направляющим бортом, который изготавливается из различных материалов (чугуна, порошковых материалов марки ЖГр1ДЗ, марки ЖОО6Д1МФ ТУ 61-13-80, графитизированной стали ЭИ-336).

Внутренняя поверхность наружного кольца представляет собой сферическую поверхность с центром сферы в точке О, которая расположена на оси вращения подшипника. Наличие

сферической поверхности наружного кольца позволяет внутреннему кольцу с роликами поворачиваться на определенный угол вокруг центра O .

Внутреннее кольцо (рис. 1) имеет две дорожки качения для роликов. Кривизна дорожек качения внутреннего кольца соответствует кривизне поверхности качения роликов, что обеспечивает полный линейный контакт поверхности качения роликов с дорожками качения внутреннего кольца. Центр радиуса кривизны дорожек качения внутреннего кольца с координатами X, Y , рассчитывается таким образом, чтобы обеспечивался первоначальный контакт роликов со сферой наружного кольца на половине длины. По мнению конструкторов подшипников данный фактор является основным условием правильной работы подшипников. Боковые сферические торцы среднего борта (в настоящее время выпускаются подшипники с жестким бортом и с плавающим бортом) служат для направления роликов и препятствуют перекосу их.

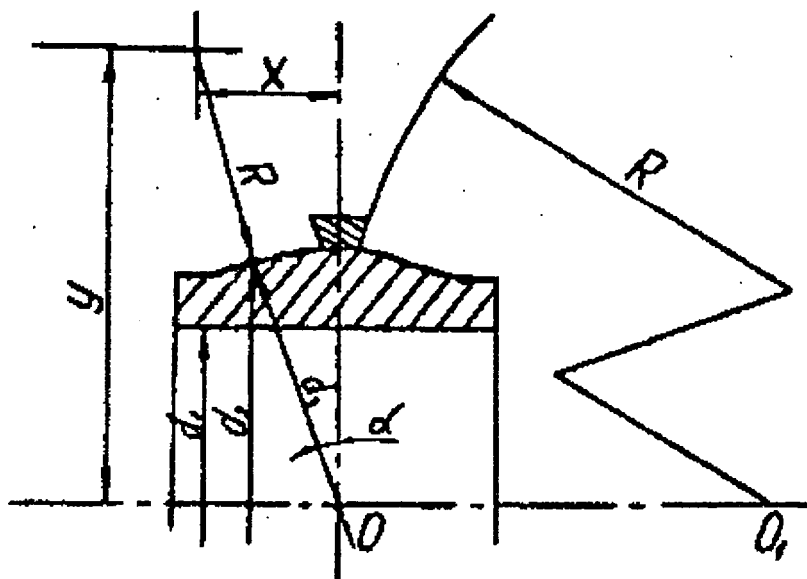


Рис. 1. Конструкция внутреннего кольца подшипника с плавающим бортом

Диагональный размер d_3 внутреннего кольца представляет собой расстояние между двумя точками, соединенными линией обязательно проходящей через центр O . Данные точки расположены на разных дорожках качения и является наименьшим расстоянием относительно поверхностей качения данных дорожек. Угол наклона диагонали к вертикальной оси симметрии внутреннего кольца определяется из соотношения:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{X}{Y}.$$

Диагональный размер d_3 определяет равномерность работы роликовых дорожек, колебание его задается в пределах 12...20 мкм.

Увеличение разности диагоналей приводит к изменению положения первоначального контакта роликов со сферой наружного кольца, вызывает появление дополнительных сил и пары сил, действующих на ролик. Последнее, в свою очередь, вызывает дополнительные нагрузки на направляющий борт кольца.

Бочкообразные ролики с наибольшим диаметром, смещенным в сторону сферического базового торца под действием радиальной нагрузки на наружное кольцо подшипника, прижимаются к сферическим (в отдельных случаях к коническим) поверхностям направляющего борта. Радиус образующей поверхности качения ролика принимается для лучшей самоустанавливаемости подшипника несколько меньшим радиусом сферы наружного кольца.

Сепаратор в подшипнике распределяет ролики относительно друг друга, предупреждает набегание роликов друг на друга, исключает выпадание роликов из подшипника. Сепараторы центрируются по направляющему борту внутреннего кольца с определенным зазором, а, следовательно, определенным образом влияют на направляющий борт внутреннего кольца.

Многие специалисты подшипниковой промышленности связывают долговечность роликовых сферических подшипников, в основном, с положением точки контакта наружного кольца с поверхностью качения бочкообразного ролика. Существует конструкция прибора для контроля данного параметра. В целом, конструкция сферического роликоподшипника сложна.

Его долговечность определяется рядом технологических факторов. От правильной их реализации зависит правильное распределение кинематических сил, действующих на отдельные детали подшипника, динамика и точность вращения подшипника. В работе приводится схема плоского распределения усилий вдоль дорожки качения и среднего (направляющего) борта внутреннего кольца в зависимости от положения точки контакта (l_k и l'_k). Автор указывает, что величина среднего (упорного) борта влияет на положение точки контакта ролика и наружного кольца, влияет также на положение точки контакта непостоянство, высота кольца и другие факторы.

Результаты стендовых испытаний показывают, что выход подшипников из строя по выкрашиванию дорожек качения у края среднего борта внутренних колец уменьшается при тщательном изготовлении колец и отсутствии скрытых дефектов металла.

Анализ стендовых испытаний двухрядных сферических подшипников с жестким бортом внутреннего кольца показывает, что выход подшипников из строя происходит, в основном, по роликовой дорожке у края галтели среднего борта, встречается также питинги по образующей роликов и на рабочей поверхности рабочего кольца.

Выход подшипников по дефектам у галтели среднего борта внутреннего кольца привел к необходимости создания новой конструкции внутренних колец с плавающим бортом, что позволило удлинить линию контакта ролика с дорожкой качения внутреннего кольца, уменьшить область концентрации напряжений из-за ликвидации галтели у среднего борта кольца.

Обзор реферативного журнала «Подшипниковая промышленность» показал, что совершенно мало материала опубликовано по вопросу силового анализа работы отдельных деталей в подшипнике, распределению нагрузок на кольца подшипника и направляющий борт в зависимости от изменения точки контакта наружного кольца с роликом, от наклона роликовой дорожки. По нашему мнению усилия нагрузки на средний борт, на дорожку качения внутреннего кольца изменяются в процессе работы подшипника, что затрудняет их измерение и учет.

Нами предлагается следующая схема распределения сил при нагружении его радиальной силой Q (рис. 2).

Радиальная сила Q (сила нагрузки) раскладывается на две роликовые дорожки, поэтому в точке контакта роликов с наружным кольцом, действует сила $Q/2$. В связи с тем, что контакт с внутренним кольцом происходит по линии, условно выберем точку контакта внутреннего кольца с роликом посередине роликовой дорожки в диаметральной плоскости dk . В данной точке действует суммарная составляющая от элементарных сил, распределенных по линии контакта, суммарная составляющая также будет равна силе $Q/2$ (реакция от $Q/2$).

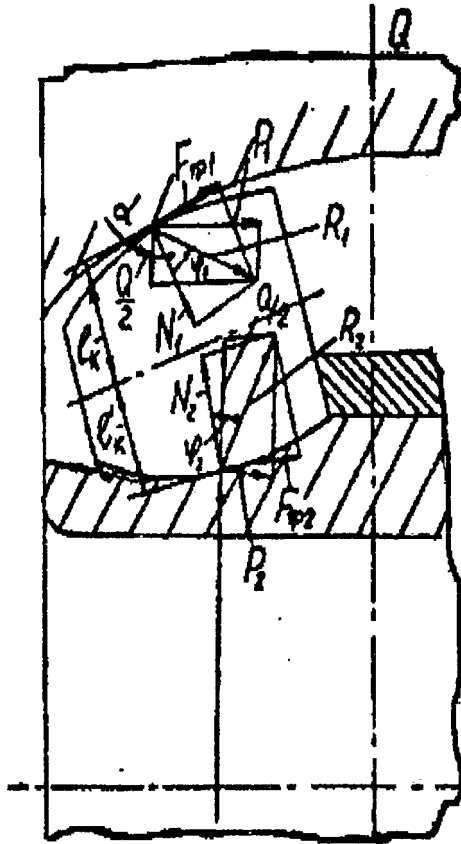


Рис. 2. Распределение сил в точках контакта ролика с наружным и внутренним кольцами подшипника

В точках контакта колец с роликом действуют следующие силы: сила нормального давления N_1 и сила трения $F_{тр1}$, соответственно сила нормального давления N_2 и сила трения $F_{тр2}$. Вышеуказанные силы имеют равнодействующие R_1 и R_2 . Данные равнодействующие можно представить как суммы сил P_1 и $Q/2$ и P_2 и $Q/2$. Суммарная сила, осуществляющая давление на средний борт будет равна $P=P_1+P_2$. Выразим соответственно силы P_1 и P_2 через силу $Q/2$. Получим:

$$P_1 = \frac{Q}{2} \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_1),$$

$$P_2 = \frac{Q}{2} \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_2),$$

где, φ_1 и φ_2 – соответственно углы трения в точке контактов ролика с наружными и внутренними кольцами. Таким образом сила давления на борт P равна:

$$P = \frac{Q}{2} \cdot [\operatorname{tg}(\alpha + \varphi_1) + \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_2)].$$

Сила давления P на борт в динамике не постоянна, она зависит от геометрических параметров колец подшипника и условий его эксплуатации. Когда изготавливались борта направляющие, за одно целое с внутренним кольцом, твердость их составляла 60...63HRC, поэтому износ их был незначительный.

На ОАО «МПЗ» была внедрена технология изготовления бортов направляющих подшипника 53614К из подшипниковых материалов ЖГр1ДЗ, но из-за недостаточной пластичности данного материала при прессовании последний был заменен на материал ЖОО, 6Д1МФ по ТУ 61-13-80. Внедрение новой марки порошка улучшило условие его прессования, но вследствие повышенной пластичности материала, ухудшалась его обрабатываемость.

Согласно техническим требованиям твердость рабочей поверхности борта должна была составить НВ 180...220, но после прессования, токарной обработки твердость прессованных направляющих бортов составляет примерно НВ 85. Низкая твердость направляющих бортов приводит к их повышенному износу или деформации поверхностного слоя борта при контакте со сферическим торцом ролика, т.к. твердость последнего составляет HRC60...63. Поэтому до настоящего времени не решен вопрос окончательно по стабильной технологии изготовления бортов направляющих, имеющих необходимую твердость поверхностного слоя и требуемую шероховатость его.

Целью настоящей работы является изыскание такого метода.

Дополнительно известно, что проведенные стендовые испытания подшипников 53614 с различными конструкциями направляющих бортов и изготовленных из различных материалов, а именно:

1. С плавающим чугунным бортом и со сферическими боковыми поверхностями.
2. С жестким средним бортом из стали ШХ15.
3. С плавающим латунным бортом и с коническими боковыми поверхностями.
4. С плавающим бортом из незакаленной стали.
5. С плавающим бортом из графитизированной стали ЭП-336.
6. С плавающим бортом, изготовленным из порошков марки ЖГр1ДЗ, ЖОО, 6Д1МФ.

Они показывают, что почти во всех случаях происходит износ и возникают дефекты поверхности среднего борта.

Данные испытаний подтверждают необходимость в проведении определенных исследований по применению упрочняющих технологий поверхности среднего борта.

ЛИТЕРАТУРА

Кошель В.М., Лившиц З.Б., Есинович В.Д. Технологические резервы долговечности роликовых подшипников.- «Подшипниковая промышленность», вып.7, 1986 г., с 16-21. 2. Кривко Г.П. Основы совершенствования способов и технологических процессов механической обработки деталей подшипников.- Мн.: УП «Технопринт », 2001г.,202с. 3. Баршай И.Л., Кривко Г.П., Федорцов В.А. Новое в финишной и упрочняющей обработке пластичным деформированием деталей из порошковых материалов.- Мн.:БелНИИТИ, 1987.- 32с.

МОДЕЛЬ МЕХАНИЗМА ОБРАЗОВАНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ПРИ КОНДЕНСАЦИИ ПАРОВ АТОМОВ МЕТАЛЛА НА ПОВЕРХНОСТИ ОСНОВЫ-ИЗДЕЛИЯ

Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

До настоящего времени представления о кинетике фазовых переходов первого рода, впрочем, как и иные, касающиеся физических свойств вещества, не опираются на представления об образовании и соединении молекул за счет взаимодействия валентных электронов атомов. То, что модель молекулы оказывается не востребованной при создании кинетического представления, свидетельствует либо о несовместимости используемых представлений, либо об их несоответствии моделируемым процессам, в которых участвует вещество.

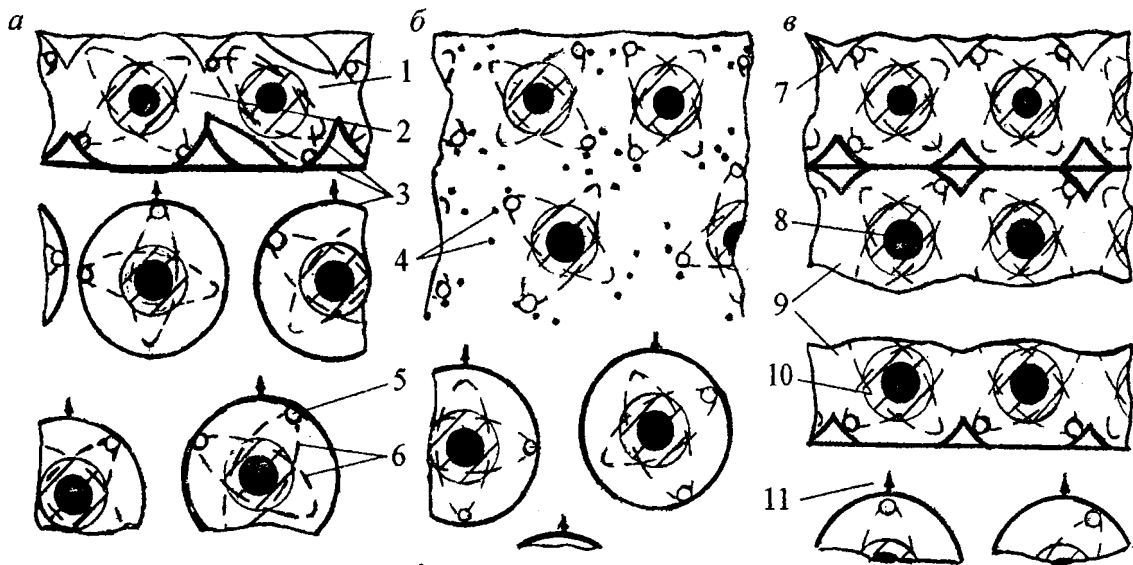


Рис. 1. Фрагменты этапов формирования структуры покрытия:

- 1, 2 – атом основы соответственно с особенностью и без нее в расположении внешних электронов;
- 3 – внешняя граница зерна и граница невозбужденного атома;
- 4 – условная граница атома при нарушении нейтральности зерна и в процессе формирования последнего;
- 5 – электрон; 6 – вероятные траектории движения внешних электронов;
- 7 – внутренняя граница зерна; 8 – ядро; 9 – зерно покрытия, граничащее с зерном основы;
- 10 – область, в которой располагаются внутренние электроны атома;
- 11 – стрелка, указывает направление движения атома

Эти обстоятельства привели к разработке иных представлений о молекуле [1], на основе которых дается кинетика конденсации. Новая кинетика исключает применение противоречивых представлений, например, такого как зародыш, имеющий критический размер, а, следовательно, и образованный ограниченным числом атомов, является макроскопическим телом [2] и такого как макроскопическое тело, т.е. тело, состоящее из колоссального количества отдельных частиц – атомов и молекул [3]. Кроме того, она устраняет необходимость использования дополнительных положений, в частности, таких как фонон – квант поля колебаний кристаллической решетки, метастабильное состояние и др., вводимых в статистической физике для созда-

ния расчетных методов вычисления термодинамических величин, характеризующих макроскопические тела.

При рассмотрении процессов конденсации остановимся на процессах конденсации для паров атомов металла на основе, которая в некоторых случаях должна подогреться [4]. Также обоснуем необходимость использования основы и ее подогрева и обсудим вопросы, связанные с получением максимальной адгезии между материалами покрытия и основы. Выбор конденсируемых материалов не обусловлен какой-либо их исключительностью, и полученные ниже результаты могут быть использованы для объяснения такого процесса для иных материалов.

Модель образования молекулярной структуры в процессе конденсации можно представить в виде нескольких этапов. В начальный момент конденсации (рис. 1, а), так же как и в последующие моменты времени осуществления процесса, часть испаренных атомов металла движется направленно к поверхности основы. Их кинетическая энергия E_{kin} определяется из равенства

$$E_{kin} = E_{evap} - E_{pot} - \delta E_1, \quad (1)$$

где E_{evap} – энергия атомов при испарении; E_{pot} – изменение потенциальной энергии атомов, связанное с изменением высоты основы относительно месторасположения поверхности металла, с которой испаряются атомы; δE_1 – энергия, отдаваемая атомами при взаимодействиях с молекулами окружающей среды [5]. При столкновениях с атомами основы испаренные атомы часть своей кинетической энергии будут затрачивать на деформацию взаимодействующих атомов [6], обуславливающую формоизменение и локальное нарушение нейтральности зерен основы, расположенных на границе (рис. 1, б). Другая часть энергии E_{kin} будет расходоваться на деформацию падающего атома, а также противодействие деформированию со стороны соседних атомов покрытия, расположенных в плоскости, параллельной плоскости основы для локальной области взаимодействия рассматриваемого атома с атомом основы, и их деформирование или, что можно определить короче, на сдвиговые совместные деформации с окружающими атомами. Отметим, что такие представления отличаются от представлений о взаимодействии атомов, не учитывающих заряды взаимодействующих частиц [7]. При этом составляющие внутреннюю энергию испаренных атомов изменятся от значений, определяемых равенством

$$W_a = W_{ekin} + |W_{pot}|, \quad (2)$$

до значений, определяемых равенством

$$W_a = W_{ekin} + W_{nkin} + |W_{pot}|, \quad (3)$$

где W_{ekin} – суммарная кинетическая энергия электронов; W_{nkin} – кинетическая энергия ядра для возмущенных состояний атома; W_{pot} – суммарная потенциальная энергия взаимодействия между всеми частицами, входящими в атом, друг с другом [6].

Следующие испаренные атомы, например, могут взаимодействовать с уже осажденными атомами, препятствуя их стремлению вернуться к исходному недеформированному состоянию. При этом в случае нанесения покрытия из материала основы вполне вероятна ситуация, когда составляющие энергии атомов покрытия будут почти совпадать с составляющими энергии атомов материала основы. В том случае, если такое взаимодействие между осаждаемыми и осажденными атомами будет продолжаться, то наступит момент создания условия нейтральности на поверхности ограниченного объема из осажденных атомов, а соответственно восстано-

вится граница между основой и покрытием и образуется новая граница зерна из атомов, заключенных в этом объеме (рис. 1, в).

Таким образом, в молекулярной структуре под зерном следует понимать совокупность атомов в возбужденном состоянии, образующих систему различно заряженных периодически взаимодействующих частиц атомов, на границе и вне которой суммарная напряженность электрического поля этих частиц равна нулю только для определенного числа атомов в пределах некоторого интервала изменения частот, составляющих их внутренние энергии. Такое определение зерна в полной мере соответствует понятию о молекуле как нейтральной системе, состоящей из положительно заряженных ядер и отрицательно заряженных электронов – частиц атомов, связанных центральными и нецентральными силами электромагнитного взаимодействия [1].

Зерно или молекула может соединиться с другими зернами благодаря взаимодействию атомов, расположенных на их внешних границах, и не терять в определенных пределах своей индивидуальности. При соединении с другими зернами, по всей видимости, только в зоне приграничных атомов происходит нарушение условий нейтральности соединяемых границ зерен, которое ликвидируется после соединения, приводит к искажению в местах соединения ранее существовавших в каждом зерне своих периодически изменяющихся электрических полей, обуславливавших нейтральность их границ, и образованию общей нейтральной границы. При этом, нет оснований полагать, учитывая возможность проникновения, например, масла при сильном его сжатии через стенки стального цилиндра, т.е. через металлическую структуру, что в пространствах между ее внутренними границами, как и границами соединившихся зерен (рис. 1), присутствуют электрические поля, а, следовательно, полагать и непрерывность материи в таком кристаллическом пространстве. Каждое зерно характеризуется своим периодически изменяющимся электрическим полем, существующим благодаря наличию преимущественного большинства симметрично расположенных ядер и их внешних электронов, которые также, в основном, одинаковым образом пространственно ориентированы друг относительно друга. При деформации зерна или молекулы, о которой можно говорить, рассматривая локальную область деформируемого, например, в процессе прессования тела, фактически одинаковым образом изменяются пространственные расположения и ориентация электронов и ядер друг относительно друга в кристаллической структуре зерна, и в соответствии с ними изменяется его электрическое поле. Тогда как из-за наличия границ у зерен при деформации тела в том же процессе такие измененные их электрические поля и внешнее механическое силовое воздействие будут обуславливать возрастание и убывание кулоновских сил между электронами и ядрами взаимодействующих приграничных атомов или размеров их запрещенной зоны. Здесь для упрощения изложения события, связанные с изменением полей, условно разнесены по времени. Такое изменение кулоновских сил будет создавать условия, приводящие к разрушению существовавших связей между зернами вдоль их границ, изменению положений зерен друг относительно друга и возможному образованию новых связей с другими зернами. Это подтверждается фиксируемыми при пластических деформациях разрывами связей, прежде всего, между атомами вдоль границы зерен и наблюдениями такой границы при известной подготовке поверхности кристаллических веществ. При увеличении составляющих энергии, связанных с движением частиц атома, вплоть до разрушения кристаллической структуры и перехода зерна в жидкое агрегатное состояние нейтральность будет нарушаться. Все большее число частиц будет входить в укрупняющиеся зерна с тем, чтобы ликвидировать нарушение нейтральности, пока не наступит момент, когда нейтральной границей не станет граница всего расплава слившихся в одно целое зерен.

Кристаллическая структура, образованная из металлических атомов, не обладает какими-либо особыми характеристиками, которые могли бы выделять ее среди иных кристаллических структур. Однако из этого вовсе не следует, что структуры, образованные из атомов различных химических элементов, будут иметь одинаковые физические свойства, в том числе и касающиеся количественно состава атомов в молекуле (зерне). Такое представление отличается от иного, как уже отмечалось, данного на основе строения структуры из атомов, благодаря взаимодействию их валентных электронов, и предполагающего, в частности, для металлической структуры наличие особых свойств электронов [5].

Отметим, что зерно может иметь особенность или особенности в структуре, которые связаны с расположением орбит внешних электронов, например, друг относительно друга в одном атоме или для соединенных друг с другом нескольких атомов, и приводят к особенностям формирования условной границы существования атома в зерне (рис. 1, а). В рассматриваемом случае отсутствием такой особенности можно полагать симметричное расположение орбит внешних электронов атома 2 в пространстве относительно окружающих атомов (рис. 1, а). Под границей свободного от взаимодействий атома следует понимать замкнутую пространственную оболочку, разделяющую внутреннее и внешнее для атома пространства. Внутреннее пространство атома содержит разноименно заряженные частицы и электрические поля, обуславливающие их взаимодействие и не распространяющиеся во внешнее его пространство. Учитывая то, что в зернах атомы находятся в возбужденном состоянии, не являются электрически нейтральными, а часть пространств, занимаемых атомами, являются общими, можно говорить лишь об их условных границах в зерне.

Шарообразное пространство невозбужденного атома, которое занимают взаимодействующие электроны, ядро и их электрические поля, при образовании молекулярной структуры принимает иную форму (рис. 1, 2). Общее пространство взаимодействующих атомов в такой структуре становится запрещенным для попадания в нее электронов (рис. 2, а). При попадании электронов в такое пространство атом может становиться нейтральным, и связь с иными атомами может разрываться. В молекулярной структуре в силу определенной ограниченности движения электронов в атоме, возникающей из-за наличия запрещенных зон, часть шарообразного пространства свободных атомов также становится ограниченно доступной – это закрытая область для попадания электронов (рис. 2, а). Отметим, что закрытая область, в отличие от запрещенной области, не входит в пространство, занимаемое атомом. За счет присоединения той или иной части этой области атом, находящийся в состоянии взаимодействия с другим атомом или атомами, может увеличивать свой объем. Как запрещенная, так и закрытая области могут изменять свои размеры при изменении составляющих внутреннюю энергию. Таким образом при увеличении температуры или нарушении нейтральности зерна электроны могут попадать в закрытую область, не вызывая разрушения связей с остальными атомами, и приводить к созданию или ликвидации особенностей в структуре зерна.

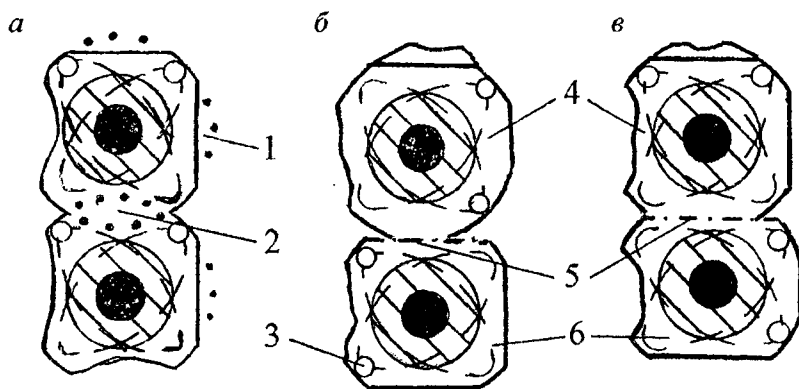


Рис. 2. Фрагменты двух атомов при их различных взаимодействиях:
 1 и 2 – закрытая и запрещенная область для попадания электронов; 3 – внешний электрон;
 4 – атом основы; 5 – условная граница между атомами основы и покрытия; 6 – атом покрытия

Составляющие внутренней энергии испаренных атомов при столкновениях с атомами основы всегда будут изменяться от значений, определяемых равенством (2), до значений, определяемых равенством (3). В тоже время атомам основы будут присущи изменения составляющих внутренней энергии только в пределах, определенных равенством (3) (вопросы, связанные с разрушением зерен основы при конденсации, не рассматриваются). Учитывая, что внутренние

энергии взаимодействующих атомов задаются схожими равенствами (3), в которые входят три слагаемых, характеризующих сложное движение всех связанных электрическими полями частиц атома, для удобства проведения анализа таких взаимодействий перейдем к значениям энергий, определяющимся только двумя составляющими. Для этого в качестве одной из таких составляющих W_{kin} выберем суммарное значение кинетических энергий ядра и электронов, а в качестве другой возьмем значение, характеризующее потенциальную энергию взаимодействия между электронами, электронами и ядром и входящее в равенство (3). Тогда равенство (3) запишется в виде

$$W = W_{kin} + |W_{pot}|. \quad (4)$$

При столкновении испаренных атомов с атомами основы будут наблюдаться две особенности, связанные вероятнее всего с одинаковым изменением составляющих W_{kin} и $|W_{pot}|$ атомов основы. Первая из особенностей при таких столкновениях обусловлена убыванием закрытой области, возрастанием запрещенной области для попадания электронов между атомами основы и созданием недостаточной для обеспечения связи между атомами покрытия и основы запрещенной зоны (рис. 2, б). Возрастание запрещенной области будет обуславливать возрастание абсолютных значений потенциальных энергий взаимодействия между атомами основы и, согласно равенству (4), приводить к уменьшению кинетической энергии частиц атома. Это, в свою очередь, будет фактически исключать возможность соединения атома основы с осаждаемым атомом покрытия. Именно существование такой особенности взаимодействия атомов покрытия и основы вызывает необходимость подогревать основу. Подогревание основы в соответствии с (4) позволяет уменьшать абсолютные значения потенциальной энергии взаимодействия атомов основы друг с другом. Это обеспечивает возможность при столкновении атомов покрытия и основы увеличивать абсолютные значения потенциальной энергии взаимодействия последних и тем самым создавать условия для соединения атомов основы и покрытия. Вторая особенность, благоприятная для соединения атомов основы и покрытия, обусловлена возрастанием закрытой области и запрещенной области, возникающей при столкновении атома покрытия с атомом основы (рис. 2, в).

Можно однозначно утверждать, что основа в процессах конденсации паров атомов металла служит не только базой для образования новой структуры из конденсируемых атомов. Прежде всего, она необходима для управления взаимодействием конденсируемых атомов между собой, а в случае создания адгезии между атомами основы и покрытия – и для управления взаимодействием атомов покрытия и основы.

При столкновениях атомов покрытия, величина кинетической энергии которых в соответствии с равенством (1) не превышает E_{kin} , с атомами основы, в зависимости от величины составляющих их энергии, будет происходить то или иное их деформирование, обуславливающее возникновение условной границы между взаимодействующими атомами (рис. 2, б и в). Эта граница при соединении атома покрытия с атомом подложки может трансформироваться в запрещенную область. Такие модельные представления о процессе соединения атомов логичны за исключением представлений, касающихся введенных для наглядности условных границ атомов (рис. 2, б и в), поскольку в реальности электроны взаимодействующих атомов не могут попадать в пространства друг друга, а могут только иметь общие границы. Это обстоятельство, как и изложенные иные, позволяет говорить лишь об установлении при различных энергетических взаимодействиях атомов соответствующих различных размеров общих границ, которые и определяют адгезионные свойства покрытия.

Таким образом, внешние энергетические условия сказываются на количественном содержании атомов в зерне, поскольку энергия испаряющихся атомов фактически остается постоянной, а строительство зерна завершается при достижении состояния нейтральности. Тогда как при создании связи между зернами эти энергетические условия изменяют энергию зерен и,

следовательно, влияют на величину сил взаимодействия между атомами, расположенными у границ зерен.

Размеры запрещенной области в веществе задаются силами взаимодействия электрических полей движущихся по орбитам электронов одного контактирующего атома с ядром другого атома. При этом ускоренные движения электронов и ядер таких атомов осуществляются как с изменением направления движения, так и модуля скорости. Периодическое взаимодействие положительно и отрицательно заряженных частиц контактирующих атомов вызывает у них колебательные движения, частотой которых можно характеризовать размеры запрещенной для попадания электронов области. Такие ускоренные движения электронов и ядер, взаимодействующих атомов, обуславливают возникновение электромагнитного излучения, которое может быть измерено.

Поскольку в молекуле все атомы являются нейтральной единой системой, то их совместное существование возможно только при равенстве частот их колебаний, вызванных взаимодействием электронов одних контактирующих атомов с ядрами других атомов. Такие частоты колебаний могут поддерживаться и в случае асимметричного перераспределения некоторой части ее атомов и их частиц друг относительно друга и относительно другой части атомов, обуславливая тем самым создание напряженного состояния в молекуле. В противном случае должно происходить затухание колебаний, уменьшение запрещенной области и разрушение молекулы. Частоты таких колебаний назовем частотами взаимодействующих атомов или просто частотами атомов.

При конденсации, практически происходящей при энергиях атомов покрытия, приведших к разрушению молекул, в которых они до этого существовали, отличия в частотах колебаний взаимодействующих атомов для всего их конгломерата вплоть до образования зерна являются максимальными. И в случае, если эти отличия в частотах под внешним воздействием со стороны основы или благодаря иному воздействию не будут уменьшены до значений, обуславливающих автоматическое затухание колебаний до определенных значений частоты, которая характерна для атомов молекулы или зерна при максимальных кинетических энергиях в соответствии с равенством (4), конденсация не произойдет. Под автоматическим затуханием колебаний понимается такое воздействие колебательных движений ядра атома на электроны внешних орбит соседних атомов или наоборот, которые не приведут к попаданию электронов в запрещенные области, возникшие между атомами, а будут способствовать установлению одинаковых энергетических состояний для взаимодействующих атомов.

Таким образом, условием существования молекулы при тех или иных энергетических характеристиках ее атомов является не только нейтральность ее границ при определенном количестве конгломерате из них, но и возможность установления равенства между частотами их колебаний, т.е.

$$\nu_1 = \nu_2 = \nu_3 = \dots = \nu_N, \quad (5)$$

где ν_i – частота колебаний i -го атома молекулы; $i = 1, 2, 3, \dots, N$; N – количество атомов в молекуле.

Ранее было предположено, что в случае реализации ситуации нанесения покрытия из материала основы, когда составляющие энергии атомов покрытия и основы будут почти совпадать, будет образовываться качественное соединение создаваемой и имеющейся структур. Действительно, в этом случае частоты колебаний атомов покрытия и основы будут практически совпадать, что будет приводить к незначительному напряженному состоянию на границе соединения, и такое соединение структур будет характеризоваться максимальной адгезией. Как правило, рассмотренная ситуация является исключительной ситуацией, а те, с которыми приходится сталкиваться, связаны с нанесением материалов, отличающимися качественно от материалов основы.

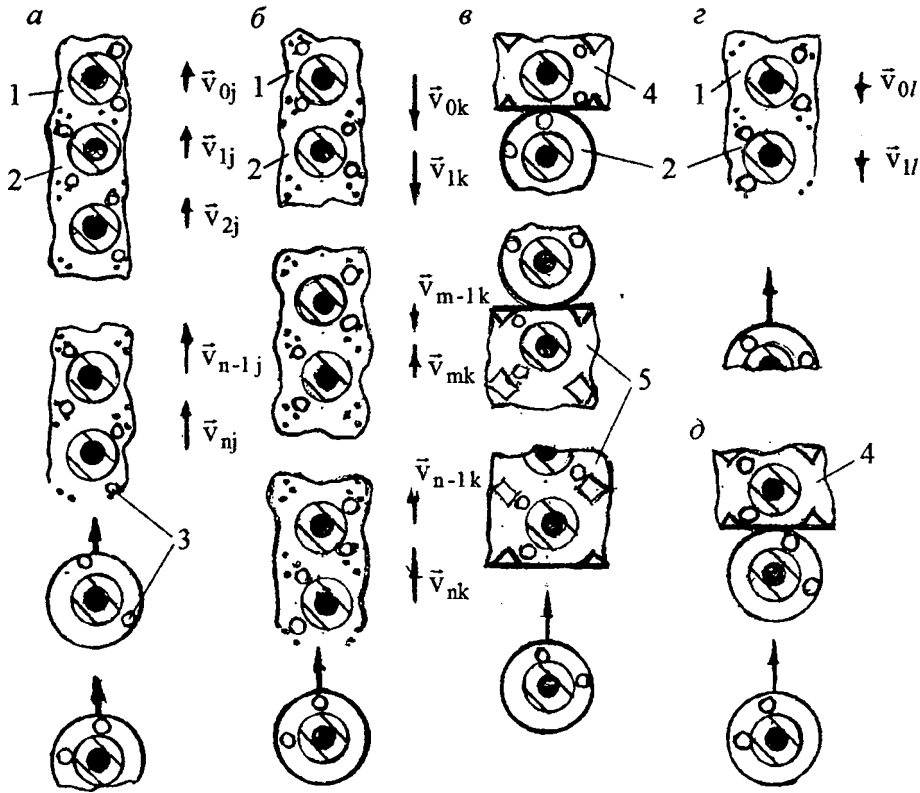


Рис. 3. Фрагменты этапов формирования структуры покрытия при различных частотах V^I (а, б, в) и V^II (г, д) осаждения атомов металла ($V^I > V^II$):

1, 2 – соответственно атомы основы и покрытия; 3 – внешний электрон (вероятная траектория движения не показана); 4, 5 – соответственно зерно основы и покрытия; \vec{V} – скорость ядра атома; индекс 0 указывает на принадлежность ядра атому основы; индексы 1, 2, $m-1$, $n-1$, n указывают на принадлежность ядра атому покрытия и его порядковый номер; j, k, l – индексы, указывающие различные моменты времени

Таким образом, подогревая или охлаждая основу, можем изменять частоту колебаний атомов ее вещества, и если она будет близка к частоте осажденных атомов, то возникнет адгезия. Величина адгезии будет зависеть и от того, насколько отличаются друг от друга частоты, характеризующие соединенные материалы, например, при той или иной температуре. Это может приводить к уничтожению адгезии между материалами основы и покрытия, т.е. отслаиванию материала покрытия от основы, после изменения температуры, при которой соединение было образовано. При необходимости получения именно заданной пары материалов в случае невозможности создания адгезии между ними следует на границе их раздела вводить атомы химических элементов, которые при образовании связи характеризовались бы промежуточными значениями частот колебаний атомов между аналогичными частотами для материалов основы и покрытия для всей области применения созданного материала. Следует отметить и то, что контакт разнородных материалов, характеризующихся различной частотой колебаний атомов может приводить и к нарушению условия нейтральности на их границе.

Здесь целесообразно вернуться к объяснению возможности наблюдения границы между зернами, например, в металлической структуре. Поскольку частоты колебаний атомов внутри зерен и на их границах отличаются, поэтому возникают условия, обеспечивающие различные электромагнитные взаимодействия освещающего поверхность металла света и электромагнитных излучений самого металла и определяющие создание видимости границ.

Величина адгезии между материалами покрытия и основы в процессе конденсации паров атомов металла определяется не только качеством взаимодействующих атомов, но и частотой осаждения атомов. Под этой величиной частоты понимается величина, которая является

обратной промежутку времени, протекающему между двумя любыми ближайшими актами осаждения атомов перпендикулярно плоскости основы на круговую площадку, в поперечнике имеющую площадь, большую площади окружности с диаметром, большим радиуса атома, но не превосходящим его диаметра. Интервал частот осаждения атомов можно разделить на три части, характеризующие адгезионные особенности при выбранном режиме конденсации.

Средняя часть такого интервала частот осаждения атомов, приводящая к получению покрытия на основе, рассмотрена. Для нее характерно то, что частота осаждения атомов изменяется в пределах изменения частот атомов основы при температурах, в пределах которых изменяется температура основы при конденсации, и частоты, при которой начинается сублимация атомов покрытия. При такой частоте попадания атомов покрытия на материал основы возникает такое взаимодействие между атомами материала основы и покрытия и между атомами последнего, которое позволяет не только деформировать им друг друга, но и уменьшать скорости направленных движений их ядер. Это в свою очередь будет уменьшать частоты колебаний этих ядер до значений, обуславливающих автоматическое затухание колебаний до определенных значений частоты.

Две другие крайние части интервала частот осаждения атомов не приводят к получению покрытия на основе. Рассмотрим случай, когда частота осаждения атомов покрытия будет больше максимальной частоты из средней части интервала частот. При реализации такой ситуации на определенном временном этапе конденсации направления движения групп атомов, а точнее их ядер, будут совпадать (рис. 3, а). В силу чего возможность их соединения с атомами основы или образования зерна будет исключена. При появлении групп атомов покрытия, имеющих направления движения ядер противоположные движению ядер первичной группы атомов, контактирующей с атомами основы (рис. 3, б), появляется возможность образования зерна из атомов материала покрытия. При этом между образовавшимся зерном и зерном основы адгезия будет отсутствовать, а, кроме того, между зернами возможно образование прослойки из несвязанных между собой атомов материала покрытия (рис. 3, в). Такие же образования будут возникать и при продолжении процесса с той же частотой осаждения атомов.

Теперь рассмотрим случай, когда частота осаждения атомов покрытия будет меньше минимальной частоты из средней части интервала частот осаждения атомов. При такой частоте осаждения атомов взаимодействие между атомами покрытия и основы будет происходить, и прекращаться раньше, чем следующий атом материала покрытия соприкоснется с предыдущим осажденным атомом (рис. 3, г, д). Атом покрытия при соприкосновении с атомом основы вызовет нарушение нейтральности границы зерна основы и атома покрытия. Однако, поскольку при этом составляющая энергии W_{kin} для атома покрытия в равенстве (4) будет достаточной для того, чтобы вернуть электрон или электроны внешней орбиты в образовавшееся пространство запрещенной области, поэтому нейтральность границ атома и зерна будут восстановлены.

Отметим, что в случае конденсации паров, состоящих из молекул, последние при контакте должны обеспечивать механические воздействия друг на друга, приводящие к взаимодействию электронов атомов одного вещества с ядрами атомов другого вещества и наоборот и установлению в дальнейшем промежуточных частот колебаний их атомов в соединяемых молекулах. Это может достигаться как за счет теплоотдачи, так и за счет внешнего воздействия.

Предложенная модель механизма конденсации позволяет объяснить не только процесс конденсации, но и иные процессы соединения материалов, а при использовании зависимости частоты излучения вещества от его температуры и управлять технологией получения необходимой адгезии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Макушок Е.М., Харченко В.В. О моделях молекулы, их значении в развитии представлений об электропроводности и создании технологий снижения сопротивления материалов // Теория и практика машиностроения. 2003. №2. С. 17–20.
2. Лифшиц Е.М., Питаевский Л.П.. Физическая кинетика. М.: Наука, 1979. 528 с.
3. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Статистическая физика. Ч. 1. М.: Наука, 1976. 584 с.
4. Точицкий Э.И. Кристаллизация и термообработка тонких пленок. Мн.: Наука и техника, 1976. 314 с.
5. Макушок Е.М., Харченко В.В. Некоторые особен-

ности металлической структуры и механизмы ее разрушения и соединения при тепловом и механическом воздействии // ИФЖ. 2002. Т.75. №1. С. 148–155. 6. Мрочек Ж.А., Харченко В.В. Особенности технологического процесса формообразования покрытий прессованием // Машиностроение. – Мн. 2009. – Вып. 24. С. 23–28. 7. Мотт Н., Месси Г. Теория атомных столкновений. М.: Мир, 1969. 756 с.

УДК 621.9.91 (035)

Присевок А.Ф., Клавсуть П.Н.

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ СТРУЖКИ ПРИ ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

С интенсивным развитием производственных технологий за последние годы, высокоскоростная механическая обработка (ВСО) нашла широкое применение в различных отраслях промышленности. ВСО обеспечивает высокую эффективность и низкую стоимость наряду с повышением качества обработки, позволяет обрабатывать труднообрабатываемые материалы с высокой твердостью (закаленная легированная сталь). Технология ВСО нашла широкое применение в аэрокосмической промышленности, машиностроении и инструментально-штамповом производстве.

Одним из отличий высокоскоростной обработки от обычной механической является образование заостренной “пилообразной” стружки [1], существенно влияющей на такие параметры процесса, как сила резания [2], температура в зоне резания [3], износ режущего инструмента [4] и качество обработанной поверхности [5]. Для возможности оптимизации ВСО необходимо установить закономерности влияния процесса стружкообразования на параметры обработки.

Одним из способов исследования процесса стружкообразования является теоретическое моделирование методом конечных элементов [6, 7]. ВСО относится к нелинейным многокритериальным процессам, существующие математические модели не учитывают в полной мере состояние материала в условиях интенсивного деформирования. Например, результаты конечно-элементного моделирования, выполненного с использованием программного обеспечения Deform-2D, не всегда согласуются с экспериментальными данными из-за невозможности обработки нелинейных задач. В данном исследовании для моделирования процесса стружкообразования при ВСО используется модель материала и критерии разрушения, основанные на уравнении Джонсона-Кука. Математическое моделирование методом конечных элементов осуществлено на базе программного обеспечения ABAQUS, позволяющего обрабатывать нелинейные многокритериальные задачи.

Моделирование процесса стружкообразования

1. Модель состояния материала

Для моделирования процесса стружкообразования и возникающих сил резания используется математическая модель состояния материала Джонсона-Кука. Эта модель учитывает влияние напряжения, деформации, скорости деформации и температуры [8, 9], что соответствует задачам, в которых скорость деформации изменяется в широком диапазоне (от 10^2 с^{-1} до 10^6 с^{-1}), а изменение температуры приводит к изменению условий пластической деформации. Эта модель описывается следующим уравнением кривой течения (уравнение состояния):

$$\bar{\sigma} = \left[A + B(\bar{\epsilon})^n \right] \cdot \left[1 + C \ln \left(\frac{\bar{\epsilon}}{\bar{\epsilon}_0} \right) \right] \cdot \left[1 - \left(\frac{T - T_0}{T_{melt} - T_0} \right)^m \right], \quad (1)$$

где, $\bar{\sigma}$ – эквивалентное напряжение;
 $\bar{\epsilon}$ – эквивалентная пластическая деформация;
 $\dot{\bar{\epsilon}}$ – скорость деформации;
 $\dot{\bar{\epsilon}}_0$ – начальная скорость деформации;
 T_0 – температура окружающей среды;
 T_{melt} – температур плавления материала;
 A – предел текучести;
 B – коэффициент, учитывающий твердость материала;
 n – показатель степени упрочнения;
 C – коэффициент, зависящий от скорости деформации;
 m – коэффициент влияния температуры.

Данные для уравнения Джонсона-Кука, используемые при создании модели заготовки, сведены в таблицу 1.

Таблица 1 – Исходные данные для уравнения Джонсона-Кука

A, МПа	B, МПа	n	C	m	$\dot{\bar{\epsilon}}_0, c^{-1}$	T_{melt}, C°	T_0, C°
553	600	0,234	0,013	1,0	0,001	1460	20

Коэффициенты для уравнения Джонсона-Кука определены при испытаниях на разрыв бруса Хопкинсона при высокоскоростной деформации. Процесс высокоскоростной деформации полностью соответствует деформации материала в зоне основного сдвига при ВСО. Это обуславливает использование уравнения Джонсона-Кука при моделировании процесса стружкообразования и сил резания при высокоскоростной обработке.

2. Критерии формирования стружки

При моделировании процесса образования стружки на базе программного обеспечения ABAQUS/Explicit используется уравнение Джонсона-Кука, соответствующее высокоскоростной деформации металла. Модель динамического разрушения материала Джонсона-Кука основывается на значении эквивалентных пластических деформаций в кристаллической решетке. Считается, что разрушение происходит, когда значение параметра D превышает 1. Параметр разрушения D определяется следующим образом:

$$D = \sum \left(\frac{\Delta \bar{\epsilon}^{pl}}{\bar{\epsilon}_f^{pl}} \right) \quad (2)$$

где, $\Delta \bar{\epsilon}^{pl}$ – изменение эквивалентной пластической деформации;

$\bar{\epsilon}_f^{pl}$ – деформация разрушения.

Предполагается, что деформация разрушения $\bar{\epsilon}_f^{pl}$ зависит от коэффициента пластической деформации $\bar{\epsilon}^{pl} / \dot{\bar{\epsilon}}_0$, коэффициента напряжения p/q и коэффициента температуры $Q = (T - T_0) / (T_{melt} - T_0)$. Величина $\bar{\epsilon}_f^{pl}$ определяется следующим образом:

$$\bar{\epsilon}_f^{pl} = \left[d_1 + d_2 \exp\left(d_3 \frac{p}{q}\right) \right] \cdot \left[1 + d_4 \ln\left(\frac{\bar{\epsilon}^{pl}}{\dot{\bar{\epsilon}}_0}\right) \right] \cdot \left[1 + d_5 \left(\frac{T - T_0}{T_{melt} - T_0}\right) \right] \quad (3)$$

где, $d_1 - d_5$ коэффициенты разрушения, определенные при температуре T ;

$\dot{\varepsilon}_0$ – начальная скорость деформации.

Значения величин $d_1 - d_5$ для модели динамического разрушения по уравнению Джонсона-Кука сведены в таблицу 2.

Таблица 2 – Значения коэффициентов уравнения Джонсона-Кука для моделируемого материала

d_1	d_2	d_3	d_4	d_5
0,06	3,31	-1,96	0,0018	0,58

3. Трение в модели

При создании модели трение учитываем по закону Кулона:

$$\begin{cases} \tau_f = \mu\sigma_n & \mu\sigma_n < \bar{\tau}_s \\ \tau_f = \bar{\tau}_s & \mu\sigma_n \geq \bar{\tau}_s \end{cases} \quad (4)$$

где, τ_f – напряжение с учетом трения;

μ – коэффициент трения;

σ_n – нормальное напряжение;

$\bar{\tau}_s$ – предельное касательное напряжение.

В модели взаимодействия стружки и режущего инструмента коэффициент трения принимался 0,27 при взаимном перемещении, и 1 – при отсутствии перемещения [10]. При моделировании программное обеспечение учитывает действительные контактные напряжения и выбирает соответствующую модель трения.

4. Моделирование высокоскоростной обработки методом конечных элементов

Сетка конечных элементов модели заготовки построена из 80*12 плоских четырехвершинных элементов (CPE4R). Сетка инструмента – из 58*25 элементов, передний угол -10°. Моделирование и экспериментальная обработка выполнены при одинаковых условиях.

Экспериментальная высокоскоростная обработка

Материал заготовки – сталь. Твердость HRC 45 обеспечена закалкой до температуры 850 С° в течении 70 минут и отпуском при температуре 430 С° в течении 5 часов. Обработка велась на станке СА6140 твердосплавным инструментом (YT15) без охлаждения, скорость резания – 433 м/мин, глубина резания – 0,2 мм. Передний угол -10°, 0° и 10°. Сила резания измерялась динамометром YDX- 9702.

Полученные в процессе обработки образцы стружки были помещены в смесь эпоксидной смолы и затвердителя. После шлифовки и полировки образцы исследовались на оптическом микроскопе Neuphot.

Сравнение результатов моделирования и экспериментальной обработки

Сравнение результатов моделирования и экспериментальной обработки с разным значением переднего угла режущего инструмента представлены на рис. 1, 2 и 3.

Из рис. видно, что значение переднего угла существенным образом влияет на вид образующейся стружки. Особенно четко выражено образование пилообразной стружки при отрицательном значении переднего угла. Степень заострения G_s и шаг между вершинами заострений характеризуют вид образующейся стружки [10,11]. Степень заострения G_s определяется:

$$G_s = (H - h) / H. \quad (5)$$

Зависимость степени заострения G_s и шага между вершинами P от значения переднего угла представлены на рис. 4 и 5.

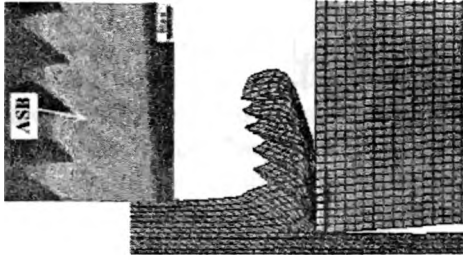


Рис. 1. Образцы стружки, полученные при экспериментальной обработке и при моделировании методом конечных элементов (передний угол -10°)

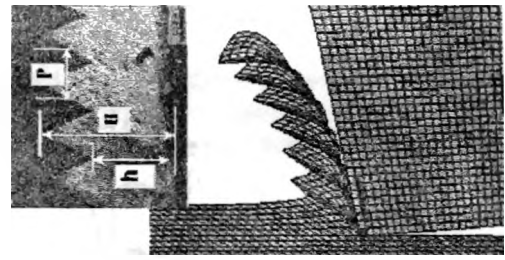


Рис. 2. Образцы стружки, полученные при экспериментальной обработке и при моделировании методом конечных элементов (передний угол 0°)

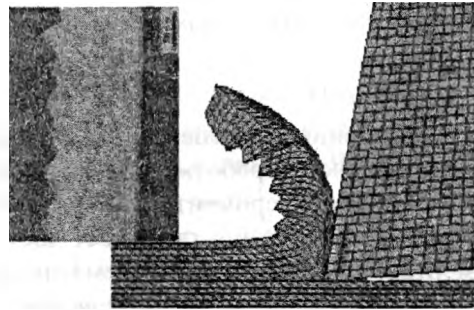


Рис. 3. Образцы стружки, полученные при экспериментальной обработке и при моделировании методом конечных элементов (передний угол 10°)

На рис. 4, 5 и 6 показана зависимость силы резания от переднего угла: с увеличением значения переднего угла сила резания уменьшается. Сила резания увеличивается с момента начала контакта режущего инструмента и заготовки и при достижении максимального значения переходит в режим периодических колебаний. Установлено, что частота и амплитуда колебания силы резания связана со степенью заострения стружки: с увеличением амплитуды колебания силы резания степень заострения увеличивается.

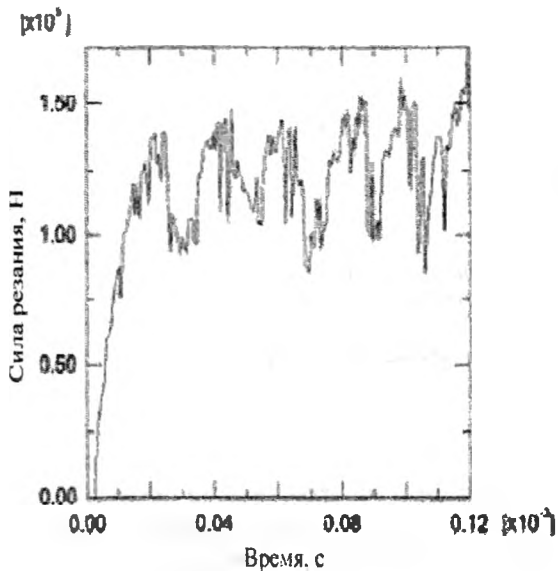


Рис. 4. График изменения силы резания, передний угол -10°

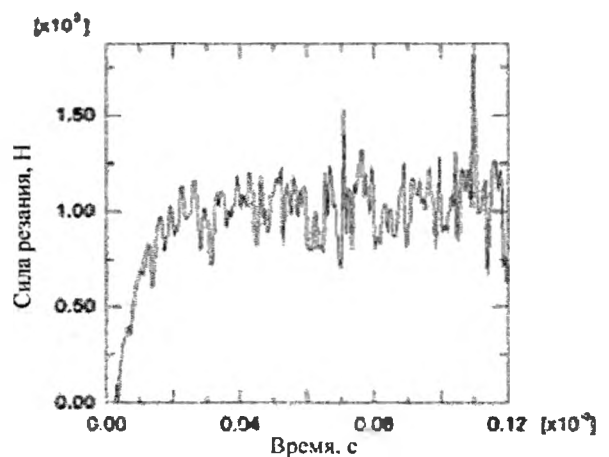


Рис. 5. График изменения силы резания, передний угол 0°

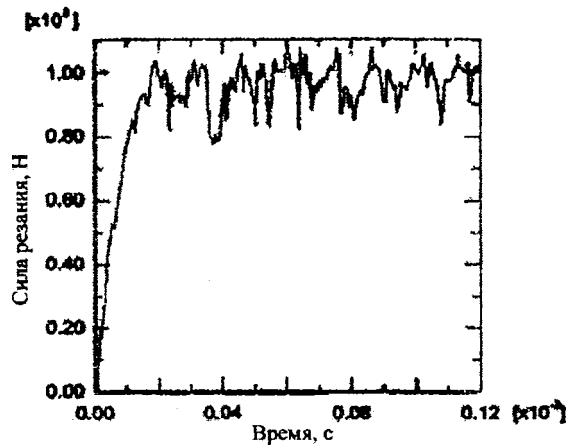


Рис. 6. График изменения силы резания, передний угол 10°

На рис. 7 представлены усредненные изменения силы резания в зависимости от значения переднего угла при экспериментальной обработке и при моделировании. Из графика видно, что значения силы резания, полученные экспериментальным путем, практически соответствует данным, полученным при моделировании, что подтверждает достоверность данных моделирования методом конечных элементов. Использование математической модели позволяет оптимизировать высокоскоростную механическую обработку за счет изменения различных параметров резания.

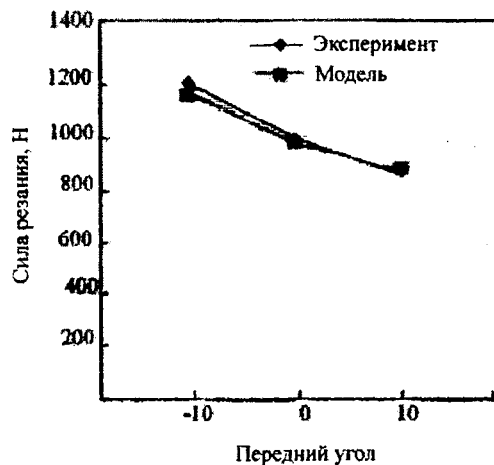


Рис. 7. График зависимости усредненного значения силы резания от значения переднего угла при экспериментальной обработке и при моделировании методом конечных элементов

Заключение

Цель данной работы заключалась в создании математической модели процесса образования стружки при высокоскоростной механической обработке закаленной стали. Модель создана на базе программного обеспечения ABAQUS, использующего уравнение состояния материала Джонсона-Кука. Моделирование процесса образования стружки производилось с учетом высокоскоростной деформации. Влияние изменения переднего угла на образование стружки и

силу резания определялось при экспериментальной обработке. Результаты моделирования достаточно точно повторяли результаты экспериментальной обработки. Установлено, что при высокоскоростной обработке закаленной стали образуется заостренная “пилообразная” стружка. С уменьшением переднего угла степень заострения стружки, шаг вершин заострений и сила резания увеличиваются. Разработанная математическая модель может использоваться для оптимизации высокоскоростной механической обработки закаленной стали.

ЛИТЕРАТУРА

1. C.Z. Duan, T. Dou, Y.J. Cai, Y.Y. Li. Finite Element Simulation and Experiment of Chip Formation Process during High Speed Machining of AISI 1045 Hardened Steel. *International Journal of Recent Trends in Engineering*, vol. 1 (5), pp. 46-50, 2009. 2. G. Sutter, A. Molinari. Analysis of the cutting force components and friction in high speed machining. *J. Manuf. Sci. Eng.* vol.127, pp. 245-250, 2005. 3. G. Sutter, N. Ranc. Temperature fields in a chip during high-speed orthogonal cutting- An experimental investigation. *Inter. J. Machine Tools Manuf.* vol.47, pp.1507-1517, 2007. 4. Z.N. Farhat. Wear mechanism of CBN cutting tool during high-speed machining of mold steel. *Mater. Sci. Eng.* vol.A361, pp.100-110, 2003. 5. T.I. El-Wardany, H.A. Kishawy, and M.A. Elbestawi. Surface integrity of die material in high speed hard machining, Part I: micrographical analysis. *J. Manuf. Sci. Eng.* vol. 122, pp.620-631, 2000. 6. Sung-Han Rhim, Soo-Ik Oh. Prediction of serrated chip formation in metal cutting process with new flow stress model for AISI 1045 steel. *J. Mater. Process. Technol.* vol.171, pp.417-422, 2006. 7. T.J.Burns, M.A.Davies. On repeated adiabatic shear band formation during high-speed machining. *Inter. J. Plasticity*, vol.18, pp.487-506, 2002. 8. T.Mabrouki, J.-F.Rigal. A contribution to a qualitative understanding of thermo-mechanical effects during chip formation in hard turning. *J. Mater. Process. Technol.* vol.176, pp.214-221,2006. 9. F.Klocke, H.-W.Raedt, and S.Hoppe. 2D-FEM simulation of the orthogonal high speed cutting process. *Machining Science and Technology*, vol. 5 (3), pp.323-340,2001. 10. M.A.Davies, A.L.Cooke, and E.R.Larsen. High Bandwidth Thermal Microscopy of machining AISI 1045 Steel. *CIRP Annals-Manufacturing Technology*, vol. 54 (1), pp.63-66, 2005. 11. M.A.Davies, Q.Cao, and A.L.Cooks et al. On the measurement and prediction of temperature fields in machining AISI 1045 Steel. *CIRP Annals-Manufacturing Technology*, vol. 52 (1), pp. 77-80, 2003.

УДК621.762.4.539

Хмелев А.А., Галуза И.М

ОЦЕНКА ПЛАСТИЧНОСТИ СТАЛИ МЕТОДОМ ИЗМЕРЕНИЯ ТВЕРДОСТИ ПО БРИНЕЛЛЮ

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

Метод измерения твердости является незаменимым при оценке механических свойств металлов в процессе эксплуатации, при текущем контроле состояния конструкций и при аварийных исследованиях. Результатом исследования в большинстве случаев является определение прочностных характеристик металла, в том числе и значений ударной вязкости. К указанным результатам следует добавить возможность оценки пластичности эксплуатируемых конструкций путем определения уровня накопленной пластической деформации и уровня оставшегося запаса пластичности.

Особенно это важно для выявления и оценки состояния локально деформированных зон конструкций, имеющих повышенную твердость по сравнению с твердостью исходного металла. Такие зоны являются источниками возникновения и развития трещин. Они создаются технологическими методами обработки металлов типа холодной гибки и сварки. В этих зонах распределение твердости имеет пиковый характер, где максимальное значение твердости соответствует вершине пика. Ширина пика порой составляет 1÷2 мм.

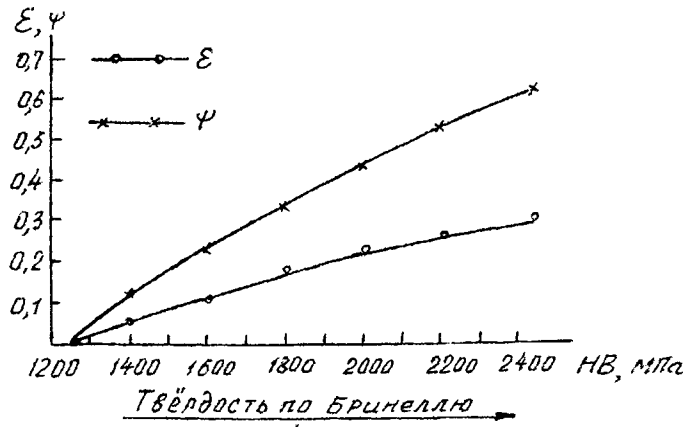


Рис. 1. Зависимости остаточной деформации от твердости по Бринеллю

Известно, что при растяжении стали ее твердость по Бринеллю повышается от исходного состояния HV_0 до HV_{max} , соответствующего моменту разрушения или образования трещины. Это свойство позволяет для каждой стали построить, так называемую, шкалу твердости, характеризующую ее возрастание от исходного состояния до максимального значения по мере приближения процесса накопления пластического повреждения к моменту разрушения.

Отмечая значения относительного удлинения ϵ и относительного сужения ψ , как уровней предварительной остаточной деформации, и соответствующие им значения твердости по Бринеллю, получаем диаграмму зависимости текущей пластичности стали от ее твердости.

На рис. 1 такая диаграмма приведена для стали Ст3 со следующими исходными (сертификатными) механическими характеристиками: $\sigma_s = 452 \text{ МПа}$, $\sigma_t = 260 \text{ МПа}$, $\epsilon = 0,32$, $\psi = 0,67$.

Диаграмма, приведенная на рис. 1, построена по опытным данным. При этом опытные данные с высокой достоверностью определяются и теоретически. Так, по исходной твердости, значение HV_{max} определяется по формуле:

$$HV_{max} = HV_0 \cdot \epsilon^\psi, [1]. \quad (1)$$

Уровень предварительной пластической деформации определяется по формулам:

$$\psi_{пр} = \ln \frac{HV_x}{HV_0} = \ln \frac{h_0}{h_x}, \quad (2)$$

$$\epsilon_{пр} = \ln \frac{d_0}{d_x}, \quad (3)$$

где d_0 и d_x - диаметры отпечатков при измерении твердости для исходного и контрольного состояний соответственно; h_x и h_0 - глубины отпечатков для упомянутых состояний.

Значения d и h в формулах (2) и (3) определяются по формулам [2]:

$$h = \frac{F}{\alpha D HV}, \quad (4)$$

$$d = 2\sqrt{h(D - h)}, \quad (5)$$

где $F = 30 \text{ кН}$ - нагрузка на пресс Бринелля для шарика диаметром $D = 10 \text{ мм}$.

Если известны уровни предварительной пластической деформации $\varepsilon_{\text{сп}}$ и $\psi_{\text{сп}}$, то запас оставшейся пластичности определяется по формулам:

$$\varepsilon_{\text{ос}} = \varepsilon - \varepsilon_{\text{сп}}, \quad (6)$$

$$\psi_{\text{ос}} = \psi - \psi_{\text{сп}}. \quad (7)$$

Если состояние контролируемой конструкции оценивается по значению относительного удлинения ε , то необходимо определить значение твердости контролируемой зоны, соответствующее началу образования шейки, т.е. окончанию равномерной деформации растяжения равной, 0,19÷0,20 для малоуглеродистых и низколегированных сталей. Тогда диаметр контрольного отпечатка для указанного состояния определяется из формулы:

$$\ln \frac{d_{\text{н}}}{d_{\text{к}}} = \varepsilon^{0,2}. \quad (8)$$

По значению $d_{\text{к}}$ далее определяется значение твердости по Бринеллю в шейке $HB_{\text{ш}}$.

Необходимость такого определения твердости заключается в том, что если твердость металла в контрольной зоне соответствует твердости ниспадающего участка диаграммы растяжения, то в этом состоянии в деформированном металле образуются внутренние пустоты, поры и микротрещины. Указанные дефекты потом под действием рабочей нагрузки сливаются образуя макротрещину, приводящую к разрушению.

Применяя изложенный метод оценки состояния конструкций по ее пластичности можно достоверно оценить уровень накопленной пластической деформации (уровень пластического повреждения) и оценить оставшийся запас пластичности по результатам измерения твердости по Бринеллю. При этом измерение твердости необходимо проводить портативными приборами типа ТПЦ-4.

Если измерением твердости выявлено, что локально деформированная зона по уровню предварительной деформации соответствует ниспадающему участку диаграммы растяжения, то другими методами контроля необходимо выявлять и определять минимальные размеры внутренних трещин. По выявленным размерам трещин дальнейшее состояние конструкций можно оценивать по законам линейной механики разрушения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Хмелёв А.А., Реут Л.Е. Расширение возможностей оценки качества сталей по результатам исследования на ударную вязкость// Весці НАН Беларусі.-2009.-№2.-с.71-75. 2.Марковец М.П. Определение механических свойств металлов по твердости. - М.: Машиностроение, 1979.-с.6.

УДК 621.762:658.562

Хмелев А.А., Сидоров В.А

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ КОНСТРУКЦИЙ ПО ИЗМЕРЕНИЮ ТВЕРДОСТИ ЛОКАЛЬНО ДЕФОРМИРОВАННЫХ ЗОН

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

Сосуды, работающие под давлением, элементы металлических конструкций грузоподъемных сооружений, трубопроводы и другие конструкции периодически подвергаются диагностированию для оценки остаточного ресурса работоспособности и пригодности к дальнейшей эксплуатации. При этом одним из видов контрольных испытаний является измерение твердости

в зонах максимальных силовых и тепловых нагрузок контролируемых конструкций. Если полученный результат показывает, что твердость металла в контролируемой зоне не соответствует требованиям нормативно-технической документации, то металл такого участка подлежит исследованию с вырезкой образцов с целью определения характеристик прочности, пластичности и ударной вязкости. По результатам последних испытаний принимается решение о выбраковке.

В настоящей работе предлагается метод теоретической оценки характеристик прочности, пластичности и ударной вязкости металла контролируемых зон только по результатам измерения твердости по Бринеллю.

Известно [1], что твердость сталей при их деформировании от состояния поставки вплоть до разрушения возрастает, а значения пластичности и ударной вязкости уменьшаются. При этом максимальная твердость имеет место на поверхности разрушения. Поэтому для каждой конкретной плавки стали существует шкала твердости, с максимальным значением ее в состоянии поставки и максимальным на поверхности разрушения.

Для получения расчетных формул прочности, пластичности и ударной вязкости металла контролируемых зон связывают значения его сертификатных характеристик с результатами измерений твердости.

Максимальное значение твердости по Бринеллю определяют по формуле:

$$HB_{\max} = HB_0 e^{\psi} \quad (1)$$

где HB_0 – твердость стали в состоянии поставки МПа, ψ – относительное сужение в том же состоянии.

Уровень накопленный пластической деформации:

$$\psi_{\text{пр}} = \ln \frac{HB_{\text{к}}}{HB_0} = \ln \frac{h_0}{h_{\text{к}}}, \quad \varepsilon_{\text{пр}} = \ln \frac{d_0}{d_{\text{к}}}, \quad (2)$$

где $HB_{\text{к}}$ – значение твердости, полученной при контроле;

$d_0, d_{\text{к}}, h_0, h_{\text{к}}$ диаметр и глубина отпечатка при измерении твердости для состояния поставки и контроля соответственно;

Значения d и h в формулах (2) определяют [2]:

$$h = \frac{F}{\pi D HB}, \quad (3)$$

$$d = 2\sqrt{h(D-h)}, \quad (4)$$

где $F = 30$ кН – нагрузка на пресс Бринелля для шарика диаметром $D = 10$ мм;

Если известны уровни накопленной пластической деформации $\varepsilon_{\text{пр}}$ и $\psi_{\text{пр}}$, то запас оставшейся пластичности определяют по формулам:

$$\varepsilon_{\text{ос}} = \varepsilon - \varepsilon_{\text{пр}}, \quad (5)$$

$$\psi_{\text{ос}} = \psi - \psi_{\text{пр}}. \quad (6)$$

Если состояние пластичности контролируемой зоны оценивается по значению относительного удлинения, то необходимо определить соответствует ли полученное значение пла-

стичности ниспадающему участку диаграммы растяжения. Диаметр отпечатка соответствующий началу указанного участка диаграммы можно определить из формулы:

$$\ln \frac{d_0}{d_k} = e^{0,2}. \quad (7)$$

Необходимость такого определения твердости заключается в том, что если твердость металла в контрольной зоне соответствует твердости ниспадающего участка диаграммы растяжения, то в этом состоянии в деформированном металле образуются поры и внутренние трещины. Указанные дефекты потом под действием рабочей нагрузки сливаются, образуя трещину, выходящую на поверхность. В этом состоянии размер внутренних дефектов можно определить другими неразрушающими методами контроля, а по выявленным размерам трещин оценивают состояние локально деформированных зон конструкций по законам линейной механики разрушения.

Значение ударной вязкости, как оценочного критерия состояния исследуемого узла, оценивают по значению поглощенной энергии при разрушении стандартного ударного образца типа I, по формуле:

$$U = \frac{\sigma^2}{2E} V_0 + a_v \cdot 4Bh^2 \operatorname{tg} \theta, \quad (8)$$

где σ предел прочности стали, МПа; $V_0 = 3964,3 \text{ мм}^3$ – объем ударного образца на длине между опорами копра; E – модуль Юнга, a_v – удельная работа пластического деформирования, $B = 10 \text{ мм}$ – ширина образца; $h = 8 \text{ мм}$ – высота в сечении по надрезу; $\operatorname{tg} \theta$ – угол изгиба образца при его разрушении.

Значение a_v определяют по формуле

$$a_v = \frac{U_0}{V_0 \psi}, \quad (9)$$

где U_0 – сертификатное значение поглощенной энергии ударного образца при его разрушении при температуре $+20^\circ\text{C}$.

Значение $\operatorname{tg} \theta$ определяют по формуле

$$\operatorname{tg} \theta = \psi^n, \quad (10)$$

где $n = 1,2$ для малоуглеродистых и низколегированных сталей при температуре $+20^\circ\text{C}$

Для применения изложенного метода оценки состояния конструкций для измерения твердости их локально деформированных зон необходимо применять портативный малогабаритный прибор типа ТПЦ-4, позволяющий производить измерение твердости в производственных и полевых условиях в любом пространственном положении исследуемой поверхности. Прибор позволяет выявлять изменение твердости на расстоянии между отпечатками не менее 2мм. Это позволяет выявлять локально деформированные зоны металла с пиковой формой изменения твердости, а из таких зон, как правило, возникают и распространяются трещины.

Данный метод оценки состояния конструкций значительно упрощает и заменяет ныне существующие методы. Он позволяет избавиться от операций по вырезке проб для изготовле-

ния лабораторных образцов и последующих лабораторных испытаний. Это приводит к существенному снижению трудовых и энергетических затрат при выполнении указанных работ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Хмелев А.А., Реут Л.Е. Расширение возможностей оценки качества сталей по результатам исследования на ударную вязкость. Вести НАН Беларуси .-2009 №2 –с.71-75.
2. Марковец М.П. Определение механических свойств металлов по твердости.—М. Машиностроение 1979.-с.6.

ЭКОНОМИКА, ОРГАНИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫМ ПРОИЗВОДСТВОМ

УДК 330.322:658.562

Бабук И.М., Глебо С.М.

РАСЧЕТ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЕКТОВ ТЕХНИЧЕСКОГО ПЕРЕВООРУЖЕНИЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

*Белорусский национальный технический университет
РУП Минский тракторный завод
Минск, Беларусь*

При осуществлении технического перевооружения машиностроительных предприятий выполняется ряд мероприятий, связанных с вложением денежных средств в долгосрочные активы. Каждое такое мероприятие представляет собой локальный инвестиционный проект, который требует проведения экономического обоснования и расчета ряда показателей экономической эффективности.

По классификационному признаку объекта инвестиционных вложений, все множество локальных инвестиционных проектов предприятия можно классифицировать на три группы.

К первой группе отнесем проекты, реализация которых обеспечивает предприятию в конечном итоге результирующий финансовый показатель – прибыль от реализации продукции. Расчет показателей экономической эффективности этих проектов регламентируется методическими инструкциями, в частности Правилами по разработке бизнес-планов инвестиционных проектов Минэкономики Республики Беларусь в редакции 2005 г. с добавлениями [1].

Ко второй группе отнесем проекты, которые требуют инвестиционных вложений, но в конечном итоге их результаты оцениваются социальными или экологическими показателями. В первую очередь это проекты, необходимость выполнения которых обусловлена требованиями нормативных и директивных документов, они касаются охраны труда, природоохранных мероприятий, санитарии и прочее.

К третьей группе отнесем проекты, которые обеспечивают снижение издержек производства, сокращают потребление производственных ресурсов, но в отличие от проектов первой группы, по ним не рассчитывается прибыль. Это в основном проекты, связанные с совершенствованием технологических процессов получения заготовок, изготовлением деталей для производимых заводом изделий, заменой существующего оборудования на более современное и др. Особенность этих проектов заключается в том, что производимая продукция является для данного предприятия промежуточной, она потребляется на предприятии на последующих стадиях производственного процесса, по ней не рассчитываются цены реализации. Следовательно, не могут быть применены методы расчета показателей экономической эффективности, в основе которых лежит прибыль. Экономическое обоснование таких проектов должно производиться на основе расчета сравнительной экономической эффективности двух или более вариантов и выбора из них наиболее эффективного по выбранному критерию.

К сожалению, до последнего времени отдельные авторы предлагают экономическое обоснование таких проектов производить по критерию минимум приведенных затрат по формуле (1)

$$ПЗ = E_n \times K + C \rightarrow \min, \quad (1)$$

или срок окупаемости определять по соотношению разности капитальных вложений и разности текущих затрат по выражению (2)

$$T_{ок} = \frac{K_2 - K_1}{C_1 - C_2}, \quad (2)$$

где E_n – нормативный коэффициент экономической эффективности, равный 0,15;
 K_1, K_2 – капитальные вложения по паре сравниваемых вариантов;
 C_1 и C_2 – соответственно текущие затраты [2].

Если полученный срок окупаемости ниже норматива, то проектный вариант признаётся более эффективным, чем базовый вариант.

Предлагается экономическое обоснование таких проектов производить по показателю окупаемости инвестиций, определяемого на основе соотношения суммарного чистого дохода от вложений и величины вложений [3]. Чистый доход в данном случае представляет собой экономию затрат трудовых и материальных ресурсов плюс амортизационные отчисления по проектному варианту. Расчет срока окупаемости производится по следующей формуле:

$$T_{ок} = \frac{K_{пр}}{\sum \dot{Э}_i + A_g}, \quad (3)$$

где $K_{пр}$ – капитальные вложения по проектному варианту;

$\dot{Э}_i$ – экономия затрат i -го вида ресурсов;

A_g – годовые амортизационные отчисления по проектному варианту.

Если срок окупаемости $T_{ок}$ не превышает величины, приемлемой для инвестора, то проект принимается к реализации.

В качестве примера рассмотрим проект технического перевооружения участка производства поковок. Данные по альтернативным вариантам представлены в табл. 1.

Таблица 1 – Исходные данные, цифры условные

Показатели	Вариант	
	Базовый	Проектный
Характеристика оборудования	Отдельные единицы	Автоматизированный комплекс
Капитальные вложения без НДС, млн руб.	1000	2650
Потребляемые энергоресурсы	Природный газ, электроэнергия	Электроэнергия
Количество производственных рабочих, чел	6	2
Период полезного использования, лет	10	10

Объем производства поковок в обоих вариантах одинаков, участок работает в две смены.

Расчет себестоимости годового выпуска продукции и себестоимости без амортизационных отчислений приведен в табл. 2.

Таблица 2 – Расчет себестоимости годового объема производства, млн руб.

Наименование статей затрат	Варианты	
	Базовый	Проектный
1. Основная и дополнительная заработная плата производственных рабочих	72	24
2. Налоги, отчисления в бюджет и внебюджетные фонды от средств на оплату труда	30	10
3. Расходы по содержанию и эксплуатации машин и оборудования, в т.ч.		
- амортизационные отчисления	100	265
- затраты на энергоносители	200	100

Продолжение таблицы 2

4.Итого себестоимость по вариантам	402	399
5.Себестоимость без амортизационных отчислений	302	134
6. Расчет экономии по проектному варианту, в том числе: - экономия затрат на оплату труда и отчислений за счет сокращения численности производственных рабочих; - экономия затрат на энергоносители		(72+30)– (24+10)=68 200 -100 = 100

На основании данных, приведенных в табл.2, произведем расчеты ряда показателей по вышеприведенным формулам.

1. Приведенные затраты по базовому варианту: $ПЗб = 402 + 0,15 \cdot 1000 = 552$ млн руб.
Приведенные затраты по проектному варианту: $ПЗпр = 399 + 0,15 \cdot 2650 = 796,5$ млн руб.

По критерию минимум приведенных затрат следует остановиться на базовом варианте.

2. Произведем расчет показателя срока окупаемости по формуле (2):

$$\text{Ток} = (2650 - 1000) / (402 - 399) = 550 \text{ лет.}$$

Этот показатель свидетельствует о том, что прогрессивный вариант технического перевооружения никогда не окупится.

3. Расчет срока окупаемости капиталовложений за счет суммарной экономии трудовых и энергетических ресурсов плюс амортизационные отчисления по проектному варианту: $\text{Ток} = 2650 / (68 + 100 + 265) = 6,1$ года.

4. Годовой экономический эффект рассчитаем по формуле:

$$\text{Эг} = Сб - Спр = 402 - 399 = 3 \text{ млн руб.}$$

Основные технико-экономические показатели сравниваемых вариантов инвестиционных проектов представлены в табл. 3.

Таблица 3 – Основные технико-экономические показатели

Наименование показателей	Варианты	
	Базовый	Проектный
1.Годовой объем выпуска продукции, тыс. шт.	100	100
2.Средняя себестоимость единицы продукции, руб.	4020	3990
3.Численность производственных рабочих, чел.	6	2
4.Выработка на одного пр. рабочего, тыс. шт./чел	16,7	50,0
5.Трудоемкость изготовления ед. продукции, ч/шт	0,108	0,036
6. Затраты энергоносителей на ед. продукции, руб./шт.	2000	1000

Выводы

Таким образом, проектный вариант позволяет получить годовой экономический эффект величиной 3 млн руб. и окупится в приемлемые для инвестора сроки за 6,1 г.

За период полезного использования, т.е. за 10 лет, проектный вариант обеспечит суммарную экономию текущих затрат в размере: $ТЗ = (285 - 117) \cdot 10 = 1680$ млн руб.

За период полезного использования, т.е. за 10 лет, будет начислено амортизационных отчисление равных величине капитальных вложений по проектному варианту.

Реализация данного проекта, несмотря на значительные капитальные вложения по сравнению с базовым вариантом, не окажет влияния на последующие стадии производственного процесса, поскольку себестоимость производимых поковок не возрастает, практически остается на прежнем уровне.

Производительность труда возрастает в три раза, соответственно трудоемкость единицы продукции сокращается также в три раза.

Это свидетельствует о том, что проектный вариант является эффективным, несмотря на показатели, рассчитанные по формулам (1) и (2) затратной экономики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Правила по разработке бизнес-планов инвестиционных проектов. Утверждены постановлением Минэкономики от 31.08.2005 № 158, в ред. постановления Минэкономики от 07.12.2007 № 214. 2. Хачатуров Т. С., Экономическая эффективность капитальных вложений, М., 1964; 3. Райзберг Б.А., Лозовский Л.Ш., Стародубцева Е.Б. Современный экономический словарь.-4-е изд.-М., 2003.

УДК 339.138

Балащенко В.Ф., Куделич Е.С.

РАЗВИТИЕ МАЛОГО БИЗНЕСА – ОДИН ИЗ ПУТЕЙ ВЫХОДА ИЗ ЭКОНОМИЧЕСКОГО КРИЗИСА

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

В настоящее время наша республика переживает экономический кризис. Одним из путей выхода из экономического кризиса является развитие малого и среднего бизнеса. В настоящее время в Республике Беларусь существуют следующие основные проблемы развития малого и среднего предпринимательства:

- необходимость дальнейшей гармонизации и унификации нормативных правовых основ регулирования деятельности субъектов малого и среднего предпринимательства в целях обеспечения равных условий и гарантий для их функционирования;
- низкий уровень развития приоритетных отраслей малого и среднего предпринимательства, включая инновации, производство, энергосбережение, сферу услуг, в том числе ориентированных на экспорт продукции;
- неразвитость информационной и инфраструктурной поддержки малого и среднего предпринимательства на региональном уровне;
- развитие собственных товаропроводящих сетей исключительно крупными предприятиями, обеспечение которых является достаточно дорогостоящей процедурой для малого и среднего бизнеса;
- отсутствие эффективных механизмов поддержки и развития кооперационных связей малых и средних производственных предпринимательских структур с крупными предприятиями.

Одним из необходимых условий продвижения товаров и услуг субъектов малого и среднего предпринимательства является развитие маркетинговой деятельности непосредственно на предприятиях.

Однако для проведения квалифицированного маркетингового исследования у малого бизнеса недостаточно возможностей. Для его проведения было бы целесообразно создать в каждом регионе специализированный маркетинговый центр. Для создания такого центра государство могло бы оказать помощь и содействие. Например, предоставить помещение, снизить налоги или временно освободить от налогов, оказывать консультации и т. д. Данные центры должны содействовать развитию прямых межрегиональных связей и производственной кооперации субъектов малого и среднего предпринимательства.

К основным задачам маркетинговых центров следует отнести:

- формирование и поддержка баз данных по предприятиям, заинтересованным в межрегиональном торговом сотрудничестве и производственной кооперации;

- проведение маркетинговых исследований товарных рынков и предоставление их результатов предприятиям малого и среднего бизнеса и другим заинтересованным организациям по индивидуальным запросам и через средства массовой информации;
- консультирование в области планирования сбыта и продвижения товаров и услуг;
- помощь в создании совместных производств с использованием местных ресурсов;
- содействие в расширении товарооборота между субъектами малого и среднего предпринимательства Республики Беларусь и Российской Федерации, в том числе через механизмы взаимных гарантий и взаимозачетов;
- развитие предпринимательской активности в регионе с помощью привлечения средств массовой информации, организации деловых кругов, создания союзов и объединений предпринимателей к налаживанию межрегиональных хозяйственных связей.

В России уже имеется определенный опыт деятельности межрегиональных маркетинговых центров. По инициативе Правительства Москвы, в соответствии с Распоряжением Премьера Правительства Москвы № 834-РП от 1 августа 1997 г. в России была создана Система Маркетинговых Центров, которая объединяет профессиональные маркетинговые компании. В настоящее время она является уникальным маркетинговым партнерством общероссийского масштаба, интегрированным в мировую систему интернационального тактического и стратегического маркетинга.

По примеру России для эффективного взаимодействия центров необходимо наладить сотрудничество. Т.е. создать межрегиональную маркетинговую сеть. Совокупность межрегиональных маркетинговых центров как межрегиональная сеть деловой информации, должна реализовывать взаимовыгодные инвестиции в областях торговли и экономики, аккумулировать и анализировать информацию о возможностях и потребностях товаропроизводителей и сбытовых систем, оценивать объемы региональных рынков с учетом динамики и платежеспособного спроса, а также давать справочно-консультативную информацию об административных и правовых особенностях региональных рынков. В рамках центра стороны могут осуществлять взаимные поставки товаров, осуществлять обмен делегациями работников той или иной сферы и учащейся молодежи.

Основными направлениями деятельности межрегиональных маркетинговых центров должны стать: проведение маркетинговых и социологических исследований; продвижение продукции и услуг; проведение мониторингов; анализ потребительских предпочтений; поиск торговых партнеров, дилеров, дистрибьюторов; организация представительств, бизнес-встреч, выставок; разработка бизнес-планов; проведение рекламной кампании и отслеживание ее эффективности.

К основным услугам центров следует отнести: продвижение бизнеса; поиск и подбор партнеров в регионах; маркетинговые исследования; выставочная деятельность; подготовка создания региональных сбытовых сетей; анализ степени присутствия и условий продаж товаров-аналогов; анализ маркетинговой активности конкурентов; контроллинг межрегиональных торговых соглашений.

Продвижение бизнеса на региональные рынки осуществляется путем:

- экспресс-диагностики региональных рынков;
- анализа маркетинговой активности конкурентов;
- вывода и адаптации торговой марки на региональном рынке;
- разработка ценовой стратегии;
- разработка ассортиментной политики;
- расширение и стимулирование каналов сбыта;
- создание сайта компании.

Так как основной наш партнер – Российская Федерация, то эффективным представляется сотрудничество между маркетинговыми сетями России и Беларуси, как на уровне республик, так и на уровне региональных центров. Такое тесное сотрудничество приведет к созданию межгосударственной маркетинговой сети.

Создание межрегиональных маркетинговых центров и объединение их в межгосударственную сеть позволит устранить информационные барьеры между производителями и потребителями продукции и услуг, обеспечить условия для поиска новых рынков сбыта в условиях ди-

намичной конъюнктуры, существенно стимулировать развитие инфраструктуры рынка в государствах-участниках Союзного государства, оказать влияние на развитие малого и среднего предпринимательства.

ЛИТЕРАТУРА

Шелепова Н.П. Формы и методы регионального экономического сотрудничества России и Беларуси // Проблемы трансформации экономики Республики Беларусь: Субъект. Научных трудов – Минск: ГНУ «НИЭИ Минэкономики Республики Беларусь», 2003. 160 с. 2. Ожигина В.В. Региональная интеграция стран мира в условиях глобализации // Проблемы трансформации экономики Республики Беларусь: Субъект. Научных трудов – Минск: ГНУ «НИЭИ Минэкономики Республики Беларусь», 2003. 160 с. 3. Колесникова С.П. Выставочно-ярмарочная деятельность в системе маркетинговых коммуникаций, Горки, 2005, 20 с.

УДК 621.002:658.152.011.46

Балащенко В.Ф., Левданская Ю.В.

ЛИЗИНГ КАК ОДИН ИЗ МЕХАНИЗМОВ ПРЕОДОЛЕНИЯ КРИЗИСНЫХ ЯВЛЕНИЙ В ЭКОНОМИКЕ

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

В условиях мирового финансового кризиса вступление Республики Беларусь в рыночную экономику неизбежно и требует решения ряда проблем, главными из которых являются: адаптация к возрастающей конкуренции, ограниченность финансовых ресурсов, повышение эффективности работы как отдельных отраслей, так и каждого предприятия.

Без комплексного подхода к решению проблем предприятий переход к рыночной экономике для Беларуси будет затруднителен. Прежде всего, это касается повышения конкурентоспособности выпускаемой продукции и предприятий в целом.

Основной составляющей экономики Беларуси является промышленность. Ее доля в 2008 году в ВВП страны составляла 28,1%.

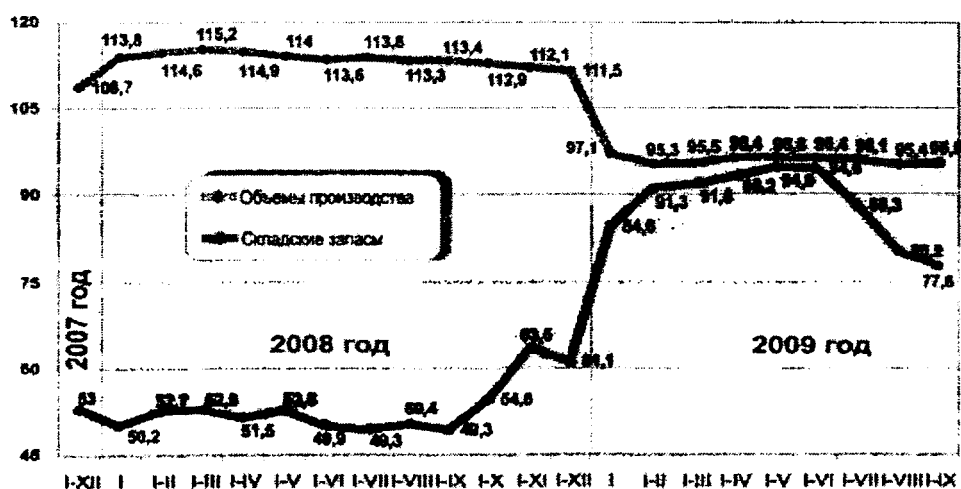


Рис. 1. Динамика объемов производства и складских запасов в %

На современном этапе именно на промышленность, которая является фундаментом производственного потенциала страны, оказала негативное влияние ситуация в мировой эко-

номике. По данным Национального статистического комитета, в шести отраслях из девяти снизился объем промышленного производства и возросли запасы готовой продукции на складах (рис. 1).

Снижение объема производимой продукции и рост запасов готовой продукции на предприятиях оказали негативное влияние и существенно снизили объем реализованной продукции.

Проблемы реализации продукции на предприятиях обусловлены углублением кризисных явлений в экономическом развитии стран – торговых партнеров Беларуси, общемировой тенденцией уменьшения емкости рынков промышленной продукции и, как следствие, масштабным падением спроса на экспорт белорусской продукции. По мере ухудшения результатов работы крупных экспортеров кризис затронул смежных с ними производителей, вызвал снижение спроса на внутреннем рынке.

Беларусь – страна с открытой экономикой и практически все предприятия находятся в условиях конкуренции с зарубежными и отечественными производителями как на внутреннем, так и на зарубежных рынках. Поэтому сейчас стоит задача достижения конкурентоспособности продукции за счет повышения качества, снижения издержек, успешной продажи своей продукции.

Сегодня уже невозможно обеспечить динамический рост и конкурентоспособность предприятий без постоянного технического перевооружения и внедрения новых современных технологий.

Основная часть предприятий Республики Беларусь нуждается в современном и высокопроизводительном оборудовании и технике. Как следует из данных статистики, уровень износа активной части основных средств по экономике в целом превысил предельную величину экономической безопасности по данному показателю (60%) и продолжает расти.

Особенно опасная ситуация сложилась в промышленности, так как уровень износа активной части основных средств составляет около 75%.

Высокий уровень износа основных средств:

- негативно влияет на конкурентоспособность экономики страны и перспективы ее роста;
- создает реальные угрозы окружающей среде и здоровью работников, использующих изношенные средства производства в своей трудовой деятельности по причине высокой аварийности, устаревших технологий и оборудования;
- способствует росту расходов на текущий и капитальный ремонт.

Работая на изношенном оборудовании, предприятия не способны производить высококачественную, а тем более конкурентоспособную продукцию. В результате затрудняется выход на мировой рынок, так как аналогичная продукция, производимая с помощью передовых технологий и нового оборудования, легко вытесняет такой товар с рынка и не дает занять определенную нишу даже при производстве взаимозаменяемой и взаимодополняемой продукции.

Современный уровень экономики свидетельствует о значительной потребности Беларуси в инвестициях для технического перевооружения и внедрения новых технологий практически во всех отраслях промышленности.

Белорусские предприятия не имеют финансовых средств для технического перевооружения. Дотации государства используются на погашение текущих долгов. Банки предпочитают вариант краткосрочного коммерческого кредитования под высокие проценты, которые трудно возместить прибылью от производственной деятельности. Ограничены и возможности привлечения иностранного капитала из-за высоких рисков инвестора, связанных с несовершенством законодательной базы, регулирующей инвестиционные отношения.

Поэтому в сложившейся ситуации одним из наиболее эффективных инструментов финансирования реального сектора экономики может стать лизинг. Он выгоден всем участникам лизинговых операций и государству в целом. Лизинг способствует:

- ускорению обновления основных средств;
- созданию новых рабочих мест, увеличению выпуска продукции и повышению её конкурентоспособности;
- развитию наиболее эффективных производств;
- в значительной степени снятию с государства нагрузки по финансированию тех или иных отраслей экономики;
- ускорению процессов разгосударствления и приватизации;

- притоку в страну иностранных инвестиций;
- повышению эффективности инвестиций.

