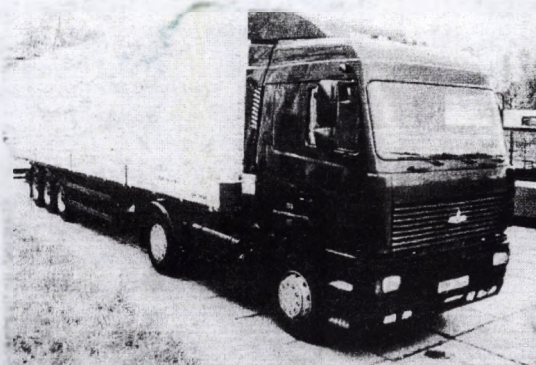


ИНЖЕНЕР- МЕХАНИК

Республиканский межотраслевой
научно-технический
и производственно-экономический журнал

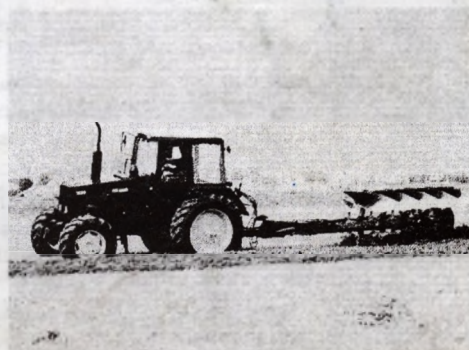
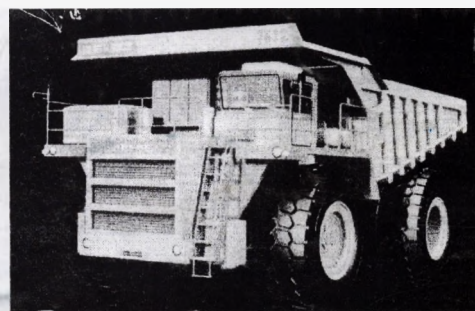


*Технические
разработки
с участием
Научного
центра
проблем
механики
машин
НАН Беларуси*

25 лет сотрудничества академической науки с авто-
тракторостроением республики (стр. 1-25)

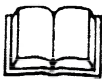


Семинары: безопасность и долговечность (стр. 35-40)



№ 3 (08)
ИЮЛЬ — СЕНТЯБРЬ
2000 г.

Выбор - за вами!



Стр.

К 25-летию НЦ ПММ
НАН Беларуси

Концепция системного
подхода 1

Агрегатирование
универсального
энергетического
средства с адаптерами 8

Системы активной
безопасности - класс
автомобильных систем
управления 11

И труд станет
не в тягость... 14

Знания стоят дорого,
но... 19

Необходимый этап
перехода 21

И эффективность
решения задач 23

Наш календарь
Штрихи к портрету 26

Путь исканий и свер-
шений 27

Новинки техники
Надежда энергетиков
Запада 30

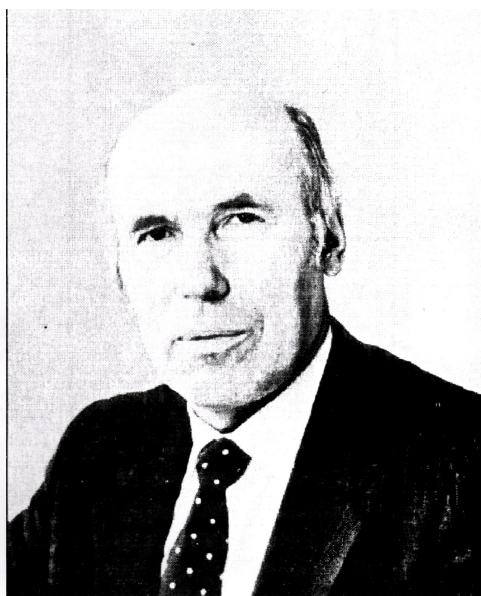
Наука и производство
Пути повышения эф-
фективности ремонта
автомобильных дорог
механизированными
комплексами 31

Инженерные разработки
Новый способ токарной
обработки нежестких
деталей 34

Семинары
Безопасность и долго-
вечность систем тепло-
снабжения 35-40

К 25-летию Научного центра

Директор Научного центра проблем механики машин Национальной академии наук Беларуси академик Высоцкий М.С., патриарх белорусского автомобилестроения, более 35 лет был главным конструктором Минского автомобильного завода и ПО "БелавтоМАЗ", лауреат Государственных премий СССР и БССР, заслуженный деятель науки и техники БССР. Является основоположником создания учебно-научно-производственных объединений в автомобилестроении.



КОНЦЕПЦИЯ

Двадцать пять лет сотрудничества

Республика Беларусь — один из самых крупных

Академик М.С.ВЫСОЦКИЙ

тематики, физики, химии,

производителей тяжелой авто-тракторной техники в мире. Мы выпускаем современные автомобили, автобусы, тракторы, сельскохозяйственные машины и орудия, мототехнику, обеспечиваем потребности не только внутреннего рынка, но и являемся поставщиками продукции на мировой рынок. Это говорит о высоких технико-эксплуатационных качествах и конкурентоспособности наших машин. В свою очередь отечественная наука сыграла важную роль в их создании, поскольку белорусское автотракторостроение, как и автотракторостроение всех технически развитых стран, выступает заказчиком и потребителем результатов многих фундаментальных и прикладных наук — механики, ма-

электроники, материаловедения, технологии обработки материалов и т. д. Поэтому оно было органической частью народнохозяйственного комплекса СССР и работало в тесной связи со многими десятками головных отраслевых НИИ, расположенных в России, которые, в свою очередь, имели достаточно широкие возможности для поиска и использования достижений фундаментальных исследований научного комплекса Союза.

В результате распада СССР автотракторостроение республики полностью лишилось отраслевой науки и осталось один на один с мировыми лидерами, каждый из которых имеет свои научно-технические центры, пре-

й научно-технический и производственно-экономический журнал

1998 года. Выходит один раз в три месяца

русское общество инженеров-механиков

по печати, свидетельство № 1132 от 21 апреля 1998 года

мик НАН РБ С.А. АСТАПЧИК

ВЫСОЦКИЙ - заместитель главного редактора,

ВСКИЙ, Г.С.ЛЯГУШЕВ, М.Г.МЕЛЕШКО,

ЧЕСНОВИЦКИЙ, В.А.ШУРИНОВ

восходящие по численности и оснащенности бывшие советские головные НИИ.

Стало очевидным, что без принятия экстренных мер по исправлению сложившегося положения ожидать успехов в повышении конкурентоспособности продукции не приходится.

В связи с этим создание научной базы автотракторостроения, адекватной промышленному потенциалу республики, стало задачей государственной важности. Президиум Академии наук Беларуси в конце 1992 г. создал Научный центр проблем механики машин (НЦ ПММ) на правах академического института, поручив

ему проведение фундаментальных и прикладных исследований в области теории и практики машиностроения. В настоящее время это единственный научный институт данного профиля в республике.

История создания НЦ ПММ берет начало от многолетнего развития и совершенствования связей АН БССР и ПО «БелавтоМАЗ». Эти связи 25 лет назад (в 1975 г.) официально оформились совместным постановлением АН БССР и генеральной дирекции ПО «БелавтоМАЗ», которым был создан Академический отдел грузовых автомобилей (ОГрА) двойного подчинения – ПО «БелавтоМАЗ» и АН БССР.

В этом же году появились учебно-научно-производственные объединения МАЗ-БПИ, МТЗ-БПИ, в рамках которых были созданы кафедры Белорусского политехнического института: на Минском автомобильном заводе «Большегрузные автомобили», на Минском тракторном заводе «Колесные тракторы». В дальнейшем они вошли в научно-производственное объединение «Автофизтех» и «Анитра».

Результаты совместных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, выполненных в ОГрА, широко использовались при создании новых конструкций автомобилей, их узлов и агрегатов, ибо сложность проблем, возникающих при создании в эти годы нового вида автомобильного транспорта – автопоездов для междугородних и международных перевозок грузов требовала постоянных деловых контактов не только с вузами и отраслевыми исследовательскими институтами, но и с учеными фундаментальной академической науки. Новый импульс при этом получило использование электронно-вычислительных машин с привлечением Института

на Минском автомобильном заводе гибкой автоматизированной системы ускоренных испытаний конструкций на базе управляющих вычислительных комплексов с целью интенсификации проектно-исследовательских работ и повышения качества выпускаемых машин. Среди лауреатов Государственной премии — ученые МАЗа и Академии наук БССР к.т.н. Горбачевич М.И., Илькевич Ю.Ф., Мисилевич С.Н., д.т.н. Чеголин П.М., к.т.н. Куконин В.Е., к.т.н. Петько В.И., д.т.н. Почтенный Е.К., к.т.н. Ракицкий А.А., к.т.н. Бернацкий А.К.

В указанные выше академические и вузовские объединения пришли наиболее опытные конструкторы и исследователи автотракторостроения, а также ученые институтов

СИСТЕМНОГО ПОДХОДА

академической науки с автотракторостроением

математики Академии наук БССР с достаточно мощной для того времени базой ЭВМ. С помощью ЭВМ конструктор получил возможность «проиграть» разнообразные эксплуатационные ситуации и, выявив слабые звенья машины, внести необходимые изменения. В этот период в ОГрА сформировалась, получила развитие и признание школа по моделированию на ЭВМ динамических систем, прежде всего при моделировании движения автомобилей в реальных дорожных условиях, скоростных свойств и топливной экономичности, а также в других инженерных задачах, что позволило изучить ряд эксплуатационных свойств автомобилей на стадии проектирования до создания и испытания опытных образцов.

Ярким свидетельством плодотворного сотрудничества академической науки и производства явилось присуждение авторскому коллективу ОГрА во главе с руководителем ОГрА, автором этой статьи, Государственной премии БССР 1986 г. в области науки и техники за разработку научно-методических основ электронного моделирования эксплуатационных процессов, создание и внедрение

Отделения физико-технических наук Академии наук БССР и БПИ. В них выросли многие известные в СНГ и дальнем зарубежье ученые и специалисты. Заслуги их отмечены Государственными премиями СССР и БССР. Большинство из них составляют кадровый костяк НЦ ПММ, в их числе: первый заместитель директора, заместитель председателя Научного совета НАН Беларуси по проблемам машиностроения, заведующий лабораторией «Бортовые мехатронные системы мобильных машин» д.т.н. Красневский Л.Г., заместитель директора, ученый секретарь Совета по защите диссертаций к.т.н. Андрияшин В.А., заместитель директора, заведующий лабораторией «Активной и пассивной безопасности мобильных машин» лауреат Государственной премии БССР к.т.н. Ракицкий А.А., ученый секретарь НЦ ПММ и Научного совета НАН Беларуси по проблемам машиностроения лауреат Государственной премии БССР к.т.н. Бернацкий А.К., заведующий отделом компьютерных технологий лауреат Государственной премии БССР к.т.н. Петько В.И.,

заведующий лабораторией «Динамики и прочности трансмиссий тракторов» д.т.н. Альгин В.Б., заведующий лабораторией «Трибофатики», лауреат Государственной премии Украины д.т.н. Сосновский Л.А., заведующий лабораторией «Проблем механики и развития тракторов и их систем» д.т.н. Якубович А.И., заведующий лабораторией «Интегрированных систем управления мобильных машин» к.т.н. Белоус М.М., заведующий лабораторией «Проблем механики и развития автомобилей большой единичной мощности и автоматических трансмиссий» к.т.н. Поддубко С.Н., заведующий лабораторией «Компьютерного эксперимента» к.т.н. Стукачев В.Н., заведующий лабораторией «Динамики и прочности несущих систем мобильных машин» к.т.н. Шоломицкий В.И., главные научные сотрудники: д.т.н. Ванцевич В.В., лауреат Государственной премии БССР д.т.н. Почтенный Е.К., дважды лауреат Государственных премий СССР д.т.н. Шимков А.А., старший научный сотрудник лауреат Государственной премии БССР к.т.н. Куконин В.Е.

В НЦ ПММ сформировались и успешно функционируют научные школы, возглавляемые известными в республике и за ее пределами учеными. Впервые в теории мобильных машин д.т.н. Красневским Л.Г. разработаны научные основы управления многоступенчатыми зубчатыми механизмами переменной структуры, базирующиеся на идеях и методах технической кибернетики. Предложены общие методы анализа и синтеза дискретных систем управления передаточными механизмами, анализа их поведения при типовых отказах, синтеза надежных логических гидросхем. Эти разработки защищены 80 авторскими свидетельствами и реализованы в ряде серийных, опытных и экспериментальных систем управления трансмиссиями уникальных многоосных полноприводных автомобилей МАЗ, МЗКТ, автомобилей БелАЗ, в том числе ба-

зовых шасси для тяжелых мобильных ракетных комплексов.

Одной из самых авторитетных в области усталости машиностроительных конструкций является научная школа д.т.н. профессора Почтенного Е.К. Им создана кинетическая теория механической усталости, получившая признание в республике и за ее пределами. Фундаментальные положения этой теории позволяют решать задачи испытаний на усталость машиностроительных конструкций с построением вероятностных диаграмм усталости; суммирования усталостных повреждений при нерегулярном нагружении; анализа случайного нагружения с учетом многозначности; вероятностного расчета ресурса конструкций при реальных режимах нагружения; диагностирования усталости в целях обеспечения безопасности эксплуатации машин. Созданные учениками школы Почтенного Е.К. научные разработки нашли применение в оборонной промышленности, тяжелом прессовом машиностроении, автомобилестроении. В настоящее время кинетическая теория развивается дальше и используется для решения задач обеспечения пассивной и активной безопасности машин.

Главным научным сотрудником д.т.н. профессором Ванцевичем В.В. разработаны методы исследования и проектирования дифференциальных механизмов транспортных и тяговых машин, исследования тяговых нагрузок и трансформируемых мощностей ведущих мостов машин с различными схемами межосевых и межколесных приводов; оценки энергонагруженности и обоснования геометрических параметров дифференциалов, повышающих их надежность. На основе этих исследований им был создан метод синтеза схем привода мобильных транспортных машин. Разработки Ванцевича В.В. защищены 30 авторскими свидетельствами и внедрены на ведущих автомобильных и тракторных заводах Беларуси и стран СНГ, в учебном процессе автотракторного факультета Белорусской государственной политехнической академии. За пос-

леднее время им разработаны положения и математический аппарат новой теории управления эксплуатационными свойствами мобильных машин.

Общепризнан на международном уровне приоритет научной школы д.т.н. Сосновского Л.А. в создании основ «Трибофатики» — области знаний по теоретическому и экспериментальному исследованию взаимодействия явлений трения и изнашивания, усталости, эрозии в их неразрывном единстве.

Сосновским Л.А. впервые разработаны методологические и теоретические основы, даны экспериментальные подтверждения этого нового научного направления как науки, находящейся на стыке механики усталостного разрушения материалов и трибологии. В практическом плане разработаны и внедрены методы, технологии и новый класс машин для износоустойчивых, в том числе ускоренных, испытаний; ряд стандартов по методам и средствам испытаний. Разработка основ трибофатики является, по мнению известных ученых ряда стран, крупным и престижным в мировом научном сообществе национальным достижением белорусских ученых.

Научной школой д.т.н. Альгина В.Б. созданы основы теории ресурса нагруженных агрегатов мобильных машин; разработаны многоуровневая модель для вероятностных ресурсных расчетов агрегатов и методология определения размеров конструктивных элементов исходя из требований по безотказности и долговечности к агрегату в целом; предложена концепция регулярной динамической схемы и типовые элементы-модули для схематизации и динамических расчетов трансмиссионных систем машин. Д.т.н. Альгиным В.Б. и к.т.н. Грицкевичем В.В. разработаны логико-комбинаторные методы синтеза трансмиссионных механизмов, которые реализованы в виде изобретений ряда агрегатов с повышенными ресурсными свойствами, компактностью и коэффициентом полезного дей-

ствия. Д.т.н. Альгиным В.Б., к.т.н. Грицкевичем В.В. и к.т.н. Поддубко С.Н. разработаны методы динамического расчета и проектирования фрикционных устройств, во многом определяющих ресурс современных высокомоментных трансмиссий. Разработанные в рамках научной школы модели и методы реализованы в виде методик и программных продуктов для ЭВМ и находят применение при расчете и проектировании автотракторных трансмиссий в Беларуси и за ее пределами.

В Научном центре в настоящее время плодотворно работают лидеры научной школы «Автоматизация экспериментальных исследований», основанной в 1967 году д.т.н. Чеголиным П.М., — к.т.н. Петько В.И., к.т.н. Ярусов А.Г. и к.т.н. Куколин В.Е. Ими разработаны и внедрены на МАЗе, ВАЗе и других крупных предприятиях методы, алгоритмы и средства обобщенного спектрально-коррекционного анализа и управления для решения задач многосвязанного замкнутого эксперимента; микропроцессорные бортовые комплексы управления агрегатами мобильных машин и измерения их динамических параметров; автоматизированные системы управления стендовыми испытаниями автомобилей. Ведутся работы по развитию теории анализа динамики нелинейных объектов и нестационарных процессов в приложении к машиностроению. Разрабатывается концепция и методики структурно-динамического анализа мобильных машин в процессе их автоматизированного проектирования, испытаний и доводки.

Всего в Научном центре на постоянной основе работает 92 ученых и специалиста. Кроме того, по совместительству работают 108 ведущих специалистов научных-исследовательских институтов и промышленных предприятий.

В выполнении работ по Государственной программе фундаментальных исследований на 1996-2000 г.г. «Механика динамических систем и процессы управления» (Механика) и особенно за-

даний ГНТП «Белавторакторостроение» принимают активное участие высококвалифицированные известные в республике специалисты предприятий и ВУЗов, среди которых — главный конструктор ГП «МАЗ» заслуженный работник промышленности Корсаков В.В., заместитель главного конструктора, лауреат Государственной премии БССР к.т.н. Горбачевич М.И., начальник центральной заводской научно-исследовательской лаборатории САД/САЕ лауреат Государственной премии СССР к.т.н. Выгонный А.Г., главный конструктор МЗКТ, лауреат Государственной премии СССР, заслуженный работник промышленности РБ академик Белорусской инженерно-технологической академии Чвялев В.Е., генеральный конструктор ПО «МТЗ» лауреат Государственной премии РБ Мелешко М.Г., главный конструктор ОКБ ПО «МТЗ» лауреат Ленинской премии и Государственной премии БССР к.т.н. Коробкин В.А., заместитель главного конструктора ГСКБ ПО «МТЗ», лауреат Государственной премии РБ Кузнецов А.Д., главный конструктор ПО «БелАЗ» Егоров А.Н., главный конструктор МоАЗ Вовк А.В., генеральный конструктор ГСКБ ПО Гомсельмаш д.т.н. Шуринов В.А., заведующий кафедрой «Тракторы» БГПА, лауреат Государственной премии Республики Беларусь, академик академии Международных и управленческих наук д.т.н. Бойков В.П., профессор кафедры «Тракторы» БГПА лауреат Государственной премии Республики Беларусь д.т.н. Гуськов В.В., заведующий кафедрой «Лесные машины и технология лесозаготовок» БГТУ д.т.н. профессор Жуков А.В., академика Международной академии информационных технологий д.т.н. Гринберг А.С., д.т.н. Фурунжиев Р.И., член-корреспондент Белорусской инженерно-технологической академии д.ф.-м.н. Виленчиц Б.Б., заведующий лабораторией «Проблем механики и развития мобильных машин» д.т.н. Ловкис З.В.

Научными направлениями НЦ ПММ, как уже сказано выше, определены динамика и кинематика, компьютерные методы расчета,

проектирование и испытания машин, научные основы бортовых электронных систем управления. Из огромного комплекса задач, сопряженных с глобальной проблемой обеспечения конкурентоспособности машиностроения и в первую очередь автотракторостроения, эти направления стали первоочередными для НЦ ПММ в практическом плане.

Что уже сделано за этот период и что планирует сделать Научный центр проблем механики машин?

Одна из первых его инициатив — разработка (впервые в республике) Государственной комплексной программы фундаментальных исследований «Механика» на 1996-2000 г.г., Государственной научно-технической программы «Белавторакторостроение» на 1997-1998 г.г. и на период до 2000 г., программа фундаментальных исследований «Машиностроение» на 1996-2000 г.г. (совместно с Институтом технической кибернетики и Институтом надежности машин НАН Беларуси). Во всех этих программах Научный центр утвержден в качестве головной организации. Кроме него, в государственных программах участвуют более 80 других организаций, в том числе 10 институтов НАН Беларуси, пять университетов, все ведущие предприятия автотракторостроения республики, ряд отраслевых НИИ и КБ.

С помощью данных программ удалось в значительной степени консолидировать фундаментальные и прикладные исследования, относящиеся к машиностроительному комплексу.

Так, в рамках программы «Механика динамических систем и процессы управления» выполняются 47 тем. Основные ее разделы — общая механика, механика жидкостей и газов, механика деформируемого тела, механика процессов управления.

В рамках программы «Машиностроение» — восемь комплексных тем. Главная их цель - разработка научных основ теории проектирования, надежности, тех-

нологий испытаний машин с использованием компьютерных методов расчета и моделирования.

Программа «Белавтотракторостроение» — одна из первых научно-технических программ, нацеленных на создание конкретных видов новой конкурентоспособной техники. Например, НЦ ПММ совместно с Минским автозаводом и Минским тракторным заводом разработал типаж перспективных автомобилей, автопоездов МАЗ и тракторов на период 1998-2005 гг., в котором учтены потребности не только Беларуси, но и экспорта в страны СНГ и дальнего зарубежья. Так, типаж МАЗа включает унифицированное семейство перспективных автомобилей и автопоездов для магистральных перевозок, самосвалов, специализированного автотранспорта, шасси под транспортную технологическую комплектацию. В него вошли около 80 моделей и модификаций автомобилей и 50 моделей прицепов и полуприцепов. Причем для каждого транспортного средства определены главные параметры: полная масса автомобилей и автопоездов от 9 до 65 т; двигатели мощностью от 100 до 386 кВт (от 136 до 525 л.с.).

В рамках заданий ГНТП «Белавтотракторостроение» в 1996-2000 гг. созданы опытные образцы ряда новых моделей магистральных автопоездов, автобусов, тракторов.

Вся эта техника обладает значительно большей конкурентоспособностью по сравнению с серийной, имеет устойчивый спрос, в первую очередь на нашем традиционном рынке — в России. В качестве примера можно привести новый автопоезд МАЗ-АТ-98 в составе тягача МАЗ-Э544020 и трехосного прицепа с кузовом объемом 87 м³. Это первый в СНГ грузовой автомобиль, удовлетворяющий жестким международным требованиям ЕВРО-2 по токсичности, что открывает ему дороги Европы. В марте 1999 г. с успехом прошла презентация этой машины на выставке в ходе междуна-

родной конференции по перспективам развития белорусского автомобилестроения в г. Минске.

Модернизация серийных базовых моделей двух- и трехосных автомобилей семейства МАЗ-64221 (седельный тягач 4х2, бортовые автомобили 4х2 и 6х2) позволила значительно повысить их тягово-скоростные и экологические качества, обеспечить высокий уровень активной и пассивной безопасности, соответствие правилам ЕЭК ООН.

Созданы опытные образцы базовой модели магистрального автопоезда нового поколения в составе трехосного седельного тягача типа 6х4 МАЗ-643021 и МАЗ-643026 и полуприцепа МАЗ-5Э9758 и МАЗ-6Э9758 к нему с улучшенными технико-экономическими показателями; трехосного автомобиля-самосвала, перспективных тягачей 4х2 и 6х4 нового поколения для магистральных перевозок с кабиной повышенной комфортности и ровным полом — нового семейства среднетоннажных автомобилей типа 4х2 для городских, пригородных и региональных перевозок.

Среди новой техники филиала АМАЗ Минского автомобильного завода следует отметить создание базовых моделей пригородного и городского сочлененного автобусов с пониженным уровнем пола, междугородного автобуса. Автобусы соответствуют требованиям правил УЭК ООН, прошли испытания и рекомендованы для серийного производства. Созданием этих автобусов решается большая народнохозяйственная задача, связанная как с разгрузкой автобусных маршрутов в часы «пик», так и с повышением экономичности пассажироперевозок, улучшением потребительских и эксплуатационных качеств. Они пополнят семейство автобусов МАЗ, которые уже успели оценить и минчане, и большое число потребителей в республике и России.