В настоящее время на лизинговые операции в развитых странах приходится 25-30% от общего объема инвестиций, в Республике Беларусь этот показатель составляет 2,5-3 %.

Опыт зарубежных государств показывает, что именно в период экономических кризисов лизинг становится наиболее эффективным средством обновления технической базы предприятия. Причинами этого являются те преимущества, которые предоставляет лизинг по сравнению с другими источниками приобретения основных средств:

- Не требует крупных единовременных финансовых затрат для приобретения оборудования.
- Лизинговые платежи включаются в себестоимость, что позволяет уменьшать размер налогооблагаемой базы по налогу на прибыль.
- Предоставляет возможность применения ускоренной амортизации.
- Не требует незамедлительного начала платежей.
- Учет и амортизация лизингового имущества производится на балансе лизингодателя.
- Лизинговое соглашение (договор) и режим лизинговых платежей разрабатываются с учетом особенностей каждого лизингополучателя.

В то же время лизингу присущи определенные недостатки: ставка лизинга выше ставки по кредиту; в случае если научно-технический прогресс делает изделие устаревшим, при финансовом лизинге арендные платежи не прекращаются до окончания контракта; лизинговые платежи способны привести к увеличению цены товара и снизить его конкурентоспособность.

За счет развертывания лизинговых операций представляется возможным: осуществить продвижение производимой отечественной промышленностью продукции на внутренний и международный рынок, обновить основные средства предприятий, а также привлечь иностранные инвестиции.

Для того, чтобы лизинг развивался быстрее необходимо решать проблемы, которые возникают у него на пути: высокие ставки на рынке кредитных ресурсов; большие таможенные платежи; политика сдерживания цен; значительное налоговое бремя на субъекты хозяйствования; низкая рентабельность белорусских предприятий и дефицит ресурсов в банковском секторе.

Правовая и экономическая среда существования лизинга в Беларуси, а также опыт и результаты его использования на национальном рынке позволяют говорить о следующем:

лизинг является одним из эффективнейших на сегодняшний день механизмов обновления основных средств предприятий;

состояние нормативной базы по лизингу в Беларуси в целом говорит о высоком потенциале и преимуществах его использования;

сложившиеся экономические условия, а также ограничения, установленные отдельными нормативными актами, создают препятствия на пути реализации преимуществ использования и развития лизинга.

От скорейшего решения указанных проблем будет в значительной мере зависеть возможность увеличения темпов роста реального сектора экономики в целом благодаря использованию всего потенциала такого ценного, подтвердившего свою эффективность международным опытом, экономического инструмента, как лизинг.

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОММЕРЧЕСКОГО КРЕДИТА В УСЛОВИЯХ ФИНАНСОВОГО КРИЗИСА

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

Сегодня во всем мире наблюдается финансовый кризис, который коснулся и экономики Беларуси. Конъюнктурный опрос 2029 предприятий Беларуси, проведенный Национальным банком в январе 2009 года, показал, что страна вошла в структурный, экономический кризис. В январе 2009 г. по сравнению с январем 2008 г. предприятиями-участниками мониторинга отмечены негативные изменения по большинству показателей финансово-хозяйственной деятельности. Ухудшилось экономическое состояние предприятий. Физический объем производства и реализации, загрузка производственных мощностей, спрос, физический объем заказов на внешнем и внутреннем рынках, чистая прибыль, остаток денежных средств были ниже уровня января 2008 г., а физический объем нерезализованной продукции – выше. При этом наблюдается рост просроченных долгов.

Выручка от реализации товаров, продукции, работ, услуг организаций за январь-июль 2009 г. в текущих ценах составила на 1,8% меньше, чем за январь-июль 2008 г. при росте потребительских цен за этот период на 14,4%. Рентабельность реализованной продукции, работ, услуг снизилась с 15,7 до 10,4%, рентабельность продаж – с 8,8 до 6,1%.

Дебиторская задолженность по сравнению с началом года увеличилась на 32,6%. Просроченная кредиторская задолженность примерно равна просроченной дебиторской задолженности.

В таких условиях все больше предприятий для снижения запасов на складах применяют схему коммерческого кредита. Коммерческий кредит возникает в результате того, что функционирующие товаропроизводители при покупке товаров предоставляют друг другу отсрочку платежа, тем самым они стимулируют сбыт своего товара. Одновременно коммерческий кредит ускоряет процесс общественного воспроизводства и уменьшает время пребывания капитала в товарной форме.

Предприятие может одновременно получать и выдавать коммерческий кредит. В связи с этим размер коммерческого кредита для отдельного предприятия можно определить как разницу между ценой товаров, поставленных покупателям на условиях отсрочки платежа и ценой товаров, полученных от поставщиков на аналогичных условиях.

Использование коммерческого кредита приводит к тому, что он:

- способствует перераспределению капиталов между предприятиями и отраслями, поскольку, выполняя перераспределительную функцию, он может в известной мере заменять банковский кредит. В данном случае поставщики-кредиторы имеют более легкий доступ к банковским ресурсам (через операцию учета векселей в банке), чем заемщик, находящийся в затруднительном финансовом положении в связи с необходимостью выплатить заработную плату;
- расширяет и облегчает реализацию товара, способствуя в конечном счете ускорению кругооборота капитала. Поэтому закономерно, что в периоды экономических кризисов естественным является абсолютное сокращение объемов коммерческого кредита или снижение темпов его роста;
- может способствовать ускорению оборачиваемости оборотных средств, поскольку создаются дополнительные возможности для сокращения запасов и реализации товарно-материальных ценностей, превышающих объективные потребности предприятия-кредитора;
- содействует улучшению качества кредитно-расчетного обслуживания на основе расширения видов услуг и возможности большего выбора клиентом наиболее удобных форм кредитных отношений.

К недостаткам коммерческого кредита относятся ограниченность его направления, а также времени пользования и размера, иногда вынужденный со стороны поставщика характер

отсрочки платежа в связи с финансовым положением покупателей, наличие риска для поставщика, сильное влияние со стороны банковской сферы при учете векселей, замедление скорости обращения денег в результате отсрочки платежа, учет векселей в банках при коммерческом кредите может привести к росту денежной массы.

В настоящее время имеющихся в распоряжении субъектов хозяйствования денежных средств недостаточно для ликвидации задолженности и полного перехода на использование только денежных средств в расчетах. Поэтому проведение зачетов и осуществление других неденежных форм расчетов выступает важным способом решения проблемы задолженности, обеспечения выполнения бюджета и т.п.

Вместе с тем необходимо отметить, что использование коммерческого кредита нуждается в управлении. При предоставлении коммерческого кредита необходимо провести анализ финансового положения покупателя, его имиджа. При досрочной оплате приобретаемой продукции предприятием-покупателем ему необходимо предоставлять скидку. В дальнейшем нужно производить постоянный контроль за оплатой коммерческих кредитов.

Использование неденежных форм расчетов имеет ряд преимуществ:

- нет необходимости исключать из оборота денежные средства;
- достигается экономия времени;
- уменьшаются затраты на банковское обслуживание;
- уменьшаются убытки в виде упущенной выгоды за время нахождения денежных средств «в пути» и т.л.

Внедрение вексельного кредита как одной из форм коммерческого кредита дает возможность предприятиям расплатиться за приобретенные товары и услуги и в то же время максимально сократить расходы на обслуживание долга. Острая нехватка оборотных средств, вызванная ростом цен, неплатежей и т.п. подталкивает предприятие к обращению в банк за кредитами. Использование вексельного кредита позволяет получить предприятиям под приемлемую процентную ставку надежное платежное средство для расчета с партнерами.

Вексель, являясь средством оформления кредита, предоставляемого в товарной форме продавцами покупателям в виде отсрочки уплаты денег за проданные товары, способствует ускорению реализации товаров и увеличению скорости оборота оборотных средств, что приводит к уменьшению потребности хозорганов в кредитных ресурсах и денежных средствах в целом.

Достижение отмеченного требует:

- чтобы срок векселя соответствовал действительным срокам реализации товаров. В противном случае не гарантируется оплата векселя в срок;
- оформление векселями только товарных сделок, имеющих целью действительное передвижение реальных ценностей.

Погашение целого ряда обязательств при помощи такого векселя без участия денег позволяет уменьшить потребность в них. Необходимым условием развития вексельного рынка Республики Беларусь является создание эффективной нормативно-правовой и технической базы для осуществления вексельных расчетов. Для развития вексельного рынка в условиях современной экономики Республики Беларусь также необходимым является государственное регулирование для поддержания интересов отечественных участников вексельного рынка и поддержания конкурентоспособности белорусских предприятий.

На сегодняшний день в Республике Беларусь делаются попытки для возобновления вексельных форм отсрочки. Министр экономики РБ на заседании Президиума Совета Министров 24 февраля 2009 года заявил, что министерство предлагает расширить использование банковских векселей в расчетах. По его словам, в условиях недостатка оборотных средств у предприятий необходимо вернуться к расширению вексельного обращения. Он отметил, что вложение средств в банковский вексель обладает преимуществом по сравнению с депозитным вкладом, так как предоставляет предприятию возможность при необходимости оперативно использовать вексель в расчетах за сырье, материалы, комплектующие и услуги. При этом вексель сам по себе не увеличивает денежные ресурсы.

Минфину, Нацбанку и Минэкономики необходимо принять меры по возобновлению выпуска векселей крупными системообразующими белорусскими банками для расширения инструментов привлечения денежных средств и использования векселей в расчетах между субъек-

ектами хозяйствования внутри страны. В настоящее время в связи с возникающими проблемами по своевременному проведению платежей за произведенную продукцию и оказанные услуги действительно возникла необходимость в использовании вексельных расчетов как одного из лучших инструментов по развязке неплатежей.

Следует сформировать рынок долговых обязательств, котируемых на долговом сегменте финансового рынка и необходимых для выявления реальной цены активов и пассивов предприятий (определение рыночной цены фирмы), необходимо упрощение процедур уступки права требования на активы. По усмотрению органов государственного управления на рынок могут быть выпущены обязательства предприятий, не являющихся стратегическими с точки зрения государственных интересов и имеющих существенную просроченную задолженность перед бюджетом. Важно также создать соответствующую инфраструктуру для рынка долговых обязательств: депозитарный учет, торговые площадки, информационное обеспечение. Под информационным обеспечением в данном случае подразумевается широкое публичное освещение деятельности предприятий-должников: финансовой, коммерческой и производственной сторон.

Более широкое использование коммерческого кредита в период экономического кризиса позволит предприятиям в определенной мере снизить остатки товаров на складах и ускорить оборачиваемость оборотных средств.

УДК 658.15

Белянко Л.И., Костюкевич Е.Н.

АНАЛИЗ ФИНАНСОВОГО СОСТОЯНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ В СИСТЕМЕ АНТИКРИЗИСНОГО УПРАВЛЕНИЯ

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

Мировой финансовый кризис и его следствие – нестабильность на финансовых рынках – вызвали резкое увеличение числа банкротств предприятий на фоне замедления и даже падения экономического роста. В связи с этим для обеспечения стабильного функционирования предприятия в условиях сложной макроэкономической ситуации необходимо не только осуществлять анализ текущего его финансового состояния, но и проводить раннюю диагностику на предмет возможного банкротства в будущем. Это обуславливает высокую актуальность разработки эффективной модели оценки риска банкротства, которая позволила бы своевременно прогнозировать кризисные ситуации на белорусских предприятиях.

Поскольку движение любых товарно-материальных ценностей и трудовых ресурсов в условиях рыночной экономики всегда сопровождается образованием и расходованием денежных средств, картина финансового состояния предприятия отражает все стороны его деятельности, является важнейшей характеристикой его деловой активности и надежности, определяет уровень финансовой конкурентоспособности предприятия. Таким образом, именно финансовый анализ необходимо использовать при разработке методики антикризисного управления.

Анализ финансового состояния компании включает в себя следующие важнейшие разделы:

- структура активов и пассивов;
- анализ имущественного положения;
- экспресс-анализ финансового состояния;
- ликвидность;
- финансовая устойчивость;
- анализ деловой активности, а также оборачиваемости средств предприятия;
- рентабельность капитала и продаж;
- эффект финансового рычага;
- эффект производственного рычага.

По отмеченным выше разделам проводится анализ финансовых и экономических показателей, сравниваются показатели за ряд анализируемых кварталов, лет, отслеживается динамика показателей во времени, вычисляются темпы роста показателей и финансовых коэффициентов за последний период. На основе полученных данных можно оценить наличие капитала и эффективность его использования, структуру пассивов предприятия и его финансовую независимость, структуру активов предприятия и степень производственного риска; структуру источников формирования оборотных активов; платежеспособность и ликвидность предприятия; риск банкротства; запас финансовой прочности [2].

В рыночных условиях залогом выживаемости и основой стабильного положения предприятия служит его финансовая устойчивость. Она отражает такое состояние финансовых ресурсов, при котором предприятие, свободно маневрируя финансами, способно путем эффективного их использования обеспечить бесперебойный процесс производства и реализации продукции, а также затраты по его расширению и обновлению.

Определение границ финансовой устойчивости предприятий относится к числу наиболее важных экономических проблем в условиях перехода к рынку, поскольку недостаточная финансовая устойчивость может привести к отсутствию у предприятий средств для развития производства, их неплатежеспособности и, в конечном счете, к банкротству, а избыточная устойчивость будет препятствовать развитию, отягощая затраты предприятия излишними запасами и резервами.

Для обеспечения финансовой устойчивости предприятие должно обладать гибкой структурой капитала, уметь организовать его движение таким образом, чтобы обеспечить постоянное превышение доходов над расходами с целью сохранения платежеспособности и создания условий для саморазвития [4].

Результатом анализа финансового состояния должен быть план по выведению предприятия из кризисного состояния. При этом финалом завершения кризиса является либо восстановление платежеспособности и финансовой устойчивости предприятия, обеспечение его нормального функционирования и развития менеджерами и собственниками предприятия или его банкротство с соответствующей системой процедур, осуществляемых арбитражным управлением под надзором кредиторов и арбитражного суда [3].

Именно здесь начинают проявляться принципиальные отличия антикризисного управления от обычного. Эти отличия заключаются в смене критериев принятия решений.

В рамках "нормального" управления данный критерий можно свести к достижению стратегических целей развития в долгосрочном аспекте и максимизации прибыли в краткосрочном. При переходе предприятия в кризисное состояние в долгосрочном аспекте целью является полная финансовая стабилизация, а в краткосрочном аспекте критерием становится максимизация или экономия денежных средств, мобилизация внутренних ресурсов предприятий, введение жесточайшего внутрифирменного контроля и учета, особенно за денежными потоками. Данные меры усиления контроля за денежными средствами крайне необходимы любому предприятию, тем более находящемуся в стадии кризиса.

Антикризисное управление – такая система управления предприятием, которая имеет комплексный, системный характер и направлена на предотвращение или устранение неблагоприятных для бизнеса явлений посредством использования всего потенциала современного менеджмента, разработки и реализации на предприятии специальной программы, имеющей стратегический характер, позволяющей устранить временные затруднения, сохранить и преумножить рыночные позиции при любых обстоятельствах, при опоре в основном на собственные ресурсы [7].

Отправным моментом антикризисного управления в организации является получение неудовлетворительных данных анализа деятельности. Чем раньше выявлены недостатки в деятельности и определены основные направления работы, тем больше шансов восстановить утраченные возможности организации. Раннее выявление и фиксация проблем в большинстве случаев возможны только посредством анализа финансового состояния.

Главное в антикризисном управлении - обеспечение условий, когда финансовые затруднения не могут иметь постоянный стабильный характер. Речь о банкротстве при таком

подходе быть не должно, поскольку должен быть налажен управленческий механизм устранения возникающих проблем до того, пока они не приняли необратимый характер [3].

Реализация политики антикризисного управления при угрозе банкротства предприятия предусматривает следующие основные направления действий [2]:

- Осуществление мониторинга финансового состояния предприятия с целью раннего обнаружения признаков его кризисного развития и своевременного использования возможностей их нейтрализации;
- Определение масштабов кризисного состояния предприятия и срочность реагирования на кризисные явления, так как каждое появившееся кризисное явление не только имеет тенденцию к расширению с каждым новым хозяйственным циклом, но и порождает новые сопутствующие ему явления. Поэтому чем раньше будут применены антикризисные механизмы, тем большими возможностями к восстановлению будет располагать предприятие;
- Исследование основных факторов, обуславливающих кризисное развитие предприятия; Создание и реализация плана антикризисного управления.

Предпосылки возникновения кризисной ситуации на предприятии многообразны - это результат взаимодействия многочисленных факторов как внешнего, так и внутреннего характера. Их

можно классифицировать следующим образом:

- внешние (не зависящие от деятельности предприятия);
 - внутренние (зависящие от деятельности предприятия).
- Внешние факторы возникновения кризиса можно в свою очередь подразделить на:
- Экономические: кризисное состояние экономики страны, общий спад производства, рост инфляции, нестабильность финансовой и налоговой системы, регулирующего законодательства, рост цен на ресурсы, изменение конъюнктуры рынка, банкротство партнеров;
 - Политические: политическая нестабильность, внешнеэкономическая политика государства, разрыв экономических связей, потеря рынков сбыта, снижение емкости внутреннего рынка, изменение условий экспорта и импорта, несовершенство антимонопольной политики и др.;
 - Усиление международной конкуренции в связи с развитием НТП;
 - Демографические: численность и состав народонаселения, снижение доходов населения, рост безработицы, определяющий платежеспособный спрос населения.
- Внутренние факторы возникновения кризиса:
- Дефицит собственного оборотного капитала;
 - Низкий уровень техники, технологии и организации производства;
 - Снижение эффективности использования производственных ресурсов предприятия, его производственной мощности, высокие энергозатраты и как результат высокий уровень себестоимости;
 - Создание сверхнормативных остатков незавершенного строительства, незавершенного производства, производственных запасов, готовой продукции, в связи с чем замедляется оборачиваемость капитала и образуется его дефицит;
 - Плохая клиентура предприятия, которая платит с опозданием или не платит вовсе по причине банкротства, что вынуждает предприятие самому залезать в долги. Так зарождается цепное банкротство;
 - Отсутствие сбыта из-за низкого уровня организации маркетинговой деятельности по изучению рынков сбыта продукции, формированию портфеля заказов, повышению качества и конкурентоспособности продукции, выработке ценовой политики;
 - Привлечение заемных средств в оборот предприятия на невыгодных условиях;

Быстрое и неконтролируемое расширение хозяйственной деятельности, в результате чего запасы, затраты и дебиторская задолженность растут быстрее объема продаж.

Все виды кризисов взаимодействуют и мультиплицируют общий негативный результат, содействуя возникновению общего кризиса, тем самым, создавая опасность потери финансовой устойчивости, появления несостоятельности и усиливая вероятность банкротства предприятия.

Но, несмотря на многообразие факторов, которые могут привести к кризису на предприятии в большинстве случаев такими факторами являются недостатки управления [1].

При неудовлетворительной структуре бухгалтерского баланса предприятия основными показателями при диагностировании являются [6]:

1) Анализ состояния ликвидности оборотных активов для определения:

- абсолютно ликвидных активов – это денежные средства;
- быстрореализуемых активов – это краткосрочные финансовые вложения, беспрепятственно принимаемые к учету банками беспорядная дебиторская задолженность;
- медленно реализуемых активов – это продукция производственно-технического назначения, незавершенное строительство, расходы будущих периодов;
- труднореализуемых активов – это залежалые производственные запасы, дебиторская задолженность; готовая продукция, не пользующаяся спросом;

2) Анализ достаточности денежных средств для погашения денежных обязательств предприятия. Этот метод опирается на основополагающий принцип обеспечения платежеспособности предприятия: приток денежных средств должен обеспечивать покрытие текущих обязательств предприятия;

3) Оценка притока денежных средств. Источниками поступлений денежных средств предприятия могут быть:

а) поступления от текущей деятельности: выручка от реализации продукции (работ, услуг), авансы, полученные от покупателей и прочих контрагентов, возврат средств от поставщиков, возврат сумм, выданных ранее подотчетным лицам, поступление средств по целевому финансированию и др.;

б) поступления от инвестиционной деятельности, которые включают: выручку от реализации основных средств, нематериальных активов, долгосрочных финансовых вложений.

в) поступления от финансовой деятельности, которые включают получение ссуд и займов;

4) Оценка оттока денежных средств. Основными направлениями оценки являются: оплата счетов поставщиков и прочих контрагентов, выплата заработной платы работникам, отчисления в фонды социального страхования и обеспечения, расчеты с бюджетом по причитающимся к уплате налогам, погашение задолженностей по полученным ранее кредитам и т.п.;

5) Определение общей потребности предприятия в денежных средствах, которая равна сумме кредитовых сальдо (это сумма непогашенных в предыдущие периоды обязательств) счетов и текущей потребности предприятия в денежных средствах за анализируемый период;

6) Анализ краткосрочной задолженности по различным ее видам;

7) Анализ оборачиваемости кредиторской задолженности.

Преодоление кризисного состояния требует разработки системы специальных методов предварительной диагностики и возможной защиты предприятия от банкротства. Реализацией этой системы антикризисного управления на практике занимаются менеджеры по антикризисному управлению. Задача системы и этих менеджеров состоит в том, что предполагаемое банкротство диагностируется на ранних стадиях его возникновения. Это позволяет своевременно отреагировать на проблему и воспользоваться механизмом защиты или обосновать необходимость применения последовательных процедур по реорганизации предприятия. Если эти меры не выводят предприятие из кризиса и не способствуют его финансовому оздоровлению, оно в добровольном или принудительном порядке прекращает свою деятельность и начинает ликвидационные процедуры.

Существует несколько методов оценки и диагностики банкротства предприятия. Ни один из этих методов диагностирования нельзя считать совершенным, но тем не менее они дают возможность оценить степень вероятности банкротства, которая классифицируется как очень высокая, высокая, возможная, очень низкая. С учетом принадлежности результата к одной из этих характеристик переходят к этапу диагностики, а именно, к определению масштабов кризисного состояния организации, при этом используются три его характеристики: легкий

кризис, тяжелый кризис, катастрофа. Затем изучаются основные факторы, оказывающие негативное воздействие на деятельность организации посредством одно- или многофакторных корреляционных моделей. Завершается этап составлением прогноза наиболее колеблющихся и чувствительных негативных факторов, способных вызвать банкротство организации в перспективе. По итогам факторного анализа разрабатывается антикризисный механизм банкротства.

Таким образом, главная цель анализа – исследование финансового состояния предприятия для выявления угрозы возможного банкротства и разработка рекомендаций для финансового оздоровления [1].

Наибольший эффект от проведения диагностических исследований достигается в том случае, если они носят комплексный поступательный характер. В зарубежных странах для оценки риска банкротства и кредитоспособности предприятий широко используются факторные модели известных западных экономистов. Существующие модели определяют угрозу банкротства по-разному. Одни, самые простые, методики (например, двухфакторная модель, модель Фулмера, коэффициентный анализ, методика рейтинговой оценки финансового состояния предприятия Р.С. Сайфулина и Г.Г. Кадыкова), характеризуют только наличие либо отсутствие опасности банкротства, другие (например, пятифакторная модель Е. Альтмана, четырехфакторная модель прогноза риска банкротства) определяют с различными интерпретациями уровень опасности банкротства, третьи (например, оценка финансового состояния по показателям У. Бивера, методика рейтинговой оценки финансового состояния предприятия Л.В. Донцовой и Н.А. Никифоровой) выявляют отдаленность банкротства, четвертые (например, интегральная оценка предприятия, матрица финансовой стратегии Ж. Франсона и И. Романа) не только раскрывают опасности, но и причины возможного банкротства.

- Для осуществления финансовой стабилизации на предприятии в условиях кризисной ситуации необходимо пройти три последовательных этапа [3]:
- Устранение неплатежеспособности;
- Восстановление финансовой устойчивости;
- Обеспечение финансового равновесия в длительном периоде.
- Устранение неплатежеспособности;
- Устранение неплатежеспособности может и должно осуществляться мерами, не приемлемыми с позиций обычного управления. Антикризисное управление допускает любые потери (в том числе и будущие), ценой которых можно добиться восстановления платежеспособности предприятия сегодня.

Наступление неплатежеспособности означает превышение расходования денежных средств над их поступлением в условиях отсутствия резервов покрытия, то есть образуется «кризисная яма». В этот момент чаще всего и начинаются проблемы с кредиторами предприятия.

- Рассмотрим мероприятия стабилизационной программы, обеспечивающие решение задачи заполнения «кризисной ямы»:
- Увеличение денежных средств за счет перевода активов предприятия в денежную форму, что обычно связано со значительными потерями;
- Продажа краткосрочных финансовых вложений – наиболее простой для мобилизации денежных средств;
- Продажа дебиторской задолженности;
- Продажа запасов готовой продукции, что предполагает продажу с убытками и ведет к осложнениям с налоговыми органами;
- Продажа избыточных производственных запасов;
- Продажа инвестиций (деинвестирование) может выступать как остановка ведущихся инвестиционных проектов с продажей объектов незавершенного строительства и неустановленного оборудования или как ликвидация участия в других предприятиях (продажа долей);

Продажа нерентабельных производств и объектов непромышленной сферы.

Для того чтобы минимизировать риск от подобного шага, необходимо ранжировать производства по степени зависимости от них технологического цикла предприятия. Ранжиро-

вание ввиду сжатых сроков осуществляется преимущественно экспертным методом, с учетом продажи в первую очередь объектов непроемственной сферы и вспомогательных производств, использующих универсальное технологическое оборудование (например, ремонтно-механические и строительно-ремонтные цеха). Во вторую очередь ликвидируются вспомогательные производства с уникальным оборудованием (цеха подготовки производства). В третью очередь избавляются от нерентабельных объектов основного производства, находящихся в самом начале технологического цикла (литейные и кузнечно-прессовые цеха). В четвертую (последнюю) очередь отказываются от нерентабельных производств, находящихся на конечной стадии технологического цикла. Причем такая мера скорее приемлема для предприятий, обладающих не одной, а несколькими технологическими цепочками, а также для предприятий, полуфабрикаты которых имеют самостоятельную коммерческую ценность. Особенно если эти полуфабрикаты более рентабельны, чем конечный продукт.

Ликвидация объектов основного производства в жестких условиях антикризисного управления весьма нежелательна и допустима только в качестве крайней меры [7].

Восстановление финансовой устойчивости

Восстановление финансовой устойчивости осуществляется за счет максимально быстрого и радикального снижения неэффективных расходов. Хотя неплатежеспособность предприятия может быть устранена в течении короткого периода за счет осуществления продажи "ненужных" активов, причины, генерирующие неплатежеспособность, могут оставаться неизменными, если не будет восстановлена до безопасного уровня финансовая устойчивость предприятия за счет следующих мероприятий:

- Остановка нерентабельных производств, если его нецелесообразно или невозможно продать, чтобы немедленно исключить дальнейшие убытки. Исключение составляют объекты, остановка которых приведет к остановке всего предприятия;
- Совершенствование организации труда и оптимизация численности занятых на предприятии. Но при сокращении персонала нужно подходить осторожно, чтобы прямолинейные действия не привели к падению заинтересованности в качественном исполнении функций;

Вместе с тем экономия фонда зарплаты при ее умелом проведении может стать действенным фактором антикризисного управления, но с условием ее регулярной выплаты. Такая политика помогает избегать противостояния между трудовым коллективом и новым управляющим.

Данные меры позволят устранить угрозу банкротства не только в коротком, но и в относительно более продолжительном промежутке времени.

Обеспечение финансового равновесия в длительном периоде.

Основной целью антикризисного управления является "реабилитация" предприятия, то есть возврат предприятия в ряд нормально хозяйствующих субъектов экономики. Обеспечение финансового равновесия в длительном периоде возможно только при увеличении денежного потока от основной деятельности предприятия. Но прежде чем маневрировать денежными средствами, необходимо формировать источник их пополнения (прибыль). Без такого источника маневрировать приходится лишь остатками средств, которые без условия рентабельности могут быть безвозвратно утрачены, не улучшая состояние предприятия, а само предприятие, кроме сохранения или углубления кризиса, дополнительно потеряет ещё и оставшиеся активы.

Основными задачи на данном этапе являются:

- повышение конкурентных преимуществ продукции;
- увеличение денежного компонента в расчетах;
- увеличение оборачиваемости активов.

Здесь в первую очередь необходимо обратить внимание на маркетинг. Суть антикризисного маркетинга – деятельность, превращающая потребности покупателя в доходы предприятия. Только тогда, когда предприятие оказывается способным дать потребителю, рынку то, что ему необходимо, по приемлемой цене, в нужном количестве и нужного качества, в нужное время и в нужном месте, появляются предпосылки для финансовой стабилизации компании.

Основная роль в системе антикризисного управления предприятием отводится широкому использованию внутренних механизмов финансовой стабилизации. Задача управленческой команды состоит в том, чтобы выделить основные направления развития и подобрать к ним единственно верные на данный момент решения. В частности, необходимо глубоко проанализировать все аспекты этой проблемы и понять, что необходимо для того, чтобы вывести предприятие из кризисной ситуации [5].

Профилактические меры диагностики состояния промышленных предприятий являются необходимыми, так как для поддержания устойчивости функционирования нужны не столько кардинальные методы оздоровления, сколько исключение серьезных проблем в массовых масштабах у многих предприятий. Финансовые менеджеры в процессе антикризисного управления финансами предприятия должны постоянно выявлять степень опасности банкротства, глубину и степень поражения организации кризисом, что в свою очередь дает им возможность своевременно составить эффективный план финансового оздоровления, разработать в его рамках перечень и определить содержание необходимых антикризисных мероприятий, рассчитать их стоимость, установить сроки реализации, то есть провести качественную досудебную внутреннюю санацию.

Таким образом, взаимосвязь степени кризисного развития с опасностью банкротства имеет большое значение для разработки мероприятий в сфере антикризисного управления предприятием в целом и антикризисного управления финансами предприятия в частности [3].

ЛИТЕРАТУРА

1. Анализ и диагностика финансово-хозяйственной деятельности предприятия. Учеб. пособие/ Бальжинов А.В., Михеева Е.В.-Улан-Удэ, 2003.-119с. 2. Анализ хозяйственной деятельности предприятия: Учеб. пособие/ Г.В.Савицкая.-7-е изд., испр.-Мн.: Новое знание, 2002.-704с. 3. Антикризисное управление. Теория и практика: учебное пособие для ВУЗов, обучающихся по специальностям экономики и управления (060000) / В.Я. Захаров, А.О. Блинов, Д.В. Хавин. - М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2006.-287с. 4. Антикризисный менеджмент /под.ред. проф. Грязновой А.Г. - М.: Ассоциация авторов и издателей "ТАНДЕМ". Издательство ЭКМОС, 1999.-368с.; 5. Антикризисное управление [Электронный ресурс].-Режим доступа – http://okrizise.narod.ru/article/antikrizisnoe_upravlenie.html, свободный. 6. Короткова Э.М. Антикризисное управление. – М.: ИНФРА-М, 2003. – 330с. 7. Шумилин А.Г., Демидчик И.И. Антикризисное управление – некоторые проблемы теории и практики//Технологический мир. Международный научно-практический журнал.-Минск, 2004.-№ 2.

УДК 338

Бутор Л.В., Бенько А.Д., Бусел А.В.

ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ КАК ФАКТОР, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЙ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ СТРАНЫ В МИРОВОЙ ЭКОНОМИКЕ

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

В условиях глобализации современного мира национальные экономики отдельных государств начинают приобретать все более открытый характер. Чем более открыта экономика той или иной страны, тем важнее для нее становится достигнутый ею уровень конкурентоспособности. Кто выигрывает в конкурентной борьбе – тот имеет возможность сохранять рабочие места, повышать доходы населения, модернизировать производство.

Проблема конкурентоспособности актуальна и для Беларуси. Программой социально-экономического развития Республики Беларусь на 2006–2010 гг., утвержденной Указом Президента

Республики Беларусь от 12 июня 2006 г. № 384, определено, что главной идеей настоящего пятилетия является повышение уровня конкурентоспособности на основе модернизации экономики страны.

Практически все белорусские предприятия находятся в условиях конкуренции с зарубежными производителями как на внутреннем, так и на мировом рынках. Сейчас перед страной стоит задача достижения конкурентоспособности другими методами – повышая качество, снижая издержки, умело продавая свою продукцию.

Брэнд «Сделано в Беларуси» широко известен в мире еще с 1960-х годов.

Сегодня Беларусь торгует со 171 страной мира, поставляя свои товары на рынки 152 государств. Среди стран СНГ основными потребителями белорусской продукции являются Россия, Украина и Казахстан.

Сегодня наша продукция конкурентоспособна и востребована в 80 субъектах Российской Федерации.

Наиболее конкурентоспособными отраслями экономики Беларуси являются химическая и нефтехимическая промышленность, черная металлургия, автомобильное, тракторное и сельскохозяйственное машиностроение.

Конкурентоспособность продукции белорусских предприятий обеспечивается, в первую очередь, созданием наукоемкой продукции с применением новых материалов, современных ресурсосберегающих технологий и оборудования.

Белорусская продукция конкурентоспособна не только на внешнем, но и на внутреннем рынке страны.

В последние годы конкурентоспособными на внутреннем и внешнем рынках стали белорусские услуги, в первую очередь – транспортные, туристические, строительные, а также услуги связи.

На сегодняшний день одним из актуальных вопросов в экономике Республики Беларусь является вопрос импортозамещения.

Импортозамещение – это замещение импорта товарами, произведенными отечественными производителями, то есть внутри страны.

Проведение конкретных проектов импортозамещения требует финансового обеспечения, а именно соответствующей финансовой политики государства. Финансовая политика может как самостоятельно стимулировать создание и развитие импортозамещающих производств, так и содействовать реализации в данном направлении денежно-кредитной и таможенной политики. Импортозамещение может оказаться бесполезным при появлении более конкурентоспособных импортных товаров и услуг. Государственная поддержка в этом случае окажется более чем нерентабельной, так как будет несопоставима с поддержкой со стороны крупных зарубежных товаропроизводителей. Временная целевая финансово-кредитная поддержка импортозамещения в своих целях не может ограничиваться формированием и развитием производств. Стратегически государственная поддержка должна быть направлена на стимулирование экспорта, а импортозамещающие производства ориентироваться на перспективный экспорт своей продукции после удовлетворения внутренних потребностей.

Процесс импортозамещения не предполагает тотальное сокращение количества импорта. Важно помнить, что определенный набор высококачественных импортных товаров заменить едва ли возможно, а порой и нецелесообразно ввиду недостаточной развитости или отсутствия национальных технологий. В процессе импортозамещения первоначально необходимо ориентироваться на замещение импортной продукции невысокого качества, а затем лишь создавать импортозамещающие производства, которые смогли бы заменить высококачественную продукцию.

Так, например, на сегодняшний день РБ активно сотрудничает со Швейцарией. Применение швейцарских высокоточных станков позволит белорусским предприятиям совершить революцию в производстве, резко увеличив качество и объемы выпускаемых деталей, а соответственно, и готовой продукции.

Кроме того, в ряду направлений импортозамещающей политики необходимо выделить импортозамещение спроса (стимулирование потребления отечественной продукции), импортозамещение потребительских товаров (продовольственных и непродовольственных) за счет расширения объема и ассортимента, импортозамещение производственных ресурсов, продукции технического назначения и услуг.

В 2009 г. Минский городской исполнительный комитет принял решение об увеличении доли белорусских продовольственных товаров до 90%, непродовольственных – до 70% в торговой сети Беларуси.

Несмотря на обилие предложений импортной техники для пищевой и легкой промышленности, а также для бытового назначения, белорусское машиностроение в этом секторе не сдало своих позиций. В республике наращивается выпуск торгового оборудования, техники для изготовления пищевых продуктов, различных мини-заводов. АО "Атлант" освоило гамму бытовых холодильников и морозильников нового поколения с современным дизайном, значительная часть которых экспортируется. В отрасли работают свыше 20 предприятий, которые имеют большой опыт разработки и производства. Они выпускают промышленные и бытовые швейные машины, центробежные насосы, торгово-технологическое оборудование для предприятий общественного питания, оборудование для переработки мяса крупного рогатого скота и птицы. Барановичское производственное объединение "Беларусьторгмаш" выпускает машины и оборудование для предприятий массового питания и торговли: мясорубки, картофелечистки, машины протирочные, шкафы холодильные, витрины холодильные, павильоны торговые, мини-кафе, мини-рынки, торговые навесы, комплекты оборудования для изготовления колбасных изделий. Брестский машиностроительный завод выпускает машины и оборудование для мясокомбинатов, запасные части для оборудования легкой промышленности.

Гродненский завод торгового машиностроения выпускает торгово-технологическое оборудование и инвентарь, посудомоечные машины, электроводонагреватели многофункциональные бытовые, промышленные и сельскохозяйственные, насосы. Экспериментально-конструкторское бюро машиностроения (г. Минск) выпускает оборудование для мясокомбинатов; изготавливает и проводит монтаж цехов первичной переработки скота и птицы, выпускает оборудование по производству полуфабрикатов и колбасных изделий. Предприятие "Технологическое машиностроение" (г. Брест) проектирует, изготавливает, проводит монтаж и пусконаладку цехов для переработки молока и мяса.

Минское предприятие "Атлант" производит бытовые холодильники и морозильники.

Предприятие "Орша" выпускает промышленные и бытовые швейные машины.

Белорусское правительство настойчиво в желании охватить как можно больший круг товаров, импорт которых можно было бы заменить белорусской продукцией. От планов по импортозамещению государство не отказывается даже в том случае, если это признано экономически нецелесообразным и невозможным.

В правительстве считают, что бороться с импортом необходимо также путем наращивания производства товаров, по которым выросли поставки из-за рубежа. Это касается, в первую очередь, предприятий Минпрома, Минсельхозпрода, концернов «Белнефтехим» и «Беллесбумпром». И в качестве примера приводят: импорт LCD-телевизоров вырос в 2009 году в 5,5 раза, жидкостных насосов — в 4,2 раза, охлажденной или замороженной свинины — в 6,6 раза.

За время независимого существования в республике общая сумма импорта товаров и услуг традиционно превышает экспорт. Специфической особенностью внешнеэкономической деятельности является зависимость от импорта топливно-энергетических и сырьевых ресурсов. Для их закупки требуется непрерывное поступление валюты за счет наращивания экспорта. Разрыв зависимости импорта от экспорта возможен за счет реализации стратегии импортозамещения.

Снижение зависимости от импорта энергетических и сырьевых ресурсов возможно за счет разработки и внедрения альтернативных источников энергии. При текущей добыче и потреблении нефти и природного газа в мировом масштабе их природные запасы будут истощены к 2020 и 2050 гг. соответственно, а следовательно, возникнет иная угроза для стран - импортеров энергоресурсов. В этой связи видится экономически нецелесообразным приоритетное инвестирование в нефтеперерабатывающие заводы, которые через пару десятилетий потребуют демонтажа. Более востребованными являются механизмы добычи энергии ветра (опыт Германии, Италии), требующие создания соответствующей инфраструктуры. Именно это направление должно стать основополагающим в импортозамещающей стратегии государства.

Для увеличения доли белорусской продукции необходимо приложить немало усилий и ресурсов. Следует отметить, что с дешевой импортной продукцией можно конкурировать качественным и в то же время сравнительно не дорогим отечественным товаром. Для достижения поставлен-

ной задачи необходимо делать ставку на инновационные технологии тем самым в разы увеличивая качество производимого товара. Чтобы насытить внутренний рынок белорусской продукцией со стороны государства должны быть созданы благоприятные условия для конкурентной борьбы предприятий как продовольственных, так и непродовольственных. В условиях конкуренции цены на товар снижаются, а качество - улучшается.

Если сравнивать рекламу отечественной продукции с рекламой импортных производителей, то можно с уверенностью сказать, что она существенно отличается. Таким образом, необходимо повысить уровень маркетинговой системы, для того чтобы белорусский потребитель был заинтересован в покупке отечественного товара.

Снизить импорт можно за счет увеличения таможенных пошлин на ввозимые товары. Так, совсем недавно были повышены таможенные ставки на ввоз иномарок в нашу страну, правда до сих пор неясно, что белорусское правительство собирается предложить взамен импортным автомобилям.

Таким образом, можно сделать вывод, что осуществление политики импортозамещения вполне реально. Однако, для этого необходимо «стимулировать» экономику Республики Беларусь денежными инвестициями, привлекать иностранный капитал.

И все же импортозамещение является одним из определяющих факторов конкурентоспособности страны на мировом рынке. Именно поэтому правительство должно оказывать максимальную поддержку тем предприятиям, фабрикам, заводам, которые определяют уровень развития промышленности нашей страны.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авдокушин Е.Ф. Международные экономические отношения: Учебник. - М.: Юрист, 2001.
2. Мировая экономика: Учебник / под ред. А.С. Булатова. - М.: Юрист, 2005.
3. Финансово-экономический блог [Электронный ресурс].-Режим доступа свободный: <http://finoborot.ru/17/> -Загл. с экрана.
4. Новости open.by [Электронный ресурс].-Режим доступа свободный: <http://news.open.by/economics/7033> - Загл. с экрана.
5. Белорусский портал [Электронный ресурс].-Режим доступа свободный: <http://news.tut.by/163014.html> -Загл. с экрана.

УДК 338

Бутор Л.В., Бирич С.С., Деханд Т.В.

ВНЕШНЕТОРГОВЫЕ СВЯЗИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

На современном этапе для становления стран с развивающейся рыночной экономикой очень важно наладить торговые связи с другими государствами для обеспечения собственных потребностей и экспорта продукции отечественного производства. Это необходимо, чтобы заявить о стране на внешнем рынке, заявить о качественной и конкурентно способной продукции.

Географическое положение и исторически сложившиеся связи Республики Беларусь обуславливают ее ориентированность на внешние рынки. Внешняя торговля Республики Беларусь является одним из наиболее динамично развивающихся секторов экономики, которая характеризуется постепенным увеличением степени открытости. Республика входит в первую десятку европейских стран по показателю соотношения объема внешней торговли и ВВП. Следует отметить, что динамичный рост внешнеторгового оборота свидетельствует об укреплении внешнеэкономического положения Беларуси.

Нынешняя белорусская экономика практически не может функционировать без импорта нефти и газа, металла и комплектующих из стран СНГ. Поэтому экономическое положение республики в большой степени зависит от экспортных товарных потоков из Беларуси в

Россию, другие страны СНГ и дальнего зарубежья, повышения качества и конкурентоспособности нашей продукции на внешних рынках. Эти принципиальные аспекты должны находить отражение при выработке перспектив и путей развития национальной экономики.

В настоящее время Республика Беларусь поддерживает торгово-экономические отношения более чем со 170 странами мира. При этом белорусские товары поставлялись на рынки 139 государств, импортировалась продукция из 159 стран.

Основным внешнеторговым партнёром Республики является Россия. Однако следует отметить, что товарооборот между нашими странами в 2009г. сократился на 31,2%. Экспорт упал на 36,4%, а импорт – на 28,9%. По объёму экспорта мы оказались на уровне 2005/2006гг., а по импорту Беларуси оказалась отброшенной в 2006/2007гг. Наибольшее падение как в экспорте, так и в импорте зафиксировано по транспортным средствам. Тем не менее следует отметить, что на заседании Совета Министров Союзного государства в Бресте было зафиксировано, что в январе-феврале 2010 года товарооборот между Беларусью и Россией вырос на 17%, а белорусский экспорт в Россию увеличился на 40%.

Так же Беларусь активно сотрудничает в экономической сфере со странами Европейского союза (ЕС), такими как Нидерланды, Латвия, Германия, Польша, Великобритания, Литва и др. Торговля со странами - членами ЕС не только служит для Беларуси надёжным источником поступления твердой валюты, но и позволяет привлечь новейшие инновации и технологии, инвестиционные ресурсы, необходимые для модернизации и переоснащения белорусских предприятий.

Важными торговыми партнерами республики являются так же страны Азии, прежде всего Китай и Индия. Особый интерес для расширения внешнеэкономических связей Беларуси представляют страны Африки. Рынки государств Азии и Африки привлекательны для Беларуси ввиду сохраняющейся на них конкурентоспособности белорусской продукции, а также имеющихся перспектив наращивания белорусского экспорта. Большое значение в азиатских странах придается использованию калийных удобрений, в то время как Беларусь является одним из ведущих экспортеров в мире данного сырья. Многие азиатские страны также заинтересованы в импорте нашей продукции машиностроения, сельскохозяйственной техники, электроники, товаров народного потребления, научно-технических разработок и т.д., которые при международных стандартах качества выгодно отличаются от западных аналогов более низкими ценовыми показателями.

В последние годы Республика Беларусь начала активно сотрудничать с Венесуэлой. По данным контракта, который был подписан 17 марта 2010 года в Каракасе Беларусь поставит в Венесуэлу 1,3 тыс. единиц дорожной и строительной техники (МАЗ, БелАЗ, "Амкодор", МЗКТ) на \$199 млн. В первом полугодии 2010 года будет также обеспечена поставка в Венесуэлу белорусской техники для подземных работ и автопогрузчиков БелАЗ на сумму около \$20 млн. Так же подписан контракт на поставку в 2010 году в Венесуэлу 2 тыс. комплектов газового оборудования. К тому же планируется создать совместное белорусско-венесуэльское предприятие по поставкам нефти, в котором 75% акций будет принадлежать Венесуэле, 25% - Беларуси.

Чрезвычайно важным и перспективным является развитие торгово-экономического и инвестиционного сотрудничества со странами Персидского залива. Здесь для Беларуси наибольший интерес представляет возможность привлечения инвестиций богатых арабских государств в экономику нашей страны.

Важно отметить, что создана развитая договорно-правовая база международного сотрудничества: Беларусь является участницей около 2700 международных договоров.

Объём внешней торговли товарами Беларуси в 2009 году к уровню 2008 года составил 69,3%. В том числе экспорт снизился на 65,3% к 2008 году, импорт – на 72,5%. По итогам 2009 года сальдо внешней торговли товарами Беларуси сложилось отрицательное в размере \$7,281 млрд. В 2008 году оно составляло \$6,811 млрд.

Как видно из диаграммы Республика Беларусь в 2009 г. в большей степени экспортировала товары и услуги в следующие страны: Нидерланды (94,07%), Латвия (93,43%), Индия (80,80%), Соединённое Королевство (75,72%), Украина (56,77%), Польша (51,13%) и др.

Поставки белорусских товаров в Россию по итогам 2009 года в сравнении с 2008 годом сократились на 36,4% и составили в объёме экспорта республики 31,5%. Экспорт в Ни-

дерланды уменьшился на 31,9%. Последствия мирового кризиса сказались на торговле Беларусии и со многими другими странами. Так, белорусский экспорт в Украину в 2009 году составил 60,9% к 2008 году, в Латвию 77,5%, Литву – 59,9%, Польшу – 45,8%. В то же время есть положительные тенденции: экспортные поставки в Германию за 2009 год возросли на 21,5%, в Индию – на 55,5%. В 2009 году белорусский экспорт товаров в Аргентину снизился на 86,5% по сравнению с 2008 годом.

Заметим, что в процентном соотношении экспорт-импорт таких стран как Нидерланды и Соединённое Королевство, доля экспорта наибольшая по сравнению с другими странами по той причине, что рост формально белорусского экспорта в эти страны – это результат нефтяных контрактов российских компаний с европейцами.

Следует отметить, что основными видами продукции и сырья, которые поступают на экспорт, являются нефтепродукты (15,5 млн.т.), чёрные металлы (1,9 млн.т.), калийные удобрения (1,8 млн.т.), химические волокна и нити (156,1 тыс.т.), капролактамы (66,3 тыс.т.), металлокорд (62,9 тыс.т.), тракторы (включая седельные тягачи) (41,3 тыс.шт.), грузовые автомобили (3,0 тыс.шт.), шины (3,8 млн.шт.), холодильники, морозильники и оборудование (816,3 тыс.шт.), телевизоры, видеомониторы и видеопроекторы (176,4 тыс.шт.) и др.

Например, в Нидерланды поставляются продукты переработки нефти, одежда из текстиля, антидетонаторы, антиоксиданты, ингибиторы, загустители, лесоматериалы, продукция деревообработки, прутки, продукция металлопроката, нити комплексные синтетические.

Основу экспорта из Беларуси в Индию на протяжении последних лет формируют калийные удобрения. Важными статьями являются также стекловолокно, азотные удобрения, шины, жгут синтетических нитей, стальной прокат, кордные ткани, машины, используемые в металлургии, подшипники, электронные интегральные микросхемы.

Белорусский автомобильный завод заключил контракт на поставку в Таджикистан в декабре 2009 – январе 2010 г. 150 карьерных самосвалов на сумму 22 млн. долл. Таджикистан является стратегическим партнером БелАЗа. Несмотря на кризис, объем поставок карьерной техники в эту страну сохраняется на уровне 2007–2008 гг.

Вьетнам так же входит в число основных рынков сбыта продукции ПО «БелАЗ», являясь в перспективе плацдармом для продвижения техники этого объединения в страны Юго-Восточной Азии. В последние годы стабильно наращивается экспорт продукции Минского тракторного завода.

ОАО «Минский подшипниковый завод» около 65 % продукции поставляет на экспорт, в т. ч. 55 % – в страны СНГ, 10 % – в страны дальнего зарубежья (29 стран мира).

Высокоразвитое сельскохозяйственное производство в Аргентине обуславливает наличие постоянного спроса на сельскохозяйственную технику. Потенциально востребована на аргентинском рынке также белорусская продукция машиностроительного комплекса и химической отрасли. Одна из главных целей торгово-экономического сотрудничества – продвижение белорусской сельскохозяйственной и автотракторной техники, а также продукции нефтехимического и химического секторов на рынок Аргентины. В Аргентину в незначительных объемах поставлены также (новые товарные позиции) вычислительные машины для автоматической обработки информации, телевизоры, мониторы и проекторы.



Рис. 1. Структура внешней торговли товарами Республики Беларусь с отдельными странами 2009 г.

Основные статьи белорусского экспорта в Китай – это калийные удобрения, капролактамы, карьерные самосвалы, сельхозтехника и запчасти к ней, электронные интегральные схемы, системы автоматизированного управления и оптика, продукция металлургии и химической промышленности, станко- и приборостроения. Беларусь наращивает поставки наукоемкой и высокотехнологичной продукции в Китай: карьерных самосвалов, тракторов, кормоуборочных комбайнов, металлокорда, микроэлектроники, лазерной техники, продукции нефтехимии.

Обратим внимание на данные, касающиеся импорта продукции и сырья в Республику Беларусь. Наибольший объем импортированной продукции в Республику Беларусь поступает из Китая (86,15%), Италия (79,12%), Россия (71,35%), Германия (69,19%) и др. В 2009 году импорт товаров в Беларусь уменьшился на 11,5%.

Основными видами продукции, поступающей в Беларусь через импорт являются: нефть (21,5 млн.т.), нефтепродукты (3,8 млн.т.), природный газ (17,6 млрд.м³), электроэнергия (4,5 млрд.кВт.ч), чёрные (2,7 млн.т.), трубы стальные (242,2 тыс.т.), части и принадлежности для автомобилей и тракторов (50,0 тыс.т.), двигатели внутреннего сгорания (50,6 тыс.шт.), оборудование для термической обработки материалов (42,3 тыс.шт.), машины и механизмы для уборки и обмолота сельскохозяйственных культур (21,0 тыс.шт.), аппаратура связи (1,6 млн.шт.), легковые автомобили (163,5 тыс.шт.) и др.

Например, Беларусь импортирует из КНР аппаратуру связи, машины для автоматической обработки информации, лампы и трубки электронные, подшипники, огнеупорные материалы, антибиотики, табачное сырьё, субстанции для фармацевтики, трансформаторы.

Из Германии в Республику Беларусь импортируются машины, оборудование и транспортные средства, химическая продукция и др. Из Вьетнама – натуральный каучук, морепродукты, рис, орехи, обувь, одежду, переработанные тропические фрукты, чай, специи и кофе.

Беларусь импортирует из Индии лекарства и фармацевтические субстанции, натуральный каучук, табачное сырье, посудомоечные машины, рис, кожу, чай, пряности, орехи, растительные масла, хлопчатобумажную пряжу и другую продукцию.

Аргентинские бизнесмены заинтересованы в развитии торгово-экономического сотрудничества, в частности, налаживании поставок в Беларусь белкового сырья (соевый шрот, пшеница твердых сортов), рыбы, морепродуктов, вина, фруктов и других товаров. Импортировались фрукты сушеные, виноград, яблоки, груши, вина виноградные, табачное сырье, кожа из шкур крупного рогатого скота и другая продукция. Практически подавляющая часть ввезенных товаров аргентинского происхождения относится к продукции, не производимой в Беларуси, либо к группе критического импорта.

Из Италии в Республику Беларусь поставляются высокотехнологичные станки и оборудование, не выпускаемые в Беларуси химические вещества и материалы, лекарственные препараты и медицинская техника. Следует отметить, что на внешнеторговые связи Республики Беларусь в 2009 году значительное влияние оказал мировой экономический кризис.

Невыполнение показателя по экспорту товаров в 2009 г. обусловлено падением спроса на основные виды экспортной продукции вследствие влияния мирового финансового кризиса, что привело к сокращению экспорта товаров. Тенденция снижения темпов роста экспорта наблюдается и во внешней торговле услугами.

В связи с мировым финансовым кризисом производители сельскохозяйственной продукции сокращают объемы закупок минеральных удобрений, что влечет за собой сокращение экспорта услуг ЗАО «БКК» по их доставке.

Рассмотрим отрицательное влияние мирового экономического кризиса на экспорт Республики Беларусь на примере России.

Тяжелым оказался 2009г. для Минского тракторного завода. В физическом выражении экспорт тракторов в Россию снизился в 2,2 раза. Также критической можно считать ситуацию с седельными тягачами: их экспорт в 2009г. в 9,9 раз меньше по сравнению с 2008 г.. В аналогичном положении оказались грузовые автомобили. В физическом выражении экспорт в РФ упал в 4,2 раза.

Для отечественного производителя дорожной и строительной техники этот год оказался также малоэффективным. В физическом выражении экспорт в РФ упал в 3,2 раза. Однако отметим рост экспорта в Россию в 2009г. бытовой неэлектрической аппаратуры для приготовления пищи и стиральные машины.

Из других экспортных товаров в Россию отметим существенное сокращение экспорта бытовой электроники. Экспорт холодильников в физическом выражении сократился на 20,5%. Очень скоро мы полностью потеряем российский рынок телевизоров. Экспорт этого товара в 2009г. оказался 50,5% меньше, чем в 2008г.

Именно ориентация экспорта промышленных товаров сугубо на российский рынок, делает экспорт Беларуси менее устойчивым. Для решения данной проблемы Беларуси необходимо провести диверсификацию экспортной корзины в направлении увеличения доли перспективных высокопродуктивных товаров, следует изменить структуру экспорта.

Таким образом, внешнеторговые связи позволяют расширить рынок сбыта продукции, обеспечить страну теми товарами и услугами, производство которых не ведётся на территории государства, привлечь на предприятия иностранные инвестиции.

Анализируя источники статистической информации, можно прийти к выводу, что Республика Беларусь имеет хороший потенциал для укрепления своих позиций на мировом рынке, однако для осуществления данной цели Беларуси необходимо выбрать новую модель экономического роста. Но при этом, несмотря на активный товарообмен между Республикой Беларусь и странами-сотрудниками, наблюдается отрицательное сальдо, которое понижается с каждым годом всё в большей степени. По данным национального комитета статистики Республики Беларусь в январе 2010 года сальдо внешней торговли товарами снизилось в 16,7 раза в сравнении

с аналогичным периодом 2009 года. Этот факт свидетельствует о том, что импорт в страну значительно превышает экспорт продукции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Беларусь в цифрах: статистический справочник/ В.И. Зиновский, И.А. Костевич, И.С. Кангро. – Мн. :Национальный статистический комитет Республики Беларусь, 2010.-100 с. 2. Дайнеко А.Е., Дмитрокович ФЛ., Забавский Г.В. Мировая экономика и внешнеэкономическая деятельность Беларуси. Мн.: НИЭИ Минэкономики РБ, 2004.-300 с. 3. Национальная экономика Беларуси: Потенциалы. Хозяйственные комплексы. Направления развития. Механизмы управления: Учебное пособие / В.Н. Шимов, Я.М. Александрович, А.В. Богданович и др.; Ред. Я.М. Шимов - Минск: БГЭУ, 2005.-844 с. 4. Экономика: Учеб. пособие. Под ред. В.Л. Ключи, Н.С. Тихонович. – Мн.: БГУ, 2006.-423 с. 5. Министерство иностранных дел Республики Беларусь [Электронный ресурс].-Режим доступа свободный: <http://www.mfa.gov.by/ru/bilateral/> - Загл. с экрана. 6. Научно-исследовательский центр Мизеса [Электронный ресурс].-Режим доступа свободный: <http://liberty-belarus.info/Торговля/> -Загл. с экрана.

УДК 005.932:33

Бутор Л.В., Гузаревич А.В.

ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ СТРАТЕГИИ ПРЕДПРИЯТИЯ

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

На современном этапе развития рыночных отношений логистика компаний в Беларуси не имеет четкой стратегии развития и ограничена лишь исполнением текущих задач, причем зачастую представлена лишь логистикой центрального филиала, оставляя удаленные подразделения без внимания. Но ведь для полноценного функционирования и достижения производственных целей необходимо обеспечение своевременного, ритмичного и экономичного движения материальных ресурсов между стадиями и рабочими местами не только центрального филиала, но и всех подразделений компании в соответствии с планами производства и реализацией продукции, а также заказами потребителей.

Разработка стратегического плана логистики на белорусских предприятиях – процесс новый, не имеющий достаточного количества внешних примеров успешного опыта. Вместе с тем процесс этот достаточно конфликтный, т.к. требует изменения бизнес-процессов не только логистики, но и большинства других структурных подразделений предприятия, которые далеко не всегда имеют желание что-либо менять. Белорусский логистический рынок находится на стадии выжидания, т.е. определенная конъюнктура уже сформирована, но сейчас она находится на стадии анализа и прогнозирования.

Разработку логистической стратегии нужно начинать с убеждений отказаться от принятого в большинстве компаний алгоритма действий: «давайте сначала построим, а потом посмотрим, что там скорректировать». Изученный зарубежный опыт западных компаний показал, что этот вариант себя не оправдывает. Поэтому очень важно с самого начала правильно расставить приоритеты и организовывать производственный процесс по четко разработанному плану. Затем, следуя плану, внимательно отслеживать, насколько каждая из последовательно проводимых стадий приближает компанию к намеченной цели.

Управление производственным процессом направлено в первую очередь на снижение издержек производства и, как правило, ориентировано на ритмичную работу с минимально возможным временем производственного цикла и срока выполнения заказа. Здесь нельзя не упомянуть о планировании, которое является общей функцией управления, вхо-

дящей в кольцо управления логистической системы (рис. 1). Планирование логистической деятельности – это систематический процесс поиска возможностей действовать, прогнозирования последствий этих действий, разработки логистического проекта, формирования управленческих решений, конкретных мероприятий и сроков их выполнения для достижения поставленных целей в будущем.

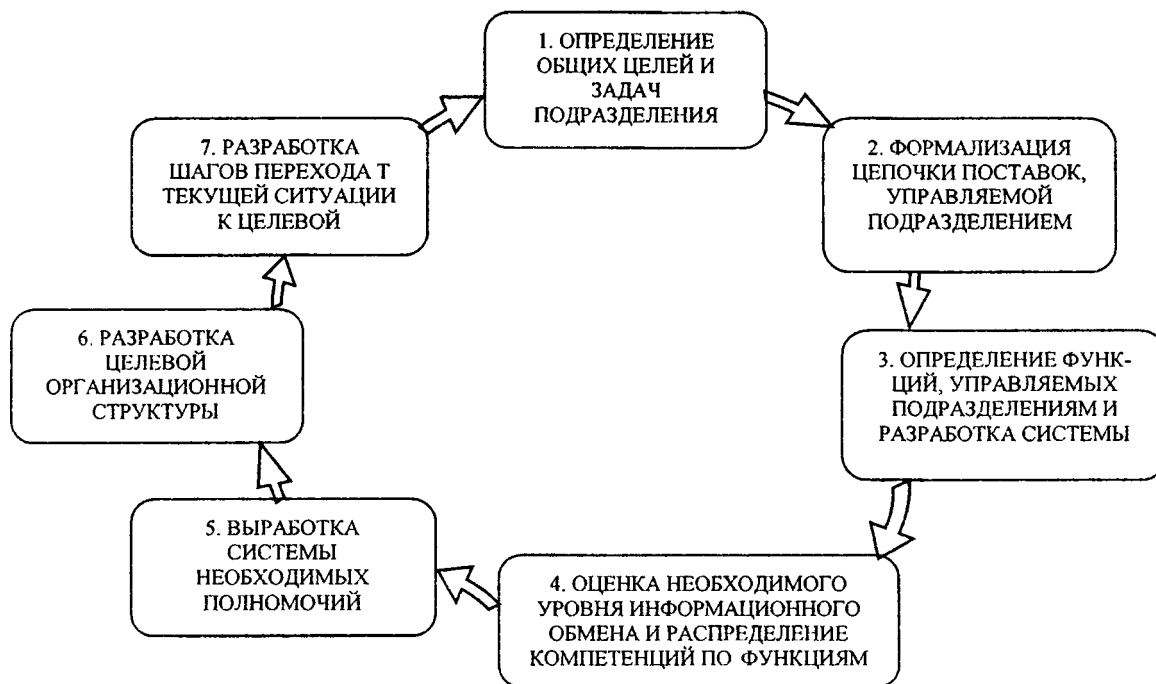


Рис. 1. Кольцо управления логистической системы

Рассмотрим этапы кольца управления логистикой более подробно.

Этап 1. Многие предприятия имеют хорошо проработанные корпоративные стратегии, одна ко чаще всего на этом процесс стратегического планирования и заканчивается. На самом деле, этого недостаточно, т.к. цели корпоративной стратегии достигаются за счет качественного исполнения стратегий функциональных подразделений.

В качестве базовой информации для разработки функциональной стратегии логистики на первом этапе управления производственным процессом необходимо использовать:

- заявление о корпоративной стратегии компании;
- данные интервью с высшим руководством об их ожидании от логистики;
- данные SWOT-анализа;
- данные анализа логистических процессов компании.

В результате первого этапа появятся:

- отчет по результатам диагностики текущего состояния;
- рекомендации относительно целей подразделения логистики, сформированное и презентованное высшему руководству специалистом по логистике;
- согласованное с руководством общее видение развития стратегии логистики.

Этап 2. Формализация цепочки поставок, управляемой подразделением

Учитывая то, что в большинстве случаев логистика предприятия не ограничена только одним структурным подразделением, необходимо определить и проанализировать:

1. цепь поставок предприятия;
2. уровень управления цепью поставок.

Итогом этого этапа должно являться наличие четкого представления о схеме цепи поставок и возможных путях ее оптимизации.

Этап 3. Определение функций, управляемых подразделениями. Разработка системы управления.

Учитывая то, что логистика является комплексной дисциплиной, включающей в себя достаточно большое количество функций, необходимо четко определить, какими функциями должна управлять логистика конкретного предприятия на каждом звене цепи поставок. Фактически необходимо разбить разработанные ранее функциональные стратегии на более мелкие элементы. При этом важно четко определить операционные элементы, которые присутствуют в логистике предприятия на всех звеньях цепи поставок, например, взять за базис 13 ключевых функций логистики:

- Обслуживание потребителей;
- Прогнозирование спроса;
- Управление запасами;
- Логистические коммуникации;
- Грузопереработка;
- Обработка заказов;
- Упаковка;
- Поставка потребителям запасных частей и оказание им помощи при обслуживании;
- Выбор мест размещения производственных и складских помещений;
- Снабжение / закупки;
- Логистика возвратных потоков;
- Транспортировка;
- Складирование и хранение.

Затем необходимо расставить приоритетность тех или иных функций и исключить элементы, отсутствующие в логистике конкретной организации. Итогом третьего этапа должна быть разработанная система операционных стратегий, подчиняющихся принципам управления по ожидаемым результатам.

Этап 4. Оценка необходимого уровня информационного обмена и распределение компетенций по функциям

Знание ключевых управляемых элементов по всем звеньям цепочки позволяет сформировать требования к необходимому уровню информационного обмена и распределению компетенций. Для этого потребуется определить реальные задачи персонала с помощью:

- фотографии рабочего дня в разрезе ежедневных, еженедельных и т.д. задач с контролем времени, затрачиваемого на их исполнение;
- запроса о необходимом информационном обмене логистики и внешних подразделений;
- сравнения полученных данных на предмет достаточности для контроля ключевых показателей эффективности и исполнения функциональных и операционных стратегий.

Результатом данного этапа является:

- перераспределение/дополнение матрицы информационного обмена;
- перераспределение обязанностей между имеющимися сотрудниками;
- формирование функций/должностей, отсутствующих в текущей структуре, но необходимых для качественного исполнения заявленных стратегий.

Этап 5. Выработка системы необходимых полномочий и ответственности подразделения

Разработанная матрица информационного обмена позволяет сформулировать четкие требования по обязательствам и полномочиям как для логистики, так и для внешних подразделений, т.к. только в случае четкого соответствия требований и полномочий возможно эффективное управление производственным процессом.

В итоге пятый этап позволит:

- произвести оценку уровня необходимых изменений;
- разработать технические задания по необходимым изменениям информационной системы;

- произвести четкое распределение полномочий и обязанностей между логистикой и другими подразделениями;
- формализовать систему информационного обмена.

Этап 6. Разработка целевой организационной структуры

На данном этапе предприятие уже обладает всей необходимой информацией для формирования плана перехода к эффективной организационной структуре. И его задача состоит в том, чтобы сформировать целевую организационную структуру, являющуюся наиболее оптимальной для исполнения заявленной стратегии. Данная структура должна обеспечивать в рамках согласованной системы информационного обмена:

- качественный контроль над исполнением всех стратегических планов, заявленных в ходе формирования функциональной и операционных стратегий логистики;
- качественное управление системой ключевых показателей эффективности в рамках управления по результатам;
- требования к компетенциям всех заявляемых должностей.

Этап 7. Разработка шагов перехода от текущей ситуации к целевой

В большинстве случаев переход сразу к оптимальной структуре и началу исполнения всех заявленных стратегий невозможен, т.к. необходимые нам изменения требуют времени и ресурсов. Поэтому нужен четкий план поэтапного введения заявленных стратегий в действие. При этом этапы формировать надо так, чтобы и эффект был максимальным, и цели реалистичными. А для этого:

- достаточно идти от простого к сложному;
- в первую очередь проводить изменения, которые не влекут за собой коренных перестроек или увеличений бюджета;
- проводить четкое соответствие между ответственностью и полномочиями;
- если изменение структуры требует ресурсов (HR, IT и т.д.), то любые изменения полномочий/ответственности производить только после того, как необходимые ресурсы предоставляются;
- ставить промежуточные стратегические цели;
- проводить изменения не самолично, а посредством постоянного развития персонала.

На предприятиях, где нет поэтапного выполнения пунктов логистической стратегии, соответственно, нет самой стратегии, руководители логистического подразделения пытаются приспособиться к имеющимся возможностям в условиях значительного увеличения объемов и наличия нерешенных вопросов о том, как их обрабатывать. В результате имеют место следующие ситуации:

- слабая система учета движения товаров, которая позволяет нечистым на руку сотрудникам обогащаться;
- наличие нерациональных операций с товарами – дополнительные перемещения и перегрузки товаров;
- увеличение количества бракованных товаров по вине сотрудников склада, которым приходится работать в стесненных условиях, и из-за погодных условий, так как часть операций с товарами осуществляется на открытом воздухе;
- увеличение ошибок в подборе заказов и отгрузках, что вызывает нарекания со стороны клиентов и требует дополнительных усилий по исправлению ситуации.

Для успешного результата выполнения всех этапов логистической стратегии рекомендуется руководствоваться так называемыми «шестью правилами логистики»:

- Груз — нужный товар.
- Качество — необходимого качества.
- Количество — в необходимом количестве.
- Время — должен быть доставлен в нужное время.
- Место — в нужное место.
- Затраты — с минимальными затратами.

Цель логистической деятельности считается достигнутой если эти шесть условий выполнены, т. е. нужный товар, необходимого качества, в необходимом количестве доставлен в нужное время в нужное место с минимальными затратами.

Поэтому только так, поэтапно, может быть сформирована система логистики, которая обеспечивает контроль всех выделенных функций по всей управляемой цепочке поставок в процессе управления производством. Только в этом случае логистику можно назвать оптимальной и эффективной, т.к. именно достижение конкретных заявленных и согласованных стратегических целей и является критерием ее эффективности. То есть в настоящее время отсутствие логистической стратегии в компании означает рост убытков.

Для достижения целей по оптимальному использованию имеющихся сил и средств, минимизации затрат и повышению конкурентоспособности необходим учет всех факторов, в том числе и разработка программы достижения поставленных задач, т.е. стратегии развития.

Благодаря стратегии, согласованной в различных подразделениях и принятой в компании, руководитель логистического подразделения знает, какие задачи стоят перед его подразделением; как и когда их нужно выполнять; какие будут расходы и затраты и кто участвует в их реализации. Но это то, к чему надо стремиться. Так, рассчитанные объемы поставок в определенные временные периоды, требующие определенной технологии обработки и определенного количества сотрудников, позволяют осуществлять все эти операции наиболее оптимальным и экономически целесообразным способом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Неруш Ю.М. Логистика: учеб. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: ТК Велби, Изд-во Проспект, 2008. – 520с. 2. Александр Семенов. Логистическая стратегия компании – поэтапное творчество. // Логинфо. - 2007. - № 01-02.

УДК 338

Бутор Л.В., Немкович Ю.А., Чигир А.С.

ИННОВАЦИИ КАК ДВИЖУЩИЙ ФАКТОР «ГЛОБАЛЬНОЙ КОНКУРЕНЦИИ»

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

В последние годы в мире наблюдается обострение конкурентной борьбы. Предприятия добиваются конкурентных преимуществ различными способами (путем повышения качества изделий, снижения цены на продукцию, улучшения сервисного обслуживания, расширения ассортимента продукции, внедрения новых технологий в производство товаров и услуг, размещения рекламы и др.). Но, нужно отметить, что на сегодняшний день существует такая тенденция развития мировой экономики как рост значения инноваций. Инновация – развивающийся, комплексный процесс создания, распространения, использования новшества, который способствует развитию и повышению эффективности деятельности. Инновацию можно также определить не как процесс, а как объект, успешно внедренный в производство.

Предприятия, которые формируют стратегическое поведение на основе инновационного подхода, имеют возможность завоевать лидерские позиции на рынке, сохранить высокие темпы развития, сократить уровень издержек, добиться высоких показателей прибыли. Для успешной конкуренции предприятия должны проявлять готовность к инновационным переменам.

Посредством инноваций, которые проявляются в создании нового продукта, или в новом дизайне уже известного продукта, в новой стратегии маркетинга, в новом процессе производства, в инвестициях в человеческий капитал, в новой методике повышения квалификации работников, предприятия добиваются лидерства в международных масштабах.

Если конкуренты реагируют медленно, то такие инновации приводят к конкурентным преимуществам. Например, в таких отраслях, как автомобилестроение и бытовая электроника, японские компании добились исходных преимуществ за счет особого внимания к компактным моделям, имеющим меньшие размеры, потребляющим меньше энергии, которыми пренебрегали их иностранные конкуренты, считая такие модели менее выгодными, имеющими меньшее значение и менее привлекательными.

В процессе внедрения новшеств и внесения улучшений большое значение имеет информация – информация, которая либо недоступна конкурентам, либо которой они не ищут. Иногда инновации являются результатом простых вложений в исследования и развитие или в изучение рынка. Чаще инновации появляются в результате целенаправленных усилий, из открытости и поиска верных решений без ослепленности какими-либо предположениями или шаблонным здравым смыслом.

По этой причине новаторы часто оказываются в стороне от конкретной отрасли промышленности или страны. Новшество может прийти из новой компании, основатель которой имеет нетрадиционную подготовку или же просто не был признан в давно существующей, имеющей прочное положение компании. Или же способность к генерированию нового может прийти к существующей компании через старших менеджеров, только начинающих свою деятельность в данной отрасли и вследствие этого более способных почувствовать новые возможности и стремиться к их достижению. Инновации могут также возникать при расширении сферы активности компании, при вовлечении новых ресурсов, навыков или перспектив в новую отрасль. Они могут приходиться от другой нации, с другими условиями или методами ведения конкурентной борьбы.

За исключением очень небольшого числа случаев инновации являются результатом необычайных усилий. Компания, успешно внедряющая новые или лучшие способы ведения конкурентной борьбы, преследует свою цель неотступно, часто проходя через серьезную критику и преодолевая существенные препятствия. В действительности для достижения успеха при внедрении новшества обычно требуется давление, осознание необходимости и даже определенная агрессивность: страх потерь оказывается достаточно часто даже более мощной движущей силой, чем надежда на выигрыш.

После того как компания достигает конкурентных преимуществ благодаря нововведениям, она может удерживать их только с помощью постоянных улучшений. Практически любое достижение можно повторить. Корейские компании практически достигли возможностей своих японских конкурентов в массовом производстве стандартных цветных телевизоров и видеомagneтофонов; бразильские компании сформировали технологические процессы и разработали дизайн, сравнимый с конкурентоспособными итальянскими фирмами, производящими особые виды кожаной обуви [1, с.123].

Конкретные компании, базирующиеся в определенных странах, оказываются способными к существенным обновлениям. Они неустанно следуют по пути улучшений, ведут поиск все более сложных источников конкурентных преимуществ. Это делает их способными преодолевать серьезные препятствия для внесения изменений и новшеств, которые так часто сопутствуют успеху.

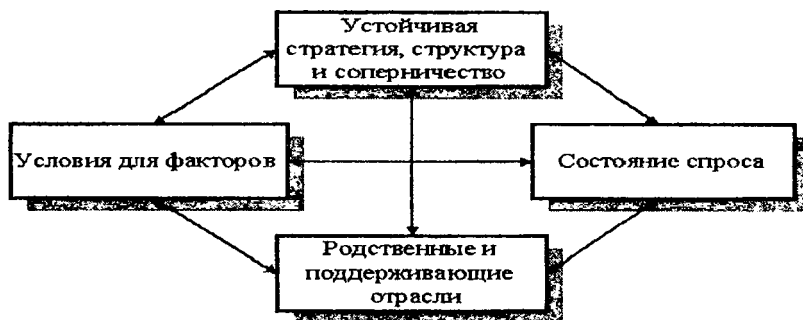


Рис. 1. Детерминанты конкурентных преимуществ страны («Ромб Портера»)

Профессор Гарвардской школы бизнеса Майкл Портер в 1990 г. выпустил монографию «Конкурентные преимущества наций». Он попытался выявить причины успеха страны в международной конкуренции в той или иной отрасли с помощью системы четырех показателей – «конкурент-

ного ромба». Эти показатели носят общий характер и формируют среду, в которой конкурируют местные фирмы.

«Конкурентный ромб» - это модель, которая может помочь понять сравнительное положение стран (или регионов) в глобальной конкуренции. Модель представлена на рис. 1.

Традиционно экономическая теория выделяет следующие факторы сравнительного преимущества для регионов или стран:

- земля;
- положение;
- природные ресурсы;
- трудовые ресурсы;
- численность местного населения.

Портер предлагает концепцию кластеров (групп), которые возникают в определенных местах. Кластеры могут оказывать влияние на конкуренцию тремя способами:

- увеличить производительность компаний в кластерах;
- стимулировать инновации;
- стимулировать к развитию новые бизнес-направления.

Примеры таких кластеров: Силиконовая долина в США, Голливуд, Париж (в смысле моды) и т.д.

Согласно Портеру конкурентное преимущество стран является результатом 4 взаимосвязанных факторов:

Стратегия, структура и конкуренция фирм. В мире преобладают динамические условия. Прямая конкуренция подталкивает компании увеличивать производительность и стимулировать инновации.

Условия спроса. Если клиенты очень требовательны, то на компании оказывается постоянное давление улучшать свою конкурентоспособность через инновационные продукты, высокое качество и т.д.

Смежные поддерживающие отрасли. Пространственная близость отраслей облегчает обмен информацией и способствует непрерывному обмену идей и новаций.

Факторные условия. Специализированными факторами производства являются квалифицированные трудовые ресурсы, капитал и инфраструктура. Неключевые факторы (или факторы общего использования) - неквалифицированный труд, ресурсы и сырье - могут быть приобретены любой компанией, и поэтому не создают конкурентного преимущества. Однако, специализированные факторы предполагают значительные, постоянные инвестиции. Их трудно дублировать. Это и создает конкурентное преимущество.

Главной идеей М. Портера является идея о том, что основные для конкурентоспособности факторы страной не наследуются, а создаются. Причем важнейшее значение имеют темпы создания и механизмы совершенствования факторов. Следует обратить внимание, что наиболее важным и весомым механизмом совершенствования этих факторов являются инновации. Поэтому можно говорить о том, что инновации оказывают огромное влияние на конкурентоспособность страны.

Также Портер выделил четыре стадии конкурентоспособности, отличающихся механизмом управления инновациями. На первой стадии конкурентные преимущества выражаются в наличии определенных факторов производства, таких как климатические условия, трудовые ресурсы, при этом используются относительно простые технологии. После прохождения этого этапа наступает стадия инвестиций, когда национальная экономика может воспринять и улучшить зарубежные технологии, происходит покупка лицензий и оборудования за рубежом. Третья стадия конкурентоспособности – это стадия инноваций, национальные фирмы уже могут не только улучшить иностранную технологию, но и создать новую. На четвертой стадии конкурентоспособности, так называемой стадии богатства, стимулом развития экономики становится повышение благосостояния, и капиталы начинают перемещаться в финансовую сферу.

По мнению М. Портера, каждая успешная компания применяет свою стратегию; однако эволюция всех преуспевающих предприятий в своей основе одинакова, они добиваются конкурентного преимущества посредством инноваций. Как результат, растет значение инновационной деятельности предприятия – создаются различные конструкторские бюро, дочерние науч-

но-исследовательские предприятия, венчурные фирмы. Итак, инновации становятся стратегическим ресурсом предприятия.

Именно инновации считаются фактором достижения конкурентного преимущества фирмы. Кроме того инновации становятся ключевым фактором глобальной конкуренции.

Для таких стран как Беларусь, небогатых природными ресурсами, наука и интеллект нации могут стать основой экономического процветания. Постоянная модернизация, поиск нового, более совершенного, должны стать стилем работы субъектов хозяйствования. Иначе говоря, экономика должна быть переведена в режим интенсивного инновационного развития. Поэтому на сегодняшний день для Беларуси инновационный путь развития определен как приоритетный. Для этого имеются необходимые условия: достаточно мощный научно-технический потенциал, значительные результаты в фундаментальных и прикладных исследованиях, высококвалифицированные кадры.

Основой инновационной экономики является научная, научно-техническая и инновационная деятельность, обеспечивающая создание новых знаний и их трансформацию в наукоемкую продукцию. Эффективность данных видов деятельности во многом обусловлена наличием соответствующей инфраструктуры. Инновационная инфраструктура – совокупность юридических лиц, ресурсов и средств, обеспечивающих материально-техническое, информационное и иное обслуживание инновационной деятельности [2].

На сегодняшний день в республике действуют следующие элементы инновационной инфраструктуры [3]:

- Парк высоких технологий (специализация – IT индустрия и сопутствующие отрасли)
- Научно – технологические парки (технопарки) – 10 организаций, позиционирующих себя в качестве технопарков, 3 из которых имеют соответствующий статус, присвоенный ГКНТ (в соответствии с Указом Президента Республики Беларусь от 3 января 2007 года № 1)
- Белорусский инновационный фонд
- Бизнес инкубаторы (в том числе специализирующиеся на поддержке инновационных предприятий) – 9
- Центры трансфера технологий (включая Республиканский центр трансфера технологий и его региональные представительства, а также организации, с которыми заключены соответствующие соглашения о сотрудничестве) – 24
- Инновационные центры – 5
- Научно-производственные (научно-практические) центры – 56
- Информационные и маркетинговые центры – 10
- Научно-технические библиотеки (включая заводские) – 476

Потребителями услуг, предоставляемых перечисленными элементами инновационной инфраструктуры, являются 318 инновационно-активных предприятий.

В городе Минске сосредоточен основной инновационный потенциал республики, представленный учреждениями Национальной академии наук Беларуси, большинством ведущих вузов, отраслевых НИИ, высокотехнологичных предприятий, соответствующий кадровый и технологический потенциал.

Основные задачи и направления формирования эффективной инновационной системы страны сформулированы в Государственной программе инновационного развития. Главная задача программы – не только создать прорывные инновационные производства (в программу включено их 728), но и сделать инновационный путь развития белорусского государства необратимым, сформировать институты развития (инновационное законодательство, экономические стимулы, инновационную инфраструктуру).

Согласно статистическим данным в Беларуси только 17,8% предприятий являются инновационно активными. Это в 4 раза ниже, чем в Европе. Причина этого явления не столько в субъективном факторе – безынициативности и иждивенчестве, а в том, что ключевые институты инновационного развития у нас либо еще не созданы, либо не работают эффективно.

Например, в законодательной области. За рубежом успешно используется целый комплекс механизмов по стимулированию инноваций: дифференцированный по секторам НДС, который существенно ниже в инновационных сферах, развитая система налоговых, амортиза-

ционных, таможенных, административных и других мер, ориентирующих бизнес на внедрение инноваций. В Великобритании крупные компании списывают на затраты 125% от своих вложений в научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы (НИОКР), а компании малого бизнеса – 150%, Сингапур и Австралия в определенные периоды повышали эту норму до 200%. Приростные экономические инструменты стимулирования инноваций (когда из налогооблагаемой базы вычитаются 50-70% от прироста затрат на НИОКР) широко распространены в странах Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР). Нам тоже необходимо использовать подобный опыт.

Программой социально-экономического развития Беларуси на 2006-2010 годы, а также планом мероприятий по реализации решений третьего Всебелорусского Народного собрания намечено "обеспечить увеличение финансовых затрат за счет всех источников на исследования и разработки в 2010 году не менее, чем в 2,5 -3 раза по сравнению с 2005 годом". В то же время в течение последних лет эта норма программы не выполняется. Хочется верить, что развитие инновационной системы будет способствовать росту финансирования науки.

Президентом Беларуси утверждены приоритеты научно-технической деятельности, учеными и производителями выявлены ключевые макротехнологии, которые будут определять конкурентоспособность страны. В соответствии с этими приоритетами правительство утвердило 11 государственных комплексных целевых научно-технических программ, фактически, сформулировало государственный заказ науке на проведение исследований. В числе приоритетных направлений – энергетика, электроника и оптика, материалы, машиностроение, химические продукты и технологии, развитие села, природопользование, информационные технологии, технологии предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, здоровье, биологические технологии и биобезопасность. НАН Беларуси по 11 комплексным программам уже к 2010 году позволит создать в стране 84 новых производств, 389 инновационных технологий. Мининформсвязи по 11 комплексным программам уже к 2010 году позволит создать в стране 84 новых производств, 389 инновационных технологий.

Нужно отметить, что Беларусь обладает высоким потенциалом в области инноваций. В то же время, сделанного еще недостаточно для решения задач по модернизации экономики страны на инновационной базе. Предстоит решить еще много задач, в том числе по развитию инновационной инфраструктуры. Только достигнув высокого уровня в развитии инновационной экономики, наша страна сможет достигнуть конкурентного преимущества на мировом рынке.

ЛИТЕРАТУРА

1. Инноватика: Учебное пособие / под ред. Н.Л. Маренкова. – М.: КомКнига, 2005. – 300 с.
2. Инновационная деятельность. Термины и определения. Межгосударственный стандарт. ГОСТ 31279-2004. – Минск, 2005. – с.1-6.
3. Инновационная инфраструктура РБ [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.tehnpark.by/>, свободный. – Загл. с экрана.
4. Конкурентоспособность Беларуси зависит от качества генерирования новых знаний [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.panb80.belta.by/>, свободный. – Загл. с экрана.

УДК 65.015.12

Василевич В.И.

АТТЕСТАЦИЯ РАБОЧИХ МЕСТ СЛУЖАЩИХ

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

Под аттестацией подразумевается комплексная оценка каждого рабочего места на его соответствие нормативным требованиям и передовому опыту по его технико-

технологическому, организационно-экономическому уровню, по условиям труда и техники безопасности.

Основными целями аттестации, рационализации и учета рабочих мест является повышение эффективности производства, качества выполняемых работ и рациональное использование основных производственных средств и трудовых ресурсов на предприятии за счет:

- ускорения роста производительности труда на основе приведения рабочих мест в соответствие с требованиями научно-технического прогресса;

- сокращения применения ручного труда, нерациональных затрат времени, повышения содержательности и привлекательности труда;

- улучшение использования основных фондов путем ликвидации излишних рабочих мест, концентрации работ на рабочих местах, оснащенных прогрессивным оборудованием, оргнасткой, обеспечение сбалансированности числа рабочих мест и работающих за счет расширения и совмещения функций;

- улучшения условий труда на каждом рабочем месте, повышение культуры производства;

- повышения социальной активности и квалификации рабочих, в том числе привлечение их к оценке достигнутого уровня организации выполнения работ и разработке мер по его совершенствованию.

Учет рабочих мест является исходным этапом работы по их аттестации и предусматривает определение числа рабочих мест, классификацию и группировку их по видам и характеру использования по категориям занятых на них работников.

Для полноты и достоверности учета используют следующие классификационные признаки рабочих мест служащих:

- по категории работников рабочие места подразделяют на рабочие места руководителей, специалистов и технических исполнителей;

- по наименованиям профессий (должностей) работников. Так в соответствии с квалификационным справочником должностей служащих можно выделить рабочие места руководителей предприятий и учреждений, руководителей служб подразделений на предприятиях и в учреждениях; рабочие места специалистов, занятых инженерно-техническими и экономическими работами, специалистов юридической службы; рабочие места технических исполнителей, занятых учетом, контролем, подготовкой и оформлением документации, хозяйственным обслуживанием;

- по количеству работников (индивидуальные, коллективные);

- по дополнительным квалификационным признакам (по виду работ, периодического использования и др.).

Количество рабочих мест согласуется со штатным расписанием предприятия и должно соответствовать численности служащих, занятых в наиболее многочисленную смену. Учитывают рабочие места всех, действующие и неиспользуемые, обеспеченные или необеспеченные рабочей силой на дату проведения учета.

Аттестации рабочих мест служащих предшествует анализ структуры и оперативного управления, технологии документооборота, процедур выполнения работ, положений о структурных подразделениях, систем оценки результатов деятельности, оплаты труда, материально-го и морального поощрения, организации повышения квалификации, условий труда.

Оценка каждого рабочего места служащих должна производиться комплексно по следующим направлениям:

- рациональность планировки рабочего места;

- регламент выполнения должностных обязанностей;

- использование средств механизации труда;

- квалификационный уровень работника и работ, выполняемых на рабочем месте, и использование передовых форм организации труда;

- соответствие санитарно-гигиенических и эстетических условий труда нормальным требованиям.

Оценку по упомянутым направлениям предлагается осуществлять в балловой системе. При полном соответствии показателей условиям, регламентированным организационно-

технической документацией, оценка равна одному баллу, при частичном соответствии – половине балла и при полном несоответствии – ноль балла.

Перечень показателей, используемых при аттестации рабочих мест, и один из возможных вариантов их оценки по всем упомянутым направлениям приведен в таблице.

Таблица — Показатели аттестации рабочих мест служащих и их оценка

Наименование показателей	Условия оценки показателя	Оценка, баллы
1. Рациональность планировки рабочего места		
1.1. Соответствие рабочего места типовому проекту организации труда	при соответствии планировки типовому проекту организации труда;	1
	при несоответствии планировки рабочего места типовому проекту организации труда и возможности доведения до типового проекта;	0,5
	при несоответствии планировки рабочего места типовому проекту организации труда и невозможности доведения до типового проекта	0
1.2. Рациональность планировки рабочего места (при отсутствии типового проекта)	при планировке рабочего места на принципах НОТ;	1
	при планировке рабочего места с несоблюдением принципов НОТ и возможности их выполнения;	0,5
	при планировке рабочего места с несоблюдением принципов НОТ и невозможности их соблюдения	0
1.3. Уровень прогрессивности оснастки рабочего места	при оснащении рабочего места прогрессивной оснасткой;	1
	при оснащении рабочего места морально устаревшей оснасткой	0,5
1.4. Техническое состояние оснастки на рабочем месте	при удовлетворительном техническом состоянии оснастки;	1
	при необходимости ремонта оснастки;	0,5
	при необходимости замены физически изношенной оснастки	0
2. Использование средств механизации труда и информационного обеспечения		
2.1. Использование на рабочем месте средств вычислительной техники	при использовании вычислительной техники и персональных компьютеров;	1
	при неиспользовании вычислительной техники и персональных компьютеров и при необходимости их использования	0,5
2.2. Использование на рабочем месте АСУ	при использовании на рабочем месте АСУ, САПР;	1
	при неиспользовании на рабочем месте АСУ, САПР при необходимости их использования (возможности решения задач на ЭВМ)	0,5
2.3. Оснащение рабочего места средствами связи	при оснащении рабочего места средствами связи в соответствии с нормативами;	1
	при отсутствии на рабочем месте средств связи (необходимость устанавливается по нормативам)	0
2.4. Информационное обеспечение рабочего места	при централизованном информационном обеспечении рабочего места (использование ЭВМ, картотек, регулярное снабжение технической информацией и т.д.);	1
	при отсутствии информационного обеспечения рабочего места	0
3. Регламент выполнения должностных обязанностей		
3.1. Наличие норм времени и норм обслуживания на рабочем месте	при использовании норм времени и норм обслуживания для планирования работ, выполняемых на рабочем месте;	1
	при неиспользовании норм времени и норм обслуживания для планирования работ	0,5

Наименование показателей	Условия оценки показателя	Оценка, баллы
3.2. Соблюдение норм управляемости на рабочем месте	при численности подчиненных в пределах норм управляемости; при численности подчиненных, превышающей нормы управляемости	1 0,5
3.3. Наличие должностных инструкций	при наличии должностной инструкции для работника, работающего на рабочем месте; при отсутствии должностной инструкции для работника, работающего на рабочем месте	1 0
4. Квалификационный уровень работника и работ, выполняемых на рабочем месте и использование передовых форм организации труда		
4.1. Соответствие квалификации работника сложности и характеру выполняемых работ	при соответствии квалификации работника сложности и характеру работ; при несоответствии квалификации работника сложности и характеру работ	1 0,5
4.2. Наличие годовых и текущих планов работ, выполняемых на рабочем месте	при наличии годовых и текущих планов работ; при наличии текущих планов работ; при отсутствии годовых и текущих планов работ	1 0,7 0
4.3. Обеспечение выполнения плановых заданий, работ требуемого качества	при выполнении плановых заданий при требуемом качестве работ; при невыполнении плановых заданий и при качестве выполненных работ требуемого качества; при выполнении работ с уровнем качества ниже требуемого	1 0,5 0
4.4. Обоснованность принимаемых решений	при обоснованности принимаемых решений; при наличии в работе работника необоснованных принимаемых решений	1 0,5
4.5. Совмещение профессий	при наличии совмещения профессий; при отсутствии совмещения профессий, но при наличии возможности внедрения совмещения	1 0
4.6. Напряженность труда	при напряженности труда выше или соответствующей расчетной; при напряженности труда ниже расчетной	1 0,5
4.7. Стимулирование труда	при применении материального и морального стимулирования труда и при нацеленности его на конечные результаты труда подразделения и предприятия; при применении действенного материального стимулирования и при отсутствии морального стимулирования труда; при ненацеленности материального стимулирования труда на конечные результаты труда подразделения и предприятия	1 0,5 0
5. Соответствие санитарно-гигиенических и эстетических условий труда нормальным требованиям		
5.1. Потребная площадь и высота помещения	при площади рабочего места соответствующей или большей нормативной; при площади рабочего места меньше нормативной; при высоте помещения соответствующей или выше нормативной; при высоте помещения ниже нормативной	1 0,5 1 0,5
5.2. Микроклимат на рабочем месте	при соответствии на рабочем месте нормативным уровням температуры окружающей среды, влажности, концентрации пыли, скорости движения воздуха и наличии вентиляции; при несоответствии на рабочем месте микроклимата хотя бы одному нормативу (температуры, влажности, концентрации пыли, скорости движения воздуха) или	1 0

Наименование показателей	Условия оценки показателя	Оценка, баллы
	при отсутствии вентиляции	
5.3. Освещение рабочего места	при соответствии освещения нормативным требованиям;	1
	при несоответствии освещения нормативным требованиям	0
5.4. Уровень шума на рабочем месте	при соответствии уровней звука на рабочем месте нормативным требованиям;	1
	при несоответствии уровней звука нормативным требованиям	0
5.5. Эстетические условия на рабочем месте	при окраске интерьера в соответствии с рекомендациями НОТ и наличии комнатных растений;	1
	при окраске интерьера в соответствии с рекомендациями НОТ и отсутствии комнатных растений;	0,5
	при окраске интерьера в несоответствии с рекомендациями НОТ	0

По рабочим местам руководителей, специалистов и технических исполнителей итоговая оценка по каждому направлению определяется по формуле:

$$K_i = \frac{K_{i1} + K_{i2} + K_{ij} + \dots + K_{in}}{n},$$

где K_i – итоговая оценка по i -му направлению;

K_{ij} – оценка j -го показателя по i -му направлению;

n – количество показателей по i -му направлению.