Среди новой техники, созданной МЗКТ — новый самосвал повышенной грузоподъемности с колесной формулой 8х4, полноприводные самосвал и шасси 6х6, экспонировавшиеся на ряде выставок.

Создано шасси МЗКТ-75271

(8х8) универсальной полуавтоматической самоходной машины для восстановления работоспособности и технологического ремонта глубоких нефтегазодобывающих скважин по новой технологии.

В числе объектов новой техники Минского тракторного завода — энергонасыщенный трактор МТЗ-1522 мощностью 150 л.с. Завод, учитывая важность данного задания, изготовил за счет собственных средств десять образцов этой машины вместо двух, запланированных программой.

Созданы модернизированные серийно выпускаемые базовые модели колесных тракторов МТЗ мощностью 44...96 кВт (60...130 л.с.); на базе трактора мощностью 150 л.с. — трактор мощностью 180 л.с., высокоэнергонасыщенный трактор мощностью 210...250 л.с., прицепной погрузочно-транспортный лесовоз на базе тракторов «Беларусь» класса 1,4...2,0 т.с., трелевочная машина на базе тракторов «Беларусь» класса 0,6 т.с.

На производственном объединении «Гомсельмаш» создан высокопроизводительный энергонасыщенный кормоуборочный комплекс мощностью 350—450 л.с.

На Могилевском автозаводе создана базовая модель колесного трактора общего назначения мощностью 220 кВт (300 л.с.), опытные образцы северного исполнения самосвала МоАЗ-75051 и погрузчика МоАЗ-40484, шахтного самосвала грузоподъемностью 22 тонны с колесной формулой 4х4 и колесного бульдозера на базе МоАЗ-40481 для карьеров цветной металлургии.

На Белорусском автозаводе создан опытный образец гидромеханической передачи для карьерного самосвала грузоподъемностью 120...130 тонн и мощностью 1500 л.с., модернизированы серийно выпускаемые базовые модели карьерных самосвалов.

Изготовлены 2 опытных образца карьерных самосвалов БелАЗ грузоподъемностью 120...130 тонн на базе шасси нового поколения с использовани-

ем литосварных элементов в несущей конструкции.

Вкладом академической и вузовской науки в создание этой техники является значительный комплекс расчетно-исследовательских работ, выполненных учеными НЦ ПММ как головной организации, других институтов НАН Беларуси и вузов совместно с заводскими специалистами в процессе проектирования и изготовления образцов новых машин, начиная от технических заданий, обоснования структуры типажей, художественно-конструкторских решений, расчетного исследования тягово-сцепных, скоростных, тормозных свойств, управляемости, устойчивости, маневренности, экономичности, поддрессоривания, нагруженности, прочности, долговечности, расчетов несущих систем, кабин, трансмиссий, тормозных систем, систем отбора мощности, глушения выпуска, гидравлических и др. и кончая разработкой методик и выполнением экспериментальных исследований, проведением ускоренных испытаний.

В рамках программы «Белавтотракторостроение» выполняется большой объем прикладных научных исследований, необходимых для создания техники. Укрупненно их тематика охватывает следующие основные направления: компьютерные методы моделирования параметров движения машин по дорогам случайного профиля и расчет их деталей и агрегатов; экспериментальные исследования реальных процессов функционирования машин и их воспроизведения в стендовых условиях; программно-алгоритмическое обеспечение бортовых электронных систем. Исследования построены по программно-целевому принципу: каждое задание по созданию конкретной машины включает как работы заводов, так и необходимые исследования научных организаций.

Очень важно, что за счет средств программы финансируется значительная доля прикладных научных исследований академических институтов и вузов

по тематике заводов автотракторной промышленности, участвующих в ней.

Большой объем работ по заданиям программы выполняет и сам НЦ ПММ. Он — головной исполнитель по комплексу бортовых электронных управляющих, контрольно-диагностических и информационных систем. Он же — участник фундаментальных программ «Диагностика» и «Интеллект», а также Государственных научно-технических программ «Лазер» и «Защита поверхностей».

В ходе реализации перечисленных выше программ специалисты Центра занимались фундаментальными работами. Например, ими разработаны методология синтеза оптимальных массо-геометрических параметров, оптимизации мощности, тягово-скоростных свойств и топливной экономичности большегрузных магистральных автопоездов на базе имитационного модернизирования; основы расчета динамики, плавности хода, устойчивости, аэродинамических свойств автотранспортных средств. В итоге родились концепция создания и методология исследования перспективных мобильных транспортных и тяговых машин, основанная на системном подходе.

Эти результаты создали новое направление в теории мобильных машин, суть которого — управление их эксплуатационными свойствами.

Новая теория, в отличие от известных, позволяет уже на стадии проектирования управлять эксплуатационными свойствами машин, обеспечивая тем самым максимальную их эффективность в процессе движения, тогда как традиционная теория только анализировала такие свойства. Причем оптимизация параметров мобильных машин и синтез характеристик их систем осуществляются в определенной последовательности, заключающейся в поэтапном переходе в процессе исследований от узлов и систем, взаимодействующих со средой функционирования машины, к двигателю.

Теоретически обоснован принцип суммирования усталостных по-

вреждений автотракторных конструкций при переменных режимах нагружения, разрабатывается методика расчетно-экспериментальной оценки долговечности элементов конструкций при многочастотном нагружении. В результате доказана возможность проводить теоретический анализ снижения выносливости при нерегулярном нагружении, т.е. решения задачи, обратной суммированию усталостных повреждений.

Разработан принцип построения алгоритмов функционирования встроенных микропроцессорных модульных систем управления, защиты и контроля с элементами самодиагностики для перспективных энергонасыщенных мобильных машин с гидромеханическими и механическими трансмиссиями.

Результаты фундаментальных исследований реализованы в конкретных прикладных разработках.

Во-первых, это оригинальная импортозамещающая антиблокировочная система (АБС) тормозов для автомобилей и автопоездов, снабженная отсутствующим у конкурентов так называемым «черным ящиком», который как и у самолетов, записывает процессы в тормозной системе в течение 40 секунд, предшествующих остановке. АБС освоена в производстве на БПО «Экран» (г.Борисов), успешно прошла сертификационные испытания на автополигоне в России и, по заключению экспертов, не уступает аналогам, выпускаемым признанными мировыми лидерами в данной области.

Во-вторых, комплекс аппаратно-программных средств («компьютерный полигон») для моделирования, лабораторных испытаний и отладки антиблокировочных и противобуксовочных систем (АБС/ПБС) автомобилей семейства МАЗ, позволяющий сократить сроки и стоимость этапа дорожных испытаний тормозных систем.

В-третьих, завершаемое сейчас создание образцов электронных систем управления пневмоподвеской автопоездов, бортовых

маршрутных компьютеров для автомобилей и тракторов, систем управления и защиты гидромеханических трансмиссий автомобилей МАЗ, БелАЗ, МоАЗ и (совместно с ГП СКБ «Камертон») системы спутниковой навигации для большегрузных автомобилей.

В-четвертых, технические задания и образцы нового поколения конкурентоспособных магистральных автопоездов МАЗ, удовлетворяющих международным нормативным требованиям по экологии, внешнему и внутреннему шуму, а также вводимым в перспективе на основных рынках СНГ международным требованиям. В этих работах НЦ ПММ впервые в республике объединил автотракторную и моторостроительную тематику исследования с позиций единого научно-методического подхода.

В-пятых, методы, технологии и новый класс машин для испытаний на усталостное изнашивание, в том числе испытаний ускоренных, а также стандарты по методам, средствам испытаний и др.

Перспективным наукоемким направлением мирового развития техники становятся, как известно, так называемые мехатронные системы, сочетающие в себе достижения механики, электроники, информатики и теории управления. В республике, располагающей мощным машиностроением, радиоэлектронной промышленностью и наукой, для развития этого направления есть самые благоприятные условия, и НЦ ПММ их использует: здесь созданы лаборатории бортовых мехатронных систем и интегрированных электронных систем; в рамках государственной научно-технической программы «Белавтотракторостроение» и программы «Механика» планируется разработать новые поколения интеллектуальных интегрированных мехатронных бортовых систем для автотракторной техники — АБС и ПБС, автоматических трансмиссий, адаптивных систем подпрессоривания, автоматов постоянной скорости движения транс-

портных средств, систем управления дизелями и др.

Как видим, НЦ ПММ — не только научно-исследовательский институт нового типа, но и консолидирующий и координирующий центр ученых и инженеров Беларуси, работающих в области механики машин и машиностроения. В нем наряду со штатными подразделениями для решения стоящих перед машиностроением задач периодически создаются временные научные коллективы.

Выход на современный уровень научных исследований в НЦ ПММ стал возможен благодаря созданию компьютерного центра коллективного пользования автотракторного машиностроительного профиля по расчету, проектированию и испытаниям мобильных машин, в том числе по компьютерным разработкам их дизайна. Центр оснащен рабочими станциями SUN, SGI-320, ALFA, SGI-O₂ и восемью ПС ЭВМ высокой производительности, которые объединены в локальную вычислительную сеть, и лицензионными пакетами программ EUCLID, CADDS 5, ISEM/Surf, Pro/Engineer 2000, ADAMS и LS-DYNA.

НЦ ПММ в 1998 г. даны права органа по сертификации транспортных средств, предметов их оборудования и частей, объединяющего усилия испытательных центров ведущих машиностроительных предприятий страны по сертификации продукции.

Создается республиканская экспериментально-исследовательская база испытаний и сертификации новой конкурентоспособной транспортно-тяговой автомобильной техники с испытательным полигоном, соответствующей международным требованиям по безопасности, экологичности и комфортабельности, а также комплекс испытательных стендов и аппаратуры для сертификационных и других работ.

Создание в республике испытательной базы с полигоном необходимо для решения проблемы обеспечения и подтверждения качества продукции, экономии значительных объемов валюты, выплачиваемой за испытания и сертификацию на по-

лигонах России, Франции, Англии, США. При этом объем испытаний заявляется минимальный, чтобы экономить средства. А ведь изготовителям, с учетом широкой и быстро меняющейся номенклатуры изделий, исчисляемой десятками в год, требуется каждодневная отработка конструкций в значительных объемах. За рубежом практически каждый завод имеет собственный полигон. Даже в России, при наличии центрального полигона в г. Дмитрове под Москвой, Волжский автозавод, например, имеет свою базу в Тольятти. А наши МАЗ, МЗКТ, БелАЗ, МоАЗ и др. остаются в постоянном поиске выхода из этого положения. На дорогах общего пользования по закону производить испытания запрещено, да и невозможно.

При Президиуме НАН Беларуси функционирует Научный совет по проблемам машиностроения. В числе первоочередных задач его работы — выявление новых наукоемких направлений развития машиностроения с целью снижения материало-, энерго- и трудоемкости продукции, повышения ее экологичности и в конечном счете — конкурентоспособности. Организационно-техническое обеспечение деятельности совета возложено на Научный центр проблем механики машин.

При НЦ ПММ открыта аспирантура и докторантура по трем специальностям: «Колесные и гусеничные машины», «Экспериментальная механика машин», «Системы автоматизации проектирования». Создан совет по защите диссертаций по специальности «Колесные и гусеничные машины».

С целью дальнейшего развития и ускорения внедрения в промышленность РБ результатов научных исследований в области автотракторостроения, выполняемых Научным центром механики машин и другими научно-исследовательскими учреждениями НАН Беларуси в рамках государственных научно-технических программ, Президиум Национальной академии наук Беларуси Постановлением №4 от 19.01.2000 г. образовал на базе су-

шествующих хозрасчетных подразделений НЦ ПММ хозрасчетное научно-инженерное республиканское унитарное предприятие (УП «Белавтотракторостроение») на правах юридического лица со следующими основными направлениями научно-технической деятельности:

— разработка и внедрение компьютерных технологий в области расчетов, проектирования и испытания автотракторной техники;

— разработка и внедрение новых технологий и устройств в области мехатронных систем мобильных машин;

— разработка методов и технических средств проведения сертификационных, дорожных, стендовых, ресурсных, прогнозных и других видов испытаний автотракторной техники, ее агрегатов, узлов и деталей.

Важное значение для республики имеет международное сотрудничество, в котором главным и самым близким партнером была и остается Россия. Причем это партнерство непрерывно развивается и крепнет. Характерный тому пример — совместная белорусско-российская подпрограмма «Научные компоненты общемашиностроительного применения» на 1998—2000 гг., головной организацией по реализации которой с российской стороны стал Институт машиноведения им. Благонравова РАН, с белорусской — НЦ ПММ.

Уже первые проекты, предусмотренные этой подпрограммой, говорят сами за себя: они касаются создания малогабаритных дизелей, керамических подшипников, наукоемких компонентов перспективных тракторов; в них фактически заложена новая концепция построения трактора, и под нее создаются новые компоненты.

На прошедшем в 1998 г. в Минске совместном заседании коллегий Государственного комитета по науке и технологиям Республики Беларусь и Министерства науки Российской Федерации эта программа распространена и на автомобиль, поскольку у нас есть экспериментальный конкурентоспособный автомобиль

XXI века - MA3-2000 модульного типа, первый образец которого был назван «Перестройка». Мы можем предложить под него новую автомобильную элементную базу с ее совместной разработкой при участии ученых России и Беларуси.

В дальнейшем предполагается значительное расширение тематики программы на основе разрабатываемой головными институтами концепции развития индустрии наукоемких компонентов в соответствии с мировыми тенденциями развития машиностроения, так как компоненты фактически являются основой и определяют уровень любой машины.

Перспективы развития механики в НЦ ПММ видятся прежде всего в совершенствовании теории и методологии проектирования и исследования мобильных машин на основе системного подхода, что позволяло бы управлять их свойствами в процессе эксплуатации, в применении модульного принципа проектирования, использовании компьютерных технологий дизайнерского оформления новых машин.

Большую помощь в работе НЦ ПММ оказывает сотрудничество в области механики машин с учеными других стран. В частности, НЦ ПММ — коллективный член Международного общества механиков — ASME (США), при НЦ ПММ создана секция Международного общества автомобильных инженеров — SAE (США), НЦ ПММ постоянно участвует в работе конференций и заседаний Ассоциации Автомобильных Инженеров (Россия), имеет прочные контакты с техническими университетами США.

Знаменательными событиями в развитии механики в Беларуси были два Белорусских конгресса по теоретической и прикладной механике с широким участием зарубежных специалистов, что явилось международным признанием успехов белорусских ученых.

На первом Конгрессе 1995 г. было принято решение: с целью консолидации, укрепления и развития

научно-технического потенциала в соответствии с задачами, стоящими перед Республикой Беларусь как суверенным государством, расширения профессиональных связей специалистов науки, образования и промышленности в области механики, ускорения интеграции в мировое научное сообщество, считать целесообразным создание профессионального общества механиков.

С 28 по 30 июня 1999 г. в Минске состоялся II Белорусский Конгресс по теоретической и прикладной механике, организованный Министерством образования (БГПА), Национальной академией наук Беларуси (НЦ ПММ, Институт механики металлополимерных систем), при поддержке Фонда фундаментальных исследований Республики Беларусь.

Программа Конгресса включала 348 докладов, подготовленных учеными Беларуси, Германии, Китая, России, Польши, Украины. Среди 476 авторов — 121 доктор, 174 кандидата наук. Авторы докладов, участники Конгресса представляли 129 организаций, в том числе 90 вузов, 39 научно-исследовательских организаций и предприятий.

Как видим, пройденный НЦ ПММ путь еще раз доказывает, что исследования, связанные с проблемами механики машин, активно содействуют развитию машиностроения и служат одним из важных инструментов выполнения НАН Беларуси возложенных на нее ответственных задач по обеспечению научно-технического и социально-культурного развития республики.

Научный центр проблем механики машин Национальной академии наук Беларуси приглашает к деловому сотрудничеству заинтересованные организации, научных сотрудников и специалистов предприятий, просит принять участие в международной научной конференции, которая состоится 23—24 ноября с.г. в Минске.

Редакция журнала искренне поздравляет академика М.С. Высоцкого - инициатора и активного энтузиаста связи науки с производством, а также коллектив возглавляемого им Научного центра проблем механики машин НАН Беларуси со славным юбилеем и желает им дальнейших творческих успехов в науке и развитии отечественного автотракторостроения.

АГРЕГАТИРОВАНИЕ УНИВЕРСАЛЬНОГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО СРЕДСТВА С АДАПТЕРАМИ



По известным причинам универсальные тракторы плохо приспособлены к агрегатированию со сложными уборочными машинами.

Поэтому тракторные агрегаты, в том числе и комбинированные составляют из малофункциональных одного или двух-трех адаптеров, в которых отсутствует необходимость передавать технологический продукт из одного адаптера в другой.

В широко применяемых узкоспециализированных самоходных сельскохозяйственных комбайнах, выполняющих сложный технологический процесс, недостатки тракторных агрегатов устранены. Однако из-за ограниченного агротехническими сроками времени работы таких агрегатов сложные и дорогостоящие подсистемы общего назначения (двигатель, движитель, пост управления, гидросистема и др.) используются незначительное время, что существенно снижает их эффективность.

Поэтому конструкторы всегда стремились к устранению недостатков и объединению преимуществ тракторных и самоходных агрегатов, путем реализации идеи использования хорошо приспособленного к агрегатированию со сложными уборочными машинами

*В.А. ШУРИНОВ,
Генеральный конструктор
по зерноуборочной
и кормоуборочной технике
«Гомсельмаша»*

универсального энергетического средства (УЭС) с системой сменяемых адаптеров различного назначения и различных типов (прицепных, толкаемых и т.д.) в различных сочетаниях и компоновках.

Одной из наиболее трудоемких проблем при проектировании таких агрегатов является проблема агрегатирования УЭС и адаптеров. Анализ показывает, что для эффективного использования УЭС их годовая нагрузка должна составлять не менее 700-800 часов, для чего необходимо иметь не менее 4-5 адаптеров, например, для кошения трав, заготовки измельченных кормов, зерновых культур и сахарной свеклы. Агрегат, составленный из адаптеров и УЭС, соединенных между собой механизмами агрегатирования, в общем случае представляет собой «поезд», который в структурном отношении представляет некоторую кинематическую цепь звеньев, опирающихся на почву и соединенных между собой шарнирами с упругими и другими силовыми элементами, которые обеспечивают заданные нагрузки на ходовые устройства и перераспреде-

ляют весовые нагрузки на их оси.

До настоящего времени проектирование механизмов такого поезда, да и то простейшего, проводилось в следующей последовательности: располагались адаптеры, прочерчивались механизмы агрегатирования, затем делался поверочный и силовой анализ, то есть выполнялся поверочный расчет. Если результаты расчета оказывались неудовлетворительными, то производилось корректирование схемы цепи и повторный расчет. Эти процедуры повторялись до тех пор, пока не получались удовлетворительные результаты.

В связи с усложнением агрегатов, необходимостью перераспределения весовых нагрузок на их оси и выбора вариантов, возникла настоятельная потребность в единой методике синтеза механизмов агрегатирования (МА) и межадаптерных транспортирующих устройств (МТУ), которая позволит решать задачу агрегатирования не методом проб и ошибок, а по разработанному алгоритму.

Созданная методика базируется на применении разработанных автором универсальных обобщенных структурной и силовой моделей механизмов агрегатирования УЭС с адаптерами.

УЭС с адаптерами к нему представляет собой сложную кинематическую цепь в различных отношениях: структурном, кинематическом, силовом, динамическом. Поэтому обобщенная структурная модель агрегата должна удовлетворять целому ряду требований.

С целью сокращения потерь за адаптером и повышения качества его работы рабочие элементы адаптера (зубья, ножи, подъемники, лемехи, диски, рыхлители и др.) должны иметь возможность копирования рельефа поля на различной высоте.

Отклонения рельефа поля от номинальной опорной плоскости колес энергетического средства могут быть значительными — до нескольких сот миллиметров, поэтому копирующая часть адаптера, например жатки, должна иметь возможность вращения вокруг своих продольной и поперечной осей. Рабочие элементы адаптера

могут быть установлены на копирующей рельеф поля части адаптера жестко или с возможностью автономного копирования.

Поскольку копирующая часть адаптера должна копировать рельеф поля на различной высоте, включая нулевую (скольжение по почве), а также выполнять роль «прокосчика», то установка опорных колес в габаритах копирующей части адаптера затруднительна. Копирующая часть адаптера не должна оказывать значительного давления на почву. Для этого сила тяжести этой части адаптера должна быть уравновешена реакциями связей с последующей частью адаптера или энергетическим сред-

рассматривать как полунавесной с равнодействующей реакцией на опорные элементы (в статике), равной силе тяжести всего адаптера.

На основании изложенного можно сделать вывод: в общем случае агрегат с адаптерами должен представлять собой разомкнутую кинематическую цепь шарнирно соединенных тел, частично опирающихся на опорные элементы и связанных между собой механизмами, перераспределяющими реакции между указанными опорными элементами.

На рис. 1 изображена одна из возможных обобщенных структурных моделей агрегатирования энергетического средства с адаптерами,

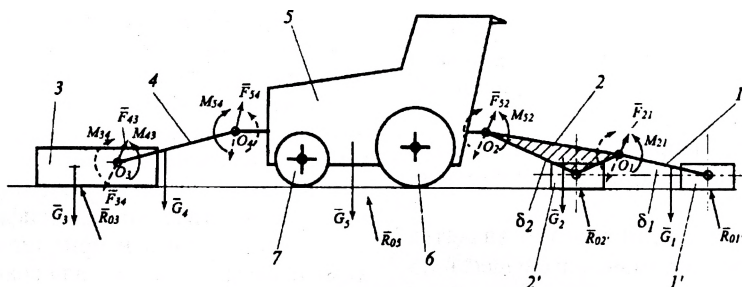


Рис. 1. Универсальная обобщенная структурная модель механизмов агрегатирования УЭС с адаптерами зерноуборочного комбайна.

ством, что равносильно перераспределению реакций между опорными элементами агрегата. Остальная часть адаптера — базовая — может быть полунавесной или навесной на энергетическое средство. При этом навесной вариант может рассматриваться как полунавесной с реакцией на опорные элементы, равной нулю. С целью уменьшения амплитуды поворота копирующей части адаптера относительно базовой последняя часть адаптера также должна быть выполнена копирующей почву в продольном и поперечном направлениях. Для этого она должна иметь свои опорные элементы — колеса, башмаки. С целью уменьшения нагрузки на эти опорные элементы, сила тяжести всего адаптера, в свою очередь, должна быть уравновешена в той или иной части с помощью реакции связей с энергетическим средством. Это может быть полезным и в том случае, когда для установки опорных элементов максимальной грузоподъемности, равной силе тяжести всего адаптера, нет или имеется недостаточное по размерам пространство.

Возможен также и прицепной вариант адаптера, который можно

отвечающая требованиям к общей схеме, механизмам уравновешивания и обобщенной схеме ходовых устройств, соответствующая зерноуборочному агрегату. Она включает копирующую часть 1 переднего адаптера — жатку; ее базовую часть 2, которая также является копирующей рельеф поля, и соответствует молотилке; прицепной адаптер 3, соответствующий блоку очистки с бункерами зерна и половы, и энергетическое средство 5.

Как видно, универсальная обобщенная структурная модель механизмов агрегатирования может быть представлена разомкнутой кинематической цепью твердых тел звеньев, в виде ползунков и шатунов различной длины и наклоненных под разными углами к горизонту, образующих группы Ассур II. Ползун здесь отображает опорный элемент (башмак или колесо), шатун — типовой адаптер, а шарниры сочленения адаптеров между собой и с УЭС являются их мгновенными центрами вращения, к которым приведены главные векторы \bar{F}_i и главные моменты M_i от сил тяжести адаптеров, реакций почвы на опорные элементы и реакций связей. Реакции

почвы на эти опорные элементы являются равнодействующими, проходящими через их шарниры и от вида статически определимых ходовых устройств не зависят. Следует обратить также внимание на то, что шарниры O_2 и O_4 являются воображаемыми, условными. Это мгновенные центры вращения адаптеров 2 и 4 относительно стойки энергетического средства, каждый из которых имеет свою траекторию движения — центроиду. Местоположение шарниров O_2 и O_4 и их центроиды, как известно, определяются видом и параметрами механизмов навесных устройств. Эти механизмы могут выполняться различными, но они должны обеспечивать взаимодействие с почвой под углами давления, не превышающими допускаемых значений, во избежание сгущения почвы перед ними и для уменьшения сил сопротивления движению. И во всех случаях полученные выше главные векторы \bar{F}_i и главные моменты M_i будут входными данными для проектирования этих механизмов.