Общая оценка по всем направлениям аттестации рабочего места составит:

$$K_{\text{общ}} = \frac{\sum_{i=1}^m K_i}{5},$$

где $K_{\text{общ}}$ – общая оценка аттестации рабочего места.

По результатам аттестации каждое рабочее место относится к одной из трех групп.

К первой группе относят аттестованные рабочие места. Это рабочие места, показатели которых полностью соответствуют предъявляемым при их оценке требованиям или превышают их. К этой группе не может быть отнесено рабочее место, у которых хотя бы один из показателей равен нулю, количество показателей с оценкой 0,5 по одному из направлений более 2 и при общей оценке аттестации менее 0,75.

Ко второй группе относят рабочие места, подлежащие рационализации. Это рабочие места, отдельные показатели которых не соответствуют установленным требованиям, но могут быть доведены до уровня этих требований в процессе рационализации.

К третьей группе относят рабочие места, подлежащие ликвидации. Это рабочие места, показатели которых не соответствуют и не могут быть доведены до уровня установленных требований в результате рационализации.

ПЛАНИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ В УСЛОВИЯХ СЕЗОННОГО СПРОСА

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

Большинство методик, применяемых в настоящее время при разработке и обосновании инвестиционных проектов предполагают, что реализация продукции на рынке осуществляется равномерно в течение всего периода реализации проекта, за исключением учета такого фактора, как неполная загрузка производственной мощности в начальные периоды реализации проекта, связанная с необходимостью обучения персонала, отладки технологического процесса и т.д. Так, например, в Правилах по разработке бизнес-планов инвестиционных проектов предусматривает разработку формы, называемой «Программа производства и реализации продукции», которая не предусматривает того, что по периодам реализации проекта объемы производства и реализации могут отличаться.

На практике для многих товарных позиций (например запасные части к сельскохозяйственной технике, строительные материалы и т.д.) существует сезонность спроса, которая выражается в неравномерной реализации продукции по периодам в течение одного календарного года.

Программа производства разрабатывается исходя из программы реализации продукции, разрабатываемой отделом маркетинга предприятия. В условиях сезонного спроса планирование программы производства может производиться с использованием следующих методов:

1. Следование за спросом – при использовании данного метода в каждый короткий период времени (месяц, неделя) объем производства планируется на уровне сложившегося спроса (планируемого объема продаж). Графическая иллюстрация метода представлена на рис. 1.



Рис. 1. Планирование программы производства при использовании метода следования за спросом

2. Равномерное (ритмичное) производство – при использовании данного метода за каждый короткий период времени производится одинаковое количество продукции, определяемое суммированием планируемых объемов реализации по каждому короткому периоду и делением на количество периодов. Графическая иллюстрация метода представлена на рис. 2.

При выборе метода следования за спросом увеличивается величина инвестиционных вложений в основные средства. Также предприятие несет дополнительные затраты связанные с содержанием дополнительных единиц оборудования, которые задействуются только в моменты (месяцы, недели) пикового спроса, а в остальные моменты не используются. Кроме того пред-

предприятие вынуждено оплачивать аренду дополнительных производственных площадей и нести другие расходы.



Рис. 2. Планирование программы производства при использовании метода равномерного производства.

При выборе метода равномерного производства объем капитальных вложений в приобретение оборудования сокращается, но возникают дополнительные вложения в оборотные средства, связанные с производством и хранением запасов готовой продукции на складе предприятия, которые реализуются только в момент пикового спроса. Также могут возникнуть потери, связанные с невозможностью удовлетворить имеющийся спрос при отсутствии запасов готовой продукции на складе.

Метод, обеспечивающий меньшие потери признается лучшим.

Рассмотрим условный пример.

Величина годового спроса на продукцию составляет 1800 изделий. Спрос на продукцию неравномерный. Величина спроса по периодам представлена в таблице 1.

Таблица 1 – План производства продукции по периодам

Наименование показателя	Значение по периодам												Всего за год
	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	
Планируемый объем спроса, шт.	110	110	120	130	130	200	180	200	200	160	140	120	1800
I. Метод планирования – следование за спросом													
Объем производства за месяц, шт.	110	110	120	130	130	200	180	200	200	160	140	120	1800
Коэффициент загрузки оборудования, %	55%	55%	60%	65%	65%	100%	90%	100%	100%	80%	70%	60%	75%
Продолжение таблицы 1													
II. Метод планирования – равномерное производство													
Объем производства за месяц, шт.	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	1800
Запас готовой продукции на складе, шт.	80	120	150	170	190	140	110	60	10	0	10	40	Средний – 90 шт.
Процент к среднемесячному объему производства, %	53%	80%	100%	113%	127%	93%	73%	40%	7%	0%	7%	27%	

Также в таблице представлена величина месячных объемов производства для различных методов планирования. Как видно из таблицы, минимальная величина спроса и, соответственно, объем производствам составляет 110 изд./мес., максимальная – 210 изд./мес. В случае выбора метода равномерного производства среднемесячный объем производства составит 150 изд./мес. Также в таблице представлена величина коэффициента загрузки оборудования (для планирования методом следования за спросом) и величина запасов готовой продукции на складе предприятия в абсолютном выражении и в процентах к среднемесячному объему производства (для равномерного производства). Величина запаса представлена по состоянию на конец месяца.

Производительность единицы оборудования составляет 50 изд./мес. Стоимость за единицу с учетом затрат на транспортировку и установку – 125 млн. руб., а годовые затраты на эксплуатацию (включая амортизацию, аренду производственной площади, заработную плату рабочих, занятых обслуживанием оборудования т.д.) составляют 24 млн. руб./год (или 2 млн.руб./мес.).

Инвестиции в оборотные средства для формирования запаса готовой продукции составляют 400 тыс.руб./изд. Годовые затраты на хранение – 100 тыс.руб./изд.

При использовании первого метода необходимо приобрести 4 единицы оборудования ($200/50=4$). Величина капиталовложений составит: $4 * 125 = 500$ млн.руб. Годовые затраты на содержание и эксплуатацию: $4 * 24 = 96$ млн.руб. При этом на 100% оборудование будет загружено только 3 месяца из 12. Средний коэффициент загрузки составит 75%. Допускаем, что запасы готовой продукции на складе не формируются.

При использовании второго метода необходимое количество оборудования 3 единицы. Капиталовложения в оборудование составят 375 млн. руб., текущие затраты, связанные с содержанием оборудования – 72 млн. руб./год. Однако, при использовании данного метода необходимо наличие запаса готовой продукции на складе. Максимальный объем запаса – 190 изд., а среднегодовой объем запаса составит 90 изделий, т.о. дополнительные инвестиции в оборотные средства составят $190 * 0,4 = 76$ млн. руб., а дополнительные текущие затраты, связанные с хранением готовой продукции – $90 * 0,1 = 9$ млн.руб.

Следовательно, общая величина инвестиций по второму методу планирования $375+76 = 451$ млн. руб. Величина годовых текущих затрат $72+9=81$ млн.руб.

Таким образом, в приведенном примере метод равномерного производства является более предпочтительным.

Однако на практике для анализа требуется построение более сложных математических моделей с большим количеством данных. Подобные расчеты должны быть возложены на корпоративные информационные системы, например системы класса ERP.

УДК 338

Демидов В.И., Гринцевич Л.В.

ПРИНЦИПЫ УПРАВЛЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИЕЙ

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

Управление это: 1) совокупность принципов, методов, средств и форм управления организацией, разрабатываемых и применяемых с целью повышения эффективности производства; 2) деятельность органов власти; 3) целенаправленное воздействие на организованную систему, обеспечивающее сохранение её определенной структуры, поддержание режима функционирования и цели деятельности [1, с.9].

В связи с постоянным совершенствованием организации, повышением технического уровня и культуры производства процессы управления также претерпевают изменения. Уделя-

ется большее внимание организационной культуре, демократизации управления, честности и доверия к людям, коммуникациям, стилю руководства.

В конце 90-х годов прошлого столетия сформулированы следующие принципы управления [2]:

- лояльность к работающим;
- ответственность — обязательное условие успешного управления;
- коммуникации, пронизывающие организацию сверху вниз, снизу вверх и по горизонтали;
- атмосфера, способствующая раскрытию способностей работающих;
- доленое участие каждого работающего в общих результатах;
- своевременная реакция на изменения во внешней среде;
- методы работы с людьми, направленные на создание удовлетворенности от работы;
- непосредственное участие менеджеров в групповой работе — условие достижения согласованности и целостности;
- умение контактировать с поставщиками, покупателями, исполнителями и руководителями;
- этика бизнеса;
- честное отношение и доверие людям;
- использование в работе фундаментальных основ менеджмента;
- четкое представление о месте и роли организации в будущем;
- качество личной работы и постоянное самосовершенствование.

Организационная структура управления формируется для того, чтобы выполнять процессы управления. Процесс управления — это деятельность объединенных в определенную систему субъектов управления, линейных и функциональных руководителей, другого управленческого персонала организации, направленная на достижение целей коллектива путем реализации определенных функций с использованием методов и принципов управления.

Процессы управления многообразны: от управления коллективом организации в целом до управления отдельным человеком (промежуточные процессы управления — коллективами цехов, участков, бригад, служб, отделов, бюро, секторов); от управления в многолетнем (стратегическом) разрезе до управления оперативной деятельностью (промежуточные процессы управления — в пятилетнем, годовом, квартальном, месячном, недельном, суточном, сменном интервалах времени); от управления исследованиями по созданию новых видов продукции до управления реализацией готовой продукции (товарным ассортиментом, промежуточные процессы управления — анализом рынка, позиционированием товара, конструированием, технической подготовкой производства, разработкой технологических процессов, материально-техническим снабжением, изготовлением продукции, контролем качества) и другие направления процесса управления.

Процессы управления многомерны. Это является причиной существования различных подходов к изучению и объяснению процессов управления. Первая группа подходов изучает содержательную сторону процесса управления, вторая — технологическую сторону, третья — организационную сторону, четвертая — анализирует процесс управления с позиции возможностей проявления творческой активности участвующего в управлении персонала, возможны и другие варианты подходов к многомерности процессов управления.

Рассматривая содержательную сторону процесса управления, менеджеры пытаются понять, как реализуется воздействие на людей, как решаются проблемы предприятия, как осуществляется реализация процесса управления. При изучении технологической стороны процесса управления, основной упор делают на вопросы моделирования процессов, рационализации выполнения отдельных операций и подпроцессов, правильного ведения делопроизводства, механизации обработки информации. Исследуя процессы управления с организационной стороны основное внимание уделяют вопросам из каких этапов, циклов, контуров, операций состоят процессы управления в целом и отдельные подпроцессы; какие взаимосвязи между ними; какова последовательность их выполнения. Анализ процесса управления со стороны возможностей проявления творческой активности персонала, предполагает основное внимание уделить социально-психологическим факторам, таким как стиль управления, социально-психологические

характеристики групп, социально-психологические характеристики индивидуумов, потребности в достижении цели, организованность, темперамент и характер поведения.

Процесс управления имеет сложную структуру. Каждый из реальных процессов может быть представлен, состоящим из большого числа стадий, этапов, фаз, которые в свою очередь, состоят из процедур, операций. Разнообразие, многомерность и сложность построения процессов управления, значительно затрудняют возможность их детального описания.

Используя теорию измерения уровней управляемости, можно измерить процессы управления количественными показателями; ввести показатели, шкалы измерения и количественные оценки основных и дополнительных показателей процессов управления; рассчитать динамические характеристики и величину усилий, требуемых для корректировки процессов управления; оптимизировать модели процессов управления и добиться устойчивой работы экономической системы [4, 5, 6, 7].

Новые принципы управления заставили пересмотреть ряд старых положений, касающихся проектирования и организации труда на предприятиях. Решаются проблемы обогащения содержания и ротации работ, сочетания физического труда с умственным. Существенно расширяются сферы применения бригадной организации работ, в которой стимулируются как общие результаты, так и индивидуальные, учитывающие мастерство и ответственность. Сокращается глубина разделения работ между членами бригады, широко практикуются многооперационность и взаимозаменяемость. Координация и контроль базируются не столько на правилах и процедурах, установленных менеджерами, сколько на целевых установках самой бригады (как части общей цели организации). Все это обеспечивает гибкость и быструю адаптацию к изменяющимся условиям.

Наука и практика показывают, что благосостояние народа и любой страны на 60-70% зависит от системного подхода к управлению общественными процессами и связанной с этим эффективности управления и на 30–40% – от других факторов [3].

Страна может не иметь природных ресурсов, однако за счет высокой эффективности управления обеспечить достойный уровень жизни. Примером могут служить Япония, Финляндия, Германия, Гонконг, Сингапур и др. И наоборот, есть страны, имеющие много природных богатств, однако из-за неэффективного управления уровень жизни населения не высокий. Это, например, Россия, Казахстан, Азербайджан, Туркменистан. Поэтому специалисты-управленцы говорят, что нужно акцентировать внимание не на том, что есть богатые страны и бедные, а на том, что в одних странах хорошее (эффективное) управление, в других же – плохое (неэффективное). Для повышения эффективности управления требуется применение научных методов повышения эффективности управления при системном подходе к нему.

Существует ряд научных методов повышения эффективности управления в организационных системах [3]: мягкое резонансное, когнитивный анализ и управление, системный (целостный) подход в управлении.

Мягкое резонансное управление позволяет переводить управляемую систему из одного качественного состояния в другое минимальными усилиями или слабым внешним сигналом за малое время и при минимальных затратах ресурсов (финансовых, энергетических и др.). При мягком резонансном управлении система доводится до критической точки ("точки кристаллизации"), когда проявляются собственные или внутренние тенденции развития сложной системы, и небольшими внешними усилиями система подталкивается в направлении этих тенденций и переходит в другое более прогрессивное состояние.

Мягкое резонансное управление позволяет многократно сократить время и мощность управляемых сигналов и генерировать желаемые и реализуемые структуры в сложных системах. Синергетика показывает, как можно многократно сократить время и требуемые усилия и генерировать посредством резонансного управления желаемые и реализуемые структуры в сложной системе.

Когнитивный анализ и управление опирается на качественные модели систем с учетом непрерывно меняющейся внешней среды (политической, экономической, психологической и др.). Когнитивный анализ и управление особенно полезно для плохо формализуемых задач и систем, которые часто встречаются на практике. Когнитивный анализ способен выявлять позитивные и негативные для развития объекта управления тенденции во внешней среде. При этом,

учитывая опасности, риски, возможности, шансы и т.п., можно достичь намеченных целей при минимуме затрат. Когнитивное моделирование и анализ систем позволяют приблизительно оценить результаты достижения цели.

Математическим аппаратом когнитивного анализа и управления являются знаковые графы с весами, учитывающие десятки и сотни необходимых параметров и позволяющие получить на поставленные вопросы качественный, а не количественный ответ типа: лучше, хуже, больше, меньше, тенденции развития положительны или отрицательны. Когнитивный метод опирается на лингвистический (семантический, содержательный) анализ событий для определения главных факторов, представленных в виде вершин графа.

Системный (целостный) подход в управлении. Для понимания системного подхода нужно помнить, что отдельные части системы (подсистемы) настолько сильно взаимосвязаны между собой множеством прямых и обратных связей, что изменение одной из них может повлечь значительное изменение в других ее частях. Поэтому часто не работает метод декомпозиции системы, когда в ней выделяются отдельные части, они исследуются как более простые, чем система в целом, а далее синтезируются в систему. На самом деле систему надо исследовать как целостную, и нельзя осуществить декомпозицию системы в целях упрощения анализа.

Системный подход — это метод исследования организации как целостного образования, цели которого диктуют его составные части, структуру, границы, процессы, взаимодействие элементов, связи с внешней средой и общую концепцию развития [2]

Организация должна проектироваться так, чтобы облегчить процесс принятия решения, а поскольку решения зависят от информации, а та в свою очередь от коммуникаций, то организация строится на основе анализа информационных потребностей и коммуникационных сетей [8]. Внимание акцентируется на процессе принятия решений, а не на деятельности или структуре подразделений потому, что именно в процессе принятия решений устанавливаются цели и стратегия и направляются действия, ведущие компанию к успеху или неудаче.

Для понимания поведения системы необходимо исследовать как ее компоненты, так и их взаимодействие между собой. Для понимания организации необходимо:

- знать подсистемы или основные области решений;
- понимать, как в действительности принимаются решения;
- понимать способ, с помощью которого области решений связываются коммуникационными каналами, переносящими информационные потоки.

Системный подход к организации можно разделить на следующие этапы:

1. Постановка целей.
2. Определение подсистем или основных областей решений.
3. Анализ областей решений и выявление потребностей в информации.
4. Проектирование коммуникационных каналов для информационных потоков.
5. Группировка областей решений для снижения загруженности коммуникаций [8].

В последние годы предлагаются и другие методы повышения эффективности управления, в частности, метод «золотого сечения» или «золотой пропорции»; метод рефлексивного управления и др., но они пока не нашли широкой поддержки в научных кругах и на практике.

ЛИТЕРАТУРА

- Процессы управления микроэкономическими системами / Под ред. В.Ф.Медведева. — Минск: Право и экономика, 2005. — 259 с.
2. Румянцева З.П., Филинов Н.Б., Шрамченко Т.Б. Общее управление организацией: принципы и процессы: 17-модульная программа для менеджеров «Управление развитием организации». Модуль 3. — М.: «Инфра —М», 1999. — 336 с.
3. Прангишвили И.В. Об эффективности управления сложными социально-экономическими системами [Электронный ресурс]. — 2006. — Режим доступа: <http://www.ebiblioteka.ru/sources/article.jsp>.
4. Борсук Н.В. Технология управления системами закупочной и реализационной деятельности предприятий. - МН.: ИООО "Право и экономика", 2003. - 174с.
5. Бучик И.Н. Система оперативного управления маркетинговой деятельностью предприятий. Под науч. ред. В.Ф. Медведева. - Мн.: ИООО "Право и экономика", - 2005. - 175с.
6. Высоцкий О.А. Теория измерения управляемости хозяйственной деятельностью предприятий

/ Под науч. ред. Р.С. Седегова. - Мн.: ИООО "Право и экономика", 2004.- 396с. 7. Седегов Р.С, Высоцкий О.А. Информационные технологии управления и возможность их использования для стабилизации хозяйственной деятельности предприятия //Мир технологий. Международный научно-практический журнал. №1. 2002. - с. 73-80. 8. О'Шонесси Дж. Принципы организации управления фирмой – Ч.3, С.7-8 [Электронный ресурс]. – 2006. – Режим доступа: <http://eklit.agava.ru/shon010.htm>.

УДК 338

Демидов В.И., Гринцевич Л.В.

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ОРГАНИЗАЦИЙ

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

Научно-технический прогресс и колоссальная концентрация научного и производственного потенциалов, особенно в годы второй мировой войны, привели к реструктуризации мировой экономики. Заметную роль в ней стали играть отрасли, непосредственно удовлетворяющие потребности людей и(или) основанные на прогрессивных технологиях. Производство все в большей мере ориентировалось не на удовлетворение массовых потребностей, а на специализированные запросы и небольшие по емкости рынки. Отсюда – невиданный рост предпринимательских структур, образование большого количества малых и средних предприятий, усложнение системы связей между организациями [5]. Жизнеспособность бизнеса стала определяться его гибкостью, динамичностью и адаптивностью к требованиям внешней среды (рис. 1).

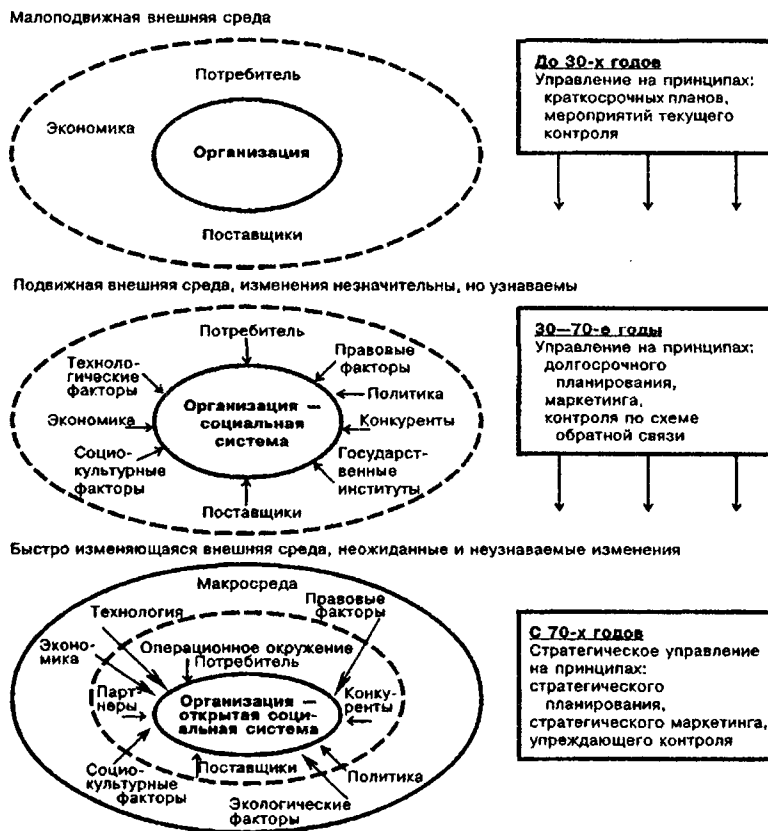


Рис. 1. Эволюция организации и принципов управления [2, с.124]

Новая система взглядов на менеджмент в радикально меняющейся экономической среде сформировалась в 70—80-е годы. Ее охарактеризовали как «тихую» управленческую революцию, так как, несмотря на радикальность предлагаемых изменений, они могут вводиться постепенно, не приводя к немедленной ломке и разрушению сложившихся систем. Правомерность такой оценки отражают данные (таблица 1), позволяющие сравнить систему взглядов на управление в период индустриального развития («старая» парадигма, базирующаяся на трудах Ф. Тейлора, А. Файоля, Э. Мэйо и др.) и при переходе к экономике рыночно-предпринимательской ориентации («новая» парадигма, положения которой разрабатывали Т. Питере, Р. Уотермен, И. Ансофф, П. Дракер и др.) [5]. В центре современных взглядов на менеджмент находится проблема гибкости и адаптивности (приспособления) к постоянным изменениям внешней среды, которые нередко диктуют стратегию и тактику организаций.

Использование в управлении системного подхода облегчает задачу рассмотрения организаций в единстве их составных частей, неразрывно связанных с внешним миром. А это усиливает значение ситуационного подхода к управлению, согласно которому вся организация внутри предприятия есть не что иное, как ответ на различные по своей природе воздействия извне. Важным элементом современной концепции управления является признание социальной ответственности менеджмента как перед обществом в целом, так и перед людьми, работающими в организации [5].

Таблица 1 – Основные положения старой и новой парадигм управления [4, с.15]

Старая парадигма	Новая парадигма
1. Предприятие — это «закрытая» система, цели, задачи и условия деятельности которой достаточно стабильны	1. Предприятие — это «открытая» система, рассматриваемая в единстве факторов внутренней и внешней среды
2. Рост масштабов производства продукции и услуг как главный фактор успеха и конкурентоспособности	2. Ориентация не на объемы выпуска, а на качество продукции и услуг, на удовлетворение потребителей
3. Рациональная организация производства, эффективное использование всех видов ресурсов и повышение производительности труда как главная задача менеджмента	3. Ситуационный подход к управлению, признание важности скорости и адекватности реакций, обеспечивающих адаптацию к условиям существования фирмы, при которых рационализация производства становится второстепенной
4. Главный источник прибавочной стоимости — производственный рабочий и производительность его труда	4. Главный источник прибавочной стоимости — люди, обладающие знаниями, и условия для реализации их потенциала
5. Система управления, построенная на контроле всех видов деятельности, функциональном разделении работ, нормах, стандартах и правилах исполнения	5. Система управления, ориентированная на повышение роли организационной культуры и нововведений, на мотивацию работников и стиль руководства

Если попытаться обобщить основные требования к организации управления, прогнозируемые на основе анализа уже наметившихся тенденций, то можно выделить следующие их разновидности:

- интеграция и перекрещивание функций;
- глобализация;
- распространение информационных технологий;
- ориентация на акционера;
- гибкость и адаптивность;
- ведущая роль клиента;
- ориентация на создание добавленной стоимости и качество работы;
- ускорение выхода продукции;
- возрастание роли инноваций и предпринимательства [3, 4, 5, 6].

Указанные характеристики взаимосвязаны и при соответствующей интеграции могут умножить эффективность фирмы. Они являются средствами достижения успеха, увеличения акционерного капитала.

Возможности для достижения успеха современных предприятий в значительной мере зависят от внешних условий. Это интенсивная и глобальная конкуренция, быстрое технологическое развитие, демографические факторы и др. Чтобы добиться успеха, компании должны точно и оперативно учитывать эти изменения в программах своего развития, так чтобы создать гибкую и мобильную организацию. Это оказывает большое влияние на возможность найма, подготовки и удержания квалифицированных, адаптивных и инновационных кадров для производства высококачественного продукта с большой долей добавленной стоимости. Все перечисленные выше характеристики организаций важны, но их приоритетность различается в зависимости от условий разных стран, отраслей, рынков [4].

Проходящая в настоящее время революция в информационных технологиях — глобальный процесс, создающий повсеместно новые, невиданные ранее возможности для повышения эффективности управления. В современных условиях управляющие могут реально лидировать только в том случае, если они широко используют информационные технологии. Принятие обоснованных решений находится в прямой зависимости от того, какой объем информации поступает и как она используется. Для того чтобы использовать ее результативно, надо научиться накапливать, обобщать и овладевать информацией о внешней среде предприятия. И, разумеется, в будущем необходимо соединить или как минимум сделать совместными две информационные системы — старые учетные системы и новые информационные системы для управления. [4].

Для более четкого понимания основных тенденций развития управления можно выделить две основные фазы его эволюции. Вначале функции управления отделились от собственности. Управление стало профессиональным со своим кругом задач, функций и собственных прав. Вслед за Джорджем Сименсом в Германии Джон П. Морган, Дейл Карнеги и Джон Рокфеллер в США провели реорганизацию предприятий и железных дорог, что способствовало повышению престижа наемного управляющего, вооруженного стратегией, тактикой, методами принятия и реализации решений [4].

Второе изменение фундаментального характера управления произошло спустя 20 лет. Развитие этого направления до последнего времени можно было наблюдать в современных корпорациях, основы которых заложил Пьер Дюпон в начале 1920-х годов и продолжил Альфред Слоун в результате организационной реконструкции «Дженерал моторс» несколькими годами позже. Была внедрена, в частности, административно-командная организация с ее вертикально-соподчиненным характером, прогрессирующей ориентацией на децентрализацию, централизованным обслуживающим аппаратом, профессиональным управленческим персоналом, бюджетным контролем. И что весьма важно, — с разделением функций политики и оперативной деятельности. Эта фаза завершилась реорганизациями крупных компаний, в результате чего была создана модель большого бизнеса, распространившаяся впоследствии во всем мире [4].

В настоящее время организация управления вступает в третью фазу: происходит переход от командно-контрольной организации, разделенной на департаменты и отделения, к «информационно-базирующейся» организации, организации специалистов. Основные направления изменений отдельных элементов современной и будущей моделей управления представлены в таблице 2 [4].

Таблица 2 – Переход от современной модели организации к будущей

Объект изменения	Современная модель	Будущая модель XXI в
Организация	Иерархия	Сет
Ожидания работающих	Удовлетворение насущных нужд	Качественный рост персонала
Ожидания работающих	Удовлетворение насущных нужд	Качественный рост персонала
Руководство	Автократичность	Целевая ориентация
Рабочая сила	Однородная	Принадлежность к разным культурам

Работа	Индивидуальная	Групповая
Рынки	Внутренни	Глобальные
Продолжение таблицы 2		
Выгоды	Стоимость	Время
Ориентация	Прибыль	Потребители
Продолжение таблицы 2		
Ресурсы	Капитал	Информаци
Управление	Совет директоров	Разные комбинации органов управления
Качество	Достижение заданного уровня	Бескомпромиссное достижение возможного уровня

Сегодня можно только предполагать, как будет перестраиваться организация, какими будут ее основные характеристики, черты и требования, что из себя будут представлять ее ценности, структуры и поведение. Новые, нередко революционные изменения в управлении, связанные с использованием информационных технологий, научных знаний, горизонтальных структур, «внутренних рынков» и др., в разных масштабах и модификациях входят в практическую жизнь.

Анализ происходящих процессов и наметившихся тенденций показывает, что на первый план выйдут такие черты организаций, как большая гибкость, приверженность индивидуумам, преимущественное использование команд, высокая внутренняя конкурентоспособность, стремление к диверсификации. Компании, даже совсем небольшие, чтобы достичь успеха должны стремиться функционировать как транснациональные. Их рынок может оставаться местным или региональным, но их конкуренция на этом рынке будет на глобальном уровне. Их стратегия также должна быть глобальной в области технологий и финансов, продукции и рынков, информации и охвата населения. [23].

Развитие организаций по всем указанным направлениям под влиянием изменений в окружающей среде требует изменения внутрипроизводственных систем (рис. 2).



Рис. 2. Современные тенденции развития организаций [36, с.173]

Общемировая тенденция к развитию рыночно-предпринимательской экономики вызвала к концу XX в. волну экономических реформ в ряде стран. Они направлены на создание условий, стимулирующих нововведения и предпринимательство, и носят глобальный характер, затрагивая не только процессы внутри государств, но и межстрановые экономические отношения [5].

Обобщение этого опыта, его всесторонний анализ, выявление возможностей использования новых организационных моделей и методов с учетом конкретных ситуаций и особенностей субъектов хозяйствования становятся ключевой задачей современной науки и практики управления.

ЛИТЕРАТУРА

Бабук И.М., Демидов В.И., Пыко В.Т., Гринцевич Л.В. Экономика предприятия. Учебное пособие для слушателей системы повышения квалификации и подготовки кадров. - Минск: БНТУ, 2002. – 263 с. 2. Борсук Н.В. Технология управления системами закупочной и реализационной деятельности предприятий. - МН.: ИООО "Право и экономика", 2003. - 174с. 3. Годин В.В., Корнеев И.К. Управление информационными ресурсами: 17-модульная программа для менеджеров «Управление развитием организации». Модуль 17. – М.: «Инфра –М», 1999. – 432 с. 4. Мильнер Б.З. Новые требования к построению организаций будущего [Электронный ресурс]. – 2006. – Режим доступа: <http://www.elitarium.ru>. 5. Румянцева З.П., Филинов Н.Б., Шрамченко Т.Б. Общее управление организацией: принципы и процессы: 17-модульная программа для менеджеров «Управление развитием организации». Модуль 3. – М.: «Инфра –М», 1999. – 336 с. 6. Смирнова В.Г., Мильнер Б.З., Латфуллин Г.Р., Антонов В.Г. Организация и ее деловая среда: 17-модульная программа для менеджеров «Управление развитием организации». Модуль 2. – М.: «Инфра –М», 1999. – 240 с.

УДК642.41.002.645

Демидов В.И., Костюкевич Е.Н

СИСТЕМА КОНТРОЛЯ СООТВЕТСТВИЯ КАЧЕСТВА ТОВАРОВ ТРЕБОВАНИЯМ РЫНКА

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

На первый взгляд все просто. Если изделие по своим технико-эксплуатационным характеристикам полностью перестало соответствовать требованиям рынка, то его никто не покупает. Например, пленочный фотоаппарат «Зенит», и об этом все знают и его производство прекращено.

Значительно сложнее установить частичное несоответствие технико-эксплуатационных параметров изделия требованиям рыночных сегментов. Изделие продается, но по значительно низкой цене по сравнению с ценой зарубежных аналогов. Например, масляной электрический радиатор «Каскад-1.25», выпускаемый в течение последних 15 лет без изменений, по своим технико-эксплуатационным параметрам значительно уступает импортным (таблица 1), но в 1,5-2 раза дешевле и поэтому имеет сбыт, хотя его параметры частично не соответствуют требованиям большинства потребителей и они покупают более качественные изделия по дорогой цене.

Таблица 1 – Технико-эксплуатационный параметры масляных электрорадиаторов и их цены

Модель	Каскад-1.25	UFESA RA -3420
Мощность, кВт	1,25	2,0
Масса, кг	20,0	10,0
Наличие терморегулятора	нет	есть
Дизайн	нормальный	отличный
Цена розничная, тыс. руб.	220,0	350,0

Анализируя данные таблицы 1 легко понять, почему материалоемкость отечественных изделий на 1000 долларов США в 3-5 раз выше, чем зарубежных. Кто же конкретно должен следить за частичным несоответствием потребительских характеристик товара требованиям рыночных сегментов, за соответствием уровня качества отечественных товаров с зарубежными аналогами?

Безусловно, подумает читатель, этим должны заниматься предприятия, которые выпускают такие изделия.

В системе контроля соответствия качества товара как совокупности собственных характеристик требованиям рынка (рисунок 1) задействовано 6 подразделений предприятия: отдел маркетинга, конструкторское бюро, отдел технолога, планово-экономическое управление, отдел технического контроля и отдел сбыта.

Качество включает все собственные потребительские характеристики товара, которые на основе изучения предпочтений потребителей спрогнозировали маркетологи и спроектировали конструкторы. Существует мнение, что лучшим контролером составляющей качества является рынок: объемы продаж товара и их динамика. Сокращение объемов продаж свидетельствует о ненадлежащем уровне качества товаров и необходимости скорейшей его корректировки, т.к. он не соответствует требованиям потребителей. В связи с этим на предприятиях должна быть организована оперативная связь между службой сбыта, маркетологами и конструкторами с целью своевременного реагирования на падение спроса и, следовательно, низкий уровень конкурентоспособности производимой продукции. Для этого необходимо отслеживать объемы реализации каждого изделия во временном и пространственном разрезах и анализировать причины выявленной динамики продаж.

Однако при детальном анализе схемы, представленной на рисунке 1 возникает ряд вопросов: могут ли работники сбыта своевременно обнаружить падение объема реализации конкретного изделия при многономенклатурном производстве продукции и ее реализации на множестве рынков, в том числе и зарубежных; определить истинную причину падения спроса и не окажется ли эта информация слишком поздней, так как на приведение в соответствие качества конкретного изделия требованиям рынка необходима его модернизация (если это возможно) или разработка и освоение новой конструкции, что требует значительных затрат времени и может привести к большим экономическим потерям.



Рис. 1. Система контроля соответствия качества как совокупности

Не редки случаи, когда внедрение инноваций на конкретном предприятии сопровождается снижением эффективности их работы. Это связано с тем, что внедрение, например, продуктовых инноваций требует, как правило, значительных инвестиций, связанных с разработкой и внедрением новых или усовершенствованных продуктов (изделий), увеличением себестоимости

сти их производства и риском, что при планируемой повышенной цене их покупать не будут, т.е. они окажутся не конкурентоспособными.

Поэтому большое значение для повышения эффективности инноваций и соответственно эффективности работы предприятий имеет применяемая система управления инновационными процессами, начиная от маркетинговых исследований рынка, технической подготовки производства (конструкторской и технологической) новых изделий, организации их сбыта. Примерная схема управления продуктивными инновационными процессами представлена на рисунке 2.

Одним из острейших вопросов, встающих перед руководством действующих предприятий, чем заменить устаревающую продукцию или как ее модернизировать, чтобы увеличить спрос. Конечно, можно улучшить технико-эксплуатационные показатели, например, сделать морозильное отделение, расположенное внизу электробытового холодильника, с выдвигаемыми ящиками, как у письменного стола (без двери); поставить вентилятор для быстрой заморозки продуктов; внедрить противомикробное напыление внутренних поверхностей; улучшить дизайн за счет установки на верхней панели красиво оформленное табло, показывающее температуру в разных отделениях, время (месяц, число, день недели, час) и тем самым сохранить и даже увеличить спрос на них. Но модернизация многих видов продукции невозможна, так как появились изделия нового поколения, например, жидкокристаллические мониторы и телевизоры значительно превосходящие по качеству старую технику с электронно-лучевыми трубками. Аналогичные изменения произошли с фотоаппаратами и другой техникой (продукцией) ранее используемой фото- и магнитную пленку.

Чтобы перепрофилировать производства и вовремя перейти на выпуск новой (модернизированной) продукции нужно постоянно следить за проведением научных исследований и тенденций изменения рынка в той области, в которой работает предприятие. Но это требует больших затрат, что не могут себе позволить не только мелкие, но и средние предприятия, выпускающие сложную технику.

Раньше научными исследованиями и прогнозированием изменений в той или иной области занимались отраслевые научно-исследовательские институты и специальные проектно-конструкторские организации, а также республиканские институты научно-технической информации и патентных исследований. К сожалению, с приобретением независимости нашей и другими республиками большинства отраслевых научно-исследовательских и проектно-конструкторских организаций не стало. Это явилось одной из причин замедления освоения новых изделий во всех отраслях и во всех республиках, в т.ч. и в нашей. За время перестройки промышленность Белоруссии полностью прекратила производство любительских фотоаппаратов и кинокамер и не смогла освоить выпуск ни сотовых, ни радиотелефонов, пользующихся большим спросом у населения. Слишком поздно сумели организовать производство компьютеров. НПО «Интеграл» в основном только производит их сборку из импортных комплектующих узлов. Аналогичное положение и с производством телевизоров. В результате наша промышленность и, соответственно, республика ежегодно теряет миллиарды рублей, теряет конвертируемую валюту, так как население уже не может жить без мобильной связи, компьютеров и другой техники, которую промышленность республики не производит или производит, но менее качественную по сравнению с зарубежными аналогами, и покупает импортные товары.

Можно ли исправить существующее положение? Конечно. Совсем недавно у нас не хватало сахара и его завозили из других республик, в т.ч. с Кубы. В настоящее время мы продаем сахар за границу. Построили заводы для переработки сахарной свеклы и организовали ее выращивание в необходимых количествах. Сахар и молочные продукты, наряду с калийными удобрениями, тракторами, автомобилями и другой техникой стали дополнительными источниками получения валюты. Но правительство не может вникать в мелкие вопросы, касающиеся эффективности функционирования отдельных предприятий.

Однако в нашей республике был положительный опыт работы и в этом направлении.

В 1976 году в Белорусском научно-исследовательском институте научно-технической информации и технико-экономических исследований Госплана БССР был организован сектор исследования общих технико-экономических проблем и тематического информационного обеспечения руководящих работников республики. Сотрудниками сектора, совместно с отделами промышленности и транспорта был проведен анализ качества важнейших видов продукции, выпускаемой предприятиями Белоруссии (автомобилей, тракторов, двигателей, оборудования, радио и телевизионной аппаратуры, бытовых холодильников и других изделий) по срав-

нению с лучшими зарубежными аналогами. Результаты анализа с предложениями по повышению уровня качества конкретных изделий были опубликованы в 10-ти частях в 1976 г. [2] и затем эти работы периодически повторялись [3]. Они рассматривались на всех уровнях управления совместно с руководством предприятий и разрабатывались соответствующие мероприятия.

Вероятно, принятые меры обеспечили нашей республике лидирующее положение по качеству продукции среди всех республик бывшего Союза.

В настоящее время, с появлением новых информационных технологий, эта задача значительно упрощается. Однако, для предприятий нужна информация не только о технико-эксплуатационных параметрах выпускаемой продукции, но и о тенденциях их изменения; о ценах на нее в различных сегментах мирового рынка. Нужна также информация о структуре необходимого оборудования, трудоемкости, материалоемкости, энергоемкости, фондоемкости, производства конкретных изделий.

Такую информацию (не всегда достаточно полную) могло бы собирать, хранить, анализировать, обобщать, разрабатывать конкретные предложения по улучшению качества продукции, освоения новых изделий, организации новых производств специальное подразделение, которое целесообразно создать при Совете Министров и укомплектовать квалифицированными инженерами технических специальностей с дополнительным экономическим образованием. Почему при Совете Министров, а не при Министерстве промышленности? Для того, чтобы иметь объективную информацию не только о качестве продукции, но и использовании производственных ресурсов.

Имея данные о структуре парка оборудования, производственных мощностях и их использовании это подразделение могло бы давать рекомендации руководителям предприятий какую продукцию им следовало бы дополнительно освоить для повышения загрузки производственных мощностей и улучшения технико-экономических показателей работы предприятий.

На многих машиностроительных предприятиях недостаточно полно используется пресловутое, сварочное, гибочное оборудование, гильотинные ножницы и др. Такое оборудование могло бы использоваться для производства, например, титанов (металлическая круглая печь с баком для нагрева воды диаметром около 300 - 400 мм и высотой приблизительно 1500-2000 мм), используемых на дачах в ванных комнатах, где нет централизованного водоснабжения горячей водой. До перестройки они продавались в хозяйственных магазинах по цене 50-55 рублей за штуку; в начале нашего века – только на строительных рынках и только российского и болгарского производства, стоимостью до 1,5 млн. руб.. В настоящее время их вообще нет в продаже, и спрос не удовлетворяется.

Большой популярностью у покупателей имеют чугунные печи-камины стоимостью от 3 до 10 млн. рублей, которые завозятся в нашу страну из Ирландии, Франции, Чехии, а Могилевский завод «Центролит» и литейные цехи большинства машиностроительных предприятий не полностью используют свои производственные мощности, что снижает экономические показатели их работы.

При экономическом обосновании решения о технической подготовке производства нового изделия необходимо прежде всего спрогнозировать его максимальную и минимальную отпускную цену предприятия-изготовителя. Для определения максимальной цены необходимо спрогнозировать розничную цену в зависимости от технико-эксплуатационных параметров, заложенных в техническое задание (уровня качества по сравнению с уже имеющимся на рынке аналогом), а затем, если продажу изделия планируется организовать через посредников, необходимо от розничной цены отнять торговую наценку и оптовую надбавку.

Минимальная отпускная цена зависит от полной себестоимости изделия, планируемой прибыли, налогов на прибыль и добавленную стоимость, а также отчислений в различные фонды. Положительная разность между расчетными значениями максимальной и минимальной ценами является резервом регулирования конкурентоспособности продукции и соответственно объемов ее сбыта.

Рыночные цены, например, на универсальные тракторы, в основном зависят от мощности двигателя, массы трактора, вида трансмиссии, количества и диапазона скоростей переднего и заднего хода, максимальной нагрузки на переднюю и заднюю оси и других технико-эксплуатационных параметров, а также престижности фирмы, наличия системы послепродажного обслуживания и прочих внетоварных факторов.

Самое сложное, на первый взгляд, установить влияние на рыночную цену «престижности фирм» и «наличие системы послепродажного обслуживания». Но если проанализировать установившиеся цены на тракторы с одинаковыми (почти одинаковыми) технико-эксплуатационными параметрами различных фирм, то сразу видно это влияние

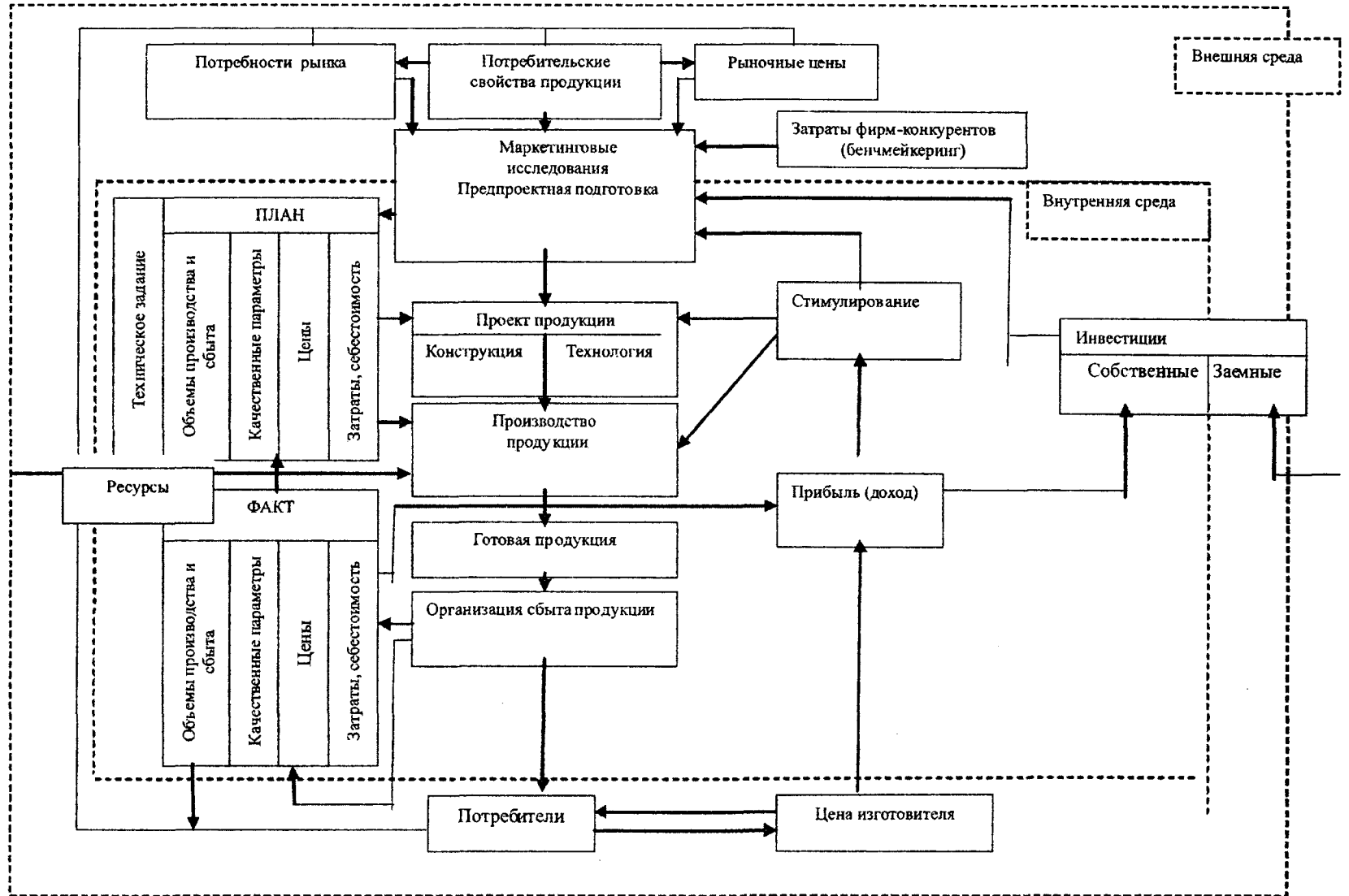


Рис. 2. Схема управления продуктовыми инновационными процессами на предприятии

Универсальные тракторы ведущих зарубежных фирм с одинаковыми (почти одинаковыми) технико-эксплуатационными параметрами по сравнению с тракторами «Беларусь» продаются на рынках Германии по цене на 25-30% выше. Может кроме этого какие-то другие факторы влияют на предпочтение покупателей? На этот вопрос могут ответить только высококвалифицированные инженеры-конструкторы совместно с эксплуатационниками данной техники, но не маркетинго-экономисты. Поэтому специальное подразделение при Совете Министров предложено укомплектовать техническими специалистами с дополнительным экономическим образованием. Таких специалистов уже свыше 10 лет выпускает институт переподготовки кадров при БНТУ.

ЛИТЕРАТУРА

Национальная инновационная система Республики Беларусь. – Минск: ГУ «БелИСА», 2007. – 102 с. 2. Демидов, В.И., Хованская, Р.С. Анализ технико-экономического уровня и качества важнейших видов продукции БССР. Ч. II. Тракторы, двигатели дизельные, станки металлорежущие. – Минск: БелНИИНТИ, 1976. – 4,0 п.л. (Для служебного пользования). 3. Доклад о техническом уровне и качестве важнейших видов продукции, выпускаемой в Белорусской ССР (1981-1985 гг.). Тема 1.АО.15 (Для служебного пользования). – Минск: БелНИИНТИ, 1986. – 202 с. 4. Коган, А.А. Совершенствование маркетинговых исследований на предприятии как основа повышения уровня качества товаров народного потребления / А.А.Коган // Наука – образованию, производству, экономике: материалы 4-й междунар. науч.-технич. конф., Минск, 1-3 февраля 2006 г. / Белорус.нац.тех.ун-т; под ред. А.М. Темичева [и др.]. – Минск, 2006. – С.69-73. 5. Шваб, Дж.Л. Системы группового стимулирования / Дж.Л.Шваб // Практика менеджмента [Электронный ресурс]. – 2006. – Режим доступа: <http://www.socioego.ru> – Дата доступа: 04.09.2006.

УДК 338.5

Демидов В.И., Передня О.В.

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДОВ ЦЕНООБРАЗОВАНИЯ НА СРЕДСТВА ТРУДА

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

Под методами ценообразования понимается сформировавшаяся система различных способов установления цен. В общем виде их можно представить как затратные, нормативно-параметрические, договорно-контрактные, рыночные и административные методы ценообразования.

Затратные методы ценообразования. В основе этих методов находится ориентация на затраты по производству и реализации продукции, т.е. такой способ установления цен который предусматривает учет, совокупных затрат на выпуск товара. В данном случае на основе калькулирования себестоимости (издержек) продукции определяется ее необходимый уровень, который с учетом расчетной величины прибыли формирует отпускную цену предприятия-производителя.

Направления применения затратного метода ценообразования: при установлении цен на принципиально новую продукцию (товары) в условиях отсутствия товаров-аналогов; при определении нижней границы цен на продукцию, производимую по разовым заказам и в условиях индивидуального производства (строительные объекты, проектные работы, опытные образцы и др.); при установлении цен на продукцию и услуги, на которые спрос ограничен платежеспособностью населения (продукция первой необходимости, ремонтные услуги и др.); при определении цен на продукцию, производимую и реализуемую организациями-монополистами и субъектами естественных монополий; во внутрипроизводственном ценообразовании.

Среди затратных методов ценообразования можно выделить такие:

1.Средние издержки плюс. Является одним из наиболее простых и наиболее распространенных методов ценообразования. Этот метод предполагает расчет цены продажи путем прибавления к рассчитанной себестоимости единицы продукции, фиксированной величины прибыли и косвенных налогов. В данном случае процесс формирования цены можно выразить следующей формулой:

$$Ц = C + П + Н, [1] \quad (1)$$

где Ц – цена единицы товара, руб;

С – себестоимость (издержки) единицы товара, руб;

П – прибыль товаропроизводителя, руб;

Н – косвенные налоги и отчисления в цене товара, руб.

Метод «средние издержки плюс» имеет свои достоинства и недостатки. К достоинствам данного метода можно отнести следующее: во-первых, товаропроизводитель заранее пытается сформировать необходимую ему величину прибыли, определяемую как разницу между ценой и издержками производства; во-вторых, прошлые, настоящие и будущие издержки гораздо проще анализировать и прогнозировать, чем спрос на продукцию, поэтому, взяв за основу цены затраты на ее производство, товаропроизводитель тем самым значительно упрощает процесс ценообразования; в-третьих, ценообразование на основе издержек носит устоявшийся характер, поддается регулированию, поэтому к формированию цен по данному методу можно привлечь руководителей низшего звена; в-четвертых, широкое применение ценообразовательных цен, а при научно обоснованном прогнозировании роста издержек изменение цен становится предсказуемым.

Недостатки метода: затратами на производство продукции можно манипулировать, а это позволяет, как завышать, так и скрывать свои издержки; ценообразование на основе издержек может привести к отрицательным последствиям для товаропроизводителя, поскольку при формировании уровня на основе настоящих издержек их величина и структура могут существенно измениться в будущем; игнорируется состояние текущего потребительского спроса и наличие конкуренции.

2.Метод минимальных затрат. Предполагает формирование цены на таком минимальном уровне, который позволит покрыть издержки производства конкретного товара. При этом в определенной мере игнорируются совокупные (постоянные и переменные) затраты на производство и сбыт продукции, а предельные издержки обычно определяются на уровне, позволяющем окупить только сумму минимальных затрат. Данный метод установления цены продажи эффективен на стадии насыщения рынка производимым товаром. Именно в этот период нет роста объема продаж, и компания-товаропроизводитель ставит своей целью удержать устоявшийся объем реализации продукции.

Использование метода минимальных затрат целесообразно также на стадии внедрения нового товара на рынок. Это связано с тем, что в данном случае может быть значительное увеличение объема продаж определенного товара в результате его предложения на рынке по минимальной цене. Продажа товара по низкой цене может не только способствовать активному расширению рынка сбыта, но и позволит получить необходимую прибыль за счет роста масштабов реализации.

3.Метод целевого ценообразования (формирование цены на основе анализа безубыточности и обеспечения целевой прибыли) основано на расчете себестоимости (издержек) на единицу продукцию с учетом объема продаж, обеспечивающего получение намеченной (целевой) прибыли. В данном случае основная задача при формировании цены состоит в получении целевой прибыли, т.е. компания-товаропроизводитель стремится установить цену, которая обеспечит ей требуемый объем прибыли. Если издержки изменяются вследствие уменьшения или увеличения загрузки производственных мощностей и объема продаж, то проводится анализ показателей степени загрузки производственных мощностей с учетом влияния конъюнктуры и других факторов. После этого определяется цена продажи единицы продукции, которая в новых условиях ее реализации обеспечит получение целевой прибыли.

Достоинства этого метода: он основан на взвешенном, продуманном подходе к оценке

издержек при различных программах выпуска продукции; обосновывается целевой размер прибыли, необходимый для обеспечения условий расширенного воспроизводства компании.

Недостатки: использование для обоснования размера целевой прибыли объемов продаж, которые, в свою очередь, зависят от цены единицы товара; отсутствие фактических данных о реальной взаимосвязи между ценой и спросом, в результате чего прогнозируемая цена может оказаться как слишком высокой, так и слишком низкой.

4. Агрегатный метод. Представляет собой суммирование цен отдельных конструктивных элементов или изделий, которые входят в состав конечного изделия (набора). При этом к сумме цен отдельных изделий (агрегатов) добавляется цена затрат на их сборку или компоновку для получения продукции, имеющей окончательный товарный вид. Поэтому агрегатный метод ценообразования применяется к продукции, состоящей из сочетаний отдельных элементов или собранной из унифицированных элементов, узлов или деталей.

5. Метод структурной аналогии. Основан на установлении цены нового изделия в соответствии со структурой цены аналогичного товара. Для этого используют фактические или статистические данные о доле основных видов затрат в цене (себестоимости) аналогичного изделия. При наличии возможности более или менее точного определения одного из основных элементов затрат по новому изделию использовать известную структуру аналогичного изделия. Ориентировочную цену можно рассчитать по следующей формуле:

$$Ц_n(С_n) = \frac{З_n}{Д_c} \cdot 100\%, [1] \quad (2)$$

где $Ц_n(С_n)$ – цена (себестоимость) нового изделия, руб;

$З_n$ – абсолютное значение основного вида затрат при производстве нового изделия, руб;

$Д_c$ – доля основного вида затрат в цене (себестоимости) старого изделия, %.

К достоинствам можно отнести: товаропроизводители всегда обладают более подробной информацией о своих издержках, чем о потребительском спросе, т.е. они достаточно просты для них; при ориентации на данные методы для большинства товаропроизводителей ценовая конкуренция может быть сведена к минимуму вследствие относительного подобия цен.

Недостатками затратных методов ценообразования является: данные методы не учитывают конъюктуру рынка; при формировании цен данными методами не учитываются потребительские свойства как нового товара, так и взаимозаменяемого.

На основании учета достоинств и недостатков затратных методов ценообразования можно определить границы их применения: при определении первоначальной цены на принципиально новую продукцию, когда отсутствует возможность ее сопоставления с ранее выпускаемой (аналогичной); при формировании цен на опытные образцы изделий и продукцию, изготавливаемую по разовым заказам; при установлении цен в отраслях, где подавляющее большинство компаний и фирм используют аналогичные методы ценообразования; при формировании цен на продукцию, спрос на которую постоянно превышает предложение.

Нормативно-параметрические методы ценообразования основаны на сопоставлении потребительских свойств продукции, выпускаемой компанией, с аналогичными изделиями фирм-конкурентов и различными взаимозаменяемыми (аналогичными) товарами компании. Поэтому нормативно-параметрические методы ценообразования применяются тогда, когда основные потребительские свойства аналогичной (взаимозаменяемой) продукции поддаются четкому и однозначному количественному измерению. Такая продукция может быть описана параметрическим рядом (ряд однотипных изделий разных марок в зависимости от показателя основного параметра, хотя применительно к продукции одного ряда основных параметров может быть несколько). В данном случае цена на каждое новое изделие параметрического ряда рассчитывается путем корректировки цены базового изделия этого ряда на показатель изменения параметров. Если цена нового изделия рассчитывается лишь с учетом изменения параметров, то данный метод называется параметрическим и может быть выражен следующей формулой:

$$Ц_n = Ц_б \cdot П_n \cdot К, [1] \quad (3)$$

где C_n – цена нового изделия, руб;

C_b – цена базового изделия, руб.;

P_n – параметры нового изделия;

K – коэффициент корректировки параметров нового изделия, показывающий их количественное изменение по сравнению с параметрами базового изделия.

Если же цена нового изделия рассчитывается с учетом показателей нормативных затрат на единицу основного параметра или нескольких параметров, то такой метод называется нормативно-параметрическим и выражается следующей формулой:

$$C_n = C_b + H \cdot P_n \cdot K, [1] \quad (4)$$

где H – нормативные затраты на единицу параметра (основного или нескольких основных).

Формулы 3 и 4 могут дополняться величинами скидок и надбавок за изменение вспомогательных параметров. Нормативно-параметрические методы ценообразования способствуют более полной увязке цен и качества изделий, что повышает их конкурентоспособность. Данные методы ценообразования способствуют также прогнозированию тенденций изменения спроса на товары и формированию рациональной структуры потребления. При этом выделяют методы удельных показателей (удельной цены), учета полезного эффекта, корреляционно-регрессивного анализа, балловой оценки параметров и экспертной оценки потребительской ценности товара и его цены.

1. Метод удельных показателей. Определение исходной цены на соответствующую новую продукцию с использованием метода удельных показателей осуществляется путем произведения цены товара-аналога на отношение абсолютных значений одного или нескольких технико-экономических параметров новой продукции и товара-аналога соответственно.

Уровень исходной цены с выделением одного основного технико-экономического параметра рассчитывается по следующей формуле:

$$C_u(C_a) = C_a \cdot \frac{ТП_n}{ТПа}, [2], \quad (5)$$

где $C_u(C_a)$ – исходная цена соответствующей новой продукции (цена товара-аналога), руб;

$ТП_n(ТП_a)$ – абсолютное значение основного технико-экономического параметра соответствующей продукции (товара-аналога), в натуральных единицах измерения.

Уровень исходной цены на соответствующую новую продукцию с выделением нескольких технико-экономических параметров, разных по значимости для потребителей, определяется по следующей формуле:

$$C_u = C_a \cdot \sum_{i=1}^n \frac{ТП_{ni}}{ТП_{ai}} \cdot K_i, [2] \quad (6)$$

где $ТП_{ni}(ТП_{ai})$ – абсолютное значение технико-экономических параметров соответствующей продукции (товара-аналога), в натуральных единицах измерения;

n – количество оцениваемых основных технико-экономических параметров, ед.;

K_i – коэффициент весомости технико-экономических параметров (их значимости для потребителей), в долях единицы.

Направления применения метода удельных показателей: при определении исходного уровня цен на сложную техническую продукцию, технико-экономические параметры которой поддаются количественному измерению.

2. Метод учета полезного эффекта. Основан на взаимосвязи цены на новое и ранее выпускавшееся (базовое) изделие посредством показателя полезного эффекта. В данном случае применяется тот полезный эффект, который может получить потребитель при использовании нового изделия взамен старого. Цена в общем виде рассчитывается:

$$C_n = C_b + Э_n \cdot K_p, [1]; \quad (7)$$

где Эп – полезный эффект от применения нового изделия;

Кр – коэффициент распределения полезного эффекта между производителем и потребителем нового изделия.

Данный метод является наиболее приемлемым в том случае, когда продукция удовлетворяет одинаковые потребности, но ее нельзя выстроить в параметрический ряд, так как она различается по ряду технико-экономических параметров. Но поскольку эта продукция может удовлетворять одинаковые потребности, то цены на нее могут формироваться друг от друга.

3. Балловый метод. Установление исходной цены на соответствующую новую продукцию с использованием баллового метода осуществляется путем произведения цены товара-аналога на отношение экспертной интегральной балловой оценки (с учетом предпочтений потребителей) потребительских свойств новой продукции товара-аналога соответственно.

Уровень исходной цены на соответствующую продукцию рассчитывается по следующей формуле:

$$Ци = Ца \cdot \frac{\sum_{i=1}^n ПСни \cdot Ki}{\sum_{i=1}^n ПСаи \cdot Ki}, [2] \quad (8)$$

где п – количество оцениваемых потребительских свойств продукции, ед.;

ПСни(ПСаи) – экспертная оценка потребительских свойств соответствующей продукции (товара-аналога), балл;

Ki – коэффициент весомости (значимости для потребителей) потребительских свойств продукции, в долях единицы.

Направление применения баллового метода: при определении исходного уровня цен на сложную по составу продукцию, выпускаемую, в основном, в пищевой, парфюмерной и легкой промышленности, потребительские свойства которой не поддаются количественному измерению и не имеют определенных показателей качества (удобство изделия, его эстетические и вкусовые свойства, экологичность, дизайн, соответствия направления моды и т.п.)

4. Метод экспертной оценки потребительской ценности товара. Основан на анализе результатов спроса или коллективного суждения экспертов о возможной рыночной цене товара, размере спроса на него и выработке предложений по цене товара. Существует довольно много методов экспертной оценки, которые получили интенсивное развитие главным образом в связи с прогнозированием экономических и общественных процессов и явлений. При этом методы экспертной оценки, как правило, требуют внимательной подготовки и продуманной организации работы с экспертами, а именно: четкой постановки цели и задач экспертной оценки, разработки карты экспертных выводов и оценок или анкеты с вопросами; подбора экспертов, достаточно компетентных в области объектов экспертной работы и независимых в своих выводах; коллективного, группового обсуждения или, наоборот, исключения непосредственного общения между экспертами; возможной поэтапности работы экспертов (на последующих этапах участники экспертизы информируются о результатах и выводах предыдущего; выбора наиболее подходящего методов, обработки выводов в результате экспертной работы).

Таким образом, нормативно-параметрические методы не являются новыми для специалистов в области ценообразования. В условиях централизованной экономики данные методы широко используются как для разработки прейскурантов, так и для обоснования цен на новые виды продукции. Между тем рыночное ценообразование вносит в практику применения нормативно-параметрических методов принципиально новые моменты, так как: используются рыночные цены и потребительские параметры (в плановой экономике главным образом учитывались производственные характеристики, прежде всего себестоимость изделия); применяются данные методы непосредственно на предприятии; они являются важным инструментом оценки позиции предприятия и его продукции на рынке в сопоставлении с конкурентами (оценка конкурентоспособности товарной продукции предприятия).

Договорно-контрактные методы ценообразования находят наибольшее применение при оптовых продажах и во внешнеэкономической деятельности. Обычно в контракте договаривающиеся стороны оговаривают допустимый минимум отклонения рыночной цены, составляющей нередко 2-5% относительно цены, принятой в контракте. При подписании контракта стороны устанавливают

базисную цену и включают поправку о ее структуре. Также особо оговариваются расходы на сырье и материалы, расходы на заработную плату, амортизационные отчисления, накладные расходы, прибыль, представляющие собой доленое распределение составляющих цены в процентах. При оформлении контракта и определении уровня контрактных цен договаривающиеся стороны должны ориентироваться на сложившиеся рыночные, публикуемые и расчетные цены.

Публикуемые – сообщаются в специальных и фирменных источниках информации и, как правило, отражают уровень мировых цен крупнейших поставщиков готовой продукции и товаров.

Расчетные – представляют собой базу для формирования цен фактической сделки в условиях рыночной экономики. При этом расчетная цена может совпадать с ценой фактической сделки или быть выше ее, если продавец является монополистом и проводит политику своего исключительного положения на рынке. Если же он придерживается умеренной ценовой политики, то цена фактической сделки, как и цена предложения, может быть ниже расчетной. При работе продавца в условиях конкурентного рынка расхождения между расчетной и ценой фактической реализации могут быть весьма значительными.

Рыночные методы ценообразования основаны на свободном установлении цены, ориентированной на учет соотношения спроса и предложения товара и уровня конкуренции на рынке. В данном случае основополагающим фактором формирования величины цены являются требования покупателей, связанные с их возможностью приобрести тот или иной товар. В то же время рыночные отношения предполагают наличие гарантий получения прибыли товаропроизводителем. Поэтому последний должен учитывать при формировании цены также затраты (издержки производства), чтобы продукция была конкурентоспособной на рынке.

Существуют различные подходы к определению рыночных методов ценообразования. Наиболее распространенными являются :

1.Метод осязаемой ценности товара потребителем. Этот метод характеризуется тем, что цена прежде всего учитывает спрос, т.е. сколько покупатель готов заплатить за предлагаемый товар. Высокая цена устанавливается тогда, когда спрос относительно велик, низкая – при его снижении. Основным фактором ценообразования считаются не издержки товаропроизводителя, а восприятие покупателем изделия. Для формирования в сознании потребителей представления о ценности товара компания использует в своей маркетинговой политике специальные приемы воздействия. Цена в этом случае должна соответствовать осязаемой ценности или значимости товара.

2.Метод учета сложившихся цен на данном рынке. Этот метод базируется на том, что учитываются тенденции ценообразования на конкретном рыночном пространстве. В данном случае каждый продавец устанавливает свою цену на основе сложившегося уровня цен, чтобы не нарушить ценовое равновесие конкретного рынка. Определение цены таким методом приводит к тому, что каждая фирма устанавливает ее самостоятельно на одинаковом уровне в каждой ценовой зоне.

3.Метод следования за ценами фирмы-лидера на рынке. Этот метод базируется на том, что товаропроизводители корректируют свои цены на основе уровня цен фирмы-лидера, обладающей наибольшей рыночной долей. Это обусловлено тем, что фирма, занимающая лидирующее положение на рынке, обладает самой высокой степенью доверия со стороны покупателей, широкими возможностями и выгодами и способна свободно формировать цены с учетом складывающейся конкуренции.

4.Метод престижных цен. Определение цены на основе этого метода обусловлено наличием предметов роскоши, обладающих, как правило, высоким качеством. В рамках престижного ценообразования вполне обоснованным является установление цен на продаваемые товары на более высоком уровне в сравнении с товарами конкурирующих фирм посредством использования престижа товарной марки и высокого имиджа фирмы.

5.Другие методы.

Однако все вышеперечисленные методы ценообразования имеют недостатки, так как все они не в полной мере учитывают значительное количество факторов, таких как дизайн, удобство, сервис обслуживания и т.д.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тарасов В.И.Ценообразование: Учебное пособие. – Мн.: Книжный Дом, 2005. – 256 с.
2. Полещук И.И., Терешева В.В. Ценообразование: Учебное пособие. - Мн., 2001.

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРОДУКЦИИ И ИХ ЭФФЕКТИВНОСТЬ

Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

В случае успешного завершения технической подготовки производства новых изделий происходит их изготовление и внедрение у потребителя. В дальнейшем цель предприятия состоит в сбыте нового изделия по таким ценам и в таком количестве, чтобы получить максимально возможную прибыль, не забывая при этом о его конкурентоспособности. Одним из способов достижения этой цели является управление конкурентоспособностью продукции посредством цены.

Чтобы убедиться, что выпуск новой продукции экономически выгоден как производителю, так и потребителю, необходимо рассчитать дополнительный экономический эффект и прибыль предприятия-изготовителя от реализации новых изделий, а также дополнительный экономический эффект потребителя от их использования по следующим формулам:

$$\begin{aligned}\mathcal{E}_{2\text{доп.изг.}} &= (C_2^{\text{омн}} - C_{2\text{НП}}^{\text{омн}}) \cdot N_2; \\ \Pi_2 &= (C_2^{\text{омн}} - H_{2\text{косв}} - C_2) \cdot N_2; \\ \mathcal{E}_{2\text{доп.потр}} &= (C_{2\text{ВП}} - C_2^{\text{омн}}) \cdot M_2,\end{aligned}$$

где $\mathcal{E}_{2\text{доп.изг.}}$ – дополнительный экономический эффект предприятия-изготовителя от реализации новых изделий, руб.;

Π_2 – прибыль предприятия-изготовителя от реализации новых изделий, руб.;

$\mathcal{E}_{2\text{доп.потр}}$ – дополнительный экономический эффект потребителя от использования новых изделий, руб.;

$H_{2\text{косв}}$ – сумма косвенных налогов и отчислений в цене нового изделия, руб.;

$C_2^{\text{омн}}$ – отпускная цена нового изделия, руб.;

$C_{2\text{НП}}^{\text{омн}}$ – нижний предел отпускной цены нового изделия, рассчитанный затратным методом, руб.;

$C_{2\text{ВП}}$ – верхний предел отпускной цены нового изделия, руб.;

C_2 – себестоимость нового изделия, руб.;

N_2 – количество новых изделий, проданных предприятием-изготовителем, шт.;

M_2 – количество новых изделий, купленных потребителем, шт.

С учетом действующей в 2010г. в Республике Беларусь системы налогообложения прибыль предприятия-изготовителя от реализации нового изделия можно определить по формуле:

$$\Pi_2 = \left(\frac{C_2^{\text{омн}}}{1 + h_{\text{НДС}}} - C_2 \right) \cdot N_2,$$

где $h_{\text{НДС}}$ – ставка НДС в десятичном виде.

Если $\mathcal{E}_{2\text{доп.изг.}} > 0$, а фактическая прибыль предприятия от производства и реализации нового изделия больше планируемой, то это свидетельствует об успешной деятельности по

разработке, производству и реализации новой продукции всего предприятия в целом. Если при этом $\mathcal{E}_{2\text{доп.помп}} > 0$, то использование (потребление) нового изделия выгодно и для потребителя.

Рассмотрим пример, где в качестве объекта исследования выступают комплектующие изделия и рассчитаем дополнительный экономический эффект.

Фирма производит шины и поставляет их производителю велосипедов цене 10 ден.ед. за комплект, а он использует их при сборке велосипедов и продает последние по цене 100 ден.ед.

В настоящее время фирма освоила производство новых сверхпрочных бескамерных шин. Комплектуя ими велосипед, завод-покупатель, не внося никаких изменений в конструкцию велосипеда, может рекламировать их как машины, приспособленные для особо сложных дорожных условий и продавать их по цене 110 ден.ед.

Требуется определить: конкурентоспособность новых шин по сравнению с шинами старого образца, если фирма-изготовитель шин предполагает их продавать по цене 15 ден.ед. за комплект, а производитель велосипедов планирует иметь рентабельность изделий с новыми шинами не ниже 30% от себестоимости; реальную и потенциальную конкурентоспособность производства новых шин с точки зрения фирмы-изготовителя, если себестоимость одного комплекта новых шин составляет 8 ден.ед., а их минимальная рентабельность должна быть не ниже 40% от себестоимости; годовой дополнительный экономический эффект и фактическую прибыль фирмы-изготовителя от реализации 5000 комплектов новых шин; годовой дополнительный экономический эффект предприятия-потребителя при покупке и использовании в плановом году 4500 комплектов новых шин. Технологические издержки фирмы-потребителя на сборочной стадии производственного процесса при использовании новых комплектующих изделий останутся на прежнем уровне.

Верхний предел цены новых шин $C_{2ВП}$ в сравнении с базовыми определим по формуле:

$$C_{2ВП} = C_1 + \frac{(C_H^{ВП} - C_B)}{1 + r_H},$$

где C_1 – цена шин старого образца, руб.;

$C_H^{ВП}$ – верхний предел цены велосипеда с новыми шинами, руб.;

C_B – цена велосипеда со старыми шинами, руб.;

r_H – планируемая рентабельность велосипеда с новыми шинами для производителя велосипедов в десятичном виде.

$$C_{2ВП} = 10 + \frac{(110 - 100)}{1 + 0,3} = 17,692 \text{ ден.ед.}$$

Конкурентоспособность новых шин по сравнению с базовыми определим по формуле:

$$K_{КСП2,1}^{пр-ции} = \frac{17,692}{15} = 1,179$$

Нижний предел цены новых шин ($C_{2НП}$) определим по формуле:

$$C_{2НП}^{омн} = C_2 \cdot (1 + r_2) \cdot (1 + h_{НДС}),$$

где r_2 – минимальная рентабельность новых шин с точки зрения предприятия-изготовителя в десятичном виде.

$$C_{2НП} = 8 \cdot (1 + 0,4) \cdot (1 + 0,18) = 13,44 \text{ ден.ед.}$$

Реальную конкурентоспособность производства новых шин с точки зрения фирмы-изготовителя определим по формуле:

$$K_{КСП,реал}^{пр-ва} = \frac{Ц_2^{отп}}{Ц_{2НП}^{отп}}$$

$$K_{КСП,реал}^{пр-ва} = \frac{15}{13,44} = 1,116$$

Потенциальную конкурентоспособность производства новых шин с точки зрения фирмы-изготовителя определим по формуле:

$$K_{КСП,пот}^{пр-ва} = \frac{Ц_{2ВП}^{отп}}{Ц_{2НП}^{отп}}$$

$$K_{КСП,пот}^{пр-ва} = \frac{17,692}{13,44} = 1,316$$

Дополнительный экономический эффект и прибыль фирмы-изготовителя от реализации 5000 комплектов новых шин составит:

$$\mathcal{E}_{2доп.изг.} = (15 - 13,44) \cdot 5000 = 7800 \text{ ден.ед.}$$

$$\Pi_2 = \left(\frac{15}{1 + 0,2} - 8 \right) \cdot 5000 = 22500 \text{ ден.ед.}$$

Дополнительный экономический эффект предприятия-потребителя при покупке и использовании в плановом году 4500 комплектов новых шин определим следующим образом:

$$\mathcal{E}_{2доп.потр} = (17,692 - 15) \cdot 4500 = 12114 \text{ ден.ед.}$$

Таким образом, поскольку $K_{КСП2,1}^{пр-ва} = 1,179 > 1$ и $K_{КСП,реал}^{пр-ва} = 1,116 > 1$, то новые шины можно считать конкурентоспособными. При этом при реализации 5000 комплектов новых шин фирма-изготовитель получит дополнительный экономический эффект в размере 7800 ден.ед., а прибыль составит 22500 ден.ед. При покупке и использовании в плановом году 4500 комплектов новых шин предприятием-изготовителем его дополнительный экономический эффект будет равен 12114 ден.ед.

Следует отметить, что если на стадии разработки и производства нового изделия главной целью предприятия должна являться повышение потенциальной конкурентоспособности производства продукции, то при реализации товара такой целью является получение максимально возможной прибыли. Поэтому при управлении конкурентоспособностью продукции посредством цены необходимо учитывать влияние изменения цен на прибыль предприятия.

Рассмотрим конкретные элементы системы поощрения за повышение конкурентоспособности в ходе создания машиностроительных изделий на рис. 1.



Рис. 1. Структура системы премирования

1. По сроку действия предлагаемая система премирования охватывает период времени с момента утверждения технического задания на разработку до окончания первого года серийного производства нового изделия, то есть период технической подготовки производства и один год серийного производства.

2. Премируются работники предприятия непосредственно участвующие в создании нового изделия.

3. Условием премирования является получение дополнительного экономического эффекта от повышения конкурентоспособности за счет повышения качества и снижения себестоимости нового изделия по сравнению с плановыми показателями. При этом связь дополнительного экономического эффекта от повышения конкурентоспособности $\mathcal{E}_\delta^{ксп}$ с дополнительными экономическими эффектами от повышения качества $\mathcal{E}_\delta^{кач}$ и снижения себестоимости $\mathcal{E}_\delta^{с/с}$ нового изделия определяется по следующим формулам:

$$\begin{aligned}\mathcal{E}_\delta^{ксп} &= \mathcal{E}_\delta^{кач} + \mathcal{E}_\delta^{с/с}; \\ \mathcal{E}_\delta^{кач} &= (C_{2ВП}^\phi - C_{2ВП}^{пл}) \cdot N_2; \\ \mathcal{E}_\delta^{с/с} &= \left(\frac{C_{2Л}}{K_p} - C_{2\phi} \right) \cdot N_2,\end{aligned}$$

где $\mathcal{E}_\delta^{ксп}$, $\mathcal{E}_\delta^{кач}$, $\mathcal{E}_\delta^{с/с}$ – дополнительный экономический эффект соответственно от повышения конкурентоспособности, повышения качества, снижения себестоимости нового изделия, млн.руб.;

$C_{2ВП}^\phi$, $C_{2ВП}^{пл}$ – соответственно фактический и планируемый верхние пределы цен нового изделия, млн. руб.;

$C_{2Л}$, $C_{2\phi}$ – соответственно лимитная и фактическая себестоимость нового изделия, млн. руб.;

N_2 – программа выпуска нового изделия, шт.

При этом необходимыми условиями премирования являются $\mathcal{E}_\delta^{кач} > \mathcal{E}_\delta^{с/с} > 0$ и как следствие $\mathcal{E}_\delta^{ксп} > 0$.

4. В качестве показателя премирования целесообразно использовать величину дополнительного экономического эффекта от повышения конкурентоспособности за счет

повышения качества и снижения себестоимости нового изделия по сравнению с плановыми показателями $\mathcal{E}_0^{ксп}$.

5. Расчет размера премии (Π) осуществляется по формуле:

$$\Pi = \mathcal{E}_0^{ксп} \cdot k_{пр},$$

где $k_{пр}$ – процент премирования.

Процент премирования – это процент премиальных отчислений от дополнительного экономического эффекта нового изделия $\mathcal{E}_0^{ксп}$, который предлагается устанавливать в диапазоне от 10% до 50%.

6. Источник выплаты вознаграждения – фонд потребления предприятия.

7. Порядок и сроки премирования. За повышение конкурентоспособности нового изделия вознаграждение выплачивается дважды: по окончании технической подготовки производства в виде аванса (30 % от начисленной премиальной суммы, рассчитанной исходя из ожидаемого экономического эффекта) и по завершении 1 года серийного производства за конечные результаты работы с учетом произведенных выплат.

1 этап: премирование по завершении технической подготовки производства нового изделия.

2 этап: премирование по окончании первого года серийного производства нового изделия.

Предложенную систему премирования за повышение конкурентоспособности необходимо использовать как для установления суммы премиальных отчислений по изделию в целом, так и по его основным узлам. Во втором случае премировать работников, занимающихся технической подготовкой производства и повышением конкурентоспособности продукции, предлагается только за снижение себестоимости продукции по сравнению с лимитным уровнем, но при условии, что по качественным параметрам спроектированное новое изделие будет соответствовать плановым показателям.

Если в новой конструкции существуют узлы, себестоимость которых больше лимитной, то фонд поощрения за повышение конкурентоспособности в целом по изделию может не совпадать с суммой премиальных фондов, начисленных по узлам, то есть

$$\Delta\Phi_{\mathcal{M}} = \Phi_{\mathcal{M}} - \sum_{\kappa=1}^{\kappa'} \Phi_{\mathcal{M}\kappa},$$

где κ' – количество наименований узлов, по которым получен дополнительный экономический эффект от снижения себестоимости.

При $\Delta\Phi_{\mathcal{M}} > 0$ премиальные отчисления не корректируются.

Если $\Delta\Phi_{\mathcal{M}} < 0$, то на эту величину необходимо уменьшить фонды поощрения по узлам (пропорционально поузовым себестоимостям).

Таким образом, предложенная система поощрения призвана стимулировать проектировщиков к активному выявлению резервов повышения конкурентоспособности продукции (за счет повышения качества и снижения себестоимости новых изделий по сравнению с плановыми показателями) и созданию новых изделий с достаточно высоким уровнем потенциальной конкурентоспособности, что, в конечном счете, приведет к увеличению прибыли и улучшению благосостояния работников предприятия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Плясунков А.В. Экономические методы управления конкурентоспособностью продукции: Дис. ... канд. экон. наук.: 08.00.05/ Бел. гос. политехн. акад. - Минск, 2001. - 130с. 2. Фатхутдинов Р.А. Менеджмент конкурентоспособности товара. -М.: ЗАО "Бизнес - школа "Интел - Синтез", 2005. - 53 с.

ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ МЕЖДУНАРОДНЫХ СТАНДАРТОВ ФИНАНСОВОЙ ОТЧЕТНОСТИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

В соответствии с Принципами подготовки и составления финансовой отчетности согласно МСФО, утвержденными КМСФО в 1989 году, «цель финансовой отчетности состоит в предоставлении информации о финансовом положении, результатах деятельности и изменениях в финансовом положении компании». Данная информация необходима достаточно широкому кругу пользователей при принятии экономических решений. К пользователям финансовой отчетности относят инвесторов, работников, работодателей, поставщиков и других торговых кредиторов, покупателей, правительство и их органы, общественность.

Если задать вопрос руководителям белорусских предприятий и организаций, для кого их бухгалтера составляют бухгалтерскую отчетность, их ответ никого не удивит – для налоговых органов. Интересы инвесторов, кредиторов и собственников с белорусской отчетностью, как правило, не связываются. Однако сейчас все чаще говорят о переходе Республики Беларусь на МСФО. Данный переход связан с «Государственной программой перехода на Международные стандарты бухгалтерского учета», утвержденной постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 04.05.1998 № 694. Но готовы ли отечественные специалисты формировать действительно прозрачную и понятную любому заинтересованному пользователю отчетность, готовы ли бухгалтерское и аудиторское сообщества к внедрению МСФО? К сожалению, пока в нашей республике весьма ощутим недостаток не только квалифицированных специалистов в области МСФО, но и бухгалтеров и руководителей, имеющих элементарное представление о международных стандартах финансовой отчетности.

Анализ теоретических и практических публикаций ведущих экономистов в области МСФО позволил выявить следующие проблемы перехода белорусских предприятий на международные стандарты финансовой отчетности.

Одним из основных барьеров на пути внедрения МСФО является законодательство. Отсутствие норм, регламентирующих ведение учета по МСФО, приводит к ситуации, когда эта отчетность фактически остается вне закона по причине того, Комитет по МСФО не является межгосударственным объединением и международные стандарты, разработанные им и не имеют силы нормативных актов

Кроме того, переход осложняется тем, что до сих пор отсутствует перевод самих стандартов на русский язык, сертифицированный Советом по МСФО. Существующие же варианты перевода слабо адаптированы, что затрудняет понимание содержания отдельных стандартов и принципов.

Не менее важной проблемой, на взгляд автора, является психологический аспект восприятия концепций МСФО. Международные стандарты излагают общие, основные принципы составления финансовой отчетности и рекомендуют опираться на профессиональное суждение, основанное на полной, достоверной и объективной информации. Белорусские стандарты регламентируют не содержание информации, а порядок учета, который обеспечивает формирование требуемых для отчетности данных. Кроме того, большинство отечественных бухгалтеров начинали работать в системе, основанной на жестких инструкциях сверху; эта система отводила бухгалтеру лишь роль исполнителя законов и инструкций, принимаемых законодательными органами власти. Выражения собственного суждения о способах отражения в финансовой отчетности фактов хозяйственной деятельности от бухгалтера не только ни требовалось, но и пресекалось законодательно.

Таким образом, требование к бухгалтеру выразить собственное суждение, являющееся основанием для отражения операции в бухгалтерском учете – абсолютно новое явление для отечественной системы бухгалтерского учета, и новая функция для бухгалтера, в рамках которой

бухгалтер получает право на выражение собственного мнения в отчетности, а с этим правом – и обязанность квалифицированно аргументировать и отстаивать собственное мнение перед аудитором и любым пользователем отчетности. Это требует перестройки сознания работников бухгалтерской службы, повышения уровня их профессиональной подготовки, выработки навыков по формированию профессиональных суждений. Однако специалист, имеющий многолетнюю привычку и практику работы в соответствии с определенным подходом, не может в течение одного или двух лет полностью поменять принципы работы и видение своей профессии.

Помимо этого серьезные проблемы при переходе на МСФО возникают по причине низкого уровня профессиональной подготовки большей части бухгалтеров и аудиторов в области МСФО. Нехватка в Беларуси специалистов, которые могли бы обучать бухгалтерскому учету по международным стандартам, приводит к тому, что наиболее полезные знания и навыки работы с МСФО на данном этапе можно получить на курсах западных профессиональных организаций. Правда, этот способ обучения доступен далеко не каждому, так как получение международного сертификата процесс дорогостоящий, который к тому же занимает достаточно много времени.

При этом важно отметить, что расходы на обучение и оплата услуг специалистов в этой области отнюдь не единственные существующие затраты, осложняющие переход белорусского бизнеса на международные стандарты. В частности к ним можно отнести:

затраты на обновление или доработку программных продуктов,

затраты на ежегодный аудит по МСФО, который в 1.5 раза дороже белорусского аудита, так как аудиторов, которые достаточно подготовлены для того, чтобы проверять международную отчетность крайне мало, и большинство из них работают в компаниях «большой четверки» (крупнейшие мировые аудиторские компании – Deloitte Touche Tohmatsu, Ernst Young, PricewaterhouseCoopers, KPMG);

Очевидно, что подобные расходы для многих организаций могут оказаться весьма существенными.

Другой важной проблемой является возложенная на предприятия нагрузка по составлению различных видов отчетности. В Беларуси сформирована и действует довольно громоздкая система государственного регулирования учета и отчетности. Белорусские организации обязаны составлять бухгалтерскую, налоговую, статистическую отчетность. Поэтому, учитывая то, что речь пока идет не о переходе на формирование отчетности в формате МСФО и отмене отчетности по БСБУ, а о составлении дополнительной отчетности по международным стандартам наряду с отчетностью по действующим национальным стандартам, белорусские предприятия вряд ли будут спешить с внедрением новых стандартов в свою учетную практику.

Также серьезным препятствием являются проблемы технического характера. К ним в частности относятся несовершенство системы сбора и обработки информации для подготовки отчетности по МСФО и недостатки в организации взаимодействия внутренних подразделений предприятия. Возникающие из-за этого сбои часто приводят к противоречивости информации в рамках группы, а также поздним срокам ее предоставления консультантам. В результате, на подготовку отчетности по международным стандартам у предприятий уходит слишком много времени, и данные теряют свою актуальность.

И последний выявленный момент – при применении МСФО, полученные финансовые показатели, как правило, значительно отличаются от аналогичных показателей в белорусской отчетности. Это связано с тем, что в отчетности, подготовленной в соответствии с МСФО, более реалистично оценивается экономическая отдача активов, более скрупулезно и консервативно отражаются пассивы. Кроме того, при оценке активов и обязательств используется концепция справедливой стоимости. На практике это приведет к тому, что стоимость, например, основных средств во много раз возрастет по сравнению с их стоимостью, оцененной по действующим правилам. Соответственно возрастет доля амортизации основных средств в себестоимости. Далее вырастут тарифы, цены, увеличится заработная плата. И касается это не только крупных компаний, а абсолютно всех предприятий, например ЖКХ, что реально отразится на каждом жителе РБ. В конечном итоге отчетность, как правило отражает худший фи-

нансовый результат по сравнению с белорусской отчетностью, Это как правило, не вызывает оптимизма у белорусских предприятий. Осуществляя значительные затраты, компания вместо привлекательной финансовой отчетности получает лаконичный и определенный четкими параметрами документ, фиксирующий экономические реалии хозяйствующего субъекта.

Изучив мнение специалистов и выделив основные проблемы, необходимо отметить, что для успешного внедрения МСФО в Беларуси, следует уделить внимание следующим аспектам.

Во-первых, необходимо создать по данному вопросу полную, ясную и непротиворечивую законодательную базу, согласованную с остальным законодательством. Изменения должны быть внесены в Гражданский кодекс РБ, Налоговый кодекс РБ, Законы «Об аудиторской деятельности» и другие нормативные акты.

Во-вторых, не дожидаясь введения требования об обязательном переходе на МСФО, следует начать программу широкомасштабного обучения принципам и практическим навыкам применения МСФО всех бухгалтеров аудиторов, а также представителей бизнес-подразделений. Для этого следует сначала организовать подготовку квалифицированного преподавательского состава, который в свою очередь и будет обучать как аудиторов, так и специалистов, необходимых белорусским организациям. Кроме того, необходимо будет решить и проблему сертификации аудиторов, так как в настоящее время предприятия, совершенно не защищены от некомпетентности аудиторских фирм.

В-третьих, необходим официальный перевод МСФО на русский язык. С учетом того, международные стандарты постоянно пересматриваются Советом по МСФО, процесс официального перевода должен быть оперативным. В связи с этим необходимо создать постоянно действующий негосударственный орган, который должен: подготавливать официальный текст на русском языке; отслеживать изменения и своевременно вносить их в официальный текст на русском языке; вести глоссарий терминов МСФО на русском языке.

Данный орган должен состоять из высококвалифицированных переводчиков и профессионалов в области бухгалтерского учета и отчетности, аудита, финансового анализа, менеджмента и иных смежных областях.

В-четвертых, следует снизить административное бремя, которое несут белорусские предприятия, составляя различные виды отчетности. Для этого необходимо исключить из законодательства ненужные и дублирующиеся требования в отношении ведения учета и составления отчетности, одновременно модифицировав остающиеся требования для более полного удовлетворения интересов пользователей отчетности (кредиторов, инвесторов, государственных органов по налогам, статистике и финансовым рынкам). Помимо этого компании, которые формируют отчетность по МСФО, следует освободить от необходимости составлять ее по стандартам национальным.

В-пятых, необходимо создать подробное руководство по применению МСФО. Несмотря на то, что Комитет по интерпретациям международных стандартов финансовой отчетности периодически выпускает разъяснения и комментарии по стандартам, внедрение МСФО в национальную практику осуществляется не без труда. Поэтому следует предусмотреть создание центральных национальных бухгалтерских органов, на которые была бы возложена функция создания руководства по вопросам, выходящим за рамки разъяснений и комментариев IFRIC.

ЛИТЕРАТУРА

1. Государственная программа перехода на международные стандарты бухгалтерского учета в Республике Беларусь, утвержденной постановлением Совета Министров от 4.09.1998 № 694. 2. Панков Д.А. Методика трансформации бухгалтерской отчетности в формат МСФО.- Минск, 2008.-120 с. 3. Модеров С.В. Практика первого применения МСФО в организации. Международные стандарты отчетности.-2004.- № 8. с.64-84.

СТРАХОВАНИЕ В УСЛОВИЯХ ФИНАНСОВОГО КРИЗИСА

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

Страховые компании Беларуси, несмотря на кризис, демонстрируют в целом финансовую стабильность и увеличивают денежные поступления от населения. По данным Министерства финансов, за 2009 год действующими страховыми организациями Беларуси получено страховых взносов по прямому страхованию и сострахованию на сумму 1,1 трлн. руб. Прирост поступлений за 2009 год по сравнению с 2008 годом составил 174,1 млрд. руб, или 18,5%.

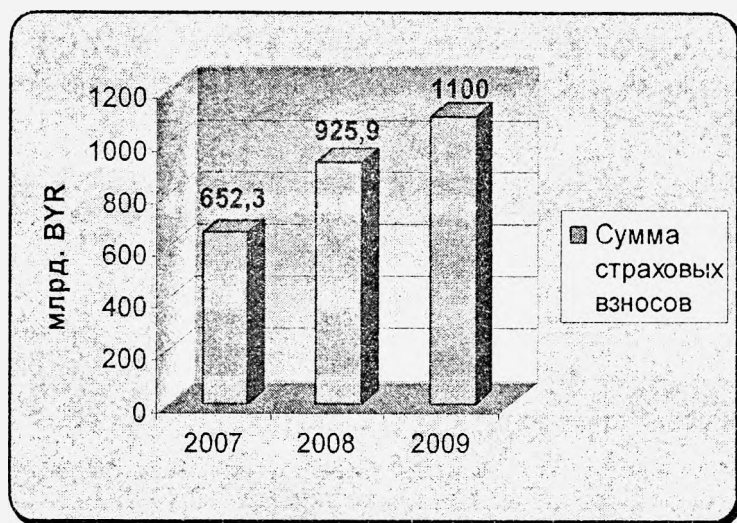


Рис. 1. Динамика поступления страховых взносов по прямому страхованию и сострахованию

Однако темпы роста оказались намного ниже, чем за 2008 год, в котором по сравнению с 2007 годом увеличение суммы страховых взносов составило 273,6 млрд. руб., или 41,1% (рис.1).