Универсальная обобщенная модель механизмов агрегатирования может быть усложнена путем присоединения дополнительных групп.

Силы тяжести адаптеров $\bar{G}_1, \bar{G}_2, \bar{G}_3, \bar{G}_4$ и энергетического средства \bar{G}_5 , реакции почвы на опорные элементы (ползуны) $\bar{R}_{01}, \bar{R}_{02}, \bar{R}_{03}, \bar{R}_{05}$. Главные векторы $\bar{F}_{21}, \bar{F}_{52}, \bar{F}_{43}, \bar{F}_{54}$ и главные моменты $M_{21}, M_{52}, M_{43}, M_{54}$ реакций указанных механизмов, реактивные главные векторы $\bar{F}_{12}, \bar{F}_{25}, \bar{F}_{34}, \bar{F}_{45}$ и главные моменты $M_{12}, M_{25}, M_{34}, M_{45}$. Несложно перейти к различным частным случаям, структурного, кинематического и силового анализа для оформления общей компьютерной программы.

Алгоритм силового анализа обобщенной схемы сложного агрегата, например зерноуборочного агрегата, проработанного на базе универсального энергетического средства «Полесье-250»,

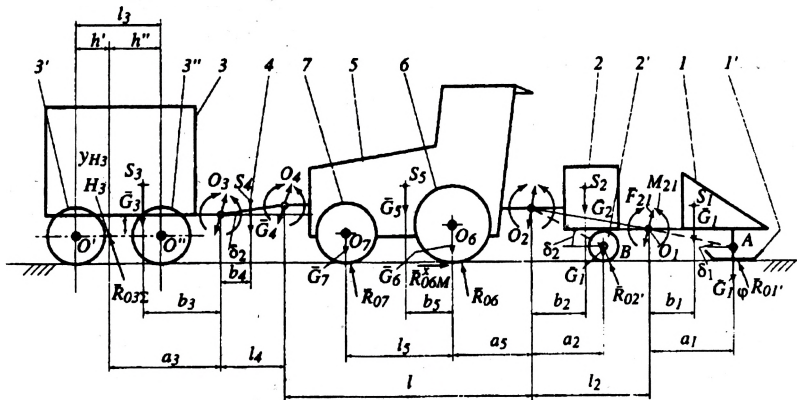


Рис. 2. Обобщенная силовая схема агрегата.

1 — передний копирующий адаптер; 2 — базовый передний копирующий адаптер; 3 — прицепной двухосный адаптер; 4 — прицепное звено; 5 — энергетическое средство; 6 и 7 — колеса энергетического средства.

выглядит следующим образом:

1. Составляют схему расположения адаптеров относительно энергетического средства в масштабе μ (рис. 2). Для этого наносят упрощенные контуры адаптеров, башмака и колес.

2. Выбирают положения мгновенных центров вращения адаптеров.

3. Обозначают размеры, наносят векторы сил тяжести G , реакций почвы \bar{R} , главные векторы \bar{F} и главные моменты M реакций внешних связей.

4. Вычерчивают силовые схемы каждого из адаптеров и энергетического средства, вводят системы координат с началом в точках O_1, O_2, O_3 и O_6 и горизонтальными и вертикальными осями χ и γ и разлагают векторы сил по этим осям.

В результате выполнения пунктов 1-4 получается обобщенная кинематическая и силовая схема агрегата в целом, параметры которого (размеры колес, положения центров O' и O'' , распределение нагрузок по осям колес и др.) уточняются по результатам силового анализа.

Преобразование обобщенной структурной модели (рис. 1) в принципиальную должно проводиться последовательно по группам Ассура. Принципиальная схема должна вычерчиваться в масштабе. При этом звенья 1, 2, 3, 4 следует изображать схематично в виде адаптеров, опорные элементы — ползуны — необходимо заменять шарнирными башмаками или колесами. Если необходи-

мо, реакцию почвы на ползун можно заменить двумя параллельными составляющими, проходящими через оси колес и таким образом заменить, например, задний ползун двухосной четырехколесной тележкой 3.

Далее, если адаптер является коромыслом, то можно осуществить синтез механизма уравнивания по главному вектору и главному моменту его реакций на адаптер при условии, что центром приведения является, например, шарнир O_1 .

В том случае, если адаптер является шатуном и его мгновенным центром вращения является точка O_2 , то можно осуществить синтез шарнирного рычажного механизма навесного устройства и по найденным главному вектору — F_2 и главному моменту M_2 определить реакции в кинематических парах этого механизма, а также определить параметры упругого элемента и дополнительных групп Ассура.

На рис. 3 в качестве примера приведена принципиальная схема механизмов агрегатирования агрегата как результат преобразования универсальной структурной модели, изображенной на рис. 1.

Звенья структурной схемы изображены пунктирными линиями,

ползуны заменены башмаком и одноосным и двухосным колесными устройствами, шатуны — изображениями корпусов адаптеров, а мгновенные центры вращения O_1, O_2, O_3, O_4 — реальными шарнирами и механизмами для воспроизведения главных моментов реакций, введены механизмы уравнивания сил тяжести, содержащие пружины.

Одной структурной схеме может соответствовать большое количество различных принципиальных схем — все зависит от особенностей рабочих процессов, выполняемых адаптерами, от компоновки рабочих органов, от условий работы ходовых устройств, от вида механизмов уравнивания и навески. Однако структурная схема будет общей, распределение нагрузок на оси будет соответствовать заданному, то есть методика их расчета остается единой. Кроме того, появится возможность систематизации и классификации структурных и принципиальных схем, что важно для сравнения и отбора лучших схем, а также для учебных целей.

На рис. 3 изображены коромысловый и шатуновый механизмы соединения и копирования, а также простейшие механизмы уравнивания в виде пружин, соединенных с имеющимися звеньями. Однако силовые устройства (гидроцилиндры и их дополнительные группы Ассура) не показаны. Они могут быть подсоединены позже по различным схемам. Таким образом, любая обобщенная схема агрегата может быть преобразована в принципиальную схему по заданным условиям.

Рамки данной статьи не позволяют изложить созданную автором методику анализа и синтеза межадаптерных транспортирующих устройств, проектирование которых также является непростой задачей, так как создаваемые конструкторами, без применения подоб-

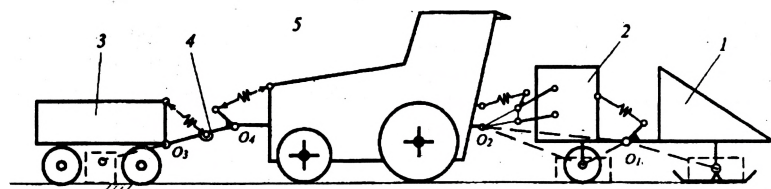


Рис. 3. Развитие обобщенной структурной модели механизмов агрегатирования в принципиальную схему.

ной методики, межадаптерные транспортирующие устройства отличались сложностью, большим весом, некорректностью в структурном отношении и приводили к случаям повреждения технологического продукта. Разработка общей теории синтеза межадаптерных транспортирующих устройств как научной основы их создания и оптимизации является частью

теории научных основ агрегатирования универсального энергетического средства с адаптерами в различных компоновках.

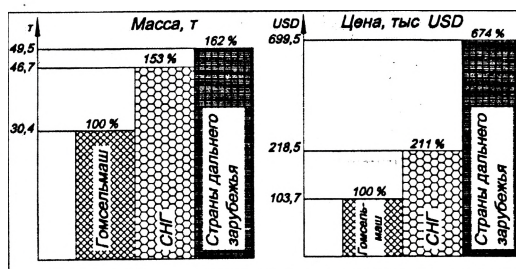
В ГСКБ ПО «Гомсельмаш» с 1987 по 1997 гг. были разработаны 18 агрегатов на базе универсального энергетического средства «Полесье-250», из которых четыре серийно выпускаются в ПО «Гомсельмаш»:

- кормоуборочный с полунавесным кормоуборочным комбайном КПК-3000;
- сеноуборочный с фронтальной роторной косилкой-плющилкой КПП-6;
- свеклоуборочный с шестирядным полунавесным свеклоуборочным комбайном КСН-6;
- зерноуборочный КЗР-10 «Полесье-Ротор».

Эффективность от использования уборочных агрегатов на базе универсального энергетического средства представлена в таблице

Наименование комплекса машин	Комплексы машин								
	Стран СНГ			Стран дальнего зарубежья			На базе УЭС-2-250А		
	Масса, т	Цена, тыс. USD	Затраты на уборку USD/т, или USD/га	Масса, т	Цена, тыс. USD	Затраты на уборку USD/т, или USD/га	Масса, т	Цена, тыс. USD	Затраты на уборку USD/т, или USD/га
Зерноуборочный	Дон-1500Б			Мега-218			КЗР-10 **		
	13,3	55,0	36,8	14,6	163,1	84,1	17,4	69,9	28,5
Кормоуборочный	Дон-680			Ягуар-840			КПК-3000		
	13,5	53,1	1,8	14,3	180,8	5,6	5,2	13,3	0,9
Свеклоуборочный	КС-6Б+ОГД-2+БМ-6Б			Холмер			КСН-6+ППК-6		
	13,3	76,2	-	15,4	300,0	-	5,2	14,9	-
Сеноуборочный	Дон-800			Е-303			КПП-6		
	6,6	34,2	-	5,2	55,6	-	2,6	5,6	-
Итого	46,7	218,5	38,6	49,5	699,5	89,7	30,4	103,7	29,4
	(153%)	(211%)	124,7	(162%)	(674%)	233,0	(100%)	(100%)	44,7

Примечания: *) Цены по состоянию на февраль 2000 г.
**) Включая УЭС-2-250А.



Серийно выпускаемые ПО «Гомсельмаш» уборочные комплексы на базе УЭС-2-250А в сравнении с аналогичными по назначению и производительности зарубежными самоходными машинами имеют меньшие суммарную конструктивную массу, стоимость и удельные затраты на уборку соответственно в 1,5...1,6; 2,1...6,7 и 1,3...5,2 раза.

СИСТЕМЫ АКТИВНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ – КЛАСС АВТОМОБИЛЬНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

Одной из важнейших проблем мирового автомобилестроения было и остается повышение безопасности автотранспортных средств. Решение этой комплексной задачи во многом возложено на сравнительно недавно сформировавшийся класс систем активной безопасности (САБ), которые имеют черты мехатронных и интеллектуальных объектов, т.е. систем, которые имеют как минимум одну ключевую, механически выполняемую функцию и поддерживаются в своей работе одним или более электронными устройствами, а также способных распознать текущую ситуацию, произвести оценку и спрогнозировать протекание процессов в цепи «водитель — автомобиль — дорога» для выбора оптимальной последовательности и динамики управляющих воздействий.

Выделение САБ в отдельный класс устройств во многом объясняется тем, что это одна из первых автомобильных систем, которая бази-

В.Г. БУТЫЛИН

руется на синергетических принципах, начиная от философии регулирования [1] и до конструктивного исполнения.

Тормозная система современного автомобиля, наряду с решением традиционных задач (уменьшение скорости, вплоть до его полной остановки, либо удержание автомобиля на месте), используется системами активной безопасности для обеспечения устойчивости и управляемости путем регулирования параметров сцепления колеса с дорогой, активно взаимодействуя при этом с другими компонентами автомобиля как в тормозном, так и в тяговом режиме.

Таким образом, роль тормозного привода автомобиля качественно меняется — он может выступать и самостоятельной системой управления, и «подсистемой», объектом управления системы более высокого порядка, рис. 1.

Рассмотрим вариант САБ тормозного и тягового режимов (рис. 1в) на примере функционирования антиблокировочно-противобуксовочной системы (АБС/ПБС), предназначенной для обеспечения нормативных требований по эффективности торможения, устойчивости и управляемости, а также для улучшения динамики разгона на дорогах с низким и переменным коэффициентом сцепления.

Основными элементами АБС/ПБС (рис. 2) являются: датчики угловой скорости колеса, модуляторы тормозного давления, элементы управления режимами работы двигателя и процессорный модуль управления (ПМУ).

В рабочем режиме ПМУ постоянно анализирует поступающую с колесных датчиков информацию, производит необходимые расчеты и выдает команды на исполнительные элементы. В режиме диагностики и в рабочем режиме ПМУ производит

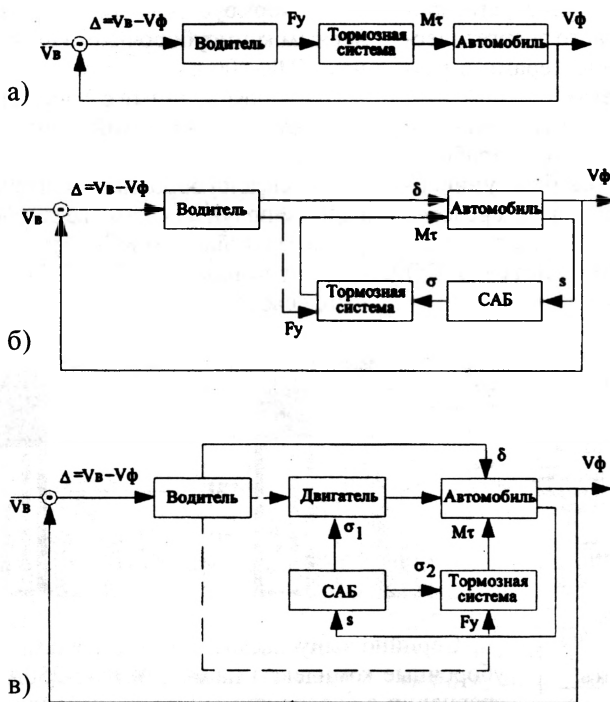


Рис. 1. Варианты использования тормозной системы: а) стандартная; б) в составе САБ тормозного режима; в) в составе САБ тормозного и тягового режимов.

V_b - скорость автомобиля, задаваемая водителем; V_f - фактическая скорость автомобиля; Δ - отклонение скорости; F_y - усилие управления тормозным приводом; M_t - тормозной момент; δ - воздействие на рулевое управление; s - параметр регулирования САБ (например, скольжение колеса); σ - управляющий сигнал.

периодическое тестирование всех элементов системы, выдает информацию об отказах и, при необходимости, отключает неисправные элементы или контура, не нарушая при этом работоспособность тормозной системы и приоритет водителя на управление процессом торможения. Таким образом, ПМУ проявляет отдельные черты интеллекта, причем, некоторые из них организованы уже на уровне элементной базы.

При осуществлении водителем экстренного торможения система АБС/ПБС переходит в режим антиблокировочного регулирования в случае обнаружения превышения граничного замедления (и/или проскальзывания) колеса автомобиля, что происходит при неблагоприятной дорожно-эксплуатационной ситуации. После этого момента регулирование основных параметров процесса торможения (скорости и скольжения колес) производится только системой, что позволяет достичь высокой управляемости и эффективности торможения. При этом водитель может корректировать траекторию автомобиля и прекращать процесс торможения. В случае трогания с места и разгона на скользкой дороге си-

стемный дифференциал вращающего момента и/или регулированием оборотов (мощности) двигателя, ограничивая скольжение ведущих колес.

Рассмотренная система АБС/ПБС является примером базовой САБ, имеющей черты мехатронной системы.

Очевидно, что современная САБ, способная прогнозировать развитие протекающих процессов в цепи «автомобиль - колесо - дорога» в условиях реальных нагрузок, должна разрабатываться с использованием мощной процессорной части и развитого программного обеспечения. При этом САБ должна обладать свойствами ин-

теллектуальной, самообучающейся и самоконфигурирующейся системы с параллельными независимыми информационными каналами и доэкстремальным [2], превентивным управлением объектом регулирования с использованием действующего привода.

Интеллектуальное направление развития САБ соединяет в себе тенденции как к «замещению» водителя в экстремальных дорожно-эксплуатационных ситуациях, так и наиболее полному учету его действий по управлению автомобилем. При этом выигрыш в эффективности управления должен быть обеспечен не столько за счет мощной компьютерной части, сколько за счет гибкого и самонастраивающегося алгоритма, а также сенсорной и актуаторной частей, которые были бы сами способны адаптироваться к дорожной ситуации, степени работоспособности системы и действиям водителя.

Получение и обработка информации о параметрах дороги и автомобиля должны быть основаны, несомненно, на применении новых направлений в сенсорике. Однако новые принципы измерений часто используются для получения информации о второстепенных параметрах, в то время как главные параметры регулирования САБ - скорость и замедление до сих пор определяются косвенно по сигналам морально устаревших индуктивных датчиков или, в лучшем случае, датчиков Холла. Указанные типы датчиков очень чувствительны к внешним нагрузкам, а также качеству изготовления и монтажа как их самих, так и элементов транспортного средства, и имеют большую погрешность во всех диапазонах и условиях работы.

Кроме этого, некоторые показатели динамики автомобиля рассчитываются, хотя есть возможность их непосредственного измерения. В первую очередь это относится к из-

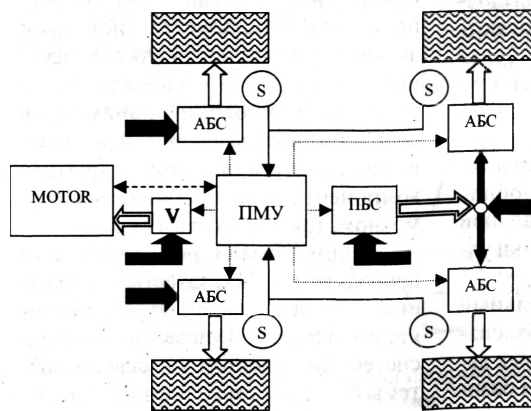
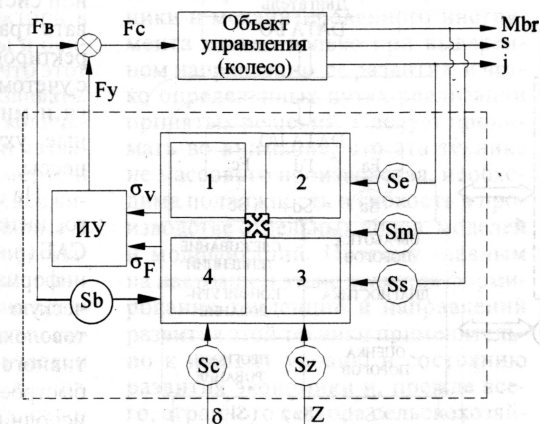


Рис. 2. Структурная схема АБС/ПБС.

S - датчик угловой скорости колеса; АБС - модулятор тормозного давления (режимы АБС и ПБС); ДБС - дифференциальный клапан (режим ПБС); V - элементы управления режимами работы двигателя (режимы ПБС и ограничения максимальной скорости); ПМУ - процессорный модуль управления.

Рис. 3. САБ с параллельной структурой информационных каналов.

M_{br} - тормозной момент; s - проскальзывание колеса; j - замедление поворота автомобиля; δ - угол поворота рулевого колеса; Z - момент инерции автомобиля относительно вертикальной оси; F_v - усилие управления, задаваемое водителем; F_y - корректирующее усилие; F_c - усилие управления объектом регулирования; σ_v - сигнал по темпу изменения управляющего усилия; σ_f - сигнал по величине изменения управляющего усилия; S_i - датчики; ИУ - исполнительное устройство (устройства); блок управления: 1 - прогнозирование начала потенциальной кривой; 2 - прогнозирование качественного вида потенциальной кривой; 3 - определение текущих значений потенциальной и реальной кривой и темпов их изменения; 4 - определение реакции исполнительного устройства (устройств).



мерению реальной скорости автомобиля, а также сил и моментов на колесе. Современное развитие технологий массового производства интегральных электронных, СВЧ и оптических элементов для устройств формирования и обработки сигналов, гироскопических и других моментных датчиков, позволяет прогнозировать их широкое и эффективное применение в САБ новых поколений.

В современных САБ обычно реализуется последовательная схема обмена информацией, при которой на каждый канал регулирования приходится свой информационный канал, например, с колесного датчика угловой скорости. Однако, с расширением состава и улучшением качества сенсорной базы возможен переход на параллельную структуру обработки и расширения информационных каналов (рис. 3). В зависимости от оценки текущей регулировочной ситуации системой расставляются приоритеты информационных каналов, то есть выбирается один основной параметр регулирования, а остальные выполняют контрольную и корректировочную функции. Применение параллельной структуры сенсорной части САБ дает определенные преимущества. Во-первых, используется информация о различных параметрах взаимодействия автомобиля, колеса и дороги, что дает адекватное отображение регулировочной ситуации. Во-вторых, система активной безопасности приобретает гибкость в информационном плане, так как возможно комбинационное

использование независимых информационных каналов.

Одной из инертнорешаемых до настоящего времени проблем является повышение быстродействия исполнительных механизмов с традиционными рабочими телами - жидкостью и сжатым воздухом - часто оказывается недостаточным для качественного регулирования. Особенно это заметно у автомобилей с пневматическими тормозами, так как частота работы, плавность регулирования электропневматической АБС в несколько раз меньше простой гидравлической АБС. Здесь перспективой следует связывать с электроприводом. Для большегрузных автомобилей и автобусов с пневматическими тормозами в качестве переходного варианта можно предложить гидравлические тормоза с усилителями,

использующими кинетическую энергию движущегося транспортного средства [3].

Как было упомянуто выше, правильное функционирование САБ во всех режимах работы возможно только при обеспечении ее аналитико-расчетной части полной и достаточно достоверной информацией. При этом исполнительные устройства САБ должны иметь необходимое быстродействие и дозированность воздействия для плавного и эффективного адаптивного регулирования.

Как одно из перспективных решений в данном направлении возникла концепция мехатронных систем сетевого торможения или «Brake by Wire», базирующихся на электромеханических компонентах. Однако их распространение пока ограничено, так как электрический тормозной привод обладает сложной нелинейной характеристикой, меняющейся в процессе работы под воздействием многих факторов, в результате чего определение величины управляющего тормозного усилия нельзя проконтролировать с помощью датчиков, а можно получить только расчетным путем. Также для электромеханических тормозов очень важен вопрос надежности, поскольку они не предусматривают аккумулялирование запаса энергии для аварийных ситуаций.

Альтернативный путь открывается с созданием комбинированной электропневматической и электрогидравлической тормозной системы, рис. 4. В ней функции электропривода используются для создания кратковременных усилий, направленных как на создание тормозного усилия на исполнительном механизме, так и для противодействия при-

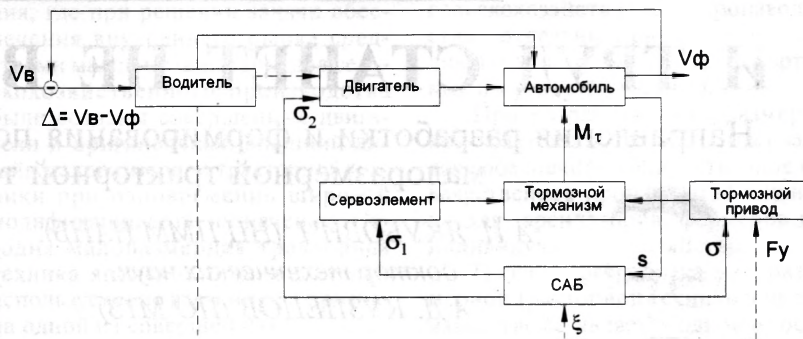
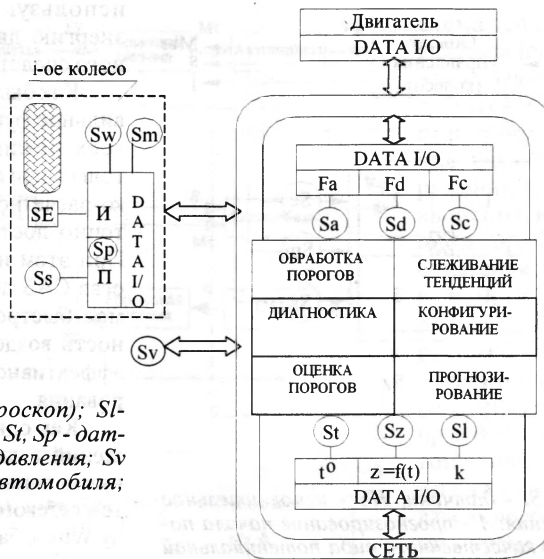


Рис. 4. Комбинированная САБ превентивного управления.