Следует отметить, что при сравнении результатов 2009 и 2008 годов необходимо учесть долю курсовой составляющей вследствие резкой 20%-ной девальвации курса белорусского рубля в начале 2009 года. Дело в том, что в большинстве видов страхования, включая некоторые обязательные, страховые суммы и тарифы определяются в иностранной валюте с последующей уплатой взносов в валюте или рублях по курсу НБ РБ. По приблизительным подсчетам в долларовом эквиваленте за 2009 год, по сравнению с 2008 годом, получается не рост, а падение объема страховых поступлений. Кроме этого стоит отметить, что прирост поступлений оценивался в абсолютных величинах без учета инфляционных потерь.

Лидирующую позицию на белорусском рынке страхования по-прежнему занимает государственная компания "Белгосстрах", получившая за год в качестве взносов по прямому страхованию и сострахованию 592,606 млрд рублей (+10,5% к 2008 году). Второе место по объему сборов принадлежит ОАСО "Би энд Би иншуренс Ко", причем темпы прироста объема сборов компания продемонстрировала более высокие – плюс 12,7% до 97,819 млрд. рублей [2]. Первая десятка крупнейших страховых компаний Беларуси по итогам 2009 года представлена в таблице 1, а распределение между ними полученных взносов отражено на рисунке 2. На остальные 14 компаний приходится только 10% взносов и 5% страховых выплат (с учетом перестрахования), а также 30% нераспределенной прибыли.

По добровольным видам страхования в 2009 году получено страховых взносов на 518,0 млрд. руб, что на 25,2% больше поступлений за 2008 год. Удельный вес добровольных видов страхования в общей сумме поступлений в 2009 году достиг 46,5% против 44% по итогам 2008 года.

По обязательным видам страхования в 2009 году получено страховых взносов 595,8 млрд. руб. Удельный вес обязательных видов страхования в общей сумме поступлений снизился до 53,5 %.

Таким образом, страховая система Беларуси, как и банковская, довольно благополучно переживает мировой финансовый кризис, хотя 2009 год начинался не очень оптимистично – по итогам января больше половины страховых компаний Беларуси сообщили о снижении величин

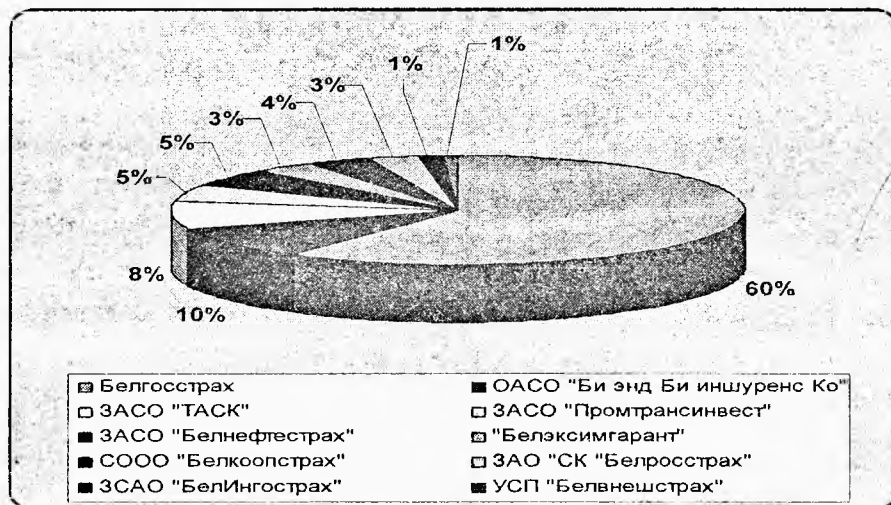


Рис. 2 Структура полученных взносов (с учетом перестрахования)

ны нераспределенной прибыли по сравнению с январем 2008 года, а две компании – об убытках. Больше всего кризис затронул банковское страхование и автострахование, но на общей ситуации на страховом рынке кризис в этих сегментах почти не сказался.

На фоне рекордных потерь крупнейшей мировой страховой компании AIG это может показаться просто чудом. Такой успех имеет простое объяснение: белорусский рынок страховых услуг развит довольно слабо, и те операции, от которых пострадали зарубежные страховщики, такие как страхование невозвращения кредитов и банкротств, в Беларуси осуществляются в незначительных объемах.

Таблица 1 – Итоги деятельности крупнейших страховых компаний Беларуси в 2009 году

Место	Наименование страховой организации	Поступило взносов с учетом перестрахования (тыс. рублей)	Выплачено страхового возмещения с учетом перестрахования (тыс. рублей)	Нераспределенная прибыль отчетного периода (тыс. рублей)
1	Белгосстрах	592 605 710,5	340 269 288,0	21 667 009,7
2	ОАСО "Би энд Би иншуренс Ко"	97 818 704,7	81 253 199,0	243 641,5
Продолжение таблицы 1				
3	ЗАСО "ТАСК"	80 596 862,6	48 845 666,0	3 138 025,9
4	ЗАСО "Промтрансинвест"	51 224 935,3	25 649 168,3	549 331,0
5	ЗАСО "Белнефестрах"	49 926 302,3	23 544 648,2	1 601 269,5
6	"Белэксимгарант"	34 521 204,3	23 253 022,9	11 533 070,7
7	СООО "Белкоопстрах"	36 460 738,5	16 860 698,5	1 910 065,7
8	ЗАО "СК "Белросстрах"	28 647 798,1	22 489 676,6	679 805,8
9	ЗАСО "БелИнгострах"	11 932 432,9	6 752 639,6	65 842,9
10	УСП "Белвнешстрах"	8 891 756,0	5 835 190,8	744 155,2

В период кризиса страхование становится особенно важным для малых и средних фирм. Они более уязвимы, чем крупные предприятия, поэтому даже относительно небольшой ущерб может пошатнуть финансовую устойчивость такого бизнеса. Однако в кризис у крупных предприятий проблемы появляются и без форс-мажорных ситуаций. Если малое предприятие при падении спроса на продукцию может довольно быстро перестроиться на выпуск новых товаров, то промышленному гиганту на это потребуется затратить намного больше времени и ресурсов. Продолжая выпускать никому не нужную продукцию, они в итоге «замораживают» свои оборотные средства; прибыль снижается, и ее не хватает для формирования «аварийных» фондов. В таких условиях будет значительно труднее устранить собственными силами последствия пожара или аварии на производстве.

Страховка дает предприятию преимущества – в любой ситуации, и в особенности – в сложное кризисное время. Страхование в данном случае – это то, что наоборот позволит уменьшить затраты в случае непредвиденных обстоятельств, снизить бремя расходов. Те деньги, которые сейчас могут быть затрачены на страхование имущества предприятия, не сопоставимы с той суммой, которую предприятие получит в случае наступления страхового случая.

С ухудшением финансового состояния не уменьшается вероятность наступления аварии или технической поломки оборудования (конечно же, если предприятие продолжает работать). От того, что произошло сокращение персонала и «социальных пакетов», включавших страхование, не изменились риски в отношении здоровья, жизни оставшихся работников, их пенсионные ожидания и т.п.

В условиях кризиса еще тяжелее будет восстановить сгоревший станок или цех при отсутствии страхового полиса. На фоне падающих личных доходов ценность страхования жизни или страхования от несчастных случаев за счет средств предприятия для каждого застрахованного резко возрастает. Поэтому предприятиям надо не просто отказываться от страховых программ в общей массе уменьшаемых статей расходов, а вместе со своим страховым брокером или страховщиком проанализировать действующие договора страхования, чтобы не получилась экономия «копейки» за счет утраты в будущем «рублей».

На сегодняшний день страховые организации предлагают широкий спектр услуг для промышленных предприятий:

- страхование имущества предприятий;
 - страхование убытков, вследствие вынужденного перерыва в производстве;
 - страхование ответственности предприятий за вред, причиненный вследствие недостатков товара (работы, услуги);
 - страхование финансовых рисков;
 - страхование грузов;
 - страхование транспортных средств;
 - страхование ценностей касс;
 - страхование риска непогашения кредитов;
 - страхование ответственности предприятий, эксплуатирующих источники повышенной опасности;
 - страхование строительно-монтажных рисков;
 - страхование профессиональной ответственности;
 - страхование на случай утраты права собственности (титульное страхование);
 - страхование водителей и пассажиров от несчастных случаев;
 - страхование от несчастных случаев и болезней на время поездки за границу;
 - обязательное страхование гражданской ответственности владельцев транспортных средств;
 - страхование гражданской ответственности владельцев транспортных средств, выезжающих в страны-участники системы «Зеленая карта»;
- Дополнительный социальный пакет:
- страхование от несчастных случаев;
 - страхование медицинских расходов.
- Специальные предложения для промышленных предприятий:
- страхование электронного оборудования;

- страхование оборудования от поломок;
- страхование безопасности товаров.

Пакет страховых услуг предприятия зависит от сферы его деятельности и особенностей производственного процесса. Но практически все традиционно страхуют имущество, транспортные средства и перевозимые грузы, финансовые риски. К сожалению, при включении в страховой пакет других видов услуг предприятия зачастую руководствуются не необходимостью снижения рисков, а своими финансовыми возможностями.

Страхование имущества является наиболее востребованным и массовым видом страхования, т.к. им обеспечивается защита зданий, оборудования, машин, складских запасов, т.е. всего того за счет чего живет и работает любое предприятие. В условиях кризиса значительно повысилась актуальность страхования дебиторской задолженности и страхования риска неплатежа кредитов. Многие предприятия оказались в сложной финансовой ситуации именно из-за невыполнения контрагентами своих обязательств, чего можно было избежать при своевременном страховании. Кризис внес коррективы в планы фирм, взявших кредиты, и теперь их прибыли недостаточно для покрытия платежей банкам. В этом случае так же очень кстати приходится страховое возмещение.

До недавнего времени страховые взносы по большинству видов страхования уплачивались из прибыли, что вызывало общее недоумение. Участники страхового рынка, другие специалисты и эксперты уже давно говорили о нелогичности и экономической нецелесообразности такой ситуации. Но 19 мая 2008 года был подписан Указ Президента Республики Беларусь № 280 «О включении страховых взносов по видам добровольного страхования, не относящимся к страхованию жизни, в затраты по производству и реализации продукции, товаров (работ, услуг)». Согласно Указу, взносы по основным имущественным видам страхования (имущества юридических лиц, КАСКО, грузов) и некоторым видам ответственности (гражданская ответственность перевозчика, владельцев водных и воздушных судов), а также по морскому страхованию и страхованию экспортных рисков с поддержкой государства включаются предприятиями в себестоимость. Очевидно, что Указ № 280 в первую очередь касается услуг по перевозкам, особенно международным. На сферу перевозок приходятся основные виды страхования, которые по форме являются добровольными, но по сути своей обязательными, когда без заключения договора страхования невозможно осуществление деятельности. Отметим, что в силу ряда причин, среди которых была и уплата страховых взносов из прибыли, огромное количество перевозчиков вывело свои парки в другие страны, а Беларусь потеряла одну из лидирующих позиций в области автомобильных перевозок в Европе.

Нормы Указа № 280 распространяются на договоры страхования, заключенные со страховщиками всех форм собственности. Кроме того, в соответствии с Указом, включению в состав затрат подлежат расходы по страхованию имущества, используемого в торговой закупочной деятельности, а также расходы по страхованию арендованного и лизингового имущества.

В целом, эксперты оценивают данный Указ как первый серьезный шаг к либерализации белорусского страхового рынка [3].

А теперь приведем ряд рекомендаций, как в сложившихся условиях сохранить имеющиеся страховые программы и при этом сократить расходы на страхование.

Сначала следует проанализировать имеющийся пакет страховых договоров. В ходе такого анализа какие-то договора останутся без изменений, в первую очередь, скорее всего это страхование авто-каско, страхование некоторых видов особо ценного или опасного имущества. Естественно сохранятся договора обязательного и «добровольно-принудительного» страхования, без которых нельзя осуществлять свою деятельность или которые заключаются в силу иных договоров – страхование лизингового, залогового имущества, страхование выезжающих за рубеж, страхование некоторых видов ответственности и т.п.

По каким-то договорам можно уменьшить страховую сумму, что повлечет уменьшение сумм страховых взносов – например, уменьшился торговый оборот, соответственно уменьшился объем застрахованных складских запасов или выведено из производства часть оборудования, которое можно не страховать или проведена переоценка имущества, в результате которой его стоимость уменьшилась и т.п.

По каким-то договорам можно изменить набор застрахованных рисков и отказаться от наименее существенных, если это вызовет существенное снижение страховых взносов – например, при страховании строений оставить только риск «пожар».

По каким-то договорам возможно снижение страховых тарифов – за счет изменения рыночных условий по этому виду (например, еще год назад при страховании строений только от «пожара» тарифы находились в пределах 0,1-0,12%, сейчас же в таких пределах страхуют «от всех основных рисков»), за счет ухудшения условий страхования (страхование на неполные страховые суммы, введение франшиз, иных ограничений).

В некоторых случаях, для снижения страховых тарифов целесообразно прибегнуть к помощи брокера по проведению страхового тендера и перехода по результатам тендера к другому страховщику. Последний способ рекомендуется лишь в крайних случаях – например, когда страховщик не исполняет или исполняет ненадлежащим образом свои обязательства. Каждый страховщик старается дорожить своим клиентом, а частые переходы не лучшим образом влияют на репутацию самого страхователя, что в итоге сказывается на стоимости и качестве страхования (потеря скидок и других преференций).

Конечно же, в ходе анализа может оказаться, что от некоторых несущественных договоров страхования придется отказаться, но важно, чтобы это решение было принято обдуманно. При этом надо помнить, что расторжение договора страхования не всегда влечет полный возврат страховщиком страховых взносов за неиспользованный срок страхования [4].

Точно такие же подходы руководство предприятий может использовать и в отношении договоров личного страхования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Банки рекомендуют получателям кредитов страховать от несчастных случаев. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://select.by/content/view/1446/740/>, свободный. – Загл. с экрана. 2. Страхование-2009. Добровольные виды догоняют обязательные. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://news.tut.by/161658.html>, свободный. – Загл. с экрана. 3. Страховой рынок. Аналитика. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.belbroker.com/market/analytics.html>, свободный. – Загл. с экрана. 4. Кризис и страхование – советы страхового брокера... [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.belbroker.com/news/news100_2009.html, свободный. – Загл. с экрана.

УДК 658.14

Комина Н.В, Швец А.В

ТРАНСФОРМАЦИЯ БЕЛОРУССКОЙ ОТЧЕТНОСТИ В ФОРМАТ МСФО: ФОРМЫ, ПОДХОДЫ, ПОДГОТОВКА ИНФОРМАЦИИ

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

Республики Беларусь, установление долгосрочных отношений с зарубежными партнерами, привлечение иностранных инвестиций и выход на рынки капитала требуют формирования финансовой отчетности по международным стандартам. Это необходимое условие для любой организации, желающей влиться в мировое информационное и экономическое пространство. Кроме причин экономической целесообразности, финансовая отчетность, составленная в соответствии с международными стандартами, позволяет снизить информационный риск для внешних пользователей (главным образом инвесторов) за счет повышения ее прозрачности и сопоставимости.

Стратегия применения Международных стандартов финансовой отчетности (далее – МСФО) в Республике Беларусь заключается в использовании их наряду с национальными

стандартами. В Республике Беларусь разработан порядок формирования показателей бухгалтерской отчетности в соответствии с принципами, закрепленными в МСФО, и отвечающие требованиям белорусского законодательства. На законодательном уровне закреплены основополагающие допущения и качественные характеристики финансовой отчетности, зафиксированные в МСФО (нейтральность, непрерывность, осмотрительность, начисление, сопоставимость, приоритет содержания над формой и др.). Перечень обязательных отчетов для белорусских организаций, включающий бухгалтерский баланс, отчет о прибылях и убытках, отчет о движении источников собственных средств, отчет о движении денежных средств, приложение к бухгалтерскому балансу и пояснительную записку, соответствует комплексу финансовой отчетности по международным стандартам.

Для ведения финансового учета МСФО является только инструментом, но каждая компания составляет отчетность в соответствии с требованиями руководства, владельцев, акционеров. Если руководство компании сможет увязать принципы МСФО с теми процессами, которые в ней происходят, то ее финансовая отчетность будет открытой и понятной как белорусским собственникам, так и иностранным инвесторам.

Существуют факторы, препятствующие массовому переходу на МСФО:

1. Нехватка квалифицированного персонала.

В настоящее время на рынке труда недостаточно специалистов по МСФО, поэтому многие белорусские предприятия готовят международную отчетность самостоятельно, а в основном обращаются к консалтинговым и аудиторским компаниям.

Сейчас очень трудно найти на рынке хороших финансистов, способных составлять отчетность по МСФО, особенно в регионах, где для их подготовки пока не развита инфраструктура.

2. Отсутствие прозрачности.

Отчетность по МСФО должна быть прозрачной, в частности раскрывать информацию о холдинговых структурах и реальных владельцах бизнеса. Многие белорусские компании и их собственники к этому не готовы.

Для МСФО принципиально важна юридическая и организационная чистота структуры группы компаний, по которым составляется консолидированная отчетность. Международные стандарты регламентируют порядок учета групп компаний, в которых есть головная организация и несколько дочерних, определен порядок учета зависимых компаний.

3. Высокие затраты.

Наиболее существенными затратами на подготовку отчетности по МСФО являются расходы на наем и обучение персонала, а также на консультационные и аудиторские услуги. Зарплаты специалистов, знающих МСФО и имеющих сертификаты, подтверждающие эти знания, гораздо выше, чем у прочих финансовых специалистов. Обычно затраты наиболее высоки при переходе на МСФО, но после внедрения системы международного учета они снизятся.

Вместе с тем национальная система бухгалтерского учета имеет существенные отличия от МСФО по причине недостаточного использования методов оценки активов по справедливой и дисконтированной стоимости, отсутствия учета их обесценения, методики составления консолидированной отчетности, порядка бухгалтерского учета займов, государственных субсидий, различия в признании дохода и курсовых разниц, создании резервов. Кроме того, при формировании бухгалтерской отчетности в соответствии с требованиями законодательства Республики Беларусь многими организациями основополагающие допущения и качественные характеристики отчетности не соблюдаются (например, метод начислений нарушается при использовании варианта определения выручки по мере оплаты за отгруженную продукцию, выполненные работы, оказанные услуги) или не принимаются во внимание (например, не образуются резервы под снижение стоимости материальных ценностей, под обесценение финансовых вложений в ценные бумаги и тем самым игнорируется принцип осмотрительности). Поэтому для приведения показателей, содержащихся в белорусской отчетности, в соответствие с требованиями международных стандартов, возникает необходимость в ведении параллельного учета или трансформации бухгалтерской отчетности.

Преимуществом трансформации в сравнении с параллельным учетом является невысокий уровень затрат. В то же время степень точности отчетной информации снижается, поскольку

ку при трансформации неизбежны субъективные оценки. В связи с этим большое значение придается профессиональным суждениям бухгалтера, который должен организовать процесс трансформации таким образом, чтобы полученные отчетные данные в максимальной степени соответствовали установленным в стандартах принципам.

В большинстве случаев организации для составления финансовой отчетности по международным стандартам привлекают аудиторские и консалтинговые фирмы ввиду недостатка квалифицированных специалистов. Это приводит к тому, что значительные затраты на проведение трансформации отчетности могут превышать выгоды, извлекаемые из полученной информации.

В сложившейся ситуации для повышения качества и эффективности подготовки информации при составлении финансовой отчетности по международным стандартам целесообразно, во-первых, организовать подготовку специалистов на должном уровне с последующей сертификацией на подтверждение квалификации международного профессионального бухгалтера; во-вторых, разработать типовую методику трансформации бухгалтерской отчетности в соответствии с требованиями МСФО, на базе которой в последующем разработать методики трансформации отчетности для отдельных отраслей экономики.

В типовой методике трансформации бухгалтерской отчетности в формат МСФО необходимо предусмотреть:

- возможность изменения и дополнения плана счетов бухгалтерского учета путем введения новых счетов и субсчетов, а также составление соответствующих корректирующих (трансформационных) и реклассификационных бухгалтерских записей;
- порядок трансформации отдельных элементов отчетности (активов, обязательств, капитала, доходов, расходов);
- возможность изменения содержания форм бухгалтерской отчетности.
- При разработке рабочего плана счетов бухгалтерского учета для трансформации отчетности могут иметь место следующие изменения и дополнения:
- открытие субсчетов к счетам учета расчетов с целью определения текущей части долгосрочных обязательств;
- открытие субсчетов к счетам учета основных средств и их амортизации для выделения инвестиционной собственности и арендованных активов;
- открытие субсчетов к счету учета финансовых вложений с тем, чтобы разделить их на финансовые активы, имеющиеся для продажи, удерживаемые до погашения, торговые ценные бумаги, инвестиции в ассоциированные компании;
- введение субсчетов к счетам учета финансовых результатов для отражения обесценения активов и др.

Проведение непосредственной трансформации отчетности в соответствии с требованиями МСФО предполагает корректировку стоимостной оценки активов и обязательств, реклассификацию некоторых статей финансовой отчетности, начисление резервов, уточнение суммы дохода при переходе от кассового метода признания выручки к методу начисления, отражение условных обязательств и др.

Для представления указанных корректировок показателей бухгалтерской отчетности рекомендуется оформлять рабочие документы (распределение и движение инвестиций организации в зависимые и дочерние фирмы, корректировки остатков готовой продукции незавершенного производства на суммы расходов периода, распределение дебиторской и кредиторской задолженности на краткосрочную и долгосрочную части, анализ доходов и расходов предприятия за отчетный период, распределение сальдо счетов учета источников собственных средств и др.) и таблицы по трансформации (рабочий план счетов, корректирующие бухгалтерские записи, реклассификационные бухгалтерские записи, пробный баланс до корректировок, откорректированный пробный баланс в соответствии с МСФО и др.). На основании таблиц по трансформации формируются полный комплект финансовой отчетности.

Все корректировки при трансформации белорусской бухгалтерской отчетности можно разделить в зависимости от того эффекта, который они оказывают на отчетность:

1. Показатели не изменяются при полном соответствии требований к белорусской отчетности и МСФО;

2. Показатели разделяются, если одному показателю белорусской отчетности соответствует несколько показателей отчетности, составленной в соответствии с МСФО;

3. Показатели объединяются, если нескольким показателям белорусской отчетности соответствует один показатель в финансовой отчетности по МСФО (например, присоединение стоимости краткосрочных высоколиквидных ценных бумаг к сумме денежных средств).

4. Вводятся новые показатели, не отражаемые в белорусской отчетности, но предусмотренные МСФО (например, дополнение отчета о прибылях и убытках статьей «Убыток от обесценения основных средств»).

Последствиями трансформации бухгалтерской отчетности в отчетность, соответствующую требованиям международных стандартов, могут быть:

существенное изменение финансового результата в связи с использованием метода начислений и принципа осмотрительности;

сокращение величины источников собственных средств;

возникновение дополнительных расходов на проведение трансформации как при аутсорсинге (составление отчетности внешними консультантами), так и при подготовке собственными силами (на обучение сотрудников компании, замену или модернизацию программного обеспечения, сбор дополнительной информации).

Принятие и применение методики трансформации бухгалтерской отчетности в формат МСФО в отечественных организациях потребует решение на государственном уровне таких проблем, как урегулирование правового статуса финансовой отчетности, составленной по международным стандартам, организация системы контроля за достоверностью отчетности, проведение мониторинга отчетности, представляемой белорусскими организациями.

Таким образом, необходимыми условиями проведения качественной трансформации белорусской бухгалтерской отчетности в отчетность, составленную по международным стандартам, являются создание нормативного и методического обеспечения, соответствующей инфраструктуры, а также системы профессионального обучения с участием специализированных международных и отечественных организаций.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бугаев А.В. Секреты финансовой отчетности в формате МСФО.-М, 2008 г. 2. Панков Д.А. Методика трансформации бухгалтерской отчетности в формат МСФО.- Минск, 2008.

УДК 658(0.75.8)

Королько А.А.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРЕДПРИЯТИЯ И ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЕЕ ОЦЕНКИ

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

Эффективность функционирования предприятий различных форм собственности напрямую зависит от степени защищенности их экономических интересов, чем в значительной степени определяется экономическая безопасность государства в целом.

К основным проблемам обеспечения экономической безопасности можно отнести следующие [1]:

- наличие значительных затруднений формализованного описания динамических характеристик предприятия с точки зрения обеспечения его экономической безопасности во взаимосвязи с действиями дестабилизирующих факторов;
- существующие затруднения с определением состава оценочных критериев составляющих экономической безопасности а также их градацией для различных уровней безопасности;

- отсутствие общепризнанных отечественных методик оценки уровня составляющих экономической безопасности предприятия;
- отсутствие методики комплексной оценки уровня экономической безопасности предприятия с учетом всех ее составляющих, поскольку уровни различных составляющих определяются по разным шкалам, что затрудняет их сведение в единый комплексный показатель.

Все эти проблемы требуют научного осмысления в целях определения или совершенствования подходов к их решению. Рассмотрение этих подходов следует начать с уточнения самого понятия экономической безопасности предприятия, под которой следует понимать состояние эффективного использования его ресурсов и существующих рыночных возможностей, позволяющих предотвращать внутренние и внешние угрозы с точки зрения его длительного выживания и устойчивого развития в условиях рыночной экономики в соответствии с избранной миссией.

Обеспечение экономической безопасности предполагает выделение, анализ и оценку существующих угроз по каждой из функциональных составляющих и разработку на их основе системы противодействующих и упреждающих мероприятий.

К одной из основных внутрипроизводственных составляющих экономической безопасности предприятия относится финансовая, которая характеризует финансовую устойчивость предприятия, об ослаблении которой свидетельствуют такие факторы как снижение ликвидности, повышение кредиторской и дебиторской задолженностей, снижение финансовой устойчивости и др.

Финансовую безопасность предприятия можно оценить на основе анализа его финансовой устойчивости [2], степень которой определяется исходя из достаточности оборотных средств (собственных или заемных) для осуществления производственно-сбытовой деятельности, с использованием следующих оценочных показателей:

$\pm E_c$ – излишек (+) или недостаток (–) собственных оборотных средств, необходимых для формирования запасов и покрытия затрат, связанных с хозяйственной деятельности предприятия;

$\pm E_t$ – излишек или недостаток собственных оборотных средств, а также среднесрочных и долгосрочных кредитов и займов;

$\pm E_n$ – излишек или недостаток общей величины оборотных средств.

Эти показатели соответствуют показателям обеспеченности запасов и затрат источниками их формирования, которые определяются по формулам:

$$\pm E_c = E_c - Z;$$

$$\pm E_t = (E_c + K_t) - Z;$$

$$\pm E_n = (E_c + K_t + K_k) - Z,$$

где Z – сумма запасов и затрат;

E_c – сумма собственных оборотных средств предприятия;

K_t – среднесрочные и долгосрочные кредиты и займы;

K_k – краткосрочные кредиты и займы.

В зависимости от значений оценочных показателей выделяют пять областей финансовой устойчивости, которым можно поставить в соответствие пять уровней финансовой безопасности.

Абсолютная финансовая устойчивость и абсолютная безопасность, когда для функционирования предприятию достаточно собственных оборотных средств, соответствует условию:

$$\pm E_c \geq 0; \pm E_t \geq 0; \pm E_n \geq 0.$$

Область нормальной финансовой устойчивости и нормальный уровень безопасности соответствует условию:

$$\pm E_c = 0; \pm E_t = 0; \pm E_n = 0.$$

Область неустойчивого финансового состояния и нестабильного уровня безопасности, когда предприятию недостаточно собственных оборотных средств, и оно прибегает к среднесрочным и долгосрочным кредитам и займам.

$$\pm E_c < 0; \pm E_t \geq 0; \pm E_f \geq 0.$$

Область критического финансового состояния и критического уровня безопасности, когда предприятие для финансирования своей деятельности прибегает к краткосрочным кредитам помимо среднесрочных и долгосрочных.

$$\pm E_c < 0; \pm E_t < 0; \pm E_f \geq 0.$$

Область кризисного финансового состояния и кризисного уровня безопасности, когда предприятие не в состоянии обеспечить финансирование своей деятельности ни собственными, ни заемными средствами, т.е. находится на грани банкротства.

$$\pm E_c < 0; \pm E_t < 0; \pm E_f < 0.$$

Интеллектуальная составляющая характеризует интеллектуальный потенциал работников предприятия, на которую оказывают негативное влияние следующие факторы: уход ведущих высококвалифицированных специалистов, снижение удельного веса инженерно-технических и научных работников в общем количестве работающих; снижение изобретательской и рационализаторской активности; снижение образовательного уровня работников.

Уровень интеллектуальной составляющей экономической безопасности может быть определен путем расчета следующих показателей или коэффициентов:

- текучесть работников высокой квалификации рассчитывается как отношение количества уволившихся работников к общему количеству работников данной квалификации;
- удельный вес инженерно-технических и научных работников рассчитывается как отношение их количества к общему количеству работающих;
- показатель изобретательской и рационализаторской активности определяется как отношение количества изобретений и рационализаторских предложений к количеству работающих или инженерно-технических работников;
- показатель образовательного уровня определяется как отношение количества работников, имеющих высшее специальное образование по профилю производственной деятельности предприятия к общему количеству работающих.

Вначале значения всех показателей сводят в интегральный показатель по формуле

$$P_n = \sum_{i=1}^n (1 - \delta_i) B_i,$$

где n – количество показателей;

B_i – вес i -го показателя;

δ_i – относительная оценка i -го показателя.

Для случая, если большее значение показателя является более предпочтительным:

$$\delta_i = \frac{P_i}{P_{\max}},$$

где P_{\max} – максимальное значение показателя;

P_i – значение i -го показателя.

Для случая, если меньшее значение показателя является более предпочтительным:

$$\delta_i = \frac{P_{\min}}{P_i},$$

где P_{\min} – минимальное значение показателя.

Далее выводят среднее значение интегрального показателя ($P_{\text{нср}}$) для конкретного предприятия за ряд лет. Диапазон средних показателей должен удовлетворять условию

$$0,7P_{\text{нср}} \leq P_{\text{ср}} \leq P_{\text{нср}}.$$

Если значение $P_{\text{н}}$, рассчитанное для анализируемого показателя, меньше $P_{\text{ср}}$, то уровень безопасности ниже среднего значения $P_{\text{н}}$, попадающие в указанный выше интервал свидетельствуют о среднем уровне безопасности.

Кадровая составляющая, которая характеризует обеспеченность предприятия кадрами, необходимыми для выполнения производственного процесса выпуска высококачественной и конкурентоспособной продукции. К основным негативным влияниям этой составляющей относят: текучесть кадров, старение их знаний и квалификации; низкая квалификация кадров; совмещение основной деятельности с работой в других организациях, что сопряжено как с низкой отдачей работника, так и с возможным распространением конфиденциальной информации за пределами предприятия.

Расчет уровня безопасности для кадровой составляющей выполняют по аналогичной методике для интеллектуальной составляющей.

Технологическая составляющая характеризует технологический потенциал и степень его защищенности. К основным негативным факторам данной составляющей относят: действия, направленные на подрыв технологического потенциала; нарушение технологической дисциплины; моральное старение используемых технологий.

Показатели уровня технологической безопасности могут быть рассчитаны аналогично двум предыдущим составляющим. В данном случае следует использовать такие показатели, которые характеризуют технологический потенциал и технологическую безопасность предприятия с учетом экономических результатов их деятельности:

- уровень прогрессивности технологий, рассчитываемый как отношение количества используемых прогрессивных технологических процессов к общему их количеству на предприятии;
- уровень прогрессивности продукции, рассчитываемый как отношение количества наименований конкурентоспособной продукции к общему количеству наименований продукции, производимой предприятием и др.

Правовая составляющая, которая характеризует правовую защищенность интересов предприятия и его работников. Основными факторами безопасности являются: недостаточная правовая защищенность интересов предприятия в договорной и прочей документации; нарушение юридических прав предприятия и его работников; нарушение норм патентного права и др.

Для оценки правовой составляющей может быть использована следующая шкала:

- потеря нет – абсолютная безопасность;
- от 0 до 25% – нормальная правовая безопасность;
- от 25 до 50% – нестабильное состояние;
- от 50 до 75 % – критическое состояние;
- от 75 до 100% – кризисное состояние.

Силовая составляющая, которая характеризует охрану интересов предприятия и его работников от физических и моральных воздействий.

К основным негативным влияниям данной составляющей относят:

- физическое и моральное влияния, направленные на конкретных личностей, с целью причинить вред их здоровью, а также репутации и материальному благополучию;
- негативные влияния, которые причиняют вред имуществу предприятия; промышленный шпионаж; дезинформация; уничтожение информации и др.

Рыночная составляющая, которая отражает степень соответствия внутренних возможностей развития предприятия внешним, которые складываются в рыночной среде. Об ослаблении рыночной безопасности свидетельствуют: уменьшение доли рынка; ослабление конкурентных позиций и др.

Экологическая составляющая, которая характеризует экологическую защищенность окружающей среды и самого предприятия.

К основным факторам, оказывающим влияние на экологическую составляющую, относятся следующие: угроза здоровью работников предприятия; потеря прибыли вследствие высокого уровня экологических штрафов и платежей; снижение конкурентоспособности предприятия; подрыв его имиджа и др.

Уровень экологической безопасности может быть определен как среднее уровней отдельных факторов [3]:

$$Y_{эб} = \frac{1}{S} \left(K_l \frac{S_l}{S} + K_з \frac{S_з}{S} + K_{св} \frac{S_{св}}{S} + K_{вд} \frac{Z_{вд}}{Z_{пр.вд}} + K_{вз} \frac{Z_{вз}}{Z_{пр.вз}} \right),$$

где S – площадь территории, используемая предприятием;

S_l – площадь повреждений ландшафта;

$S_з$ – площадь, занятая под свалки;

$Z_{вд}$ – фактическая концентрация веществ в воде;

$Z_{пр.вд}$ – предельно допустимая концентрация загрязненных веществ в воде;

$Z_{вз}$ – фактическая концентрация загрязняющих веществ в воздухе;

$Z_{пр.вз}$ – предельно допустимая концентрация загрязняющих веществ в воздухе;

K_l – коэффициент, учитывающий степень повреждения ландшафта;

$K_з$ – коэффициент, учитывающий интенсивность энергетического загрязнения;

$K_{св}$ – коэффициент, учитывающий опасность веществ в отходах;

$K_{вд}$ – коэффициент, учитывающий опасность веществ в воде;

$K_{вз}$ – коэффициент, учитывающий опасность веществ в воздухе.

Уровень безопасности может быть определен следующим образом:

$Y_{эб} = 0$ – абсолютная экологическая безопасность;

$Y_{эб} \leq 0,25$ – нормальная экологическая безопасность;

$0,25 \leq Y_{эб} \leq 0,5$ – неустойчивое экологическое состояние;

$0,5 \leq Y_{эб} \leq 0,75$ – критический уровень экологической безопасности;

$Y_{эб} \geq 0,75$ – экологический кризис.

Информационная составляющая, уровень которой определяется долей неполной, неточной и противоречивой, используемой в процессе принятия управленческих решений.

Уровень информационной безопасности может быть определен по формуле

$$K_{и} = K_{пл} \cdot K_{т} \cdot K_{пр},$$

где $K_{пл}$ – коэффициент полноты информации;

$K_{т}$ – коэффициент точности информации;

$K_{пр}$ – коэффициент противоречивости информации.

При $K_{и} \geq 0,7$ – уровень безопасности высокий;

$0,3 \leq K_{и} < 0,7$ – уровень безопасности средний;

$K_{и} < 0,3$ – уровень безопасности низкий.

Результаты оценки экономической безопасности должны быть положены в основу разработки комплексных мероприятий, направленных на противодействие угрозам и повышения уровня экономической безопасности предприятия и создания условий стабильного функционирования и развития.

ЛИТЕРАТУРА

Ильяшенко С.Н. Экономическая безопасность предприятия и подходы к оценке ее уровня. // Машиностроитель. – № 10. – 2008. – С.4-11. 2.Грабовый П.Г. и др. Риски в современном бизнесе. – М., 1994. – 200 с. 3. Онищенко В.Я. Определение экологического риска хозяйственной деятельности. // Машиностроитель, 1996. – № 11. – С.65-67.

ОСОБЕННОСТИ ЗАТРАТНОГО МЕХАНИЗМА ПРОЦЕССОВ ОБНОВЛЕНИЯ ОРУДИЙ ТРУДА

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

Материальной основой изменения затрат и результатов производства является кругооборот производственных фондов. Основным элементом этого кругооборота является кругооборот орудий труда, характеризующий степень обновления оборудования и во многом обуславливающий эффективность производства.

Переход на новые формы хозяйствования, основанные на принципах рыночных отношений, создает предпосылки рационализации этих процессов. Однако важно выявить основные негативные стороны существовавшего хозяйственного механизма и проанализировать факторы низкой эффективности создаваемой новой техники и процессов обновления орудий труда. При этом возникает задача обоснования концепции эффективного антизатратного механизма процессов обновления и развития технических систем.

Использование амортизационного фонда для накопления и расширенного воспроизводства средств труда послужило одной из основных причин замедления их кругооборота и увеличения доли изношенного оборудования. Последнее, в свою очередь, значительно повлияло на рост потребностей в продукции машиностроения, которые не могли быть удовлетворены, так как наряду с этим велики были запросы для нужд расширенного воспроизводства.

Тенденции уравнительного распределения сформировали в народном хозяйстве инерционный механизм, в рамках которого экономические и неэкономические интересы субъектов народного хозяйства оказались направленными на максимизацию затрат. Вследствие этого возникли явления опережающего роста промежуточного общественного продукта (незавершенное строительство, запасы средств производства) по сравнению с ростом конечного продукта. Это, в свою очередь, привело к увеличению длительности оборота авансированных ресурсов, т. е. времени воспроизводства материальных условий производства, являющегося одной из составляющих общественно необходимого рабочего времени [7].

Важнейшим средством структурного преобразования производственного потенциала народного хозяйства являются инвестиции. Проблема инвестирования основных средств в силу их высокой моральной и физической изношенности чрезвычайно актуальна для Республики Беларусь. Основным источником обновления основных средств в настоящее время являются амортизационные отчисления.

Нынешняя амортизационная политика нашей страны «... направлена на совершенствование воспроизводственных процессов с помощью нового порядка формирования и использования амортизационных фондов, на проведение самостоятельной амортизационной политики каждой отдельной организацией с применением различных способов и методов начисления амортизации. Вместе с тем действующая система начисления амортизации сохранена как один из вариантов нового порядка. Право выбора каждого из вариантов остается за субъектами хозяйствования...». В соответствии с принципами новой амортизационной политики проведена обширная исследовательская работа совместно с ведущими министерствами, ведомствами, концернами, детально изучен зарубежный опыт, разработан необходимый пакет нормативных документов [3].

Практическая реализация амортизационной политики осуществляется посредством механизма, который представляет собой сложную систему, включающую совокупность положений и нормативов, методов и способов начисления, позволяющих формировать амортизационный фонд, являющийся основным источником воспроизводства основных средств.

Для воспроизводства проблема износа основных средств является чрезвычайно острой. Особенно это касается промышленности - одной из ведущих отраслей экономики Беларуси, на долю которой приходился 33,2% всех основных средств страны.

Износ основных средств значительно превышает предельно допустимую пороговую величину, которая в развитых странах колеблется от 25 до 50 % [3]. С 1995 по 2005 износ основных средств в целом по промышленности возрос с 53,6 по 62,2 %. В состав показателя «всего основных средств» включены и участвующие, и не участвующие в производственном процессе средства. Наибольший интерес вызывает их активная часть в основном виде деятельности. Данные анализа свидетельствуют: степень их изношенности постоянно возрастает, хотя в последние годы наблюдаются некоторые позитивные сдвиги, и изношенность активной части несколько снижается.

Очевидно, что отечественное оборудование, используемое в производственной деятельности устарело, причем не только морально, но и физически. Обновление происходит более замедленными темпами, чем рост изношенности основных средств. «Работая на изношенном оборудовании, организация не способна производить высококачественную, а тем более конкурентоспособную продукцию. В результате затрудняется выход на мировой рынок, так как аналогичная продукция, производимая с помощью передовых технологии и нового оборудования, легко вытесняет такой товар с рынка и не даёт занять определенную нишу, даже при производстве взаимозаменяемой и (или) взаимодополняемой продукции...»[2].

Необходима четкая классификация основных средств по признаку их непосредственного участия в производственном процессе, так как от этого зависит определение норм амортизационных отчислений и способов их исчисления. Пассивная часть основных средств, составляющая около 40% непосредственно не воздействует на предметы труда и имеет более долгий срок службы. Определяет же технические возможности производителей и качественный уровень выпускаемой продукции, как отмечалось, активная часть производственных фондов. Она же и изнашивается быстрее вследствие большей загрузки в производственном процессе. По оценкам специалистов, до 50 % машин и оборудования эксплуатируются с двух-, трехкратным превышением нормативных сроков службы. Большой разброс в уровнях износа активной части основных средств наблюдается по отдельным отраслям и подотраслям, и это существенно усугубляет диспропорции в структуре промышленности [4].

Наибольший износ активной части зафиксирован в химической и нефтехимической промышленности. Объясняется это непрерывностью некоторых технологических циклов и соответственно работы оборудования. Кроме того нормативный срок службы производственного оборудования в этой отрасли один из самых низких, так как машины функционируют в условиях агрессивной среды.

Похожая ситуация наблюдается и в таких отраслях, как машиностроение и металлообработка относящихся к наиболее фондоемким и потому особенно нуждающимся в инвестициях.

Неудовлетворительное состояние основных средств в по всем отраслям промышленности обусловлено недостаточными объемами инвестиционных средств, несовершенством не только воспроизводственной, но и технологической структуры осуществляемых капитальных вложений, несоответствием амортизационной политики сложившейся экономической ситуации.

Осуществление разработанной амортизационной политики призвано способствовать решению следующих задач:

обеспечение постоянного и бесперебойного процесса воспроизводства основных средств посредством активизации использования собственных инвестиционных ресурсов, необходимых для обновления и модернизации:

- улучшение финансово-экономических показателей работы хозяйствующих субъектов;
- значительное снижение издержек производства за счет уменьшения расходов на капитальный ремонт;
- повышение качества и уровня конкурентоспособности выпускаемой продукции на внутреннем и внешнем рынках.
- На основании принципов положения нормативных документов [8, 9, 10] сформирован механизм амортизации основных средств. Определены:
- нормативные сроки службы и возможные сроки полезного использования объектов основных средств, используемых в предпринимательской деятельности;
- возможность применения ускоренной амортизации, а также рамки выбора методов и способов списания стоимости основных средств;
- обязательность начисления амортизации основных средств и включение этих затрат в состав себестоимости продукции.

Следует вместе с тем признать, что в существующем механизме амортизации основных средств отсутствует алгоритм формирования амортизационного фонда, а также систем накопления, хранения и сбережения амортизационных ресурсов.

Проведенное исследование показывает, что практическая реализация нынешнего механизма не позволяет в полном объеме решить все вышеуказанные задачи. Степень износа основных средств продолжает увеличиваться. Крайне замедленными темпами происходит обновление основных средств: в 2006 г. коэффициент обновления по промышленности составил 4,7 % против запланированного 8–10% [5].

Одной из причин такого положения дел является резкое снижение производства отечественного технологического оборудования за период с 1990 по 2006 г производство металлорежущих станков снизилось в 3,3 раза, в том числе станков высокой и особо высокой точности в 2,8, станков с числовым программным управлением в 2,2 раза[6].

В этом контексте особую значимость приобретает качественный и количественный анализ, а также оценка эффективности механизма амортизации основных средств в микро- и макроэкономическом разрезе.

В научной литературе содержатся достаточно точные определения понятий амортизации и износа, сроков службы и полезного использования, нормативного срока: предусмотрена свобода выбора, сроков списания и методов начисления. Вместе с тем нормативная база, регламентирующая процесс формирования амортизационного фонда, нуждается в существенной доработке: система бухгалтерского учёта амортизационных ресурсов не отвечает предъявленным требованиям: отсутствует система накопления. Хранения, сбережения, использования: не осуществляется контроль за использованием получаемых финансовых ресурсов.

Накопленный амортизационный фонд является центральным звеном механизма амортизации, аккумулирующим два потока финансовых ресурсов входной (при начислении) и выходной (при использовании амортизации). Таким образом, фонд складывается из амортизационных отчислений, которые в свою очередь зависят от норм амортизации, методов ее начисления и срока службы основных средств. В отсутствие системы (формирования и накопления амортизационного фонда, а также целенаправленного его использования любая маневренность в выборе сроков и методов окажется неэффективной.

Обобщая вышеизложенное, отметим, что сложившийся механизм амортизации основных средств промышленности характеризуется наличием отлаженной системы (формирования и начисления амортизации и одновременно отсутствием трансформации начисленных амортизационных отчислений в реальный денежный фонд, обеспечивающий воспроизводство основных средств).

В этом контексте главным направлением совершенствования механизма амортизации основных средств промышленности Республики Беларусь представляется создание механизма формирования амортизационного фонда посредством выделения из выручки от реализации продукции (работ, услуг) доли амортизационных отчислений и перечисление этих средств на отдельный расчетный счет организации. В данном случае не требуется внесения серьезных корректировок в систему национального бухгалтерского учета, так как начисленный фонд может учитываться за балансом в размере возмещенной в выручке амортизации. Аккумулирование средств на отдельном счете позволит осуществлять их детальный учет и контроль, отслеживать направления их использования, что будет способствовать формированию реального денежного амортизационного фонда.

Ведение автономного учета формирования и использования амортизационного фонда даст возможность организации при осуществлении финансового планирования обладать достоверной информацией о наличии источников финансирования внеоборотных активов. Это поможет обеспечить непрерывный процесс воспроизводства, контроль и не допустить диспропорций в структуре источников [1]

ЛИТЕРАТУРА

- Головачёв, А.С. Экономика предприятия. В 2 ч. Ч. 1: учеб. Пособие - Мн.: Выш. Шк., 2008. – 447с. Занкович, С. Учет морального износа как фактор эффективного обновления основных средств / З. Занкович // Финансовый директор. - 2007. - № 7. - С 31-34. 2. Каламбет, А.П., Юдин, В.Г. К вопросу о финансировании воспроизводства основных средств / А. П. Каламбет // Деньги и кредит. - 2000. - № 10. - С. 64-66. 3. Национальная экономика Беларуси: По-

тенциалы. Хозяйственные комплексы. Направления развития. Механизмы управления: Учеб.пособие / В.Н. Шимов., Я.М.Александрович, А.В.Богданкевич и др.; Под общ.ред. В.Н.Шимова. - Мн.: БГЭУ, 2005. - 846с. 4. Кузмич, Т. Переоценка основных средств – важный инструмент хозяйствования, источник формирования собственного капитала // Финансы, учет, аудит. - 2008. - №8. - с.9-13. 5. Панина, М.Н. Воспроизводственный аспект действующей амортизационной политики / Н.М. Папина // Финансовый директор. 2006. - № 1 С 27-36. 6. Постановление Министерства финансов Республики Беларусь от 08.12.2003г. №168 «Об утверждении типовых унифицированных форм первичной учетной документации по учету основных средств и нематериальных активов и инструкции о порядке заполнения бланков типовых унифицированных форм первичной учетной документации по учету основных средств и нематериальных активов»// НЭГ 2004. 7. Постановление Министерства финансов Республики Беларусь «Об утверждении положения по бухгалтерскому учету основных средств и нематериальных активов» №89 от 7.01.2005г. 8. Постановление Министерства экономики Республики Беларусь, Министерства финансов Республики Беларусь, Министерства статистики и анализа Республики Беларусь, Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь от 30.03.2004 №87/55/33/5 «Об утверждении положения о порядке начисления амортизации основных средств и нематериальных активов». 9.Постановление Министерства финансов Республики Беларусь «Об утверждении инструкции о порядке бухгалтерского учета основных средств» от 20 декабря 2001г. №127 // Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь 11.01.2002г. №8/7664.

УДК 338.65

Королько А.А, Гарбар И.С.

ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ФОРМЫ ОБНОВЛЕНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

Выбор формы обновления (капитальный ремонт, модернизация или приобретение нового оборудования) осуществляется путем сопоставления капитальных вложений, себестоимости продукции и производительности оборудования по сравниваемым вариантам.

Целесообразность капитального ремонта очевидна, если затраты на него (K_p) меньше затрат на новое оборудование (K_n), себестоимость производства продукции (C_p) меньше себестоимости ее изготовления на новой машине (C_n), а производительность отремонтированной машины (P_p) больше производительности новой (P_n). Если эти условия ($K_p < K_n$, $C_p < C_n$, $P_p > P_n$) не соблюдаются, то целесообразней приобрести новую машину [1].

Однако на практике условия $C_p < C_n$ и $P_p > P_n$ встречаются весьма редко. В большинстве случаев производительность машин после капитального ремонта ниже, а себестоимость продукции выше, чем у новой. В этом случае необходимо рассчитать потери на эксплуатационных расходах (Δ_n) за период (T) работы оборудования от окончания ремонта до начала следующего ремонта по формуле:

$$\Delta_n = (C_p - C_n) \times T \times P_p. \quad (1)$$

Для окончательного определения целесообразности капитального ремонта эти потери следует сопоставить с экономией на капитальных затратах. Если последняя больше потерь на эксплуатационных расходах, то капитальный ремонт эффективен, если меньше - неэффективен.

В общем виде экономическая целесообразность капитального ремонта должна удовлетворять неравенству:

$$K_n - K_p > (C_p - C_n) \times T \times \Pi_p, \quad (2)$$

При выяснении экономической целесообразности модернизации показатели ее эффективности необходимо сравнить с аналогичными показателями новой машины.

Экономическая целесообразность модернизации оборудования по сравнению с заменой его новым может быть установлена на основе неравенства:

$$K_n - K_m > (C_m - C_n) \times T \times \Pi_m, \quad (3)$$

где K_m – затраты на модернизацию;

C_m – себестоимость изготовления продукции после модернизации;

Π_m – производительность модернизированной машины.

Приведенные соотношения показывают, что потери на эксплуатационных расходах за период службы капитально отремонтированных или модернизированных средств труда, вызванные более высокой себестоимостью изготовления продукции в сравнении с себестоимостью ее изготовления на новом оборудовании (правая часть неравенства), должны быть меньше разницы между затратами на новое оборудование и капитальный ремонт (модернизацию) старого (левая часть неравенства) [2].

Эффективность использования основных фондов оценивается системой показателей (рис. 1).



Рис. 1. Система показателей оценки эффективности использования основных фондов

Одним из важнейших среди них является фондоотдача (Фот). Она определяется отношением объема продукции в денежном выражении (ОП) к среднегодовой стоимости основных фондов (ОФср):

$$\Phi_{от} = \frac{ОП}{ОФ_{ср}} \times 100\% \quad (4)$$

Величина, обратная фондоотдаче, называется фондоемкостью. Она определяется стоимостью основных фондов, приходящейся на единицу годового объема произведенной продукции.

Рентабельность основных фондов (Ро.ф) рассчитывается по формуле:

$$P_{о.ф} = \frac{БП}{ОФ_{ср}} \times 100\%, \quad (5)$$

где БП – балансовая прибыль, млн. руб.

Рентабельность производства (Рп) определяется по формуле:

$$P_n = \frac{БП}{ОФ_{ср} + H_{о.с}}, \quad (6)$$

где $H_{о.с}$ – величина нормируемых оборотных средств.

Коэффициент использования производственной мощности рассчитывается по формуле:

$$K_{и.м} = \frac{ОП}{ПМ} \times 100\%, \quad (7)$$

где ПМ – производственная мощность предприятия в условно-натуральных, натуральных показателях;

ОП – фактический объем выпуска продукции в тех же единицах.

Показатель экстенсивного использования машин и оборудования (Кэ) характеризует степень их использования во времени и определяется отношением фактического времени работы машин и оборудования (Вф) к календарному, режимному, плановому (Вк):

$$K_э = \frac{В_{ф}}{В_{к}} \quad (8)$$

Календарное время работы машин и оборудования – это время, в течение которого оно числится в составе действующих основных фондов. Например, если машины и оборудование находятся в эксплуатации с начала года, календарное время равно произведению календарного числа дней в году на число часов в сутки и составит в год 8760 часов.

Режимное время работы машин и оборудования зависит от режима работы, принятого для данного предприятия (прерывная или непрерывная рабочая неделя, число смен работы в сутки).

Показатель интенсивного использования машин и оборудования (Ки) характеризует их использование в единицу времени и определяется отношением фактической производительности машины в единицу времени (Пф) к технической или плановой (Ппл):

$$K_u = \frac{П_{ф}}{П_{пл}} \quad (9)$$

Использование машин и оборудования и по времени, и по мощности характеризуется показателем интегральной нагрузки (Кинт), определяемым произведением показателей экстенсивного и интенсивного использования машин и оборудования.

В качестве дополнительных показателей использования машин и оборудования применяется коэффициент сменности (Ксм). Он определяется отношением общего количества машино-смен, отработанных во всех сменах машинами или оборудованием данного вида, к плановому фонду времени.

$$K_{см} = \frac{T_{ф}}{n \times D_{см} \times M}, \quad (10)$$

где $T_{ф}$ – фактическое число рабочего времени машины;

n – число рабочих дней;

$D_{см}$ – продолжительность смены;

M – среднесписочное число машин.

Показатели эффективности использования основных фондов могут быть улучшены за счет [3]:

- совершенствования организации производства и труда, ликвидации внеплановых простоев;
- сокращения времени и повышения качества ремонтов;
- вовлечения в работу бездействующих основных фондов;
- модернизации и автоматизации оборудования;
- повышения квалификации кадров;
- совершенствования техники и технологии.

ЛИТЕРАТУРА

Акбердин, Р.З. Экономика обновления парка оборудования в машиностроении. – М.: Машиностроение, 1987 г. – 184 с. 2. Захаров, В.Г. Особенности воспроизводства основных фондов в условиях НТР. – М.: Экономика, 1972 г. – с. 199. 3. Ревенко, Н.Ф. Расчет эффективности новой техники с учетом затрат на эксплуатацию и ремонт // Социально-экономическая эффективность от внедрения новой техники. – Устинов, 1986 г. – с. 146. 4. Панина, Н.М. Воспроизводственный аспект новой амортизационной политики // Финансы, учет, аудит. – 2006. – №8. – с. 22-27. 5. Статистический ежегодник Республики Беларусь. 2008 / Мин-во стат. и анализа Респ. Беларусь. 2008.

УДК 338.65

Королько А.А., Гарбар И.С., Овчинникова М.Н.

ПРОБЛЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА И ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОСНОВНЫХ СРЕДСТВ

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

Развитие рыночных отношений и вхождение Республики Беларусь как независимого государства в мировое экономическое сообщество существенным образом определяют значимость повышения конкурентоспособности продукции. Одним из основных направлений решения этой проблемы является обеспечение высокого уровня качества изделий.

Повышение качества продукции в последние 25-30 лет занимает ведущее место в общей проблеме роста эффективности общественного производства. Качество продукции фактически является одним из основных и обобщающих результатов научно-технического прогресса (НТП). Его высокий уровень проявляется, прежде всего, в увеличении степени удовлетворения

потребности в продукции, экономии средств и ресурсов, росте престижности изготовителя и улучшении морально-нравственного климата на производстве [1].

Повышение качества основных средств, участвующих в общественном производстве и выполняющих функции орудий труда, непосредственно связано с их экономической эффективностью. На современном этапе повышение качества продукции машиностроения – одно из основных направлений интенсификации народного хозяйства. Это обусловлено ролью машиностроения как материальной базы технического перевооружения общественного производства.

Общей закономерностью развития технических систем является их дальнейшее усложнение, в связи с чем усложняется и проблема обеспечения надежности машин. При этом требования, предъявляемые к уровню надежности, также возрастают, поскольку потери вследствие отказа технической системы адекватны степени ее сложности. Усложняются также процессы создания и освоения производства новой техники, увеличивается их трудо- и материалоемкость, фондовооруженность и сложность управления. Эти и другие явления, характерные для периода ускорения темпов НТО, обостряют проблему качества продукции. В комплексе мероприятий, направленных на повышение качества продукции машиностроения, можно отметить ряд негативных тенденций, которые тормозят, а в некоторых случаях и отодвигают назад решение этих вопросов.

Так, нередко случаи, когда создаются и осваиваются в производстве новые модели, а рост цен на них опережает увеличение их производительности. Это ведет к повышению фондоемкости продукции в сфере использования техники и к снижению фондоотдачи. В отраслях, применяющих продукцию машиностроения, параметры оборудования с достаточно высоким техническим уровнем часто значительно недоиспользуются. Отдельные свойства машин в этом и других примерах не находят полного применения. Это обусловлено главным образом недостаточным выпуском оборудования с пониженными параметрами и несоответствием структуры выпускаемого оборудования потребностям в нем.

Причиной этих и подобных им явлений в большинстве случаев следует считать превалирование технического подхода к определению качества машин производственного назначения. При этом качество техники характеризуется совокупностью показателей, отражающих отдельные ее свойства (технологичность, экономичность, надежность и т.п.). Мероприятия по улучшению качества нередко сводятся лишь к повышению технического уровня машины. В основном такой подход реализован в существующих системах управления качеством продукции, так как оценка качества и управление им строятся прежде всего на основе понимания его сущности. Такая трактовка качества машин недостаточно ориентирует создателей новой техники на улучшение конечных результатов ее применения и слабо увязана с задачами повышения конкурентоспособности продукции. На основе этого можно сделать вывод о недостаточности теоретической осмысленности проблемы качества машинной техники, о недопонимании его сущности в практике. Важность вопроса подкрепляется также требованием стандартизации терминологии, которая приобретает большое значение в условиях развития международного научно-технического и экономического сотрудничества.

Внимание к проблеме повышения качества изделий, усилившееся в середине 60-х годов, оказало заметное влияние на трактовку понятия качества продукции. В большей степени проявляется стремление рассматривать качество с позиций потребителя. Об этом свидетельствуют результаты опроса отечественных и зарубежных специалистов, проведенного в 1966 году редакцией бюллетеня "Техническая эстетика" (см. бюллетень "Техническая эстетика" за 1966 г., № 3, 4, 5, 7).

Аналогичный подход наблюдается и в ряде работ, появившихся в этот период. Например, голландские специалисты Дж.Эттингер и Д.Ситти отмечают, что определение качества продукции связано прежде всего с потреблением. Под качеством они понимают "степень соответствия данного продукта требованиям, предъявляемым к этому продукту его назначением". По мнению английского специалиста Р.К. Грунау, качество продукции является ее способностью удовлетворять предъявляемые к нему требования [3].

Наконец, формулировка последнего времени определяет качество продукции преимущественно с позиций удовлетворения ею конкретных потребностей. Появление этой формулировки в определенной степени завершает развитие понятия качества.

Полезность продукции зависит также от затрат, которые общество признает необходимыми при ее производстве. Полезность продукции наиболее высокого уровня качества, но изготовленной ценой больших затрат труда, может оказаться меньшей, чем при производстве продукции наиболее низким уровнем качества, но сравнительно малыми затратами.

Степень полезности продукции зависит также от ряда других, внешних по отношению к ней экономических, социальных и политических факторов, формирующих ситуацию на рынке и в сферах ее производства и применения. При сравнении альтернативных видов продукции учет в данных условиях потребительских свойств и затрат, осуществляемых при их приобретении и применении, служит основой оценки уровня их конкурентоспособности [4]. Таким образом, степень полезности продукции определяет и уровень ее конкурентоспособности.

Качество продукции является одной из составляющих ее потребительной стоимости. В отличие от потребительной стоимости, оцениваемой с точки зрения удовлетворения потребности с учетом всех факторов и условий, в которых существует потребность, качество связано с удовлетворением потребности лишь в отношении целевой функции, т.е. назначения продукции. Из этого следует, что задача создателей новых видов продукции заключается в достижении оптимального уровня ее качества для наиболее полного удовлетворения существующих личных и общественных потребностей при учете всех факторов и условий, в которых они существуют.

Потребности, как известно, носят конкретно-исторический характер. С развитием производительных сил, изменением производственных отношений, повышением материального и духовного уровня жизни людей и т. д. развиваются и расширяются потребности. Развитие потребностей, а также различие в условиях потребления аналогичной продукции обуславливают относительный характер уровня ее качества. Изделия с высоким уровнем качества на одном этапе не будут удовлетворять потребителя на более позднем этапе развития. Процесс этот закономерный.

Рассматривая сущность качества основных средств производственного назначения, необходимо исходить из потребности, которую они удовлетворяют. Применение машин обусловлено главным образом необходимостью удовлетворения потребности в экономии труда, т.е. росте его производительности, которая названа "первой и безграничной" потребностью общества [6]. Под экономией труда здесь следует понимать экономию, как живого, так и прошлого труда. Данная потребность общества является одним из основных проявлений всеобщего закона экономии времени.

Объем продукции, исчисляемой в стоимостном выражении (будь то валовая, реализованная либо нормативно-чистая продукция) длительное время являлся основным оценочным показателем деятельности отдельных предприятий и целых отраслей. Кроме того, на основе объемного стоимостного показателя определялся такой фондообразующий показатель, как производительность труда, а также фонд заработной платы, фондоотдача и др. Заинтересованность в росте объема продукции в стоимостном выражении объективно обуславливает производство сложной, громоздкой и материалоемкой техники повышенной мощности. Стремление к повышению валовых показателей являлось также побудительным мотивом завышения цен. Достаточно четко проявлялась тенденция скрытого и явного роста цен и на продукцию машиностроения.

Таким образом, даже весьма укрупненный анализ причинно-следственных связей приводит к выводу, что одной из основных причин недостаточной эффективности новой техники являлось несовершенство хозяйственного механизма, проявлявшееся на самом верхнем иерархическом народнохозяйственном уровне. Причиной недоиспользования параметров оборудования было также приобретение его предприятием за счет централизованно выделенных средств. Нередки были случаи, когда такие "даровые" станки с числовым программным управлением использовались на поточной линии взамен специализированного оборудования.

Кроме отмеченного, эффективность использования основных средств определенным образом зависит от связей межотраслевого (или межпроизводственного) характера. Это обу-

словлено тем, что в современных условиях практически любой вид техники работает в агрегате, комплексе либо технологической линии с другим оборудованием. Иными словами, эффективность конкретной машины проявляется в условиях ее функционирования в системе машин. Элементы этой системы нередко являются продукцией различных отраслей. В связи с этим весьма важно при создании новой техники обеспечить соответствие ее параметров с сопрягаемой техникой для обеспечения пропорциональности производственного процесса, в реализации которого эти виды оборудования будут участвовать.

Следует отметить, что вопросам обеспечения пропорциональности производственных процессов уделяется недостаточно внимания. Об этом свидетельствуют нередкие факты простаивающих машин в сельском хозяйстве, на транспорте и т. д. Исследования показывают, что даже в поточном производстве на однопредметных поточных линиях пропорциональность обеспечивается в среднем лишь на 70-80%, т. е. оборудование на отдельных операциях простаивает по этой причине 20-30% рабочего времени [5].

Проблема обеспечения высоких эксплуатационных показателей техники (надежности, производительности, условий труда и др.) носит преимущественно отраслевой характер, хотя определенным образом в качестве комплектующих изделий проявляются и межотраслевые связи. Уровень этих показателей во многом определяется степенью прогрессивности организации и технологии процессов создания и освоения производства техники, а также уровнем управления ее качеством. Решению этих вопросов посвящено немало научных и прикладных работ.

При создании новых машин не уделяется должного внимания снижению их материалоемкости. Этот показатель по сельскохозяйственным машинам, металлорежущему оборудованию и другой распространенной технике нередко на 20-40%, а то и в 2 раза выше, чем у зарубежных аналогов. Материалоемким является само производство в машиностроении.

Эффективность применения машинной техники во многом определяется группой факторов, характерных для сферы эксплуатации оборудования на предприятиях. При этом могут проявляться факторы регионального характера, включающие природно-климатические условия (для машин, используемых на открытом воздухе), демографическую обстановку, развитие инфраструктуры, национальные особенности, традиции и пр. В комплексе с ними и частично под их влиянием на результаты эксплуатации техники воздействует система производственно-технологических и социально-экономических условий в конкретном месте использования техники. Сюда относятся: тип производства и его организационно-технический уровень, особенности его технологии, производственная мощность ремонтной базы, степень внедрения хозяйственных принципов производства, обеспеченность кадрами операторов, их квалификация в отношении к используемой технике и др.

Следует отметить, что ремонтная база машиностроительных предприятий характеризуется недостаточно высоким уровнем. Это является одной из основных причин немалых затрат на содержание оборудования. Степень механизации труда рабочих-ремонтников примерно в 3 раза ниже, чем в основном производстве. Этим во многом объясняется высокая численность рабочих ремонтного производства. Так, их количество, занятое в сфере капитального и текущего ремонтов металлообрабатывающего оборудования, в 5 раз больше, чем численность рабочих, изготавливающих это оборудование.

Как показывает практика, использование планово-предупредительной системы ремонта дает существенную экономию не только на машиностроительных предприятиях, но и в других отраслях. Одним из резервов эффективности можно считать обслуживание техники предприятиями – изготовителями (так называемый фирменный метод технического обслуживания и ремонта машин). Высокая эффективность этого вида обслуживания подтверждается зарубежным опытом [2].

Во многих отраслях народного хозяйства достаточно остро проявляется проблема нехватки механизаторских кадров, а нередко и недостаточной их квалификации. Как показывает практика машиноиспользования, уровень производительности оборудования, достигаемый на испытаниях при использовании высококвалифицированных операторов, нередко осваивается в рядовой эксплуатации лишь на 70-80%.

Влияние производственных отношений на уровень экономической эффективности основных производственных средств требует более детального исследования. При этом важно определить основные причины или генезис хозяйственного механизма, обуславливающего низкую эффективность обновления орудий труда. Это особенно важно в переходный период развития экономики при формировании новых форм производственных отношений, основанных на рыночных принципах.

ЛИТЕРАТУРА

Маршал, А. Принципы экономической науки. - Т. 1. Перевод с англ. - М.: Прогресс; Универс, 1993 г.- 415 с. 2. Статистический ежегодник Республики Беларусь. 2008 / Мин-во стат. и анализа Респ. Беларусь. 2008. 3. Ревенко, Н.Ф. Расчет эффективности новой техники с учетом затрат на эксплуатацию и ремонт // Социально-экономическая эффективность от внедрения новой техники. - Устинов, 1986 г. - с. 146. 4. Сергеев, И.В. Экономика предприятия. – М.: Финансы и статистика, 2001. - 304 с. 5. Тимофеев, В.Н. Экономическая эффективность машин: основные факторы, резервы повышения, управления. – Харьков: Основа, 1990 г. - 156 с. 6. Ткачук, М.И., Киреева Е.Ф. Основы финансового менеджмента: Учеб.пособие / М.И.Ткачук, Е.Ф.Киреева. - Мн.: Книжный Дом; Экоперспектива, 2005. -416с.

УДК 658 (0.75.8)

Королько А.А, Гриневиц О.А.

ЛИЗИНГ КАК ФОРМА ИНВЕСТИЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

Одним из наиболее реальных экономических рычагов, который позволяет приобретать дорогостоящие активы для создания и развития бизнеса, является на сегодняшний день лизинг. Этот термин, пришедший в наш лексикон из английского языка и английской экономической системы, сегодня как нельзя лучше отвечает актуальным потребностям развития бизнеса. Фактически, лизинг представляет собой долгосрочную аренду с правом выкупа предмета аренды по остаточной стоимости по истечении срока договора. Однако можно рассматривать лизинг также и как финансовый инструмент, более близкий кредитованию.

Лизинг – это сложная операция, имеющая и признаки аренды, и признаки кредита.[1]

Сегодня лизинг является одним из наиболее эффективных финансовых инструментов, представляющим реальную возможность обновлять основные фонды, снижать налоговые и оперативные издержки. Однако в области лизинга остается много неясных вопросов.

На рынке лизинга в Беларуси было отмечено, что, несмотря на очевидный рост лизинга – по данным Минстата стоимость переданного в лизинг имущества выросла с 564млрд.руб. в 2004г. до 1трлн 16млрд руб.

В 2006г. – по показателю отношения к инвестициям в основной капитал Беларусь в 2006г. не дотягивает до общеевропейского уровня (5,3% против 17% в общем по Европе).

Вообще в Беларуси сложилась ситуация, когда с одной стороны рынок лизинга характеризуется неплохими показателями развития (отношение нового бизнеса к ВВП в 2006г. – 1,3%, при среднем по Европе – 1,67%). Поэтому была отмечена наметившаяся стагнация рынка лизинга в Беларуси при достаточно высокой стадии его развития (мы находимся на 3-ей, начале 4-ой стадии из 6-ти). [2]

При выделении видов лизинга исходят прежде всего из признаков их классификации, которые характеризуют: отношение к арендуемому имуществу; тип финансирования лизинговой операции; тип лизингового имущества; состав участников лизинговой сделки; тип передаваемого в лизинг имущества; степень окупаемости лизингового имущества; сектор рынка, где проводятся лизинговые операции; отношение к налоговым, таможенным и амортизационным льготам и преференциям; порядок лизинговых платежей.

Формы лизинга:

1. По типу имущества:

- лизинг движимого имущества (оборудование, техника, автомобили, суда, самолеты и т.п.), в том числе нового и бывшего в употреблении.
- лизинг недвижимости (арендодатель строит или покупает здания, сооружения по поручению арендатора).
- лизинг имущества бывшего в употреблении.

2. По степени окупаемости имущества:

- лизинг с полной окупаемостью (в течении срока действия договора происходит полная выплата стоимости арендного имущества)
- лизинг с неполной окупаемостью, при котором в течение срока действия одного лизингового договора происходит частичная амортизация имущества и окупается только часть ее.

3. В зависимости от степени амортизации:

- с полной;
- с неполной.

4. По объему оказываемых услуг (объему обслуживания):

- чистый (все расходы по обслуживанию имущества принимает на себя лизингополучатель. Большинство услуг на отечественном лизинговом рынке оборудования являются чистыми.
- полный (лизингодатель принимает на себя все расходы по обслуживанию имущества. Его используют, как правило, сами изготовители оборудования. По стоимости полный лизинг один из самых дорогих).
- частичный, (с частичным набором услуг), когда на лизингодателя возлагаются лишь отдельные функции по обслуживанию имущества.

5. От сектора рынка:

- внутренний (все участки сделки находятся в одной стране);
- международный (внешний), к нему относятся сделки, в которых хотя бы одна из сторон принадлежит разным странам. К этому же виду лизинга относят и сделки, проводимые лизингодателем и лизингополучателем одной страны, если хотя бы одна из сторон ведет свою деятельность и имеет капитал совместно с зарубежной фирмой.

Внешний лизинг, в свою очередь, подразделяется на импортный, когда зарубежной стороной является лизингодатель, и экспортный, когда зарубежной стороной является лизингополучатель.

6. По характеру лизинговых платежей:

- лизинг с денежным платежом (все платежи в денежной форме);
- лизинг с компенсационным платежом (поставка товаров, произведенных на арендуемом оборудовании);
- со смешанным платежом.

7. По отношению к налоговым и амортизационным льготам различают:

- действительные (с использованием льгот по налогообложению имущества, прибыли, НДС, различных сборов, ускоренной амортизации);
- фиктивных (без использования);
- смешанных.

8. По составу участников сделки:

- прямой, при котором собственник имущества (поставщик) самостоятельно сдает объект в лизинг (двухсторонняя сделка). По сути, эту сделку нельзя назвать классической лизинговой сделкой, так как в ней не участвует лизинговая компания.
- косвенный, когда передача имущества в лизинг происходит через посредника. Такого рода сделка схожа с классической лизинговой операцией, так как в ней участвуют поставщик, лизингодатель и лизингополучатель, причем каждый из них выступает самостоятельно.[3]

Государство предпринимает очевидные шаги по экспансии на рынок лизинга. В последнее время принято несколько документов, благоприятствующих экспорту белорусской продукции в лизинг.

Ключевыми факторами успеха лизинговой компании являются квалифицированный персонал и безопасность.

Лизинговая компания как субъект инвестиционной деятельности (инвестор) осуществляет вложения в другие предприятия в виде предоставления во владение и пользование основных средств, нематериальных активов и прочего лизингового имущества.

Таким образом, экономический смысл лизинга как инвестиционной деятельности состоит в инвестировании капитала в предприятия-лизингополучатели с взиманием за это платы, которая и является доходом лизинговой компании. Трактовка лизинга как особого вида инвестиционной деятельности позволяет легко определить как сумму инвестиций, так и доход лизинговой компании, что в свою очередь позволяет соблюдать установившиеся на территории Республики Беларусь правила ведения бухгалтерского учета и четко определить базу налогообложения. Сумма инвестиций в предприятия-лизингополучатели есть ничто иное, как сумма расходов, связанных с приобретением лизингового имущества, которые понёс лизингодатель как до договора передачи имущества во владение и пользование, так и после.

Прежде всего, рассмотрим изменения в трактовке понятий "доходы и расходы лизингодателя и лизингополучателя".

Ранее доходом лизингодателя являлась разница между общей суммой лизинговых платежей, получаемых лизингодателем от лизингополучателя, и суммой, возмещающей стоимость лизингового имущества.

В соответствии с Методическими рекомендациями по расчёту лизинговых платежей выручка от сделки определяется в сумме лизинговых платежей, которые включают в себя амортизационные отчисления, сумму вознаграждения лизингодателю, плату за дополнительные услуги лизингодателя, предусмотренные договором, НДС. [4]

В проекте лизинговых операций наиболее сложным моментом является определение суммы лизинговых платежей, причитающихся лизингодателю.

В состав лизингового платежа входят следующие основные элементы:

1. *амортизация;*
2. *плата за ресурсы, привлекаемые лизингодателем для осуществления сделки;*
3. *лизинговая маржа, включающая доход лизингодателя за оказываемые услуги;*
4. *рисковая премия, величина которой зависит от уровня различных рисков, которые несет лизингодатель.*

Вместе эти элементы составляют лизинговый процент.

Расчет амортизационных отчислений, причитающихся лизингодателю:

$$A = C * N_a * T,$$

где A – амортизационные отчисления;

C – стоимость оборудования;

N_a – норма амортизационных отчислений на полное восстановление;

T – период действия лизингового соглашения, лет.

Расчет величины платы за используемые ресурсы:

$$П_{кр} = \frac{K_p \times r}{100\%},$$

где $П_{кр}$ – плата за пользование кредитными ресурсами;

K_p – величина кредитных ресурсов, привлекаемых для проведения лизинговой операции;

r – процентная ставка по кредиту.

$$K_p = \sum \frac{C_n + C_k}{2},$$

где C_n – стоимость оборудования на начало года;

C_k – стоимость оборудования на конец года;

Расчет величины комиссионных выплат:

$$П_{КОМ} = \frac{K_P \times C_{КОМ}}{100\%},$$

где $P_{ком}$ – плата по комиссии;

$C_{ком}$ – ставка комиссионных выплат.

Расчет величины дополнительных затрат лизингодателя:

$$П_{доп} = P_{ком} + P_y + P_p + P_{др},$$

где $P_{доп}$ – оплата дополнительных расходов лизингодателя;

$P_{ком}$ – командировочные расходы работников лизингодателя;

P_y – расходы на оплату услуг;

P_p – расходы на рекламу;

$P_{др}$ – другие виды расходов лизингодателя.

Расчет общей суммы выплат лизингодателю по лизинговому соглашению осуществляется суммированием всех выше приведенных элементов:

$$ЛВ = A + П_{кр} + П_{ком} + П_{доп}.$$

Из анализа приведённых определений, а также с учетом положений налогового законодательства можно сделать следующие выводы:

- выручка от реализации лизинговых услуг формируется в сумме лизинговых платежей;
- расходы лизингодателя на оказание дополнительных услуг включаются в затраты лизингодателя на осуществление им лизинговой деятельности. [5]

Доходом лизингодателя является его вознаграждение – денежная сумма, предусмотренная договором лизинга сверх возмещения инвестиционных затрат (издержек). Она включает в себя: оплату услуг по осуществлению лизинговой сделки; процент за использование собственных средств лизингодателя, направленных на приобретение предмета лизинга и (или) на выполнение дополнительных услуг, если их предоставление предусмотрено договором лизинга.

Таким образом, под доходом лизингодателя понимается не вся сумма лизинговых платежей или разница между суммой лизинговых платежей и стоимостью лизингового имущества (как определялось ранее), а только его вознаграждение, определённое сверх инвестиционных затрат. В затратах лизингодателя выделяются инвестиционные затраты (издержки) и расходы на осуществление лизингодателем его основной деятельности, а под прибылью понимается "разница между доходами лизингодателя и его расходами на осуществление основной деятельности лизингодателя".

Под инвестиционными затратами (издержками) понимаются расходы и затраты (издержки) лизингодателя, связанные с приобретением и использованием предмета лизинга лизингополучателем.

По экономическому содержанию лизинг относится к прямым инвестициям, в ходе исполнения которых лизингополучатель обязан возместить лизингодателю инвестиционные затраты (издержки), осуществленные в материальной и денежной формах, и выплатить вознаграждение. Учет капитальных затрат, как и затрат по текущим операциям, связанным с реализацией договора у лизингодателя и лизингополучателя, зависит от условий договора, в том числе от того, кто является балансодержателем лизингового имущества.

Лизинговые платежи должны включать все затраты лизингодателя, предусмотренные договором, причем эти затраты должны быть обоснованы.

К моменту ввода в эксплуатацию объекта лизинга часть расходов уже точно известна и учтена в стоимости лизингового имущества.

Однако такие расходы, как затраты на проведение капитального ремонта или гарантийное обслуживание, могут быть представлены при расчете лизингового платежа только плановыми показателями, которые должны быть согласованы сторонами.

В течение действия договора лизинга возможны значительные отклонения от плановых показателей, что может привести к существенному ухудшению финансового состояния лизин-

годателя. В связи с этим в договоре можно оговорить условия изменения лизинговых платежей (например, при увеличении расходов лизингодателя по услугам более чем на 10%).

В течение действия договора может также возникнуть необходимость оказания лизингодателем дополнительных услуг, не учтенных договором. В этом случае лизинговые платежи также могут быть пересмотрены, либо услуги оказаны по отдельному договору.

Участникам лизинговых сделок следует учитывать, что установлена новая норма, позволяющая лизингодателю предоставлять отсрочку лизингополучателю по уплате лизинговых платежей на срок не более чем на шесть месяцев с момента начала использования предмета лизинга.

Рассмотренные вопросы позволяют сделать следующие выводы:

- инвестиционные издержки возмещаются лизингополучателем по фактическим затратам, так как в противном случае неизбежно возникает прибыль или убыток в виде разницы между суммой лизингового платежа, включающего плановые показатели издержек, и фактически понесенными затратами;
- из общей совокупности затрат лизингодателя выделяются инвестиционные (прямые) и общехозяйственные (косвенные) затраты.

При этом инвестиционные затраты не участвуют в расчете прибыли. Прибыль рассчитывается, исходя из вознаграждения и общехозяйственных затрат.

ЛИТЕРАТУРА

1. Банковский портал - <http://bankintegro.ru> 2. Итоги конференции «Лизинг в Беларуси – 2008: тренды и проблематика развития. Инвестиции в инновации. Зарубежный опыт» – <http://www.infobank.by> 3. Информационно-познавательный портал – <http://www.ref.by> 4. Рзаев А.М. Лизинг в России: становление и развитие./ Московский международный институт эконометрики, информатики, финансов и права. – М., 2003. – 42 с. 5. Чекмарева Е. Н. Лизинговый бизнес. М., Экономика, 1994 г., 127 с

УДК 658(075.8)

Королько А.А., Лебедева Е.В.

СУЩНОСТЬ И ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНКИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОСНОВНЫХ ФОНДОВ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ МАШИНОСТРОЕНИЯ

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

Основные фонды (в стоимостной оценке основные средства, основной капитал) представляют собой совокупность материально-вещественных ценностей, используемых в качестве средств труда, которые длительное время неоднократно или постоянно в неизменной натуральной форме используются в производстве, постепенно перенося свою стоимость на создаваемые продукты и услуги. В практике учета и статистики к основным фондам относят объекты со сроком службы не менее года и стоимостью выше определенной величины, устанавливаемой в зависимости от динамики цен на продукцию фондообразующих отраслей.

К основным фондам, в частности, относятся здания, сооружения, передаточные устройства, рабочие и силовые машины и оборудование, измерительные и регулирующие приборы и устройства, производственный, хозяйственный инвентарь и принадлежности, рабочий и продуктивный скот, многолетние насаждения и прочие основные фонды.

Одной из наиболее важных задач развития промышленности является обеспечение производства прежде всего за счет повышения его эффективности и более полного использования внутрихозяйственных резервов. Для этого необходимо рациональнее использовать основные фонды и производственные мощности.

Увеличение объемов производства промышленной продукции достигается за счет:

- 1) ввода в действие основных фондов и производственных мощностей;
- 2) улучшения использования действующих основных фондов и производственных мощностей.

Все показатели использования основных фондов могут быть объединены в три группы:

- показатели экстенсивного использования основных фондов, отражающие уровень использования их по времени;
- интенсивного использования основных фондов, отражающие уровень их использования по мощности (производительности);
- интегрального использования основных фондов, учитывающие совокупное влияние всех факторов – как экстенсивных, так и интенсивных.

Показатели экстенсивного использования. К ним относятся: коэффициент экстенсивного использования оборудования, коэффициент сменности работы оборудования, коэффициент загрузки оборудования, коэффициент сменного режима времени работы оборудования.

Коэффициент экстенсивного использования оборудования ($K_{экт}$) определяется отношением фактического количества часов работы оборудования к количеству часов его работы по плану

$$K_{экт} = \frac{t_{обор.ф.}}{t_{обор.пл.}}, \quad (1)$$

где $t_{обор.ф.}$ – фактическое время работы оборудования, ч;

$t_{обор.пл.}$ – время работы оборудования по норме (устанавливается в соответствии с режимом работы предприятия и с учетом минимально необходимого времени для проведения планово-предупредительного ремонта), ч.

Экстенсивное использование оборудования характеризуется также коэффициентом сменности его работы, который определяется как отношение общего количества отработанных оборудованим данного вида в течение дня станкосмен к числу станков, работавших в наибольшую смену. Исчисленный таким образом коэффициент сменности показывает, во скольких сменах в среднем ежегодно работает каждая единица оборудования.

Предприятия должны стремиться к увеличению коэффициента сменности работы оборудования, что ведет к увеличению выпуска продукции при тех же наличных фондах.

Основные направления повышения сменности работы оборудования:

- повышение уровня специализации рабочих мест, что обеспечивает рост серийности производства и загрузку оборудования;
 - повышение ритмичности работы;
 - снижение простоев, связанных с недостатками в организации обслуживания рабочих мест, обеспечении станочников заготовками, инструментами;
 - лучшая организация ремонтного дела, применение передовых методов организации ремонтных работ;
 - механизация и автоматизация труда основных и особенно вспомогательных рабочих.
- Это позволит высвободить рабочую силу и перевести ее с тяжелых вспомогательных работ на основные работы во вторую и третью смены.

Коэффициент загрузки оборудования также характеризует использование оборудования во времени. Он устанавливается для всего парка машин, находящихся в основном производстве, и рассчитывается как отношение трудоемкости изготовления всех изделий на данном виде оборудования к фонду времени его работы. Таким образом, коэффициент загрузки оборудования в отличие от коэффициента сменности учитывает данные о трудоемкости изделий. На практике коэффициент загрузки обычно принимают равным величине коэффициента сменности, уменьшенной в 2 раза (при двухсменном режиме работы) или в 3 раза (при трехсменном режиме).

На основе показателя сменности работы оборудования рассчитывается, и коэффициент использования сменного режима времени работы оборудования. Он определяется делением достигнутого в данном периоде коэффициента сменности работы оборудования на установленную на данном предприятии (цехе) продолжительность смены.

Однако процесс использования оборудования имеет и другую сторону. Помимо его внутрисменных и целодневных простоев важно знать, насколько эффективно используется оборудование в часы его фактической загрузки. Оборудование может быть загружено полностью, может работать на холостом ходу и в это время вообще не производить продукции, а может, работая, выпускать некачественную продукцию. Во всех этих случаях, рассчитывая показатель экстенсивного использования оборудования, формально мы получим высокие результаты. Однако, они еще не позволяют сделать вывод об эффективном использовании основных фондов.

Показатели интенсивного использования. Полученные результаты должны быть дополнены расчетами второй группы показателей — интенсивного использования основных фондов, отражающих уровень их использования по мощности (производительности). Важнейшим из них является коэффициент интенсивного использования оборудования.

Коэффициент интенсивного использования оборудования определяется отношением фактической производительности основного технологического оборудования к его нормативной производительности, т.е. прогрессивной технически обоснованной производительности. Для расчета этого показателя используют формулу

$$K_{инт.} = \frac{B_{ф.}}{B_{н.}}, \quad (2)$$

где $B_{ф.}$ — фактическая выработка оборудованием продукции в единицу времени;

$B_{н.}$ — технически обоснованная выработка оборудованием продукции в единицу времени (определяется на основе паспортных данных оборудования).

Показатели интегрального использования. К ним относятся коэффициент интегрального использования оборудования, коэффициент использования производственной мощности, фондоотдача и фондоемкость продукции.

Коэффициент интегрального использования оборудования определяется как произведение коэффициентов интенсивного и экстенсивного использования оборудования и комплексно характеризует эксплуатацию его по времени и производительности (мощности). Значение этого показателя всегда ниже значений двух предыдущих, так как он учитывает одновременно недостатки и экстенсивного, и интенсивного использования оборудования.

Результатом лучшего использования основных фондов является прежде всего увеличение объема производства. Поэтому обобщающий показатель эффективности основных фондов должен строиться на принципе соизмерения произведенной продукции со всей совокупностью примененных при ее производстве основных фондов. Это и будет показатель выпуска продукции, приходящийся на 1 рубль стоимости основных фондов — фондоотдача. Для расчета фондоотдачи используется формула

$$\Phi_{отд.} = \frac{ВП}{ОФ_{ср.год.}}, \quad (3)$$

где $\Phi_{отд.}$ — фондоотдача, руб. на руб.;

ВП — годовой объем выпуска товарной (валовой) продукции, руб.;

ОФ_{ср.год.} — среднегодовая стоимость основных фондов, руб.

Фондоотдача — важнейший обобщающий показатель использования фондов. Значение этого показателя свидетельствует о том, насколько эффективно используются производственные здания, сооружения, силовые и рабочие машины и оборудование и т.д., т.е. все без исключения группы основных фондов. Повышение фондоотдачи — важнейшая задача предприятий. В условиях научно-технического прогресса значительное увеличение фондоотдачи осложнено быстрой сменой оборудования, нуждающегося в освоении, а также увеличением капитальных вложений, направляемых на улучшение условий труда, охрану природы и т.п.

Фондоемкость продукции — величина, обратная фондоотдаче. Она показывает долю стоимости основных фондов, приходящуюся на каждый рубль выпускаемой продукции. Если фондоотдача должна иметь тенденцию к увеличению, то фондоемкость — к снижению.

Одной из важнейших задач повышения эффективности использования основных фондов является своевременный ввод в эксплуатацию новых основных фондов и производственных мощностей, быстрое их освоение. Сокращение сроков ввода в эксплуатацию новых фабрик и заводов позволяет быстрее получить нужную для народного хозяйства продукцию с технически более совершенных основных фондов, ускорить их оборот и тем самым замедлить наступление морального износа основных фондов предприятий, повысить эффективность общественного производства в целом.

Улучшение использования действующих основных фондов и производственных мощностей промышленных предприятий, в том числе вновь введенных в эксплуатацию, может быть достигнуто благодаря:

1) повышению интенсивности использования производственных мощностей и основных фондов;

2) повышению экстенсивности их нагрузки. Более интенсивное использование производственных мощностей и основных фондов достигается прежде всего за счет технического совершенствования последних.

Улучшение использования основных фондов означает также ускорение их оборачиваемости, что в значительной мере способствует решению проблемы сокращения разрыва в сроках физического и морального износа, ускорения темпов обновления основных фондов.

Успешное функционирование основных фондов зависит от того, насколько полно реализуются экстенсивные и интенсивные факторы улучшения их использования. Экстенсивное улучшение использования фондов предполагает, что, с одной стороны, будет увеличено время работы действующего оборудования в календарный период, а с другой — повышен удельный вес действующего оборудования в составе всего оборудования, имеющегося на предприятии.

Важным путем повышения эффективности использования основных фондов служит уменьшение количества излишнего оборудования и быстрое вовлечение в производство неустановленного оборудования. Омертвление большого количества средств труда снижает возможности прироста производства, ведет к прямым потерям овеществленного труда вследствие их физического износа, ибо после длительного хранения оборудование часто приходит в негодность. Другое же оборудование при хорошем физическом состоянии оказывается морально устаревшим и списывается с физически изношенным. Хотя экстенсивный путь улучшения использования основных фондов использован пока не полностью, он имеет свой предел. Интенсивное улучшение использования основных фондов предполагает повышение степени загрузки оборудования в единицу времени. Повышение интенсивной загрузки оборудования может быть достигнуто при модернизации действующих машин и механизмов, установлении оптимального режима их работы. Работа при оптимальном режиме технологического процесса обеспечивает увеличение выпуска продукции без изменения состава основных фондов, без роста численности работающих и при снижении расхода материальных ресурсов на единицу продукции.

Интенсивность использования производственных мощностей и основных фондов повышается также путем совершенствования технологических процессов; организации непрерывно-поточного производства на базе оптимальной концентрации производства однородной продукции; выбора сырья, его подготовки к производству в соответствии с требованиями заданной технологии и качества выпускаемой продукции; ликвидации штурмовщины и обеспечения равномерной, ритмичной работы предприятий, цехов и производственных участков, проведения ряда других мероприятий, позволяющих повысить скорость обработки предметов труда и обеспечить увеличение производства продукции в единицу времени, на единицу оборудования или на 1 кв. м производственной площади.

Интенсивный путь использования основных фондов действующих предприятий включает, следовательно, техническое их перевооружение, повышение темпов обновления основных фондов. Опыт работы ряда отраслей промышленности показывает, что быстрое техническое переоснащение действующих фабрик и заводов особенно важно для тех предприятий, где имеет место более значительный износ основных фондов.

Существенное направление повышения эффективности использования основных фондов - совершенствование их структуры. Поскольку увеличение выпуска продукции достигается только в ведущих цехах, важно повышать их долю в общей стоимости основных фондов. Уве-

личение основных фондов вспомогательного производства ведет к росту фондоемкости продукции, так как непосредственного увеличения выпуска при этом не происходит. Но без пропорционального развития вспомогательного производства основные цехи не могут функционировать с полной отдачей. Поэтому установление оптимальной производственной структуры основных фондов на предприятии - важнейшее направление улучшения их использования.

В комплексе мер, способствующих улучшению использования основных фондов, существенное значение имеет правильное применение экономических рычагов и стимулов. На это же направлены совершенствование оперативного планирования, автоматизированный учет работы и всесторонний анализ использования средств труда. Повышению фондоотдачи способствует повышение квалификации работников, а также материальное и моральное поощрение работающих за бережное и эффективное использование техники.

Улучшение экстенсивного использования основных фондов предполагает, с одной стороны, увеличение времени работы действующего оборудования в календарный период (в течение смены, суток, месяца, квартала, года) и с другой стороны, увеличение количества и удельного веса действующего оборудования в составе всего оборудования, имеющегося на предприятии и в его производственном звене.

Увеличение времени работы оборудования достигается за счет:

1) постоянного поддержания пропорциональности между производственными мощностями отдельных групп оборудования на каждом производственном участке, между цехами предприятия в целом, между отдельными производствами внутри каждой отрасли промышленности, между темпами и пропорциями развития отраслей промышленности и всего народного хозяйства;

2) улучшения ухода за основными фондами, соблюдения предусмотренной технологии производства, совершенствования организации производства и труда, что способствует правильной эксплуатации оборудования, недопущению простоев и аварий, осуществлению своевременного и качественного ремонта, сокращающего простой оборудования в ремонте и увеличивающего межремонтный период;

3) проведения мероприятий, повышающих удельный вес основных производственных операций в затратах рабочего времени, сокращения сезонности в работе предприятий ряда отраслей промышленности, повышения сменности работы предприятий.

Известно, что на предприятиях кроме действующих станков, машин и агрегатов часть оборудования находится в ремонте и резерве, а часть — на складе. Своевременный монтаж неустановленного оборудования, а также ввод в действие всего установленного оборудования за исключением части, находящейся в плановом резерве и ремонте, значительно улучшает использование основных фондов. Вместе с этим необходимо больше внимания обратить на развитие специализации производства и технического перевооружения действующих предприятий, вывод с этих предприятий несвойственной их профилю продукции, создание специализированных промышленных объектов в тяготеющих к крупным промышленным центрам небольших и средних городах, где имеются резервы рабочей силы.

Проводя курс на развитие специализации действующих предприятий, следует иметь в виду, что это упрощает их производственную структуру, высвобождает рабочую силу из вспомогательных и обслуживающих подразделений, комплектуя тем самым вторые смены основных цехов и повышает коэффициент сменности.

Важнейшим условием повышения сменности является механизация и автоматизация производственных процессов, и в первую очередь во вспомогательных производствах, так как это позволяет перевести людей с тяжелых немеханизированных работ на квалифицированные работы во второй смене.

Улучшение использования основных фондов и производственных мощностей зависит в значительной степени от квалификации кадров, особенно от мастерства рабочих, обслуживающих машины, механизмы, агрегаты и другие виды производственного оборудования.

Известно, что от совершенства системы морального и материального стимулирования в значительной степени зависит уровень использования производственных мощностей и основных фондов. Анализ технико-экономических показателей промышленных предприятий, работающих в новых условиях планирования и экономического стимулирования, свидетельствует,

что новый экономический механизм, в том числе введение платы за производственные фонды, пересмотр оптовых цен, применение нового показателя для определения уровня рентабельности, создание на предприятиях поощрительных фондов, способствуют улучшению использования основных производственных фондов.

Любой комплекс мероприятий по улучшению использования производственных мощностей и основных фондов, разрабатываемый во всех звеньях управления промышленностью, должен предусматривать обеспечение роста объемов производства продукции, прежде всего за счет более полного и эффективного использования внутрихозяйственных резервов и путем более полного использования машин и оборудования, повышения коэффициента сменности, ликвидации простоев, сокращения сроков освоения вновь вводимых в действие мощностей, дальнейшей интенсификации производственных процессов.

Наконец, эффективное использование основных фондов тесно связано и с другой ключевой задачей современного периода экономики — с повышением качества выпускаемой продукции, ибо в условиях рыночной конкуренции быстрее реализуется и пользуется спросом высококачественная продукция.

ЛИТЕРАТУРА

1. Экономика предприятия. Учебник для вузов. Под ред. В.Я. Горфинкеля. М.: Банки и биржи, ЮНИТИ, 1996. 2. Экономика предприятия. / Под ред. Хрипача В.Я. Минск.: НПДЖ «Финансы, учет аудит» 1997, гл. 18.3. Вещунова Н.Л., Фомина Л.Ф. Экономика промышленности. М. Знание 1992.

УДК 621:005.332.4:001.895

Костокевич Е.Н.

ОЦЕНКА ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРИ АНАЛИЗЕ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

Достижение конкурентных преимуществ на основе научно-технического прогресса способствуют широкомасштабному освоению и распространению наукоемких нововведений. Результат — значительное сокращение сроков жизни новых изделий. Это, в свою очередь, ведет к увеличению разнообразия продукции, появлению новых изделий, росту их количества, их усложнению, повышению их наукоемкости и т.п. Вышеперечисленные явления вызывают в промышленном производстве такие процессы, как организационно-техническую перестройку и переналадку производства, разработку и применение новых, более эффективных технологий, переподготовку и повышение квалификации персонала и пр. Такие процессы требуют, в конечном счете, повышения мобильности и активности самого производства. Следовательно, сокращение сроков подготовки производства новой продукции, новой техники, коммерциализации инноваций становится важнейшим показателем конкурентоспособности производства. Понятие конкурентоспособности промышленного производства становится тождественным понятию способности производства к наукоемким нововведениям — инновациям.

В качестве составляющих конкурентоспособности промышленной продукции можно выделить, *во-первых*, собственно свойства самой продукции:

- показатели качества (назначение, соответствие национальным и международным стандартам, надежность, ресурсоемкость, энерговооруженность, энергоемкость, транспортабельность, производительность, безопасность, соответствие патентно-правовым нормам, экологичность, эргономичность, эстетичность и пр.);
- оперативность и качество сервисного обслуживания;

- возможность технического и кадрового сопровождения в течение срока эксплуатации;
- приемлемая для покупателя цена.

Во-вторых, составляющие, связанные с осуществлением продажи изготовленной продукции в конкретной рыночной ситуации:

- условия оплаты (кредиты, скидки, лизинг, бартер и пр.);
- сроки поставки;
- реклама;
- сети фирменных магазинов;
- демонстрация надежности и других эксплуатационных характеристик, демонстрационные стендовые испытания,
- стратегии установления престижных цен, учитывающих репутацию, бренд фирмы;
- ценовые стратегии с учетом изменения соотношения спроса и предложения, повышением или снижением уровня конкурентоспособности конкурирующей продукции, финансовых условий и пр.

Т.е. успех в конкурентной борьбе на рынке достигается при высоком уровне обеих составляющих, а проигрыш – при слабой организации практической реализации готовой продукции, даже при ее высоком качестве.

Выпуск качественной продукции является одним из главных свойств конкурентоспособности предприятия. Однако в товарном портфеле предприятия могут быть товары различного уровня конкурентоспособности. Именно в уровне качества и ценностной характеристике товаров для определенного сектора рынка отразится одна из сторон конкурентоспособности предприятия – его «сегодня». Вторая сторона – «его завтра» отразится в оценке таких показателей как адаптивность, инновационность, реальная производительность, инновационная активность, инновационная восприимчивость и результативность [1].

Анализируя и оценивая такие показатели как адаптивность, инновационность, реальная производительность можно оценить потенциальную конкурентоспособность на долгосрочную перспективу как способность к производству и успешной реализации конкурентоспособной продукции.

Адаптивность промышленного предприятия предлагается рассматривать как свойство приспособляемости к внешней среде, как способность к структурной и внутриорганизационной перестройке предприятия. Неверная реакция на быстрые изменения внешней среды может обойтись предприятию очень дорого и даже привести к катастрофе. На рисунке 1 рассматриваются основные слагаемые инновационной адаптивности предприятия.

Инновационная адаптивность – это своего рода производство «быстрого реагирования», способного быстро перенастраиваться на выпуск новой продукции высокого качества. Для реализации такого производства предлагается организовывать непрерывный, беспрепятственный и удобный для всех участников производства процесс накопления и активизации технологических знаний, распараллеливая ранее выполнявшиеся последовательно этапы разработки, проектирования и изготовления продукции; внедрять гибкие интеллектуальные технические системы.



Рис. 1. Характеристики инновационной адаптивности промышленного предприятия

Инновационность промышленного предприятия – это готовность и способность осуществлять эффективную инновационную деятельность.

Инновационность предприятия характеризуется его ресурсом, который может быть использован им при осуществлении инновационной деятельности. Этот ресурс включает в себя:

- материально-техническую базу;
- научно-информационную базу о последних научно-технических достижениях;
- современные формы организации и управления инновационной деятельностью с позиции выхода конечной инновационной продукции, востребованной на рынке;
- современную систему принятия управленческих решений, способную к решению возникающих задач по определению приемлемого уровня качества инновационной продукции, способной к быстрой коммерциализации; по накоплению новшеств в индивидуальном банке данных собственных разработок, составляющих интеллектуальную собственность предприятия; по решению задач сокращения длительности инновационного цикла; по издержкам на разработку, изготовление и эксплуатацию продукции и пр.

Реальная производительность промышленного предприятия рассматривается как необходимое при прочих равных условиях условие конкурентоспособности предприятия. Она определяется соотношением результатов производственного процесса – выпущенной годной продукции, к трудовым затратам, обеспечивающим ее производство. Реальная производительность является функцией надежности всех технических систем основного производства, вспомогательной и обслуживающей систем (их технологической надежности, конструкторских методов повышения надежности, эксплуатационных методов надежности).

В исследовании инновационных процессов на промышленных предприятиях принято рассматривать такие категории как:

- инновационная активность;
- инновационная восприимчивость;
- результативность.

Анализируя эти категории, можно говорить об их схожести с факторами, влияющими на формирование конкурентного потенциала предприятия, рассмотренные выше. Правомерность применения категорий, характеризующих инновационные процессы, протекающие на конкретном предприятии, заключается в возможности их количественной оценки, которая позволяет оценить инновационную деятельность, направленную на повышение конкурентных преимуществ предприятия.

Математическая функция инновационной активности может быть описана как:

$$I_a = f(M_i; Z_i), \quad (1)$$

где I_a – инновационная активность предприятия; M_i – масштаб инновационного обновления (техничко-технологического, организационного), Z_i – частота осуществления инноваций.

Категория «активность» несет в себе динамическую характеристику, описать которую достаточно сложно. Масштаб инновационного обновления целесообразно оценить как синергетический результат инновационной деятельности в таких направлениях как:

доля нововведений в общей величине основных средств предприятия, в том числе в основные средства:

- модифицированные;
- модернизированные;
- новые для предприятия, но не новые для рынка новшеств;
- новые для рынка;
- доля нововведений в организационном обеспечении предприятия относительно общего числа используемых им технологий, в том числе по группам новизны;
- доля нововведений в организационном обеспечении предприятия (методы организации производства, труда, управления) в их общем числе, в том числе по группам новизны;
- доля новых продуктов (работ, услуг) в общем объеме продукции (работ, услуг) производимых предприятием, в том числе по группам новизны.

Соответственно масштаб обновления описывается следующим образом:

$$M_i = F_i \cdot T_i \cdot P_i \cdot O_i \cdot R_i, \quad (2)$$

где P_i – доля нововведений в общей величине основных средств предприятия; T_i – доля нововведений в технологическом обеспечении предприятия относительно общего числа используемых им технологий; P_i – доля новых продуктов (работ, услуг) в общем объеме продукции (работ, услуг) производимых предприятием; O_i – доля нововведений в организационном обеспечении предприятия (методы организации производства, труда, управления); R_i – доля новых территориальных рынков в общем числе рынков, на которых присутствует предприятие.

Каждый элемент формулы (2), в свою очередь, определяется следующим образом:

$$F_i = \frac{\sum_{j=1}^4 f_j k_j}{F}, \quad (3)$$

где F_i – число (стоимость) нововведений, относящихся к техническим средствам; k_j – поправочный коэффициент, учитывающий уровень новизны нововведения; F – общее число (общая стоимость) основных средств предприятия; j – номер группы нововведений (j – 1,2,3,4; 1 – инновации на основе модификации; 2 – инновации на основе модернизации; 3 – инновации на основе новых для предприятия технических средств, но не новых для рынка; 4 – инновации на основе технических средств новых для рынка);

$$T_i = \frac{\sum_{j=1}^4 t_j k_j}{T}, \quad (4)$$

где t_j — число (стоимость) нововведений, относящихся к технологическому обеспечению; T — общее число (общая стоимость) технологий предприятия.

Представляется целесообразным использовать для оценки технологических нововведений количественные характеристики нематериальных активов, связанных с использованием конкретных технологий:

$$P_i = \frac{\sum_{j=1}^4 p_j k_j}{P}, \quad (5)$$

где p_j — число (стоимость) нововведений, относящихся к инновационному ассортименту продукции (работ, услуг), производящихся предприятием; P — общее число (общая стоимость) видов продукции (работ, услуг), произведенных предприятием;

$$O_i = \frac{\sum_{j=1}^4 o_j k_j}{O}, \quad (6)$$

где o_j — число (стоимость) нововведений, относящихся к методам организации производства, труда и управления предприятием; O — общее число (общая стоимость) организационного обеспечения, используемого предприятием;

Для оценки технологических нововведений целесообразно использовать количественные характеристики нематериальных активов, связанных с использованием конкретных методов и способов организации производства, труда, управления:

$$R_i = \frac{\sum_{j=1}^4 r_j k_j}{R}, \quad (7)$$

где r_j — число новых рынков, освоенных предприятием; R — общее число территориальных рынков, на которых функционирует предприятие.

Под новым рынком имеется в виду либо новый территориальный рынок, либо выход на традиционный рынок с новым (измененным) продуктом.

Для учета качественной составляющей в формулу оценки масштаба обновления, целесообразно ввести систему коэффициентов, отражающих значимость каждого из направлений инновационного развития по критерию степень новизны. Представляется, что данные коэффициенты изменяются в следующих пределах $0 < k_j \leq 1$. При этом изменение количественного значения коэффициента, характеризующего нововведение различного уровня новизны, рекомендуется принимать в следующих пределах:

- нововведения на основе модификации $0 < k_1 \leq 0,3$;
- нововведения на основе модернизации $0 < k_2 \leq 0,6$;
- нововведения на основе новшеств новых для предприятия, но не новых для рынка новшеств $0,6 < k_3 < 0,9$;
- нововведения на основе новшеств новых для рынка $0,9 < k_4 \leq 1$.

Частоту (интенсивность) осуществления нововведений предлагается оценивать на основании продолжительности периода, отделяющего замену одного нововведения другим. При этом в качестве основного условия принимается следующее обстоятельство. Чем чаще осуществляется введение новшеств в сферу практического использования, тем выше при прочих рав-

ных условиях уровень инновационной активности. Тем не менее, представляется целесообразным отметить следующее обстоятельство, что зависимости от стадии цикла интенсивность ввода различного рода новшеств существенным образом меняется. Она имеет наименьшую величину в начальной и последней фазах цикла, которые связаны с осуществлением крупномасштабных инноваций (возможно радикального или даже базисного характера). Во второй и третьей фазах интенсивность появления нововведений может нарастать, однако уменьшаются масштабы отдельных мероприятий, а их тип, как правило, улучшающий или догоняющий. Следовательно, оценке должен подвергаться инновационный портфель предприятия с точки зрения количественного, качественного состава новшеств, предлагаемых для внедрения.

Частоту осуществления нововведений предлагается оценивать по формуле (8):

$$Z_t = \frac{\sum I_0^{t+\Delta t}}{\sum I_0^t}, \quad (8)$$

где $\sum I_0^t$ — число нововведений, осуществленных в периоде t ; $\sum I_0^{t+\Delta t}$ — число нововведений, осуществленных в периоде t и продолжающих функционировать через период Δt лет.

Величина получаемого при использовании данного подхода индекса может изменяться от 0 до 1, и чем меньшее значение он имеет, тем более интенсивно осуществляются нововведения на данном предприятии.

Что касается срока функционирования новшества, то его величина, скорее всего, должна быть ограничена только сроком появления следующего поколения новшеств. Однако, возможно введение любых количественных ограничений этого периода от одного календарного года с момента осуществления инновации до завершения нормативного амортизационного периода, хотя наиболее целесообразным сроком следует все-таки считать момент наступления морального износа второго рода.

Таким образом, инновационная активность предприятия может быть описана с помощью сложного индекса, формула расчета которого имеет следующий вид:

$$I_a = \frac{\sum_{j=1}^4 f_j k_j}{F} \frac{\sum_{j=1}^4 t_j k_j}{T} \frac{\sum_{j=1}^4 p_j k_j}{P} \frac{\sum_{j=1}^4 o_j k_j}{O} \frac{\sum_{j=1}^4 r_j k_j}{R} \frac{\sum I_0^{t+\Delta t}}{\sum I_0^t}. \quad (9)$$

Инновационная восприимчивость — отражает способность предприятия осуществить нововведения относительно общего числа предлагаемых ему для внедрения новшеств. Инновационная восприимчивость соответственно характеризует способность предприятия использовать осуществленные инновации должным образом, то есть способность коммерциализации нововведения для достижения поставленной цели.

Представляется, что оценку инновационной восприимчивости целесообразно осуществлять также как и инновационную активность с учетом качественного состава предлагаемых для внедрения новаций, прежде всего, с позиций уровня их новизны. В принципе подобный подход нельзя полностью назвать оригинальным, поскольку аналогичное предложение было сделано в ряде работ предшествующих исследователей [3], однако, как и в предыдущем случае, в них не рассматривался вариант оценки с учетом степени новизны осуществляемых нововведений. С учетом названного уточнения формальное описание параметра инновационной восприимчивости выглядит следующим образом:

$$I_r = \frac{\sum_{j=1}^4 i_{fj} k_j}{I_f} \frac{\sum_{j=1}^4 i_{tj} k_j}{I_t} \frac{\sum_{j=1}^4 i_{oj} k_j}{I_o} \frac{\sum_{j=1}^4 i_{rj} k_j}{I_r}, \quad (10)$$

где I_r — инновационная восприимчивость предприятия; ift — число осуществленных нововведений в основных средствах предприятия с учетом группы новизны; If — общее число инновационных предложений по обновлению основных средств, находящихся в инновационном портфеле предприятия; itj — число осуществленных технологических нововведений с учетом группы новизны; It — общее число инновационных предложений по обновлению технологического обеспечения, находящихся в инновационном портфеле предприятия; ioi — число осуществленных организационных нововведений с учетом группы новизны; Io — общее число инновационных предложений по обновлению организационного обеспечения, находящихся в инновационном портфеле предприятия; igj — число освоенных новых рынков с учетом группы новизны; Ig — общее число инновационных предложений по выходу на новые рынки, находящихся в инновационном портфеле предприятия.

Результаты инновационной деятельности должны повлиять на экономическое положение предприятия. Для их характеристики целесообразно использовать следующие показатели:

- рост объемов продаж;
- рост объемов продаж за счет введения в ассортимент продукции (работ, услуг) новых (измененных) ее видов;
- рост объемов продаж за счет освоения новых территориальных рынков;
- снижение ресурсоемкости производства продукции (работ, услуг);
- снижение материалоемкости произведенной продукции (работ, услуг);
- снижение энергоемкости производства продукции (работ, услуг);
- снижение трудоемкости производства продукции (работ, услуг);
- повышение экологичности производства продукции (работ, услуг);
- рост доходов (прибыли) предприятия в сопоставимых ценах;
- величина прироста доходов за счет реализации инновационной продукции (работ, услуг);
- величина прироста доходов за счет снижения себестоимости продукции (работ, услуг).

Представляется, что использование системы показателей, предложенных в настоящей работе, позволит более обоснованно оценивать параметры инновационной деятельности предприятия и на этой основе повысит корректность управленческих решений, связанных с развитием предприятия, равно как и последующих действий по их реализации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Г. И. Жиц, А. Ю., Сидоров О некоторых подходах к оценке параметров инновационной деятельности автотранспортных предприятий// Инновации, №1 (123), 2009. 2. Х.А. Фасхиев. Как обеспечить конкурентоспособность нового товара?// Инновации № 2 (124), 2009. 3. В. В. Карачаровский. Структурный капитал и конкурентоспособность наукоемкого предприятия: проблемы оценки//ЭКО. № 10,2007.

УДК 338.5

Костюкевич Е.Н., Попок Е.Г.

АНАЛИЗ ЦЕНОВЫХ СТРАТЕГИЙ И УСЛОВИЙ ИХ ПРИМЕНЕНИЙ

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

Под стратегиями политики цен понимаются конкретные решения, связанные с установлением цен. Разнообразие ценовых стратегий объясняется множеством различных возможных рыночных ситуаций, в которых работает предприятие, и целей, которых оно хочет достичь с помощью товара и его цены [1].

Ценовые стратегии базируются на затратах, спросе и конкуренции. Их надо проверять на эффективность и при необходимости пересматривать.

Существуют следующие виды ценовых стратегий:

- стратегия высоких цен;
- стратегия низких цен;
- стратегия средних цен;
- стратегия «целевых цен» (целевой прибыли);
- стратегия неизменных цен;
- стратегия гибких цен;
- стратегия льготных цен (убыточного лидера продаж);
- стратегия цен, ориентированных на условия конкуренции;
- стратегия цен внутри жизненного цикла товара;
- стратегия скидок цен [2].

Остановимся на некоторых из вышеперечисленных стратегиях: стратегия цен, ориентированных на условиях конкуренции; стратегия цен внутри жизненного цикла товара; стратегия скидок цен.

Стратегии цен, ориентированные на условия конкуренции

Обычно предприятие вынуждено строить свою политику с учетом существования конкурентов: оно, как правило, знает об опыте своих конкурентов по установлению цен. Одним из методов формирования цены может быть метод ориентации на конкурентов. Если на рынке присутствует явный лидер, то данный метод преобразуется в метод следования за лидером. При данном методе производитель руководствуется ценами конкурента, а учет собственных издержек и спроса играет подчиненную роль. Производитель устанавливает цену на товар чуть выше или чуть ниже, чем у ближайшего конкурента. Опираясь на этот метод, фирма избавляется от риска, связанного с установлением собственной цены, в смысле ее принятия рынком[3].

Кроме того, в условиях сильной конкуренции фирма имеет небольшие шансы влиять на цены рынка. В то же время в условиях чистой олигополии предприятие имеет практическую возможность удерживать свою цену в течение длительного периода.

Другой метод определения цены – метод активного ценообразования, связанный с использованием конкурентных преимуществ фирмы, таких как лидерство по издержкам и дифференциации продукта. Лидерство по издержкам позволяет производителю устанавливать более низкую, по сравнению с конкурентами, цену на свой продукт и тем не менее получать прибыль.

Дифференциация продукта имеет место в том случае, если фирма производит продукт, отличающийся от продуктов конкурентов какими-либо привлекательными, с точки зрения покупателей, особенностями. В результате фирма получает право повысить цену в зависимости от наличия таких отличительных особенностей, причем ценовая надбавка должна превышать расходы, понесенные в связи с приданием продукту отличительных черт.

В действительности цены различных компаний, производящих аналогичную продукцию, могут существенно различаться. Существует несколько причин, объясняющих такие расхождения:

- различные технологии производства продукта. Производственные мощности некоторых компаний лучше приспособлены для выполнения определенного заказа, в результате чего компании получают выигрши по издержкам.
- степень загрузки заказами на момент установления цены. Фирмы, загруженные не полностью, могут устанавливать умеренные цены, рассчитывая получить дополнительные заказы.
- различные методы учета издержек и определения цены. Любая компания, внедрившая более адекватные методы учета затрат, например по видам деятельности, получит конкурентное преимущество. Если компания не стала лидером по издержкам, то она должна знать свои реальные издержки, чтобы вести ценовую конкуренцию.

Метод «предложения втемную» (тендерный метод) используется в тех случаях, когда несколько компаний ведут серьезную конкуренцию за получение определенного контракта. Конкуренты анонимно участвуют в тендере. Тендер представляет собой письменное заявление цены фирмой, которое часто подается в запечатанном конверте и вскрывается тендерной комиссией в момент проведения торгов. Выигрывает тот, чья цена предложения обеспечит продавцу, который объявил тендер, максимальную прибыль.

Экономическое обоснование заявки на участие в торгах связано с выбором той предлагаемой фирмой цены, при которой она может достичь максимальной величины выигрыша, определяемого с помощью уравнения:

$$E_i = B_i \cdot \Pi_i,$$

где E_i – возможная величина выигрыша фирмой в случае получения по итогам торгов заказа на i -ый объем поставок;

B_i – вероятность получения заказа объемом i при различных уровнях цен (определяется автономно в сопоставлении с вероятностью получения заказа конкурентами. Чем больше фирм принимает участие в тендере, тем больше необходимо снижать цену, чтобы выиграть торги);

Π_i – выигрыш, получаемый при различных уровнях цен (прибыль).

Наиболее вероятно, что в победившей заявке фирма скорее недооценила свои затраты, чем переоценила их, следовательно ожидаемая доходность заказа, обусловленная тем фактором, что фирма выиграла его, намного ниже, чем доходность, ожидаемая до победы. Решение этой проблемы состоит в добавлении в расчеты дополнительного риска, т.е. оценки того, насколько фирма недооценила свои издержки, если действительно выиграет сделку. Добавление этого фактора уменьшит число заявок, по которым она победит.

При выходе с новым товаром на рынок фирма (теоретически) может воспользоваться одной из возможных ценовых стратегий, учитывающих уровень цены и показатель качества (таблица 1)

Таблица 1 – Стратегия взаимосвязи цены и качества

Цена \ Качество	Высокая цена	Средняя цена	Низкая цена
Высокое качество	1. Стратегия премиального ценообразования	2. Стратегия повышенной ценности	3. Стратегия глубокого проникновения на рынок
Среднее качество	4. Стратегия завышенной цены	5. Стратегия нейтрального ценообразования	6. Стратегия доброкачественности и проникновения на рынок
Низкое качество	7. Стратегия ограбления покупателя	8. Стратегия показного блеска	9. Стратегия низкой ценности

Стратегии 1 и 9 являются адекватными по соотношению «качество – цена». Однако они предназначены для полярных по уровню доходов групп потребителей. Стратегия 1 премирует продавца наценкой за качество, но ограничена только группой высокодоходных покупателей. Стратегия 9 нацелена на маргинальных покупателей (большинство потребителей старается не покупать товары по очень низким ценам). Стратегия 2 позволяет привлечь к фирменному товару большое число покупателей (необходимы и рекламные усилия по разъяснению существенного выигрыша потребителей в полезности). Стратегии 3 и 6 преследуют цель завоевания лидерства по показателям доли рынка, но при стратегии 3 темп такого завоевания выше. Стратегия 4 позволяет быстро окупить затраты по введению товара на рынок. Но она рискованна, поскольку высокая цена при среднем качестве может явиться существенным барьером для спроса. Стратегия 5 – «срединная» по параметрам и качества, и цены. Она применима только для некоторых товаров массового спроса, предполагает надежное рыночное положение фирмы, ее сложившуюся репутацию. Стратегии 7 и 8 с рыночной точки зрения сомнительны, хотя возможны при монопольном положении фирмы.

Важной особенностью рынка машин и оборудования является сложность, многообразие и динамичность технических параметров продукции, подверженность машин и оборудования быстрому моральному старению. Определяющим цену параметром этой продукции является ее производительность. Для оборудования, работающего в одинаковых условиях, такая зависимость может быть выражена следующей формулой:

$$\frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{N_1}{N_2} \right)^n,$$

где P_1 и P_2 – цены сравниваемых машин, оборудования;

N_1 и N_2 – значения главного технического параметра этого типа сравниваемых машин, оборудования (мощность, производительность);

n – коэффициент торможения, учитывающий пропорцию изменения цены от главного технического параметра (от 0,1 до 1,0 и зависит от типа оборудования).

Из приведенной зависимости можно выразить формулу определения цены конкретного вида машин, оборудования в процессе сравнения с его аналогичным вариантом:

$$P_1 = P_2 \cdot \left(\frac{N_1}{N_2} \right)^n.$$

Разнообразие продукции затрудняет получение исходной информации для установления цен на экспортируемую продукцию. Ее источниками могут быть прейскуранты, различные справочные издания, дилерские и брокерские данные, цены предложений крупнейших экспортеров и другая информация. Для повышения обоснованности расчетов цен рекомендуется получение не менее трех конкурентных материалов об аналогичной продукции [4].

Стратегия цен внутри жизненного цикла

Политика цен связана с динамикой жизненного цикла продукта и жизненного цикла конкуренции. Концепция жизненного цикла продукта используется для описания и объяснения развития объема сбыта продукции во времени. Классическая версия жизненного цикла продукта выступает как закон, согласно которому развитие объема сбыта любого продукта происходит независимо от его типа, а распределение покупателей по фазам жизненного цикла товара и форме его кривой соответствует нормальному распределению.

В течение жизненного цикла продукта изменяется, как правило, структура и интенсивность конкуренции. Эти изменения имеют огромное значение для ценовой политики. Если цена не используется как агрессивный инструмент конкуренции, значит, на рынке господствуют дружественные отношения между продавцами. В период жесткой конкуренции цена нацелена на вытеснение конкурентов вплоть до их экономического уничтожения. Долгосрочная ценовая политика должна исходить из понимания этой взаимосвязи.

Концепция жизненного цикла продукта основывается на том, что время нахождения продукта на рынке ограничено. То есть каждый товар имеет свой жизненный цикл, в который входят следующие стадии:

- 1) разработки и выпуска на рынок;
- 2) роста;
- 3) зрелости;
- 4) спада.

Политика жизненного цикла товара учитывает следующие факторы в ценообразовании:

изменение издержек после увеличения объемов производства;

изменение спроса на протяжении жизненного цикла товара;

время присутствия товара на рынке.

Стадия разработки и выпуска товара на рынок характеризуется большими научно—исследовательскими, конструкторскими и производственными затратами и свободой от конкурентов. Цена на данной стадии – это критерий оценки качества товара. Покупатель еще не имеет возможности сравнить товар с альтернативным. Следовательно, на данной стадии покупатель относительно нечувствителен к цене нового продукта. Цена на этой стадии должна покрывать первоначальные затраты на исследовательские работы и усовершенствование нового производства.

Стадия роста. На данной стадии товар сталкивается с конкурентами. То есть у потребителя по-

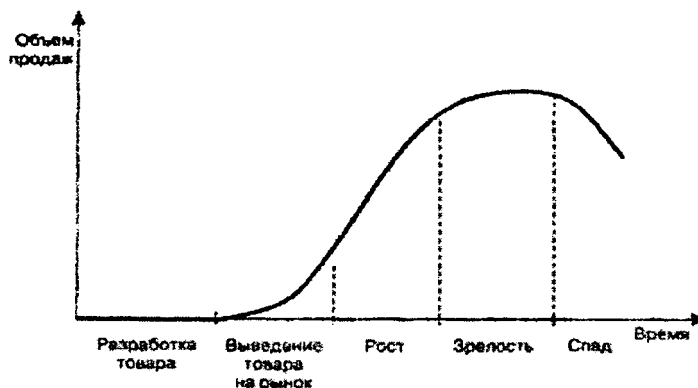


Рис. 1. Кривая жизненного цикла товара

является возможность выбора. Одновременно потребитель начинает получать больше информации о товаре, что повышает его чувствительность к цене. На данной стадии цена высокая, но уже снижена по сравнению с предыдущей стадией. Цена на этой стадии должна отвечать требованиям качества потребительской ценности.

На стадии роста могут быть достигнуты следующие цели ценовой политики:

1) «снятие сливок», т. е. цена устанавливается выше цен конкурирующих фирм, чем привлекается внимание к высокому качеству продукта;

2) установление цены «паритета». То есть фирма вступает в явный или завуалированный сговор о ценах с конкурентами или ориентируется на лидера в определении цены. В данной ситуации фирма ориентируется на массового покупателя.

Стадия зрелости продукта. Характерная особенность данной стадии – на рынке присутствует наиболее чувствительная к цене группа покупателей.

На стадии зрелости наблюдаются следующие явления:

1) насыщение продуктом рынка;

2) уменьшается число конкурентов, так как происходит отсев фирм, не выдержавших конкуренции на предыдущей стадии, прежде всего из—за высоких производственных затрат;

3) многие фирмы начинают разрабатывать новый продукт.

Уровень цен на данной стадии низкий. На этой стадии большую роль для фирмы играет ее доля на рынке, так как ее уменьшение даже при условии низких затрат и отсутствия перспектив повышения цены приведет к невозможности окупить расходы.

Стадия спада. На этой стадии товар в конечном итоге исчезает с рынка в условиях низкой загрузки производственных мощностей. Цена понижается по сравнению с предыдущими стадиями, но может и повыситься, если на рынке появится «отстающий» покупатель. Как на данной стадии изменятся цены, зависит от способности фирмы ликвидировать избыточные производственные мощности и переключиться на новую продукцию.

Цена и прибыль могут резко снижаться, а могут и зафиксироваться на низком уровне.

Продолжительность всего жизненного цикла и его отдельных стадий зависит от типа и вида товара. Однако общей тенденцией, свойственной как для предметов широкого потребления, так и для товаров производственно—технического назначения является сокращение их жизненного цикла. На рис. 1 изображен график жизненного цикла товара.

В течение ЖЦТ изменяется, как правило, структура и интенсивность конкуренции. Эти изменения имеют огромное значение для ценовой политики. В период жесткой конкуренции цена нацелена на вытеснение конкурентов вплоть до их экономического уничтожения.

Динамика числа конкурентов зависит от степени новизны товара. Через определенное время некоторые предприятия, изучив технологию производства данного товара, становятся его сопредлагателями. Большое значение при этом имеют интернациональные технологические трансферты и торговля, которые расширяют рынок данного продукта из страны новатора, в другие страны. Причина прироста конкурентов может заключаться в радикальном изменении интенсивности конкуренции и роли цены. И как следствие увеличения роста конкурентов возникает «ценовая война».

Стратегия скидок с цен

Скидки используют как производители, так и торговля. Объявленная прежнему цене и действительная могут отличаться. Это объясняется применением продавцом различных скидок. Производитель предоставляет скидки в тех случаях, если торговля выполняет для него работу, связанную с продвижением товара к конечному потребителю. Участники каналов сбыта заинтересованы в больших скидках. Нередко скидки для них бывают важнее цен, по которым они реализуют товары своим покупателям. Посредники определяют, какой объем продукции они смогут продать при различных уровнях скидок, т.к. они заинтересованы в увеличении выручки.

Скидки с цен могут преследовать различные цели:

- стимулирование агентов сбыта в продвижении товаров к конечному потребителю;
- повышение выручки;
- удержание существующих и привлечение новых покупателей;
- выравнивание объемов спроса в течение года;
- увеличение наличных средств;
- освобождение складов от внесезонной и устаревшей продукции и др.

Скидки рассматриваются как средство тонкого управления политикой цен и выступают одной из форм дифференциации цен.

Скидки могут иметь денежную и товарную форму. Рассмотрим наиболее часто применяемых скидок:

- функциональные скидки (дистрибьюторные или торговые) – скидки, связанные с продвижением товаров по каналам распространения. Эти скидки могут быть одинаковыми для различных способов продвижения и реализации продукции, но рекомендуется применять одинаковые функциональные скидки для каждого способа в отдельности (оптовые продажи, розничные продажи и т.п.);
- скидки за платеж наличными (сконто). Это скидки, которые предоставляются покупателю за оплату товара в очень короткий срок, указанный в фактуре. Предоставление таких скидок улучшает финансовое положение предприятия с точки зрения наличных денег, т.к. обычно практикуемые сроки оплат счетов колеблются от типа товара от 30 до 60 дней, а иногда и до 90 дней;
- скидки за большой объем закупок. Скидка за количество может быть выражена в виде: либо процента с цены, либо количества продукта, который может быть представлен покупателю бесплатно или по сниженной цене, либо суммы, которая может быть клиенту возвращена или зачтена в счет оплаты им следующих количеств продукта;
- внесезонные скидки. Они предоставляются клиентам за приобретение ими товара сезонного спроса вне сезона года, для которого они предназначены;
- скидки для поощрения продаж;
- скидки конечным покупателям. Эти скидки являются особой формой скидок за преданность покупателей и предоставляются продавцами конечному покупателю при наличных расчетах;
- бонусные скидки;
- скидка за преданность покупателей. Такие скидки предоставляются покупателям, регулярно покупающим товар данной фирмы на протяжении длительного времени. Эти скидки

ки нацелены на долгосрочные непрерывные заказы, чем на объемные единовременные заказы, и на установление деловых отношений между производителем и покупателем;

- дилерская скидка;
- скидки с цены при условии сдачи покупателем как старого образца товара фирмы, так и, возможно, изделий фирм-конкурентов;
- специальные скидки, которые делаются для тех покупателей, в которых фирма особенно заинтересована (крупные оптовики или фирмы, у которых с продавцом существует особые доверительные отношения, постоянные покупатели). Такие скидки, как правило, предоставляют коммерческую тайну;
- экспортные скидки, которые предоставляются иностранным покупателям сверх тех скидок, которые действуют для покупателя на внутреннем рынке;
- клубные скидки;
- льготные скидки;
- упаковка по льготной цене (или сделка с небольшой скидкой с цены);
- премия;
- скидки с цен на определенный период времени;
- скидка с цены по поводу национального праздника, юбилея;
- распродажи.

Промышленные предприятия могут использовать скидки за платеж наличными; скидки за большой объем закупок; скидки конечным покупателям; скидка за преданность покупателей; специальные скидки и конечно же экспортные скидки.

Исследования влияния скидок на рост объемов сбыта и прибыли показали, что скидки особенно действенны тогда, когда имеется большая группа покупателей с большой эластичностью спроса.

- Ценовые стратегии плохо функционируют, если:
- продукт имеет слишком много вариантов цен;
- цены меняются очень часто;
- цены не соответствуют целевому сегменту;
- участники каналов сбыта не довольны долей прибыли;
- решения по ценам принимаются без достаточной информации о рынке;
- фирма сталкивается с ограничениями, связанные с законодательством и др.

Выработка и оценка стратегии фирмы в области ценообразования в условиях рынка представляет собой сложный процесс, требующий большей частью коллективной проработки и принятия ответственных решений. Этот процесс начинается с общего определения целей, задач, их предварительной оценки на экспертном уровне и в последующем должен быть подкреплен анализом. Для крупного предприятия работа в этой сфере должна осуществляться постоянно на самом квалифицированном уровне. Непродуманные решения могут быстро сказаться на финансовых результатах или жестко проявиться по прошествии некоторого времени. В выработке и оценке ценовых стратегий предприятия следует учитывать как ее текущие, так и перспективные цели маркетинговой деятельности

ЛИТЕРАТУРА

Ерухимович И.Л. Ценообразование: учеб.-метод. Пособие. – 3-е изд., стереотип. – Киев, МАУП, 2003. – 108с. 2.Тарасевич В.М. Ценовая политика предприятия. 2-е изд. – СПб.:Питер, 2003 – 288с. 3. Есипов В.Е. Цены и ценообразование: учебник для вузов. 5-е изд. – СПб.: Питер, 2008. – 480 с. 4. Полещук И.И. Ценообразование и маркетинг. – Мн. ООО «Мисанта», 1997. – 132 с.

АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ РЕКЛАМНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СЕТИ ИНТЕРНЕТ

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

В условиях кризиса, когда рост производства сменяется спадом, повышение деловой активности – понижением, нарушается равновесие между спросом и предложением, склады продолжают заполняться произведенной продукцией, перед производителем особенно остро встает вопрос сбыта продукции. На фоне падения доходов и покупательской способности потребители более вдумчиво относятся к совершению покупок, стараются меньше посещать магазины, меньше ездить на личных автомобилях. Поэтому все большая часть населения использует сеть Интернет для совершения покупок. В свою очередь, производители все активнее осваивают сеть Интернет как инструмент ведения бизнеса, применяют интернет-рекламу для продвижения своего товара.

Так, по данным агентства Mindshare Interaction российский рынок интернет-рекламы в 2009 году показал рост в 6%, что несколько превысило прогнозы для кризисного года. Такой результат дает экспертам возможность прогнозировать, что и в 2010 году рынок интернет-рекламы покажет умеренный рост – в пределах 8-10% [5]. Аналогичная ситуация наблюдалась и на белорусском рынке. Эксперты "Акавиты" отметили, что рынок интернет-рекламы в Беларуси продолжил рост и до конца 2009 года увеличился на 30-35%, несмотря на двукратный рост в 2008 году. По данным компании «Акавита» в первом полугодии 2009 года производители товаров и услуг инвестировали в баннерную интернет-рекламу около 1,85 миллиона долларов. Динамику роста рынка «Акавита» характеризует как стабильную и в целом соответствующую модели 2008 года. В частности, характерное падение рекламных бюджетов отмечалось в зимний период, а выход на ожидаемый уровень произошел в весенне-летний период [1].

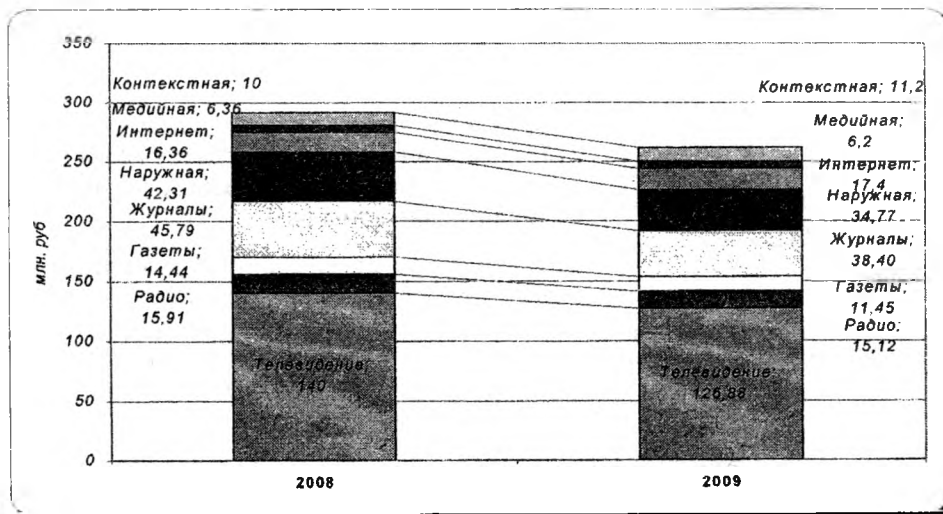


Рис. 1. Сравнительный анализ дохода по видам рекламы

Анализируя особенности развития рынка рекламных технологий в условиях кризиса, можно отметить, что компании урезают рекламные бюджеты. На фоне резкого сокращения рекламных бюджетов для печатных СМИ, радио и даже телевидения перспективы

интернет-рекламы можно назвать радужными. Вместо предсказываемого падения развитие рынка интернет-рекламы лишь замедлилось. В то же время увеличилось количество обращений рекламодателей к интернет-рекламе и возросли, пусть незначительно, полученные от нее доходы (рис.1.).

Прежде чем всесторонне исследовать такое явление как интернет-реклама, необходимо уточнить определение. В общем смысле, интернет-реклама – особый вид рекламы с использованием различных интернет-медиа. Чаще всего цель интернет-рекламы – повышение объема продаж, посредством привлечения аудитории на интернет-ресурс компании. Популярность интернет-рекламы, по мнению аналитиков, в первую очередь, связана с ее невысокой стоимостью и возможностью охвата достаточно широкой аудитории.

Смещение акцента рекламных кампаний в сторону интернет-технологий вполне оправдано, поскольку ежедневная аудитория многих интернет-ресурсов сопоставима, а часто и превосходит аудиторию традиционных печатных изданий. Это и определяет эффективность интернет-рекламы, которая привлекает рекламодателей. Инвестиции в перспективную отрасль интернет-рекламы дают рекламодателю выход на целевую аудиторию и позволяют прогнозировать отдачу от проводимой рекламной кампании. Так, зная посещаемость той или иной рекламной площадки, можно рассчитать количество рекламных контактов с представителями целевой аудитории. Оценив количество наиболее подходящих площадок, можно прогнозировать результаты от рекламной кампании и оценивать перспективы достижения намеченных целей.

Рекламные технологии в сети Интернет дают ряд явных преимуществ по сравнению с традиционными, а именно: интерактивность, географический и временной таргетинг, широкий выбор форм и методов воздействия на потенциального клиента и возможность непрерывного мониторинга промежуточных результатов рекламной кампании с целью коррекции ее параметров. Наиболее существенные особенности интернет-рекламы приведены в табл. 1.

Таблица 1 – Особенности интернет-рекламы

Возможность снижения затрат на привлечение покупателей	Конфликты между продажами через Интернет и традиционными каналами реализации товаров (рекламодатели должны осторожно подходить к ценообразованию при электронных продажах и не допускать разницы в ценах на товары, предлагаемые в магазинах или через дистрибьюторскую сеть)
Активное взаимодействие с аудиторией (получение обратной связи от потребителя с помощью того же средства передачи информации)	Переменная значимость для различных товаров (более всего в Интернете ценятся информационные услуги — туристический бизнес, финансовые услуги, бронирование номеров)
Возможность измерения результата (числа обращений к объявлению, фокусировки на определенной аудитории)	Ограниченные возможности подачи рекламы (несмотря на внедрение высокоскоростных технологий доступа в Интернет, множество пользователей получают доступ при помощи низкоскоростных модемов, которые ограничивают возможности передачи видеорекламы)
Предоставление детальной информации о продукте	

Основными видами рекламных технологий в настоящее время являются медийная и контекстная реклама. Причем чаще всего под медийной подразумевают прежде всего баннерную рекламу (рис.2).

Медийная реклама — размещение текстово-графических рекламных материалов на сайтах, представляющих собой рекламную площадку. По многим признакам аналогична

рекламе в печатных СМИ. Однако, наличие у баннера гиперссылки и возможность анимированного изображения значительно расширяют возможности воздействия медийной рекламы.

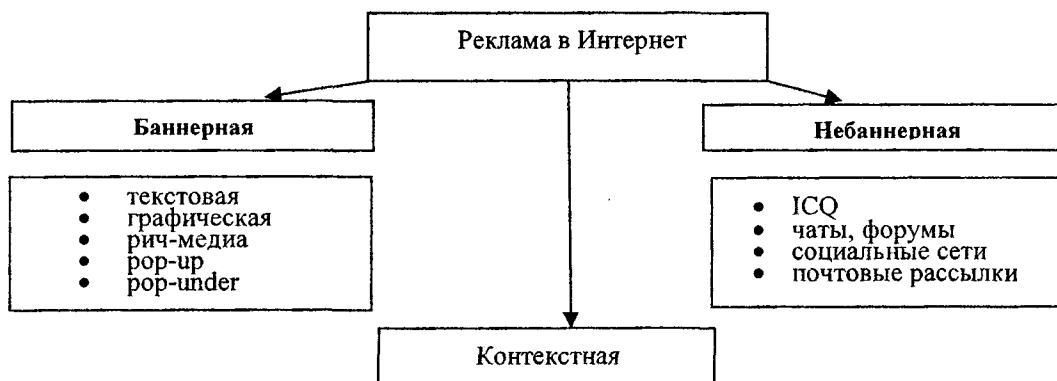


Рис. 2. Виды Интернет-рекламы

Контекстная (поисковая) реклама — размещение тексто-графических рекламных материалов рядом с результатами поиска на сайтах, предлагающих пользователю функцию поиска. Демонстрация тех или иных рекламных сообщений зависит от поискового запроса пользователя.

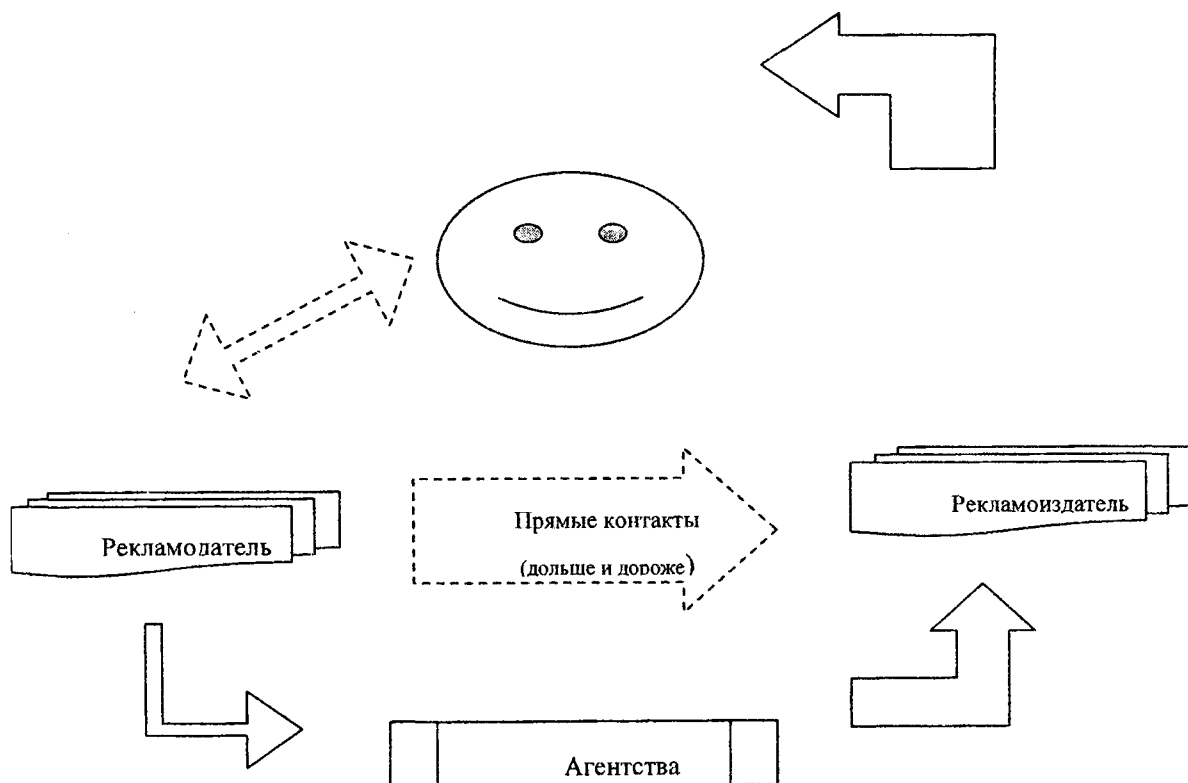


Рис. 3. Взаимодействие участников рынка Интернет-рекламы

Другие виды рекламных технологий в Интернет как правило совмещают признаки медийной и поисковой рекламы. Так, видами интернет-рекламы считаются размещение рекламы в рассылках по подписке и размещение рекламы в клиентах программ, установленных на рабочей станции пользователя. Развитие новых форм рекламы позволяет достигнуть тесного кон-

такта между рекламодателем и потребителем рекламы. Главная тенденция последнего времени — крупные компании отдают предпочтение медийной рекламе, а малый и средний бизнес решает свои маркетинговые задачи с помощью контекстных объявлений.

С учетом особенностей рекламных технологий, каждый участник рынка интернет-рекламы (рис. 3) имеет свои интересы и для каждого из них сеть Интернет представляет совершенно уникальные возможности.

Интерес рекламодателя — максимальная отдача на вложенные средства. Индикаторы и показатели эффективности того или иного средства распространения рекламы в Интернет интересуют рекламодателя только в той степени, в какой доказывают возможность вернуть вложенные деньги, причем с прибылью. Рекламодатель желает знать свою аудиторию, а Интернет в этом смысле удовлетворяет его требованиям. Рекламодателю необходимо видеть, оценивать и принимать решения, но не вникать в технологическую кухню и, тем более, связываться со сложными решениями, требующими дополнительных затрат на обучение сотрудников. Поэтому он и обращается к рекламным агентствам, которые, в свою очередь, занимаются поиском рекламоиздателей.

Агентства, специализирующиеся на рекламе в Интернет, являются посредниками между средствами распространения рекламной информации в Интернет и рекламодателями. Для рекламодателей работа с агентством подразумевает выгодные скидки, профессионализм, высокое качество обслуживания и в целом, экономию времени и денег. Для средств распространения рекламной информации в Интернет сотрудничество с агентством — это равномерный и прогнозируемый поток денег за выкупаемые рекламные площади и снижение затрат на процессы самих продаж. Владельцу площадки удобнее гарантированно продать все рекламные ресурсы одному оптовику за одну сделку, чем большому количеству розничных покупателей, которые не гарантируют равномерный поток средств. Основной интерес рекламного агентства — улучшить и оптимизировать процесс размещения и продажи рекламы. Огромное значение для эффективности медийной (баннерной) рекламы имеет правильный подбор рекламных площадок.

Говоря о потребителях рекламы, необходимо отметить, что интернет-аудитория более образована и финансово обеспечена по сравнению с аудиторией любых других средств распространения рекламы. У потребителя тоже есть свои интересы, изучая которые и правильно их удовлетворяя, рекламодатель добивается эффективности рекламной кампании. Собственно, основных интересов у потребителя два — чтобы ему не слишком надоедали рекламой, и чтобы реклама максимально отвечала его запросам. Эти два пожелания пересекаются — чем больше реклама отвечает запросам, тем меньше она надоедает (рис. 4).



Рис. 4. Отношение к рекламе (источник: Web-rating, 2008/4, ноябрь)

Интересным кажется тот факт, что реклама в сети Интернет раздражает потенциальных потребителей значительно меньше, чем реклама на радио и телевидении. Реклама в сети Интернет дает возможность получать только те рекламные сообщения, которые могут быть интересны потребителю [3].

Эффективность баннерной рекламы во многом зависит от профессионализма рекламоиздателя. Сегодня существует 2 аспекта, на которые обращают внимание как потребители,

агентства, так и рекламодатели. Это трафик (число обращений к серверу, рекламному объявлению и т.п.) и процент положительной реакции на баннер. Отмечается, что процент положительной реакции резко падает (менее 1%), если баннер показывается в четвертый и более раз.

По мнению российских специалистов в области интернет-рекламы, основными категориями немедийной рекламы, являются интернет-BTL, PR в интернет-СМИ, а также социальный маркетинг. Рекламные инструменты, используемые рекламодателями и агентствами в этих категориях, приведены в табл.2.

Таблица 2 – Инструменты немедийной Интернет-рекламы

ИНТЕРНЕТ-BTL	PR В ИНТЕРНЕТ-СМИ	SOCIAL MEDIA MARKETING
<ul style="list-style-type: none"> • Спонсирование контента • Контентные специальные проекты (новые сервисы, информация, предоставляемая от имени бренда) • Конкурсные мероприятия, викторины, анкетирование (сбор баз данных) • Product Placement 	<ul style="list-style-type: none"> Новости Статьи Конференции Консультации Интервью Опросы Рейтинги 	<ul style="list-style-type: none"> • Формирование общественного мнения в интернет-форумах, блогах, социальных сетях • Вирусный маркетинг

Стоит отметить, что среди экспертов и участников рынка нет единого мнения по поводу отнесения тех или иных инструментов к направлениям (категориям). Так, агентство интернет-рекламы +SOL включает в категорию интернет-BTL создание представительства бренда, проведение опросов и тестирование продукции. В эту же категорию рекламное агентство Advert.Ru добавляет создание RSS-, подкаст- и вебкаст-каналов. В свою очередь агентство Affect предлагает относить к интернет-BTL такие виды вирусной активности, как информационные «утки» и «пасхальные яйца» (комедийный ролик или другой сюрприз, шутка, «спрятанные» внутри интернет-проекта), а активность в сетевых СМИ относит к социальному маркетингу, а не к PR.

Исследования свидетельствуют, что даже в кризисный период 2009 года именно сеть Интернет стала единственным растущим сегментом рекламного рынка. Можно предположить, что рынок интернет-рекламы будет развиваться параллельно другим сегментам рынка рекламы, а за счет роста и привлечения инвестиций займет значительную долю. Вместе с тем, рынок интернет-рекламы, как и рынок рекламы в целом, зависит от экономических факторов и потребительской активности, поэтому нельзя ожидать докризисных темпов роста. По мнению многих экспертов для достижения наибольшего эффекта реклама в сети Интернет должна использоваться в сочетании с другими средствами рекламы.

ЛИТЕРАТУРА

1. «Акавита» Рост рынка интернет-рекламы в Беларуси не остановился [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.akavita.com/reports/research_Iq_2009.pdf – Загл. с экрана.
2. Реклама и продвижение товаров, Росситер Дж. Р., Перси Л., -Спб.: Питер, 2001.
3. Организация рекламной кампании [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.marketing.spb.ru> – Загл. с экрана.
4. Ежедневник.by. Белорусский рынок интернет-рекламы: что имеем и куда идем [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ej.by> – Загл. с экрана.
5. Mindshare Interaction: в 2009 году рынок интернет-рекламы в России показал рост 6 процентов | Новости гуманитарных технологий [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://gtmarket.ru/news/media-advertising-marketing/2010/02/09/2513> – Загл. с экрана.

ПРОБЛЕМЫ ОПТИМИЗАЦИИ И ПРОДВИЖЕНИЯ САЙТОВ БЕЛОРУССКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ В УСЛОВИЯХ КРИЗИСА

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

В условиях мирового финансового кризиса большинство белорусских предприятий испытывают дефицит денежных средств, который пытаются компенсировать различными способами, в том числе и экономией на различных стадиях производства и реализации продукции. В числе таких статей экономии оказывается чаще всего и интернет-сайт, дающий предприятию огромные возможности по поиску клиентов и расширению портфеля заказов. Руководители предприятий сокращают или прекращают финансирование интернет-проектов, часто не в полной мере осознавая огромную роль сайта как инструмента ведения бизнеса. Качественный интернет-сайт работает на имидж предприятия, делает ему имя в сети Интернет и привлекает потенциальных инвесторов. Появление новых клиентов может не только поддержать предприятие «на плаву», но и стабилизировать его хозяйственную деятельность в то время, пока конкуренты будут ощущать последствия кризиса. Очевидно, что в современных условиях для предприятий становится выгодно иметь грамотно разработанный и продвинутый сайт.

Несмотря на всю привлекательность интернет-технологий для ведения бизнеса, основным сдерживающим фактором для развития интернет-проекта является объем финансовых вложений на различных этапах его проектирования и продвижения. Затраты белорусских предприятий на создание сайта могут колебаться в пределах от 100 \$ (при условии разработки шаблонного дизайна и численностью страниц до 6) и от 500 \$ (за разработку сайта с уникальным дизайном, численностью страниц более 20 и другими дополнительными сервисами). Уникальный дизайн обходится дополнительно не менее, чем в 200 \$. Продвижение (раскрутка) сайта, в свою очередь, может стоить в десятки раз дороже его разработки. Но экономия именно на этом этапе опасна, поскольку может свести к нулю все усилия и результаты по разработке интернет-сайта. Именно это обстоятельство, а также то, что у большинства белорусских предприятий уже есть разработанный сайт, привлекает внимание аналитиков именно к этапу продвижения. Проблема состоит в том, что сайты, на создание которых потрачены немалые средства, не дают отдачи и не приносят дополнительной прибыли. Одно из решений проблемы состоит в том, чтобы сайты грамотно продвинуть в сети Интернет.

Продвижение (раскрутка) сайта – это этап, следующий за созданием сайта и включающий комплекс мероприятий, направленных на повышение известности и узнаваемости сайта в сети. Раскрутка сайта – задача не менее сложная и объемная, чем его разработка. Важно помнить, что чем позже допущена ошибка на стадии реализации интернет-проекта, тем проще ее исправить. Это правило действительно на всех этапах создания интернет-сайта компании, кроме этапа продвижения. Промахи, допущенные на этапе продвижения, недопустимы, т.к. чаще всего заканчиваются блокировкой сайта со стороны поисковых машин (в случае с «грязными» приемами оптимизации) или последними позициями в рейтинге поиска (при неэффективной оптимизации), что сводит все усилия по созданию сайта к нулю.

Описание наиболее распространенных on-line и off-line методов продвижения сайта приведено в таблице 1. По мнению экспертов в области продвижения сайтов именно относительная дешевизна on-line методов делает их более привлекательными в глазах заказчика.

Наиболее значимую позицию среди on-line методов занимают методы поисковой оптимизации, т.к. около 80% посетителей приходят на сайт именно через поисковые системы. Также хорошо известно, что большинство пользователей просматривает только несколько первых страниц выдачи поиска. Так что крайне важно оказаться именно на первых страницах, а лучше всего – на самой первой. Решением этой задачи может быть поисковая оптимизация сайта.

Цель поисковой оптимизации сайта одна – повысить позиции сайта в результатах выдачи поисковых систем. А вот методы достижения этой цели бывают разные. Анализ опыта отечественных и зарубежных специалистов в области продвижения сайтов позволяет выделить три типа схем продвижения и оптимизации сайтов (рисунок 1), различающихся как используемым инструментарием, так и стоимостью мероприятий.

В условиях кризиса и жесткого денежного дефицита именно существенные различия в стоимости схем оптимизации подталкивают некоторых руководителей к решению воспользоваться нелегальными методами оптимизации. Таким образом, руководители, не представляя всей тяжести последствий использования черных схем оптимизации, добровольно отсекают от своего бизнеса целый ряд клиентов. Чтобы избежать подобных ошибок, необходимо четко представлять себе механизм поисковой оптимизации и его особенности.

Таблица 1.– Методы продвижения сайта

Метод	Описание	Эффект от применения
ON-LINE:		
• оптимизация сайта для поисковых систем	Адаптация сайта под поисковые системы с целью попадания на первую страницу выдачи поисковой системы по основным ключевым запросам	Долгосрочное стабильное получение отдачи (белая схема) Краткосрочное получение дополнительного трафика с последующей блокировкой сайта (черная схема)
• рассылки	Два разных вида рассылок: • рассылка по подписке и спам. Рассылка по подписке - это рассылка только тем, кто добровольно выразил желание получать письма, подписавшись на рассылку. Спам - это несанкционированная массовая рассылка	Для рассылки по подписке: долгосрочное стабильное получение трафика Для спам-рассылки: кратковременный всплеск и долговременный резко негативный эффект с последующим удалением
• организация «сообщества»	Создание и поддержание ядра постоянных посетителей сайта. Используются интерактивные элементы сайта: форум, чат, голосования и другие	Долгосрочное получение постоянно увеличивающегося дополнительного трафика
• баннерная реклама	Наиболее распространенная форма рекламы. Баннер – это прямоугольное графическое красочное изображение в формате GIF JPG ShockWave, которое располагают (вверху, внизу или по бокам) на странице издателя и которое связано гиперссылкой с рекламодателем	В связи с тем, что современный пользователь привык к баннерам и перестал их замечать, эффективность данного вида раскрутки стремительно падает
OFF-LINE	Это реклама за рамками сети Интернет (традиционные СМИ, наружная реклама и т. д.). Характеризуется чрезмерно большими затратами	Дает хороший долгосрочный эффект

Поисковая оптимизация (seo-оптимизация) сайта производится по ключевым словам (запросам), которые в полной мере отражают сущность бизнеса. Выбор правильных ключевых слов и фраз – один из самых важных шагов. Набор таких ключевых слов, по которым производится поисковая оптимизация сайтов, называется семантическим ядром. Именно с составления этого ядра и начинаются работы по раскрутке сайта в поисковых системах. Ведь поисковые системы, можно сказать, огромный трафикогенератор, обеспечивающий сайту самый качественный трафик. Так, что необходимо выделить достаточно времени и сил на выбор ключевых слов и фраз, привлекая к этому специалистов не только по IT-технологиям, но и из отдела маркетинга. Для определения правил поведения и профессиональной этики оптимизаторов, был разработан на открытой дискуссии текст «Кодекса оптимизатора»[5].

Далее в комплексе поисковой оптимизации производятся следующие работы:

- корректировка структуры сайта;
- оптимизация текстов;
- регистрация сайта в поисковых системах;
- регистрация в каталогах;
- увеличение количества внешних ссылок на сайт.

Данный комплекс операций является легальной («чистой») seo-оптимизацией, но довольно не все разработчики придерживаются честных методов продвижения. Некоторые фирмы предлагают использовать «черные» методы оптимизации, которые позволяют добиться быстрого эффекта, однако за ними следуют санкции со стороны поисковых систем, поскольку приемы «черной» оптимизации это не что иное, как обман поисковых машин.

Инструментарий «черной» схемы оптимизации отличается огромным разнообразием, к наиболее распространенным из которых относят: размещение на страницах сайта невидимого текста, использование дорвеев с редиректом, клоакинг и ссылочный спам.

Размещение на страницах сайта невидимого текста подразумевает написание цветом фона списков наиболее популярных запросов в надежде получить дополнительный трафик от поисковых систем. Действительно, несколько лет назад такой нехитрый фокус мог сработать, но поисковые системы уже давно усовершенствовали свои алгоритмы, и текстовые критерии далеко не так важны, как прежде. Невидимый текст может принести эффект только в том случае, если в него включены целевые для этого сайта запросы. Например, если сайт, торгующий диванами, напишет на главной странице белым по белому 10 раз слово «диваны», то положительный эффект на какое-то время возможен. Но стоит конкуренту обнаружить подобный прием (а это совсем несложно) и довести его до сведения модераторов поисковых систем, как сайт моментально исключается из индексации и вносится в «черный список» поисковика (так называемый «бан»), а все его страницы удаляются из поисковой базы.



Рис. 1. Схемы продвижения сайтов и их инструментарий

Не менее бесполезно и рискованно также применение дорвеев. Дорвей (от англ. «doorway» – входная дверь) – это веб-страница на другом домене, перенасыщенная ключевыми словами, чаще всего совершенно бессвязными, и содержащая замаскированный для роботов поисковых систем редирект (автоматическое перенаправление) на другую веб-страницу. Именно эта входная страница раскручивается и попадает на верхние строчки поисковых систем. В результате пользователь выбрав ссылку на входную страницу, автоматически перебрасывается на основную. Ситуация еще больше усугубляется, когда входные страницы создаются не вручную, а генерируются в больших количествах автоматически. Весь этот мусор из тысяч веб-страниц подается на индексацию поисковой системе, и сайт какое-то небольшое время до бана (обычно не больше месяца) получает с дорвеев дополнительный трафик. Распознать дорвей можно по следующим параметрам: повышенная плотность ключевых слов (ключевые слова это и есть нужный запрос) по отношению к остальному тексту; заключение ключевой фразы в важные для ранжирования (распределения мест в выдаче поисковика) теги: `<title> <H1> <H2> <i>`; присутствие редиректа.

Еще одним инструментом черной оптимизации является клоакинг. Суть клоакинга за-

ключается в том, что поисковики «видят» одну страницу, а пользователи – совершенно другую под тем же адресом. В широком смысле термин «клоакинг» – это набор различных способов, позволяющих выдавать разным пользователям разные страницы по одному и тому же адресу. Технически поисковый клоакинг реализуется следующим образом: специальные скрипты сверяют IP-адрес посетителя с базой данных адресов поисковых роботов. Если это обычный посетитель, то ему выдается нормальная страница, а если это поисковый робот, то он получает совершенно другую страницу, неприглядную для пользователя, но оптимизированную для поисковой системы.

Выявить применение технологии клоакинга немногим сложнее, чем невидимый текст. Бдительному конкуренту для идентификации клоакинга достаточно лишь посмотреть на страницу в окне своего браузера и сравнить ее со страницей в кеше поисковой системы. Если это две абсолютно разные страницы (причем та, что в кеше, явно сделана для поисковика), то налицо клоакинг. Конкурент подает сигнал в поисковую систему, и страница надолго (а может и навсегда) пропадает из индекса.

Применение еще одной «черной» технологии – ссылочного спама предполагает размещение невидимых для пользователя ссылок (например, в виде прозрачной картинкой размером 1x1) и создание так называемых Link Farm (линк-ферм, или ссылкопомоек) – страниц с огромным количеством ссылок на разные сайты. Такие страницы предназначены исключительно для поисковых систем, так как посетителям сайта просто нереально найти там полезную для себя информацию.

В общем, эффект от «черной» оптимизации довольно нестабилен – сайт появляется на первой странице результатов выдачи довольно быстро, но как только сотрудники поисковых систем узнают про то, что на сайте используются приемы «черной» оптимизации, сайт забанивается (исключается из индексации и вносится в «черный список» поисковика).

Существуют также методы, прочно занявшие позицию между легальными и запрещенными – это методы «серой» оптимизации, суть которой заключается в оптимизации сайта «вслепую», без учета особенностей сайта. Получаемый эффект – минимальный и нестабильный. К приемам «серой оптимизации» относят создание дорвеев без редиректа и хаотичный обмен ссылками.

Дорвеи без редиректа отличаются от «черных» дорвеев тем, что они содержат вполне удобочитаемый для человека текст, а вместо редиректа – явную ссылку, приглашающую посетителя перейти уже на основную страницу.

Хаотичный обмен ссылками – размещение ссылок на разных сайтах, не учитывая их тематику и ценность для посетителей. Обычно при таком обмене все ссылки на сайт перестают учитываться поисковыми системами вследствие наложения фильтра. В этом случае может пострадать и сам сайт, так как обмен с действительно полезными ресурсами будет затруднен.

Ключевую роль в оптимизации сайта играет схема, называемая «белой». Ее суть заключается в работе с контентом и структурой сайта с целью сделать его наиболее удобным для посетителей и доступным для индексации поисковых систем. Используя «белые» методы оптимизации, можно достичь стабильных, высоких позиций в поисковых системах. К наиболее распространенным и эффективным приемам данной схемы оптимизации относят: исправление ошибок в навигации сайта, редактирование программного кода страниц, наращивание контента и размещение ссылок на тематических ресурсах.

Исправление ошибок в навигации сайта и редактирование программного кода – это работа над внутренними факторами сайта, влияющими как на удобство сайта для пользователей («юзабилити» сайта), так и на его «дружественность» по отношению к роботам поисковых систем.

Наращивание контента подразумевает добавление новых страниц, содержащих полезную для целевых посетителей информацию.

Размещение ссылок на тематических ресурсах отличается от хаотичного обмена ссылками тем, что ссылки публикуются только на сайтах, посетителей которых может действительно заинтересовать информация, размещенная на страницах продвигаемого сайта.

В целом, «черные» и «серые» методы оптимизации направлены только на поисковые системы. Сайты, попавшие на высокие позиции с помощью таких методов, приносят мало

пользы, так как их качество редко оправдывает ожидания посетителей. К тому же риск навсегда попасть в черные списки поисковых систем очень высок. «Белые» методы оптимизации направлены, в первую очередь, на целевого посетителя. Использование «белой» оптимизации обычно приводит не только к появлению сайта на первых позициях, но и к увеличению числа посетителей сайта в несколько десятков раз.

Очевидно, что стоимость продвижения при различных схемах различна и растет от «черной» до «белой». Однако среди методов «белой» оптимизации есть и малобюджетные методы: грамотная оптимизация кода сайта, ручная регистрация в тематических каталогах, увеличение внешних ссылок на сайт и привлечение профессиональных seo-оптимизаторов.

Стоимость раскрутки сайта зависит от конкуренции в нише сайта. Чем шире или популярнее ниша, тем обычно больше конкуренция, соответственно, тем больше затраты на продвижение сайта. Точную стоимость продвижения сайта можно сказать только после определения списка ключевых слов, по которым будет продвигаться сайт. Минимальная стоимость продвижения сайта в белорусском регионе составляет от 300 тыс. руб. ежемесячно. Средняя стоимость продвижения около 600 тыс. руб.

Главной ошибкой предприятий по отношению к продвижению сайта в сложившейся кризисной обстановке являются неправильно расставленные приоритеты, ориентация на «черную» оптимизацию, использование которой в настоящее время является не только рискованной, но и абсолютно бесполезной. Наиболее разумным решением скорее будет сочетание различных приемов «белой» оптимизации, учитывая то, что одни приемы дают немедленную отдачу, другие лишь спустя определенный промежуток времени. Так, при грамотном сочетании схем и своевременном переходе от одной к другой, возможно экономить средства и не нарушать принятые правила оптимизации, не нанося ущерб своей сетевой репутации.

Подводя итог можно сказать, что владелец сайта сам определяет наиболее предпочтительную схему его продвижения, с учетом той степени риска, которой подвергается сайт. В кризисной ситуации для предприятий имеет большое значение, не только экономия средств, но и расширение клиентской базы, в том числе, и с помощью интернет-сайта. Важно, что конечный результат будет напрямую зависеть от грамотно выбранной стратегии создания и продвижения интернет-проекта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Холмогоров В., Интернет-маркетинг. Краткий курс. – СПб.: Питер, 2001.
2. Основные подходы к созданию Интернет-бизнеса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.docainfo.ru/0466148483>.
3. Michael Rappa. Бизнес-модели в сети Интернет [Электронный ресурс].- Режим доступа свободный: <http://textpattern.ru/forum/viewtopic.php?id=300>.
4. Сковорцов А.В. Основы Интернет-бизнеса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://studyspace.ru/internet-marketing-i-elektronnaya-kommertsiya/osnovyi-internet-biznesa.html>.
5. Кодекс оптимизаторов [Электронный ресурс].- Режим доступа <http://www.info-mark.ru/seocode.shtml>.

УДК 659.1.011.12.004.738.5

Лавренова О.А., Яговдик Е.К., Ермолович А.Г.

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОИСКОВЫХ СИСТЕМ

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

В современном мире сеть Интернет проникает практически во все сферы жизнедеятельности человека. Интернет-ресурсы давно перестали быть средством развлечения и превратились в незаменимый инструмент повседневной работы квалифицированного специалиста. Использование сервисов Интернет позволяет значительно расширить возможности бизнеса

Можно с уверенностью сказать, что для бизнеса важную роль имеют поисковые системы Интернет, которые являются не только уникальным инструментом для получения деловой информации, необходимой для принятия управленческих решений, но также служат эффективной рекламной площадкой.

Следует отметить, что на этапе зарождения и становления WWW – самой популярной и востребованной службы Интернет, не было необходимости в специальных поисковых системах. Список всех веб-серверов велся лично “изобретателем” Всемирной паутины Тимом Бернерсом-Ли и располагался на серверах CERN’a. Именно этот список можно считать первым предвестником современных поисковых систем – первым каталогом. Однако лавинообразное развитие интернет-ресурсов, резкое увеличение объемов информации потребовали и новых инструментов для поиска информации, поэтому на смену первому каталогу пришли многофункциональные поисковые системы, первыми из которых были Yahoo и Altavista. С течением времени количество поисковых систем постоянно увеличивается и они становятся наиболее популярным способом поиска в Интернете.

Если рассматривать белорусский и русский сегменты Интернета, то на раннем этапе их развития объем составлял 18 000 сайтов и около 3 миллионов страниц (1997 г.). Объем всех текстов составлял чуть более семи гигабайт и мог бы разместиться на одной современной флэш-карте. В настоящее время белорусско-русский сегмент сети насчитывает как минимум 16 млн сайтов. При таких объемах информации работа пользователя без поисковых систем была бы практически невозможна. Ведь только 20% пользователей Всемирной паутины заходят на сайты напрямую, зная их адреса, а остальные 80% предпочитают, не запоминая адрес, заходить на сайт через поисковые системы.

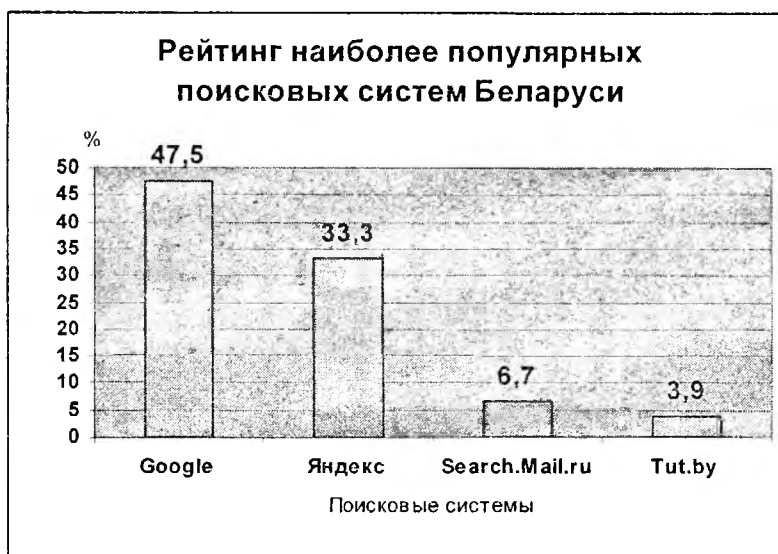


Рис. 1. Рейтинг наиболее популярных поисковых систем Беларуси

Наиболее популярными поисковыми системами в Беларуси по данным Lifeinternet.ru являются Google и Яндекс (рис.1), которые контролируют 80,8 % белорусского рынка поисковых систем [1].

На современном этапе развития поисковые системы являются для рядовых потребителей средством бесплатного комфортного поиска, а для их владельцев – средством бизнеса и, соответственно, источником получения дохода. Если для обычных пользователей возможности поиска предоставляются бесплатно, то за счет каких средств развиваются поисковые системы, совершенствуются их алгоритмы и механизмы реализации поисковых технологий? Исследования показывают, что основными источниками доходов для поисковых систем служат:

- реклама;
- дополнительные бесплатные сервисы (почта, чат, открытки, игры и др.), за которые пользователи платят не деньгами, а просмотром рекламы.

Очень хорошо этот вывод подтверждают данные о размере и структуре дохода самой популярной и успешной поисковой системы Google (рис. 2, источник: <http://www.kip.ru/realtime/2010/02/where-google-revenue-comes-from.html>, февраль 2010).

Бесплатные сервисы Google очень качественны, перспективны и часто не имеют прямых аналогов. Привлекая новых пользователей бесплатными услугами, Google впоследствии «привязывает» их к своим платным сервисам. Подобная бизнес-модель в свое время была использована компанией Microsoft против Netscape: при выходе на рынок был выпущен бесплатный продукт, по качеству не уступающий платным аналогам, и конкуренция с ним оказалась бессмысленной. Но в отличие от Microsoft, Google постоянно выводит на рынок новые сервисы, стараясь предложить потребителю практически все виды контента, которые пользуются спросом: возможность скачивать книги, фильмы, песни, интернет-телевидение, викторины. В США Google предоставляет клиентам возможность заказывать рекламные площади в крупнейших газетах (The New York Times, The Washington Post и др.). Газеты, в условиях падения тиражей и доходов от рекламы, легко идут на сотрудничество. Еще одним важным стратегическим направлением Google становится завоевание региональных рынков.

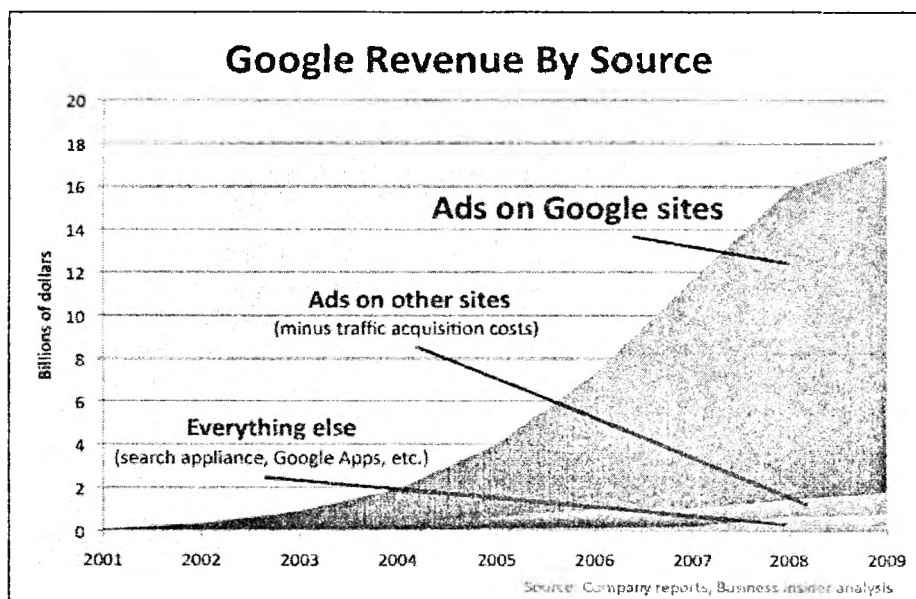


Рис. 2. Состав доходов поисковой системы Google

Но очевидно, что основным источником дохода для Google является реклама (99%), а другие направления (в том числе и предоставление корпоративного поиска) приносят небольшой доход. Структура доходов ясно указывает на то, что Google – большая рекламная компания (227-я в мире и 1-я в Интернет). Рекламная система Google основана на двух программах – AdWords и AdSense. AdWords размещает контекстные рекламные ссылки в результатах поиска. AdSense – партнерская программа для владельцев сайтов.

Таким образом, очевидно, что даже если поисковый сервис формально бесплатен, владельцы поисковиков возвращают расходы с помощью рекламы, и именно реклама – основная статья их доходов. Следовательно, для рекламодателей поисковые системы являются весьма перспективной рекламной площадкой, поскольку около 85% посетителей сайтов приходят именно из поисковых систем. Знание особенностей рекламных технологий поисковых систем позволит рекламодателю осуществить наиболее рациональное распределение рекламного бюджета и достичь требуемых результатов.

В поисковых системах выделяют два основных вида рекламы: контекстную и баннерную.

Контекстная реклама представляет собой объявление перед или возле результатов поиска в поисковой системе, транслируемое всякий раз, когда пользователь набирает в строке поиска "купленное" ключевое слово.

Баннерная реклама – это классическая форма размещения рекламы в сети в виде текста либо графики, которые показываются случайным образом на разных страницах интернет-ресурса.

Выбор вида рекламы, в первую очередь, зависит от целей, которые преследует рекламодатель. Если компании необходимо заявить о себе, прорекламить товар, услуги и т. д., то наиболее эффективной будет баннерная реклама, а если рекламодатель предполагает взаимодействие только с целевой аудиторией, то выбор должен быть сделан в пользу контекстной рекламы.

Изучение ценовых предложений различных поисковых систем показывает, что стоимость баннерной и контекстной рекламы, а также условия их предоставления могут существенно различаться (таблица 1, [2; 3; 4; 5; 6]). По мнению экспертов в области интернет-рекламы на формирования цены влияют следующие факторы:

- рейтинг поисковой системы;
- посещаемость страницы данной системы;
- конкуренция внутри тематики;
- частота запросов ключевых слов:
- низкочастотные (частота запросов менее 500 раз в месяц);
- среднечастотные (частота запросов от 500 раз в месяц до 5000);
- высокочастотные (частота запросов от 5000 раз в месяц до 10000);
- сверхчастотные (частота запросов более 10000 раз в месяц).

Таблица 1 – Расценки рекламных услуг в поисковых системах (белорусские рубли)

Стоимость по видам рекламы	Tut.by	Yandex.ru	All.by	Rambler.ru*	Mail.ru
Контекстная реклама	65, 8 / показ	1750 / показ в неделю	50/ показ	11000/ переход	7/ показ
Баннерная реклама (на самой популярной странице)	3 170 684 / день	7 / показ + 3 500 000/ неделя	50 000 / день	-	-
Корпоративный пресс-релиз в ленте "Новости компаний"	1 131 600 / написание + публикация на 1 день (584 760 / день)	-	-	45000/ переход	-

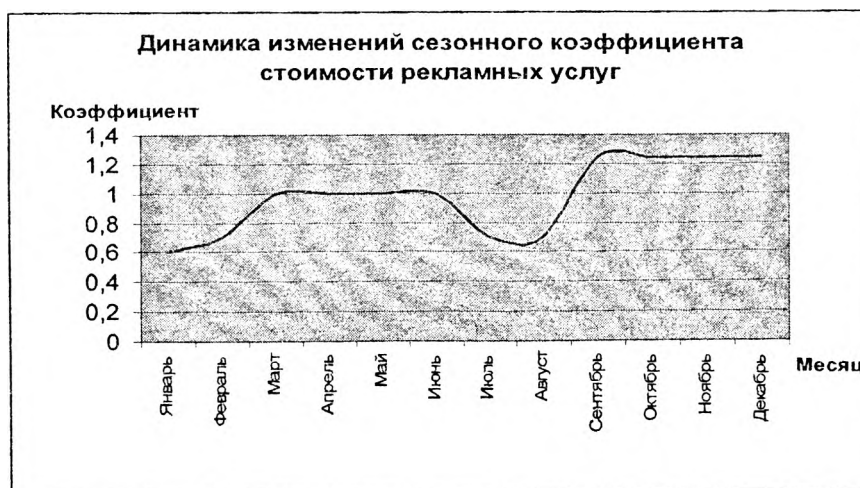


Рис. 3. Сезонные коэффициенты стоимости рекламных услуг

Интересным представляется опыт специалистов российского поисковика Rambler, которые рассчитали сезонные коэффициенты стоимости рекламных услуг по отношению к базовому прайс-листу (рис. 3), с целью регулирования сезонных колебаний спроса на рекламу.

В белорусском сегменте сети Интернет наиболее популярна белорусская поисковая система TUT.BY, число заходов уникальных посетителей на титульную страницу которой составляет более 280 000 в сутки, а месячная аудитория достигает 3 млн. человек. Для внедрения Интернет-технологий в бизнес-процессы белорусских предприятий, организаций, учреждений создан Центр электронного бизнеса. На портале размещается контекстная, баннерная реклама, рекламные ссылки, новости и статьи, рекламные блоки на проектах TUT.BY. Особенно эффективной является реклама марочной продукции и имиджевая реклама торговых марок (бренд-маркетинг).

На белорусском рынке интернет-рекламы доля TUT.BY составляет 44% и его выгодно использовать для продвижения компании на внутреннем рынке. Но основная доля рекламного рынка все же приходится на зарубежные поисковые системы. Это может быть связано с тем, что белорусские пользователи по-прежнему отдают предпочтение зарубежным интернет-ресурсам и поэтому рекламодателям, выгоднее размещать рекламу на зарубежных, в частности, российских поисковых системах. Например, наиболее эффективен для контекстной рекламы, по данным Акавиты, поисковик Яндекс, который дает 77% переходов посетителей с показанной им рекламы на сайт рекламодателя. Для сравнения, с поисковой системы Google переходят по рекламе только 18% [9]. Таким образом, Google и Яндекс, наряду с TUT.BY, являются наиболее перспективными рекламными площадками в Беларуси.

Исследования показывают, что сеть Интернет предоставляет в дополнение к традиционным видам рекламы достойную альтернативу, обладающую рядом уникальных преимуществ:

- доступность 24 часа в сутки;
- точный охват аудитории;
- возможность анализа поведения посетителей;
- гибкость рекламной кампании;
- интерактивность;
- возможность размещения большого количества информации;
- оперативность распространения и получения информации;
- сравнительно низкая стоимость;
- более сконцентрированное внимание пользователя.

Интернет-реклама становится в современных условиях инструментом формирования покупательских предпочтений и общественного мнения в целом. Очевидно, что компаниям будет выгодно размещать свою рекламу в сети Интернет с использованием поисковых систем, с учетом того, что со страниц поисковых систем переходит на сайт преобладающее большинство посетителей.

Безусловно, рекламные кампании в поисковых системах требуют определенных денежных затрат, однако они оправдывают себя, т.к. при этом девять из десяти пришедших на сайт через поисковую систему — это целевые посетители, которые мотивированно ищут интересующие их товары, услуги или информацию. Именно поэтому объем рекламы в Интернет растет непрерывно и, даже в условиях кризиса, она становится все более и более привлекательной.

Перед рекламодателями открываются хорошие перспективы, но необходимо уметь правильно воспользоваться предоставляемыми возможностями. Успешность проводимой рекламной кампании будет, в первую очередь, зависеть от правильного выбора вида рекламы и поисковой системы как рекламной площадки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Статистика использования поисковых систем и как её использовать [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.liveinternet.ru/users/kayros/post107723332/> – Загл. с экрана.
2. «Tut.by» Реклама [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.tut.by.com/service/advert/price/> – Загл. с экрана.
3. «Yandex.ru» Реклама [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://advertising.yandex.ru/> – Загл. с экрана.
4. «All.by» Расценки

на рекламные услуги [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://reklama.open.by/> – Загл. с экрана. 5. «Rambler.ru» Реклама на Рамблере [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rambler.ru/> – Загл. с экрана. 6. «Mail.ru» Реклама на Mail.Ru. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.mail.ru/> – Загл. с экрана. 7. «Google» Google AdWords [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.google.com/intl/ru/ads/> – Загл. с экрана. 8. Статья «Охват аудитории для радио и поведение во время рекламы»//«Маркетинг: реклама и сбыт»//№1.2009 с. 3. 9. Интернет – реклама в Беларуси: состояние рынка и прогнозы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.belreklama.by/article/8860 – Загл. с экрана.

УДК 338.5

Передня О.В., Демидов В.И.

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЦЕНООБРАЗОВАНИЯ НА ТОВАРЫ НАРОДНОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

Разные группы потребителей готовы заплатить разную сумму за повышенный уровень качества. Оптимальный уровень качества будет для них разным.

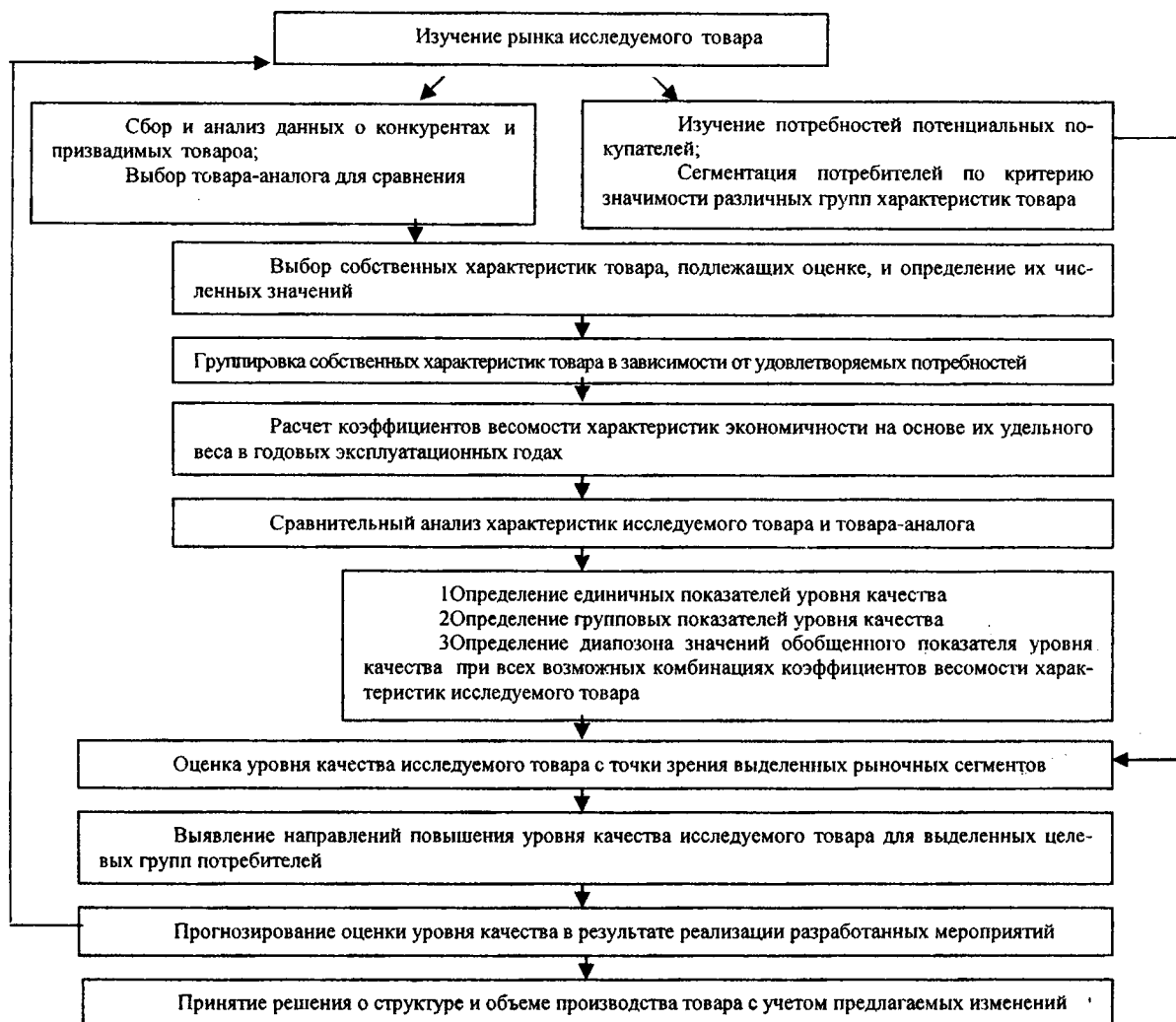


Рис. 1. Принципиальная схема оценки уровня качества товара [1, с7]

Под качеством продукции понимается совокупность собственных потребительских характеристик продукции, способных удовлетворять установленные и предполагаемые потребности. Уровень качества – это степень, с которой совокупность собственных потребительских характеристик продукции удовлетворяет установленные и предполагаемые потребности. Для определения уровня качества товаров народного потребления необходимо сопоставлять только собственные потребительские характеристики товара. На оценку уровня качества, методика определения которой представлена на рисунке 1, влияет вся совокупность собственных потребительских характеристик.

Такая трактовка понятий «качество» и «уровень качества» обладает следующими преимуществами: сохраняется объективность категории «качество»; совокупность потребительских свойств, относящихся к качеству, ограничена собственными (неотъемлемыми) характеристиками (масса, надежность и др), закладываемыми в процессе производства товара; уровень качества представлен как субъективная, сравнительная оценка качества продукции потребителями, различная у разных покупательских групп и изменчивая во времени.