V_v - скорость автомобиля, задаваемая водителем; V_ϕ - фактическая скорость автомобиля; Δ - отклонение скорости; F_y - усилие управления тормозным приводом; M_t - тормозной момент; δ - воздействие на рулевое управление; s - параметр регулирования САБ (например, скольжение колеса); σ - σ_2 - управляющие сигналы; ξ - сигнал подпедального сенсора.

Рис. 5. Интеллектуальная САБ (концепт-система).

Sa, Sd - подпедальные датчики; *Sc* - датчик рулевого управления; *Sw, Sm, Ss* - колесные датчики угловой скорости, тормозного момента и подвески; *Sz* - акселерометр (гироскоп); *St* - датчик уровня (крена); *Sp* - датчики температуры и давления; *Sv* - датчик скорости автомобиля; *SE* - сервоэлемент.



ложенному со стороны исполнительной части тормозной системы усилию, а время воздействия будет определяться быстродействием традиционной части системы.

По информации с колесного датчика оценивается реакция колеса, по которой можно определить параметры дороги по сцеплению и начать регулирование уже во время первой фазы нарастания давления в тормозной камере (цилиндре), что позволит обеспечить эффективное торможение, преодоление гистерезиса исполнительного механизма и снизить расход рабочего тела.

Таким образом, отличительными признаками комбинированного тормозного привода как мехатронной системы являются адаптивность и превентивность управления. Коррекция управляющего тормозного воздействия до выхода САБ на рабочий режим дает возможность для применения квазинепрерывных ал-

горитмов в философии регулирования. Упреждающее (превентивное) управление исполнительными аппаратами, в свою очередь, минимизирует все накопленные в регулировочной цепи задержки.

Применение алгоритмов доэкстремального регулирования, развитой структуры сенсорной и исполнительной части позволяет создать мехатронную САБ с признаками интеллектуальной системы.

Работа такой системы активной безопасности будет гармонично реагировать как на действия водителя, так и на текущую дорожную ситуацию. Реализация подобной САБ связана с задачами определения информационного пространства для согласованной работы тормозного привода и интеллектуальной системы активной безопасности мобильной машины, а также обеспечения адаптивной структуры исполнительной части.

Применение комплексной сенсор-

ной системы позволит прогнозировать траекторию автомобиля, корректировать команды регулирования с учетом рельефа и состояния дороги и минимизировать нежелательные, ухудшающие динамику, процессы.

На основании вышеизложенного, интеллектуальная мехатронная САБ (рис. 5) должна: иметь мощную информационно-расчетную аналитическую часть в сетевом (CAN или оптоволокно) исполнении для эффективного управления; обеспечивать быстрое и дозированное воздействие исполнительных устройств; определять приоритет команд и статус устройств в сети для конкретной регулировочной ситуации, а также перераспределять ресурсы при выходе из строя или перегрузке каналов информационного обмена и управляющих элементов цепи «информация - обработка - управление» в зависимости от накопленного опыта работы с конкретным объектом.

Литература

1. Ivanov V.G., Boutylin V.G., Liashchinski A.J. *Structural Synthesizing of Intellectual Systems of Automobile Active Safety // Proceedings of the 2000 Automotive Dynamics and Stability Conference*, P-354, 9 p.
2. Лецинский А.И., Бутылин В.Г., Иванов В.Г. *Доэкстремальный способ автоматического управления торможением транспортного средства // Вести Национальной академии наук Беларуси. Серия физико-технических наук 2000. - №1, стр. 45-49.*
3. Бутылин В.Г., Иванов В.Г., Лепешко И.И., Лецинский А.И., Южнов А.А. *Анализ развития систем управления торможением колеса. // Мехатроника. - 2000 - №2, стр. 33-38.*

И ТРУД СТАНЕТ НЕ В ТЯГОСТЬ...

Направления разработки и формирования потребительских свойств малоразмерной тракторной техники



А.И. Якубович

А.И. ЯКУБОВИЧ (НЦ ПММ НАНБ),
доктор технических наук,
А.Д. КУЗНЕЦОВ (ПО МТЗ)

Преобразование в агропромышленном секторе экономики, развитие новых форм землепользования на основе частной собственности на землю, создание арендных и фермерских хозяйств увеличивают потребности в малоразмерной тракторной технике. Ранее это-

му виду техники не уделялось достаточно внимание и, как следствие, этот раздел техники не получил широкого развития в странах СНГ. Нельзя сказать, что за последние 10 лет в этом направлении достигнуты значительные успехи. Причиной этого, в определенной мере, являются медленные преобразования в агропромышленном секторе, которые не способствуют активизации в формировании частного сектора в сельскохозяйственном производстве.

Однако опыт преобразования сельскохозяйственного сектора в странах Восточной Европы и особенно в Китае показывает, что этот вид техники необходимо развивать. Отсутствие в достаточном количестве, разной модификации и назначения, дешевой малоразмерной тракторной техники также сдерживает активные преобразования в сельскохозяйственном секторе. Насыщение рынка сельскохозяйственной продукцией, обеспечение предприятий сельскохозяйственным сырьем будет активным при участии частного сектора, в том числе личных приусадебных хозяйств, садовых товариществ, арендных и фермерских хозяйств.

Развитию этой техники в Республике не уделялось внимания и, как следствие, производство ее отсутствует. Те виды продукции малоразмерной тракторной техники, которые производятся на Минском тракторном заводе и его филиалах, являются только минимальной частью того, что необходимо и требуется. Например, как и чем облегчить труд работника личного хозяйства, садового и огородного товариществ, у которых малый земельный участок и возраст которого не позволяет справиться с мотоблоком или мини-трактором? Как облегчить труд работника ферм, лесного и коммунального хозяйств без создания и производства разных видов малоразмерной тракторной техники и инструмента? Земля может и должна кормить людей, она способна это выполнять, но только тогда, когда человек будет работником при ней. Привлечь человека к работе на земле возможно, когда труд его будет не в тягость, а это можно сделать при облегчении его с помощью механизации.

Малоразмерная тракторная техника - это большой раздел промышленной продукции, содержащий двигатели внутреннего сгорания, электродвигатели, узлы и агрегаты систем по передаче и преобразованию мощности, гидросистем, резинотехнических изделий, приборы и аппаратуру электрооборудования и другие изделия промышленности. Освоить этот раздел техники без участия промышленных предприятий невозможно. В экономически развитых странах вкладывать капитал в развитие этой техники могут позволить отдельные фирмы и частные лица, в наших условиях и при нынешнем уровне развития экономики необходима государственная поддержка как при разработке, так при освоении этой техники.

Вкладывать капитал в разви-

тие малоразмерной тракторной техники и механизированного инструмента можно только при выверенном направлении ее развития и четко определенных путях реализации принятых решений. Следует принимать во внимание, что эта техника не массового производства, необходима подвижность и гибкость в производстве отдельных видов, моделей и модификаций. Поэтому главным на настоящем этапе является формирование тенденций и направлений развития этой техники применительно к нашему уровню и состоянию развития экономики и, прежде всего, аграрного сектора сельскохозяйственного производства.

За рубежом эта техника развивалась несколько десятилетий и достигла совершенства как по назначению, так и в производстве. Нам необходимо перенимать опыт развития этой техники за рубежом и решать задачи включающие, что производить и как производить, с тем, чтобы обеспечить потребительские свойства и доступную цену для потребителя. Только цена на изделия этой техники будет способствовать ее реализации и широкому применению. Однозначно следует принять, что на современном этапе развития этой техники в Республике основными потребителями будут внутренний рынок и рынки стран СНГ.

Выход на рынки развитых стран возможен при создании оригинальных конструкций и моделей этой техники по назначению и техническому уровню, обеспечению идеальных экологических и эргономических показателей, применению нестандартных экономически выгодных источников энергии, разработке совершенно новых форм и решений дизайна. Примером успешной реализации такой технической политики в развитии малоразмерной тракторной техники является Япония, где при решении задачи обеспечения внутреннего рынка средствами малой механизации для сельскохозяйственного производства были созданы совершенные двигатели и оригинальный внешний дизайн малоразмерной тракторной техники при одновременно широкой модификации ее по назначению. Сегодня малоразмерная тракторная техника японских производителей используется во всем мире и признана одной из совершенных.

Таким образом, формулировка задачи развития малоразмерной тракторной техники в Республике заключается в обеспечении этой техникой своего потребителя на первом этапе и создание предпосылок для производства конкурентоспособ-

ной малоразмерной тракторной техники для реализации на рынках развитых стран. Первая часть задачи решается выбором оптимальных моделей и модификаций, производимых известными зарубежными фирмами, организацией их производства в республике для удовлетворения спроса своего потребителя и потребителей стран СНГ. Главным при решении этой части задачи является разработка и организация производства основных комплектующих этой техники. При переходе предприятий на рыночные отношения, что имеет место в нашей республике, ускорить решения проблемы насыщения рынка современными средствами малой механизации высокого технического уровня возможно путем использования зарубежного опыта. Вторая часть задачи заключается в разработке тенденций развития малоразмерной тракторной техники и ее комплектующих и на их основе разработке совершенно новых образцов этой техники как по назначению, так и по исполнению.

В типаже тракторов малоразмерная тракторная техника отсутствовала ввиду того, что она не производилась. Создание малоразмерной тракторной техники в республике было положено разработкой и началом производства мотоблока МТЗ-05 на Минском тракторном заводе в 1985 г. В последующем была разработана гамма мотоблоков и мини-тракторов. Сегодня мотоблоки, мини- и малогабаритные тракторы представляют гамму техники, различную по мощности двигателя и компоновочным решениям, производимую рядом заводов и других промышленных предприятий. Малоразмерную тракторную технику сегодня следует внести в типаж энергетических средств сельскохозяйственного производства, отдельным разделом, выделив тяговые средства, транспортные и мотоорудия (рис.1).

При разработке малоразмерной тракторной техники стоит задача обеспечить количественное и качественное производство техники для арендаторов, фермеров и индивидуального хозяйства.

Поэтому разработка малоразмерной тракторной техники и производство ее является одной из основных задач разработчиков и производителей. Задача разработчиков этой техники - создавать машины, способные с наименьшими затратами обеспечить повышение производительности в аграрном секторе с учетом объемов выращи-

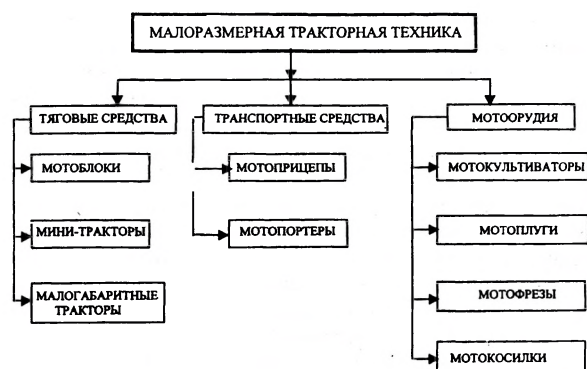


Рис. 1. Структурная схема малоразмерной тракторной техники.

ваемой продукции, а также финансовых возможностей потребителей этой техники. При этом должна быть обеспечена высокая культура и качество выполнения сельскохозяйственных операций на основе комплексного возделывания сельхозпродукции. Решение этой сложной многоплановой задачи возможно только при обоснованном подходе к разработке этой техники и ее параметров.

Имеется система «конечный продукт - поле - человек - машина», основы которой изложены в работах И.П. Ксеневиича [1]. Без сомнения эта система комплексная, ибо она включает в себя результат труда, орудие труда и исполнителя. Следует учитывать и разнообразие конечного продукта, а это приводит к разнообразию машин, требуемых для труда. Исполнитель в этой системе выступает в роли субъекта, который хочет и должен получить экономическую выгоду от вложенного труда. Поэтому создавать малоразмерную тракторную технику, основываясь только на технических критериях, является недостаточным и принципиально неверным. Чтобы эта техника имела потребительский спрос и была рентабельна производителю, необходимы, прежде всего, экономические критерии этой системы, а затем - технические.

Для выделения экономических критериев необходимы ответы на ряд достаточно сложных вопросов, в том числе необходимо определить направления развития аграрного комплекса, а также перспективы в формировании фермерских и арендных хозяйств. Примем, что эти формы хозяйствования будут развиваться и станут преобладающими в структуре аграрного комплекса в ближайшем будущем.

Задача состоит в том, что бы на основании этого экономического прогноза разработать типоразмерный ряд малоразмерной тракторной

техники.

Каждый разработчик малоразмерной тракторной техники, создавая новую модель, ориентируется на потребителя и, прежде всего, на потребителя своей страны. Однако, производство этого изделия будет более эффективно, если оно найдет спрос как внутри страны, так и на внешнем рынке.

При огромной конкуренции малоразмерной тракторной техники на внешнем рынке разработчик должен обеспечить высокое Научно-техническое качество (НТК) изделия. НТК мотоблока или мини-трактора предполагает, что вновь разработанное изделие более выгодно отличается от существующих по мощностным параметрам, более экономично (расход топлива и смазочного масла), обладает меньшей массой, экологически чисто (эмиссия вредных веществ выхлопных газов, уровень шума, уровень вибрации), более удобно в управлении и обслуживании.

Обобщенным критерием параметров НТК малоразмерной тракторной техники являются удельная материалоемкость и энергонасыщенность. Эти параметры для большей достоверности оцениваются по гамме одноименных изделий, производимых отдельной фирмой. Эти показатели в пределах незначительных отклонений являются одинаковыми для мотоблоков европейского и американского направлений, показатели японского направления мотоблоков по удельной материалоемкости ниже и, соответственно, выше показатель энергонасыщенности.

Отдельным критерием оценки малоразмерной тракторной техники являются потребительские свойства (ПС). Несколько ранее, когда сельскохозяйственная техника создавалась по типу или «согласно указания», ПС порой не рассматривались. Произведенная техника распределялась по разрядке и потребители были удовлетворены тем, что им выделя-

лось. Но, когда малоразмерная тракторная техника стала реализовываться через торговую сеть и когда покупательская активность стала определять потребность производства изделия, появилась необходимость оценки ПС изделия. В рыночных условиях экономики этот критерий существовал всегда, к нам он пришел в истинном своем значении недавно, поэтому мы в полной мере не осознали его значение и его возможности.

ПС формирует разработчик в процессе проектирования изделия и производитель в процессе производства изделия. Он же определяет и истинную цену изделия, которая складывается из производственных затрат, стоимости материалов, заложенной рентабельности и других статей расходов, которые необходимы при изготовлении изделия. Следует отметить, что истинная цена изделия - это не есть рыночная цена. Разработчик влияет на цену изделия выбором материалов, заложенных при проектировании изделия.

Разработчик в ПС закладывает НТК, производитель - физическое качество и цену. Конечная цель всего комплекса ПС - это получить массового потребителя при продаже изделия на рынке, а это - увеличение продаж, увеличение прибыли и обеспечение рентабельности производства изделия. Совокупность приведенных отношений между разработчиком, производителем и их влиянием на создание ПС представлена на приведенной схеме (рис. 2).

Чтобы быть товаром на рынке, малоразмерная тракторная техника должна соответствовать национальным утверждениям той страны, в которую она поставляется или намерена поставляться. Второе условие, чтобы являться товаром, пользующимся спросом на рынке, малоразмерная техника должна обладать ПС. ПС мотоблока или мини-трактора - это комплексный показатель, учитывающий функциональные показатели, показатели экономической эффективности, надежности, эргономические, экологические.

Рассмотрим параметры технической характеристики мотоблока и мини-трактора и их влияние на формирование НТК и ПС этих изделий, представленные в таблице.

Из приведенной таблицы следует, что НТК складывается из мощностно-экономических показателей, экологической чистоты, надежности и удельных показателей, характеризующих материалоемкость и энергонасыщенность мотоблока или мини-трактора.

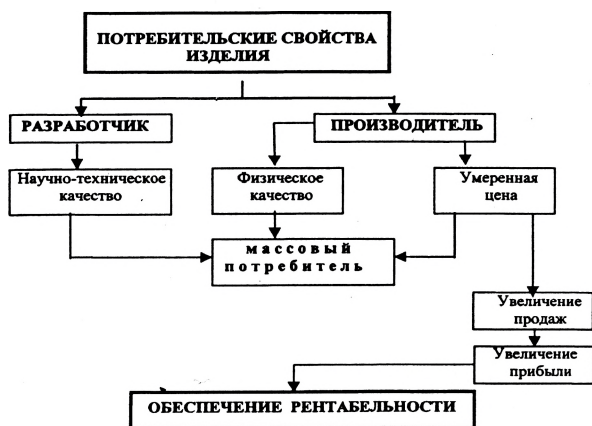


Рис. 2. Схема формирования потребительских свойств изделия.

Рассмотрим последовательность формирования НТК и ПС изделия малоразмерной тракторной техники при условии задачи, что изделие должно пользоваться спросом и быть рентабельным у производителя.

Разработчик на основе исследований маркетинговой службы выбирает тип принимаемого для разработки мотоблока или мини-трактора, которые по назначению могут быть универсальными или специальными. Оба эти параметра определяют потребительские свойства изделия и ими руководствуется потребитель в первую очередь. Эти параметры являются исходными при выборе мощности двигателя изделия, которая одновременно принадлежит НТК для оценки материалоемкости и энергонасыщенности и ПС, ибо потребитель выбирает изделие той мощности, которая обеспечит выполнение требуемой работы. Следующие два параметра оценивают НТК, принятое для изделия двигателя, характеризуют совершенство его рабочего процесса, конструкцию, топливную аппаратуру. Эти параметры являются важными и для потребителя, ибо они определяют экономические затраты его при эксплуатации изделия. Таким образом, первичным и ответственным решением разработчика является выбор двигателя для разрабатываемого мотоблока или мини-трактора.

Следующие агротехнические и эксплуатационные показатели характеризуют только ПС, ибо они определяют способность выполнять, например, сельскохозяйственные операции, их оценивает потребитель в своем выборе. Эти показатели являются исходными при разработке конструкции трансмиссии (число передач, минимальная, максимальная и технологические скорости), ходовой

системы, привода рулевого управления, гидросистемы и других агрегатов и узлов. Конструктивные особенности этих агрегатов в совокупности с мощностью двигателя определяют один из параметров НТК - тяговую мощность мотоблока или мини-трактора. Следовательно, конструктивные особенности изделия в меньшей степени интересуют потребителя, однако для разработчика они важны, так как он должен удовлетворить ПС и обеспечить показатель материалоемкости в заданных пределах.

Показатели эргономики, внешнего вида и условий труда относятся к ПС, потребитель чуть ли не в первую очередь после своего выбора оценивает эти показатели. Внешний вид, эстетичность изделия в значительной степени могут повлиять на выбор потребителя, поэтому эти показатели должны быть не только оригинальными, соответствовать типу изделия, его назначению, но и быть сопоставимы с достижениями ведущих фирм в этой области. Вместе с тем, эти показатели могут быть и упрощены, требования к ним могут быть снижены в зависимости от предполагаемых рынков сбыта и уровня требований потребителя. Однако, на переломе двух тысячелетий осталось в мире не так много регионов, где потребителю безразличны эти показатели. Таким образом, показатели эргономики, внешнего вида и условий труда являются основными при оценке изделия и сравнении его с аналогичными изделиями других производителей.

Показатели экологической чистоты относятся и к НТК и ПС, прежде всего потому, что эти показатели контролируются законодательными правилами многих стран с целью сохранения экологии и даже ограждения своих сограждан и потребителей от вредных воздействий выбросов выхлопных газов, шума и вибрации. Вместе с тем эти показатели в совокупности с мощностью двигателя являются рычагом, которым можно ограничить или вовсе не допустить продвижение изделия на рынок. Им пользуются в многих странах для ограждения своего производителя от конкуренции со стороны.

Надежность является показате-

лем НТК и прежде всего характеризует физическое качество изделия, осуществленное производителем. Для оценки надежности применяются критерии ресурса и безотказности, оба эти критерия особенно важны для потребителя. Надежность является результатом труда как разработчика, заложившего в машину те или другие материалы, комплектующие, так и производителя со всеми его службами, обеспечивающими приобретение материалов, изготовление деталей, сборку агрегатов и машины в целом. Последними в этой це-

Параметры научно-технического качества и потребительских свойств мотоблока и мини-трактора

Наименование показателя	Научно-техническое качество	Потребительские свойства
Тип		+
Назначение		+
Мощностно-экономические показатели:		
- мощность эксплуатационная, кВт	+	+
- удельный расход топлива, г/кВт.ч	+	+
- расход масла, г/кВт	+	+
Агротехнические показатели:		
- коlea, мм		+
- база, мм		+
- дорожный просвет, мм		+
- агротехнический просвет, мм		+
Эксплуатационные показатели:		
- число передач вперед/назад		+
- диапазон скоростей, км/ч		+
- радиус поворота, м		+
- тяговая мощность, кВт	+	
- масса эксплуатационная, кг	+	+
Показатели эргономики, внешнего вида и условий труда:		
- удобство управления и обслуживания;		+
- внешний вид;		+
- условия труда		+
Показатели экологической чистоты:		
- эмиссия вредных веществ, г/кВт	+	+
- уровень шума на рабочем месте, дБа	+	+
- уровень вибрации на рычагах, дБа	+	+
Показатель надежности		
- ресурс, мч	+	+
Стоимостной показатель		
- цена, руб.		+
Удельные показатели:		
- материалоемкости, кг/кВт	+	
- энергонасыщенности, кВт/т	+	

почке являются службы по контролю, приемке и сдаче потребителю готового изделия. В зарубежных фирмах именно эта служба несет полную и конечную ответственность за качество собранной машины, ибо она на всех переделах производства осуществляет контроль качества. Низкое качество готовой машины - это результат низкого качества работы отдельных звеньев службы контроля, позволивших, например, изготовить детали из материалов не предусмотренных конструкторской документацией, с отклонениями от чертежа, с нарушением регулировки и сборки машины.

Конечным результатом труда разработчика и производителя является стоимостной показатель,

выражающийся в цене машины. Этот показатель обобщает потребительские свойства машины, им руководствуется потребитель в своем выборе, от него зависит уровень продаж и рентабельность производства.

Обобщающими показателями научно-технического качества являются показатели удельной материалоемкости и энергонасыщенности. Эти показатели являются комплексными оценочными параметрами выбранного для машины двигателя, совершенства конструкции отдельных агрегатов и машины в целом, способности и эффективности работы машины в эксплуатации.

В условиях рыночной экономики малоразмерная тракторная техника должна отвечать следующим рыночным требованиям:

- * обладать НТК и отвечать тенденциям развития этой техники;
- * быть предназначенной для массового потребителя;
- * иметь умеренную цену;
- * быть рентабельной для производителя.

Таким образом, совокупность параметров НТК и ПС обеспечит создание и производство малоразмерной тракторной техники, обладающей рыночными свойствами и рентабельностью для производителя.

Литература

1. Ксеневиц И.П., Солонский А.С., Войчинский С.М. Проектирование универсально-пропашных тракторов, Минск, «Наука и техника», 1980.

ПЕРВЫЙ ГУСЕНИЧНЫЙ «БЕЛОРУС»

29 экспонатов представил Минский тракторный завод на площадке заводоуправления в день 54-й годовщины со дня основания предприятия, который отмечался 3 июня.



Среди тракторов и машин особое внимание участников мероприятия привлек экспериментальный образец гусеничного трактора класса А «Белорус-1802».