Уровень качества товара оценивается по-разному разными группами потребителей, поэтому показатель уровня качества должен быть представлен диапазоном значений. Уровень качества товаров определяется по формуле (1). [1, с 7].

$$УК_{21} = k_{Хэк} * \sum_{i=1}^n \left(b_i^{Хэк} * \left(\frac{X_{экi2}}{X_{экi1}} \right)^{\pm 1} \right) + k_{Хпр} * \sum_{i=1}^m \left(b_i^{Хпр} * \left(\frac{X_{прi2}}{X_{прi1}} \right)^{\pm 1} \right) + k_{Хэст} * \sum_{i=1}^z \left(b_i^{Хэст} * \left(\frac{X_{эстi2}}{X_{эстi1}} \right)^{\pm 1} \right), \quad (1)$$

$$k_{Хэст} + k_{Хпр} + k_{Хэк} = 1$$

где $УК_{21}$ – уровень качества оцениваемого товара;

$X_{эк2}, X_{эк1}, X_{пр2}, X_{пр1}, X_{эст2}, X_{эст1}$ – значения характеристик экономичности, применения и эстетичности оцениваемого 2 и базового 1 товаров;

n, m, z – количество оцениваемых характеристик экономичности, применения и эстетичности, соответственно;

$k_{Хэк}, k_{Хпр}, k_{Хэст}$ – коэффициенты весомости групповых показателей экономичности, применения и эстетичности товара соответственно;

$b^{Хэк}, b^{Хпр}, b^{Хэст}$ – коэффициенты весомости единичных характеристик товара в соответствующем групповом показателе (например, весомость безопасности товара среди характеристик применения). Коэффициенты весомости единичных показателей экономичности товара $b^{Хэк}$ рассчитываются исходя из их веса в общей сумме эксплуатационных затрат, $b^{Хпр}, b^{Хэст}$ определяются анкетным методом.

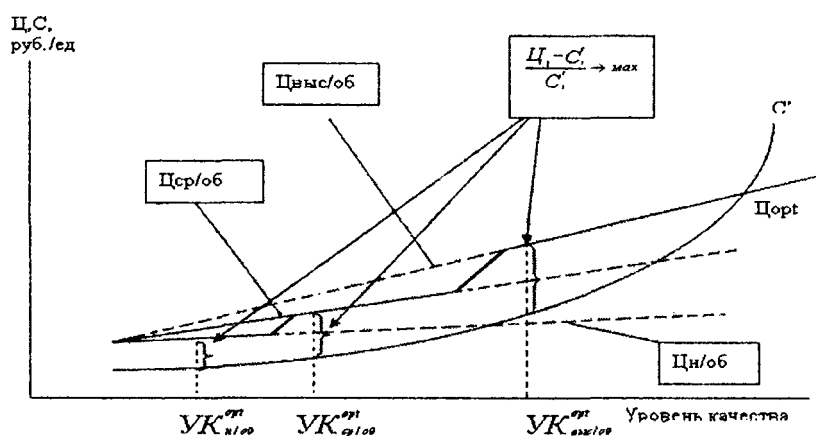


Рис. 2. Влияние уровня качества на цену и себестоимость товара [1, с11]

Для расчета диапазона значений обобщенного показателя уровня качества в формуле (1) коэффициентам весомости потребительских характеристик ($k_{Хсст}, k_{Хпр}, k_{Хэст}$) задаются все возможные значения.

График цены представляет собой «ступенчатую» линию, отражающую влияние уровня качества на цену товара для разных групп потребителей (рис. 2).

$Ц_{н/об}, Ц_{ср/об}, Ц_{выс/об}$ – цена для низко-, средне – и высокообеспеченных потребителей соответственно;

$Ц_{opt}$ – оптимальная для производителя цена, максимизирующая удельную прибыль;

$УК_{н/об}^{opt}, УК_{ср/об}^{opt}, УК_{выс/об}^{opt}$ – оптимальный уровень качества для потребителей с низким, средним и высоким уровнем дохода, обеспечивающий производителю максимальную удельную прибыль;

$С'$ – удельная себестоимость товара.

Чтобы установить цену на конкурентном уровне, производитель должен учесть: требования к товару на целевом потребительском сегменте; цены на аналогичные товары своих конкурентов; уровень качества и присвоенных характеристик производимого товара по сравнению с товаром-конкурентом. С учетом отмеченных факторов, функция конкурентоспособной розничной цены от уровня качества представлена в виде

$$\begin{aligned} Ц_2^{КСП} &= Ц_1 * УК_{2,1}^a * УПХ_{2,1}^b, \\ Ц_2^{КСП} &\in [Ц_{нп}; Ц_{вп}] \end{aligned} \quad (2)$$

где $Ц_2, Ц_1$ – цена оцениваемого и базового товаров соответственно, руб./ед.;

$УК_{2,1}^{(c)}$ – уровень качества оцениваемого товара по сравнению с базовым для рассматриваемого сегмента (с);

$УПХ_{2,1}^{(c)}$ – уровень присвоенных потребительских характеристик оцениваемого товара по сравнению с базовым для рассматриваемого сегмента (с);

a – коэффициент, отражающий влияние уровня качества товара на его цену;

b – коэффициент, отражающий влияние уровня присвоенных потребительских характеристик на цену товара;

$Ц_{нп}$ – нижний предел цены, обусловленный затратами на производство, руб./ед.;

$Ц_{вп}$ – верхний предел цены, например, цена на наиболее популярную модель на анализируемом сегменте, руб./ед.

Коэффициенты реакции цены (a,b), которую готов заплатить за товар потребитель, на изменения уровня качества и присвоенных потребительских характеристик зависят от величины дохода и других факторов. Диапазон их значений определяется на основе маркетинговых исследований (анкетирования).

Для расчета отпускной цены производителя формула (3) корректируется на величину оптовой и розничной надбавок, косвенных налогов (в данном случае – НДС, при необходимости учитываются и прочие):

$$Ц_1^{опт.рп} = \frac{Ц_2^{КСП}}{\left(1 + \frac{h_{НДС}}{100}\right) * \left(1 + \frac{h_{розн}}{100}\right) * \left(1 + \frac{h_{опт}}{100}\right)} = \frac{Ц_1 * УК_{opt}^a * УПХ_{opt}^b}{\left(1 + \frac{h_{НДС}}{100}\right) * \left(1 + \frac{h_{розн}}{100}\right) * \left(1 + \frac{h_{опт}}{100}\right)}, \quad (3)$$

где $Ц_1$ – отпускная цена производителя;

$h_{НДС}, h_{розн}, h_{опт}$ – ставки НДС, розничной и оптовой наценок соответственно.

Уровень конкурентоспособности товара определяется соотношением цен и потребительских характеристик базового и анализируемого образцов:

$$КСП_{2,1} = \frac{Ц_1 * УК_{opt}^a * УПХ_{opt}^b}{Ц_2} = \frac{Ц_2^{КСП}}{Ц_2}, \quad (4)$$

КСП – уровень конкурентоспособности анализируемого товара 2 по сравнению с базовым 1;

Ц₂ – фактическая цена анализируемого товара.

Рассмотренная модель ценообразования нашла широкое применение при производстве товаров народного потребления, ориентированные на различные сегменты рынка.

Например, телевизоры одной и той же фирмы выпускаются с различными размерами экранов, с 60 и 100 герцовой разверткой, с простой и автоматической регулировкой формата экранов, без подсветки и с подсветкой меняющей цвет, лампочками, расположенными на задней стенке телевизора, с встроенными DVD проигрывателями и другими устройствами. Это дает возможность фирмам маневрировать ценами в широком диапазоне, расширить круг потребителей своей продукции и получать максимальную прибыль.

ЛИТЕРАТУРА

1. Коган А.А. Управление качеством товаров народного потребления с учетом требований сегментированных рынков: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата экон. наук. – Мн.: БНТУ, 2008. – 25с. 2. Бабук И.М. Экономика предприятия: учебное пособие. – Мн.: ИВИЦ Минфина, 2006. – 327с. 3. Тарасов В.И. Ценообразование: учебное пособие. – Мн.: Книжный Дом, 2005. – 256с.

УДК 658.012.4

Плясунков А.В.

СТРАТЕГИЧЕСКОЕ БЮДЖЕТИРОВАНИЕ НА ПРЕДПРИЯТИИ

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

Управление компанией и планирование деятельности только на основании финансовых показателей является недостаточно эффективным. Во-первых, финансовые индикаторы отражают деятельность компании в прошлом, т. е. они являются «медлительными» индикаторами, которые не в состоянии проиллюстрировать реальную работу менеджеров в современном отчетном периоде и обеспечить адекватное руководство к действию. Во-вторых, излишний акцент при достижении и поддержании краткосрочных финансовых результатов приводит к излишнему инвестированию в решение краткосрочных проблем и недостаточному вниманию к долгосрочному созданию ценностей, которые способствуют росту в будущем (другими словами, существует разрыв между стратегической и оперативной деятельностью). В-третьих, развитие негативных тенденций в бизнесе может отразиться на значении финансовых показателей не сразу, а на той стадии, когда уже невозможно поправить ситуацию незначительными изменениями и необходимо решать глобальную проблему выживания компании. Например, компания может максимизировать краткосрочные финансовые результаты, увеличивая цену на продукцию и снижая затраты на обслуживание клиентов. В краткосрочном периоде эти действия увеличивают отчетную доходность, но недостаточная удовлетворенность и лояльность клиента делают компанию сильно уязвимой к давлению конкурентов.

В условиях жесткой рыночной конкуренции огромное значение имеет долгосрочное развитие, основными факторами которого являются грамотное стратегическое управление, эффективность бизнес-процессов, знания и квалификация сотрудников, способность организации удерживать и привлекать новых клиентов, корпоративная культура, поощряющая инновации и организационные улучшения, инвестиции в информационные технологии. Таким образом, модель финансового учета и планирования должна быть расширена за счет нематериальных и интеллектуальных активов компании.

Сбалансированная система индикаторов деятельности – BSC (Balanced Scorecard) – позволяет решить все вышеперечисленные задачи стратегического и тактического управления компанией. Основное назначение системы заключается в усилении стратегии бизнеса, ее фор-

мализации, проведении и донесении до каждого сотрудника компании, обеспечении мониторинга и обратной связи с целью отслеживания и генерации организационных инициатив внутри структурных подразделений. При этом обратная связь имеет стратегический характер, т.е. определяется и отслеживается выполнение долгосрочных планов развития и работа компании в соответствии с установленной стратегией. Кроме того, в случае недостижения запланированных результатов работы в течение определенного периода (года, полугодия) пересматривается и уточняется не только оперативное управление компанией, но и выбранная стратегия действия. Таким образом, система дает возможность заметить и исправить не только недочеты текущей деятельности, но и стратегические ошибки, которые при позднем обнаружении могут стоить компании очень дорого. На рис. 1 схематично показано сочетание стратегического планирования и бюджетирования. Существенно отметить, что стратегия здесь формулируется как гипотеза о том, чего собирается достичь предприятие, а бюджет должен помочь топ-менеджменту проверить эту гипотезу.

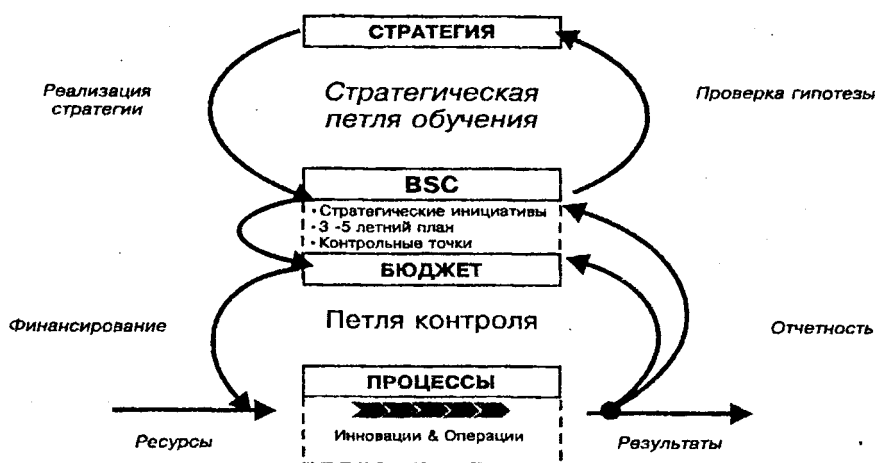


Рис. 1. Система двойной петли бюджетирования

Система целей и показателей BSC состоит из следующих 4 направлений.

Финансовое направление включает в себя финансовые критерии качества работы, указывающие, способствуют ли стратегии компании ее совершенствованию. Финансовые показатели служат главным ориентиром для координации всех направлений деятельности и создания единой системы их оценки и управления.

В потребительском направлении BSC компания обозначает те сегменты рынка и потребительские группы, в которых предстоит вести борьбу с конкурентами. Это направление дает возможность компании выстроить цепь основных оценочных характеристик выбранного сегмента потребительского рынка: определить стандарты удовлетворения потребительского спроса, привлечения новых потребителей, сохранения спроса, повышения уровня приверженности (лояльности) потребителей данной торговой марки, а также оценить рыночную стоимость предложения – основной индикатор состояния потребительского рынка, в том числе и всех вышеперечисленных характеристик.

Направление внутренних процессов разрабатывается для оценки внутренней коммерческой деятельности организации. Менеджеры компании определяют те хозяйственные операции, которые играют важнейшую роль в удовлетворении интересов собственников и клиентов и разрабатывают программы деятельности, исходя из задач-ориентиров и оценочных показателей финансовой и потребительской сферы BSC.

Направление обучение и рост включает цели и оценочные показатели их достижения в сфере переобучения, повышения квалификации кадров, создания благоприятного климата внутри коллектива, а также оценивает эффективность информационной системы компании. Финансовое, потребительское направление и оценка внутренних процессов определяют те по-

казатели, в которых организация должна преуспеть. В направлении обучение и рост определяются те цели и показатели, которые будут способствовать достижению всех иных целей.

Общая последовательность планирования деятельности предприятия приведена на рис. 2.

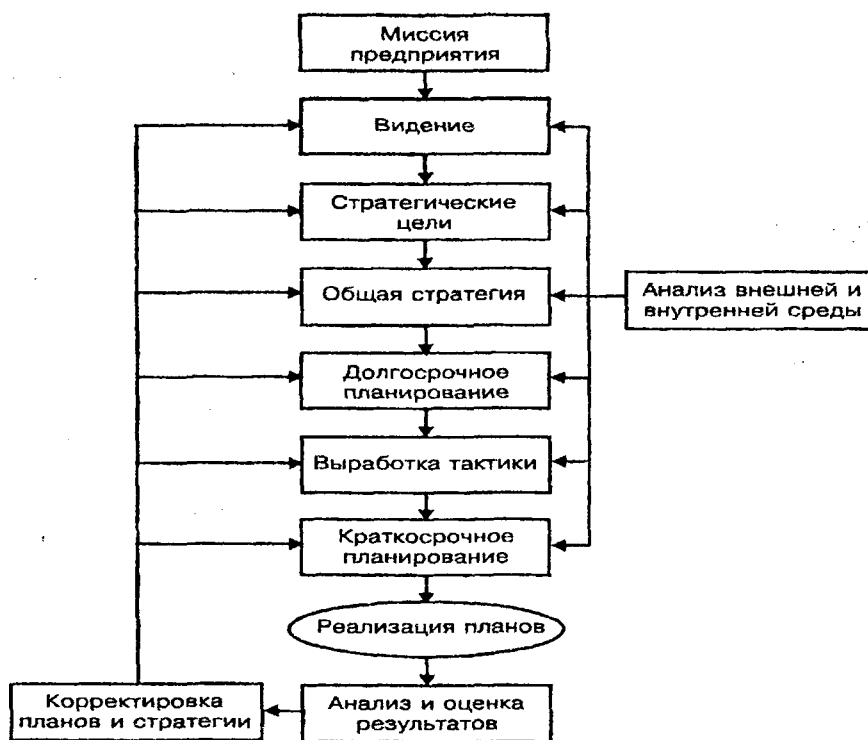


Рис. 2. Комплексный характер планирования на предприятии

Дадим характеристику каждого элемента этой схемы.

Миссия представляет собой изложение причины существования компании, основной акцент при формулировке миссии делается не на получение прибыли, а на удовлетворение потребителей путем предоставления качественных товаров и услуг.

Видение (генеральная цель) представляет собой желаемое положение, которое компания хочет достигнуть в будущем через 5-10 лет.

Стратегические цели – конкретизация видения в формате BSC (цели, достижение которых приведет к достижению генеральной цели).

Общая стратегия – лаконичное описание того, каким образом компания собирается достигнуть стратегических целей может рассматриваться в двух видах: ориентиры стратегической направленности (расширение, поддержание достигнутого уровня, использование достижений) и стратегическое позиционирование поддержания конкурентных преимуществ (низкие затраты и дифференциация продукции).

Долгосрочное планирование – общий прогноз деятельности компании на 3-5 лет (по годам), определение показателей в 4 направлениях BSC, достижение которых должно привести к достижению стратегических целей; планирование инвестирования средств и источников финансирования данных инвестиций.

Краткосрочное планирование – детальный прогноз всех сфер деятельности компании на ближайший год, квартал, месяц или более короткий промежуток времени, оформляемый в виде системы бюджетов.

Анализ и оценка результатов – определение отклонения фактических результатов деятельности компании от планируемых.

Корректировка планов и стратегии – определение необходимости корректировать как текущие, так и долгосрочные планы, и стратегические цели на основании результатов работы компании.

Пример формулировки видения и определения стратегических целей компании представлены на рис. 3.

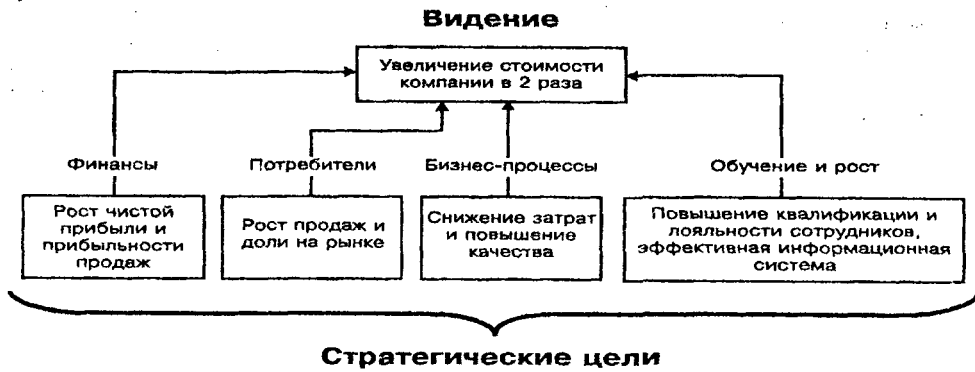


Рис. 3. Пример определения видения компании основных стратегических целей

Одним из основных условий эффективной системы планирования является взаимосвязь видения и стратегических целей компании с долгосрочным и краткосрочным планированием. Система текущего планирования не должна быть оторвана от долгосрочных планов и стратегии компании – реализация краткосрочных планов должна приводить к достижению стратегических целей и видения компании.

Долгосрочное планирование является связующим звеном между стратегическими целями компании и текущей деятельностью. В рамках долгосрочного планирования разрабатывается взаимосвязанная система целей и показателей в формате BSC, а также целевые показатели (по годам), достижение которых должно привести к достижению стратегических и генеральной цели (рис. 4).

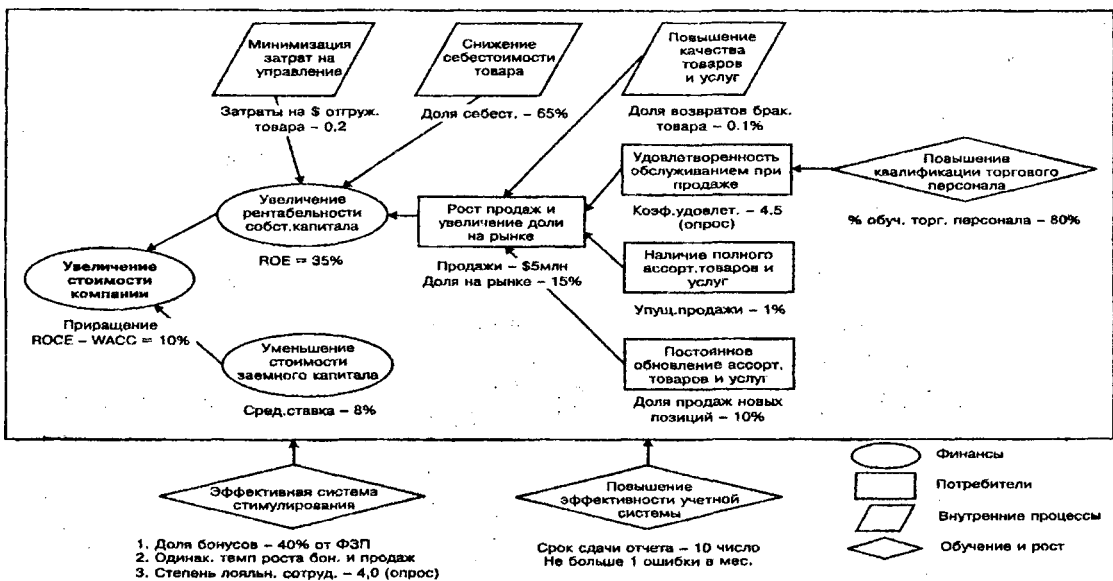


Рис. 4. Пример системы целей и показателей в формате BSC

Одной из основных целей долгосрочного планирования является определение необходимости инвестирования средств для достижения поставленных целей и оценка эффективности вложений. Например, для достижения цели «увеличение суммы выручки компании в 2 раза за 3 года» необходимо инвестировать деньги в создание трех новых магазинов.

Для того чтобы принять решение о вложении средств, необходимо определить период окупаемости инвестиций (например, может оказаться, что требуемая сумма инвестиций мно-

го превышает возможное увеличение прибыли за 5 лет, т. е. вкладывать деньги нет смысла и нужно искать другие способы увеличения выручки).

Для детализации и уточнения долгосрочных планов в компании внедряется система краткосрочного планирования, которая должна помочь руководству компании в решении проблем, связанных с текущей деятельностью. Другими словами, основной задачей системы краткосрочного планирования является обеспечение бесперебойного процесса производства и реализации продукции, а также обеспечение финансирования текущей деятельности компании и эффективное использование денежных средств.

Основной проблемой большинства отечественных предприятий является отсутствие связи между долгосрочным и краткосрочным планированием. При планировании деятельности на ближайший год не учитываются долгосрочные цели компании, прогноз осуществляется зачастую только на основании статистики прошлых периодов и эмоций сотрудников, ни на чем не основанных.

Для достижения видения и поставленных стратегических целей необходимо, чтобы существовала четкая связь между долгосрочными планами и прогнозом деятельности на ближайший год или месяц. Например, одной из целей компании является увеличение продаж до \$5000 000 в год за три года, при этом на 1-й год планируется увеличение продаж до \$3000 000, на второй год – до \$4000 000, на 3-й год – \$5000 000. При разработке плана деятельности компании на 1 -й год сумма продаж \$3000 000 в год берется как целевая и детализируется до планируемых продаж в каждом месяце. При этом необходимо определить, возможен ли такой рост продаж при существующем состоянии на рынке (или рост продаж может быть намного больше) и, в случае необходимости, откорректировать долгосрочный целевой показатель.

В рамках краткосрочного планирования на основании системы долгосрочных целей необходимо разработать целевые показатели в формате BSC на планируемый период с разделением некоторых показателей по интервалам прогноза (по месяцам, неделям, пр.), при этом некоторые цели необходимо детализировать.

Краткосрочное финансовое планирование можно осуществлять с помощью разнообразных подходов. Существуют методы укрупненного годового финансового планирования, назначение которых состоит в том, чтобы оценить объемы дополнительного финансирования. Устанавливаются некоторые укрупненные статьи поступлений и расходов денег, и происходит прогноз этих статей на каком-то временном базисе: в целом за год или в разбивке по кварталам. Он может быть рекомендован для практического применения на начальном этапе внедрения системы бюджетирования или тогда, когда топ-менеджмент ориентирован на менее требовательное прогнозирование финансовых результатов в целом за год, а все внимание сосредотачивает на месячном планировании. Годовой бюджет в этом случае делается как бы «ради любопытства», а месячный бюджет является инструментом управления фирмой.

Более продвинутая система комплексного текущего бюджетирования предполагает органическое сочетание технологий разработки годового и месячного бюджетов в их единстве и взаимосвязи.

Таким образом, управление организацией и планирование деятельности на основе как финансовых, так и не финансовых показателей является достаточно эффективным. Поэтому данный подход к планированию и управлению может быть успешно использован отечественными предприятиями для повышения эффективности своей деятельности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Брейли Р., Майерс С. Принципы корпоративных финансов. - М.: Олимп-бизнес, 1997.
2. Каплан Р., Нортон Д. Сбалансированная система показателей. - М.: Олимп-бизнес, 2003.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРОДУКЦИИ

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

В условиях рыночной экономики исследование конкурентоспособности товара представляет собой одну из важнейших составных частей комплексных маркетинговых исследований. Изучение конкурентоспособности производимой продукции создает основу для выработки стратегии и тактики деятельности предприятия на рынке, выбора правильного пути повышения технического уровня и качества изделия.

Достижение конкурентоспособности своей продукции, увеличение объема ее реализации, рентабельности продаж и прибыли является актуальной задачей для каждого предприятия.

Большое многообразие подходов к формулировке понятия конкурентоспособности все же характеризует не все аспекты конкурентоспособности продукции. В большинстве случаев в формулировках отражена позиция конечных потребителей, раскрывается социальный аспект конкурентоспособности товара [1,2,4]. Такое определение не совсем полно отражает существенные признаки категории конкурентоспособности продукции, так как не учитывает интересы производителей.

Для более полного определения конкурентоспособности, понятие следует рассмотреть и с позиции производителя: условие конкурентоспособности его товара в практическом плане оценивается как возможность получения максимально возможной прибыли.

Поэтому, целесообразно предложить следующее определение конкурентоспособности продукции: конкурентоспособность – комплексная многоаспектная характеристика, отражающая способность продукции быть успешно реализованной на рынке, обусловленная степенью соответствия продукции по качественным и ценовым параметрам требованиям потребителей, и обеспечивающая прибыль производителю при ее реализации.

Так как успешность функционирования любой фирмы зависит, в конечном счете, от уровня конкурентоспособности продукции, предлагаемой ею потребителям, обеспечение конкурентоспособности продукции на требуемом уровне предполагает необходимость её количественной оценки. Тем самым приходится признать значимость разработки четкой методологии оценки и управления конкурентоспособностью продукции. Без такой оценки конкурентоспособности все предусматриваемые предприятием меры по поддержанию продукции (товара, услуги) на должном уровне останутся благим пожеланием.

Неоднозначная трактовка понятия «конкурентоспособность продукции» привела и к различию в предлагаемых методах ее оценки. В настоящее время существует множество методик оценки конкурентоспособности товара [3, с. 81]. Следует отметить, что в подавляющем большинстве работ, посвященных конкуренции и конкурентоспособности, рассматриваются только свойства данного товара и свойства конкурирующих товаров. Многочисленные расчетные способы определения конкурентоспособности товара оперируют именно этими группами показателей – параметров качества (технических) и экономических параметров, то есть ориентированы на покупателя, что важно, но не дают возможности рассмотреть конкурентоспособность продукции с позиции интересов производителя, что снижает их ценность.

На основании указанного обстоятельства и с целью объективной оценки предложена методика, позволяющая оценить двойное влияние на конкурентоспособность товара. Данная методика предполагает следующую систему показателей:

Коэффициент конкурентоспособности продукции ($K_{ксп}^{пр-ции}$), который характеризует привлекательность нового товара для потребителя. Он показывает, во сколько раз макси-

мальная цена, за которую можно реализовать изделие, превышает фактическую цену его реализации.

$$K_{КСП}^{np-цм} = \frac{Ц_{2полезн}}{Ц_2^{omn}}, \quad (1)$$

где $Ц_{2полезн}$ – цена полезности оцениваемого изделия для потребителя, руб.; $Ц_2^{omn}$ – отпускная цена оцениваемого изделия, руб.

Коэффициент конкурентоспособности производства продукции ($K_{КСП}^{np-ва}$) показывает, во сколько раз фактическая отпускная цена реализации при выходе изделия на рынок превышает минимальную отпускную цену, рассчитанную затратным методом.

Коэффициент имеет два функциональных назначения: во-первых, он характеризует резерв ценовой адаптации продукции после выхода на рынок; во-вторых, он показывает мультипликацию доходности нового изделия в сравнении с базовым.

$$K_{КСП}^{np-ва} = \frac{Ц_2^{omn}}{Ц_{2min}^{omn}}, \quad (2)$$

где $Ц_{2min}^{omn}$ – минимальная отпускная цена оцениваемого изделия, рассчитанная затратным методом, руб.

Все эти коэффициенты обязательно должны быть больше единицы. Тем самым предприятие путем изменения цен может достигать такой конкурентоспособности продукции, которая позволяла бы реализовывать ее в объеме и по ценам, обеспечивающим максимально возможную прибыль.

Если $K_{КСП}^{np-цм} > 1$ и $K_{КСП}^{np-ва} > 1$, то покупка и реализация новой продукции выгодна и производителю и потребителю. Выполнение этих условий необходимо для разработки, производства и успешной реализации продукции.

Цена полезности изделия для потребителя ($Ц_{2полезн}$) – это такая цена, которая обеспечивает экономический и потребительский эффект (полезность) при использовании новой продукции.

Учитывая сложность природы потребительской стоимости (полезности), цена полезности может быть определена с помощью экспертных методов. Для определения цены полезности лучше всего использовать балловый метод ценообразования. Такой метод определения цены учитывает желания потребителя (фактор спроса) и позволяет определить те ценностные представления, которые существуют в сознании потребителей относительно той или другой продукции. Определение таких критериев ценности даст возможность предприятию определить такую цену на продукцию, за которую покупатель готов ее приобрести.

Цена полезности конкурирующего изделия определяется по формуле:

$$Ц_{2полезн} = Ц_б \cdot k_{кач}, \quad (3)$$

где $Ц_{2полезн}$ – цена полезности оцениваемого изделия для потребителя, руб.; $Ц_б$ – цена базового изделия, руб.; $k_{кач}$ – коэффициент качества – суммарный взвешенный коэффициент, характеризующий потребительские свойства анализируемой продукции по всем значимым параметрам в сравнении с продукцией конкурентов. Рассчитывается по следующей формуле:

$$k_{кач} = \sum_{i=1}^n v_i \frac{\Pi_{ci}}{\Pi_{oi}}, \quad (4)$$

где Π_{ci} ; Π_{ci} – оценка i -го технико-эксплуатационного параметра в базовом и сравниваемом изделиях; $i = 1, 2, \dots, n$ – технико-эксплуатационные параметры изделий (производительность, грузоподъемность, расход энергии и т.д.); v_i – коэффициент весомости i -го параметра.

$$\sum_{i=1}^n v_i = 1$$

Таким образом, цену полезности оцениваемого изделия для потребителя ($C_{2\text{полезн}}$) предлагается определять как стоимостную оценку качества товара по сравнению с продукцией конкурента, учитывающую значимость товаров для потребителей по нескольким различным техническим, эксплуатационным и экономическим параметрам.

Минимальная отпускная цена на продукцию ($C_{2\text{min}}^{\text{omn}}$) устанавливается исходя из интересов предприятия-изготовителя. Это такая цена, которая после реализации изделия и уплаты всех налогов, должна обеспечить предприятию получение прибыли и при этом уровень рентабельности производства продукции должен быть не ниже ставки платы за кредит и не ниже того уровня, которое предприятие уже имеет, выпуская освоенную продукцию.

$$C_{2\text{min}}^{\text{omn}} = C_2 + \Pi_{2\text{min}} + H_{2\text{косв}}, \quad (5)$$

где $C_{2\text{min}}^{\text{omn}}$ – минимальная отпускная цена оцениваемой продукции, рассчитанная затратным методом, руб.; C_2 – себестоимость оцениваемого изделия, руб.; $\Pi_{2\text{min}}$ – минимальный планируемый уровень прибыли от реализации нового изделия с точки зрения предприятия-изготовителя, руб.; $H_{2\text{косв}}$ – косвенные налоги и отчисления в цене нового изделия, руб.

С учетом действующей в 2010 году системы налогообложения:

$$C_{2\text{min}}^{\text{omn}} = C_2(1 + R_2)(1 + h_{\text{НДС}}), \quad (6)$$

где R_2 – минимальная рентабельность в десятичном виде; $h_{\text{НДС}}$ – ставка налога на добавленную стоимость в десятичном виде.

Фактическая отпускная цена изделия (C_2^{omn}) устанавливается с учетом ситуации на конкретном сегменте рынка в интервале между минимальной отпускной ценой, рассчитанной затратным методом, и максимальной ценой (ценой полезности для потребителя) за которую можно реализовать изделие, на таком уровне, чтобы предприятие могло получить максимально возможную прибыль при их реализации.

Если цена будет установлена в данном диапазоне, то она будет приемлемой и для производителя и для потребителя.

С целью апробации полученных результатов исследования и определения их практической значимости в полном соответствии с разработанным методом была оценена конкурентоспособность отдельных видов продукции производства ОАО «Мозырский машиностроительный завод» (см. таблицу 1).

Таблица 1 – Оценка конкурентоспособности манипулятора гидравлического М-75

Параметры	Коэффициент весомости параметра	Манипулятор гидравлический М-75	ОМТЛ -70-02 ООО «Велмаш-С»
Грузовой момент, кНм	0,12	75	70
Максимальная грузоподъемность, кг	0,15	2970	1790
Грузоподъемность на макс. вылете, кг	0,3	970	640

Продолжение таблицы 1

Вылет максимальный, м	0,3	7,8	7,3
Вылет минимальный рабочий, м	0,02	2,5	3,0
Максимальный угол поворота, град	0,06	390	400
Масса, кг	0,04	2220	2100
Уровень послепродажного обслуживания, балл	0,01	3,5	3,5
Отпускная цена с НДС, млн. руб.	–	63,739	61,455
Цена полезности оцениваемой продукции для потребителя, млн. руб.	–	78,662	
Минимальная отпускная цена продукции, рассчитанная затратным методом, млн. руб.	–	57,540	
$K_{КСП}^{пр-ции}$	–	1,23	
$K_{КСП}^{пр-ва}$	–	1,11	

В качестве базовой модели принята продукция ООО «Велмаш-С» гидроманипулятор ОМТЛ-70-02, а оцениваемая модель – товар производства ОАО «Мозырский машиностроительный завод» – манипулятор гидравлический М-75. В качестве фактических отпускных цен берутся цены на данную продукцию, полученные в результате исследования рынка. Полная себестоимость изделия 46,311 млн.руб., планируемый минимальный уровень рентабельности – 3,54%, ставка налога на добавленную стоимость 20%.

Цена полезности оцениваемого изделия:

$$\begin{aligned}
 & C_{2\text{полезн}} = \\
 & 61.455 \times \left(\frac{75}{70} \cdot 0.12 + \frac{2970}{1790} \cdot 0.15 + \frac{970}{640} \cdot 0.3 + \frac{7.8}{7.3} \cdot 0.3 + \frac{2.5}{3.0} \cdot 0.02 + \frac{390}{400} \cdot 0.06 + \frac{2100}{2220} \cdot 0.04 + \frac{3.5}{3.5} \cdot 0.01 \right) = \\
 & = 61.455 \times 1.28 = 78.662 \text{ млн.руб.}
 \end{aligned}$$

2) Коэффициент конкурентоспособности продукции, характеризующий конкурентоспособность с позиции покупателя:

$$K_{КСП}^{пр-ции} = \frac{C_{2\text{полезн}}}{C_2^{\text{отн}}} = \frac{78.662}{63.739} = 1.23$$

3) минимальная отпускная цена продукции, обеспечивающая минимальный планируемый размер прибыли предприятию:

$$C_{2\text{min}}^{\text{отн}} = 46.311(1 + 0.0354)(1 + 0.2) = 57.540 \text{ млн.руб.}$$

4) Коэффициент конкурентоспособности производства, характеризующий конкурентоспособность с позиции производителя:

$$K_{КСП}^{пр-ва} = \frac{63.739}{57.540} = 1.11$$

На основании приведенных расчетов можно сделать следующий вывод: так как $K_{КСП}^{пр-ции} = 1,23$, что больше единицы, то манипулятор гидравлический М-75 производства ОАО ММЗ является более конкурентоспособным по сравнению с гидроманипулятор ОМТЛ-70-02 ООО «Велмаш-С».

Это связано с тем, что качество манипулятора М-75 в 1,28 раза выше, чем аналогичного гидроманипулятора ОМТЛ-70-02 $\left(k_{\text{кач}} = \frac{C_{2\text{полезн}}}{C_1^{\text{омн}}} = \frac{78,662}{61,455} = 1,28 \right)$, в то время как его цена выше товара-аналога лишь в 1,04 раза $\left(\frac{C_2^{\text{омн}}}{C_1^{\text{омн}}} = 63,739/61,455 \right)$.

Разница между ценой полезности и фактической продажной ценой для потребителя представляет собой неоплаченную потребительскую стоимость, которая компенсирует возможный риск, если заявленные качественные характеристики данного товара не соответствуют ожиданиям. При соответствии качественных характеристик товара декларируемым, разница представляет дополнительный экономический эффект от покупки именно этого товара.

Дополнительный экономический эффект потребителя от покупки одной единицы манипулятора М-75 ОАО ММЗ вместо гидроманипулятора ОМТЛ-70-02 производства ООО «Вел-маш-С» составит:

$$\mathcal{E}_{\text{доп. потребителя}} = (C_{2\text{полезн}} - C_2^{\text{омн}}) \times q = (78,662 - 63,739) \times 1 = 14,923 \text{ млн.руб.},$$

где q – количество единиц продукции, купленных потребителем.

Коэффициент конкурентоспособности производства $K_{\text{КСП}}^{\text{пр-ва}} = 1,11$, что больше 1, то есть с позиции продавца производство данного товара также является выгодным, поскольку фактическая цена продажи манипулятора выше минимальной цены, обеспечивающей минимальную рентабельность, в 1,11 раза.

Разница между фактической продажной ценой и минимальной ценой рассчитанной затратным методом представляет дополнительный экономический эффект предприятия-производителя от реализации данной продукции.

Дополнительный экономический эффект предприятия-изготовителя от реализации одного манипулятора М-75 ОАО «ММЗ» составит:

$$\mathcal{E}_{\text{доп. производителя}} = (C_2^{\text{омн}} - C_{2\text{мин}}^{\text{омн}}) \times q = (63,739 - 57,540) \times 1 = 6,199 \text{ млн.руб.}$$

Таким образом, для производителя и для потребителя конкурентоспособность есть не какой-то абстрактный, умозрительный показатель, а совершенно определенная величина, выражающая конкретную целесообразность осуществления мероприятия, будь то производство нового или модификация старого продукта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вещикин Н.П. Маркетинг / Н.П. Вещикин [и др.]. – М.: МГУК, 1999. – 458 с.
2. Головачев А.С. Методологическое и методическое обеспечение конкурентоспособности товаров // Экономика и управление. – 2007. – № 2. – С.79-87.
3. Плясунков А.В. Экономические методы управления конкурентоспособностью продукции: Автореферат диссертации / А.В. Плясунков. Мн.: БГПА, 2002. – 21с.
4. Сабецкая Г.Р. Рыночная модель конкурентоспособности продукции // Маркетинг: методы, формы, исследования. – 2006. – № 1. – С. 29-33.

РЕЗЕРВИРОВАНИЕ АВТОТРАНСПОРТА КАК МЕТОД ПОВЫШЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛОГИСТИКИ

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

Цель транспортной логистики – обеспечение доставки грузов потребителю в заданном объеме и с минимальными затратами

Обеспечение работоспособности подвижного состава методом резервирования может быть осуществлено различными направлениями в зависимости от наличия и состояния автомобильного парка, технической службы и ремонтного оборудования. Одним из них является перевод части нагруженного резерва, создаваемого при формировании автомобильного парка, в ненагруженный.

Экономическая деятельность тесно связана с движением материальных потоков: предприятия закупают сырье, комплектующие и полуфабрикаты, организуют их доставку для нужд производства, обслуживают потребителей, доставляя в соответствии с их заказом готовую продукцию.

При таком подходе управление эксплуатационной надежностью заключается в рационализации системы обслуживания, которая может быть как одно-, так многопостовой.

Другое направление заключается в создании резервных постов с целью сокращения количества автомобилей пребывающих в системе обслуживания, тем самым, повышая эксплуатационную надежность парка.

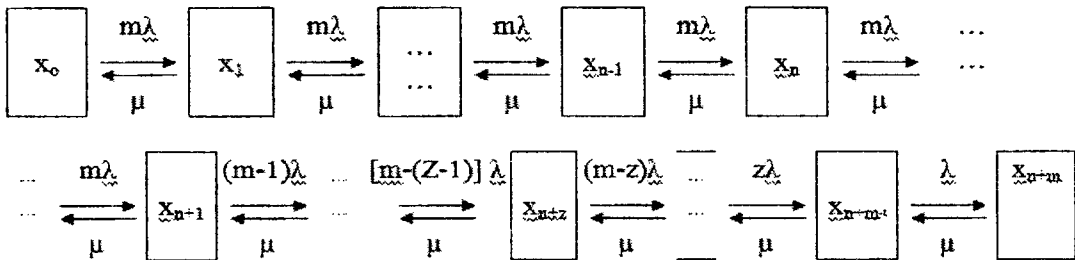


Рис. 1. Граф состояний однопостовой системы обслуживания с резервированием

Метод резервирования полнокомплектных автомашин с восстановлением однопостовой системой обслуживания рассмотрим при использовании парка, включающего та автомобилей, из которых m работают, а n находятся в резерве. При этом та = m + n. Граф состояний данной системы приведен на рис. 1.

Очевидно, что поток отказов исходит только от работающих автомашин. Этот поток будет постоянным (λm) до тех пор, пока все резервные автомашины (n) не окажутся в системе обслуживания. В этом случае уравнения стационарного состояния системы аналогичны открытым моделям массового обслуживания [1,2]:

$$\begin{aligned}
 -m\lambda P_0 + \mu P_1 &= 0 \\
 -(m\lambda + \mu)P_k + m\lambda P_{k-1} + \mu P_{k+1} &= 0 \text{ при } k \leq n
 \end{aligned}$$

Вероятность нахождения в системе обслуживания k автомобилей определяется следующим образом:

$$P_k = (m\rho)^k P_0$$

Сокращения числа работающих автомашин вследствие отказов и образование очереди в системе обслуживания характеризуется уравнениями, которые аналогичны закрытым моделям:

$$\begin{aligned} -[(m-z)\lambda + \mu]P_{n+z} + [m-(z-1)]\lambda P_{n+z-1} + \mu P_{n+z-1} &= 0 \text{ при } 1 \leq z \leq m-1 \\ -\mu P_{n+m} + \lambda P_{n+m-1} &= 0 \text{ при } z = m \end{aligned}$$

Вероятность того, что в системе обслуживания находится $n+z$ автомашин:

$$P_{n+z} = \frac{m^n m! \rho^{n+z}}{(m-z)!} P_0$$

Сумма всех состояний парка автомобилей при этом равна:

$$\sum_{k=0}^{n+m} P_k = 1$$

На базе приведенных вероятностных характеристик получаем основные расчетные уравнения для описания обслуживания и функционирования парка автомобилей при наличии резерва.

1. Вероятность нахождения в работе всех m , а в резерве n автомобилей при отсутствии их в системы обслуживания:

$$P_0 = \left[\sum_{k=0}^n (m\rho)^k + \sum_{n+z}^m \frac{m^n m! \rho^{n+z}}{(m-z)!} \right]^{-1}$$

2. Среднее число ожидающих обслуживания и обслуживаемых автомобилей: m_z :

$$m_z = \sum_{k=0}^{n+m} k P_k,$$

или

$$m_z = \left[\sum_{k=1}^n k (m\rho)^k + \sum_{n+z}^m \frac{m^n m! (n+z) \rho^{n+z}}{(m-z)!} \right] P_0 \text{ при } 1 \leq z \leq m$$

3. Среднее число работающих машин определяется из условия:

$$m_{cp} = m_k - (n_z + m_z)$$

4. Среднее число автомобилей в резерве:

$$n_z = n - m_z \text{ при } n > m_z$$

$$n_z = 0 \text{ при } n \leq m_z$$

5. Коэффициент эксплуатационной надежности:

$$\eta_{эм} = \frac{m_{cp}}{m+n}$$

Результаты расчетов, по приведенным выражениям, выполненных при различном количественном составе парка, изменении соотношения числа работающих и резервных машин и разной приведенной плотности потока отказов представлены на рисунке 2, которые показывают, что эффективность резервирования определяется величиной ρ . Приведенная плотность потока, в свою очередь, зависит от уровня безотказности машин и оперативности восстановления их работоспособности. Чем выше этот показатель, тем больший эффект получается вследствие резервирования. При низких значениях ρ коэффициент эксплуатационной надежности достигает своей максимальной величины без резерва. Поэтому резервирование способствует повышению производительностью машин с невысоким уровнем надежности.

С увеличением значения ρ , необходимо наличие большого числа резервных средств для достижения максимального эффекта. Так, при $\rho = 0,05$ нет необходимости выделять резервные машины (парк состоит из 8 ед. подвижного состава), а при $\rho = 0,3$ максимальное значение коэффициента эксплуатационной надежности приобретает для того же парка из четырех рабочих и четырех резервных автомобилей.

Эффективность резервирования возрастает с увеличением количественного состава парка автомобилей. Так, для $m_k = 8$ и $\rho = 0,05$ максимальное значение $\eta_{\text{ЭП}}$ получается при отсутствии резерва ($n = 0$). При $m_k = 16$ и том же ρ , коэффициент эксплуатационной надежности достигает максимума при $n = 1 \dots 2$ и его относительное увеличение возрастает с увеличением парка. Поэтому резервирование, как метод повышения производительности транспортных средств и, особенно, водительского состава, эффективно и для крупных автопредприятий.

При резервировании поток отказов равен $\lambda (m - n)$ и с увеличением число резервных машин n он уменьшается. Поэтому работоспособность автомобильного парка при такой стратегии, может быть обеспечена с меньшей напряженностью работ в системе обслуживания, что определяет эффективность резервирования для технической службы.

Экономико-математические модели оптимизации систем с резервированием основаны на минимизации суммарных потерь, включающих ущерб от простоя автомашин, технической службы и оборудования.

В относительных величинах простой автомобилей в системах обслуживания и в резерве равен $(1 - \eta_{\text{ЭП}})$, а издержки по этой причине $C_{\text{ж}} = C_{\text{ж}} (1 - \eta_{\text{ЭП}})$.

Ущерб от простоя j -ых операторов i -ой квалификации определится следующим образом:

$$C_j = \sum_{i=1}^l C_{ji} (1 - \eta_{\text{ЭП}}).$$

Издержки от простоя ремонтно-обслуживающей базы и службы:

$$C_{\text{со}} = C_{\text{сп}} \frac{1 - P_o}{m} (1 + k_{\text{то}}) + C_{\text{со}} \frac{P_o}{m}.$$

Потери, связанные с простоем сопряженных средств механизации и обслуживающего их персонала:

$$C_{\text{см}} = q_o \left(C_{\text{ж}} + \sum_{i=1}^l C_{ji} \right) (1 - \eta_{\text{ЭП}}).$$

В итоге критерий, учитывающий суммарные потери от простоя материальных и трудовых ресурсов экономико-математической модели оптимизации резерва автомашин, в общем виде можно представить следующим образом:

$$\gamma_p(m)_{\rightarrow \min} = (1 + q_o) \left(C_{\text{ж}} + \sum_{i=1}^l C_{ji} \right) (1 - \eta_{\text{ЭП}}) + \frac{\eta_{\text{ЭП}}}{m} [C_{\text{сп}} (1 - P_o) - (1 + K_{\text{то}}) + C_{\text{со}} P_o].$$

Таким образом, проведенные исследования однопостовой системы обслуживания с полнокомплектным резервированием позволили выявить условия, обеспечивающие повышение

производительности автомобильного парка и снижение материальных и трудовых затрат в транспортных процессах и ремонтно-обслуживающих системах, что позволяет оптимизировать широкий круг производственных задач, имеющих место при технической и коммерческой эксплуатации подвижного состава.

ЛИТЕРАТУРА

1. И.А. Еловой, В.И. Похабов, М.М. Колос. Управление потоками в логистических системах мировой экономики. / Под ред. В.Ф. Медведева. Мн.: ИООО «Право и экономика», 2006.
2. Саати К., Кернс К. Аналитическое планирование, организация систем. / Под ред. И.А. Ушакова. М.: Радио и связь, 1992.

УДК 339.137

Проц Т.А., Гринцевич Л.В.

ПОВЫШЕНИЕ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРОДУКЦИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ЛОГИСТИЧЕСКОГО ПОДХОДА

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

До недавнего времени успешную работу предприятия обеспечивала в большей степени не грамотная организация деятельности, а поиск свободной ниши на рынке. Конкуренция на рынке была не настолько велика как в наши дни. Развитие рыночных отношений неразрывно связано с борьбой товаропроизводителей за более выгодные условия производства и сбыта товаров с целью получения максимальной прибыли. С учетом того, что Беларусь стремится вступить во Всемирную Торговую Организацию, конкурентная борьба между фирмами будет только расти. Это связано с тем, что любое государство, желающее стать полноправным членом этой международной организации, должно соблюдать ряд обязательных требований: содействовать снижению таможенных тарифов, снятию количественных ограничений на импорт, устранению внешнеторговой дискриминации в отношении государств - участников ВТО. Таким образом, возможности защиты внутреннего рынка товаров и услуг от иностранной конкуренции будут ограничены. В связи с этим, необходимо уже сейчас искать и применять новые пути повышения конкурентоспособности и изучать факторы, которые могут повлиять на нее. Конкурентоспособность продукции – это комплексная многовидовая характеристика товаров и услуг, отражающая способность продукции в течение периода ее производства и реализации соответствовать по качеству требованиям конкретного рынка, адаптироваться по соотношению качества и цены к предпочтениям потребителей, обеспечивать максимальную прибыль производителю при ее реализации.

В производственно-хозяйственной деятельности предприятия все большее внимание уделяется процессу продвижения материальных ресурсов от источника сырья до конечного потребителя. Использование логистического подхода при производстве продукции, может дать положительные результаты. Все процессы товародвижения связаны с сопутствующими затратами – сюда можно отнести как затраты на транспортировку, затраты на хранение сырья, материалов и готовой продукции, а так же потери, связанные с отсутствием в нужный момент материальных ресурсов. Логистический подход позволяет оптимизировать процессы товародвижения для сокращения совокупных затрат. Таким образом, можно сказать, что применение логистики на предприятии может повысить уровень конкурентоспособности изделия за счет улучшения качества поставки продукта (услуги). Качество поставки зависит от многих факторов: закупки и снабжения (закупочная логистика), планирование производства, потребностей в сырье и материалах (производственная логистика), организации хранения сырья, материалов и готовой продукции (складская логистика), организации и планировании доставки сырья, материалов и готовой продукции (транспортная логистика).

Логистика предусматривает собой не только внедрение новых способов и методов управления производством и товаропродвижением продукции, но и пересмотр существующих принципов, и

их рационализацию как внутри предприятия – производителя, так и в рамках всей логистической цепи. Что подразумевает под собой слаженную работу предприятий-поставщиков сырья и материалов, непосредственно самого предприятия-изготовителя и структуры реализующей готовую продукцию либо услуги. Сам термин «логистика» имеет множество трактовок, но большая часть из них понимает логистику как экономическую науку, которая заставляет иначе, чем прежде, оценивать все экономические процессы, рассмотрение их с комплексной, системной стороны. При сквозном мониторинге материального потока обеспечивается сокращение материальных запасов на 30-70%. Сокращение запасов происходит за счет согласованности действий участников логистических процессов, повышения надежности поставок, рациональности распределения запасов.

Применение концепции логистики на предприятии может увеличить рентабельности и оптимизировать производственный процесс и придать производимым товарам или услугам больше преимуществ по сравнению с аналогичными товарами конкурентов.

Деятельность предприятий и организаций в области логистики для достижения конкурентных преимуществ складывается из нескольких правил, которые получили название "шесть правил логистики":

- Груз - нужный товар;
- Качество - необходимого качества;
- Количество - в необходимом количестве;
- Время - должен быть доставлен в нужное время;
- Место - в нужное место;
- Затраты - с минимальными затратами.

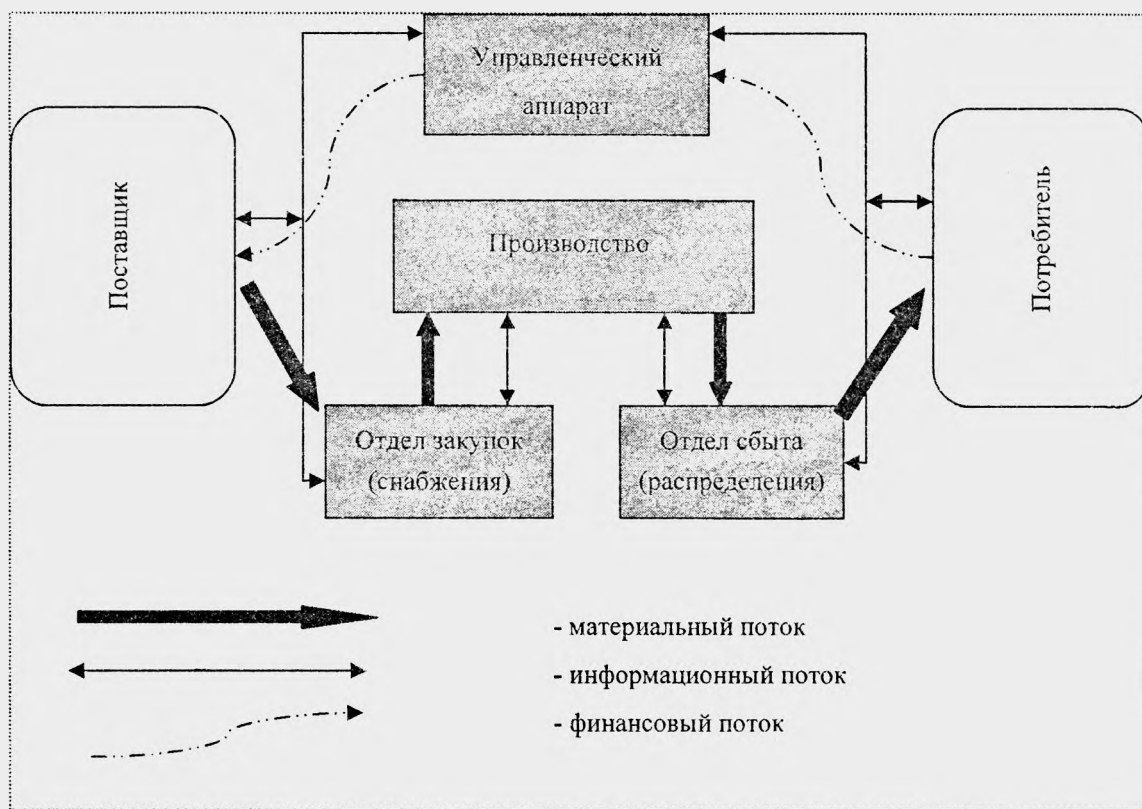


Рис. 1. Схема логистической цепи

Логистическая деятельность должна носить интеграционный характер, иначе достижение этих шести правил не возможно. Необходима интеграция всех субъектов участвующих в логистической цепочке в логистическую систему. Например, если на комбинат силикатных изделий транспортная организация, осуществляющая снабжения комбината известью, транспортирует известь не того качества, с примесью и землей, произойдет ухудшение качества выходящего силикатного блока, он

будет менее прочным, крошась. Тем самым такой силикатный блок будут покупать меньше, и быстрее купят более надежный и качественный у конкурентов. Конкурентоспособность данного силикатного блока упала, и не о каких конкурентных преимуществах говорить нельзя.

Развитие логистики оказывает существенное влияние на совершенствование системы рыночных отношений. Требования логистики к организации и управлению материальными потоками с момента изготовления продукции до ее производственного потребления способствуют развитию связей между поставщиками и потребителями продукции. В интересах улучшения собственных экономических показателей поставщик стремится и к обеспечению интересов партнер-потребитель, и к улучшению условий для развития договорных отношений по поставкам продукции. Следуя логистическим подходам и развивая горизонтальные хозяйственные связи, предприятия конкурируют друг с другом в процессе обслуживания заказчиков, в повышении качества поставки и доставки продукции с наименьшими затратами. Методы логистики выступают надежным инструментом для повышения конкурентоспособности на товарных рынках.

Организацию работы предприятия, направленную на повышение конкурентоспособности выпускаемой продукции, услуг, при использовании логистического подхода можно представить в виде следующей схемы (рис. 1).

Слаженная работа всех функциональных звеньев логистической цепи позволяет снизить затраты, связанные с простоями производства из-за нехватки сырья и материалов либо их избытке на складах, что приводит к удорожанию продукции, и соответственно, снижению конкурентоспособности выпускаемых товаров. Логистическая система предприятия, без сомнения, в той или иной степени влияет на качество организации деятельности, качество взаимодействия с потребителями, качество поставки продукта и соответствие готового продукта всем требованиям, что в свою очередь влияет на конкурентоспособность продукции, услуг в целом.

УДК 621:330.522.2

Сахнович Т.А., Серёгина М.В.

ПОКАЗАТЕЛИ И ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОСНОВНЫХ СРЕДСТВ

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

Одной из наиболее важных задач развития промышленности является повышение эффективности производства прежде всего за счет более рационального использования внутривозможных резервов, в частности, использования основных производственных средств (ОПС) и производственных мощностей предприятия. Это во многом определяет уровень конкурентоспособности выпускаемой продукции.

Основные средства – это средства труда, которые многократно участвуют в производственном процессе, сохраняют свою натуральную форму, и переносят свою стоимость на изготавливаемую продукцию частями, по мере износа.[1] Под эффективностью использования ОС понимается способность получения оптимальных результатов деятельности предприятия при наименьших затратах на создание, обслуживание, использование в производственном процессе и ликвидацию основных производственных средств.

Для характеристики использования ОПС применяется совокупность обобщающих и частных показателей, которые могут быть выражены в натуральной, натурально-стоимостной и стоимостной форме.

Анализ источников [2-5] позволил систематизировать их и выявить основные факторы, определяющие эффективность использования основных средств (рис. 1).

Наиболее общим показателем, характеризующим эффективность деятельности предприятия, является рентабельность основных средств – отношение прибыли к среднегодовой первоначальной стоимости ОПС. На этот параметр оказывают влияние многочисленные факторы, как зависящие (внутренние), так и не зависящие (внешние) от деятельности организации. К первой группе относятся факторы, влияющие на формирование прибыли от реализации товарной продукции (объем реализации, себестоимость, структура и ассортимент реализованной товарной продукции), и факторы, связанные с изменением вели-

чины, структуры и возраста основных производственных средств. Ко второй группе относятся такие факторы как изменение рыночных цен на продукцию предприятия, величина инвестиций в строительство объектов и техническое перевооружение, инфляция и др.

Изучение различных подходов, в части методологических принципов, расчета показателей фондоотдачи и фондоемкости позволяет заключить, что унифицированного метода определения данных индикаторов эффективности не существует. В зависимости от практики, сложившейся на промышленных предприятиях, в качестве стоимостного выражения основных производственных средств может использоваться как их полная первоначальная стоимость, так и первоначальная стоимость за вычетом износа, а также полная восстановительная стоимость основных производственных средств или их восстановительная стоимость за вычетом износа. Фондоотдача и фондоемкость могут быть рассчитаны по объему продаж, реализованной или отпущенной продукции.[6]

Фондоотдача показывает, сколько продукции получено с каждого рубля действующих основных средств; показатель фондоемкости отражает величину стоимости ОПС, необходимую для получения данного объема продукции. Показатели фондоотдачи применяются в основном для анализа уровня использования действующих средств, а показатель фондоемкости – главным образом для планирования потребности в них при перспективном планировании или разработке новых проектов. Повышение фондоотдачи ведет к снижению суммы амортизационных отчислений, приходящихся на один рубль готовой продукции или амортизационной емкости.

Частные показатели использования основных средств могут рассчитываться в целом по предприятию, по его отдельным производственным подразделениям, по группам оборудования. Частные показатели подразделяются на показатели использования; показатели технического состояния; показатели, характеризующие состав, структуру и движение, а также показатели текущих затрат.

Уровень использования основных средств может быть рассмотрен с точки зрения их экстенсивной (по времени) и интенсивной (по объему выполненной работы за единицу времени) загрузки оборудования.

К числу основных показателей экстенсивного использования основных средств относятся коэффициенты загрузки по плановому, режимному и календарному времени, коэффициент сменности работы оборудования, показатель внутрисменных простоев и пр.

Коэффициент загрузки по времени определяется путем деления времени фактического использования на максимально возможное (запланированное) время использования основных средств. Он может быть пересчитан с учетом стоимости оборудования, что позволит оценить эффективность использования времени с учетом стоимости группы ОС.

Коэффициент сменности показывает, сколько смен в среднем в течение суток работает установленное оборудование. В машиностроении повышение сменности использования оборудования является важным направлением улучшения использования оборудования. Повышение коэффициента сменности работы оборудования до 1,75-1,8 позволяет увеличить выпуск продукции с единицы оборудования примерно на 25%. В 2008 году коэффициент сменности в машиностроительной промышленности составлял без малого 1,4, т. е. около 70% от двух смен работы

Коэффициент сменности показывает, сколько смен в среднем в течение суток работает установленное оборудование. В машиностроении повышение сменности использования оборудования является важным направлением улучшения использования оборудования. Повышение коэффициента сменности работы оборудования до 1,75-1,8 позволяет увеличить выпуск продукции с единицы оборудования примерно на 25%. В 2008 году коэффициент сменности в машиностроительной промышленности составлял без малого 1,4, т. е. около 70% от двух смен работы.

Большое значение в повышении коэффициента сменности работ оборудования в рамках предприятия имеют расширение зоны многостаночного обслуживания и совмещение профессий. Возможности для расширения зоны обслуживания создаются за счет технического совершенствования оборудования, развития комплексной механизации и автоматизации производства. В практике предприятий сложились две основные формы многостаночного обслуживания: закрепление за одним рабочим двух или более станков однотипного технологического назначения; применение бригадного метода организации труда (бригада обслуживает несколько единиц оборудования, обеспечивая их эффективную работу в 2 или 3 смены). При многостаночном обслуживании тарифные ставки рабочего при сдельной оплате в среднем увеличиваются на 25-30% [7]. При совмещении профессий (например, наладчик и станочник; станочник и ремонтник и т.д.) также должна производиться доплата.

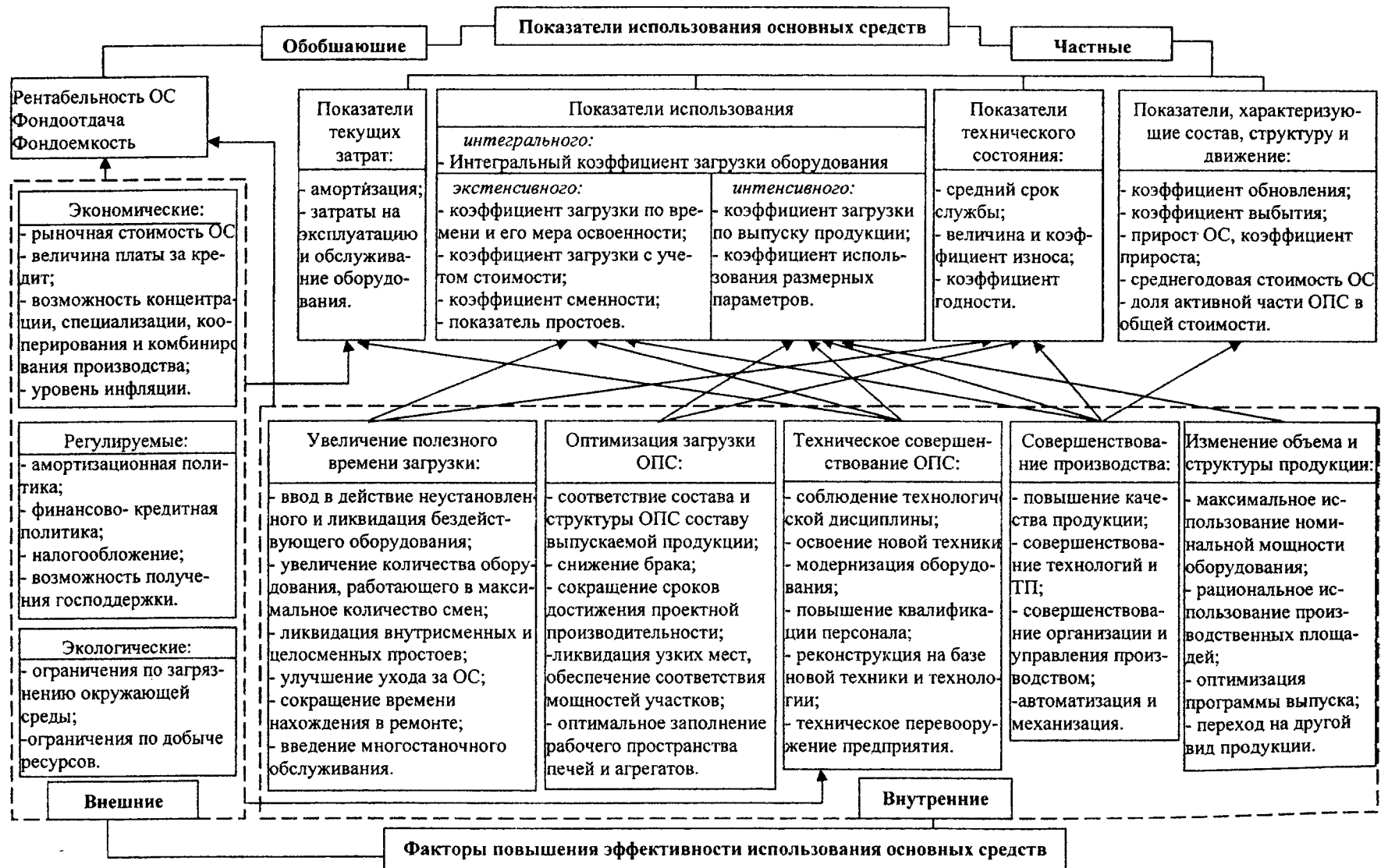


Рис. 1. Показатели и пути повышения эффективности использования ОС

Одно из важных направлений повышения сменности оборудования – устранение его избытка на предприятиях. Сложность заключается в том, что средства, которые используются лишь 3-4 ч в смену, нельзя реализовать или передать другому предприятию, так как они все же необходимы производству. В то же время неэффективное их использование не позволит перенести всю стоимость на продукцию в течение срока службы, что вызовет значительную недоамортизацию, которая повлияет на экономические показатели предприятия. Для устранения относительного избытка оборудования можно, во-первых, изменить структуру остальных средств путем реализации или списания устаревших станков и машин; приобрести новые и, повышая тем самым общую производительность, более полно загрузить все оборудование; во-вторых, провести кооперирование предприятий по использованию производственных мощностей.

Еще один фактор повышения сменности – расширение сети хозрасчетных организаций проката станков, оборудования и других элементов основных средств. Такие хозрасчетные организации скупают у предприятий лишние элементы основных средств, ремонтируют или модернизируют их в случае необходимости и отдают в прокат предприятиям-потребителям. Экономическую выгоду имеют все участвующие стороны: предприятия, продающие лишнее оборудование хозрасчетной организации, получают денежную сумму, значительно превышающую затраты на демонтаж, разработку и выручку от ликвидации оборудования в металлолом; предприятия-потребители могут быстро приобрести на свои денежные средства необходимые элементы основных средств. [8]

Среди показателей экстенсивного использования основных средств важное значение имеет и показатель внутрисменных простоев, дополняющий показатель сменности. Главные причины внутрисменных простоев оборудования – низкий уровень организации производства, необеспеченность рабочих мест инструментами, материалами, деталями; неисправность и внеплановый ремонт станков и машин; недостаточное количество рабочих. Для уменьшения внутрисменных простоев необходимо прежде всего улучшить учет и контроль работы оборудования, шире применять различные системы механизированного и автоматизированного учета его работы. На сокращение внутрисменных простоев машин и оборудования оказывают влияние совершенствование ремонтного обслуживания станочного парка и материально-технического снабжения, улучшение планирования и диспетчеризации, повышение трудовой дисциплины рабочих. [8]

Таким образом, улучшение экстенсивного использования основных средств предполагает, с одной стороны, увеличение времени работы действующего оборудования в календарный период (в течение смены, суток, месяца, квартала, года) и с другой стороны, увеличение количества и удельного веса действующего оборудования в составе всего оборудования, имеющегося на предприятии и в его производственном звене.

Увеличение времени работы ОПС достигается за счет:

1) постоянного поддержания пропорциональности между производственными мощностями отдельных групп оборудования на каждом производственном участке, между цехами предприятия в целом, между отдельными производствами внутри каждой отрасли промышленности, между темпами и пропорциями развития отраслей промышленности и всего народного хозяйства;

2) улучшения ухода за основными средствами, соблюдения предусмотренной технологии производства, совершенствования организации производства и труда, что способствует правильной эксплуатации оборудования, недопущению простоев и аварий, осуществлению своего и качественного ремонта, сокращающего простой оборудования в ремонте и увеличивающего межремонтный период;

3) проведения мероприятий, повышающих удельный вес основных производственных операций в затратах рабочего времени, сокращения сезонности в работе предприятий ряда отраслей промышленности, повыше сменности работы предприятий.

К показателям интенсивного использования основных средств относятся коэффициент загрузки по выпуску продукции и коэффициент использования размерных параметров оборудования. Первый получается в результате деления фактического количества продукции, произведенного в единицу времени работы оборудования, на максимальный (запланированный) выпуск этой продукции, который можно произвести с участием данных основных средств в ту же единицу времени. Второй рассчитывается как отношение, где в числителе находятся произведения i -го размерного интервала детали на коэффициент загрузки станка деталями соответствующего размерного интервала, а в знаменателе – произведение одного из размерных параметров станка на суммарный коэффициент его

загрузки. Этот показатель позволяет проанализировать, насколько эффективно используется оборудование в отношении его параметров. [9]

Практика промышленных предприятий показывает, что наиболее активно идет процесс увеличения единичной мощности оборудования:

- в станках, машинах и агрегатах упрочняются наиболее ответственные детали и узлы;
- повышаются основные параметры производственных процессов (скорость, давление, температура);
- механизмируются и автоматизируются не только основные производственные процессы и операции, но и вспомогательные и транспортные операции, нередко сдерживающие нормальный ход производства и использование оборудования;
- устаревшие машины модернизируются и заменяются новыми, более совершенными.

Интенсивность использования производственных мощностей и основных средств повышается также путем совершенствования технологических процессов; организации непрерывно-поточного производства на базе оптимальной концентрации производства однородной продукции; ликвидации штурмовщины и обеспечения равномерной, ритмичной работы предприятий, цехов и производственных участков; выбора сырья, его подготовки к производству в соответствии с требованиями заданной технологии и качества выпускаемой продукции, проведения ряда других мероприятий, позволяющих повысить скорость обработки предметов труда и обеспечить увеличение производства продукции в единицу времени, на единицу оборудования или на 1 м² производственной площади.

С повышением качества сырья, его технологичности и возможностей извлечения продукта повышается выход товарной продукции, а при тех же действующих основных производственных средствах неизбежно повышается фондоотдача. С учетом достижений отечественной и зарубежной практики фондоотдача повышается на 20-25%. Уменьшение потерь полезных веществ в отбросах и отходах и их промышленная утилизация на предприятии позволяет увеличить объемы продукции до 20%, а фондоотдачу на 10-15%. [10]

Интенсивный путь использования основных средств включает в себя их техническое перевооружение, повышение темпов обновления основных средств. Опыт работы ряда отраслей промышленности показывает, что быстрое техническое переоснащение действующих фабрик и заводов особенно важно для тех предприятий, где имеет место более значительный износ основных средств.

Интенсивная загрузка оборудования приводит к снижению себестоимости продукции (за счет сокращения всех постоянных расходов) и росту производительности труда. Однако показатель интенсивной загрузки основных средств в большей степени, чем показатель экстенсивной загрузки, связан с характером производства и технологического процесса. [8]

Коэффициент интегральной загрузки рассчитывается путем перемножения коэффициентов экстенсивной и интенсивной загрузки и характеризует степень использования основных средств во времени с учетом выработки.

К показателям технического состояния относятся средний срок службы оборудования, коэффициент годности, величина и коэффициент износа. На эти показатели в большой степени влияют такие факторы, как совершенствование производства и техническое совершенствование ОПС.

Физический износ наступает как в результате использования ОС в процессе производства, так и в период бездействия. Бездействующие основные средства теряют свои производительные свойства, если подвергаются воздействию естественных процессов (атмосферных явлений, внутренних процессов, происходящих в строении металлов и других материалов, из которых они изготовлены). Что касается действующих основных средств, то их физический износ зависит от ряда факторов. В частности, он зависит от качества материалов, из которых изготовлены их элементы, от технического совершенства конструкций, от качества постройки и монтажа, от степени нагрузки (количество смен и часов работы в сутки, продолжительность работы в году, интенсивность использования в каждую единицу рабочего времени). Состояние основных средств зависит также от особенностей технологического процесса, степени их защиты от влияния внешних условий, в том числе агрессивных сред (температуры, влажности и др.), от качества технического обслуживания, от квалификации рабочих. [5]

Основные средства, таким образом, теряют часть своей стоимости, которая переносится на производимую с их помощью продукцию в течении срока полезного использования.

К показателям, которые характеризуют состав структуру и движение относятся коэффициенты обновления и выбытия, значение прирост и его коэффициент, среднегодовая стоимость ОС, доля активной части ОС в общей стоимости. Относительно последнего показателя следует отметить, что чем выше доля активной части средств, тем большими возможностями располагает предприятие по увеличению выпуска продукции. Рассчитывать показатели состава, структуры и движения следует не только в целом по ОПС, но и по их отдельным видам в разрезе повозрастных групп. Это позволит лучше управлять процессом воспроизводства основных средств.

Отдельно следует отметить тот факт, что эффективность использования основных средств и производственных мощностей зависит в значительной степени от квалификации кадров, особенно от мастерства рабочих, обслуживающих машины, механизмы, агрегаты и другие виды производственного оборудования. Огромное значение имеет также материальное стимулирование рабочих, поставленное в зависимость от их вклада в повышение эффективности производства.

Пути улучшения использования основных средств зависят от конкретных условий, сложившихся на предприятии за тот или иной период времени. Их разработка и нахождение резервов улучшения производится с помощью факторного анализа каждого показателя и позволяет решить широкий круг экономических проблем: обеспечение рациональной загрузки ОПС, увеличение объема выпуска продукции, рост производительности труда, снижение себестоимости, экономия капитальных вложений, увеличение прибыли и рентабельности производства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бабук И.М. Экономика предприятия: учеб. пособие для студентов технических специальностей.-Мн.: «ИВЦ Минфина», 2006. -327с.
2. Палий В.Ф., Суздальцева Л.П. Техничко-экономический анализ производственно- хозяйственной деятельности машиностроительных предприятий. – М.: Машиностроение, 1989.-272 с.
3. Савицкая Г.В. Анализ хозяйственной деятельности предприятия. – Минск: ООО «Новое издание», 2000. -688 с.
4. Зайцев Н.Л. Экономика промышленного предприятия. – М.: Инфра-М, 2001.-357с.
5. Комплексный экономический анализ хозяйственной деятельности: Учеб./ Л.Т. Гиляровская и др.-М.: ТК Велби, Изд-во Проспект, 2006.-360с.
6. Мисуню П.И. Особенности применения обобщающих показателей в ретроспективном анализе эффективности использования основных производственных средств //Справочник экономиста.- 2005.-№7.7.Малеева А.В., Томаревская О.Г, Симкова Н.В. Анализ производственно - финансовой деятельности предприятий. - М.: Финансы, 2000.-319 с.
8. Бакалавр экономики: Хрестоматия в 3 томах. Том 2. /Российская экономическая академия им. Г.В. Плеханова, Центр кадрового развития. Под общ. ред. В.И. Видяпина. – М.: Информационно-издательская фирма "Триада", 1999 . -1056 стр.
9. Зайцев Н.Л. Краткий словарь экономиста. – М.: Инфра-М, 2004. -160 с.
10. Бабич О.В. Методика выявления путей повышения эффективности использования основных производственных фондов промышленного предприятия//Менеджмент в России и за рубежом.-2006.-№4

УДК 330.552 (476)

Сачко Н.С., Костюкевич Е.Н.

ЦЕНА ВРЕМЕНИ В ЭКОНОМИКЕ БЕЛОРУССИИ

*Белорусский национальный технический университет
г. Минск, Беларусь*

Рост экономики страны зависит от размера капиталовложений в основные производственные фонды и от уровня их использования. На создание новых производственных фондов требуется определенное время, зависящее от многих причин (объема ежегодных инвестиций, сроков создания и освоения фондов и др.).

Зависимость среднегодового роста $(1 + P_p)$ валового внутреннего продукта (ВВП) страны от сроков создания основных производственных фондов можно приближенно выразить так:

$$(1 + P_p) = f_t / f_0 \left[1 + \frac{K_t (1 + P_k)^{-t}}{\Phi_t} \right],$$

где f_0 – фондоотдача в исходном году;

f_t – то же в t -м году;

K_t – объем инвестиций в году, t ;

P_k – среднегодовой темп прироста капиталовложений;

Φ_t – стоимость фондов на начало года, t .

Из формулы видно, что при прочих равных условиях, т.е. при неизменной фондоотдаче и темпе роста инвестиций, темп роста ВВП определяется сроками создания основных производственных фондов.

Его максимум достигается в том случае, если инвестиции дадут отдачу в том же году, т.е. $\tau = 0$. С увеличением срока отдачи, т.е. лага эффективность капиталовложений снижается. Для иллюстрации рассмотрим условный пример, отражающий реальную ситуацию в Белоруссии. Предположим, что в исходный год валовый внутренний продукт в стране составил 100 млрд. долл. (в РБ в 2002 году 90 млрд. долл.). При этом 10% этого объема ВВП направляется на дальнейшее развитие экономики. Если при этом основные фонды составили 100 млрд.долл., т.е. $f_0 = 1$, то рост ВВП в год $(1 + P_p)$ при $\tau = 0$ составит:

$$(1 + P_p) = 1 \cdot \left[1 + \frac{10(1 + 0,1)^0}{100} \right] = 1,1,$$

т.е. среднегодовой темп прироста составит 10% или за 10 лет 160%.

При $\tau = 1$ годовой и 10 летний прирост составит 9 и 135% соответственно.

При $\tau = 2$ составит 8 и 115% соответственно и т.д.

Показатели роста ВВП за 10-летний период при различных величинах лага (τ) и при неизменной величине фондоотдачи ($f = 1$) приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Показатели роста экономики за 10 лет

	Валовый внутренний продукт			
	Объем выпуска в год, млрд.руб.	В % к исходному году	Среднегодовой прирост в млрд.руб.	в %
Исходный год	100	100		
Возможный рост за 10 лет при τ				
0	260	260	16	100
1	235	235	13,5	84,3
2	215	215	11,5	71,8
3	206	206	10,6	66,2
4	193	193	9,3	58,1
5	182	182	8,2	51,2
...
10	146	146	4,6	28,7

Из данных таблицы видно, что каждый год запаздывания отдачи инвестиций, направленных на дальнейшее развитие экономики, обходится крупными потерями в росте ВВП. При лаге, равном 5-и годам ($\tau = 5$), среднегодовой прирост снижается почти в 2 раза, при задержке отдачи инвестиций на 10 лет почти в 4 раза. Причем темпы роста экономики снижаются в 10 до 3,8% в год.

Но это при неизменном уровне фондоотдачи. Если, например, фондоотдача снижается на 3% в год, то в этом случае за 10 летний период, несмотря на гигантские инвестиции, никакого прироста ВВП не будет. Наступает застой в экономике. Так случилось в последние годы Советской власти в СССР. Из-за замораживания инвестиций в экономике на долгие годы и значительного снижения фондоотдачи, несмотря на огромный объем капиталовложений, прирост ВВП за 1980-1990 гг. почти

не было, т.е. был застой или стагнация экономики. Именно в эти годы сроки сооружения и освоения многих предприятий достигали 15-20 и более лет даже при весьма либеральных нормативах в 12 лет.

Влияние времени на темпы и эффективность экономики принято называть фактором времени. Фактор времени – это своеобразное сито, позволяющее отсеять те неудачные технические и организационные решения, которые без его учета кажутся эффективными. Обычно для оценки эффективности инвестиций применяется срок их окупаемости прибылью от эксплуатации сооруженного объекта. Однако этого недостаточно. Он предполагает получение прибыли от уже построенного и освоенного объекта, т.е. не учитывает срока его создания. Поэтому более правильным для оценки эффективности инвестиций было бы принять показатель срока полной окупаемости, который авторами назван динамическим (Т_д). В этот срок входит как время создания новых фондов, так и время окупаемости инвестиций и потерь. Его можно определить из выражения:

$$T_d = T_c + \frac{K_n}{P}, \quad (1)$$

где Т_с – срок создания новых фондов или разработки и внедрения научно-технических достижений. $T_c = \frac{K_{cm}}{K_t}$, где К_{см} и К_т общая сметная стоимость объекта и среднегодовой объем

инвестиций на его создание, соответственно;

Р – прибыль от годового выпуска продукции;

К_п – приведенная сумма инвестиций за все время создания фондов.

$$K_n = \sum_{i=1}^{T_c} K_t (1 + E_n)^i, \text{ где } E_n \text{ – коэффициент приведения затрат.}$$

При равномерном распределении суммы инвестиций по годам сооружения объекта формула (1) принимает вид:

$$T_d = \frac{K_{cm}}{K_t} + \frac{K_t \sum_{i=1}^{T_c} (1 + E_n)^i}{P}.$$

Поясним примером. При сметной стоимости предприятия в 20 млн.долл. (К_{см}) и ежегодных вложениях по 2 млн., Р = 2,8 млн. в год и E_п = 0,1 полный срок окупаемости проекта составит:

$$T_d = \frac{20}{2} + \frac{2 \sum_{i=1}^{10} (1 + 0,1)^i}{2,8} = 10 + \frac{35}{2,8} = 22,5 \text{ года.}$$

При увеличении инвестиций до 4 млн.долл. в год:

$$T_d = \frac{20}{4} + \frac{4 \sum_{i=1}^5 (1 + 0,1)^i}{2,8} = 5 + \frac{26,8}{2,8} = 14,5 \text{ года,}$$

что обеспечивает снижение срока полной окупаемости более чем на 35%.

Из этих примеров видно, что концентрация инвестиций на сооружении немногих объектов или на внедрении наиболее научно-технических достижений дает колоссальный экономический эффект даже в том случае, если пришлось бы законсервировать сооружение уже начатых объектов.

На эффективность экономики большое влияние оказывает и сроки разработки и внедрения в производство научно-технических достижений. Сокращение этого срока на 1 год обеспечивает по нашим расчетам прирост ВВП примерно на 0,4-0,6% в год и кроме того позволяет высвободить крупные средства, ассигнованные на проведение опытно-конструкторских работ, связанных с разработкой

и внедрением новой техники и находящихся в своеобразном научном заделе. Хотя они и относятся ежегодно на себестоимость продукции, но по своей сути представляют долговременные затраты. Сумма этих средств (S_n) тем выше, чем продолжительнее сроки разработки и внедрения технических новшеств и может быть оценена так:

$$S_n = B_t \cdot d_n \sum_{i=1}^{\tau} \frac{1}{(1 + P_p)^{\tau}},$$

где B_t – объем ВВП в году t ;

d_n – норма отчислений на науку и внедрение в производство новых научно-технических достижений;

P_p – годовой темп прироста ВВП.

О сумме средств, связанных в научном заделе в зависимости от величины τ можно судить по данным таблицы 2.

Таблица 2 – Динамика научного задела при различных значениях τ при $d_n = 0,03$ и $P_p = 0,1$

Показатель	Длительность разработки и внедрения новой техники и технологии, лет					
	0	1	2	3	4	5
Сумма средств, связанных в экономике страны в млрд. долл.	0	2,7	5,2	7,4	9,4	11,2

Таким образом, сокращение времени разработки и внедрения новейших научно-технических достижений позволило бы высвободить около 2 млрд. долл. авансированных на их проведение. Кроме того, сокращение продолжительности опытно-конструкторских и технологических разработок дает возможность увеличить объем ассигнований на эти цели и тем самым увеличить масштабы внедрения научно-технических достижений. По нашим расчетам, каждый год сокращения срока разработки внедрения новой техники и технологии позволяет расширить их применение в экономике примерно на 10%.

Итак, экономика Белоруссии может успешно и эффективно развиваться лишь при концентрации инвестиций, обеспечивающей сокращение до минимума сроков сооружения важнейших объектов и внедрения новейших научно-технических достижений, т.е. высоко интеллектуальных технологий в экономику страны.

УДК 658.81+339.138

Ефимович М.Ф., Сахнович Т.А.

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СБЫТОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ПРЕДПРИЯТИИ

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

В связи с переходом к рыночной экономике многие предприятия столкнулись с необходимостью самостоятельно обеспечивать не только производство, но и сбыт своей продукции. Главная цель производителей – кому, куда и где можно продать произведенную продукцию с максимальной выгодой для предприятия не только в краткосрочном, но и долгосрочном периоде.

В условиях сокращения платежеспособного спроса потребителей, отсутствие опыта продвижения произведенной продукции в условиях рыночной экономики и возникшей острой конкуренции с импортными товарами проблема сбыта стала актуальной для многих белорусских предприятий.

Сбыт продукции должен рассматриваться под принципиально иным углом зрения — через призму рыночного спроса и предложения. Для выживания в рыночных условиях отечественные товаропроизводители должны производить то, что продается, а не продавать то, что они производят.

Понятие сбыт употребляется в двух аспектах: в широком смысле — как целостный процесс доведения товара от производителя до конечного потребителя (посредством логистики), а в узком — как собственно продажа (посредством маркетинга).

Выбор путей распределения товаров и услуг — важнейшая задача предприятия. Пути распределения влияют на весь комплекс маркетинга. Многообразные связи и отношения между участниками рынка — продавцами и покупателями — можно рассматривать как единую цепочку различных каналов распределения, то есть тех реальных путей, по которым поток товаров и услуг идет в направлении от производителей к потребителям.[1, стр. 413]

На рис. 1 показаны основные характеристики, оказывающие влияние на формирование и выбор канала распределения и их взаимосвязь друг с другом.

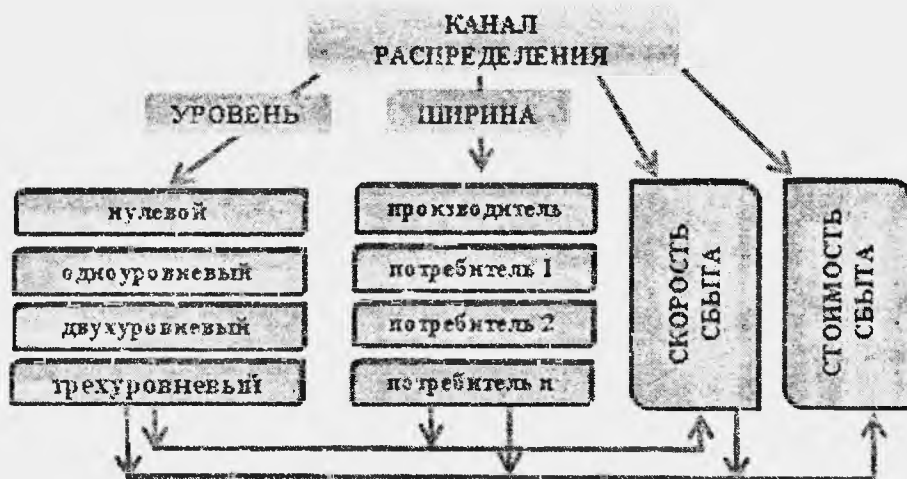


Рисунок 1 - Характеристики канала распределения и их взаимосвязь друг с другом

Рис. 1. Характеристика канала распределения и их взаимосвязь друг с другом

Уровень канала распределения характеризуется числом посредников, участвующих в сбыте товаров. Ширина канала распределения показывает число потребителей данных товаров. Скорость сбыта зависит от предыдущих величин. Кроме этого, на скорость сбыта влияет обеспеченность канала необходимыми техническими службами и торговым персоналом. Стоимость сбыта включает в себя затраты, связанные с использованием посредников, мероприятий по стимулированию сбыта, транспортировкой, хранением и затраты на упаковку.

Существующие каналы распределения предполагают использование трех основных методов сбыта. На рис. 2 показана стратегия выбора метода сбыта в зависимости от степени контроля за сбытом, которую хочет сохранить организация.



Рис. 2. Стратегия сбыт-контроль

Как видно из схемы представленной выше существует три метода осуществления сбыта: прямой сбыт, косвенный сбыт и смешанный сбыт. При прямом сбыте производитель продукции вступает в непосредственные отношения с ее потребителями и не прибегает к услугам независимых посредников. При данном методе контроль за сбытом максимальный. При косвенном сбыте производитель товаров прибегает к услугам различного типа независимых посредников. Степень контроля при этом минимальна. Данный метод применим, если предприятие увеличивает объемы сбыта и расширяет рынки сбыта, и готово ослабить контакты с потребителями. Смешанный сбыт объединяет черты первых двух методов и является оптимальным по степени контроля. В качестве посреднического звена используются организации со смешанным капиталом, включающим как средства фирмы-производителя, так и другой независимой компании. Так, предприятия машиностроительного комплекса мало используют преимущества прямых контактов с поставщиками, они реализуют продукт через систему посредников.[2, стр. 231]

Рассмотрим тенденции изменения подходов к выбору методов продвижения продуктов. Этот выбор является чрезвычайно творческим динамичным процессом. Любые инновации в данной области практически сразу же становятся достоянием конкурентов. И если эти инновации имели успех, то конкуренты тут же берут их на свое вооружение, ликвидируя достигнутое за счет этих инноваций конкурентное преимущество. Чтобы не потерять данное преимущество, надо постоянно искать новые методы и подходы, зачастую идя на повышенный риск принятия в данной области неэффективных решений.

Коснемся более детально отдельных вопросов использования рекламы. В большинстве случаев расчет конечной, коммерческой эффективности рекламной кампании является трудно-выполнимой задачей. Это обусловлено тем, что на результаты продаж, помимо рекламы, влияет множество других неконтролируемых факторов. В данном случае требуется проведение специальных исследований. Эти исследования не сводятся к составлению простых методик расчета эффективности рекламы, доступных широкому кругу пользователей.

Кроме того, ряд специалистов отмечает тенденции падения эффективности рекламы. Так, по данным компании "Качалов и Коллеги" можно выделить следующие причины таких тенденций:[3, стр. 17]

В современном информационном взрыве заметность и воздействие рекламы падают;
В силу безадресности массовых коммуникаций приходится охватывать "лишних" потребителей;
Сегодня только 20 – 40% потребителей обращаются к рекламе, чтобы выбрать товар;
Из-за «маркетинговых войн» фирмы теряют значительную часть прибыли.

Наметилась тенденция снижения доли телевизионной и печатной рекламы в пользу рекламы в местах продаж и интернет рекламы.

Персональная продажа осуществляет непосредственный прямой контакт между продавцом и покупателем, предполагает определенную реакцию со стороны покупателя. Если рекламную листовку можно выбросить, не прочитав, купоном на предоставление скидки не воспользоваться, то прямое обращение требует от покупателя высказать свое мнение в ответ на предложение о продаже. Возможности непосредственного общения позволяют не только представить характеристики товара и выгоды потребителя от их использования, но и объяснить потребителю, как и зачем этим надо пользоваться. Если такое предложение сделано достаточно умело, то не ответить иногда довольно трудно.

Интернет реклама – современное и грамотное вложение средств компании. В отличие от традиционной рекламы электронная реклама требует меньших финансовых вложений, полностью направлена на конкретную целевую аудиторию.

В условиях усиления конкурентной борьбы и развития современных информационных систем больше шансов добиться успехов будет у тех организаций, которые имеют возможность оперативно получать всю необходимую информацию и быстро на ее основе принимать маркетинговые решения.

Одной из современных тенденций совершенствования сбытовой деятельности является интернет-маркетинг.

В таблице 1 показаны преимущества использования для предприятий и потребителей, а также препятствия массового распространения в Беларуси данного вида продвижения.

**Таблица 1 – Преимущества и препятствия использования
Интернет-маркетинга в Беларуси**

ВОЗМОЖНОСТЬ ФИРМЫ +	ВОЗМОЖНОСТЬ КЛИЕНТА +	ПРЕПЯТСТВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ -
быстро менять ассортимент, описание продуктов и их цены	возможность заказывать товары 24 часа в сутки вне зависимости от месторасположения	небольшое число пользователей в Беларуси
экономить на затратах		пользователь Интернета в разных городах отличается друг от друга
легче осуществлять контакты с потенциальными потребителями	возможность, не покидая рабочего места, получить информацию о компаниях, включая конкурентов	товар физически (не виртуально) невозможно осмотреть, попробовать, примерить
подсчитать число людей, посетивших сайт организации		

Два первых препятствия являются достаточно медленно преодолимыми, а третья – принципиальной. Поэтому главное внимание следует уделять вопросам грамотного с технической, информационной, психологической точек зрения построения соответствующих сайтов.

Кроме того, следует иметь ввиду, что помимо затрат на создание своего места в Интернете необходимо нести затраты на привлечение к нему посетителей с помощью электронной почты, почтовой рассылки, объявлений в СМИ, бесплатного предоставления информации и т.п.

Однако, Интернет-маркетинг дает огромные возможности предприятию. Данный вид продвижения включает в себя следующие составляющие: проведение мониторинга рынка, привлечение клиентов, удержание клиентов, исследования.[4, стр. 324]

На рис. 3 показаны составляющие или инструменты Интернет-маркетинга, использование которых позволяют компании добиться успеха.

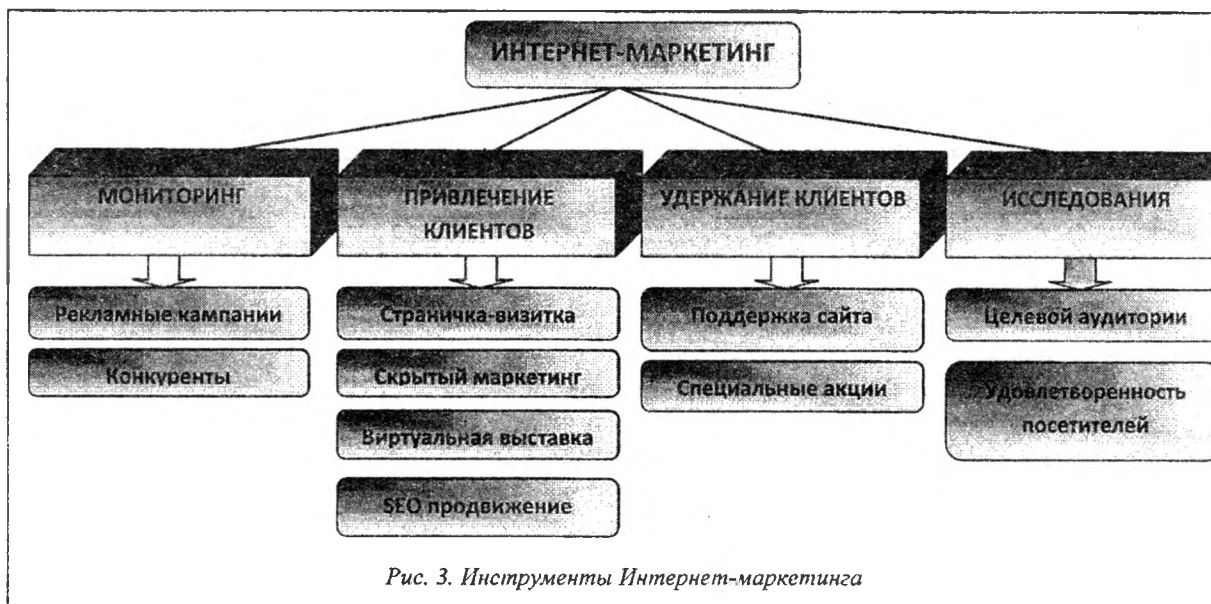


Рис. 3. Инструменты Интернет-маркетинга

Современными инструментами привлечения клиентов являются: странички-визитки, виртуальная выставка, SEO оптимизация, скрытый маркетинг. Раскроем подробнее возможности каждого из инструментов.

Создание странички-визитки – это самый простой и доступный способ любой компании заявить о себе в интернете. Обычно страничка-визитка представляет собой небольшой исключительно информационный сайт, содержащий полную информацию о фирме, предлагаемых ею товарах и услугах, раздел с новостями фирмы, проводимыми акциями и скидками, а так же страницу с контактной информацией – адреса, телефоны, карта проезда, форма обратной связи или заказа услуг. Подобные странич-

ки-визитки обычно создаются для небольших компаний, например, туристических агентств, городских юридических контор, частных предпринимателей.

Хорошая страничка-визитка выполняет 2 функции: офисную и рекламно-информационную. Офисная функция сайта заключается в том, что на небольшом ресурсе в течение 24 часов потенциальный клиент может найти все необходимые контакты для дальнейшего сотрудничества. Как рекламно-информационная площадка сайт-визитка может пройти индексирование в поисковых системах. А значит, это будет еще одна отличная рекламная площадь, при этом эффективность раскрутки сайта будет гораздо выше, чем реклама в печатных источниках информации.

Страничка-визитка отличается от полноценного корпоративного сайта тем, что имеет очень простую структуру, он не перегружен компонентами HTML, анимацией и прочими новшествами.

Преимущества странички-визитки следующие: привлечение новых клиентов; облегчает работу с клиентами; позволяет легко и быстро обновить информацию о фирме; увеличивает доверие клиентов, лучший способ рассказать о себе, не требует постоянного обновления.

Ярмарки и выставки с давних пор были и остаются эффективным средством продвижения предпринимательства. Надо сказать, что участие в такой выставке требует больших хлопот и затрат. Нужно вложить немалые средства в аренду площади в павильоне, в подготовку и дизайн стенда, в транспортировку товара.[5, стр. 112]

Альтернативой обычной выставке с недавних пор считаются виртуальные выставки, которые представляют собой многофункциональный информационный ресурс. Выставка позволяет довести до всех пользователей сети Интернет расширенную текстовую и графическую информацию о компании, производимой продукции и оказываемых услугах. Виртуальная выставка имеет ряд преимуществ.

Виртуальная выставка функционирует непрерывно (24 часа в сутки, 7 дней в неделю). Поиск деловых партнёров и клиентов на виртуальной выставке не ограничен географическими границами и реально экономит время участника на поиски рынков сбыта и контрагентов. Потенциальные клиенты и партнёры в удобное для них время, не выходя из офиса, смогут ознакомиться с полным объёмом информации о деятельности, производимой продукции, услугах, новых проектах и коммерческих предложениях. Участие в подобной выставке является важным элементом маркетинговой стратегии предприятия, дополняет рекламную и PR-компанию и позволит снизить затраты на участие в реальных выставках. Участие дает уникальную возможность продемонстрировать всю номенклатуру выпускаемой продукции экспонента, не ограничиваясь площадью рекламных стендов реальной выставки.[6, стр.23]

Большинство пользователей ищут информацию с помощью поисковых систем. Оттуда на Интернет-сайты приходит множество целевых посетителей. В зависимости от того, на каком месте по наиболее важным запросам находится сайт, их число может очень сильно увеличиваться или уменьшаться, так как многие пользователи просматривают лишь первую страницу результатов поискового запроса.

Проведение поисковой оптимизации – целый комплекс мер по внутреннему продвижению (написание контента копирайтерами, создание меню сайта и его оформление, размещение текстов и т.д.) и внешнему продвижению сайта (размещение контекстной рекламы в Интернет, настройка обмена статьями с другими сайтами, регистрация в каталогах и т.д.). Поисковые системы работают следующим образом. Специальные программы, так называемые поисковые роботы, периодически обходят веб-сайты, переходя от ссылки к ссылке. Содержимое сайтов заносится в базу данных. На запросы пользователей поисковые системы выводят все страницы из своей базы, где есть запрашиваемые слова. Их сортируют по индексу релевантности, то есть по количественному показателю, фиксирующему соответствие страниц поисковому запросу. Задача поисковой оптимизации – повысить индексы релевантности страниц. Таким образом, именно SEO-сайты пользуются наибольшей популярностью у пользователей Интернет, и именно SEO-оптимизация сайта позволяет добиваться наибольшей посещаемости.[7, 295]

Скрытый маркетинг — это метод передачи коммерческого сообщения таким образом, чтобы потребитель не осознавал себя объектом маркетинговых манипуляций.

Например, компания может заплатить актеру или человеку, пользующемуся авторитетом в определенной социальной группе, за публичное использование какого-либо продукта. Sony Ericsson использовала скрытый маркетинг в 2002 году, когда наняла 60 актеров для работы в 10 крупнейших городах. Актеры просили прохожих «пожалуйста, сфотографируйте меня» и давали им новый телефон с камерой, рассказывая между делом, какая это удобная вещь.

Цель скрытого маркетинга — создание слухов, мощнейшего инструмента маркетинга, который способен достигать даже изолированных от основного сообщества людей, к тому же, слухам верят

больше чем официальным сообщениям или рекламе. Однако слухи — это такие сообщения, чье появление и поведение очень сложно предсказать, не говоря уже о том, чтобы самим их создавать. В тех случаях, когда это все же удается, скрытый маркетинг оказывается чрезвычайно эффективным: потребитель не только сам покупает продукт, но и рассказывает о нем друзьям и знакомым, инициируя начало вирусной маркетинговой кампании, которая выглядит совершенно естественной. Метод скрытого маркетинга очень сложен, но в этом случае довольно низкий уровень финансовых рисков, так как сама по себе кампания обычно довольно низкочувствительная, а в случае удачи приносит ощутимую прибыль. Скрытый маркетинг используют в тех случаях, когда исчерпан арсенал традиционных методов и компании нужны новые, более эффективные маркетинговые решения.

У потребителя возникает ощущение, что рекомендация товара или услуги была спонтанной и ненавязчивой, у него не возникает отторжения к этому сообщению, и более того, появляется желание передать его дальше. Крайне важно, чтобы инициирующее появление слухов сообщение выглядело естественным, а не рекламным. Тот, кто осуществляет скрытый маркетинг, должен выглядеть равным тем, кто является его целевой аудиторией, должно создаваться впечатление, что у него нет никаких причин продвигать продукт, кроме искренней позитивной оценки. Например, служащие компании не могут этим заниматься, так как очевидна их заинтересованность, то же относится и к знаменитостям, — в этом случае маркетинг будет скрытым только в том случае, если аудиторией рекламного сообщения являются другие знаменитости.

Если не удастся скрыть экономическую заинтересованность в распространении сообщения о продукте, есть риск возникновения обратного эффекта, формирования негативного отношения к продукту и марке. Может случиться так, что потребитель по собственной инициативе начинает свою «вирусную кампанию» и распространяет слух с отрицательной оценкой компании и продукта. Это может сильно повредить репутации фирмы. Примером такой неудачной кампании скрытого маркетинга может стать провал Sony Entertainment с рекламной компанией игровой приставки Playstation Portable в 2006-м году. Кампанию проводила фирма Zipatoni, которую создала фальшивый блог фанатов приставки All I want for Christmas is a PSP. Но блог игрокам не понравился, и Sony немедленно почувствовала на себе их негативную реакцию. [8, стр. 94]

В заключение следует отметить, что по мере развития цивилизованного бизнеса в Беларуси, повышения жизненного уровня народа, возрастания его социальной активности усиливается значимость этических проблем маркетинга. Имеется ввиду злоупотребление рекламой, телемаркетингом, особенно осуществляемых плохо обученным персоналом. Поскольку одной из главных целей маркетинга является создание лояльного потребителя, то искажение или сокрытие правдивой информации о продукте, а особенно прямой обман и мошенничество в условиях жесткой конкуренции не способствуют успеху производящих и торгующих организаций. На данный момент все больше ставок делается на развитие и использование глобальной сети в бизнесе, поэтому нужно следить за изменениями и новинками в этой сфере. Все выше перечисленные методы являются эффективными для предприятий, но для того чтобы их применить белорусским предприятиям следует в первую очередь поменять отношение к маркетингу, изменить требования к подбору специалистов по маркетингу, обеспечить обучение персонала, и конечно пытаться применить опыт зарубежных компаний.

ЛИТЕРАТУРА

1. Котлер Филип Маркетинг менеджмент. — Мн.: Питер, 2009. — 816 с.
2. Акулич И.Л. Маркетинг. — Мн.: Вышэйшая школа, 2009. — 511 с.
3. Мамыкин А.А. Стратегия и тактика маркетинга в Интернет. Журнал «Маркетинг в России и за рубежом», №2, 2000
4. Голубков Е.П. Основы маркетинга: учебник. — М.: Финпресс, 1999. — 495 с.
5. Назаренко Л.Ф. Выставка как инструмент маркетинга. — М.: ИНФРА-М, 1997. — 187 с.
6. Интервью А. Глущенко «Приоритет российскому» с генеральным директором ГАО ВВЦ В.А. Саюшевым. Журнал «Выставочная деятельность», №3, 2000
7. Иванов И., Ашманов И. Оптимизация и продвижение сайтов в поисковых системах. — Мн.: Питер, 2008. — 400 с.
8. Березкина О. Product Placement. Технологии скрытой рекламы. — Мн.: Питер, 2008. — 208 с.
9. Голубков Е.П. О некоторых аспектах концепции маркетинга и его терминологии. Журнал «Маркетинг в России и за рубежом» №6, 1999.
10. Качалов И. Семь причин падения эффективности рекламы и как рекламироваться в современных условиях. Журнал «Реклама», 1999 г. № 4
11. Пименов Ю.С. Использование Интернет в системе маркетинга. Журнал «Маркетинг в России и за рубежом», №1, 1999.
12. Паршенцев А.А., Шимук А.С. Проблемы и перспективы развития электронных магазинов. Журнал «Маркетинг в России и за рубежом», №3, 2000.

ОСОБЕННОСТИ АНАЛИЗА ФИНАНСОВОЙ УСТОЙЧИВОСТИ И ПЛАТЕЖЕСПОСОБНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

Платежеспособность и финансовая устойчивость являются важнейшими характеристиками финансово-экономической деятельности предприятия в условиях рыночной экономики. Если предприятие финансово устойчиво, платежеспособно, оно имеет преимущество перед другими предприятиями того же профиля в привлечении инвестиций, в получении кредитов, в выборе поставщиков и в подборе квалифицированных кадров. Наконец, оно не вступает в конфликт с государством и обществом, т.к. выплачивает своевременно налоги в бюджет, взносы в социальные фонды, заработную плату — рабочим и служащим, дивиденды — акционерам, а банкам гарантирует возврат кредитов и уплату процентов по ним.

Финансовая устойчивость предприятия — это способность субъекта хозяйствования функционировать и развиваться, сохранять равновесие своих активов и пассивов в изменяющейся внутренней и внешней среде, гарантирующее его постоянную платежеспособность и инвестиционную привлекательность в границах допустимого уровня риска. [1, стр.25]

Финансовое состояние предприятия, его устойчивость и стабильность зависят от результатов его производственной, коммерческой и финансовой деятельности. Если производственный и финансовый планы успешно выполняются, то это положительно влияет на финансовое положение предприятия. И наоборот, в результате невыполнения плана по производству и реализации продукции происходит повышение ее себестоимости, уменьшение выручки и суммы прибыли и как следствие ухудшение финансового состояния предприятия и его платежеспособности. Следовательно, устойчивое финансовое состояние не является случайностью, а итогом грамотного, умелого управления всем комплексом факторов, определяющих результаты хозяйственной деятельности предприятия. [2, стр.15]

Платежеспособной считается такая организация, которая способна своевременно выполнить свои обязательства. Здесь понятие платежеспособности охватывает не только абсолютную или краткосрочную, но и долгосрочную платежеспособность.

Платежеспособность рассчитывается по данным баланса, исходя из характеристики ликвидности оборотных активов, т. е. времени, которое необходимо для превращения их в денежную наличность. Таким образом, платежеспособность, характеризуя степень ликвидности оборотных активов, свидетельствует прежде всего о финансовых возможностях организации полностью расплатиться по своим обязательствам по мере наступления срока погашения долга. [3, стр.30]

Методы оценки финансовой устойчивости предприятия.

При оценке финансовой устойчивости предприятия не существует каких-либо нормированных подходов. Выделим несколько основных подходов, которые используются в мировой и отечественной практике.

1. Оценка финансовой устойчивости предприятия с помощью абсолютных и относительных показателей.

К абсолютным показателям при оценке финансовой устойчивости предприятия относятся:

- Наличие собственных оборотных средств (Фс);
- Наличие собственных и долгосрочных заемных источников формирования запасов и затрат или функционирующий капитал (Фт);
- Общая величина основных источников формирования запасов и затрат (Фо) .
- С помощью данных показателей определяется трёхкомпонентный показатель типа финансовой ситуации

$$S(\Phi) = \begin{cases} 1, & \text{если } \Phi > 0 \\ 0, & \text{если } \Phi < 0 \end{cases} \quad (1)$$

Четыре типа финансовой устойчивости, при использовании метода абсолютных показателей:

1. Абсолютная устойчивость финансового состояния. $\Phi_c \geq 0$; $\Phi_T \geq 0$; $\Phi_o \geq 0$; т.е. $S = \{1, 1, 1\}$;
2. Нормальная устойчивость финансового состояния. $\Phi_c < 0$; $\Phi_T \geq 0$; $\Phi_o \geq 0$; т.е. $S = \{0, 1, 1\}$;
3. Неустойчивое финансовое состояние: $\Phi_c < 0$; $\Phi_T < 0$; $\Phi_o \geq 0$; т.е. $S = \{0, 0, 1\}$;
4. Кризисное финансовое состояние: $\Phi_c < 0$; $\Phi_T < 0$; $\Phi_o < 0$; т.е. $S = \{0, 0, 0\}$.

Анализ финансовой устойчивости предприятия с помощью относительных показателей.

При данном методе используется более широкий набор показателей: коэффициент соотношения заемных обязательств и собственных средств, коэффициент долгосрочного привлечения заемных средств, коэффициент маневренности собственных оборотных средств, коэффициент обеспечения собственными оборотными средствами, коэффициент обеспечения собственными оборотными средствами, коэффициент накопления амортизации, коэффициент реальной стоимости основных средств, коэффициент реальной стоимости внеоборотных средств. [4, стр. 163]

2. Применение матричных балансов для оценки финансового состояния.

Бухгалтерский баланс предприятия можно представить как матрицу, где по горизонтали расположены статьи актива (имущество), а по вертикали – статьи пассива (источники средств).

В матрице баланса необходимо выделить четыре квадранта по следующей схеме: Внеоборотные средства, Оборотные средства, Собственный капитал, Обязательства.

На основе отчетных данных, надо составить четыре аналитические таблицы:

1. Матричный баланс на начало года.
2. Матричный баланс на конец года.
3. Разностный (динамический) матричный баланс за год.
4. Баланс денежных поступлений и расходов предприятия.

Баланс денежных поступлений и расходов предприятия увязывает бухгалтерский баланс с финансовыми результатами работы, наличием денежных средств на счетах, текущим оборотам денежных средств. Он позволяет реально оценить, сколько денежных средств и на каком этапе требуется предприятию, а также дает наглядное представление о составе и структуре денежных доходов и расходов, факторах, повлиявших на изменение денежных остатков на счетах. [5, стр.115]

3. Балансовая модель оценки финансовой устойчивости предприятия

$$F = E^3 + R^a = I^c + C^{kk} + C^{dk} + K^0 + R^p, \quad (2)$$

где:

F — основные средства и вложения;

E^3 — запасы и затраты;

R^a — денежные средства, краткосрочные финансовые вложения, расчеты (дебиторская задолженность) и прочие активы;

I^c — источники собственных средств;

C^{kk} — краткосрочные кредиты и заемные средства;

C^{dk} — долгосрочные кредиты и заемные средства;

K^0 — ссуды, непогашенные в срок;

R^p — расчеты (кредиторская задолженность) и прочие пассивы.

Таким образом, соотношение стоимости материальных оборотных средств и величин собственных и заемных источников их формирования определяет устойчивость финансового состояния предприятия. Обеспеченность запасов и затрат источниками формирования является

сущностью финансовой устойчивости, тогда как платежеспособность выступает внешним ее проявлением.[6, стр.123]

Сущность финансовой устойчивости определится как обеспеченность запасов и затрат источниками формирования средств, т.е.

$$E^3 \leq (I^c + C^{dk}) - F. \quad (3)$$

При оценке финансовой устойчивости предприятия не существует каких-либо нормированных подходов. Владельцы предприятий, менеджеры, финансисты сами определяют критерии анализа финансовой устойчивости предприятия в зависимости от преследуемых целей.

Так, применение матричных методов для оценки финансового состояния предприятия целесообразно в том случае, когда основой целью анализа является определить увязку статей актива (имущества предприятия) и статей пассива баланса (источники средств), а также достаточность источников их финансирования.

Балансовая модель оценки финансовой устойчивости предполагает анализ обеспеченность запасов и затрат источниками формирования с помощью использования балансовой модели.

Наиболее распространенным методом оценки финансовой устойчивости предприятия является метод оценки с помощью абсолютных и относительных показателей. Данный метод наиболее удобен и прост. Он позволяет наглядно оценить сложившееся финансовое положение предприятия в рассматриваемый период с помощью рассчитанных показателей финансовой устойчивости и анализа их динамики.

Показатели, характеризующие финансовую устойчивость и платежеспособность предприятия.

Показатели, характеризующие финансовую устойчивость предприятия:

1. Коэффициент соотношения заемных обязательств и собственных средств
2. Коэффициент долгосрочного привлечения заемных средств
3. Коэффициент маневренности собственных оборотных средств
4. Коэффициент обеспечения собственными оборотными средствами
5. Коэффициент накопления амортизации
6. Коэффициент реальной стоимости основных средств
7. Коэффициент реальной стоимости внеоборотных средств[7, стр.214].

Таблица 1 – Показатели финансовой устойчивости ОАО «МЗКТ»

Показатели финансовой устойчивости	Формула	Нормативное значение	2007 год	2008 год	2009 год	Абсолютное изменение 2009г к 2007г
1. Коэффициент соотношения заемных обязательств и собственных средств	$(VB+IVB)/\Pi B$	<0,2-0,5	0,993	0,891	1,030	0,037
2. Коэффициент долгосрочного привлечения заемных средств	$IVB/(IVB+\Pi B)$	→ min	0,135	0,185	0,187	0,052
3. Коэффициент маневренности собственных оборотных средств	$(\Pi B+IVB+\text{стр.640-IB})/\Pi B$	>0,5	-0,180	0,120	0,050	0,230
4. Коэффициент обеспечения собственными оборотными средствами	$(\Pi B+IVB+\text{стр.640-IB})/\Pi B$	>0,2	-0,273	0,153	0,059	0,332
5. Коэффициент накопления амортизации	$\text{стр.}(102+112+122)/\text{стр.}(101+111+121)$	<0,5	0,655	0,649	0,605	-0,050
6. Коэффициент реальной стоимости основных средств	(стр.110Б/Б)	>0,5	0,631	0,551	0,533	-0,098
7. Коэффициент реальной стоимости внеоборотных средств	$(\Pi B-\text{стр.140Б})/\Pi B$	0,7-0,8	0,632	0,551	0,534	-0,098

1. Коэффициент соотношения заемных и собственных средств показывает, сколько привлечено заемных средств на 1 рубль собственных. В данном случае на каждый рубль собственных средств предприятие привлекло 0,993 рубля в 2007г., 0,891руб. в 2008г. и 1,03– в 2009 году. Увеличение этого коэффициента составило 0,037, что свидетельствует о повышении финансовой зависимости предприятия.

Считается, что чем ниже значение этого коэффициента, тем более финансово устойчиво, стабильно и независимо предприятие. Для банков и прочих кредиторов более надежна ситуация, если доля собственного капитала у клиентов более высокая. Это исключает финансовый риск. Предприятия же, как правило, заинтересованы в привлечении заемных средств.

2. Коэффициент долгосрочного привлечения заемных средств характеризует долю привлечения долгосрочных кредитов для финансирования активов предприятия наряду с собственными средствами и показывает, сколько заемных источников средств направляется на финансирование имущества. Данный коэффициент на конец анализируемого периода повысился и составил 0,052.

3. Коэффициент маневренности собственных средств показывает, сколько собственных источников средств было направлено на создание текущих активов. В 2007 году данный коэффициент имеет отрицательное значение (-0,18), что говорит об отсутствии собственных оборотных средств в части финансирования оборотных активов. Однако к 2009 году наблюдается повышение данного показателя до положительного значения.

4. Коэффициент обеспеченности собственными средствами характеризует долю собственных оборотных средств в общей сумме оборотных средств. За период 2007-2009гг показатель не соответствует нормативному значению.

5. Коэффициент накопления амортизации. Данный коэффициент свидетельствует о том, что более 65% первоначальной стоимости основных средств в 2007 году погашено амортизационными отчислениями. Снижение коэффициента накопления амортизации на 5% произошло в результате небольшого обновления основных средств.

6. Коэффициент реальной стоимости основных средств в период 2007-2009г превышает нормативное значение, однако наблюдается постепенное снижение данного показателя. Поэтому предприятию необходимо принять меры по усовершенствованию своего производственного потенциала.

7. Коэффициент реальной стоимости внеоборотных средств характеризует необходимость совершенствования своего производственного потенциала. Коэффициент реальной стоимости внеоборотных средств за анализируемый период не соответствует нормативному значению и снизился на 0,098.

Показатели, характеризующие платежеспособность предприятия

Общий коэффициент покрытия (текущей ликвидности) Кло показывает, в какой степени оборотные активы предприятия превышают его краткосрочные обязательства. Принято считать, что нормальный уровень коэффициента общего покрытия должен быть равен 1,5 – 3 и не должен опускаться ниже 1. Чем выше коэффициент общего покрытия, тем больше доверия вызывает предприятие у кредиторов. Если данный коэффициент меньше 1, то такое предприятие неплатежеспособно.

Коэффициент абсолютной ликвидности показывает, какая часть краткосрочной задолженности может быть покрыта наиболее ликвидными оборотными активами – денежными средствами и краткосрочными финансовыми вложениями. Нормальный уровень коэффициента абсолютной ликвидности должен быть 0,03 – 0,08.

Коэффициент промежуточного покрытия (быстрой ликвидности) показывает, какую часть краткосрочной задолженности предприятие может погасить за счет денежных средств, краткосрочных финансовых вложений и дебиторских долгов. Нормальный уровень коэффициента промежуточного покрытия должен быть не менее 0,7. [8, стр.139]

Таблица 2 – Оценка платежеспособности ОАО «МЗКТ»

Наименование коэффициента	2007 год	2008 год	2009 год	Нормативное значение	Изменение 2009 к 2007 гг.
1. Текущая платежеспособность	0,3	0,82	1,35	> 1	+1,05
2. Перспективная платежеспособность					
2.1. Коэффициент абсолютной ликвидности	0,04	0,1	0,16	> (0,2 - 0,25)	+0,12
2.2. Коэффициент промежуточной ликвидности	0,12	0,35	0,34	>(0,7 - 0,8)	+0,22
2.3. Обобщающий коэффициент ликвидности	0,79	1,18	1,07	>1,7	+0,28
3. Критическая оценка ликвидности	0,14	0,38	0,38	> (1 - 1,5)	+0,24

Данные таблицы 2 показывают, что:

- текущая платежеспособность в 2009 году выше, чем в 2007, и превышает нормативное значение на 35%. Принято считать, что нормальный уровень коэффициента общего покрытия должен быть равен 1,5 – 3 и не должен опускаться ниже 1.
- Чем выше коэффициент общего покрытия, тем больше доверия вызывает предприятие у кредиторов. Т.к. в 2009 году данный коэффициент больше 1, то предприятие в течение 3 лет улучшило свои позиции и стало платежеспособно.
- коэффициент абсолютной ликвидности в 2007 году составляет 0,04, т.е. 4% краткосрочных заемных обязательств может быть погашено немедленно, в 2008г. – 10%, в 2009г. – 16%. Наблюдается тенденция роста по данному показателю, однако его уровень пока не соответствует нормативному значению >(0,2-0,25);
- промежуточный коэффициент ликвидности намного ниже теоретического значения. К 2009 году он вырос на 183% и составил 0,34. Это означает, что предприятие не может погасить всю сумму краткосрочных заемных обязательств немедленно за счет денежных средств, краткосрочных финансовых вложений и дебиторских долгов;
- общий коэффициент ликвидности (коэффициент покрытия баланса) и критическая оценка ликвидности в период с 2007 по 2009 гг. не соответствуют нормативным значениям, однако наблюдаются тенденция их роста в данный период.

Таблица 3 – Оценка платежеспособности по Минфину

	Показатель	Норм. Значение	2007 год	2008 год	2009 год	Изменение 2009 к 2007
1	Коэффициент текущей ликвидности	1,7	0,79	1,18	1,07	35,93%
2	Коэффициент обеспеченности собственными оборотными средствами	0,3	-0,51	-0,14	-0,21	-59,72%
3	Коэффициент обеспеченности финансовых обязательств активами	<0,85	0,50	0,47	0,51	1,82%
4	Коэффициент обеспеченности просроченных обязательств активами	<0,5	0,04	0,06	0,06	34,81%

Коэффициент текущей ликвидности показывает, хватит ли у предприятия оборотных средств для покрытия своей задолженности. В течение всего рассматриваемого периода данный коэффициент ниже нормативного, т.е. предприятие за счёт наличия оборотных средств не сможет покрыть 100% своих долгов. Однако наблюдается постепенный рост данного показателя, что говорит об увеличении размера оборотных средств и, соответственно, об улучшении финансового состояния предприятия.

Коэффициент обеспеченности собственными оборотными средствами показывает, достаточно ли у предприятия собственных оборотных средств для создания внеоборотных активов.

Основанием для признания структуры бухгалтерского баланса неудовлетворительной, а предприятия - неплатежеспособным является условие, когда значения коэффициентов К1 и К2 менее приведенных нормативных значений. В нашем случае предприятие признается неплатежеспособным в течение всего рассматриваемого периода, т.к. К1 и К2 ниже норматива.

Коэффициент КЗ в 2007-2009гг. соответствует нормативному значению ($<0,85$), это указывает на то, что у предприятия есть возможность рассчитаться по своим финансовым обязательствам, и банкротство ему пока не грозит.

Коэффициент обеспеченности просроченных обязательств активами тоже соответствует нормативному значению ($<0,5$), значит, предприятие способно после реализации активов рассчитаться по своим просроченным финансовым обязательствам.

Оценка финансового положения предприятия необходима следующим лицам:

- 1) инвесторам, которым необходимо принять решение о формировании портфеля ценных бумаг;
- 2) кредиторам, которые должны быть уверены, что им заплатят;
- 3) аудиторам, которым необходимо распознавать финансовые хитрости своих клиентов;
- 4) финансовым руководителям, которые хотят реально оценивать деятельность и финансовое состояние своей фирмы;
- 5) руководителям маркетинговых отделов, которые хотят создать стратегию продвижения товара на рынки.

В конечном результате анализ финансового положения предприятия должен дать руководству предприятия картину его действительного состояния, а лицам, непосредственно не работающим на данном предприятии, но заинтересованным в его финансовом состоянии - сведения, необходимые для беспристрастного суждения, например, о рациональности использования вложенных в предприятие дополнительных инвестиций и т. п.

ЛИТЕРАТУРА

1. Басовский Л.Е. Теория экономического анализа. М.: изд. «Инфра-М», 2004г.
2. Банк В. Р. Финансовый анализ / В. Р. Банк, С. В. Банк, А. В. Тараскина. – М. : ТК Велби, Изд-во «Прспект», 2007. – 344 с.
3. Гиляровская Лилия Тимофеевна, Вехорева Алла Алексеевна Анализ и оценка финансовой устойчивости коммерческого предприятия. 1-е издание, 256 стр., 2004 год.
4. Донцова Л.В., Никифорова Н.А. Анализ финансовой отчетности, изд. 4-ое переработанное и дополненное. М.: изд. «Дело и сервис», 2006г.
5. Стоянов Е.А., Стоянова Е.С. "Экспертная диагностика и аудит финансово-хозяйственного положения предприятия". - М.: Перспектива, 1993г.
6. Финансовое управление фирмой/под ред. В.И. Терехина — М.: Экономика, 2000г.
7. Савицкая Г.В. Анализ хозяйственной деятельности предприятия, изд. 7-ое, переработанное и дополненное. Минск: изд. «Новое знание», 2005г.
8. Адаменкова С.И. Анализ хозяйственной деятельности: учеб.пособие/ С.И. Адаменкова, О.С.Евменчик. – Минск: БНТУ, 2008. – 260с.

ДИНАМИКА И ПРОЧНОСТЬ МАШИН

УДК 621.85.052.44

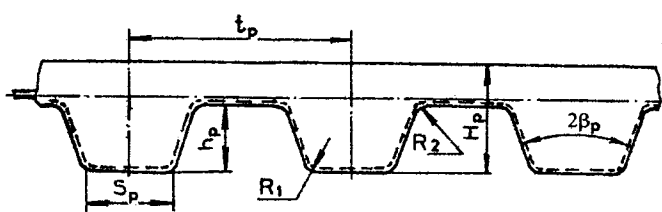
Баханович А.Г.

ИССЛЕДОВАНИЕ НАГРУЗОЧНОЙ СПОСОБНОСТИ ПРИВОДНЫХ ЗУБЧАТЫХ РЕМНЕЙ МЕЖДУНАРОДНЫХ СТАНДАРТОВ

Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Надежность зубчато-ременной передачи определяется надежностью приводного зубчатого ремня. Мировой опыт промышленной эксплуатации зубчато-ременных передач свидетельствует, что преобладающим видом повреждения зубчатых ремней, оснащенных износостойким покрытием рабочей поверхности, является усталостное разрушение зубьев (75...80 %). Стандартные приводные зубчатые ремни производятся, в основном, с трапециевидальным или полукруглым профилем зубьев, геометрические параметры которых представлены в таблицах 1, 2 [1-6].

Таблица 1 – Геометрические параметры ремней с трапециевидальными зубьями



Стандарт	Обозначение	Геометрические параметры, мм						$2\beta_p^\circ$
		t_p	H_p	h_p	S_p	R_1	R_2	
ОСТ 3805114-76, ТУ РБ 00149438-073- 95	m1	3,14	1,6	0,8	1,0	0,2	0,2	50
	m1,5	4,71	2,2	1,2	1,5	0,3	0,3	50
	m2	6,28	3,0	1,5	1,8	0,4	0,4	50
	m3	9,42	4,0	2,0	3,2	0,5	0,5	40
	m4	12,57	5,0	2,5	4,4	1,0	1,0	40
	m5	15,71	6,5	3,5	5,0	1,2	1,2	40
	m7	21,99	11,0	6,0	8,0	1,5	1,2	40
ISO 5296	m10	31,42	15,0	9,0	12,0	2,0	1,5	40
	MXL	2,032	1,2	0,51	0,76	0,15	0,15	40
	XL	5,08	2,3	1,27	1,37	0,38	0,38	50
	L	9,525	3,6	1,9	3,25	0,51	0,51	40
	H	12,7	4,3	2,29	4,43	1,02	1,02	40
	XH	22,225	11,2	6,35	7,94	1,57	1,2	40
DIN 7721	XXH	31,75	15,7	9,53	12,2	2,28	1,52	40
	T2,0	2,0	1,1	0,5	0,7	0,2	0,2	40
	T2,5	2,5	1,3	0,7	1,0	0,2	0,2	40
	T5	5,0	2,2	1,2	1,8	0,4	0,4	40
	T10	10,0	4,5	2,5	3,5	0,6	0,6	40
AT (Automobile Transmission)	T20	20,0	8,0	5,0	6,5	0,8	0,8	40
	AT5	5,0	2,7	1,2	2,5	0,86	0,4	50
	AT10	10,0	4,5	2,5	5,0	1,25	0,4	50
	AT20	20,0	8,0	5,0	10,0	2,5	1,75	50

В результате теоретических исследований [7, 8] установлено, что вид усталостного разрушения зубьев ремня является когезионно-адгезионным с превалированием первого фактора и отсутствием в ряде случаев второго. Зубья ремня на дугах обхвата шкивов находятся в сложном напряженно-деформированном состоянии. В соответствии с энергетической теорией прочности эквивалентное напряжение σ_{eq} , действующее в основании зубьев, и предопределяющее их нагрузочную способность и эксплуатационный ресурс, векторно складывается из напряжений изгиба σ_b , сжатия σ_c и сдвига τ

$$\sigma_{eq} = \sqrt{(\sigma_b + \sigma_c)^2 + 3\tau^2}.$$

Таблица 2 – Геометрические параметры ремней с полукруглыми зубьями

Стандарт	Обознач.	tp, мм	Hp, мм	hp, мм	R1, мм	R2, мм
ТУ 38405560-84	m3	9,42	6,0	4,0	1,0	2,5
	m4	12,57	7,5	5,0	1,0	3,5
	m5	15,71	9,0	6,0	1,5	4,5
HTD (ISO 13050)	3M	3,0	2,41	1,17	---	0,85
	5M	5,0	3,6	2,1	---	1,41
	8M	8,0	5,6	3,4	---	2,45
	14M	14,0	10,0	6,1	---	4,31

На основании разработанной физико-математической модели сложного напряженно-деформированного состояния, кинематических и силовых особенностей взаимодействия трапецидальных зубьев, напряжения, возникающие в них при входе в зацепление с ведущим шкивом, предлагается определять следующим образом [7]:

$$\sigma_b = \frac{6F_{11}}{(S_p + 2h_p \operatorname{tg}\beta_p)^2} \left[\cos \psi_1 h_p - \sin \psi_1 \left(\frac{S_p}{2} + f_{fs} h_p \right) \right];$$

$$\sigma_c = \frac{F_{11}}{S_p + 2h_p \operatorname{tg}\beta_p} \left[\sin \psi_1 + f_{fs} \cos \psi_1 \right]; \quad \tau = \frac{F_{11}}{S_p + 2h_p \operatorname{tg}\beta_p} \left[\cos \psi_1 - f_{fs} \sin \psi_1 \right],$$

где F_{11} – удельная сила, действующая на первый со стороны ведущей ветви (максимально нагруженный) зуб ремня единичной ширины, Н/мм; ψ_1 – угол входа зубьев ремня в зацепление с зубьями ведущего шкива [9]; f_{fs} – коэффициент трения взаимного скольжения зубьев при входе в зацепление; S_p , h_p , β_p – см. табл. 1.

Соответствующие напряжения, возникающие в зубьях полукруглого профиля [8]:

$$\sigma_b = \frac{1,5F_{11}}{R_2^2} \left(h_c (\cos \psi_1 - \sin \psi_1 f_{fs}) - \sin \psi_1 R_2 \right);$$

$$\sigma_c = \frac{F_{11}}{2R_2} (\sin \psi_1 + f_{fs} \cos \psi_1); \quad \tau = \frac{F_{11}}{2R_2} (\cos \psi_1 - f_{fs} \sin \psi_1),$$

где $h_c = h_p + R_2(\sin \psi_1 - 1)$; h_p , R_2 – см. таблице 2.

Анализ зависимостей показывает, что в обоих случаях эквивалентное напряжение в решающей степени зависит от геометрических параметров зубьев ремня, определяющих площадь опасного сечения. Определим эквивалентное напряжение, возникающее в основании зубьев ремня с трапецидальным профилем при их входе в зацепление с зубьями ведущего шкива. Примем следующие параметры передачи: $F_{11} = 50 \text{ Н/мм}$; шаг зубьев ремня $t_p = 14 \text{ мм}$; $f_{\beta} = 0,5$. При этом $\sigma_{\text{eq}} = 23,07 \text{ МПа}$. При аналогичных параметрах зубчато-ременной передачи с зубьями полукруглого профиля $\sigma_{\text{eq}} = 12,85 \text{ МПа}$. Таким образом, использование полукруглого профиля зубьев вместо трапецидального позволяет снизить эквивалентные напряжения в опасном сечении на 44,3 %.

При программно-аппаратном моделировании напряженно-деформированного состояния зубьев ремней трапецидального и полукруглого профилей в среде ANSYS получены результаты, аналогичные теоретическому расчету (рис. 1). Так, для трапецидального профиля $\sigma_{\text{eq}} = 23,1 \text{ МПа}$, для полукруглого $\sigma_{\text{eq}} = 12,9 \text{ МПа}$. Результаты исследований свидетельствуют об адекватности разработанных теоретических физико-математических моделей напряженно-деформированного состояния зубьев ремней физико-механическим процессам, происходящим в зацеплении при передаче мощности.

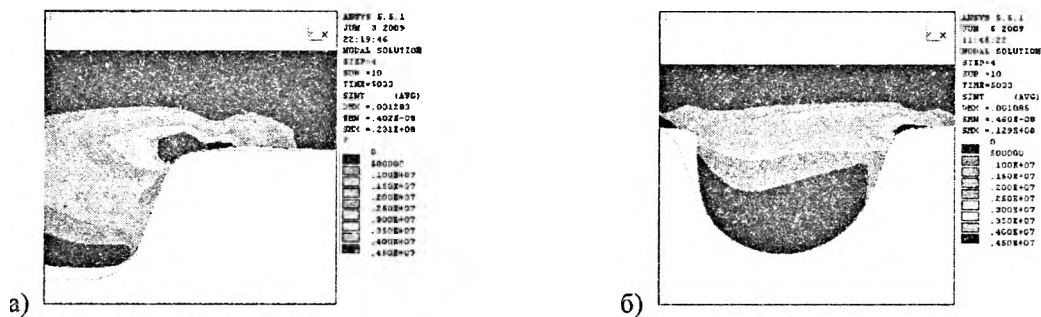
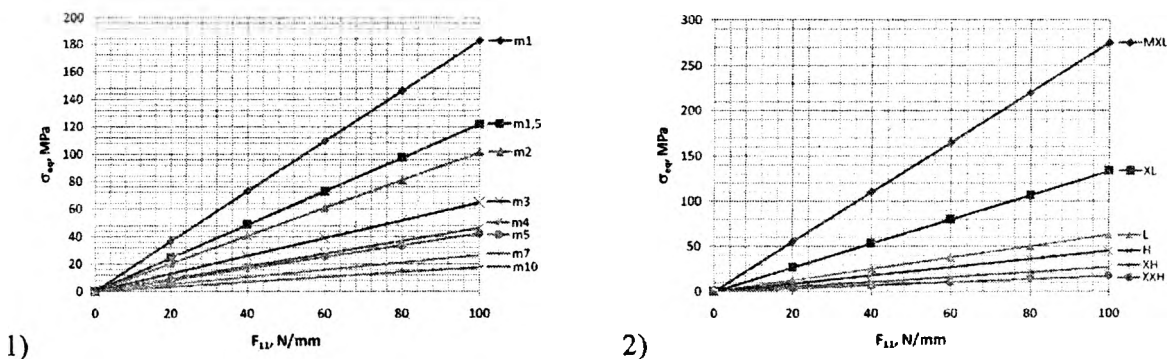


Рис. 1. Интенсивность напряжений в зубьях ремней трапецидального (а) и полукруглого (б) профилей

На рис. 2, 3 представлены зависимости $\sigma_{\text{eq}} = f(F_{11})$ для зубчатых ремней с трапецидальным и полукруглым профилем зубьев всех известных типоразмеров зубчатых ремней отечественного и зарубежного производства.

Следует отметить, что целью существующих инженерных методик проектного расчета зубчато-ременных передач является определение минимальной ширины зубчатого ремня, удовлетворяющей предъявляемым требованиям к условиям передачи мощности и ее величине.



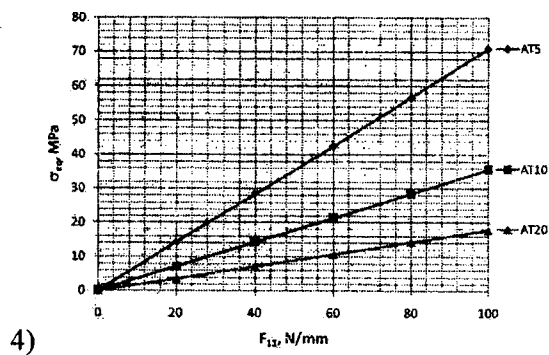
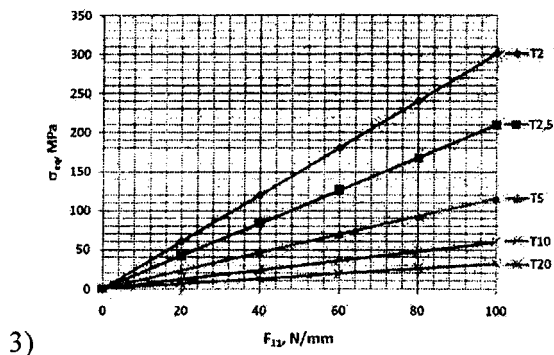


Рис. 2. Нагруженность зубьев ремней: 1) TV PE; 2) ISO; 3) DIN; 4) AT

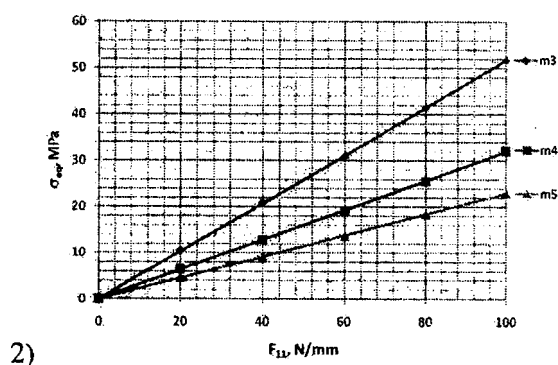
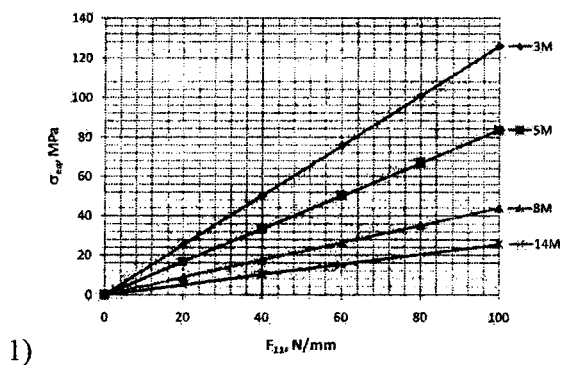


Рис. 3. Нагруженность зубьев ремней: 1) HTD; 2) TV 38405560-84

В основу данных методик положен выбор геометрии рабочей части и шага зубьев, который осуществляется на базе исходных данных о передаваемой мощности и частоте вращения ведущего вала с помощью диаграмм. В связи с этим, представляет значительный практический интерес сравнительный анализ нагруженности зубьев ремней различных типоразмеров и профилей с равным или близким шагом зубьев. Результаты нагруженности зубьев зубчатых ремней различных стандартов с шагом зубьев ремня $t_p = 5$ и (8...10) мм представлены на рис. 4.

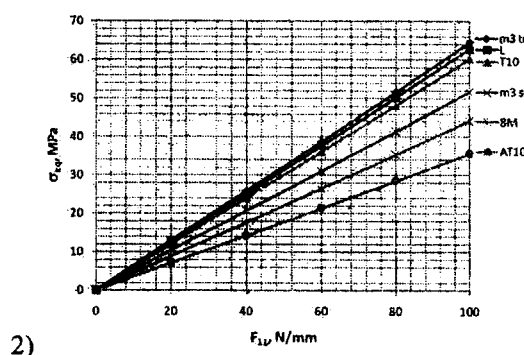
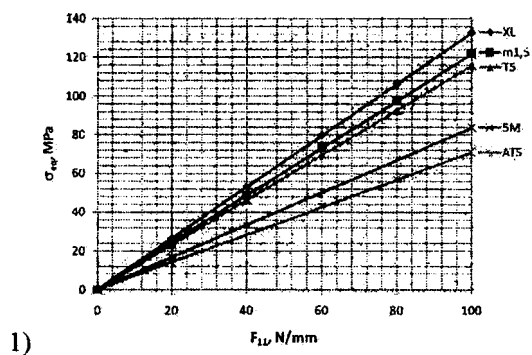


Рис. 4. Нагруженность зубьев ремней: 1) $t_p = 5$ мм; 2) $t_p = 8...10$ мм

Анализ диаграмм свидетельствует, что применение зубчатых ремней с профилем типа AT или полукруглым профилем зубьев (вместо трапецидального) позволяет значительно снизить эквивалентные напряжения в опасном сечении, следовательно, в соответствующей мере повысить передаваемую мощность и эксплуатационный ресурс зубчатых ремней. При сохранении данных показателей на прежнем уровне, возможно существенное снижение массогабарит-

ных параметров зубчато-ременной передачи, следовательно, ее динамической нагруженности, шумоизлучения, виброактивности и, наконец, себестоимости изготовления. Проанализируем причины данного превосходства зубчатых ремней с профилем типа АТ и полукруглым профилем зубьев.

Выше было отмечено, что основными факторами, определяющими напряженно-деформированное состояние зубьев ремня, являются его геометрические параметры. Для сравнительного анализа данных параметров зубчатых ремней различных профилей и типоразмеров введем относительные масштабные коэффициенты: $k_1 = S_p / t_p$; $k_2 = h_p // t_p$; $k_3 = h_p / S_p$ и $k_4 = h_p / H_p$, где S_p , h_p , t_p и H_p – см. табл. 1, 2. Результаты расчета масштабных коэффициентов представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Масштабные коэффициенты зубчатых ремней

Стандарт	Обозначение	t_p , мм	Масштабные коэффициенты			
			k_1	k_2	k_3	k_4
Трапецидальный профиль						
ОСТ 3805114-76, ТУ РБ 00149438- 073-95	m1	3,14	0,318	0,255	0,80	0,5
	m1,5	4,71	0,318	0,254	0,80	0,546
	m2	6,28	0,286	0,238	0,83	0,5
	m3	9,42	0,339	0,212	0,625	0,5
	m4	12,57	0,350	0,198	0,568	0,5
	m5	15,71	0,318	0,222	0,70	0,534
	m7	21,99	0,364	0,279	0,75	0,545
m10		31,42	0,382	0,286	0,75	0,6
Среднее значение			0,334	0,243	0,725	0,528
ISO 5296	MXL	2,032	0,374	0,251	0,671	0,464
	XL	5,08	0,265	0,250	0,927	0,552
	L	9,525	0,336	0,200	0,585	0,531
	H	12,7	0,346	0,180	0,520	0,534
	XH	22,225	0,357	0,286	0,8	0,567
XXH		31,75	0,384	0,3	0,781	0,607
Среднее значение			0,344	0,244	0,714	0,542
DIN 7721	T2,0	2,0	0,35	0,25	0,714	0,454
	T2,5	2,5	0,4	0,28	0,7	0,538
	T5	5,0	0,36	0,24	0,667	0,545
	T10	10,0	0,35	0,25	0,714	0,555
	T20	20,0	0,325	0,25	0,769	0,625
Среднее значение			0,357	0,254	0,713	0,543
АТ	АТ5	5,0	0,5	0,24	0,48	0,444
	АТ10	10,0	0,5	0,25	0,5	0,555
	АТ20	20,0	0,5	0,25	0,5	0,625
Среднее значение			0,5	0,247	0,493	0,541
Полукруглый профиль						
ТУ 38405560-84	m3	9,42	0,531	0,425	0,8	0,667
	m4	12,57	0,557	0,398	0,714	0,667
	m5	15,71	0,573	0,382	0,667	0,667
Среднее значение			0,554	0,402	0,727	0,667
НТД	3М	3,0	0,567	0,390	0,688	0,434
	5М	5,0	0,564	0,412	0,730	0,458
	8М	8,0	0,612	0,423	0,689	0,564
	14М	14,0	0,616	0,430	0,698	0,602
Среднее значение			0,589	0,413	0,701	0,515

Анализ полученных результатов показывает, что зубчатые ремни различных типоразмеров и профилей не обладают геометрическим подобием зубьев. Наряду с этим, зубья зубчатых ремней с профилем типа АТ и полукруглым профилем являются более массивными, с увеличенными показателями высоты, ширины или угла профиля, по сравнению с зубьями трапецидального профиля.

Кроме того, в зубчато-ременных передачах с полукруглым профилем зубьев практически отсутствует радиальный зазор между зубьями ремня и шкива в зацеплении. Это приводит к более равномерному распределению напряжений и деформаций по всему объему зуба ремня, и значительному разгрузению опасного сечения, находящегося в области перехода от боковой поверхности зуба к межзубной впадине. Наряду с этим, происходит значительное (15...20 %) снижение контактного давления на поверхность несущего слоя, прилежащего к межзубной поверхности ремня, что, в свою очередь, повышает усталостную прочность несущего слоя.

Предположим, что зубья трапецеидального профиля имеют такие же масштабные коэффициенты $k_1 = S_p / t_p$ и $k_2 = h_p / t_p$, как и зубья полукруглого профиля, при неизменном шаге зубьев. Тем самым, гипотетически увеличим высоту и ширину зубьев ремней за счет снижения аналогичных параметров шкивов передачи, боковых и радиальных зазоров в зацеплении зубьев. Учитывая, что жесткость и прочность металлических зубьев шкивов зубчато-ременной передачи несопоставимо больше жесткости и прочности эластомерных зубьев ремня, такое уменьшение приведет к снижению массы и габаритов шкивов.

Анализ полученных результатов исследований показал, что увеличение геометрических параметров зубьев трапецеидального профиля до уровня аналогичных параметров зубьев полукруглого профиля, позволяет значительно (на 30...45 %) снизить эквивалентные напряжения и деформации в их опасном сечении, и обеспечить нагрузочную способность и усталостную долговечность зубьев трапецеидального профиля практически равные данным показателям зубьев полукруглого профиля. Наряду с этим, происходит существенное снижение массогабаритных параметров зубчато-ременной передачи, ее динамической нагруженности и себестоимости производства.

Вместе с тем, следует отметить, что зубья полукруглого профиля обладают рядом преимуществ, не свойственных зубьям трапецеидального профиля, к которым, прежде всего, следует отнести их минимальную профильную интерференцию, повышенную износостойкость за счет пониженных показателей мощности трения и скорости взаимного скольжения зубьев ремня и шкива при входе в зацепление, повышенную плавность работы, пониженные шумоизлучение и вибрации. В совокупности это позволяет однозначно констатировать более высокий технический уровень зубчато-ременных передач с зубьями полукруглого профиля.

Проведенный сравнительный анализ существующих в настоящее время международных стандартов, касающихся типоразмеров и профилей приводных зубчатых ремней (таблица 4), показал их несовершенство в части необоснованно широкой номенклатуры последних с близким или равным шагом зубьев – параметром, являющимся основой проектного инженерного расчета зубчато-ременных передач.

Таблица 4 – Матрица типоразмеров зубчатых ремней международных стандартов

Стандарт	Типоразмер / Шаг зубьев t_p , мм								
	<i>Трапецеидальный профиль</i>								
ТУ РБ 00149438-073-95		m1 3,14	m1,5 4,71	m2 6,28	m3 9,42	m4 12,57	m5 15,71	m7 21,99	m10 31,42
ISO 5296	MXL 2,032		XL 5,08		L 9,525	H 12,7		XH 22,225	XXH 31,75
DIN 7721	T2 2	T2,5 2,5	T5 5		T10 10			T20 20	
AT			AT5 5		AT10 10			AT20 20	
<i>Полукруглый профиль</i>									
ТУ 38405560-84					m3 9,42	m4 12,57	m5 15,71		

Стандарт	Типоразмер / Шаг зубьев t_p , мм							
	HTD		3M 3	5M 5		8M 8		14M 14

Поэтому, с целью повышения технического уровня зубчато-ременных передач, соблюдения общих правил стандартизации, унификации, международного разделения труда и кооперации, предлагается выработать новый международный стандарт «Ремни приводные зубчатые и шкивы. Основные размеры», используя, полученные в настоящей работе, результаты исследований.

ЛИТЕРАТУРА

1. ОСТ 3805114-76. Ремни приводные зубчатые и шкивы. Основные размеры. Методы контроля размеров ремней. М.: НИИРП, 1977. – 16 с.
2. Ленты конвейерные, ремни приводные из резины: ТУ РБ 00149438-073-95. – Введ. 01.01.95. – Минск: ИУТУ: Беларусьрезинотехника, 1995. – 24 с.
3. ISO 5296-1: 1989. Synchronous belt drives. Belts. Part 1: Pitch codes MXL, XL, L, H, XH and XXH. Metric and inch dimensions.
4. DIN 7721-1: 1989. Synchronous belt drives, metric pitch; synchronous belts.
5. ТУ 38405560-84. Ремни приводные зубчатые и шкивы с полукруглым профилем зубьев. Основные размеры. М.: НИИРП, 1984.
6. ISO 13050: 1999. Curvilinear toothed synchronous belt drive systems.
7. Баханович, А.Г. Теория и практика зубчато-ременных передач: монография / А.Г. Баханович // БНТУ. – Минск, 2008. – 209 с.
8. Баханович, А.Г. Исследование усталостной прочности приводных зубчатых ремней с зубьями полукруглого профиля / А.Г.Баханович // Механика-2009: сб. науч. тр. IV Белорус. Конгресса по теорет. и прикл. механике / Под общ. ред. М.С. Высоцкого. – Минск: ОИМ НАНБ, 2009.
9. Баханович, А.Г. Исследование неполнопрофильного зацепления зубчато-ременных передач / А.Г.Баханович // Механика машин, механизмов и материалов. – 2009. – № 3(8). – С. 35-41.

УДК 621.833:531.3

Берестнев О.В., Гоман А.М., Берестнев Я.О.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВИБРОАКТИВНОСТИ ПРИВОДНЫХ ЗУБЧАТЫХ МЕХАНИЗМОВ ПО СОБСТВЕННЫМ ФОРМАМ

*Объединённый институт машиностроения НАН Беларуси
220072, г.Минск, ул.Академическая, 12*

Введение. В Объединённом институте машиностроения НАН Беларуси уже длительное время проводятся теоретические и экспериментальные исследования в области динамики и надёжности трансмиссионных систем, приводных зубчатых механизмов, вырабатываются рекомендации по конструированию и выбору рациональных геометрических параметров их элементов и деталей [1-3]. В представляемом докладе дается анализ исследований виброактивности и динамической нагруженности зубчатых приводных механизмов методом собственных форм.

Аналитический расчет динамических процессов в механических зубчатых приводах машин [2-4] относится к исследованию многомассовых динамических моделей. В большинстве случаев дифференциальные уравнения движения с некоторыми допущениями принимаются линейными и решаются численными методами. Однако более эффективным является метод разложения движения по собственным формам, обеспечивающий большую прозрачность и возможность контроля вычислений на всех стадиях расчета. В ряде практических случаев диапазон частот возмущающих факторов, действующих в приводах машин существенно ниже значений высших собственных частот, что позволяет для изучения движения системы ограничить-

ся определением первых двух-трех форм колебаний, и упростить ее расчетную модель без значимого искажения динамических характеристик до трех-четырех степеней свободы.

Рассматриваемый в работе анализ динамических процессов приводных зубчатых механизмов методом собственных форм позволит также совершенствовать удобные для практического применения теоретико-экспериментальные методы мониторинга развития вибрационных процессов и накопления повреждений в лимитирующих деталях приводных механизмов машин.

1. Основные принципы методического подхода. Проектная оценка целесообразности применения новых конструкций зубчатых колес, выбор их параметров из рассмотрения динамических свойств всего привода, с учетом реальной незначительности величин и часто отсутствия данных о диссипативных характеристиках сопряжений, деталей и материалов упругих элементов возможна на основе приближенной сравнительной оценки качества динамических систем по данным анализа их собственных форм.

Принципы рассматриваемого подхода основаны на использовании уже упомянутого факта, что соотношения амплитуд вынужденных колебаний элементов системы при резонансах, исходя из их физической природы и многочисленных экспериментальных и эксплуатационных данных, практически совпадают с ее соответствующими собственными формами, и, следовательно, относительные значения амплитуд на резонансных частотах можно найти из форм на этих частотах, не учитывая при этом действие диссипативных сил [6]. Используя данный подход для анализа динамических систем типовых зубчатых передач и совершенствуемых посредством использования в передачах модифицированных профилей зубьев или составных зубчатых колес с дополнительными упругими элементами, можно на стадии проектирования дать приближенную оценку ожидаемого при их применении снижения виброн нагруженности некоторого или нескольких выходных элементов системы.

В работе [6] в качестве критерия качества динамической системы предлагается использовать максимальные значения абсолютной величины амплитуды k -й массы на n резонансах.

$$\Phi = \max(|q_k^1|, |q_k^2|, \dots, |q_k^n|).$$

В этом случае задача оптимизации виброакустических характеристик сводится к отысканию минимума значений k -й амплитуды либо для всего диапазона собственных частот, либо только для максимальных, лежащих в области наиболее вероятных резонансов. Уравнения собственных колебаний линейной динамической системы с n степенями свободы относительно амплитуд перемещений по обобщенным координатам представляются в виде системы из n алгебраических уравнений, матричная форма записи которых имеет вид:

$$(-I\omega^2 + C)q = 0, \quad (1)$$

где $I = (I_1, I_2, \dots, I_n)$ – диагональная матрица инерционных коэффициентов; $C = (C_1, C_2, \dots, C_n)$ – матрица жесткостей; $q = (q_1, q_2, \dots, q_n)$ – вектор-столбец амплитуд перемещений по обобщенным координатам; ω – частота.

Из системы уравнений (1) определяются n собственных частот $(\omega_1, \dots, \omega_j, \dots, \omega_n)$, каждой из которых соответствует собственный вектор $q^{(j)} = (q_1^{(j)}, \dots, q_n^{(j)})$, составляющие которого находятся с точностью до произвольного постоянного множителя. Собственную j -ю форму колебаний на j -й собственной частоте определяют соотношения составляющих вектора $q^{(j)}$: $q_1^{(j)} : q_2^{(j)} : \dots : q_{k-1}^{(j)} : q_k^{(j)} \dots q_n^{(j)}$.

Оценку виброн нагруженности целесообразно производить по нормированным амплитудам $\tilde{q}_k^{(j)} = q_k^{(j)} / N^{(j)}$ собственных форм. С этой целью вводится нормирующий множитель

$1/N^{(j)}$, где $N^{(j)} = \sum_{i=1}^n |q_i^{(j)}|$. В [6] предлагается рассматривать снижение величины $\tilde{q}_k^{(j)}$, представляющей собой долю k -й амплитуды от суммы абсолютных значений всех амплитуд j -й формы, как уменьшение вибронгруженности k -й массы на данной частоте.

2. Оценка виброактивности зубчатых передач по собственным формам. Нами развит используемый в [6] подход для оценки ожидаемого снижения виброактивности типовых передач при использования в них модифицированных профилей зубьев или составных зубчатых колес.

Если известна область рабочего диапазона частот главных возбуждающих вибрации возмущений $p \in G$, то определив собственные частоты для исследуемых динамических систем передач с типовыми и усовершенствованными колесами $\omega_I \in G$ и $\omega_{II} \in G$, можно найти и сравнить суммы нормированных амплитуд собственных форм на этих, находящихся в указанной области наиболее возбуждаемых, а следовательно и опасных из-за возможности резонансов, частотах для требуемых выходных звеньев:

$$H_k = \frac{\sum_{\omega_{II} \in G} |\tilde{q}_k^{(j)}| \omega_j^2}{\sum_{\omega_I \in G} |\tilde{q}_k^{(j)}| \omega_I^2}, \quad (2)$$

где $\tilde{q}_k^{i,j}$ – нормированные амплитуды k -массы, соответствующие i и j собственным частотам сопоставляемых систем. Величина H_k является своеобразным критерием снижения виброактивности усовершенствованной передачи по расчетным значениям виброускорений.

Для динамической приближенной, но наиболее простой для практического применения, схемы пары зубчатых колес уравнение собственных форм имеет вид:

$$\begin{aligned} q_1(\varphi_1 + 1 - \zeta) - q_2 &= 0 \\ -q_1 + q_2(\varphi_2 + 1 - \lambda\zeta) &= 0 \end{aligned} \quad (3)$$

а соответствующие частоты уравнения:

$$\zeta^2 - [\varphi_1 + 1 + (\varphi_2 + 1)/\lambda] \zeta + (\varphi_1\varphi_2 + \varphi_1 + \varphi_2)/\lambda = 0, \quad (4)$$

где $\zeta = \omega_j^2 m_k / C_3$; $\lambda_{cp} = m_{ш} / m_k$; $\varphi_1 = C_{вк} / C_3$; $\varphi_2 = C_{ви} / C_3$; $m_{ш}, m_k$ – приведенные массы шестерни и колеса; $C_{вк}, C_{ви}, C_3$ – жесткости валов шестерни, колеса, зубчатого сопряжения соответственно.

Оценка снижения виброактивности зубчатой пары производится по критерию (2), определяя соотношения амплитуд собственных форм на шестерне и колесе для усовершенствованного и типового расчета.

Расчет действительных составляющих динамических нагрузок в приводах с зубчатыми передачами чрезвычайно сложен, поэтому исходные зависимости для практических расчетов строятся на простых моделях, отражающих только основные закономерности процесса. Экспериментально установлено, что максимальное значение динамической нагрузки, возникающей в начальной фазе зацепления, вполне удовлетворительно определяется из теории удара [3, 4]. В этом случае дифференциальные уравнения колебаний являются однородными, а скорость кромоного (срединного) удара входит в начальные условия. Решение задачи также строится с использованием метода собственных форм.

Эффективность применения усовершенствований в конструкцию привода с точки зрения снижения виброактивности и повышения ресурса при сравнительных испытаниях обычно

производится посредством сопоставления максимальных экспериментальных значений виброускорений шестерни и колеса сравниваемых передач, полученных при режимах, обеспечивающих близость одной из возмущающих зубцовых частот к расчетной собственной частоте, которые и используются нами для проверки рассматриваемого расчетного значения, определяемого по критерию (2).

3. Критерий динамической нагруженности привода с зубчатыми передачами. Рассмотрим движение элементов для наиболее часто встречающихся в динамике машин одномерных многомассовых цепных дискретных моделей. Динамическая схема привода с n степенями свободы показана на рис. 1. Через m_1, m_2, \dots, m_n обозначены массы тел; их смещения относительно положения равновесия — x_1, x_2, \dots, x_n ; жесткость пружин между i -м и $(i+1)$ -м грузами — $C_{i,i+1}$.

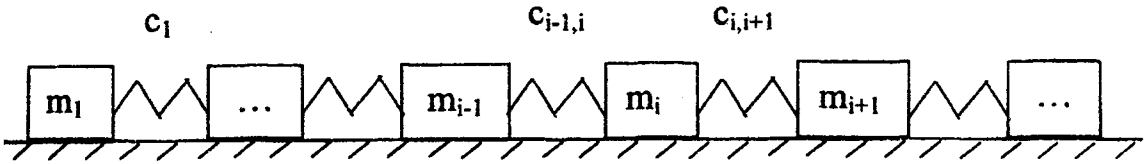


Рис. 1. Динамическая схема привода с n степенями свободы

Уравнение движения тела m_i имеет вид:

$$m_i \ddot{x}_i + C_{i-1,i}(x_i - x_{i-1}) - C_{i,i+1}(x_{i+1} - x_i) = 0 \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (5)$$

Перемещения x_i в некоторый момент времени можно получить и при статическом воздействии на упругую систему сил F_i ($i = 1, 2, \dots, n$). Для линейно-упругой системы силы F_i связаны линейно с перемещением x_i :

$$F_i = \sum_{j=1}^n r_{ij} x_j, \quad (6)$$

где r_{ij} — коэффициент жесткости. Коэффициенты жесткости r_{ij} образуют квадратную симметричную матрицу $n \times n$.

В уравнении (5) отличны от нуля коэффициенты, связывающие силы и перемещения соседних грузов:

$$\begin{aligned} r_{i-1,i} &= -C_{i-1,i}, \\ r_{i,i} &= C_{i-1,i} + C_{i,i+1}, \\ r_{i,i+1} &= -C_{i,i+1}. \end{aligned} \quad (7)$$

Каждой собственной частоте ω_k соответствует столбец амплитуд $q^{(k)}$. Столбец перемещений x_k представляется в виде:

$$\bar{x}_k = \bar{q}^{(k)} \cos(\omega_k + \varphi_k), \quad k = 1, 2, \dots, n. \quad (8)$$

где $q^{(k)} = \begin{pmatrix} q_1^{(k)} \\ q_2^{(k)} \\ \dots \\ q_n^{(k)} \end{pmatrix}$, $q_i^{(k)}$ – амплитудное отклонение k -й массы, соответствующее i -й собственной форме.

Ускорение k -й массы для i -й формы определяется второй производной выражения (8):

$$\ddot{x}_{ik} = -m_k \omega_i^2 q_i^{(k)} \cos(\omega_i t + \varphi_i). \quad (9)$$

Динамическая нагрузка F_{ik} , действующая на k -ю массу при i -й форме, определяется ее силой инерции:

$$F_{ik} = -m_k \ddot{x}_{ik} = m_k \omega_i^2 q_i^{(k)} \cos(\omega_i t + \varphi_i) \quad (10)$$

Оценку суммарной динамической нагрузки, действующей на i -ое тело в диапазоне частот $\omega_l \in G$ можно определить либо по формуле (6), либо по собственным формам, используя в выражении (10) амплитудные значения сил F_{ik} : $F_k \approx \sum_{\omega_l \in G} F_{ik \max} = \sum_{\omega_l \in G} m_k \omega_i^2 |q_i^{(k)}|$, или приведя к нормированным амплитудам собственных форм:

$$F_k \approx \sum_{\omega_l \in G} m_k \omega_i^2 |\tilde{q}_i^{(k)}|. \quad (11)$$

Для усовершенствованной системы на i -ое тело в диапазоне частот $\omega_{II} \in G$ будет действовать динамическая нагрузка:

$$F'_k \approx \sum_{\omega_{II} \in G} m'_k \omega_j^2 |\tilde{q}_j^{(k)}|. \quad (12)$$

Эффективность применения новых решений можно оценить с помощью критерия D , представляющего собой отношение суммарной динамической нагрузки F'_{ik} , действующей на k -ое тело в усовершенствованной системе, к нагрузке исходной системы:

$$D = \frac{F'_k}{F_k}. \quad (13)$$

Подставив (11), (12) в (13), получим:

$$D = \frac{\sum_{\omega_{II} \in G} m'_k \omega_j^2 |\tilde{q}_j^{(k)}|}{\sum_{\omega_l \in G} m_k \omega_i^2 |\tilde{q}_i^{(k)}|}, \quad (14)$$

Если совершенствование конструкции осуществлено без изменения k -ой массы, например, при решении типовых для практики задач выбора рациональных модификаций зубчатых профилей, то критерий D совпадает с критерием H : $D = H$.

4. Экспериментальное исследование динамической нагруженности приводных зубчатых механизмов на основе анализа собственных форм. Как показывают аналитические

исследования [2, 7], если частота возмущающей внешней силы близка к одной из собственных, то составляющие амплитуд на этой частоте преобладают над остальными. Поэтому распределений амплитуд вынужденных колебаний в этом случае такое же, как и в собственной форме на данной частоте. На этом основаны экспериментальные методы определения распределения амплитуд собственных колебаний и демпфирования элементов динамических систем [8]. С другой стороны, теоретическое определение коэффициентов демпфирования колебательной энергии в элементах зубчатых приводных механизмов чрезвычайно затруднено, поэтому используются экспериментальные методы определения логарифмического декремента колебаний на резонансных режимах. Для сложных систем с большим числом степени свободы для определения декремента колебаний элемента системы может быть использована приближенная формула [8]:

$$\delta \approx \frac{\pi}{\sqrt{k^2 - 1}} \frac{f_2 - f_1}{f_0},$$

где f_0 – резонансная частота, амплитуда на которой равна $A_{рез}$; f_1, f_2 – частоты, близкие к f_0 , амплитуда колебаний на которых равна A ; $k = A_{рез} / A$.

Результаты экспериментального исследования демпфирования колебаний в зубчатых зацеплениях цельных и составных зубчатых колес приведены в [9].

Расчет собственных форм приводного механизма требует экспериментальной проверки. Одним из способов служит опытное определение спектра собственных частот привода. Суть методики [10] основана на том, что изменение скоростных режимов эксплуатации приводных механизмов отражается на вибрационных спектрах соответствующим смещением по частотной оси пиков амплитуд вибраций на всех вынужденных частотах, кратных оборотной. В то же время пики, соответствующие резонирующим собственным частотам, сохраняют своё положение и изменяются только по величине в зависимости от удаления или приближения к ним частот возмущающих воздействий. Реализация предлагаемого способа производилась с помощью диагностического комплекса «вибротест» и на стендах с разомкнутыми силовыми контурами для испытания зубчатых передач и коробок передач]. Указанный комплекс использовался для экспериментального определения собственных частот реальной коробки передач (КП) трактора МТЗ-80/82.

Заключение.

1. Рассматриваемый метод изучения динамических процессов в зубчатых приводных механизмах на основе разложения движения элементов их динамических моделей по собственным формам значительно рациональнее общепринятых, так как предварительно базируется на допуске упрощения динамических моделей путем исключения из них обычно неизвестных расчетчикам диссипативных характеристик элементов. Использование же их приближенных значений не повышает точности расчетов, но значительно их усложняет.

2. Предлагаемый критерий снижения виброактивности H по расчетным значениям виброускорений, определяемый по собственным формам, позволяет в сжатые сроки объективно оценить эффективность конструктивных мероприятий по совершенствованию приводных механизмов.

3. Дополнительно к критерию снижения виброактивности H вводится критерий D динамической нагруженности элементов привода. Эти критерии совпадают, если масса рассматриваемого элемента при совершенствовании привода не изменяется.

4. Рассмотренные подходы на основе анализа форм собственных колебаний позволяют выбирать рациональные геометрические параметры элементов зубчатых приводных механизмов и находить пути повышения надежности по критериям прочности и износостойкости.

ЛИТЕРАТУРА

1. Берестнев О.В. Самоустанавливающиеся зубчатые колеса. Мн.: Наука и техника, 1983. - 312с.
2. Берестнев О.В., Гоман А.М., Ишин Н.Н.. Аналитические методы механики в динамике приводов. Мн.: УП «Навука і тэхніка», 1992. - 238с.
3. Альгин В.Б. Динамика, надеж-

ность и ресурсное проектирование трансмиссий мобильных машин. Мн.: Навука і тэхніка, 1995. - 256. 4. Берестнев О.В., Гоман А.М., Скороходов А.С. Сравнительная оценка виброактивности зубчатых передач методом разложения движения по собственным формам// Доклады АНБ, технические науки. 1994. Т.38.№3. С.115-117. 5. Soliterman Y.L., Goman A.M. Reliability forecasting of gear units in accounting of meshing dynamics// Proceedings of the 4th World Congress on Gearing and Power Transmission. Paris, France, 1999. V.3., P.2389-2394. 6. Гринкевич В.К., Овчинников Н.Ф. Оптимизация собственных форм динамической системы// В кн.: Методы создания машин в малозумном исполнении. М.: Наука, 1978. С.49-51. 7. Бидерман В.Л. Теория механических колебаний. М.: Высшая школа, 1980. - 408с. 8. Вибрации в технике. Справочник. В 6т./ Ред. В.Н.Челомей. - М.: Машиностроение, 1980. -Т3. Колебания машин, конструкций и их элементов/ Под ред. К.С.Колесникова. 1980.-544с. 9. Берестнев О.В., Гринкевич В.К., Ишин Н.Н., Гоман А.М., Скороходов А.С. Экспериментальные исследования динамических нагрузок и акустических характеристик передач с самоустанавливающимися зубчатыми колесами: Опер.-информ. Материалы/ ИНДМАШ АН БССР. Мн., 1987. - 99с. 10. Пат. 4224С2ВУ, МПК G 01 М 7/00. Способ определения частот собственных колебаний механических систем/ Берестнев О.В., Ишин Н.Н., Берестнев Я.О., Басинюк Я.В. - №а19980453; Заявл. 11.05.1998; Опубл. 30.12.2001//Афіцыйны бюлетэнь/ Дзярж. Пат. Камітэт Рэсп. Беларусь. – 2001. - № 4. – С. 171.

УДК 621.762

Дудяк А.И., Сахнович Т.А., Козловская В.М.

РАСЧЕТ НА ПРОЧНОСТЬ СТАЛЬНЫХ ЦИЛИНДРОВ АППАРАТОВ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ СИНТЕЗЕ СИНТЕТИЧЕСКИХ АЛМАЗОВ

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

В технике довольно широко используются толстостенные составные цилиндры и, в частности, при проектировании и изготовлении аппаратов высокого давления. Аппараты высокого давления, используемые для синтеза искусственных алмазов и кубического нитрида бора, работают при давлениях в 55000 атмосфер и температурах 1200 ÷ 1600 °С. Рост кристаллов алмаза происходит во временных промежутках от нескольких минут до десятков часов. Перечисленные условия можно создать лишь при использовании конструкции в виде запрессованных друг в друга толстостенных цилиндров.

Наиболее нагруженной частью аппарата высокого давления являются матрицы, которые находятся в условиях всестороннего неравномерного сжатия. Известно, что при проведении испытаний на растяжение или сжатие и одновременном воздействии на образцы всестороннего гидростатического давления в 2,6 ГПа пределы прочности на растяжение для твердых сплавов марок ВК-6, ВК-8 увеличиваются более чем в пять раз, а пределы прочности на сжатие – более чем в два раза [1]. Так как матрицы аппаратов высокого давления изготавливаются из твердого сплава марки ВК-6, то с целью получения в них условий всестороннего сжатия необходимо создать как можно большее контактное давление по их боковой поверхности за счет запрессовки матриц в блок стальных колец, а также за счет деформации этих матриц в радиальном направлении в процессе их нагружения. Такая конструкция позволяет значительно увеличить срок службы аппаратов высокого давления.

Блок стальных колец обычно изготавливается путем запрессовки стальных толстостенных колец друг в друга. Рассмотрим случай, когда блок стальных колец состоит только из двух колец. Предлагаемые теоретические исследования направлены на разработку методики расчета аппаратов высокого давления с целью создания максимальных контактных давлений по боковой поверхности твердосплавных матриц. Это частично достигается за счет получения опти-

мальных значений контактных давлений в блоке стальных колец и в результате установления оптимального радиуса контакта двух стальных колец.

В общем случае выражения для определения напряжений в толстостенных цилиндрах, нагруженных только контактными давлениями по их боковой поверхности и ненагруженные в осевом направлении имеют вид [2]:

$$\begin{cases} \sigma_r = \frac{P_1 r_1^2 - P_2 r_2^2}{r_2^2 - r_1^2} - \frac{(P_1 - P_2) r_1^2 r_2^2}{r_2^2 - r_1^2} \cdot \frac{1}{r^2}, \\ \sigma_\theta = \frac{P_1 r_1^2 - P_2 r_2^2}{r_2^2 - r_1^2} + \frac{(P_1 - P_2) r_1^2 r_2^2}{r_2^2 - r_1^2} \cdot \frac{1}{r^2}, \end{cases} \quad (1)$$

где σ_r , σ_θ – радиальные и тангенциальные напряжения; P_1 , P_2 – внутреннее и внешнее давления на стальное кольцо; r_1 , r_2 – соответственно внутренний и внешний радиус цилиндра; r – текущее значение радиальной координаты.

Выражение для определения радиального перемещения любой точки цилиндра, нагруженного внутренним P_1 и наружным P_2 давлениями, представим в виде [2]:

$$u = \frac{1 - \mu}{E} \cdot \frac{P_1 r_1^2 - P_2 r_2^2}{r_2^2 - r_1^2} \cdot r + \frac{1 + \mu}{E} \cdot \frac{(P_1 - P_2) r_1^2 r_2^2}{r_2^2 - r_1^2} \cdot \frac{1}{r}, \quad (2)$$

где μ – коэффициент Пуассона; E – модуль Юнга.

Рассмотрим внутренний толстостенный цилиндр, нагруженный внешним давлением P_C , возникающим в зоне контакта двух цилиндров в результате их запрессовки друг в друга с некоторым радиальным натягом (рис. 1).

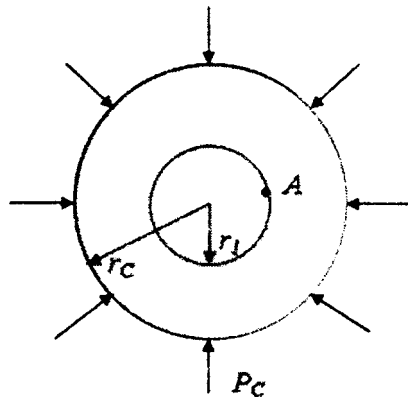


Рис. 1. Схема нагружения внешним давлением внутреннего цилиндра

Используя выражения (1), определим значения радиальных и тангенциальных напряжений для внутреннего цилиндра в опасной точке A при $P_1=0$, $P_2=P_C$, $r_1=r_1$, $r_2=r_C$, $r=r_1$:

$$\begin{aligned} \sigma'_{r(A)} &= \frac{-P_C r_C^2}{r_C^2 - r_1^2} - \frac{(-P_C) r_C^2 r_1^2}{r_C^2 - r_1^2} \cdot \frac{1}{r_1^2} = 0, \\ \sigma'_{\theta(A)} &= \frac{-P_C r_C^2}{r_C^2 - r_1^2} + \frac{(-P_C) r_C^2 r_1^2}{r_C^2 - r_1^2} \cdot \frac{1}{r_1^2} = -\frac{2P_C r_C^2}{r_C^2 - r_1^2}, \end{aligned} \quad (3)$$

где P_C – контактное давление; r_C – радиус контакта двух цилиндров.

Наружный цилиндр можно рассматривать как толстостенный цилиндр, нагруженный внутренним давлением P_C (рис. 2).

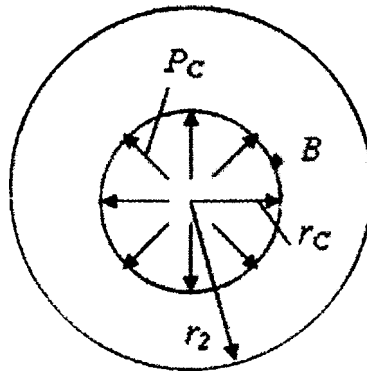


Рис. 2. Схема нагружения внутренним давлением наружного цилиндра

Используя выражения (1), найдем значения радиальных и тангенциальных напряжений для наружного цилиндра в опасной точке B при $P_1 = P_C$, $P_2 = 0$, $r_1 = r_C$, $r_2 = r_2$, $r = r_C$:

$$\sigma'_{r(B)} = \frac{P_C r_C^2}{r_2^2 - r_C^2} - \frac{P_C r_2^2 r_C^2}{r_2^2 - r_C^2} \cdot \frac{1}{r_C^2} = -P_C,$$

$$\sigma'_{\theta(B)} = \frac{P_C r_C^2}{r_2^2 - r_C^2} + \frac{P_C r_2^2 r_C^2}{r_2^2 - r_C^2} \cdot \frac{1}{r_C^2} = P_C \cdot \frac{r_2^2 + r_C^2}{r_2^2 - r_C^2}. \quad (4)$$

Загрузим конструкцию, состоящую из внутреннего и наружного цилиндров, запрессованных друг в друга, внутренним давлением P (рис. 3).

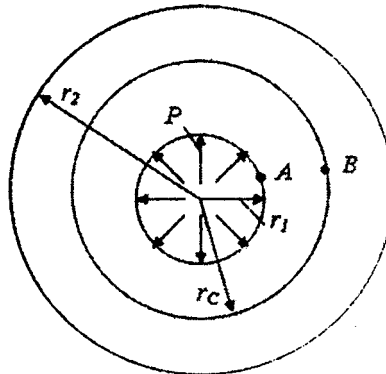


Рис. 3. Схема нагружения внутренним давлением внутреннего и наружного цилиндра, запрессованных друг в друга

Используя выражения (1), определим величину радиальных и окружных напряжений в точках A и B от внутреннего давления P :

$$\begin{aligned}\sigma_{r(A)}'' &= \frac{Pr_1^2}{r_2^2 - r_1^2} - \frac{Pr_2^2 r_1^2}{r_2^2 - r_1^2} \cdot \frac{1}{r_1^2} = -P, \\ \sigma_{\theta(A)}'' &= \frac{Pr_1^2}{r_2^2 - r_1^2} + \frac{Pr_2^2 r_1^2}{r_2^2 - r_1^2} \cdot \frac{1}{r_1^2} = P \cdot \frac{r_2^2 + r_1^2}{r_2^2 - r_1^2},\end{aligned}\quad (5)$$

$$\begin{aligned}\sigma_{r(B)}'' &= \frac{Pr_1^2}{r_2^2 - r_1^2} - \frac{Pr_1^2 r_2^2}{r_2^2 - r_1^2} \cdot \frac{1}{r_C^2} = -P \cdot \frac{r_1^2 (r_2^2 - r_C^2)}{r_C^2 (r_2^2 - r_1^2)}, \\ \sigma_{\theta(B)}'' &= \frac{Pr_1^2}{r_2^2 - r_1^2} + \frac{Pr_1^2 r_2^2}{r_2^2 - r_1^2} \cdot \frac{1}{r_C^2} = P \cdot \frac{r_1^2 (r_2^2 + r_C^2)}{r_C^2 (r_2^2 - r_1^2)}.\end{aligned}\quad (6)$$

Очевидно, что полные напряжения от запрессовки цилиндров друг в друга и создания внутреннего давления равны сумме соответствующих напряжений:

$$\begin{aligned}\sigma_{r(A)} &= \sigma'_{r(A)} + \sigma''_{r(A)} = 0 + (-P) = -P, \\ \sigma_{\theta(A)} &= \sigma'_{\theta(A)} + \sigma''_{\theta(A)} = -\frac{2P_C r_C^2}{r_C^2 - r_1^2} + P \frac{r_2^2 + r_1^2}{r_2^2 - r_1^2},\end{aligned}\quad (7)$$

$$\begin{aligned}\sigma_{r(B)} &= \sigma'_{r(B)} + \sigma''_{r(B)} = -P_C - P \frac{r_1^2 (r_2^2 - r_C^2)}{r_C^2 (r_2^2 - r_1^2)}, \\ \sigma_{\theta(B)} &= \sigma'_{\theta(B)} + \sigma''_{\theta(B)} = P_C \cdot \frac{r_2^2 + r_C^2}{r_2^2 - r_C^2} + P \frac{r_1^2 (r_2^2 + r_C^2)}{r_C^2 (r_2^2 - r_1^2)}.\end{aligned}\quad (8)$$

Рассмотрим случай, когда цилиндры выполнены из материалов, одинаково сопротивляющихся растяжению и сжатию, т.е. из пластичных материалов. В этом случае для определения эквивалентных напряжений используем третью теорию прочности. Если цилиндры будут изготовлены из материалов, неодинаково сопротивляющихся растяжению и сжатию, следует выбрать другой критерий прочности, однако методика расчета останется прежней. Следует отметить, что формулы для определения радиальных и тангенциальных напряжений справедливы в том случае, когда напряжения в сопрягаемых деталях не превосходят предела пропорциональности. Поэтому условие прочности, используя третью теорию прочности, представим в виде:

$$\sigma_{ЭКВ} = \sigma_1 - \sigma_3 \leq \sigma_{ПЦ}, \quad (9)$$

где $\sigma_{ЭКВ}$ – эквивалентные напряжения; σ_1 и σ_3 – главные напряжения; $\sigma_{ПЦ}$ – предел пропорциональности.

В силу симметрии нагружения цилиндра, радиальные и тангенциальные напряжения будут главными нормальными напряжениями.

Для точки A имеем:

$$\sigma_1 = \sigma_{\theta}, \quad \sigma_2 = 0, \quad \sigma_3 = \sigma_r. \quad (10)$$

Для точки B условия (10) также справедливы.

Рассматривая совместно выражения (7), (9) и условия (10), а также выражения (8), (9) и условия (10), получим следующую систему уравнений:

$$\begin{cases} \frac{2Pr_2^2}{r_2^2 - r_1^2} - \frac{2P_C r_C^2}{r_C^2 - r_1^2} \leq \sigma_{\text{пл}}, \\ \frac{2Pr_1^2 r_2^2}{r_C^2 (r_2^2 - r_1^2)} + \frac{2P_C r_2^2}{r_2^2 - r_C^2} \leq \sigma_{\text{пл}}. \end{cases} \quad (11)$$

Из первого уравнения системы (11) определим величину, равную $2P_C$:

$$2P_C = \frac{2Pr_2^2 (r_C^2 - r_1^2)}{r_C^2 (r_2^2 - r_1^2)} - \sigma_{\text{пл}} \cdot \frac{r_C^2 - r_1^2}{r_C^2}. \quad (12)$$

Подставим выражение (12) во второе уравнение системы (11), тогда получим:

$$\frac{2Pr_1^2 r_2^2}{r_C^2 (r_2^2 - r_1^2)} + \frac{2Pr_2^2 (r_C^2 - r_1^2)}{r_C^2 (r_2^2 - r_1^2)} \cdot \frac{r_2^2}{r_2^2 - r_C^2} - \sigma_{\text{пл}} \cdot \frac{r_C^2 - r_1^2}{r_C^2} \cdot \frac{r_2^2}{r_2^2 - r_C^2} = \sigma_{\text{пл}}. \quad (13)$$

Преобразуем полученное выражение (13) в квадратное уравнение относительно переменной r_C , следовательно:

$$r_C^4 - 2 \cdot \left(1 - \frac{P}{\sigma_{\text{пл}}}\right) \cdot r_2^2 r_C^2 + r_1^2 r_2^2 = 0. \quad (14)$$

Определим корни уравнения (14):

$$r_{C1,2}^2 = \left(1 - \frac{P}{\sigma_{\text{пл}}}\right) \cdot r_2^2 \pm \sqrt{\left(1 - \frac{P}{\sigma_{\text{пл}}}\right)^2 \cdot r_2^4 - r_1^2 r_2^2}. \quad (15)$$

Из анализа последнего выражения следует, что достижение максимального контактного давления на боковую поверхность твердосплавной матрицы возможно в том случае, если подкоренное выражение в формуле (15) равно нулю:

$$\left(1 - \frac{P}{\sigma_{\text{пл}}}\right)^2 \cdot r_2^4 - r_1^2 r_2^2 = 0. \quad (16)$$

Из выражения (16) определим значение величины P , которое будет равно:

$$P = \sigma_{\text{пл}} \cdot \left(1 \pm \frac{r_1}{r_2}\right). \quad (17)$$

Ранее было указано, что напряжения σ_r и σ_θ не могут быть больше, чем предел пропорциональности $\sigma_{\text{пл}}$. В зоне контакта матрицы с блоком стальных колец $\sigma_r = -P$. Из этого следует, что в выражении (17) следует пренебречь знаком «+», и окончательно выражение для определения величины контактного давления на матрицу имеет вид:

$$P = \sigma_{\text{пл}} \cdot \left(1 - \frac{r_1}{r_2}\right). \quad (18)$$

Учитывая, что подкоренное выражение в формуле (15) равно нулю, получим:

$$r_c = r_2 \cdot \sqrt{1 - \frac{P}{\sigma_{\text{пл}}}}. \quad (19)$$

С учетом выражений (18) и (19), определим величину контактного давления из выражения (12):

$$P_c = \sigma_{\text{пл}} \cdot \frac{\left[r_2^2 \cdot \left(1 - \frac{P}{\sigma_{\text{пл}}} \right) - r_1^2 \right] \cdot \left[r_2^2 \cdot \left(1 - \frac{r_1}{r_2} \right) - 1 \right]}{2r_2^2 \cdot \left(1 - \frac{P}{\sigma_{\text{пл}}} \right) \cdot (r_2^2 - r_1^2)}. \quad (20)$$

Проведенные теоретические исследования дают возможность определить оптимальные размеры внутреннего и внешнего толстостенных цилиндров, контактные давления при сборке блока стальных колец, а на основе этого определить максимально возможные давления на боковую поверхность матрицы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бриджмен П.В. Исследование больших пластических деформаций и разрыва. – М.: ИЛ, 1955. – 444с. 2. Феодосьев В.И. Сопротивление материалов: Учебник для вузов. – М.: Изд-во МГТУ, 1999. – 591с.

УДК 621.7.016.2 : 669.13

Покровский А.И., Дудецкая Л.Р., Ласковнев А.П., Хроль И.Н.