О новинке, а также о людях, создавших первый гусеничный «Белорус», наш разговор с главным конструктором ОКБ, лауреатом Ленинской премии и премии Совета Министров республики Владимиром Андреевичем Коробкиным. Заслуги и звания к выпускнику БПИ пришли не сразу. Тридцать шесть лет трудится он на МТЗ, из них более тридцати трех в ОКБ механосборочного производства, откуда и отправился в

свой путь первый гусеничный трактор Республики Беларусь.

- Этот трактор, - говорит Владимир Андреевич, - можно сказать, прямой наследник колесных «Белорусов» нового поколения, на котором использованы их узлы и новейшие технические решения. Энергонасыщенный «Белорус-1802» мощностью 180 лошадиных сил предназначен для работы в сельском хозяйстве с навесными, полунавесными и прицепными машинами на обычных и переувлажненных почвах. Наличие резиновых гусениц в сочетании с торсионной подвеской, амортизаторами и обрезиненными катками обеспечивает

асфальтоходность трактора и транспортную скорость 30 км/час.

Безусловно, предстоит доработка. Потребуется и вес уменьшить, и над узлами поработать, сделать их надежнее.

Хочу о людях сказать. О тех, без кого мы не увидели бы наш трактор. Общей компоновкой машины в ОКБ занималось бюро, которым руководит Н. Иванченко, системой поворота, рулевым управлением, задним мостом и бортовыми редукторами - бюро Ю. Андрияненко, ходовой частью с обрезиненными катками - бюро Б. Луцкова.

Схему электрооборудования трактора разрабатывали коллективы, возглавляемые Н. Прибышем и М. Клебановым.

Из ГСКБ активно трудились над созданием «Белоруса-1802» конструкторские бюро А. Василенко, В. Китченко, И. Болвако.

Свою лепту внесли также группы ОКБ А. Лимара и Г. Ильченко.

Особое чувство у меня к рабочим и инженерно-техническому персоналу коллектива, которым руководит В. Круподер. Они ответственно подошли к изготовлению макетного образца. Мастера А. Позняк, В. Шут, бригадир В. Гоцко, водители-испытатели А. Яцковский, В. Дорофейчик, слесари И. Ждан, Н. Самец, токарь И. Мелешко, сварщик А. Сушинский трудились иногда и в две смены и в выходные.

(«НГ»)

ЗНАНИЯ СТОЯТ ДОРОГО, НО...

Сопротивление конструкций усталости

Е.К. ПОЧТЕННЫЙ,
доктор технических наук,
профессор



Для оценки и обеспечения ресурса конструкций на стадии подготовки серийного производства машин необходимо выявить опасные зоны конструкций и определить характеристики сопротивления усталости этих зон, определить нагруженность опасных зон конструкций в типовых условиях эксплуатации машины, оценить ресурс конструкции с использованием характеристик сопротивления усталости и результатов анализа нагруженности.

Разработанная в Научном центре проблем механики машин НАН Беларуси методика (комплекс методов) базируется на результатах усталостных испытаний образцов материала, локальных моделей и натуральных конструкций, а также анализа нагруженности при испытаниях опытных образцов машин в условиях эксплуатации.

Экспериментально-аналитический метод усталостных испытаний [1] описывается уравнениями кривой усталости:

$$N = \frac{Q}{\sigma} \cdot \ln \left\{ 1 + \left[\exp \left(\frac{\sigma - \sigma_R}{v_0} \right) - 1 \right] \right\} \quad (1),$$

$$N = N_0 \cdot \ln \left\{ 1 + \left[\exp \left(\frac{\sigma - \sigma_R}{v} \right) - 1 \right] \right\} \quad (2),$$

где N - число циклов регулярного нагружения до предельного повреждения, (σ - максимальное напряжение цикла, (σ_1 - предел выносливости при коэффициенте асимметрии цикла R , N_0 - число циклов до точки нижнего перегиба кривой усталости, $Q = \sigma_1 \cdot N_0$ - коэффициент сопротивления усталости, v_0 - коэффициент с размерностью напряжения,

$$v = \left| \frac{d\sigma}{d \ln N} \right| - \text{характеристика угла}$$

наклона кривой усталости.

Метод предусматривает испытания в диапазоне максимальных напряжений цикла от предела текучести до предела выносливости с определением как наклонного участка кривой усталости, так и предела выносливости. Результатом испытаний и анализа являются характеристики сопротивления усталости в виде параметров уравнений (1) и (2). При вероятностных расчетах

ресурса используют уравнение (1), а при вероятности неразрушения 0,5 - уравнение (2).

На графике (рис.1) точками нанесены результаты испытаний, а линиями - кривые усталости для образцов стали 17Г1С. Испытания проводились при коэффициентах асимметрии $R = 0$ (верхняя кривая) и $R = -1$.

Регистрации нагруженности в условиях эксплуатации должны предшествовать расчеты напряженного состояния конструкции методами конечных элементов с моделированием схемы нагружения и выявлением опасных зон. Проверка результатов расчетов выполняется статическим тензометрированием с воспроизведением расчетных схем.

Выбранный для регистрации нагруженности опасных зон эксплуатационный процесс делится на типовые режимы эксплуатации. Например, для

автомобиля - самосвала укрупненно типовыми режимами эксплуатации являются: загрузка, движение в карьере с грузом, движение вне карьера с грузом, разгрузка, движение вне карьера без груза, движение в карьере без груза. Любой типовой режим движения можно разделить на более мелкие режимы: движение на поворотах, подъемах, при разных скоростях и т.д. Результаты тензометрирования для каждого типового режима эксплуатации подвергаются схематизации.

Метод схематизации случайного многочастотного нагружения [2] разработан на базе анализа результатов усталостных испытаний при двухчастотном нагружении [3,4]. На рис.2 представлены результаты регистрации тензометрированием напряжений опасной зоны рамы автомобиля - самосвала, а также выделенные напряжений более низких частот. В верхней части графика представлен случайный процесс нагружения. Из процесса выделяются значения напряжений в виде минимумов и следующих за ними максимумов, которые образуют блок нагружения первой частоты.

Выделенные максимумы напряжений образуют процесс нагружения более низкой второй частоты, из которого выделяются свои минимумы напряжений и следующие за ними максимумы и т.д. В нашем случае выделены напряжения второй, третьей и четвертой частот. Не вызывает сомнений, что при анализе нагруженности необходимо учитывать напряжения трех частот в виде блоков минимумов и максимумов. Блоки схематизированных напряжений могут быть использованы как нагрузочные при усталостных испытаниях конструкций в том числе и ускоренных.

Коэффициент асимметрии циклов в реальных нагрузочных блоках является величиной переменной, а реализация метода расчета циклической долговечности требует приведения циклов с переменной асимметрией к циклам с постоянным коэффициентом асимметрии. Разработан метод [2] приведения асимметричных циклов к эквивалентным по повреждению симметричным циклам, исходя из равенства числа циклов до разрушения при нагружении асимметричными и симметричными циклами.

После приведения эквивалентные напряжения каждой частоты

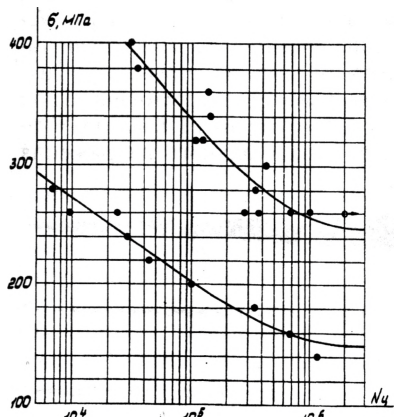


Рис. 1. Кривые усталости образцов стали 17Г1С при отнулевом (верхняя кривая) и симметричном нагружении.

НЕОБХОДИМЫЙ ЭТАП ПЕРЕХОДА

От расчетов деталей - к ресурсной механике машин

Ресурсные свойства присущи всем материальным объектам. Вместе с тем вопросы ресурса механических систем получили развитие и научное оформление сравнительно недавно.

С возникновением теории надежности вопрос расчета ресурса систем стал формулироваться в явном виде. Однако чисто математические подходы, основанные на перемножении вероятности безотказной работы отдельных элементов, оказались непригодными. В рамках так называемого физического направления теории надежности рассматривается подход нагрузка - ресурс конструкции с учетом возможных вариаций нагрузок и свойств материалов. Такая схема в наибольшей степени пригодна для строительных конструкций, сооружений. Для механических систем, содержащих много элементов, которые имеют, в общем случае, различные источники и факторы нагружения, подобно подходу недостаточно.

Поэтому предметом **ресурсной механики машин (РММ)** являются ресурсные свойства не только отдельных элементов (предельных состояний деталей), но и механических систем в целом. К главной проблематике этого направления относится создание ресурсной теории нагруженной сборочной единицы (СЕ) машины.

Основным положением ресурсной механики, отличающим ее от других научных направлений, является принцип ресурсно-зависимого поведения элементов в нагруженной механической системе. Иначе говоря, ресурсы различных деталей по их возможному предельным состояниям связаны из-за общих внешних и внутренних факторов, которые действуют в машинах и механизмах.

К методам РММ относится имитационное моделирование, поскольку учет ряда зависимостей элементов без имитации их поведения невозможен. Однако, чисто имитационным (микро) уровнем обойтись нереально из-за большой размерности систем. Наряду с имитацией присутствуют макроуровневые подходы, основанные на численных методах и аналитических зависимостях.

Модели, используемые в РММ, имеют более широкий характер, чем

В. АЛЬГИН,
доктор технических наук



схема «нагрузка-прочность» или «нагрузка-ресурс». Они охватывают рабочие процессы машин и агрегатов, процессы повреждения и предельные состояния деталей, логику отказов деталей, агрегатов, машины в целом. Их можно охарактеризовать как механикологические. Логическая часть включает положения, описывающие наступление предельных состояний машины в зависимости от предельных состояний агрегатов, агрегатов (в зависимости от деталей, деталей (в зависимости от предельных состояний их конструктивных элементов. Структура моделей направлена на согласование процессов и параметров, определяющих ресурс системы в целом.

Сравнение традиционного подхода «Деталей машин», и ресурсной механики при обеспечении работоспособности машин приведено в таблице. Особенности РММ состоят в следующем.

В круг центральных задач РММ входит задача ресурсного проектирования СЕ: выбор размеров конструктивных элементов, удовлетворяющих требованиям ресурса сборочной единицы в целом. Размеры и инерционные параметры указанных элементов существенно определяют динамику системы, которая в большинстве случаев вносит преобладающий вклад в нагруженность элементов механических систем. Для построения расчетных схем и автоматизации решения задач динамики целесообразно использовать концепцию регулярной динамической схемы.

Одна из разработанных методических схем РММ предполагает определенный стандартный интерфейс для встраивания результатов расчетов

элементов в общую процедуру расчета СЕ. Ресурсная форма расчетов (требование данного интерфейса).

В практических расчетах можно использовать дискретный набор характерных типовых условий. Для вероятностного описания условий эксплуатации предлагается следующий формализм. Выделяются типовые условия. По каждому из них задается относительная продолжительность. Относительная продолжительность описывается случайной величиной, в первом приближении, нормальной. Для каждого условия эксплуатации задается среднее значение и характеристика рассеяния относительной продолжительности. Последний параметр является новым в системе ресурсных расчетов. По нему нет пока надежной статистики. Но этот параметр необходим для корректной постановки и решения ресурсных задач. В первом приближении характеристика рассеяния в виде среднего квадратического отклонения относительной продолжительности могут задаваться на основе экспертных оценок.

Наличие оператора (водителя) - особенность машин, отличающая их от чисто физических (механических) конструкций с объективно независимым поведением.

Для мобильный техники проблема исследования и обеспечения ресурсных свойств усложняется в связи с более сложными составляющими системы оператор - мобильный объект - среда, в рамках которой необходимо рассматривать проявление ресурсных свойств.

Среда, в которой эксплуатируются мобильные машины, разнообразна. Использование мобильных машин в отдельных стабилизированных условиях представляет скорее исключение, чем правило. В общем случае для мобильных машин характерна нерегулярность и случайность применения; каждая машина имеет индивидуальный спектр применения, который корректируется в процессе всего ее жизненного цикла.

Оператор мобильной машины из-за особенностей среды и состояния машины вынужден действовать разнообразно и в определенной степени случайно, что привносит дополни-

тельное разнообразие в режимы использования машины (то есть режим обусловлен не только средой, но и действиями оператора).

Расчетные оценки, практика эксплуатации машин, особенно мобильных, показывают, что необходимо признать существенность вклада действий оператора в истощение ресурса многих типов СЕ. Вариация этих действий проявляется в виде случайного выбора начальных условий для динамических процессов. Эти факторы должны быть введены в динамические и ресурсные расчеты.

Обоснование многоуровневой схемы, обеспечивающей корректный прогноз ресурса системы, является принципиальным положением ресурсной методологии. Знания значений ресурса и соответствующих ему вероятностей безотказной работы (ВБР) отдельных элементов недостаточно для определения ВБР системы в целом. Более того, если расчет доведен до значений ВБР элементов, то он оказывается бесполезным с точки зрения расчета системы в целом.

Многоуровневость определяется следующими соображениями.

Во-первых, расчет должен быть построен, начиная с самого общего для элементов фактора - условий эксплуатации машины. Он должен включать на исходном уровне модели условий эксплуатации, водителя и машины. Промежуточные уровни образуются моделями режима работы, нагруженности, повреждения и предельных состояний элементов. Завершает иерархию моделей логическая схема предельных состояний деталей, агрегатов и машины в целом.

Во-вторых, многоуровневая схема необходима, чтобы получить возможность для воспроизведения связей элементов, которые приводят к эффектам ресурсно-согласованного поведения элементов в СЕ.

Основным структурным элементом в технике является сборочная единица. Именно на уровне сборочной единицы проявляются эффекты функциональной интеграции элементов. Функциональная согласованность составных частей сборочной единицы организуется при проектировании объекта для выполнения определенных функций. Менее очевидны эффекты ресурсной согласованности.

Ресурсная согласованность бывает двух видов. Первая, подобно функциональной согласованности, должна быть заведомо обеспечена при

проектировании сборочной единицы машины (СЕМ) как объекта с требуемыми не только функциональными, но и ресурсными свойствами. Вторая - неизбежные эффекты ресурсно-зависимого поведения элементов, организованных в конкретный машиностроительный объект. Указанные эффекты можно классифицировать следующим образом: проявляющиеся при функционировании или обусловленные предысторией СЕМ; связанные с действием внешних или внутренних факторов; накладываемые доминирующим (подчиняющим) фактором или вызванные круговыми связями; основанные на квазидетерминированных или вероятностных зависимостях; глобальные или уникальные.

В качестве примера можно привести эффект общего уровня нагруженности элементов в СЕМ, который проявляется при функционировании, связан с действием внешнего фактора (например, момента двигателя или сил основных технологических сопротивлений машины), основан на квазидетерминированной связи, имеет глобальный характер (то есть присущ всем СЕМ). Уже одного этого эффекта достаточно, чтобы объяснить некорректность перемножения вероятностей безотказной работы (ВБР) отдельных элементов при попытке прогнозировать ВБР системы, которой является сборочная единица машин массового выпуска.

Одна из разработанных схем ресурсного расчета механической системы показана на рисунке.

Прогнозирование ресурса включает три этапа:

I этап - выделяется анализируемый объект в виде системы со многими взаимодействующими элементами. Вариацию ус-

ловий эксплуатации объекта представляют в виде набора типовых условий и их относительных продолжительностей. Последние описываются нормально распределенными случайными величинами. У каждой машины относительные продолжительности индивидуальны, но их сумма равна единице. При статистическом моделировании характеристики исходных и скорректированных по общей сумме величин отличаются. Это требует предварительного подбора параметров распределений. Необходима также процедура согласования в каждом цикле статистического моделирования.

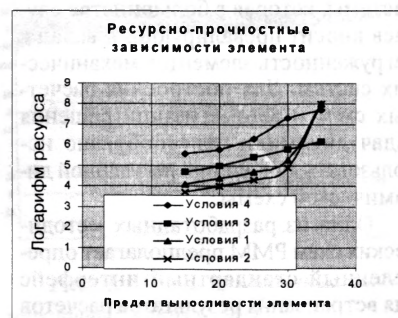
II этап - строятся ресурсно-прочностные зависимости, каждая из которых представляет собой зависимость ресурса от параметра несущей способности элемента в определенных условиях эксплуатации. Эти зависимости могут быть графическими или аналитическими. Например, для распространенных случаев усталостных отказов элементов трансмиссии в качестве характеристик несущей способности используются пределы выносливости по изгибу и контакту зубьев зубчатых колес (графические зависимости) и динамическая грузоподъемность подшипников качения (аналитическая зависимость).

III этап - имитационное моделирование комбинаций относительной продолжительности условий эксплуатации и частных ресурсов элементов в этих условиях. В каждом цикле действует общий

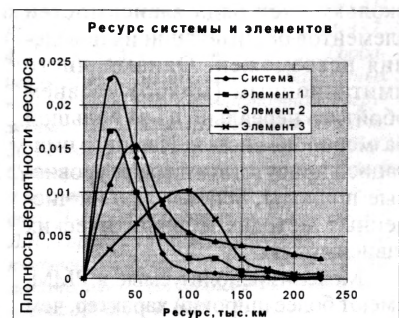
ПРОГНОЗ РЕСУРСА МНОГОЭЛЕМЕНТНОЙ МЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ



2. Построение ресурсно-прочностных зависимостей элементов — промежуточный этап



3. Имитационное моделирование ресурса элементов и системы — заключительный этап



фактор - определенные условия эксплуатации для всех моделируемых элементов, что позволяет исходя из ресурсов элементов и логической схемы предельных состояний определять ресурс системы, а по завершении всех циклов моделирования - распределения ресурса системы и ресурсов отдельных элементов. На основе этих распределений определяются искомые показатели ресурса (гамма-процентный, средний и другие).

В настоящее время методы ресурсной механики машин наиболее полно реализуются в Научном центре проблем механики машин (НЦ ПММ) НАН Беларуси. На основе этих методов в компьютерном центре при НЦ ПММ разрабатываются соответствующие информационные технологии. НЦ ПММ проводит работу по перестройке расчетов, выполняемых специалистами организаций и предприятий республики при проектировании машин, на ресурсную форму. Это является необходимым этапом перехода к широкому применению ресурсных расчетов машиностроительных систем. Подготовка специалистов в области РММ позволит внедрить в расчетную практику самые современные методы ресурсного обеспечения машин при проектировании.

Сравнение подходов к расчету и проектированию машин

Традиционный подход	Подход ресурсной механики
1. Выбор размеров конструктивных элементов (типоразмеров комплектующих) при проектировании	
Проектный расчет размеров конструктивного элемента на основе приближенных, эмпирических зависимостей	Последовательное приближение - многошаговая процедура, включающая прогноз ресурса механической системы в целом
2. Расчет элементов	
Расчет напряженного состояния элемента (расчетные напряжения, нагрузки)	Расчет ресурса (ресурсная форма моделей предельных состояний элементов)
Оценка работоспособности (коэффициенты запаса по долговечности, прочности)	Вероятностный расчет (вероятностный расчет ресурса по постепенным и внезапным отказам)
Расчет по схеме: нагрузка - прочность	Расчет по схеме: условия эксплуатации - ресурс; получение данных для ресурсно-прочностных зависимостей
3. Условия эксплуатации (отчетливое представление об условиях эксплуатации парка машин - основа проектирования)	
Характерные нагрузки, кривые распределения нагрузок в стабилизированных условиях эксплуатации, обобщенные нагрузочные режимы	Вариация общих условий эксплуатации (имитационная модель продолжительности работы машин в отдельных регламентированных условиях эксплуатации)
4. Оператор	
Косвенный учет действий оператора в общем уровне коэффициента внешних динамических нагрузок	Комплекс параметров, описывающих действия оператора по выбору режима работы машины и условий смены режимов (реализационное рассеяние условий эксплуатации) Решение динамических задач
5. Расчет ресурса системы (фундаментальность проблемы - учет зависимого поведения элементов в системе)	
Формула структурной теории надежности: $P = PP_i$ и другие типа $P = (1-a_j)PP_i + a_n$ основанные на информации о надежности отдельно рассматриваемых элементов	Многоуровневая схема, воспроизводящая процессы, обуславливающие поведение элементов, начиная с уровня условий эксплуатации машин Методики расчета, учитывающие организованное поведение элементов в системе

И ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

Локальная компьютерная сеть НЦ ПММ:

история создания, современное состояние, перспективы развития

Широкое внедрение компьютерных технологий в практику научных исследований неизбежно приводит к необходимости создания в рамках учреждений локальных сетей с последующим их объединением в более крупные сети и подключением к ИНТЕРНЕТ и электронной почте.

Первая попытка создания компьютерной сети НЦ ПММ была предпринята на закате эры «административно-командной системы управления» в период очередной кампании внедрения передовых технологий в практику научных исследований и, одновременно, с открытием в НЦ ПММ узла ИНТЕРНЕТ. Име-

В.Н. СТУКАЧЕВ, В.П. ЗАГОРСКИЙ



лось несколько независимых компьютеров, в среднем по одному на подразделение НЦ ПММ. Сеть, объединившая некоторые из них, создавалась силами внешних организаций, но вскоре после начала эксп-

луатации прекратила свое существование и была демонтирована, так как каждое подразделение решало свои специфические задачи без необходимости обмена информацией с другими; отсутствовали технические средства коллективного пользования доступные из сети (общие принтеры, факсы, файл-серверы и т.п.); не было ни одного программного приложения на компьютерах НЦ ПММ, ориентированного на работу в рамках сети, например, реализующего технологию клиент-сервер или использующего сетевой вариант установки; отсутствовал обслуживающий персонал, который мог бы оперативно устранять неизбежно возникаю-

шие проблемы при работе сети и консультировать сотрудников, подавляющее большинство из которых не имело профессиональных навыков работы с компьютерами; отсутствовала также заинтересованность дирекции и экономических служб, которые не имели пря-

носились к печатающим устройствам, которые при работе в сети могли обслуживать несколько компьютеров.

Инициатива на создание сети исходила непосредственно от сотрудников центра и создавалась собственными силами без привлечения сто-

ETHERNET, который является наиболее распространенным в настоящее время, автоматически поддерживается всеми ОС и имеет наименьшую стоимость технических и программных средств, необходимых для его реализации. Как видно из рисунка, для объединения компьютеров применена смешанная топология в виде сочетания шинной и звездообразной топологий. Центральным узлом топологии звезды является концентратор (HUB) и к нему по радиальным линиям, выполненным кабелем типа «витая пара», подключены все графические рабочие станции, сервер печати и некоторые из РС. Остальные компьютеры соединены общей шиной на тонком коаксиальном кабеле. Согласование «шины» и «звезды» выполняется средствами HUB.

Опыт эксплуатации сети показал, что такой вариант смешанной топологии является наиболее удачным, т.к. позволяет оперативно и с наименьшими затратами производить структурные и пространственные изменения. При этом легко учесть особенности установленных на компьютерах сетевых адаптеров. Например, на графических станциях сетевые адаптеры предназначены для подключения только к кабелю «витая пара», а большинство РС имеют средства сопряжения и с «витой парой» и с коаксиальным кабелем. Кроме того, смешанная топология позволяет учесть архитектурные особенности здания, где размещаются компьютеры, и минимизировать расход кабеля с учетом ограничений на их максимальную длину (для витой пары до 100 м на сегмент, а для коаксиального кабеля - 185 м). Отметим, что стоимость кабеля и его монтажа может быть основной частью стоимости сети.

Для обмена информацией между компьютерами использована система протоколов TCP/IP, которая также является основной для ИНТЕРНЕТ. Хотя TCP/IP является избыточной системой для локальных сетей, но альтернативы

мого доступа к сети, и не могли реализовать безбумажную технологию подготовки документов.

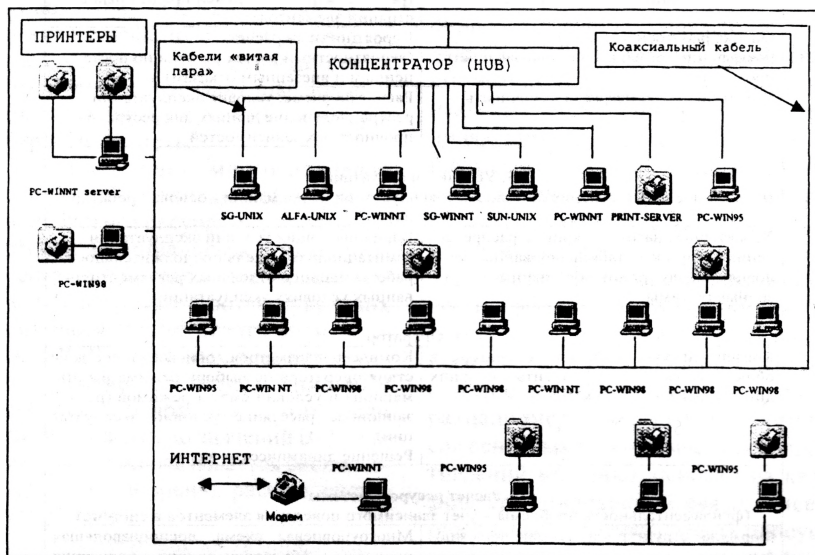
К началу 1999 г. были созданы условия объединить часть компьютеров НЦ ПММ в локальную сеть. Парк компьютеров пополнился более мощными и современными моделями, большинство сотрудников значительно повысило уровень компьютерной грамотности и приобрело практические навыки эффективного использования вычислительной техники, были созданы мощные и эффективные программные продукты, ориентированные на работу в сети и реализующие технологию клиент-сервер. По одному из заданий создавалась компьютерная база данных по узлам и агрегатам мобильных машин, что предполагало наличие мощного файл-сервера с доступом по сети, сокращение бумажной рутины за счет безбумажных технологий. Наконец, появилось понимание того, что можно получить осязаемую пользу, например, сократить финансовые расходы на оргтехнику за счет ее коллективного использования, в первую очередь это от-

ронных организаций, что позволило лучше учесть все особенности НЦ ПММ и минимизировать финансовые затраты.

Структура локальной сети НЦ ПММ по состоянию на сегодняшний день показана на рисунке.

Сеть объединяет двадцать два компьютера, девять принтеров и один сервер печати для графопостроителя. Один из компьютеров выполняет функции узла ИНТЕРНЕТ и Электронной почты. Связь узла с провайдером ИНТЕРНЕТ осуществляется по выделенной линии через модем.

Представленная совокупность компьютеров является неоднородной по используемым операционным системам и платформам. Большинство из них является персональными компьютерами (PC) с операционными системами (ОС) типа Windows 95, Windows 98, Windows NT Workstation, Windows NT Server. Имеется также несколько графических рабочих станций, выполненных на платформах SUN, ALFA, SILICON GRAFICS с ОС типа UNIX. Такая неоднородность предопределила выбор типа компьютерной сети по стандарту



при выборе протоколов практически нет, так как большинство программных клиент-серверных пакетов, используемых в НЦ ПММ, работают только с ТСР/IP.

В качестве разделяемых (общего пользования) ресурсов в сети имеются: часть дискового пространства сервера, где размещены база данных по мобильным машинам, дистрибутивы полезных программных продуктов и временные каталоги пользователей; сервер печати для обслуживания графопостроителя; несколько лазерных принтеров. Доступ к этим ресурсам реализуется через пароли для ограниченного круга пользователей. Кроме того, на каждом из компьютеров могут организовываться собственные ресурсы, доступные из сети в зависимости от конкретных решаемых задач.

Сеть ETHERNET относится к категории широкополосных, т.е. имеет наименьший уровень защиты информации от несанкционированных «прослушиваний». Тем не менее, это не является серьезным недостатком для открытых научных учреждений типа НЦ ПММ. Необходимый уровень безопасности может быть достигнут правильным применением типовых средств защиты информации

и администрирования сети, таких как - введением системы паролей и ограничением прав доступа к компьютерам и сетевым ресурсам, шифрование данных, архивирование с защитой и т.п. В целом, уровень администрирования в сети НЦ ПММ выбран минимальным, в частности, отсутствует централизованное управление подключения к сети и централизованная проверка прав пользователей. Сделано это с целью повышения надежности и гибкости в организации работ в сети при довольно свободном графике занятости сотрудников НЦ ПММ. Типична ситуация, когда срочные работы выполняются в выходные дни, когда компьютер для централизованного управления может быть выключен.

За время своей работы сеть продемонстрировала достаточно высокий уровень надежности. Глобальных отказов не наблюдалось, хотя имели место незначительные неисправности на отдельных компьютерах, связанные с дефектами отдельных технических средств (отсутствие контакта в разъеме, обрыв кабеля при переносе компьютера и т.п.). К настоящему времени отлажена также антивирусная защита, на всех компьютерах установлена достаточно совершенная система с постоянным обнов-

лением базы данных по новым вирусам.

Сеть постоянно развивается и видоизменяется. В настоящее время намечен ряд мероприятий по такому развитию. В частности, в ближайшее время предполагается расширение сети до уровня большинства компьютеров НЦ ПММ. Часть компьютеров, работающих с большими объемами информации, выделяется в отдельную скоростную подсеть. Идет развитие узла ИНТЕРНЕТ до уровня полноценного веб-сайта с размещением информации об основных достижениях сотрудников НЦ ПММ, рекламы, предложений о сотрудничестве (такой сайт уже функционирует с адресом ncpim.bas-net.by и речь идет о его заполнении полезной информацией). Намечается повышение мощности компьютера узла ИНТЕРНЕТ для организации доступа по нему к базе данных по деталям мобильных машин, создаваемой в НЦ ПММ, и поддержки услуг ИНТЕРНЕТ и электронной почты на каждом рабочем месте сотрудников центра.

В целом, опыт создания и эксплуатации локальной сети НЦПММ может оказаться полезным для организаций аналогичного профиля.

ЕСТЬ 1000-й БЕЛОРУССКИЙ АВТОБУС!

1000-й автобус с маркой МАЗ сошел с конвейера автобусного филиала Минского автомобильного завода.

Ярко-желтый современный МАЗ-103, на электронном табло которого светилась столь солидная цифра, выкатил из ворот цеха и, как подобает ви-



новнику торжества, был сразу же омыт брызгами шампанского.

В 1000-м автобусе применена новая модель бортового компьютера, созданного специалистами столицы и Гродно. Это устройство сможет не только объявлять пассажирам в салоне остановки, но и сообщать водителю о нестандартных ситуациях и неисправностях в технических системах автобуса. Кроме того, на его поручнях есть кнопки «требования остановки». А еще новый МАЗ-103 может «приседать» на остановках, что, несомненно, обеспечит более удобную посадку и высадку пассажиров.

Как отметил директор филиала Геннадий Синеговский, чтобы столь волнующее событие состоялось, коллективу пришлось многое пережить: развал Союза, экономический кризис. Тем не менее поставленная цель достигнута, хотя на ее осуществление и ушло 8 лет.

А 1000-й будет перевозить пассажиров в Заводском районе столицы.

(«НГ»)

ШТРИХИ К ПОРТРЕТУ

Петр Иванович Ящерицын родился 30 июня 1915 г. в г. Людиново Калужской области. Трудовую деятельность начал в 15-летнем возрасте слесарем-электромонтером Людиновского локомотивного завода. В 1937 г. поступил на учебу в Брянский (бывший Орджоникидзевградский) машиностроительный институт, который успешно окончил в 1941 г., и был направлен на работу на Государственный подшипниковый завод № 6 в г. Свердловске, где в годы Великой Отечественной войны работал в должности старшего мастера, а с 1943 г. в должности начальника ремонтно-механического цеха самоотверженно трудился над укреплением оборонного могущества нашей Родины. С 1948 г. П.И. Ящерицын работал главным технологом, а с 1949 г. - главным инженером этого же завода.

В 1952 г. П.И. Ящерицын назначен директором Государственного подшипникового завода № 11 в г. Минске, где в полной мере развернулась его организаторская и научная деятельность как высококвалифицированного специалиста и крупного ученого в области технологии машиностроения.

В 1962 г. П.И. Ящерицын возглавил крупнейший технический вуз страны - Белорусский политехнический институт, где проявились его выдающиеся способности как воспитателя научных кадров и организатора учебных процессов.

С апреля 1976 г. по 1987 г. П.И. Ящерицын - академик-секретарь Отделения физико-технических наук Академии наук БССР и одновременно руководил лабораторией физики поверхностных явлений Физико-технического института АН БССР. Как академик-секретарь Петр Иванович уделял много внимания организации и развитию фундаментальных и прикладных исследований в институтах Отделения, повышению эффективности исследований, укреплению связей науки с производством, быстрейшему внедрению научных разработок в народное хозяйство страны, подготовке высококвалифицированных научных кадров.

П.И. Ящерицын защитил докторскую диссертацию в 1962 г., в 1964 г. утвержден в ученом звании профессора, в 1969 г. избран членом-корреспондентом, а в 1974 г. - академиком АН БССР. В 1972 г. ему было присвоено звание заслуженного деятеля науки и техники БССР, в

П.И. ЯЩЕРИЦЫН
(к 85-летию со дня рождения)



1978 г. он удостоен звания лауреата Государственной премии БССР в области техники.

П.И. Ящерицын широко известен в нашей стране и за ее пределами как крупнейший ученый в области фундаментальных проблем технологии машиностроения, один из первых создавший и развивающий теорию технологической наследственности и методы управления технологической наследственностью при финишной обработке деталей машин для обеспечения высокой надежности и долговечности изделий. Он возглавляет школу белорусских ученых, развивающих важные направления по созданию научных основ физических и физико-химических явлений и закономерностей формирования обрабатываемых поверхностей и управления эксплуатационными свойствами изделий, по разработке комплексных теоретических и экспериментальных исследований принципиально новых высокоэффективных процессов финишной обработки труднообрабатываемых материалов, созданию новых инструментов и оборудования для реализации этих процессов.

Под научным руководством Ящерицына в лаборатории физики поверхностных явлений Физико-технического института созданы новые методы финишной размерно-чистой и упрочняющей обработки материалов, разработаны технологические процессы, инструменты и оборудование, реализующие эти методы, разработаны методы оптимизации технологических режимов, обеспечивающие многократное увеличение производитель-

ности процессов обработки, значительное повышение качества и улучшение эксплуатационных свойств обработанных деталей. Высокую оценку специалистов заслуживают работы П.И. Ящерицына, посвященные разработке и исследованию технологических процессов и оборудования для скоростного шлифования металлов.

Важное научное и практическое значение имеют также научные труды П.И. Ящерицына в области исследований физико-механических основ резания металлов, проблем обрабатываемости резанием порошковых материалов, физических закономерностей процессов резания спеченных сталей, основ проектирования режущего инструмента с применением ЭВМ, закономерностей и механизма износа режущего инструмента, акустической спектроскопии, процессов обработки комбинированными инструментами, электрохимической заточки твердосплавного инструмента, шлифования инструментом с ориентированными алмазными зернами, полирования изделий уплотненным потоком свободного абразива, новых видов инструментов для упрочняющей обработки, надежности и производительности автоматических линий. Труды Петра Ивановича вносят большой вклад в научные основы технологии машиностроения и технического прогресса отечественного машиностроения. Они получили широкую известность в нашей стране и за рубежом.

По результатам научных исследований П.И. Ящерицыным опубликовано свыше 550 печатных работ, в том числе более 30 монографий, получено более 150 авторских свидетельств на изобретения, в том числе 17 патентов в зарубежных странах. На учебниках Петра Ивановича подготовлена целая плеяда нескольких поколений инженеров, составляющих в настоящее время цвет белорусской науки и промышленности.

П.И. Ящерицын проводит большую работу по подготовке высококвалифицированных научных кадров и специалистов для научных учреждений и предприятий страны. Под его научным руководством было подготовлено 16 докторов наук и 87 кандидатов наук. П.И. Ящерицыну присуждена ученая степень почетного доктора Словацкой высшей технической школы в г. Братиславе и Белорусской Государственной политехнической академии.

За большие трудовые заслуги Петр Иванович Ящерицын награжден орденами Ленина, Октябрьской Революции, Трудового Красного Знамени, Дружбы народов, многочисленными медалями и другими почетными наградами. Крупный ученый и организатор науки П.И. Ящерицын всегда принимает активное участие в общественной жизни республики, неоднократно

избирался в ее высшие выборные органы.

Богатый жизненный и научный опыт своей многогранной научной, научно-организаторской и научно-педагогической деятельности Петр Иванович Ящерицын щедро передает своим многочисленным ученикам. Свой 85-летний юбилей П.И. Ящерицын встречает полным творческих сил и энергии, как всегда, активно

участвует в работе Президиума НАН Беларуси, Отделения физико-технических наук, научных и специализированных советов, научных журналов.

Сердечно поздравляем Петра Ивановича Ящерицына со славным юбилеем - 85-летием со дня рождения и желаем ему доброго здоровья, счастья и новых творческих успехов.

ПУТЬ ИСКАНИЙ И СВЕРШЕНИЙ

Вадима Ивановича Крицкого знаю много лет. С тех пор, как он начал инструктором в отделе тяжелой промышленности ЦК КПБ. На моих глазах проходило его восхождение по партийно-служебной лестнице: заведующий сектором, заместитель заведующего отделом, заведующий отделом оборонной промышленности ЦК. В последствии был переведен в Совет Министров БССР заместителем председателя.

Встретишь, бывало, поздороваешься и все. Неразговорчив был Крицкий. Одним словом, молчун. Да и что он мог сказать? Курировал оборонку! Может она, эта прикрытая плотной вуалью загадочная дама и наложила отпечаток на его характер, установила своеобразное табу на разговоры. Люди, работавшие в закрытых СКБ, НИИ и номерных ящиках, даже своей тени боялись.

И вот теперь, встретив Вадима Ивановича в клубе «Волна», я решительно подступился с намерением все же разговорить его, узнать, что крылось под застегнутым ранее словонепробиваемым железом? Рассуждал я так: сегодня Крицкий не связан с оборонкой, да и время ныне многое рассекретило, так что нет смысла молчать. И задал вопрос прямо:

- Еще в 1961 году, будучи в Америке наблюдал по телевидению их военно-оборонные игры. Например, всего через сутки после «объявления войны» они показывали, как с конвейера одного из детройтских автозаводов начали сходить боевые машины пехоты... А у нас, в Белоруссии, такие заводы есть?

- И есть, и нет, - уклончиво ответил Крицкий.

- Не понял...

- У каждого предприятия в сейфе лежит мобилизационный план. В случае войны они тоже могут пере-



строиться на выпуск боевой техники. Не за сутки, конечно, понадобятся месяцы: установка оборудования, изготовление специальных оснастки, штампов. Чтобы перейти на военную продукцию за сутки, надо иметь в запасе свободные производственные площади. Такой роскоши мы себе не можем позволить в мирное время.

- Ну, хорошо. А есть ли у нас для военных целей такое, чего нет у других?

- Тут выбор богатый. Взять хотя бы автомобильные шасси для установки на них и транспортировки ракет стратегического назначения. Это выгодно отличает их от комплексов шахтного базирования, давно не являющихся секретными, благодаря спутниковой разведке? Мобильность, постоянное перемещение. Сложности в их создании казались непреодолимыми. Вес ракеты тянул за собой вес шасси, а все вместе увеличивало нагрузку на оси. Заколдованный круг получался. А ведь ходить комплексам надо по обычным грунтовым дорогам и обычным мостам. Конструкторы и производственники блестяще разор-

вали этот заколдованный круг...

- Наши электронщики тоже не лыком шиты?

- Верно, на их продукцию спрос все время растет. Директор НИИ ЭВМ Павел Иосифович Сидорик может подтвердить, что более 60 процентов ЭВМ среднего класса в странах СНГ - их разработки. Российские торговцы бронетехникой участвуют во многих крупных выставках-ярмарках. Но без нашей прицельной аппаратуры, в том числе ночного видения, они - слепые котята. Как правило, рядом с российскими танками, БМП в пристежку идут наши купцы с прицелами, и берут немалую валюту. А возьмите аппаратуру для систем ПВО? Тоже спрос немалый...

Вадим Иванович на минуту задумался и потом, вспомнив что-то, заулыбался.

- Отчего веселость набежала? - интересуюсь у Крицкого?

- Пришел в голову забавный случай.

- Поделитесь, если не секрет?

- Наше научно-производственное объединение «Агат» разработало уникальную автоматизированную систему управления войсками. Первейшая и главная задача общевойскового командира, как известно, организация взаимодействия различных родов войск в интересах выполнения боевой задачи. И ЭВМ с этим отлично справляется: собирает, обобщает и обрабатывает информацию от наземных, морских, воздушных сил и т.д. и выдает ее в форме, удобной для командования. Информация понятна всем командирам, отвечает их запросам.

И вот представьте себе такую картину. В бронированном передвижном командном пункте (танке), находящемся в боевых порядках войск, крупный военачальник вы-

дит на дисплее разворачивающуюся «картину боя» по широкому фронту. Действия войск сопровождается поток постоянно обновляющейся информации, и мы видим на лице военачальника растерянность, недоверие к электронике. Он долго и сосредоточенно молчит, «переваривая» увиденное и услышанное. А после того, как покинул необычный командный пункт, изрек единственное замечание:

- Хорошо бы все-таки над головой сделать люк, чтобы можно было высунуться и обозреть местность...

Мне тоже захотелось улыбаться от такого недоверия к электронике. Вспомнилась буденовская конница с сабельными атаками против танков.

- Вадим Иванович, ладно, Бог с ним, с этим командиром. Теперь таких видимо уже нет. А вот как вы оцениваете компетентность высших руководителей министерств, работавших на оборонку? Ведь с разными приходилось встречаться?

- Действительно, в конкретных делах видел многих: Дмитрия Устинова - министра обороны, члена Политбюро, Павла Финогенова - министра оборонной промышленности, Петра Плешакова - министра радиопромышленности, Эрлена Первышина - министра промышленности средств связи, Александра Шокина - министра электронной промышленности, Ефима Славского - министра среднего машиностроения.

Как правило, каждый из них, являясь специалистом экстракласса, дотошно лез в глубины технологий, доискивался технических точностей, добивался исчерпывавших ответов: где, что, откуда?

По другому и нельзя было. Наш «Планар», к примеру, уже в то время научился делить миллиметр на миллион частей. А наш «БелОМО» стоял на втором месте после ленинградского. Помогали нам и Президенты Академии наук СССР Анатолий Александров и Гурий Марчук, не раз бывавшие в Белоруссии.

- Мне, например, до сих пор непонятна чрезмерная скрытность наших оборонных предприятий, даже если они производили товары народного потребления. Журналистов не пускали на такие заводы даже для проверки жалоб рабочих. И руководители их часто чувствовали себя удельными князьками.

- Что было, то было. Журналисты... Нам, работникам ЦК, в неко-

торых случаях приходилось чуть ли не агентурно собирать статистические данные о работе таких предприятий. Подчинялись они напрямую Москве. Государство в государстве. Такая система была. Местные государственные и партийные органы отвечали за моральный климат в коллективах, за развитие социальной сферы, а к производственным делам нас не подпускали.

- Теперь вот о чем. Правда ли, что на территории Белоруссии строилась сеть предприятий в интересах союзного военного ведомства, хотя считались они сугубо мирными?

- Громко сказано «сеть» Хотя некоторые предприятия действительно строило и финансировало военное ведомство. Среди таких заводов были: Рогачевский - диапроекторов, Сморгонский - оптического станкостроения, Вилейский - фотоаппаратов, Витебский - телевизионный. Все они выпускали и выпускают товары народного потребления и к военному ведомству никакого отношения не имеют.

- Вы инженер по образованию и по опыту работы, но трудились многие годы в партийном аппарате. Удалось ли там реализовывать свои инженерные знания в полной мере?

- Поначалу испытывал полное разочарование. И главное, из-за отсутствия видимых результатов от своих усилий. Потом обрел опыт влияния на работу курируемых ведомств. Например, многое удалось сделать в области концентрации усилий родственных производств различных ведомств, в их взаимодействии, на путях самостоятельной комплектации, кооперации.

В специализации проводили курс на создание дочерних предприятий. Так появились заводы: Минские - футляров, автотракторных запчастей, Гродненский - автоагрегатов, Вилейский - «Зенит» и ряд других. Делалось все через трудности - каждое ведомство цепко держалось за узкокорыстные интересы.

- А были ли случаи, когда приходилось крепко ломать голову?

- Одна задачка запомнилась особо. Как известно, изображение поверхности Земли, передаваемое со спутников, получается искаженным из-за съемки под определенным углом. А как его напрямую переработать в точные топографические карты? Вот тут пришлось крепко пошевелить мозгами. Создали нужное оборудование, и, что особенно важно, - длинные, высокоточные винты для раскрутки отснятых спутниковых лент.

- Николай Бохан, проработавший под вашим началом немало времени, рассказал мне поучительную историю. Как-то пропал у него сверхсекретный документ - с двумя нолями. Положил его в сейф, а на следующий день не обнаружил. Перевернул все содержимое сейфа несколько раз и - безрезультатно. Пришел к вам с повинной. Но вы не бросились докладывать начальству, не стали отчитывать виновных, не заставили писать объяснительную записку, а вручили ему пачку сигарет со словами: иди в коридор и кури, а искать будет другой. И тот вскоре нашел злополучную бумагу... Откуда у вас такая доброта? Доверие к людям?

- Трудное детство... Жизнь начиналась голодно и холодно. Мне люди помогали добром, так почему же я должен к ним поворачиваться спиной?

- А подробнее можно?

- Родился на Рогачевщине в деревне Кистени. Когда исполнилось семь лет, вся семья переехала в Чусовской район Пермской области. Переехали на Урал вслед за моими старшими братьями, подавшимися на заработки в буровую бригаду. Там отца, бухгалтера, арестовали в 1937 году. Получили от него пустой конверт вместо письма, на котором в уголке стояло: «КРП 10 л». Эту единственную весточку знающие люди потом нам расшифровали: «контрреволюционная пропаганда, 10 лет».

Старшие братья продолжали трудиться на буровой уже мастерами. В армию их не брали - имели броню. Но наступил 1943 год, и их призвали в армию. Младший Леонид пропал без вести под Сталинградом. Вслед пришла похоронка и на старшего - Юрия. Мама, уборщица стружек на деревообрабатывающем заводе, как могла, поддерживала сестренку и меня. Вскоре сестра вышла замуж, уехала из семьи. «А я, младший, ходил в семилетку. Нужда заставила рано взяться за столярные инструменты. В четырнадцать уже тянул на четвертый разряд.

- Ваше столярное мастерство, Вадим Иванович, я оценил сполна. Помните в квартире захлопнулась дверь и я остался без ключей на лестничной площадке?

- Это мелочи. В моих руках мебель рождалась...

- Выходит на вас, молчуна, отпечаток наложило трудное дет-

ство? А я относил все это на счет оборонки...

- Они сложились вместе - и детство, и оборонка... А первый урок молчуна получил в семь лет: тогда я в первый и последний раз заблудился... Пошли ватагой сверстников в тайгу шишковать. Задрал голову под могучим кедром, чтобы оценить его урожайность, а одна, наверное, самая большая шишка, сорвалась и ударила мне в голову. Брызнула кровь. От боли и сильного удара вспикела злоба, обида. Бросил друзей и побрел домой. Шел, шел и заблудился. Злоба и обида застили глаза. Долго плутал, но бесполезно. Обессилел, сел под деревом и заснул. Нашли меня только через сутки в пятнадцати километрах от дома. На поиски поднялся весь поселок, шли цепью, ехали верхами на лошадях...

- А как вы в инженерию впряглись? У вас что - тяга к технике с детства?

- Совсем наоборот. В детстве увлекался рисованием. И неплохо получалось. А к технике приобщился уже после окончания семилетки, когда мы переехали в Подмоскovie на жительство к сестре. В Москву забрала меня тетя Ольга Васильевна, добрейшей души человек. Она перед своей дочерью поставила задачу: помоги Вадиму подготовиться и поступить в техникум. Ее дочь в техникуме работала библиотекарем. Так я попал в стены Московского техникума кислородного машиностроения. Жил все это время у дяди. В его крохотной квартирке мне отвели место для ночевки под столом. Между прочим, поэт Ярослав Смеляков - мой двоюродный брат по отцу. Ну, это к слову.