ВЛИЯНИЕ МОРФОЛОГИИ ГРАФИТА НА УРОВЕНЬ ШУМА ПРИ РАБОТЕ ШЕСТЕРЕН ИЗ ЛИТОГО И ДЕФОРМИРОВАННОГО ЧУГУНА

*Физико-технический институт НАН Беларуси,
г. Минск, Беларусь*

Чугун занимает одно из ведущих мест среди современных конструкционных материалов, причем наблюдается устойчивая тенденция увеличения объемов его использования с преобладанием высококачественных марок. Это объясняется лучшими литейными и технологическими свойствами чугуна по сравнению со сталью, а также некоторыми уникальными, присущими только ему особенностями. Наличие графитных включений обеспечивает меньший, чем у стали, удельный вес, лучшие антифрикционные свойства, способность быстрее гасить вибрации и резонансные колебания, пониженный уровень шума.

Форма графитных включений у различных типов чугунов существенно отличается (пластинчатая, хлопьевидная, шаровидная). Еще большее многообразие видов графитных включений (в форме дисков, эллипсоидов, веретен, нитей) обеспечивает горячая пластическая деформация чугуна [1]. Используя деформацию, из чугуна возможно изготовление ответственных машиностроительных деталей, например автомобильных шестерен [2, 3]. Представляется

интересным оценить влияние морфологии графитных включений на уровень шума при работе конкретных деталей.

Цель работы – исследование влияния морфологии графита в литом и деформированном чугунах на уровень звукового давления (УЗД) при работе шестерен трансмиссии автомобиля Минского автомобильного завода (МАЗ).

Материалы для исследований. Исследования проводили на типовых представителях четырех классов чугунов доэвтектического состава: серого, половинчатого, ковкого и высокопрочного. Химический состав чугунов представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Химический состав исследуемых чугунов, масс. %

Тип чугуна	C	Si	Mn	Ni (Cu)	Mg	P	S
Ковкий	2,4-2,8	1,1-1,5	0,7-0,9	-	-	до 0,1	до 0,05
Высокопрочный	3,2-3,6	1,7-2,1	0,5-0,7	0,4-0,6	0,04-0,06	до 0,08	до 0,01

В качестве контрольного материала использовали цементуемую сталь 20ХНЗА (ГОСТ 4543-71), применяемую на МАЗе серийно, для изготовления этих шестерен.

Исследуемые зубчатые пары:

1. Шестерни дифференциала автомобиля МАЗ 5336 (рис. 1, а). Эта зубчатая пара, расположена в заднем мосту (рис. 1, б) автомобиля и включает в себя шестерню полуоси (5336-2402050) весом 3,3кг, диаметром 118 мм и два сателлита (5536-2402055) весом по 1,05 кг, диаметром 89 мм (рис. 1, в). Шестерни изготавливали из трех видов материалов: легированной стали, ковкого литого, высокопрочного литого и высокопрочного деформированного чугунов, по трем различным технологиям: серийно применяемой на МАЗе (сталь 20ХНЗА), и опытным: литейной и литейно-деформационной (ковкий и высокопрочный чугуны).

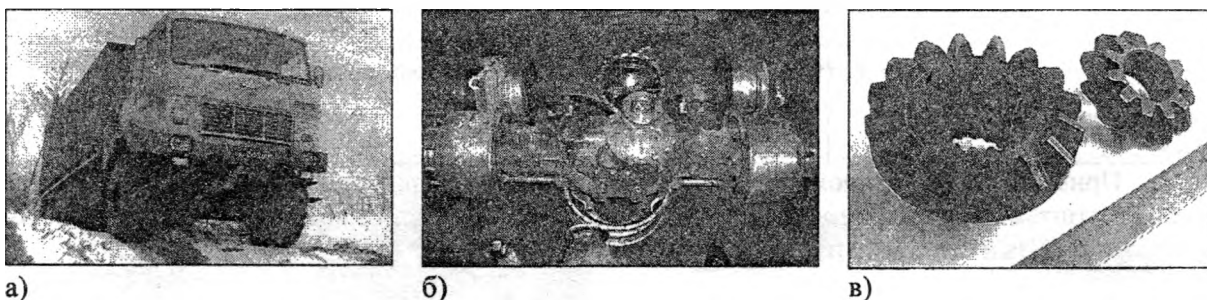
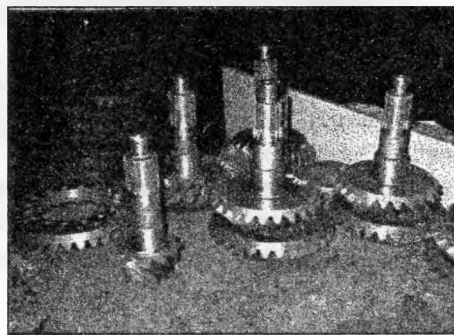


Рис. 1. Грузовой автомобиль МАЗ-5336 (а), его задний мост (б), шестерни дифференциала (слева - шестерня полуоси, справа - сателлит) (в)

2. Шестерни главной зубчатой пары трансмиссии автомобиля МАЗ-5551 (рис. 2, а), ведущую шестерню (вал-шестерню) (дет. 5551-2402017) массой 10,4 кг и ведомую шестерню (дет. 5551-2402060) массой 13,8 кг (рис. 2, б, в). Нагрузки, испытываемые данными шестернями гораздо выше, чем в дифференциале, поэтому в качестве материала использовали высокопрочный чугун, обладающий лучшей деформируемостью и прочностными свойствами. Для гарантированной прокаливаемости при изотермической закалке, учитывая значительную массу и толщину стенок отливки (от 50 до 150 мм), чугун дополнительно легировали медью или никелем (0,5%).



а)



б)

Рис. 2. Грузовой автомобиль МАЗ-5551 (а), ведущая и ведомая шестерни главной пары трансмиссии МАЗ-5551 (б)

Большинство технологических операций, включая плавку чугуна, механическую обработку шестерен и их изотермическую закалку проводили на производственных площадях МАЗа. Штамповку заготовок зубчатых колес проводили на опытном производстве ФТИ НАН Беларуси. В таблице 2 представлены использованные сочетания материалов и технологий при изготовлении шестерен.

Таблица 2 – Варианты материалов и технологий, использованных при изготовлении исследуемых шестерен.

Тип зубчатой пары и марка автомобиля	Материал зубчатой пары и технология изготовления				
	Сталь 20ХНЗА прокат	Ковкий чугун		Высокопрочный чугун	
		литой	деформированный	литой	деформированный
1. Шестерни дифференциала МАЗ-5336	+	+	+	+	+
2. Шестерни главной пары МАЗ-5551	+	-	-	+	-

Примечание. На данном этапе работ массивные шестерни главной пары из чугуна еще не были отштампованы. Поэтому производилось сравнение только литых шестерен из высокопрочного чугуна и серийных из стали 20ХНЗА.

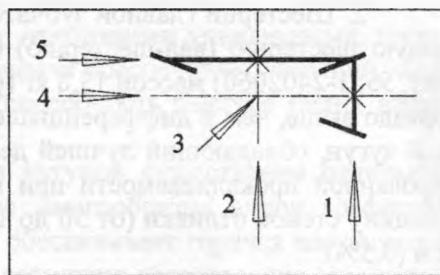
Методики исследования. Сравнительные испытания проводили в цехе редукторов механосборочного производства МАЗа (рис. 3, а). Частота вращения ведущей шестерни составляла 625 мин⁻¹.



а)



б)



в)

Рис. 3. Методика исследований пятна контакта и измерения УЗД (на примере шестерен главной зубчатой пары трансмиссии а/м МАЗ-5551). Процесс обкатки на контрольно-обкатном станке (а), расположение шестерен при обкатке аналогично расположению на стенде при испытаниях на статическую прочность (б), схема расположения микрофона при замере УЗД (пять вариантов) относительно зубчатой пары (в)

Измерительная аппаратура, используемая при проведении исследований, приведена в таблице 3.

Таблица 3 – Используемая при измерении УЗД измерительная аппаратура.

№ п/п	Наименование
1.	Шумомер-анализатор спектров (фирмы Larson & Davis).
2.	Акустический калибратор CAL200 (фирмы Larson & Davis).
3.	Микрофонный предусилитель PRA900C (фирмы Larson & Davis).
4.	Микрофон типа 2541 (фирмы Larson & Davis).

Схема вариантов расположения микрофона относительно зубчатой пары при замере УЗД показана на рис. 3, б, в.

Результаты исследований.

Исследования зоны касания зубьев.

В первую очередь провели сравнительные исследования пятна контакта (чтобы в дальнейшем исключить этот фактор при оценке уровня шума) у серийных зубчатых колес и у зубчатых колес из деформированного бейнитного чугуна. Обкатку проводили на контрольно-обкатном станке модели 5Б725 фирмы "Глиссон". Установлено, что зоны касания в зубьях зубчатых колес чугунных и стальных шестерен абсолютно идентичны.

Исследование уровня шума шестерен дифференциала МАЗ 5336.

Измерения показали, что уровень шума при работе зубчатых колес из чугуна меньше, чем у колес из стали, причем эта разница составляет:

- для литых ковкого и деформированного чугунов ниже на 0,9-1 дБА,
- для деформированного высокопрочного чугуна ниже на 1-2 дБА,
- для деформированного ковкого чугуна ниже на 3-4 дБА.

Исследование микроструктуры и морфологии графита. Микроструктура ковкого чугуна в исходном состоянии представлена на рис. 4, а, б. Графит имеет хлопьевидную форму с размером включений до 25 мкм (КГд25) и занимает около 6% от площади шлифа. Металлическая матрица чугуна – феррито-перлитная с дисперсностью перлита Пд0,5.

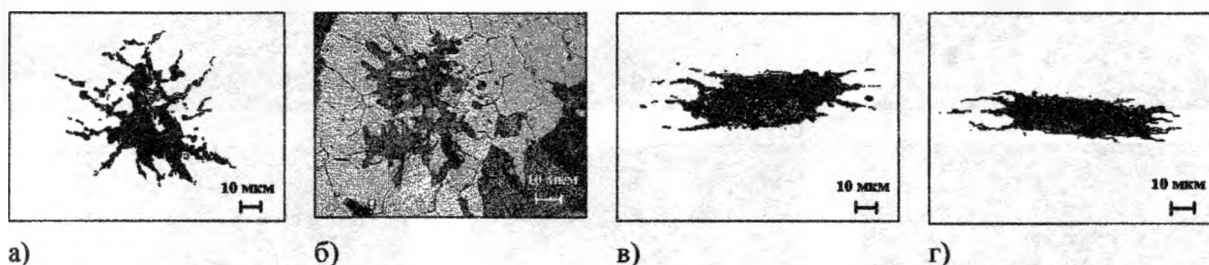


Рис. 4. Микроструктура ковкого чугуна литого (а, б) в нетравленном (а) и травленном (б) состоянии (травлено нитратом) и после деформации выдавливанием со степенью деформации 40% (в) и 60 % (г) (не травлено)

После горячей пластической деформации форма графита ковкого чугуна существенно изменяется (рис. 4, в, г). При степени деформации 20% (рис. 4, в) в продольном направлении включения разворачиваются вдоль вытяжки, удлиняясь до размера КГд45. В поперечном сечении размер включений уменьшается до 10-20 мкм. До степени деформации 60% хлопьевидная форма графита еще сохраняется в поперечном сечении, а в продольном направлении наблюдается вытягивание включений (рис. 4, г). При степени деформации 80% на продольном шлифе наблюдается строчечность графита.

Структура высокопрочного чугуна в исходном состоянии представлена на рис. 5. Графитные включения (рис. 5, а, в, д) имеют правильную шаровидную форму ШГф5, диаметр включений графита не превышает 25-45 мкм (ШГд25-ШГд45), количество графита в структуре составляет 6-10% (ШГ6-ШГ10). Металлическая основа чугуна состоит из перлита и феррита. Дисперсность перлита составляет ПД0,3. Количество феррита не превышает 30%.

После горячего выдавливания наибольшие изменения в форме графита происходят в продольном направлении вытяжки. При этом графитные включения вытягиваются вдоль течения металла, приобретая своеобразную текстуру деформации, меняя свою форму по мере увеличения степени деформации от овальной до веретенообразной и нитевидной.

Для чугуна, обладающего ярко выраженной гетерогенной структурой, важным материаловедческим аспектом штамповки шестерен является возможность регулирования характером структуры по сечению зуба. Наиболее очевидным путем, является управление формой и расположением включений графита по сечению зуба. Для примера, на рис. 6 представлен один из вариантов распределения графитных включений в разных сечениях поковки. У основания зуба, где в процессе зацепления возникают максимальные напряжения, графитные включения вытянуты и повторяют эвольвенту зуба. При этом волокна располагаются перпендикулярно нагрузке, прилагаемой в процессе зацепления с сопрягаемой шестерней. Это благоприятно сказывается на сопротивлении усталости при изгибе. В центральной части поковки шестерни, где степень деформации невысока, включения графита сохраняют округлую форму и обеспечивают высокую вязкость сердцевины.

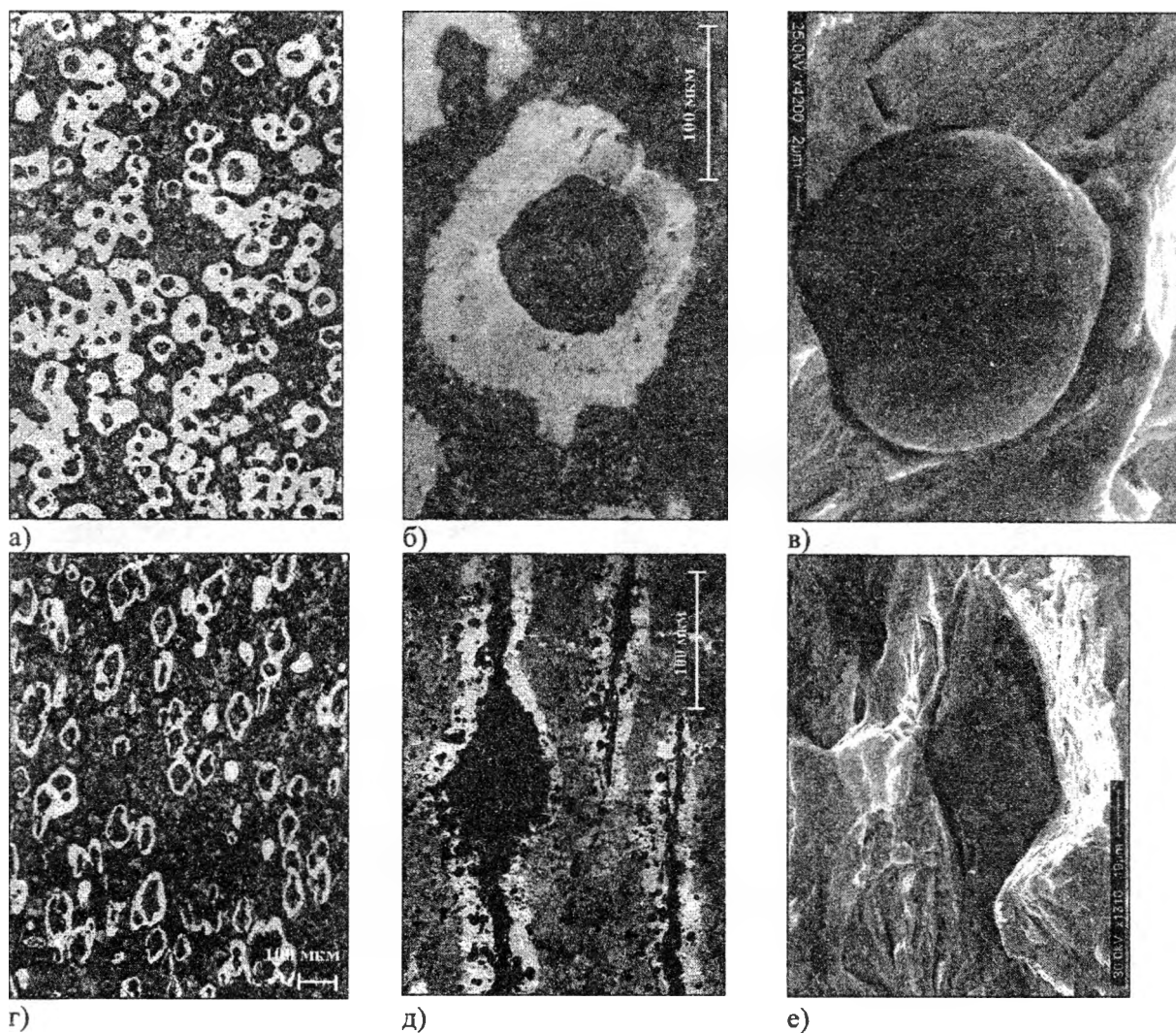


Рис. 5. Микроструктура высокопрочного чугуна в литом (а, б, в) и деформированном (г, д, е) состояниях

Анализируя форму графита в литом и деформированном чугунах можно сделать вывод, что как в ковком, так и в высокопрочном она становится более вытянутой. Образующиеся волокна могут служить барьерами для звуковой волны и при их огибании происходит более интенсивное затухание звука.

Сравнивая морфологию графита ковкого и высокопрочного чугуна в деформированном состоянии можно отметить большую компактность формы графита у высокопрочного чугуна. Это характерно, по крайней мере, до средних степеней деформации порядка 60%, при более высоких степенях отличия нивелируются и включения приобретают вытянутую нитевидную форму. До степени деформации 60% (как показано на рис. 4, в, г) ковкий чугун одновременно со сдавливанием и «выглаживанием» боковых поверхностей сохраняет по краям т.н. «хлопьевидную» форму с множеством отростков.

Можно предположить, что сочетание приплюснутой формы графита с хлопьевидными ответвлениями по краям является лучшим барьером для звука, чем простая шаровидная форма графита высокопрочного чугуна (рис. 5, в) или классическая хлопьевидная (рис. 4, а) форма ковкого чугуна.

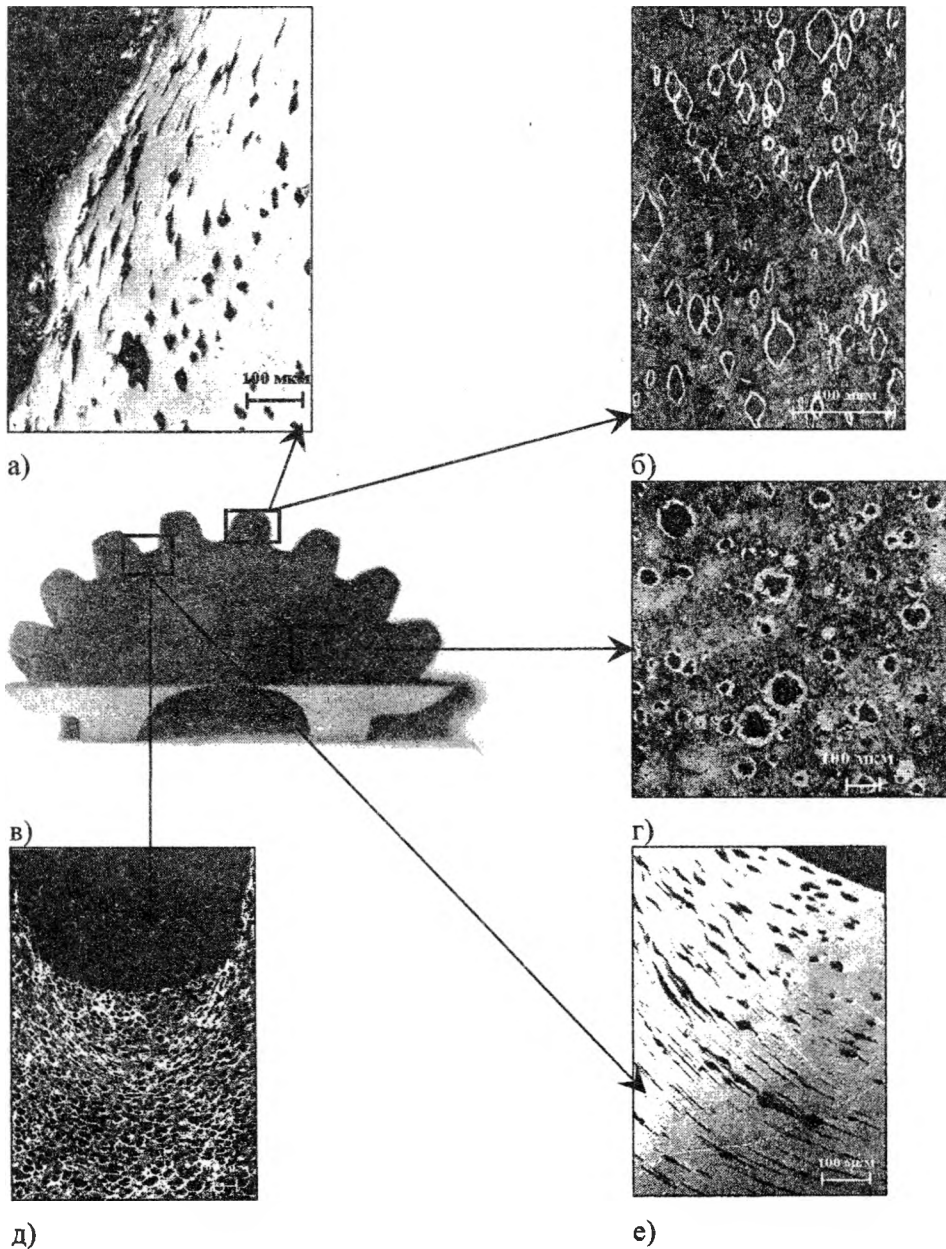


Рис. 6. Возможное распределение структур в различных зонах штампованной чугунной шестерни (в): вершина зуба (а, б), г) - срединная часть шестерни, впадина зуба (д, е)

Исследование уровня шума при работе шестерен главной пары МАЗ-5551.

Шестерни главной пары МАЗ-5551 кроме стандартного исполнения из стали 20ХНЗА, изготавливались из высокопрочного чугуна в литом исполнении с последующей закалкой на бейнитную структуру. Шестерни этого типоразмера из деформированного чугуна не испытывались. В таблице 4 приведены результаты замеров УЗД при измерении в пяти указанных точках.

Таблица 4 – Уровни звукового давления, дБА.

Материал пары и № шестерен	УЗД (дБА) в пяти точках:				
	1	2	3	4	5
Сталь	87,4	89,1	89,4	86,5	86,0
Высокопрочный чугун (1-1)	87,2	86,9	86,4	85,5	85,0
Высокопрочный чугун (2-3)	87,0	87,7	88,1	84,5	84,2
Фон*	83,7	83,1	83,6	83,6	82,2

Результаты испытаний в виде записи спектра шумов при работе зубчатой пары в наиболее распространенной области частот от 0 до 5000 герц в пяти точках измерения приведены на рис. 7.

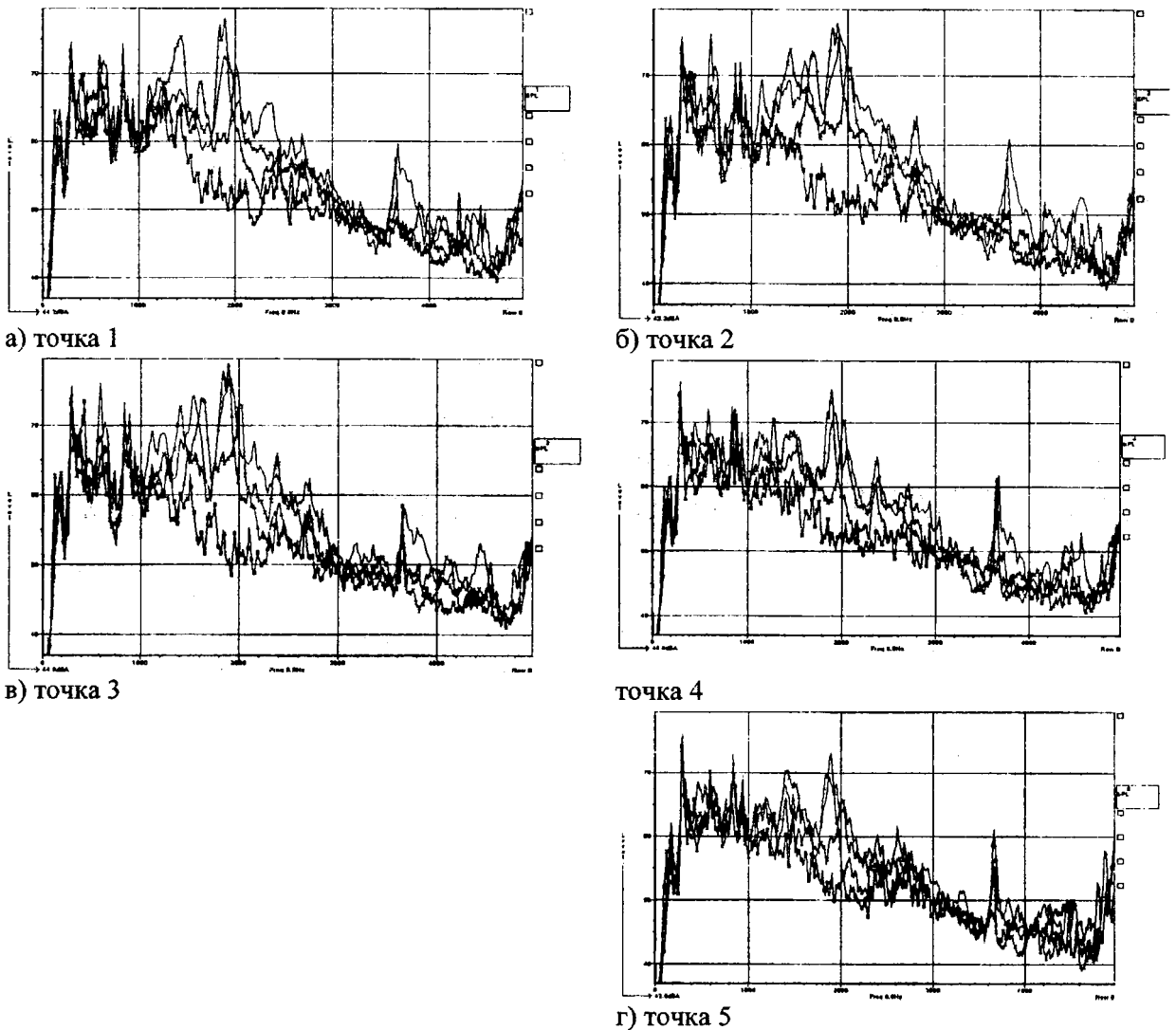
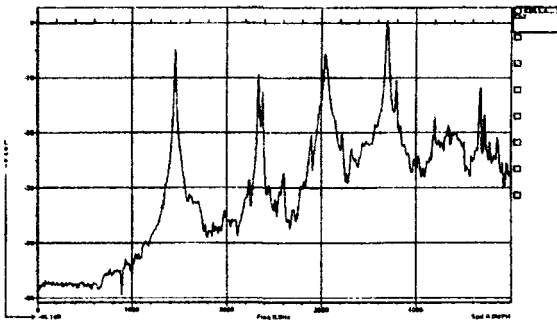
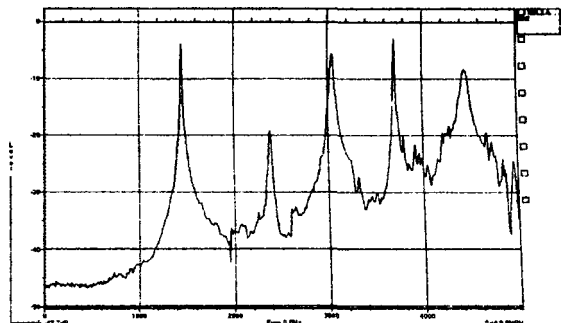


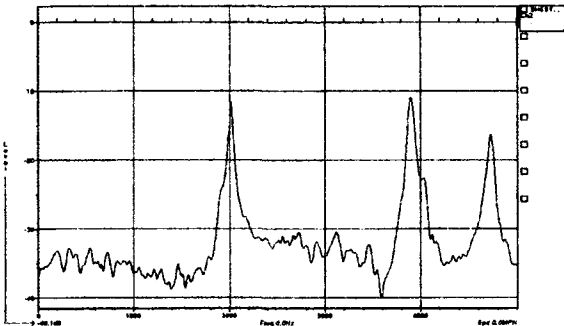
Рис. 7. Спектры шумов при работе зубчатых пар из различных материалов: — — — стальной пары; xxxxx – пары из высокопрочного чугуна (1-1); ΔΔΔΔΔ – пары из высокопрочного чугуна (2-3); □□□□□ – фонового шума. На рисунках указаны точки установки микрофонов



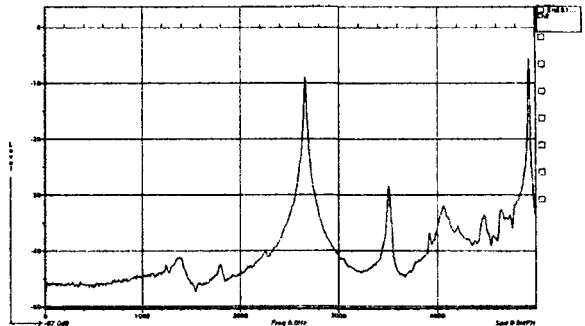
д) спектры собственных частот колеса №1



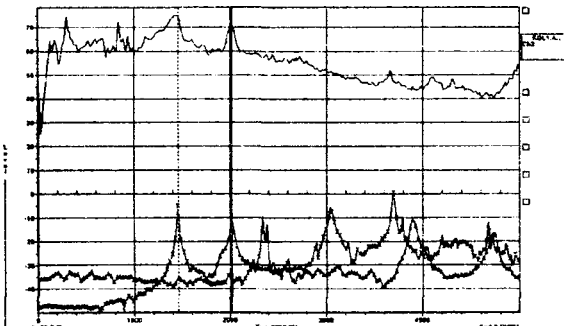
е) спектры собственных частот колеса №2



ж) Спектры собственных частот шестерни №1

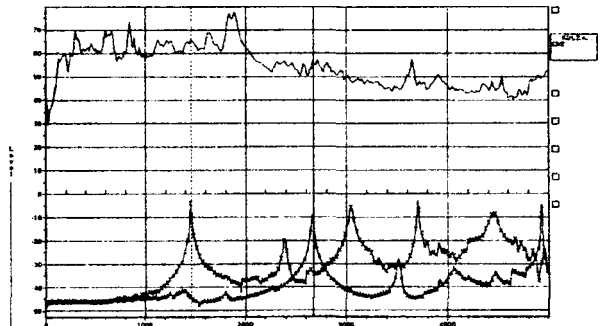


з) спектры собственных частот шестерни №3



и) спектр шума пары из ВЧ:

ххххх – спектр собственных частот колеса №1;
 ΔΔΔΔΔ – спектр собственных частот шестерни №1



к) спектр шума пары из ВЧ:

ххххх – спектр собственных частот колеса №2;
 ΔΔΔΔΔ – спектр собственных частот шестерни №3

Окончание рис. 7

Анализ графиков и данных, приведенных в таблице 4, показывает, что серийная пара, изготовленная из стали 20ХН3А создает УЗД до 3 дБА превышающий УЗД пар из высокопрочного чугуна. Вместе с тем следует отметить несколько моментов по результатам и условиям их получения:

1. Спектры разных пар из ВЧ имеют различные высокоуровневые составляющие. Имеются также отличия в спектрах при исследовании собственных частот деталей. Особенно это касается вал-шестерни, что может объясняться целым рядом факторов - отличиями в геометрии сопряженных деталей, химическом составе или структуре материала и т.п.

2. Данные из таблицы 4 показывают несколько нестабильные результаты в пользу пар из чугуна – в т.1 имеется обратная зависимость. Это может быть связано с разным вкладом различных частотных составляющих в общий уровень шума в различных точках, хотя эта разница находится в пределах погрешности для данного класса аппаратуры.

3. При возможности производить контролируемое нагружение пары данные измерения УЗД могут отличаться от данных, приведенных в таблице 4 как в лучшую сторону, так и в

худшую относительно серийной пары. Здесь многое зависит от изгибной жесткости зубьев и качества изготовления и установки зубчатой пары. При недостаточной изгибной жесткости в спектре должны появляться высокоуровневые составляющие на зубцовой частоте ($fz=(n*z)/60$, где n -частота вращения ведущей шестерни /мин-1/, z - число зубьев ведущей шестерни). Вследствие даже небольших неточностей изготовления или неточностей установки характер спектра также может сильно меняться.

4. Оборудование, на котором проводились измерения, не допускало бесступенчатого изменения частоты вращения привода. Это сильно ограничивало возможности анализа спектров шума.

С целью расширения возможностей анализа были проведены замеры собственных частот вала-шестерни и зубчатых колес обеих пар из чугуна.

Для этого детали вывешивались на упругой связи. Производилось их ударное возбуждение и акселерометром считывались спектры собственных частот. Собственные частоты деталей пар из ВЧ приведены в таблице 5, а спектры собственных частот представлены на рис. 7, д – 7, з.

Таблица 5 – Собственные частоты деталей чугунных пар, Гц.

Деталь	Колесо №1	Шестерня №1	Колесо №2	Шестерня №3
Собственная частота, Гц	1450		1456	
	2337*	2018	2337*	2662*
	3693*	3893*	3050*	4931*
	4518*	4731*	3712*	
			4518*	

* Частотная характеристика, соответствующая применяемому способу крепления акселерометра (с помощью магнита), остается линейной приблизительно до 2000 Гц. Составляющие с частотой выше этого диапазона могут не приниматься в расчет, т.к. мощность высокочастотных составляющих ниже, а погрешность, налагаемая способом крепления акселерометра при 5000 Гц, составляет около +10 дБ.

Полученные данные (таблица 5) позволяют сделать предположение о наличии в спектре шума пары 1-1 собственных частот колеса (1450 Гц) и вала-шестерни (2018 Гц) – рис. 7, и. Следует отметить отсутствие в явном виде в спектре шума второй пары собственных частот сопряженных колес – рис. 7, к.

Выводы:

1. Деформированный чугун при работе имеет уровень звукового давления меньше на 1-3 дБА, чем литой. Это объясняется, вероятно, вытягиванием графита в волокна, при огибании которых звуковые волны гасятся более интенсивно, чем при огибании компактных включений в литом чугуне. Определенную роль оказывает, вероятно, формирование после штамповки металлической матрицы с увеличенным числом дефектов кристаллического строения.

2. Деформированный ковкий чугун при работе на 1-3 дБА тише деформированного высокопрочного. Это связано с более разветвленной формой графита в ковком чугуне. Определенную роль в снижении уровня шума может иметь сочетание в металлической матрице количества бейнита и аустенита.

ЛИТЕРАТУРА

1. Исследование прочности и пластичности чугунов в горячем состоянии / Дудецкая Л.Р., Покровский А.И. // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі, серыя фізіка-тэхнічных навук. Беларусь. г.Минск: Изд. «Наука и техника». - 2000. - № 4. - С.51-55.
2. Промышленное опробование технологии получения ответственных автомобильных деталей из деформированного чугуна / Дудецкая Л.Р., Покровский А.И. // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі, серыя фізіка-тэхнічных навук (научный журнал). Беларусь. г.Минск: Изд. «Наука и техника». - 2003. - № 2. - С.47-53.
3. Structure Formation of Iron During Hot Plastic Deformation and Development of Technology for Production of High-Quality Items / Pokrovsky A.I. // Metallurgy (Journal of Technological Faculty of University of Zagreb). Croatia. Zagreb: Croatian Metallurgical Society. - 2006. (July/September), vol.45. - № 3. - P.201.

РЕФЕРАТЫ

ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ

УДК 621.7

Беляев Г.Я., Калинин Е.Ю., Дудник А.Е. Расчет размеров деталей с учетом эксцентриситетов припусков // Машиностроение. – Минск, 2012. – Вып. 26. Т. 1 – С. 6.

В статье представлен расчет размеров деталей с учетом эксцентриситетов припусков, рассмотренный на примере комплексной детали «Чашка дифференциала».

В процессе размерного анализа технологического процесса (РАТП), особенно на начальном этапе, установлено, что одним из важнейших факторов является правильность построения дерева эксцентриситетов заготовки и обрабатываемой детали.

При выполнении РАТП, по приведенному маршруту механической обработки детали «Чашка», построены схема обработки и граф размерных цепей эксцентриситетов детали.

Выявлены размерные цепи и составлены расчетные уравнения размерных цепей.

Рассчитана ожидаемая погрешность (эксцентриситет) припусков и определены допустимые значения радиальных биений.

Таким образом, произведя расчет эксцентриситетов припусков технологического процесса обработки детали «Чашка», проверили правильность проставленных на чертеже радиальных биений и рассчитали диаметральные размеры заготовки с поправкой на ошибку, возникающую из-за смещения осей. – Ил.3 Табл.5 Библиогр.3.

УДК 621.923.7

Беляев Г.Я., Силькевич Ю.В., Янковский И.Н., Безлюдько А.В. Исследование коэффициента трения электроимпульснополированных поверхностей деталей // Машиностроение. – Минск, 2012. – Вып. 26. Т. 1 – С. 14.

Приведены результаты исследований коэффициента трения поверхностей деталей машин в зависимости от вида финишной обработки. Установлено, что электроимпульсное полирование поверхностей коррозионно – стойких сталей позволяет снизить коэффициент трения по сравнению с шлифованием на 25...30%, а по сравнению с механическим полированием на – 8...13%. Определено, что ЭИП шкивов зубчато – ременной передачи позволяет повысить долговечность зубчатых ремней на 20...22%. – Ил. 3. Библиогр. 1.

УДК 621.91.01

Бжезинский А.А., Колесников Л.А. Выбор параметров траектории движения фрезы при высокоскоростной фрезеровании // Машиностроение. – Минск 2012. – Вып. 26. Т. 1 – С. 17.

Предложены зависимости, позволяющие оценить пригодность конкретной фрезы для высокоскоростной обработки, исходя из диаметра фрезы, режимов резания и предельных значений ускорения, обеспечиваемого приводами станка.

УДК 621.91.01

Бжезинский А.А., Колесников Л.А. Тенденции развития САМ-пакетов // Машиностроение. – Минск 2012. – Вып. 26. Т. 1 – С. 20.

Выделены основные направления развития САМ-пакетов на основе анализа перечня новых возможностей ряда пакетов за период 2005...2009 годов. Показано, что опережающими темпами развивается функционал, связанный с высокоскоростной и 5-осевой механообработкой, а также автоматизации программирования на основе распознавании типовых конструктивных элементов (Features).

УДК 621.787.4

Бохан С.Г. Исследование влияния режимов обкатывания роликом на физико – механические характеристики поверхностного слоя осей трамвайных тележек// Машиностроение. – Минск, 2012. – Вып.26. Т. 1 – С. 24.

Целью настоящего исследования явилось определение возможности упрочнения осей трамвайных тележек с применением механических накатных устройств с упругим силовым элементом. Рассмотрены процессы в зоне контакта ролика с деталью, что в свою очередь позволило оптимизировать режимы обкатывания с целью обеспечения максимально возможной глубины упрочняемого слоя с применением механических обкатных приспособлений. Рассмотрены особенности пластического деформирования поверхностного слоя детали при обкатывании роликом. Разработана методика анализа распределения металла в зоне пластической деформации. – Ил.6. Библиогр. 7

УДК 621.793

Бурейко В.В. Изменение в дислокационной структуре предварительно деформированного металла и ее влияние на усталостную прочность// Машиностроение. – Минск 2012. – Вып. 26. Т. 1 – С. 31.

Проведены исследования о влиянии предварительной пластической деформации на усталостную прочность металла. Представлены электронно – микроскопические исследования образцов стали У7А.

УДК 539.3

Горбач Н.И., Мирук А.С.. Определение радиуса кривизны кривой при задании ее уравнения координатным и параметрическим способами // Машиностроение. – Минск 2012. – Вып.26 Т. 1 – с. 33.

В работе дана методика определения радиуса кривизны плоской кривой при задании ее уравнения координатным и параметрическим способами. Показано применение этих способов при изучении темы «Кинематика точки» курса теоретической механики.

Определен радиус кривизны параболы в некоторых характерных ее точках. – Ил. 2. – Библиогр. 2.

УДК 621.791.72

Девойно О.Г., Кардаполова М.А., Луцко Н.И., Латковский А.С. Особенности формирования геометрических параметров валиков при различных режимах лазерной наплавки // Машиностроение. – Минск, 2012. – Вып. 26. Т. 1 – С. 37.

Рассмотрены особенности формирования геометрических параметров поперечного сечения валиков при различных скоростях и дистанциях лазерной наплавки. – Ил. 10. Библиогр. 17.

УДК 621

Ильясевич Е.Г., Беляев Г.Я. Анализ различных методов расчета припусков // Машиностроение. – Минск, 2012. – Вып. 26. Т. 1 – С.44.

Рассмотрены три различных метода расчета припусков на механическую обработку заготовок деталей машин. Применение методики расчета, применяющейся при проведении размерного анализа технологических процессов, позволяет существенно снизить материалоемкость изделий машиностроения.

УДК 621.9

Ильясевич Е.Г., Беляев Г.Я. Размерный анализ технологического процесса обработки детали „Шестерня“ // Машиностроение. – Минск, 2012. – Вып. 26. Т. 1. – С.55.

Целью размерного анализа является обеспечение качества и технологичности изделий, деталей и заготовок при минимальных затратах материальных и людских ресурсов на технологическую подготовку производства, изготовление деталей, сборку, эксплуатацию и ремонт машин. В отличие от традиционных методов расчета он позволяет определить не только линейные и диаметральные размеры, но и учесть погрешности, возникающие в результате смещения осей при получении заготовок и их механической обработке, что и было продемонстрировано на примере размерного анализа техпроцесса шестерни.

УДК 621.833

Кане М.М., Иванов Б.В. Новый подход к оптимизации режимов резания на примере зубонарезания цилиндрических шестерен // Машиностроение. – Минск, 2012. – Вып.26. Т. 1 – С. 63.

Предложена новая методика оптимизации режимов резания, позволяющая минимизировать себестоимость обработки, обеспечить требуемые производительность и качество обработки. Приведены некоторые результаты экспериментального исследования влияния режимов зубофрезерования цилиндрических шестерен на стойкость червячных фрез. – Ил. 1. Табл.1. –Библиогр.6.

УДК 621.7/.9.048.7

Котов С.Ю., Беляев Г.Я. Особенности получения цветовой гаммы ионно-плазменных защитно - декоративных покрытий// Машиностроение. – Минск, 2012. – Вып.26. Т. 1 – С. 70.

В статье затронута проблема создания ионно-плазменных покрытий, приведена их классификация (декоративно-защитные и функциональные); рассказывается об особенностях создания той, либо иной цветовой гаммы покрытий на деталях из различного рода материалов.

УДК 621.7/.9.048.7

Котов С.Ю., Беляев Г.Я. Повышение износостойкости режущего инструмента методом нанесения ионно-плазменных покрытий//Машиностроение. – Минск, 2012 – Вып. 26. Т.1 – С. 72

В данной статье автор широко раскрывает проблематику упрочнения режущего инструмента методом нанесения покрытий. Так, в артикуле изложены основные методы получения напылении, их классификации и особенности. Так же, в статье приведены основные параметры качества, получаемых покрытий, и обсуждаются особенности создания многослойных покрытий для тех или иных инструментов механической обработки.

УДК 621.7

Кривко Г.П., Калинин Е.Ю., Кулик А.Ю., Лобашевич М.Л. Исследование процесса упрочнения методом пнд деталей из спеченных порошковых материалов // Машиностроение. – Минск, 2012. – Вып. 26. Т. 1.С. 76.

В статье представлены результаты исследований влияния обработки поверхностным пластическим деформированием (ППД) на формирование качества поверхности средних бортов внутренних колец роликовых сферических подшипников, изготовленных из пористых спеченных материалов марки ЖГр1ДЗ. – Ил. 14 Библиогр.3.

УДК 621.7

Кривко Г.П., Калинин Е.Ю., Лобашевич М.Л., Кулик А.Ю. Основы формирования качества деталей подшипников из спеченных порошковых материалов // Машиностроение. – Минск, 2012. – Вып. 26. Т. 1. – С. 87.

Повышение ресурса роликовых двухрядных подшипников во многом зависит от конструктивных факторов отдельных элементов подшипников.

В настоящей работе представлена схема распределения усилий вдоль дорожки качения и среднего (направляющего) борта внутреннего кольца в зависимости от положения точки контакта кольца с роликами. Установлено, что размеры среднего борта влияют на положение точки контакта ролика наружного и внутреннего колец подшипников. – Ил.2 Библиогр.3

УДК 621.793:530.1

Мрочек Ж.А., Харченко В.В. Модель механизма образования металлической структуры при конденсации паров атомов металла на подложке // Машиностроение – Минск, 2012, – Вып. 2. Т. 1 – С. 92.

Приведена модель механизма конденсации и проанализированы технологические параметры, влияющие на процесс. Для разработки механизма использованы представления о модели молекулы, предполагающей взаимодействие всех электронов и ядер, входящих в нее атомов, как на стадии образования, так и дальнейшего существования. – Ил. 3. Библиогр. 7.

УДК 621.9.91 (035)

Присевков А.Ф., Клавсуть П.Н. Моделирование и экспериментальное исследование процесса формирования стружки при высокоскоростной механической обработке // Машиностроение. – Минск, 2012. – Вып.26. Т. 1 – С. 100.

Рассмотрены этапы моделирования с использованием метода конечных элементов процесса формирования стружки при высокоскоростной обработке закаленной стали на базе программного обеспечения ABAQUS, с использованием модели состояния материала Джонсона – Кука. Установлены закономерности влияния значения переднего угла режущего инструмента на силу резания и вид образующейся стружки в результате экспериментальной обработки и проведено сравнение с результатами моделирования.

УДК 621.762.4.539

Хмелев А.А., Галуза И.М. Оценка пластичности стали методом измерения твердости по бринеллю // Машиностроение. – Минск, 2012. – Вып.26. Т. 1 – С. 105.

Приведена диаграмма зависимости пластичности стали от ее твердости по Бринеллю по мере возрастания накопленной пластической деформации от исходного состояния до разрушения. Дано теоретическое обоснование результатов опыта. Предлагается использовать как метод оценки состояния конструкций. – Ил.1. Библиогр.2.

УДК 621.762:658.562

Хмелев А.А., Сидоров В.А. Оценка состояния конструкций по измерению твердости локально деформированных зон // Машиностроение. – Минск, 2012. – Вып.26. Т. 1 – С.107.

Предложен метод оценки состояния контролируемых конструкций из малоуглеродистых и низколегированных сталей методом измерения твердости по Бринеллю их локально деформированных зон. Приведены формулы пересчета результатов измерения твердости в значения пластичности и ударной вязкости металла исследованных зон. Метод позволяет производить оценку состояния конструкций в заводских и полевых условиях, измеряя твердость портативными приборами, что приводит к существенному снижению трудовых и энергетических затрат. Библ.2.

ЭКОНОМИКА, ОРГАНИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫМ ПРОИЗВОДСТВОМ

УДК 330.322:658.562

Бабук И.М., Глебо С.М. Расчет экономической эффективности проектов технического перевооружения машиностроительных предприятий // Машиностроение. – Минск, 2012. – Вып.26. Т. 1 – С.111.

Излагается новый подход к расчету показателя срока окупаемости капитальных вложений по проектам технического перевооружения, по которым не рассчитывается показатель чистой прибыли. – Табл. 3. Библиогр.3.

УДК 339.138

Балащенко В.Ф., Куделич Е.С. Развитие малого бизнеса – один из путей выхода из экономического кризиса // Машиностроение. – Минск, 2012. – Вып.26. Т. 1 – С.114.

С целью продвижения продукции и услуг малого и среднего бизнеса целесообразно создание в нашей республике региональных маркетинговых центров, объединив их в межрегиональную маркетинговую сеть, а также организовав их сотрудничество с аналогичными маркетинговыми центрами России. – Библиогр.3

УДК 621.002:658.152.011.46

Балащенко В.Ф., Левданская Ю.В. Лизинг – как источник финансирования инвестиций // Машиностроение. – Минск, 2012. – Вып.26. Т. 1 – С.116

Рассмотрены понятия лизинга, виды лизинга, его преимущества по сравнению с покупкой оборудования, также проблемы его внедрения в условиях мирового экономического кризиса. – Библиогр. 2.

УДК 658.1.012.2

Балащенко В.Ф., Миланович Д.Ю. Анализ возможностей использования коммерческого кредита в условиях финансового кризиса // Машиностроение. – Минск, 2012. – Вып.26. Т. 1 – С.119

Рассмотрены понятия коммерческого кредита, его преимущества и недостатки, вопросы управления коммерческим кредитом, применение вексельного кредита как одной из форм коммерческого кредита, а также вопросы формирования рынка долговых обязательств.

УДК 658.15

Белянко Л.И., Костюкевич Е.Н. Анализ финансового состояния предприятия в системе антикризисного управления // Машиностроение. – Минск, 2012. – Вып.26. Т. 1 – с.121.

Проанализированы показатели и факторы, влияющие на изменение финансового состояния предприятия. Рассмотрены профилактические меры диагностики состояния промышленных предприятий для обеспечения их финансового равновесия. – Библиогр.7.

УДК 338

Бутор Л.В., Бенько А.Д., Бусел А.В. Импортзамещение как фактор, определяющий конкурентоспособность страны в мировой экономике. // Машиностроение. – Минск, 2012. – Вып.26. Т. 1 – С.127.

Определены главные страны – сотрудники Республики Беларусь, предложено соотношение экспорт – импорт для данных стран, проанализированы основные виды продукции, поступающие на экспорт и импорт. – Библиогр. 5

УДК 338

Бутор Л.В., Бирич С.С., Деханд Т.В. Внешнеторговые связи Республики Беларусь. // Машиностроение. – Минск, 2012. – Вып.26. Т. 1 – С.130.

Определены главные страны – сотрудники Республики Беларусь, предложено соотношение экспорт – импорт для данных стран, проанализированы основные виды продукции, поступающие на экспорт и импорт.. – Ил. 1. Библиогр. 6

УДК 005.932:33

Бутор Л.В., Гузаревич А.В. Основные этапы логистической стратегии предприятия. // *Машиностроение*. – Минск, 2012. – Вып.26. Т. 1 – С.135.

Обоснована логистическая стратегия предприятия, предложены основные этапы логистической стратегии, сформулированы цели логистической деятельности предприятий. – Ил. 1. Библиогр. 2

УДК 338

Бутор Л.В., Немкович Ю.А., Чигир А.С. Инновации как движущий фактор “глобальной конкуренции” // *Машиностроение*. – Минск, 2012. – Вып.26. Т. 1 – С.139.

Рассмотрены факторы, влияющие на конкурентоспособность страны. Определена роль инноваций в развитии экономики страны и достижениями страной конкурентных преимуществ на мировом рынке. – Ил.1. Библиогр.4.

УДК 65.015.12

Василевич В.И. Аттестация рабочих мест служащих // *Машиностроение*. – Минск, 2012. – Вып. 26. Т. 1 – С.143.

Предложена оценка и методика аттестации рабочих мест служащих промышленного предприятия. – Табл. 1.

УДК 338.26.002

Гребенников И.Р. Планирование производственной программы в условиях сезонного спроса // *Машиностроение*. – Минск, 2012. – Вып. 26 Т. 1 – С.148.

Рассмотрены методы планирования производственной программы промышленного предприятия в условиях сезонного (неритмичного) спроса на производимую продукцию. – Табл. 1, Рис. 2

УДК 338

Демидов В.И., Гринцевич Л.В. Принципы управления организацией // *Машиностроение*. – Минск, 2012. – Вып. 26. Т. 1 – С.150.

Рассмотрены принципы управления организацией. Предложен системный подход управления при различных формах организации. – Библиогр. 8.

УДК 338

Демидов В.И., Гринцевич Л.В. Современные тенденции развития организаций // *Машиностроение*. – Минск, 2012. – Вып. 26. Т. 1 – С.154.

Рассмотрены современные тенденции развития организаций и определены принципы построения при различных формах организации производственных процессов – Ил. 2. Табл. 2. Библиогр. 6.

УДК 658.012.4

Демидов В.И., Костюкевич Е.Н. Система контроля соответствия качества товаров требованиям рынка // *Машиностроение* – Минск, 2012. – Вып.26. Т. 1 – С.158.

Рассматривается важность улучшения технико – эксплуатационных характеристик товаров для повышения их конкурентоспособности. Обосновывается необходимость планирования и постоянного контроля за изменяющимися технико – эксплуатационными характеристиками. – Ил. 2. Табл. 1. Библиогр

УДК 338.5

Демидов В.И., Передня О.В. Анализ существующих методов ценообразования на средства труда // *Машиностроение*. – Минск, 2012. – Вып. 26. Т. 1 – С.163.

Рассмотрены методы ценообразования на средства труда. Охарактеризованы подходы к определению рыночных методов ценообразования. – Библиогр. 2.

УДК 339.137.2

Зезётко И.А., Плясунков А.В. Пути повышения конкурентоспособности продукции и их эффективность // *Машиностроение*. – Минск, 2012. – Вып.26. Т. 1 – С.169.

Рассмотрены пути повышения конкурентоспособности продукции и их эффективность. Разработаны элементы системы поощрения за повышение конкурентоспособности в ходе создания машиностроительных изделий. – Ил. 1. Табл.0. Библиогр.5.

УДК 658.14

Комина Н.В. Основные проблемы применения международных стандартов финансовой отчетности в Республике Беларусь // *Машиностроение*. – Минск, 2012. – Вып.26 Т. 1. – С.169.

Определены проблемы перехода белорусских предприятий на международные стандарты финансовой отчетности. – Библиогр.3.

УДК 368338.124.4

Комина Н.В., Бондарь Ю.И., Требенюк Е.И. Страхование в условиях финансового кризиса // *Машиностроение*. – Минск, 2012. – Вып.26 Т. 1. – С.177.

Проведена оценка структуры страховых компаний Республики Беларусь и определено влияние страхования на финансовую устойчивость предприятия в неблагоприятных экономических условиях. – Библиогр. 4.

УДК 658.14

Комина Н.В., Швец А.В. Трансформация белорусской отчетности в формат МСФО: формы, подходы, подготовка информации // *Машиностроение*. – Минск, 2012. – Вып.26. Т. 1 – С.181.

Рассмотрены основные формы, подходы к трансформации белорусской отчетности. – Библиогр. 2.

УДК 658(0.75.8)

Королько А.А. Экономическая безопасность предприятия и основные показатели ее оценки // *Машиностроение*. – Минск, 2012. – Вып. 26. Т. 1 – С.184.

Дается сущность, структура и основные факторы, влияющие на экономическую безопасность предприятия и показатели ее оценки. – Библиогр. 3.

УДК 338.65

Королько А.А., Гарбар И.С. Овчинникова М.Н. Особенности затратного механизма процессов обновления орудий труда // *Машиностроение*. – Минск, 2012. – Вып. 26. Т. 1 – С.189.

Разработаны основные принципы формирования механизма амортизации основных средств и определены направления начисления амортизации. – Библиогр. 9.

УДК 338.65

Королько А.А., Гарбар И.С. Экономическое обоснование выбора формы обновления оборудования // *Машиностроение*. – Минск, 2012. – Вып. 26. Т. 1 – С.192.

Рассмотрены вопросы выбора форм обновления оборудования и методика их экономической эффективности. – Ил. 1. Библиогр. 5.

УДК 338.65

Королько А.А., Гарбар И.С., Овчинникова М.Н. Проблемы повышения качества и экономической эффективности основных средств // *Машиностроение*. – Минск, 2012. – Вып. 26. Т. 1 – С.195.

Рассматриваются проблемы обеспечения высоких эксплуатационных показателей основных средств предприятия и основные пути их достижения. – Библиогр. 6.

УДК 658 (0.75.8)

Королько А.А., Гриневиц О.А. *Лизинг как форма инвестиционной деятельности // Машиностроение. – Минск, 2012. – Вып. 26. Т. 1 – С.199*

Раскрываются вопросы использования лизинга как эффективной формы обновления оборудования во всех отраслях народного хозяйства. – Библиогр. 5.

УДК 658(075.8)

Королько А.А., Лебедева Е.В. *Сущность и основные показатели оценки экономической эффективности использования основных фондов на предприятиях машиностроения // Машиностроение. – Минск, 2012. – Вып. 26. Т. 1 – С.203.*

Объектом исследования являются основные фонды машиностроительных предприятий и повышение эффективности их использования.

Цель работы – разработка методики повышения эффективности использования основных фондов.

В процессе работы проводилось изучение различных методов для улучшения использования основных фондов.

Полученные результаты, их новизна. Результаты проведенного анализа в разрезе конкретного предприятия машиностроения в современных условиях хозяйствования, выявление особенностей затратного механизма процессов обновления орудий труда, обоснование организационно – экономических резервов повышения экономической эффективности деятельности предприятий машиностроительного предприятия.

Экономическая эффективность и значимость работы. Описанная в проекте методика анализа эффективности использования основных средств может использоваться на всех промышленных предприятиях Республики Беларусь.

Прогнозные предложения о развитии объекта исследования. Для улучшения использования основных средств необходимо приложить усилия к снижению коэффициента износа и увеличению коэффициента годности. Этого можно достичь закупкой новых производственных средств. – 5 с., Библиогр.1.

УДК 621:005.332.4:001.895

Костюкевич Е.Н. *Оценка инновационной деятельности при анализе конкурентоспособности предприятия// Машиностроение. – Минск, 2012. – Вып.26. Т. 1 – С.208*

Рассмотрены вопросы оценки инновационной деятельности в анализе конкурентоспособности предприятия. Показано влияние параметров инновационной деятельности на конкурентоспособность предприятия. Предложена методика оценки параметров инновационной деятельности. – Ил.1, Библиогр. 3.

УДК 338.5

Костюкевич Е.Н., Попок Е.Г. *Анализ ценовых стратегий и условий их применения // Машиностроение. – Минск, 2012. – Вып. 26. Т. 1 – С.214.*

Рассмотрены ценовые стратегии, условия их применения. Больше внимание уделено стратегии цен, ориентированных на условия конкуренции; стратегии цен внутри жизненного цикла товара и стратегии скидок с цен. – Ил. 1 Табл. 1 Библиогр. 4

УДК 659.1:004.738.5

Лавренова О.А., Девойно Е.В., Бачанцева Е.А. *Анализ развития рекламных технологий в сети Интернет // Машиностроение. – Минск, 2012. – Вып. 26. Т. 1 – С.221.*

Рассмотрены основные виды современных рекламных технологий в сети Интернет, выявлены их особенности и наиболее перспективные направления применения в условиях падения рекламного рынка. – Ил. 4. Табл. 2. Библиогр. 5.

УДК 621.75.002:658

Лавренова О.А., Демянчик Д.В., Красавин Е.Н. Проблемы оптимизации и продвижения сайтов белорусских предприятий в условиях кризиса // Машиностроение. – Минск, 2012. – Вып. 26. Т. 1 – С.226

Рассмотрены основные проблемы реализации и продвижения интернет – проектов белорусских предприятий, проанализированы основные методы продвижения сайтов, схемы поисковой оптимизации и их инструментарий. – Ил.1. Табл. 1. Библиогр. 5.

УДК 659.1.011.12:004.738.5

Лавренова О.А., Яговдик Е. К., Ермолович А. Г. Экономические аспекты развития поисковых систем // Машиностроение. – Минск, 2012. – Вып. 26. Т. 1 – С.230

Рассмотрены основные источники доходов поисковых систем, исследованы особенности рекламных кампаний в наиболее популярных поисковых системах, выявлены преимущества интернет – рекламы и факторы, влияющие на формирование рекламных расценок. – Ил. 3. Табл. 1. Библиогр. 9.

УДК 338. 5

Передня О.В., Демидов В.И. Усовершенствование ценообразования на товары народного потребления // Машиностроение. – Минск, 2012. – Вып. 26. Т. 1 – С.235

Рассмотрена модель ценообразования при производстве товаров народного потребления, ориентированная на различные сегменты рынка. – Ил. 2. Библиогр. 3.

УДК 658.012.4

Плясунков А.В. Стратегическое бюджетирование на предприятии // Машиностроение. – Минск, 2012. – Вып. 26. Т. 1 – С. 238.

Рассмотрены особенности стратегического управления и планирования деятельностью организации на основе финансовых и нефинансовых показателей. Разработана методика стратегического бюджетирования на предприятии. – Ил. 4. Табл. 0. Библиогр. 2.

УДК 339.137.2

Плясунков А.В., Баранова А.Ю. Совершенствование методики оценки конкурентоспособности продукции // Машиностроение. – Минск, 2012. – Вып.26. Т. 1 – С.243

Рассмотрены особенности понятия «конкурентоспособность продукции» и предложено более полное определение этого понятия. На основе уточненного определения предложен механизм оценки конкурентоспособности продукции, позволяющий оценить конкурентоспособность, как с позиции интересов потребителя, так и производителя. – Ил.0. Табл. 1. Библиогр.4.

УДК 005.932:33

Похабов В.И., Бутор Л.В. Резервирование автотранспорта как метод повышения экономической эффективности логистики // Машиностроение. – Минск, 2012. – Вып.26. Т. 1. – С.248

Обоснована цель транспортной логистики, рассмотрены особенности резервирования транспорта и оптимизации работы транспортной службы предприятия, выявлена зависимость эксплуатационной надежности автомобильного парка от его состава, числа резервных автомашин и приведенной плотности потока. – Ил. 2. Библиогр. 2

УДК 339.137

Проц Т.А., Гринцевич Л.В. Повышение конкурентоспособности продукции при использовании логистического подхода // Машиностроение. – Минск, 2012. – Вып. 26 Т. 1 – С.251

Обосновано применение логистических методов для повышения конкурентоспособности продукции.

УДК 621:330.522.2

Сахнович Т.А., Серёгина М.В. Показатели и пути повышения эффективности использования основных средств // Машиностроение. – Минск, 2012. – Вып. 26. Т. 1 – С.253

Приведена классификация основных показателей и рассмотрены пути повышения эффективности использования основных средств.

УДК 330.552 (476)

Сачко Н.С., Костюкевич Е.Н. Цена времени в экономике Беларуси // Машиностроение. – Минск, 2012. – Вып.26. Т. 1 – С. 258

Рассматривается влияние фактора времени на темпы и эффективность экономики. На примерах показывается механизм изменения ВВП страны от сроков отдачи инвестиций в основные производственные фонды. Табл.2.

УДК 658.81+339.138

Ефимович М.Ф., Сахнович Т.А. Современные тенденции совершенствования сбытовой деятельности на предприятии // Машиностроение. – Минск, 2012. – Вып. 26. Т. 1 – С.261

Рассмотрены основные методы сбыта продукции посредством логистики и посредством маркетинга. Предложены четыре современных инструмента совершенствования сбытовой деятельности на предприятии. – Ил. 3, Табл. 1, Библиогр. 12.

УДК 658.14/.17

Салтанова Е.А., Сахнович Т.А. Особенности анализа финансовой устойчивости и платежеспособности предприятия // Машиностроение. – Минск, 2012. – Вып. 26. Т. 1 – С. 267.

Рассмотрены понятие и основные показатели, а также методы оценки финансовой устойчивости и платежеспособности предприятия.

ДИНАМИКА И ПРОЧНОСТЬ МАШИН

УДК 621.85.052.44

Баханович А.Г. Исследование нагрузочной способности приводных зубчатых ремней международных стандартов // Машиностроение: респ. сб. науч. тр. Вып. 26. Т. 1 – Минск, 2012. – С.273

Исследована нагруженность зубьев приводных зубчатых ремней международных стандартов на основании разработанных физико-математических моделей сложного напряженно-деформированного состояния, кинематических и силовых особенностей взаимодействия зубьев в зацеплении. Установлено, что эквивалентное напряжение в опасном сечении, определяющее усталостную прочность зубьев ремня, зависит, в основном, от их геометрических параметров. На основании полученных результатов исследований разработаны рекомендации по повышению технического уровня зубчато-ременных передач. Ил.4. Табл.4. Библиогр. – 9.

УДК 621.85.052.44

Берестнев О.В., Гоман А.М., Берестнев Я.О. Исследование нагрузочной способности приводных зубчатых ремней международных стандартов // Машиностроение: респ. сб. науч. тр. Вып. 26. Т. 1 – Минск, 2012. – С.279

С целью совершенствования методологии обоснования применения новых конструкций зубчатых колес, выбора их рациональных параметров с учетом динамических свойств всего

привода разрабатывается методика сравнительной оценки качества динамических систем на основе анализа их собственных форм. Особенность рассматриваемого подхода базируется на известном, но относительно малоиспользуемом факте, что соотношения амплитуд вынужденных колебаний элементов системы при резонансах практически совпадают с их соответствующими собственными формами. Предлагается критерий оценки ожидаемого снижения виброактивности усовершенствованной передачи по расчетным значениям нормированных амплитуд собственных форм, проверяемый сопоставлением амплитуд виброускорений на соответствующих частотах при сравнительных стендовых испытаниях.

УДК 621.762

Дудяк А.И., Сахнович Т.А., Козловская В.М. Расчет на прочность стальных цилиндров аппаратов высокого давления, используемых при синтезе синтетических алмазов // Машиностроение. – Минск, 2012. – Вып.26. Т. 1 – С.285

Рассмотрены расчеты на прочность толстостенных составных цилиндров, используемые для изготовления аппаратов высокого давления при синтезе синтетических порошковых алмазов. Разработана методика определения оптимальных размеров сопрягающихся поверхностей цилиндров с целью создания максимальных давлений на боковую поверхность наиболее нагруженных частей аппаратов высокого давления – матриц.

УДК 621.7.016.2 : 669.13

Покровский А.И., Дудецкая Л.Р., Ласковнев А.П., Хроль И.Н. Влияние Морфологии графита на уровень шума при работе шестерен из литого и деформированного чугуна Машиностроение. – Минск, 2012. – Вып.26. Т. 1 – С.290

Проведен анализ уровня шума шестерен трансмиссии автомобиля Минского автомобильного завода, изготовленных из различных марок чугуна в литом и деформированном состоянии. Исследовано влияние морфологии графитовых включений в материале на уровень звукового давления (УЗД). Измерения показали, что уровень шума при работе зубчатых колес из чугуна меньше, чем у обычных колес из стали, причем эта разница составляет:

- для литых ковкого и высокопрочного чугунов ниже на 0,9-1 дБА;
- для деформированного высокопрочного чугуна ниже на 1-2 дБА. Это объясняется, вероятно, вытягиванием графита в волокна с формированием своеобразной текстуры;
- для деформированного ковкого чугуна ниже на 3-4 дБА. Последнее связано с более разветвленной формой частиц графита, что способствует затуханию звуковых волн.

ABSTRACTS

TECHNIQUE OF MACHINE INDUSTRY

UDC 621.7

Belyaev Gennady, Kalin Yauheni, Dudnik Alexander. Calculation of the sizes of details taking into account eccentricity allowances // Mashinostroenie. – Minsk, 2012. – Release 26. Vol. 1. – P.6.

In article calculation of the sizes of details with the account eccentricity the allowances, considered on an example of a complex detail « Cup differential » is presented.

At performance dimensional analysis of technological process, on the resulted route of machining of a detail "Cup", the scheme of processing and columns of dimensional chains eccentricity details are constructed.

Dimensional chains are revealed and the settlement equations of times-dimensional of chains are worked out.

The expected error (eccentricity) allowances is calculated and are certain admissible values radial beating.

UDC 621.923.7

Belyaev G. Ya., Sinkevitch J.V., Jankovskij I.N., Bezljudko A.V. Research of coefficient of friction electro-impulse polishing surfaces of parts // Mashinostroenie. – Minsk 2012. – Release 26. Vol. 1. – P.14.

Results of researches of coefficient of friction of surfaces of machine components depending on an aspect of finishing machining are resulted. It is installed that electro-impulse polishing of surfaces of corrosion-proof steels allows to lower coefficient of friction in comparison with grinding on 25...30 %, and in comparison with mechanical polishing on 8...13 %. It is defined that electro-impulse cogged-belt drive pulleys allows to raise durability of gear strops on 20...22 %. Fig. 3. Ref.: 1title.

UDC 621.91.01

Brzezinski A.A., Kolesnikov L.A. A choice of cutter path characteristics for high-speed machining // «Mashinostroenie». – Minsk 2012. – Release 26. Vol. 1. – P. 17.

Numerical criteria describing the relation between rating of milling cutter for high-speed machining and cutter diameter, cutting conditions and acceleration limiting value of drives package are proposed.

UDC 621.91.01

Brzezinski A.A., Kolesnikov L.A. Tendency of CAM– programs advancement // Mashinostroenie. – Minsk – 2012. – Release 26. Vol. 1 – P. 20.

The paper deals with identifying a downstream of CAM–programs capability development over the period 2005...2009 years. According to it, extraordinary increase programs capability, associated with high-speed and 5–axial machining, as well as computer aided programming on basis of Features recognition in layout geometry.

UDC 621.787.4

Bokhan S.G. The research of the influence of the roll burnishing mode on physical and mechanical characteristics of a tram carriage axis's surface layer // Mashinostroenie. – Minsk 2012. – Release 26. Vol. 1.– P.24.

The objective of the research is the definition of the possibility of the reinforcement of a tram carriage axis by using mechanical inking units with elastic load-bearing element. The processes in the zone of roll's contact with the work piece are considered and thus the mode of roll burnishing is optimized in order to maximize the thickness of the reinforced layer. There is an examination of the peculiarities of the work piece surface layer plastic deformation under the roll burnishing. A method of analysis of the metal distribution in the plastic deformation zone was developed. – Il.6. Litr.7

UDC 621.793

Bureiko V.V. The change in the dislocation structure of prestained metal and its influence on fatigue strength//Mashinostroenie. – Minsk 2012. –Release 26. Vol. 1.– P.31.

Research on the influence of prestrained plastic deformation on fatigue metal strength has been carried out. Electron microscopic analyses of C7A steel samples are presented

UDC 539.3

Gorbach N. I, Miruk A.S. Definition of a radius of curvature of a curve at its job co-ordinate and parametric in the ways// Mashinostroenie. – Minsk 2012. –Release 26. Vol. 1. – P.33.

In operation the technique of definition of a radius of curvature of a quasiplane curve is given at the job of its equation co-ordinate and parametric in the ways. Application of these ways at theme study «point Kinematics» course of theoretical mechanics is displayed.

The parabola radius of curvature in some its characteristic points is defined. – silt. 2. – Bibliogr. 2.

UDC 621.791.72

Devoino O.G., Kardapolova M.A., Lutsko N.I., Lapkovsky A.S. The features of tracks geometric parameters forming with different conditions of laser cladding //Mashinostroenie. – Minsk 2012. - Release 26. Vol. 1. – P. 37.

The features of tracks geometric parameters forming are inspected with different scanning speeds and standoff distances of laser cladding. – Il. 10. Bibliogr. 17.

UDK 621.9

Iljasevich A.G., Belyaev G. Ya. The dimensional analysis of technological process of handling of a detail "Gear wheel"// Mashinostroenie. - Minsk 2012. - Release 26. Vol. 1.- P. 44

Determination of the expected error (eccentricity), technological, and the final dimensions using the method of graph theory considered in this article. This method allows you to easily determine the intermediate sizes, increase the accuracy of calculations, allows to evaluate the correctness of the choice of processing technology.

UDK 621.833

Kane M.M., Ivanov B.V. A new approach to the cutting conditions optimization on the example of the cylindrical gears gearcutting.//Mashinostroenie.- Minsk 2012. - Release 26. Vol. 1.– P. 63

It is propose a new methodic of the cutting conditions optimization , allowed to made minimum a processing cost price, to ensure of the demanded productivity and quality of processing. There are a some results of the experimental research of the cylindrical gears hobbing regimes influence on the hobs resistance.- Ill.1, Table 1.- Bibliogr. 6.

UDK 621.7/9.048.7

Kotov S.J., Bejyaev G. Ya. Features of deriving of a colour gamma ionic-plasma protectively -decorative coverages // Mashinostroenie. – Minsk 2012. –Release 26. Vol. 1.– P. 70.

In this article there are affected the problem of creating ion-plasma sprayed coating. Here is given their classification (decorative and protective or functional). It is mentioned about the particularity of creating different range of colours for sputtering parts made of different materials.

UDK 621.7/9.048.7

Kotov S.J., Belyaev G. Ya. Heightening of endurance of the cutting instrument by a method of drawing of ionic-plasma coverages // Mashinostroenie. – Minsk 2012. - Release 26. Vol. 1. – P. 72.

In current article the author define the range of problems of hardening of cutting tools with the method of deposition of fine film. In this article there are described main methods of receiving the sputtering, their classification and specificity. There are also given main characteristics of quality and there are discussed specificities of creating multilayer sputtering for any kind of cutting tools for mechanical machining.

UDK 621.7

Krivko G.P., Kalin E., Lobashevich M., Kulik A. Research of process of hardening by method SPD of details from sintered powder materials // Mashinostroenie. – Minsk 2012. - Release 26. Vol. 1.– P.76

In article results of hardening by method SPD of a details “The board directing” from powder materials special burnisher (A.C.1274915, authors Krivko G, Fedortsev V, Romanenko V)

UDK 621.7

Krivko G. P., Kalin E.J., Lobashevich M. L, Kulik A.JU.fundamental of shaping of quality of details of bearings from sintered powder materials// Mashinostroenie. – Minsk 2012. - Release 26. Vol. 1. – P.87.

Heightening of a resource of roller two-row bearings in many respects depends on efficiency factors of separate elements of bearings.

In the present operation the circuit of distribution of efforts along the track of a rolling and an average (directing) board of an internal ring depending on position of a point of contact of a ring with rollers is presented. It is established that the sizes of an average board influence position of a point of contact of a roller of external and internal rings of bearings. - Il.2 Bibliogr.3

UDK 621.793:530.1

Mrochek J.A., Kharchenko V.V. The model of the forming process of metal structure during metal atoms vapor condensation on the substratum // Mashinostroenie. – Minsk 2012. - Release 26. Vol. 1.– P.92

There is described a model of the process of condensation and analyzed technological parameters having influence on the process. For the developing of the process conceptions of a molecule were used which is assuming interaction of all the electrons and nuclei being a part of that are included in atoms of the molecule. Such interactions exist both on the stage of forming and subsequent existence of the molecule.

UDC 621.9.91 (035)

Prisevok A.F., Klavsut P. N. Simulation and an experimental research of process of shaping of a swaft at high-speed machining job // Mashinostroenie. – Minsk 2012. - Release 26. Vol. 1. – P.100.

Stages of simulation with use of a finite element method of process of shaping of a swaft at high-speed handling of chilled steel on the basis of software ABAOUS, with use of model of a condition of a material of Johnson - Cook are considered. Regularities of influence of value of a front rake of the cutting instrument on force of cutting and an aspect of an organised swaft as a result of experimental handling are established and comparison with results of simulation is spent.

UDC 621.762.4.539

Khmelev A. A Galuza I. M. estimation of steel plasticity by measuring brinell's method of measurement//Mashinostroenie. – Minsk 2012. - Release 26. Vol. 1. – P. 105

Shows a diagram of the dependence of steel plasticity from its Brinell hardness with increasing accumulated plastic strain on the initial state before destruction. Shows a theoretical study of the experimental results. Proposed to use as a method of assessment of structures. -I.1. Bibliogr.2.

UDC 621.762:658.562

Khmelev AA, Sidorov VA Assessment of structures on hardness of locally deformed zone//Mashinostroenie. – Minsk 2012. - Release 26. Vol. 1. – P. 107

Shows a method for estimating the state-controlled structures of low-carbon and low alloy steels by measuring the Brinell hardness of a locally deformed zones. Cite a formulas of conversion results in the measurement of hardness values of ductility and impact toughness of the investigated areas. Method allows assessment of the construction of factory and field conditions by measuring the hardness of portable devices, which significantly reduces labor and energy costs. - Bibliogr.2.

UDC 330.332:658.562

Babuk I.M., Glebko S.M. Estimation of economic effectiveness of technical reequipment for mechanical engineering enterprises' projects //Mashinostroenie. – Minsk 2012. - Release 26. Vol. 1. – P. -111.

Estimation of pay-back period index of capital investments for technical reequipment projects to count clear profit indexes is stated.

UDC 339.138

Balaschenko V.F., Kudelich E.S. Development of small-scale business as one of the ways out of economic crisis //Mashinostroenie. – Minsk 2012. - Release 26. Vol. 1. – P.114

Creating regional marketing centers in our republic and integration with interregional marketing network to cooperate with Russian marketing centers is appropriate.

UDC 621.002:658.152.011.46

Balaschenko V.F., Levdanskaya Y.V. Leasing as one of the mechanisms to overcome crisis phenomena in economics //Mashinostroenie. – Minsk 2012. - Release 26. Vol. 1. – P.116.

Leasing role as investment funding source is increasing. Leasing application environment, leasing operations effectiveness and realization methods are considered.

UDC 658.1.012.2

Balaschenko V.F., Milanovich D.Y. Analysis of possibility to use commercial credit in financial crisis //Mashinostroenie. – Minsk 2012. - Release 26. Vol. 1. – P.119

Shortage of buyers' circulating assets is an effective method of speeding circulating assets and sales of products to raise enterprise functioning effectiveness.

UDC 658.15

Belyanko L.I., Kostukevich E.N. Analysis of enterprise financial condition in the system of anti-crisis management //Mashinostroenie. – Minsk 2012. - Release 26. Vol. 1. – P.121.

Indexes and factors influencing enterprise financial state change are analyzed. Preventive activities of state diagnostics for industrial enterprises to provide financial balance are considered.

UDC 338

Butor L.V., Benko A.D., Busel A.V. Import substitution as factor to determine country's competitiveness in world economy //Mashinostroenie. – Minsk 2012. - Release 26. Vol. 1. – P.127.

Factor of import substitution influencing country's competitiveness in world market is considered.

UDC 338

L.V. Butor., S.S. Birich, T.V. Dekhand. The foreign trade communications of the Republic of Belarus. //Mashinostroenie. – Minsk 2012. - Release 26. Vol. 1. – P.130

Determined main collaborator-countries of the Republic of Belarus, suggested correlation export-import for this countries, analysed principal species of productes, which come to the export or import. – Illustration 1. Bibliography. 2

UDC 005.932:33

L.V. Butor., A. V. Guzarevich. The basic stages of logistical strategy of the enterprise. //Mashinostroenie. – Minsk 2012. - Release 26. Vol. 1. – P.135.

Logistical strategy of the enterprise is proved, the basic stages of logistical strategy are offered, the purposes of logistical activity of the enterprises are formulated. – Illustration 1. Bibliography. 2

UDC 338

Butor L.V., Nemkovich Y.A., Chigir A.S. Innovations as motive factors of "global competitiveness" //Mashinostroenie. – Minsk 2012. - Release 26. Vol. 1. – P.139.

Factors influencing country's competitiveness are considered. Role of innovations in country's economy development and progress of competitive advantages in world market is determined.

UDC 65.015.12

Vasilevich V.I. Certification of employees' work places //Mashinostroenie. – Minsk 2012. - Release 26. Vol. 1. – P. 143.

Estimation and methods of certification of employees' work places at industrial enterprise are suggested.

UDC 338.26.002

Grebennikov I.R. Production program planning in seasonal demand //Mashinostroenie. – Minsk 2012. - Release 26. Vol. 1. – P.148.

Methods of production program planning of industrial enterprise in seasonal (uneven) demand for output production are considered.

UDC 338

Demidov V.I., Grintsevich L.V. Principles of organization management //Mashinostroenie. – Minsk 2012. - Release 26. Vol. 1. – P.150.

Basic principles of management and their realization in practice to raise organization work effectiveness are considered.

UDC 338

Demidov V.I., Grintsevich L.V. Modern trends of organization development //Mashinostroenie. – Minsk 2012. - Release 26. Vol. 1. – P.154.

Modern trends of organization development, environment change and their market relations are analyzed.

UDC 658.012.4

Demidov V.I., Kostukevich E.N. Control system of product quality to correspond market demand //Mashinostroenie. – Minsk 2012. - Release 26. Vol. 1. – P.158.

Importance of improving product technical and servicing characteristics to raise their competitiveness is considered. Planning and permanent control of changing technical and servicing characteristics are proved.

UDC 338.5

Demidov V.I., Perednya O.V. Analysis of existing price formation methods for means of work //Mashinostroenie. – Minsk 2012. - Release 26. Vol. 1. – P.163.

On the basis of analysis of existing methods in price formation for means of work both technical and servicing factors and nonmarket factors such as post-sale service system, paying system, warranty period and others are considered.

UDC 339.137.2

Zezyotko I.A., Plyasunkov A.V. Ways to increase production competitiveness and their competitiveness //Mashinostroenie. – Minsk 2012. - Release 26. Vol. 1. – P.169.

Ways to increase production competitiveness and their competitiveness are considered. Elements of the bonus system to increase production competitiveness during mechanical engineering production.

UDC 658.14

Komina N.V. Basic problems of application of international standards of financial accounts in the Republic of Belarus //Mashinostroenie. – Minsk 2012. - Release 26. Vol. 1. – P.174.

Problems of transition of Belarusian enterprises to the international standards of financial accounts are determined.

UDC 368338.124.4

Komina N.V., Bondar Y.I., Trebenok E.I. Insurance in terms of financial crisis //Mashinostroenie. – Minsk 2012. - Release 26. Vol. 1. – P.177.

Insurance companies' structure in the Republic of Belarus is appraised and insurance influence on enterprise financial stability in unfavorable economic terms is determined.

UDC 658.14

Komina N.V., Shvets A.V. Transformation of into the ISFA (International Standards of Financial Accounts) format: forms, approaches, information grounding //Mashinostroenie. – Minsk 2012. - Release 26. Vol. 1. – P.181.

Basic forms and approaches of Belarusian accounts' transformation are considered.

UDC 658(0.75.8)

Korolko A.A. Economic security of the enterprise and the basic estimation index // Mashinostroenie. – Minsk 2012. - Release 26. Vol. 1. – P.184.

Structure of the basic forms of economic security and estimation indexes are considered.

UDC 338.65

Korolko A.A., Garbar I.S.Ovchinnikova M. N. Features mechanism of the expenditure of processes of renewal of instruments of labour //Machine industry. - Minsk 2012. - Release 26. Vol. 1. – P.189.

Main principles of shaping of the mechanism of amortisation of the basic means are developed and directions of charge of amortisation are defined. - Bibliogr. 9.

UDC 338.65

Korolko A.A., Garbar I.S. Economic basis of the equipment renewal form selection // Mashinostroenie. – Minsk 2012. - Release 26. Vol. 1. – P.192.

Structure of the basic forms of equipment renewal and the area of their application are given.

UDC 338.65

Korolko A.A., Garbar I.S. Problems of the improving quality and the economic effectiveness of the fixed assets // Mashinostroenie. – Minsk 2012. - Release 26. Vol. 1. – P.195

Basic directions to improve quality and economic effectiveness of fixed assets are considered.

UDC 338.65

Korolko A.A., Grintsevich O.A. Leasing as the form of the investment activity // Mechanical Engineering. – Minsk 2012. - Release 26. Vol. 1. – P.199

Structure of leasing operations and the area of their application are given.

UDC 658 (0.75.8)

Korolko A.A., Lebedeva E.V. Essence and the basic estimation index of the economic utilization of capital assets at the mechanical engineering enterprises // Mashinostroenie. – Minsk 2012. - Release 26. Vol. 1. – P.203.

Structure Vol.s of the active part of fixed assets and their utilization effectiveness at the mechanical engineering enterprises are considered.

UDC 621:005.332.4:001.895

Kostukevich E.N. Evaluation of innovation activities in enterprise competitiveness analysis //Mashinostroenie. – Minsk 2012. - Release 26. Vol. 1. – P.208

Basic factors of enterprise innovation activities and their influence on enterprise competitiveness are analyzed. Significance of promotion enterprise innovation activities to increase their competitiveness is proved.

UDC 338.5

Kostukevich E.N., Popok E.G. Analysis of price strategies and conditions of their usage // «Mashinostroenie. – Minsk 2012. - Release 26. Vol. 1. – P.214

Price strategies and conditions of their usage are considered. High emphasis is given to price strategy aligned for the competitive conditions; price strategy in the product life cycle and price discount strategy.

UDC K 659.1:004.738.5

Lavrenova O.A., Devoino E.V., Batchantseva E.A. Analysis of the Internet advertising technologies development //Mashinostroenie. – Minsk 2012. - Release 26. Vol. 1. – P.221

Basic forms of modern Internet advertising technologies are considered, their peculiarities and the most perspective directions of application in advertisement market decrease are described.

UDC 621.75.002:658

Lavrenova O.A., Demyanchic D.V., Krasavin E.N. Problems of optimization and Belarusian enterprises website promotion in economic crisis //Mashinostroenie. – Minsk 2012. - Release 26. Vol. 1. – P.226.

Basic problems of realization and Belarusian enterprises Internet projects promotion are considered; basic methods of website promotion, schemes of search optimization and their tools are analyzed.

UDC 659.1.011.12:004.738.5

Lavrenova O.A., Yagovdik E.K., Ermolovich A.G. Economic aspects of search systems development //Mashinostroenie. – Minsk 2012. - Release 26. Vol. 1. – P.230.

Basic sources of income in search systems are considered; advertising campaign peculiarities in the most popular search systems are explored; Internet advertisement advantages and the factors that influence advertisement prices forming are described.

UDC 338. 5

Perednya O. B, Demidov V. I. Pricing improvement on the consumer goods// Mashinostroenie. - Minsk 2012. - Release 26. Vol. 1. – P.235.

The pricing model is considered by manufacture of the consumer goods, oriented on various segments of the market. - silt. 2. Библиогр. 3.

UDC 658.012.4

Plyasunkov A.V. Strategic budgeting at the enterprise //Mashinostroenie. – Minsk 2012. - Release 26. Vol. 1. – P.238

Peculiarities of strategic management and planning organization activity on the basis of financial and nonfinancial indexes are considered. Methods of strategic budgeting at the enterprise are developed.

UDC 339.137.2

Plyasunkov A.V., Baranova A.U. Improvement of estimation methods for products competitiveness //Mashinostroenie. – Minsk 2012. - Release 26. Vol. 1. – P.243

Peculiarities of concept “products competitiveness” are considered and more complete definition of the concept is suggested. On the basis of specified concept estimation mechanism for the products competitiveness to estimate competitiveness from the point of view both consumer and producer is proposed.

UDC 005.932:33

Pohabov V.I., Butor L.V. Motor transport reservation as method to increase economic efficiency of logistics //Mashinostroenie. – Minsk 2012. - Release 26. Vol. 1. – P.248

Purpose of transport logistics is proved, peculiarities of transport reservation and transport service work optimization of the enterprise are considered, dependence of motor park serviceability on its structure, on reserve motor vehicles number and on given stream density is displayed.

UDC 339.137

Prots T.A., Grintsevich L.V. Rise of production competitiveness on application of logistic method //Mashinostroenie. – Minsk 2012. - Release 26. Vol. 1. – P.251

Application of logistic methods to raise production competitiveness is proved.

UDC 621:330.522.2

Sahnovich T.A., Seregina M.V. Indexes and ways to increase effectiveness of capital assets use//Mashinostroenie. – Minsk 2012. - Release 26. Vol. 1. – P.253

Classification of basic indexes is described and ways to increase effectiveness of capital assets use are considered.

UDC 330.552 (476)

Sachko N.S., Kostukevich E.N. Time price in Belarusian economy //Mashinostroenie. – Minsk 2012. - Release 26. Vol. 1. – P.258

Influence of time factor on economical rates and effectiveness is considered. Mechanism of changing national produce (NP) depending on terms of investment return to the basic production assets is shown

UDC 658.81+339.138

Efimovich M. F, Sahnovich T.A. modern line of perfection of marketing activity at the enterprise//Mashinostroenie. – Minsk 2012. - Release 26. Vol. 1. – P.261

The basic methods of sale of production by means of logistics and by means of marketing are considered. Four modern tools of perfection of marketing activity at the enterprise are offered. - silt. 3, tab. 1, Bibliogr. 12.

UDC 658.14/17

Saltanova E.A., Sahnovich T.A. feature of the analysis of financial stability and solvency of the enterprise//Mashinostroenie. – Minsk 2012. - Release 26. Vol. 1. – P.267

The concept and the basic indicators, and also methods of an estimation of financial stability and solvency of the enterprise are considered.

DYNAMICS AND DURABILITY OF MACHINE

UDC 621.85.052.44

Bakhanovich A.G. Research of loading ability of drive toothed belts of the international standards //Mashinostroenie: the republican collector of proceedings. – Minsk 2012. - Release 26. Vol. 1. – P.273.

The loading of teeth of drive toothed belts of the international standards on the basis of the developed physical and mathematical models of the complex is stress-strained state, kinematic and power features of interaction of teeth in gearing is investigated. The equivalent pressure in the dangerous section, defining fatigue durability of teeth of a belt is established, that, depends, basically, from their geometrical parameters. On the basis of the received results of researches recommendations on increase of a technological level of toothed-belt transmissions are developed. Silt.4. Tabl.4. Bibliog. – 9 name.

UDC 621.85.052.44

Berestnev O. V, Goman A.M., Berestnev Ya.O. research of loading ability приводных gear belts of the international standards//«Mashinostroenie». – Minsk 2012. - Release 26. Vol. 1. – P.279

For the purpose of perfection of methodology of a substantiation of application of new designs of cogwheels, a choice of their rational parameters taking into account dynamic properties of all drive the technique of a comparative estimation of quality of dynamic systems on the basis of the analysis of their own forms is developed. Feature of the considered approach is based on known, but the rather seldom used fact that parities of amplitudes of the compelled fluctuations of elements of system at resonances practically coincide with their corresponding own forms. The criterion of an estimation of expected decrease in vibration of advanced transfer on settlement values of amplitudes of own forms, checked by comparison of amplitudes of vibrating accelerations on corresponding frequencies is offered at comparative bench tests.

UDC 621.762

Dudyak A.I., Sahnovich T.A., Kozlovskaya V.M. Strength analysis of steel cylinders in high-pressure apparatus using during the synthetic diamond synthesis //«Mashinostroenie». – Minsk 2012. - Release 26. Vol. 1. – P.285

Strength analysis of thick-walled compound cylinders that are used for high-pressure apparatus production during the synthetic sintered diamond synthesis was considered. The procedure for optimal size definition of cylinder joined surfaces for the purpose of maximal pressure creation to lateral face of more stressed parts of high-pressure apparatus – the matrix – was designed.

UDC 621.7.016.2 : 669.13

Pokrovskiy A.I., Dudetskaya L.R., Laskovnev A.P., Khrol' I.N. The effect of graphite morphology on the noise level of gears made from deformed and non-deformed cast iron//«Mashinostroenie». – Minsk 2012. - Release 26. Vol. 1. – P.290

The noise level of the transmission gears of trucks produced by the Minsk automobile plant MAZ, which were made from different grades of cast iron in the as-cast and deformed state, is studied. The effect of the morphology of graphite inclusions in the material on the sound pressure level (SPL) is investigated. It is established that the noise level of gears fabricated from a cast iron is lower in comparison with traditional steel gears. For example, the use of malleable and high-strength cast irons in the as-cast state lowers SPL by 0.9-1 dB while for deformed high-strength cast iron a decrease in SPL is 1-2 dB. The latter can be ascribed to the elongation of graphite inclusions into filaments arranged in a specific texture. For deformed malleable cast iron, the noise of gears reduces by 3-4 dB. This can be connected with a more ramified shape of graphite particles, which favours the attenuation of sound waves

Научное издание

МАШИНОСТРОЕНИЕ

РЕСПУБЛИКАНСКИЙ МЕЖВЕДОМСТВЕННЫЙ СБОРНИК
НАУЧНЫХ ТРУДОВ

ПО МАТЕРИАЛАМ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ «МАТЕРИАЛЫ, ОБОРУДОВАНИЕ И РЕСУРСΟΣБЕРЕГАЮЩИЕ
ТЕХНОЛОГИИ В МАШИНОСТРОЕНИИ»

Выпуск 26

В 2 томах

Том 1

Ответственный за выпуск А.И. Бачанцев
Компьютерная верстка и дизайн обложки ВЦ МСФ
Технический редактор О.В. Песенько

Подписано в печать 18.04.2012. Формат 60×84 ¹/₈. Бумага офсетная. Ризография.

Усл. печ. л. 37,08. Уч.-изд. л. 14,50. Тираж 80. Заказ 93.

Издатель и полиграфическое исполнение: Белорусский национальный технический университет. ЛИ № 02330/0494349 от 16.03.2009. Пр. Независимости, 65. 220013, г. Минск.