- А как вы в Минске оказались?

- Очень просто. Техникум за-

кончил с отличием и получил право выбора места работы. А их было два - Свердловск и Минск. Потянула Родина...

- И что же в Минске?

- Вагоноремонтный завод имени Мясникова. Начал с бригадира. Потом пошла череда должностей - мастер, начальник механического цеха, инженер по технике безопасности, рационализации и изобретательству. Одновременно продолжал, как говорят, долбить гранит науки вечерником в БПИ, который закончил в 1958 году.

Тут надо вернуться немного назад. В 1951 году к нам на Мясникова приехала группа выпускников Московского института инженеров железнодорожного транспорта. Среди них была и Леночка Тихомирова. Так вот через год она стала Леночкой Крицкой.

Пошла другая жизнь. Кстати, семейная перемена совпала с переменной и места работы - перешел на Минский тракторный завод.

На новом месте началось увлечение общественными делами. Оно и привело меня в партийный аппарат, куда пришел уже сформировавшимся специалистом.

- Это правда, что вы не любите чиновничества и слыли человеком ершистым, со своим мнением?

- А как же по другому жить и работать? Если ты прав и убежден в своей правоте, то не бойся ее отстаивать ни перед кем. Помню, когда я работал еще инструктором в ЦК, послали нас бригадой проверять «Гомсельмаш». Заведующий отделом тяжелой промышленности Семенихин дал однозначную установку на положительную оценку результатов проверки. Я же, после изучения заводских дел, пришел к обратному выводу: нужна разгромная справка, обстановка в коллективе заслуживала резкой критики. Ра-

зошлись мы во мнениях с Семенихиным, и я направился к секретарю ЦК Филимонову. Сказал прямо: не могу работать с заведующим, который искажает правду. Мне велели продолжать работу, а Семенихина вскоре в аппарате ЦК не стало...

Вот такой он: Вадим Иванович Крицкий. К нему проникаешься уважением с первого знакомства.

Что в нем привлекает? Спокойствие, обстоятельность, вдумчивость и взвешенность в разговорах и действиях, в отношениях с окружающими. И вместе с тем, за внешним спокойствием ты улавливаешь всеми порами, ощущаешь постоянно пульсирующую острую мысль, непрерывно протекающий мыслительный процесс, кладезь знаний, опыта. По любому обсуждаемому вопросу у него свое мнение, даже если оно не совпадает с мнением других. В рассуждениях и разговорах краток, лаконичен и конкретен.

Таков его стиль...

И еще на одну особенность этого человека мне хочется указать - на его современность. Он живет вместе с сыном Сергеем, невесткой Валентиной и внуками - Дмитрием и Иваном. Одна из комнат их квартиры напоминает компьютерный класс. Она напичкана электроникой, которой свободно пользуются все Крицкие - от мала до велика. Однажды, когда мне понадобились услуги столяра, Вадим Иванович с внуком разыскивали его телефон тоже через компьютер.

Инженерная мысль Вадима Ивановича Крицкого и сегодня современна, несмотря на его солидный возраст.

Александр СИМУРОВ,
заслуженный работник культуры,
Лауреат Государственной премии
Беларуси.

Любопытно

Мозг Эйнштейна

Канадские ученые открыли, что головной мозг Альберта Эйнштейна имел уникальный дефект - у него почти отсутствовала специфическая борозда, отграничивающая так называемый нижний теменной участок. Таким образом, область, ответственная за математическое мышление, трехмерное, объемное воображение, простран-

ственную ориентацию и другие мыслительные процессы, у него была значительно больше, чем у обычных людей.

Благодаря отсутствию этой борозды в передаче сигналов от одной нервной клетки к другой могло быть задействовано большее количество нейронов, и Эйнштейн производил математические действия большим количеством серого вещества, чем другие люди. Поэтому Эйнштейн и стал Эйнштейном.

Мозг великого ученого сохранился до сих пор - Эйнштейн завещал его науке.

Почему он стал «КОЗЛОМ»?

Автомобиль «Форд Т», выпускавшийся в 30-х годах, был прозван «козлом» из-за того, что при переходе на пониженную скорость резко подбрасывал заднюю часть и делал скачок - вот и получил такое прозвище.

НАДЕЖДА ЭНЕРГЕТИКОВ ЗАПАДА

В Испании строится коллективная ЭЯУ

История атомной энергетики короткая - примерно полвека. За это время ее внедрили многие страны, в основном развитые. Во многих из них АЭС заменили ТЭЦ. Широкому распространению новинки в значительной степени способствовала огромная калорийность ядерного топлива в сравнении с углеводородным и углеродным. Например, 175 т урана заменяют 2 млн. т угля в энергоблоке мощностью 1000 МВт.

Но с годами восторг от преимуществ ядерной энергетики начал сменяться растущей озабоченностью, а потом и тревогой за судьбу человечества. Сейчас для стран, которые обзавелись АЭС, хорошо подходит поговорка: «Не мела баба хлопату, купила парася».

Изменению отношения к новому источнику энергии в определенной мере способствовала авария в Чернобыле. Разрушенный энергоблок выбросил в 200 раз больше радионуклидов, чем атомные бомбы в Хиросиме и Нагасаки. Но не опасность повторения подобной аварии на любом действующем ядерном реакторе отрезвила энергетиков. Главной причиной нарастания неприязни к атомной энергетике стало накопление долгоживущих радиоактивных отходов. Например, вреднейшего радионуклида плутония в мире накопилось 1700 т. А вот другой факт: только атомные энергетические установки военного и гражданского морского флота России ежегодно образуют 20 тыс. кубометров жидких и до 6 тыс. т твердых радиоактивных отходов».

Рост ядерных могильников беспокоит многие страны. Например, Департамент энергетики США ежегодно выделяет по 50 млн. долларов на исследования по ликвидации ядерных отходов, а на очистку территории этой страны от них потребуются 300 млрд. долларов за 50 лет.

Примерно 40 лет потребовалось специалистам Запада для неутешительного вывода: из-за радиоактивного самоотравления ураново-плутониевая атомная энергетика перспектив не имеет.

Атомный тупик возник по причине неудачного выбора полвека назад экзотермической ядерной реакции. Фактически мирное использование энергии атома явилось ответвлением его военного применения. В

В. БОЧАРОВ,
кандидат химических наук

обоих случаях специалисты «оседлали» цепную самоподдерживающуюся реакцию расщепления (раскалывания, деления) ядер урана или плутония. Существенная здесь разница в основном в скорости протекания процесса: в бомбах это происходит за миллионные доли секунды, а в АЭС взаимное разрушение ядер растягивается на месяцы. В последнем случае реакцию тормозят разбавлением ядерного горючего инертным наполнителем и поглощением образующихся нейтронов регулируемыми стержнями. Превышение скорости реакции сверх определенного предела по случайным причинам приводит к тепловому взрыву. Поэтому любая нынешняя АЭС является замедленной атомной бомбой, способной привести к новым Чернобылям.

Избежать основных недостатков атомной энергетики (опасность взрывов и образование долгоживущих радиоактивных отходов) специалисты Запада решили путем использования другой известной ядерной реакции. Идея эта была высказана полвека назад. А испытал ее лауреат Нобелевской премии итальянец Карло Руббиня. Опыты проведены в Международном ядерном центре (ЦЕРН) в Женеве.

В исследованной реакции энергия выделяется за счет принудительного преобразования практически любых радионуклидов, что достигается бомбардировкой неустойчивых атомов протонами, которые получают и разгоняют на ускорителе, затрачивая электроэнергию. Поэтому новые энергетические объекты в отличие от нынешних АЭС зачастую называются электроядерными установками /ЭЯУ/, а способ - электроядом.

Для разрушения радионуклидов поток быстролетящих протонов из ускорителя направляют в ряд расположенный реактор с топливом. Бомбардирующие снаряды выбивают из ядер мишени гроздь протонов и нейтронов, которые дальше «выколачивают» новые частицы из других ядер и т.д. При таком каскаде энергии выделяется в сотни раз больше, чем первоначально тратится на получение и разгон протонов. Поэтому тандем ускоритель плюс реактор иногда называют усилителем энергии. При этом К. Руббиня предполагает, что электроэнергия на

ЭЯУ будет в 2 раза дешевле, чем на современных АЭС.

На основании результатов исследований в Женеве спроектирована опытно-промышленная ЭЯУ мощностью 500 МВт. Для ее строительства образован консорциум стран Запада: Германия, Франция, Италия и Испания. Предполагается, что ЭЯУ сможет использовать три варианта топлива: торий в виде двуокиси, смесь последнего с ядерными отходами, и отработанное топливо существующих АЭС.

Энерговыделение в новом реакторе регулируется интенсивностью направляемого туда протонного потока. При обесточивании ускорителя ЭЯУ мгновенно останавливается. Поэтому даже внешнее разрушение объекта упавшим самолетом, бомбой или крылатой ракетой не приведет к длительному выбросу радионуклидов. Опасность парового взрыва исключается благодаря использованию в качестве теплоносителя свинца, температура кипения которого существенно выше, чем у воды.

Демонстрационная ЭЯУ строится в Испании. Предполагается, что она сможет дожигать радиоактивную золу работающих в этой стране АЭС. Спроектирована и полномасштабная ЭЯУ мощностью 1500 МВт. Она будет иметь реактор диаметром 6 м и высотой 30 м. Запад возлагает большие надежды на альтернативные АЭС, лишенные недостатков действующих.

Однако количество ядерных реакций с большим энерговыделением, естественно, не может ограничиваться всего двумя: самоподдерживающейся цепной с раскалыванием ядер (у сегодняшних АЭС) и с принудительным откалыванием частей ядер по каскадному механизму (у предлагаемых Западом). Поэтому можно надеяться, что АЭС будущего станут использовать более совершенные способы превращения не только неустойчивых, но даже и стабильных ядер. В последнем случае для человечества исчезнет проблема дешевого высокоэнергетического топлива. Новейшие научные разработки дают основания для такого оптимистического прогноза. И тогда Запад снова окажется в положении той женщины из приведенной ранее поговорки. Но на сей раз хлопоты будут другого содержания.

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕМОНТА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ МЕХАНИЗИРОВАННЫМИ КОМПЛЕКСАМИ

*А.В. ВАВИЛОВ, доктор технических наук, профессор,
А.Я. КОТЛОБАЙ, кандидат технических наук, доцент, Д.В. МАРОВ, инженер*

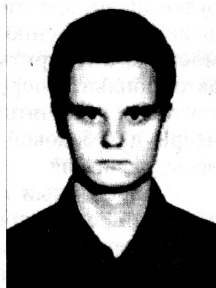
Белорусская государственная политехническая академия



А.В. Вавилов



А.Я. Котлобай



Д.В. Маров

Содержание автомобильных дорог в работоспособном состоянии требует регулярного проведения ремонтных воздействий. Большинство ремонтных мероприятий предполагает доставку на место проведения работ дорожно-строительных материалов и распределение их специальными машинами в соответствии с действующими технологиями.

Одной из таких технологий ремонта является поверхностная обработка автомобильных дорог. Технология предполагает доставку на ремонтный участок вяжущего и его розлив по поверхности дороги, а также доставку фракционированного щебня, россыпь которого производится непосредственно по слою вяжущего. Распределение материалов осуществляется в соответствии с заданными нормами расхода на единицу обрабатываемой поверхности.

Высокая эффективность проведения работ в данном случае может быть достигнута при своевременной транспортировке материалов к месту производства работ и загрузке их в распределяющие машины. Это обеспечивает непрерывную работу, высокую производительность всего механизированного комплекса.

Используемые в качестве вяжущего битум, или битумная эмульсия доставляются на дорогу автогудронатором, выполняющим также и функции распределяющей машины. Нормы розлива вяжущего относительно невелики и составляют 0,5-2 л/м². Достаточно большой объем вяжущего в заправочной емкости ав-

тогудронатора при малых расходах обеспечивает длительную работу машины без дозаправки. При необходимости, вопросы оперативной дозаправки автогудронатора непосредственно на месте проведения работ решаются посредством доставки вяжущего автобитумовозом и перекачки его в автогудронатор.

Инертный материал распределяется по поверхности дороги щебнераспределителями. Основное распространение в дорожной отрасли получили две конструктивно различные группы машин.

Машины первой группы сконструированы на тихоходном специализированном шасси и используются в режиме «сплошной» поверхностной обработки дороги при концентрации значительных объемов работ на отдельных участках. Заправка щебнем производится из автосамосвалов на месте проведения работ. Щебнераспределители доставляются на ремонтируемый участок дороги и передислоцируются на другой в кузове автомобиля. Погрузка и выгрузка распределяющих машин производится автокраном. Низкая мобильность щебнераспределителей на тихоходном специализированном шасси ограничивает их применение.

Машины второй группы представляют собой оборудование щебнераспределителя, размещенное на «высоком» быстроходном шасси. Представителем данной группы являются широко применяемые в дорожной отрасли республики щебнераспределители ЦРДС-1400, навешиваемые на

кузов автосамосвалов, а также распределяющие машины французского производства, объединяющие на одном «высоком» шасси оборудование гудронатора и щебнераспределителя. Данная техника отличается высокой мобильностью и предназначена в основном для реализации «локальных» ремонтных воздействий. Концентрация числа дефектов на дороге, характеризующая показателем сосредоточенности работ на захватке в значительной степени определяет продолжительность распределения объема кузова щебнераспределителей. Относительно высокая норма внесения щебня, составляющая 15...30 кг/м² в режиме «сплошной» поверхностной обработки приводит к необходимости частой дозаправки машин щебнем, которая производится вне объекта.

В основе применяемой технологии заправки щебнераспределителей на «высоком» шасси инертным материалом лежит организация временных приобъектных складов, на которых накапливается необходимый объем щебня. Приобъектные склады организуются на открытых площадках. Щебнераспределитель, проводя распределение материала, уходит с места проведения работ на приобъектный склад, где загружается посредством одноковшового фронтального погрузчика.

При определении площади приобъектного склада следует иметь в виду, что возможна только боковая загрузка кузова щебнераспределителя. Загрузке спереди препятствует кабина базового автомобиля, сзади - оборудование щебнераспределителя с площадкой управления. Боковая загрузка щебнераспределителя, осуществляемая фронтальным погрузчиком (как правило, ТО-18, 28) требует определенной зоны для маневрирования обеих машин, что существенно влияет на увеличение площади приобъектного склада. Кроме того, на приобъектном складе зачастую работает автогрейдер, обеспечивающий перемешивание щебня

для сушки его при неблагоприятных погодных условиях.

Проведенный анализ позволил выявить ряд существенных недостатков, присущих технологии загрузки распределяющих машин на приобъектных складах (площадках):

1. Резкое снижение производительности всего комплекта машин из-за значительного времени использования ведущей распределяющей машины в режиме транспортной. Отрицательные последствия применяемой технологии возрастают при увеличении расстояния приобъектного склада от места проведения работ;

2. Плохая «приживаемость» щебня на полотне дороги, отрыв его, а следовательно, низкое качество получаемого покрытия. Это объясняется тем, что щебень загрязняется и теряет свою кондицию при дополнительной перегрузке его на приобъектном складе.

Эффективность комплектов машин при реализации поверхностной обработки можно существенно повысить при применении рациональной технологии загрузки щебнераспределителя. В основу технологии должно быть положено требование загрузки щебнераспределителя непосредственно на месте проведения работ.

Низкой эффективности развертывания приобъектного склада на дороге в непосредственной близости от места проведения работ способствует сложившаяся ширина имеющихся дорог, не обеспечивающая габаритных возможностей размещения склада и необходимой зоны для маневрирования фронтального погрузчика при загрузке щебнераспределителя. Также, при высокой производительности комплекта машин для поверхностной обработки дороги расстояние между механизированным комплектом и приобъектным складом быстро изменяется. Это потребует через некоторое время ухода щебнераспределителя с места проведения работ для загрузки и, следовательно, приведет к резкому увеличению непроизводительных потерь времени.

Наиболее рационально производить загрузку из кузова автосамосвала, привозящего щебень к месту проведения работ, в кузов щебнераспределителя ведущей машины, минуя промежуточную операцию складирования щебня на площадку и операцию по его погрузке с площадки в кузов щебнераспределителя. Более предпочтительной является работа в режиме перегрузки на объекте.

Сложность реализации такой технологии на основе сложившихся в отрасли технологических подходов для щебнераспределителей, смонтированных на быстроходном автомобильном шасси, объясняется отсутствием специальных механизмов, позволяющих обеспечить операцию перегрузки на объекте. Применение однокошвого фронтального погрузчика (ТО-18, 28) в режиме перегрузки невозможно, поскольку не существует технологии загрузки ковша фронтального погрузчика непосредственно из кузова автосамосвала, а габариты существующих автомобильных дорог не позволяют погрузчику выполнить необходимые маневры для боковой загрузки щебнераспределителя.

Проведенный анализ позволяет сформулировать требования к средствам механизации, реализующим технологию заправки щебнераспределителя в режиме перегрузки. Средства механизации должны:

- обеспечивать прием щебня из кузова автосамосвала, следующего по параллельной полосе, и подъем щебня в кузов щебнераспределителя;

- следовать за щебнераспределителем в автономном режиме, либо быть частью его конструкции;

- обеспечить свободное маневрирование автосамосвалов с наименьшими помехами движению транспорта по полосе обезда.

Реализация приведенных требований обеспечивается соответствующими конструктивными решениями «Перегрузчика». Возможны два принципиально различных способа подачи материала из кузова автосамосвала в кузов щебнераспределителя: непрерывный и циклический.

При непрерывном способе «Перегрузчик» должен быть оснащен бункером для приема щебня из кузова автосамосвала и механизмом для подачи его в кузов щебнераспределителя. Процессы приема щебня в бункер и подачи в кузов щебнераспределителя могут быть совмещены во времени. Такое совмещение позволяет не увязывать объем приемного бункера «Перегрузчика» с объемом кузова автосамосвала. Основным механизмом, обеспечивающим подачу материала в кузов щебнераспределителя является ленточный конвейер, для которого приемный бункер выполняет роль питателя. Реальный объем бункера может составлять 2...3 м³. Бункер должен оснащаться автономными ауттригерами, либо жесткими опорными колесами для опоры на полотно дороги при выполнении операции перегрузки. Данное конструктивное решение обосновано тем, что при поднятом кузове автосамосвала масса щебня, перемещаясь вниз,

создает вертикальную нагрузку на приемный бункер. Учитывая, что доставка щебня на место проведения работ может осуществляться машиной любой марки из гаммы автосамосвалов: МА3-5551 (грузоподъемность 10 т), МА3-5516 (грузоподъемность 20 т), МЗКТ-6515 (грузоподъемность 21 т), полуприцепами МА3-9506 (грузоподъемность 24 т), конструкция бункера и его опорных элементов должна иметь соответствующую жесткость. Поскольку максимальная емкость щебня распределяющей машины может достигать 12 м³ (емкость кузова машины для поверхностной обработки «Чипсилер 40» французской фирмы «Секмэр» и самосвала МЗКТ-6515), а емкость приемного бункера «Перегрузчика» - 2...3 м³, операцию перегрузки следует производить в стационарном режиме при остановленных щебнераспределителе, «Перегрузчике», автосамосвале, так как рассогласование скоростей этих машин в случае движения приводит к ссыпанию щебня на дорогу и срыву работ.

Требование движения самосвалов со щебнем и «Перегрузчика» по параллельной полосе исключает опасность повреждения свежееуложенного покрытия. Для реализации этого требования «Перегрузчик» должен быть оснащен ленточным конвейером, система управления и габариты которого могут обеспечивать передачу щебня из «Перегрузчика», находящегося на одной полосе в щебнераспределитель, находящийся на другой полосе дороги.

На основе изложенного оборудование «Перегрузчика» непрерывного действия должно состоять из бункера-питателя емкостью 2...3 м³, оснащенного автономными опорами, конвейера, поднимающего материал на уровень кузова автомобиля (2...2,5 м) и конвейера, обеспечивающего подачу материала в кузов щебнераспределителя, находящегося на параллельной полосе на высоту 2,8...3,5 м.

Количество автосамосвалов, доставляющих щебень на объект, рассчитывается исходя из времени цикла ведущей машины, которое включает время распределения емкости кузова щебнераспределителя и время загрузки инертным материалом. Технологическая скорость распределения материалов составляет 3...5 км/ч. Для исключения простоев ведущей машины в ожидании погрузки необходимо, чтобы «Перегрузчик» перемещался по параллельной полосе (обочине) со скоростью большей или равной скорости распределяющей машины. К моменту окончания

операции распределения кузова щебня ведущей машины («Перегрузчик») сможет занять рабочую позицию для приема щебня, доставляемого автосамосвалом и произвести операцию перегрузки материала в кузов щебнераспределителя.

Для перемещения по трассе «Перегрузчик» должен навешиваться на собственное шасси, обеспечивающее скорость до 20 км/ч. В качестве шасси могут использоваться как специализированные шасси, так и универсальные тракторные шасси.

Наиболее приспособленной базовой машиной для создания («Перегрузчика»), удовлетворяющего сформулированным требованиям, может служить погрузчик непрерывного действия ТМ-3 производства концерна «Амкодор». В этой машине необходима замена фрезерного питателя на бункер-питатель. Машина выполнена как дорожная и отвечает требованиям дорожно-строительной отрасли по скоростным и энергетическим параметрам (трансмиссия - гидростатическая; скорость рабочая - 0...5,9; транспортная - 0...24 км/ч). Производительность конвейерного оборудования на сыпучих материалах с плотностью 900...1600 кг/м³ - 200м³/ч, обеспечивает загрузку кузова емкостью 12 м³ распределителя «Чипслер 40» за 3,6 мин.

Оборудование «Перегрузчика» непрерывного действия, включающее бункер-питатель, конвейеры может быть размещено на тракторах и прицепных шасси, обладающих необходимыми габаритными возможностями.

«Перегрузчик» может быть также выполнен в качестве штатного оборудования распределяющей машины. Достоинства и недостатки такого решения должны рассматриваться при разработке конкретной машины.

Циклический способ подачи щебня в кузов щебнераспределителя предполагает доставку материала транспортными средствами на место проведения работ и перегрузку его порциями из кузова транспортного средства в кузов щебнераспределителя.

Организационно-технически циклический способ может быть реализован посредством оснащения кузова транспортной машины съемными контейнерами для сыпучих материалов и наличием кранового оборудования на месте проведения работ. Объем контейнера должен быть увязан с грузоподъемностью применяемого кранового оборудования. Поскольку ведущая распределяющая машина перемещается по захватке по мере распределения материала, а также может оперативно переезжать на другую захватку после завершения работ, должен применяться кран на автомобильном шасси. Возможен вариант оснащения подъемно-транспортным оборудованием (например, гидроманипулятором) распределяющей машины.

Согласно данной технологии производства работ щебень загружается в контейнеры на заводе, либо на любом промежуточном складе. Возможна загрузка щебня в контейнеры, находящиеся на платформе автомобиля и на опорной поверхности. В обоих случаях на складе загрузка производится посредством одноковшового

фронтального погрузчика. На заводе загрузка может производиться непосредственно из бункера. Далее, щебень в контейнерах транспортируется к месту проведения работ.

На параллельной с щебнераспределителем полосе находится автомобильный кран. При загрузке щебнераспределитель и кран останавливаются, контейнеры один за другим снимаются с платформы транспортного средства, разгружаются в кузов щебнераспределителя и ставятся обратно на платформу. После загрузки щебнераспределитель продолжает работу, транспортное средство с пустыми контейнерами уходит на склад, кран перемещается на предполагаемое место следующей загрузки. Аналогично будет производиться загрузка щебнераспределителя посредством подъемно-транспортного оборудования, установленного непосредственно на щебнераспределителе.

При использовании контейнеров могут применяться не только автосамосвалы, но и бортовые автомобили, тракторные прицепы.

Применение контейнеров позволит сохранить высокую кондицию щебня при его транспортировании к месту проведения работ.

Предложенные варианты организации доставки щебня к месту проведения работ и его загрузки в щебнераспределитель позволят обеспечить существенное увеличение производительности комплектов машин для поверхностной обработки автомобильных дорог, высокое качество проведения работ.

Событие

И МОЖЕТ СОБСТВЕННЫХ НЬУТОНОВ?..

Дебют белорусских школьников на Всемирном смотре научного и инженерного творчества юных (Intel ISEF), финал которого состоялся 7 - 13 мая с.г. в Детройте (США), увенчался успехом. Впервые представляя Беларусь в самом престижном и широкомаштабном конкурсе юных талантов, Давид Змейков, Илья Малаховский и Сергей Марковский вернулись домой с высокими наградами.

Десятиклассники минской школы № 41 Илья Малаховский и Сергей Марковский получили третий приз в секции «Математика» (в категории «Командный проект») за свою работу «Метод возведения действительных чисел в рациональную степень и его компьютерная реализация».

Третье место в этой же секции завоевал и одиннадцатиклассник лица при БГУ из Барановичей Давид Змейков, представивший в Детройте свою работу «Теория среднего. Понятие надсреднего».

По словам Екатерины Пазюры (представителя БГУ, сопровождавшего ребят в США), столь блестящие результаты выступления наших школьников в Intel ISEF'2000 стали приятной неожиданностью для всей делегации.

Как подчеркнул менеджер по академическим программам Intel в странах Восточной Европы Камилль Исаев, со своей задачей белорусские школьники справились блестяще.

Всемирные смотры инженерно-

го и научного творчества школьников проводятся ежегодно, начиная с 1950 года. Они носят характер научной конференции, организуемой по всем правилам подобных мероприятий для взрослых. Престижность наград, вручаемых на ISEF, такова, что их порой именуют Нобелевскими премиями для школьников.

В финальной части Intel ISEF'2000 участвовали 1,2 тысячи школьников из 45 стран Северной и Южной Америки, Европы, Азии, Африки, а также Австралии. Право на поездку в Детройт оспаривали более 3 млн. учащихся в возрасте от 14 до 18 лет. Белорусы оказались в этом списке впервые.

НОВЫЙ СПОСОБ ТОКАРНОЙ ОБРАБОТКИ НЕЖЕСТКИХ ДЕТАЛЕЙ

В.А. БУРСКИЙ,

кандидат технических наук, доцент, генеральный директор БелОМО

Обработка маложестких деталей с большим отношением длины к диаметру ($l/d > 30$) связана с большими трудностями. Деталь в процессе обработки с растяжением в пределах упругости обрабатываемого материала от воздействия сил инерции и трения в подшипниковых узлах приспособления, установленного на пиноли задней бабки и предназначенного для растяжения детали, скручивается и теряет свои качественные характеристики. Не исключены случаи разрушения нежесткой детали при ее скручивании для обрабатываемых диаметров менее 3 мм.

Поэтому в процессе обработки нежесткую деталь «связывают» с жестким звеном, установленным параллельно детали посредством двух пар паразитных шестерен, кинематически связанных между собой [1].

Все эти дополнительные операции снижают производительность процесса обработки нежестких деталей не менее чем в 2 раза по сравнению с использованием обработки без применения жестких звеньев.

Однако, обрабатывать весьма маложесткие детали без растяжения и без использования дополнительных жестких связей практически невозможно.

Известно устройство для токарной обработки нежестких деталей с растяжением детали в пределах упругости обрабатываемого материала, в котором деталь устанавливают в двух обращенных друг к другу токарных патронах [2]. Саму деталь устанавливают с возможностью колебательного движения в осевом направлении для облегчения процесса стружкодробления.

Недостатком известного устройства для токарной обработки является отсутствие возможности обрабатывать детали малой жесткости, с отношением длины к диаметру большим 30.

Известный способ токарной обработки нежестких деталей с растяжением детали в пределах упругости обрабатываемого материала, при

котором нежесткую деталь связывают кинематической цепью с жестким звеном за счет двух пар зубчатых колес, жестко прикрепленных к патронам и задней бабки станка [1] отличается невысокой производительностью. В результате экспериментов повышение производительности обработки было достигнуто тем, что нежесткую деталь связывают кинематической цепью с жестким звеном. В качестве последнего использовали дополнительную заготовку, и обработку нежесткой детали и жесткого звена вели одновременно на различных скоростях (V) и глубинах (t) резания, но с одинаковой подачей (S). Введение в кинематическую цепь дополнительной жесткой заготовки, обеспечило возможность повышения производительности процесса резания не менее, чем в 2 раза по сравнению с использованием известных технических решений, позволила построить простую кинематическую связь между двумя суппортами, в которых установлены режущие инструменты [3].

На рис.1 приведена схема токарной обработки нежестких деталей. Позицией 1 обозначена нежесткая деталь, 2, 3 – токарные патроны соответственно передней и задней бабок станка, 4, 5 – шестерни, жестко прикрепленные соответственно к токарным патронам передней (2) и задней (3) бабок станка. Позициями 6 и 15 обозначены режущие инструменты, установленные в резцедержателях 7 и

16. Зубчатое колесо 4 связано с зубчатым колесом 8 и патроном 10. Через дополнительную заготовку 14 жестко связаны в единую цепь патрон 11, колеса 9 и 5. Способ токарной обработки реализуется следующим образом.

Обрабатываемую деталь 1 устанавливают в обращенных друг к другу токарных патронах 2 и 3, и к детали 1 прикладывают растягивающее усилие P_p .

В токарных патронах 10 и 11 устанавливают (без растяжения) дополнительную жесткую заготовку 14. Режущие инструменты 6 и 16 настраивают на определенные глубины резания t_1 и t_2 , причем t_2 заведомо больше t_1 . Выбирают подачу S в зависимости от требуемой шероховатости обработанной поверхности при всем при том, что, чем меньше подача, тем ниже шероховатость.

Выключают привод главного движения станка (приводной патрон 2) и движение подачи S . Деталь 1 и жесткую заготовку 14 обрабатывают по длине образующей до требуемого размера. Скорости резания V_1 и V_2 различны ввиду того, что при одинаковом числе оборотов n_{d1} и n_{d2} диаметры детали 1 и жесткой заготовки 14 различны, а скорость резания определяется из соотношения:

$$V_1 = \frac{\pi d_1 n_{d1}}{1000} ; \quad \frac{\pi d_2 n_{d2}}{1000} ,$$

где d_1 и d_2 – соответственно диаметры детали и жесткой заготовки, а n_{d1} и n_{d2} – число оборотов детали и жесткой заготовки.

После окончания процесса резания выключают подачу и привод главного движения. Деталь освобождают от растягивающего усилия, снимают ее со станка. Затем снимают жесткую заготовку 14.

При длине обрабатываемой нежесткой детали – L_1 и обрабатываемой жесткой заготовки $L_2 = 400$ мм; наружных диаметрах нежесткой детали $d_1 = 6$ мм и жесткой заготовки $d_2 = 20$ мм, глубине резания $t_1 = 1$ мм

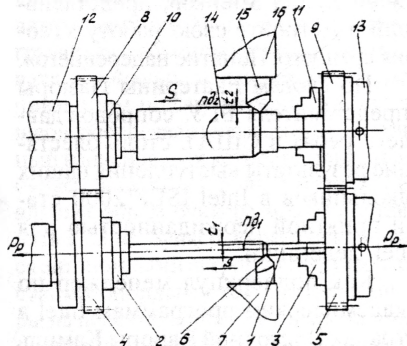


Рис. 1. Схема одновременной обработки двух деталей с компенсацией угловых деформаций.

и $t_2 = 3$ мм, подаче $S = 0,15$ мм/об; и $n_{d1,2}$ – числе оборотов в минуту приводного кулачкового патрона $n = 600$ об/мин; скорость резания детали составит:

$$V_1 = \frac{\pi d_1 n_{d1}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 6 \cdot 600}{1000} = 11,3 \text{ м/мин};$$

а скорость резания жесткой заготовки:

$$V_2 = \frac{\pi d_2 n_{d2}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 20 \cdot 600}{1000} = 37,68 \text{ м/мин.}$$

Таким образом, использование в качестве жесткого звена дополнительной заготовки позволяет повысить производительность процесса обработки почти вдвое по сравнению с известными техническими решениями. Кроме того, можно контролировать глубину резания t_a в широком диапазоне с получением требуемой точности геометрии в продольном направлении детали и шероховатости обрабатываемой поверхности.

Литература

1. Бурский В.А., Карпушин В.А. *Обработка нежестких деталей приборов*. М.: Минскийпроект, 1998, стр. 203-204, рис. 4.3 и 4.4.
2. Устройство для токарной обработки нежестких деталей. А.с. СССР № 1007834 кл. В23В 1/00 /Карпушин В.А., Ивагин Э.Я., Гаверлов В.М., Пашикевич Е.И./ Оpubл. в Б.И., 1983, №12.
3. Способ токарной обработки нежестких деталей / Бурский В.А., Карпушин В.А., Маслаков В.Н./ Положительное решение от 11.01.2000г. по заявке на патент РБ № а1999.05.31 от 27.05.1999г.

Семинары

БЕЗОПАСНОСТЬ И ДОЛГОВЕЧНОСТЬ

Белорусское общество инженеров-механиков в мае 2000 года провело семинары «Неисправности в работе котельных установок, трубопроводов пара и горячей воды, их предупреждение и устранение» и «Технология порошковой металлургии и нанесения защитных покрытий».

С докладом «Качество обслуживания и ремонта как профилактики аварийности и травматизма в котельном хозяйстве» выступил Корольков Даниил Иванович – зам. Председателя Проматомнадзора при МЧС РБ; о неисправностях в работе промышленных водогрейных и паровых котельных установок, их предупреждении и устранении рассказал Марковский Петр Степанович – нач. отдела перспективных работ Минскомунтеплосети.

«Влияние качества строительных-монтажных работ на состояние трубопроводов тепловых сетей» было темой доклада Григорьева Вячеслава Сергеевича – зам. Главного инженера по ремонтам Минских теплосетей. Об организации и проведении котлоочистительных работ поделился опытом Коледа Иван Иванович – зам. директора ПО «Белкотлоочистка».

С интересным анализом «Основные факторы и причины выхода из строя котельных установок и трубопроводов пара и горячей воды» ознакомил присутствующих Гаиров Михаил Чингизович – ведущий эксперт по котлонадзору.

О работе службы главного энергетика завода отопительного оборудования по предупреждению и устранению неисправностей в работе котельных установок и трубопрово-

А. ЗУЕВ,

председатель ЦП ОО «БОИМ»

дов пара и горячей воды сообщил Запольский Эдуард Генрихович – главный энергетик Минского завода отопительного оборудования.

Анализ выявленных отказов в работе импортных и отечественных бытовых котельных установок и пути их устранения привел в своем выступлении Кайрович Вячеслав Альбинович – главный конструктор Минского завода отопительного оборудования.

Актуальную тему по оценке фактического состояния металла и сварных соединений трубопроводных систем методами неразрушающего контроля раскрыл Михайлюк Игорь Алексеевич – к.ф.-т.н., зам. директора ЗАО НПП «Критерий».

С большим вниманием участники семинара отнеслись к вопросу организации безопасной эксплуатации котельных установок и трубопроводов пара и горячей воды, который осветила Будницкая Людмила Михайловна – ведущий гос. инспектор по котлонадзору и подъемным сооружениям Проматомнадзора.

В дискуссии по докладам и литературе, которая была вручена на семинаре, слушатели получили ответы на интересовавшие их вопросы.

Семинар «Технология порошковой металлургии и нанесения защитных покрытий» открыл и выступил с докладом «Основные направления НИОТР в НИИ порошковой металлургии» директор НИИ Ильющенко А.Ф.

О состоянии порошковой металлургии за рубежом рассказал к.т.н., зав. отделением Звонарев Е.В. Он же сделал обзор деталей общемашиностроительного назначения, полученных методами порошковой металлургии, и о сверхтвердых мате-

риалах в Республике Беларусь.

О магнитомягких ферритах доложил к.т.н., зав. НИЛ Барай С.Г.

Упрочнении деталей машин методами электрофизической обработки было темой доклада к.т.н., зав. НИЛ Чигриновой Н.М.

О новых высокоэффективных пористых порошковых материалах различного назначения сообщил к.т.н., зав. НИЛ Пилинович Л.П.

О композиционных проницаемых материалах – к.т.н., зав. НИЛ Александров В.М.

О применении высокопористых ячеистых материалов в промышленности – к.т.н., вед.н.с. Леонов А.Н.

С докладом «Тепловые трубы с порошковой капиллярной структурой как элементарная база высокоэффективных теплообменных устройств» выступил к.т.н., вед.н.с. Мазюк В.В., «Получение порошковых изделий и покрытий с использованием электроконтактного и индукционного нагрева» – к.т.н., вед.н.с. Гафо Ю.Н.

Участников семинара ознакомили с:

нанесением защитных покрытий как методом упрочнения и восстановления деталей, д.т.н., зав. отделением Ивашко В.С.;

газопламенным напылением покрытий на детали машин, зав. НИЛ Манойло Е.Д.;

упрочнением режущего инструмента, к.т.н., зав. НИЛ Лойко В.А.; химико-термической обработкой деталей машин, зав. НИЛ Беляев А.В.;

электродуговыми методами нанесения покрытий, к.т.н., зав. НИЛ Изюитко В.М.;

о плазменном напылении биокерамики рассказал, к.т.н., вед.н.с. Шевцов А.И.

Была проведена экскурсия по отделению физико-химических мето-

дов исследований. Пояснения давал к.т.н., зав. отделением Чекан В.А.

Во время семинара проводились консультации о возможностях НИИПМ к изготовлению деталей по заказам предприятий. Так, представитель Минского тракторного завода предложил ученым разрабо-

тать и освоить три детали с особыми свойствами для нового трактора. Ученые положительно отнеслись к этому предложению. Мы это также отнесем в актив ОО «БОИМ», цель которого способствовать внедрению достижений научно-технического прогресса в производство.

В этом году мы планируем провести семинары по тематике КИПиА, системам регулирования арматуры, а также по разработке паспортов трубопроводов четвертой категории.

Предлагаем вниманию читателей выступления некоторых участников семинаров.

В ЧЕМ НАДЕЖНОСТЬ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ?

Сейчас, когда в разгаре лето, период отпусков, вопросы теплоснабжения в сознании некоторых руководителей отходят на второй план. Вот где-то в октябре-ноябре, поближе к холодам, они неотвратимо задумаются о состоянии котельных, бойлеров, теплотрасс, о непроведенных ремонтах... Но осенью организовывать ремонт будет уже поздно.

В это время у экспертов по котлонадзору много работы по приемке после ремонтов или монтажа котлов, сосудов, трубопроводов, и поэтому хватает информации о некачественных или несвоевременных ремонтах энергооборудования.

На каждом предприятии или производственном участке в соответствии с системой плано-предупредительных ремонтов должен разрабатываться график ППР, в соответствии с которым его владельцы должны планировать объемы ремонтных работ с учетом фактической наработки и состояния каждой технической единицы.

В отличие от грузоподъемных кранов или лифтов, где большинство опасных дефектов можно определить при внешнем осмотре, о состоянии котлов, сосудов и трубопроводов можно судить лишь косвенно, с помощью приборов или по ухудшению технико-экономических показателей, так как они покрыты теплоизоляцией, а состояние основного металла и сварных швов неизвестно.

Даже при отличном внешнем виде и кажущемся, на первый взгляд, порядке в котельной, это оборудование может таить в себе угрозу.

Значительная часть энергетического оборудования Белорусской энергосистемы отработала расчетный срок службы, но остается в эксплуатации, подвергаясь периодическому техническому диагностированию. У промышленных котлоагрегатов, где расчетный ресурс определяется заводами-изготовителями в 15-20 лет, фактический срок эксплуатации также значительно больше.

Финансовое положение многих

М. ГАЙБОВ,
главный эксперт
Проматомнадзора



предприятий не позволяет своевременно менять оборудование или проводить его реконструкцию. В таких условиях вероятность аварии или несчастного случая может повышаться или даже стать реальностью.

В сложившихся условиях основным способом поддержания объектов в удовлетворительном состоянии является своевременное техническое диагностирование и ППР с целью выявления и устранения возможных дефектов.

Стремясь снизить свои немалые расходы по ремонту объектов, некоторые организации обращаются в Проматомнадзор с целью получить собственные лицензии на право ремонта объектов котлонадзора. Имея в своем распоряжении определенный набор сварочного оборудования, несколько станков, а также горячее желание, они надеются силами двух-трех сварщиков и слесарей под руководством мастера или технолога выполнять ремонты потенциально опасного оборудования. К сожалению, многие из них не справляются с поставленной задачей.

При экспертных обследованиях таких новоявленных «ремонтников» эксперты часто обнаруживают отсутствие производственных условий и даже основополагающих документов — «Правил...», руководящих технических документов, технологических указаний, производственных инструкций.

Далеко не все ремонтные организации смогут предъявить при про-

верке инвентарные центраторы для стыковки торцов труб перед сваркой или приспособлений для контроля прогонкой шаром поверхностей нагрева котлов при их изготовлении и ремонте. Порой умудряются предназначенные для этого стальные шары заменить на гетинаксовые.

Не все ремонтные организации имеют печи для проковки электродов перед их применением, стелы с манометрами для гидравлических испытаний объектов или установки для вентиляции при сварке в замкнутых пространствах: топках котлов, барабанах, камерах, колодцах.

Остается открытым вопрос очистки снаружи и внутри перед сваркой околошовной зоны трубопроводов тепловых сетей, особенно — при аварийных ремонтах.

Используя трубы, фасонные элементы и листовую сталь сомнительного качества, а также сварочные материалы без проверки их технологических свойств, невзирая на отсутствующие или «липовые» сертификаты, не умея должным образом организовать сборочно-сварочные работы и даже оформить сварочную документацию, такие фирмы пытаются подменить собой специализированные организации.

Эксперты по котлонадзору в процессе приемки объектов котлонадзора после ремонтов или монтажа периодически выявляют нарушения «Правил...» различного характера, что неизменно приводит к запрещению эксплуатации и к повторному техническому освидетельствованию.

Порой ремонтники попадают в просак, купив трубы и фасонные элементы нужного диаметра и марки стали, не имеющие сертификат или свидетельство об изготовлении и без входного контроля, смело пуская их в производство. Очень часто без согласования с проектной организацией или Проматомнадзором при ремонтах котлов или трубопроводов пытаются применить сварные трубы вместо бесшовных, спираль-

ношовные – вместо прямошовных, а также трубы, не имеющие маркировки, не прошедшие неразрушающий контроль или обязательные механические испытания. Такие случаи выявлялись и пресекались экспертами практически на всех электростанциях Белорусской энергосистемы, а также при прокладке тепловых сетей силами п/п «Минские тепловые сети», треста № 15 «Спецстрой», комбината «Минкстрой», п/п «Минскэнергоспецремонт», УДМСИБ Мингорисполкома. Эти организации выполняют большие по объему работы по прокладке или замене трубопроводов сетевой воды IV категории, которые не подлежат регистрации, а следовательно и освидетельствованию представителями Проматомнадзора.

Однако все ранее допущенные нарушения Правил всплывают при обращении таких организаций за лицензиями и при работах на трубопроводах пара и горячей воды III категории, подлежащих регистрации.

При обследовании трубопроводов пара и горячей воды в п/п «Минские тепловые сети» и «Минскэнергоспецремонт» было выявлено много существенных нарушений «Правил...», норм и инструкций. Так, в лабораториях металлов и сварки этих организаций на протяжении многих лет не сохраняются, как положено, вторые экземпляры отчетной сварочной документации.

Мелкие организации, осуществляющие монтажные работы на трубопроводах IV категории с установкой приборов учета тепла, в большинстве случаев имеют смутное представление об отчетной сварочной документации, которую следует оформлять на трубопроводах согласно требований РТМ по сварке. А это значит, что качество выполнения работ и надежность этих трубопроводов в дальнейшем не гарантируются.

Даже ОАО «Белэнергоремналадка», которое признано в нашей республике головной организацией по котлам и трубопроводам, время от времени допускает случаи неудовлетворительного или некачественного ремонта.

Так, при ремонте котла ДКВР 10/13 Борисовской котельной Жодинской ТЭЦ при замене труб поверхностей нагрева был допущен перегрев основного металла барабана этого котла.

Из-за нарушений технологии сварки мест эрозии внутри сосуда ПВД № 3 ТГ № 2 Минской ТЭЦ-3 произошло коробление (деформация) стенки сосуда, после чего на

зону коробления была снаружи приварена «укрепляющая» накладка, не предусмотренная ни конструкцией сосуда, ни расчетами, но прикрывающая деформированный участок.

Были также выявлены многочисленные нарушения при замене труб водогрейного котла ПТВМ-50-1 РТС-5 Минтеплосетей, при переводе в водогрейный режим котлов ДЕ-6,5 НИИ радиационной медицины в Аксаковшине и др.

Неоднократно, по 2-3 раза предъявлялись экспертам к техническому освидетельствованию котлы, сосуды и трубопроводы Минской ТЭЦ-3, Светлогорской ТЭЦ, Гомельской ТЭЦ-2, Могилевской ТЭЦ-2, предприятий, эксплуатирующих тепловые сети, и др. предприятий.

Причины повторного предъявления – чаще всего организационно-технического характера. Это – некачественная очистка котлов от отложений, неполное удаление внутренних устройств котлов и сосудов, мешающих осмотру, неполное техническое диагностирование и самое опасное – невыявление, пропуск дефектов при техническом диагностировании и поэтому не устраненных при ремонтах.

Правила требуют, чтобы при каждом предъявлении объектов к техническому освидетельствованию ответственные лица предприятий, назначенные приказом, сами производили внутренние и наружные осмотры с целью выявления и последующего устранения дефектов. Если же оказалось, что дефектов нет или они устранены, можно вызывать представителей Проматомнадзора. Однако на практике они это часто делают формально, а в паспорта вносят записи, что якобы «дефектов, снижающих прочность, не обнаружено», т.е. расписываются в собственном бессилии в технических вопросах. После этого вряд ли можно назвать «удовлетворительным» ведомственный надзор за состоянием объектов котлонадзора на некоторых электростанциях концерна «Белэнерго» и на предприятиях тепловых сетей.

Как известно из «Правил...», применяемые при монтаже и ремонте элементы котлов, сосудов, трубопроводов должны иметь свидетельства об изготовлении, подтверждающие их качество, а также соответствующую маркировку. Это не всегда соблюдается. Некоторые электростанции Белорусской энергосистемы пытались сэкономить и не покупать продукцию у признанных заводов-изготовителей объектов котлонадзора таких, как ОАО «Белэнергоремналадка» и ОАО «Центроэнергомонтаж». Однако это выявля-

лось при освидетельствованиях экспертами и приводило к запрещению на эксплуатацию оборудования.

Постепенно выход был найден и некоторые электростанции (Новополоцкая ТЭЦ, Лукомльская ГРЭС, Минская ТЭЦ-4 и др.) после проведения определенных мероприятий получили лицензии на право изготовления без применения сварки таких несложных элементов, как бобышки, штуцеры, донышки, переходы, фланцы. С получением лицензий Проматомнадзора они получили соответствующее право наносить свою маркировку на эти изделия.

Должен сказать, что при наличии маркировки и свидетельств об изготовлении при приобретении элементов котлов и трубопроводов им необходимо проводить входной контроль.

Некоторые начальники промышленных и отопительных котельных не уделяют должного внимания химлабораториям, контролирующим водно-химический режим. Бывает, что, не имея реактивов, не проводя анализы, лаборантки в своих журналах отмечают «норму».

Частую в котельных деаэраторы работают с заниженной температурой, как питательные баки, в результате чего агрессивные газы не удаляются из воды. При повышенном солесодержании котлы быстро заносятся отложениями и их надо останавливать, на ремонт с заменой труб поверхностей нагрева. Сомнительная экономия на реагентах для химводоочистки часто приводит к большим последующим расходам по замене дефектных труб.

Когда все же отложения в котлах обнаружены, их всегда надо удалять, но прежде следует произвести химанализ и разработать технологию химочистки, иначе котел можно привести в негодность.

Так, из-за несоблюдения технологии химической очистки работниками АП «Минскифит-3» в трубах конвективного пучка котла Е-1/9 Слуцкого ГПО ЖКХ образовались поры, язвы, утонение и ломкость концов и другие внешние признаки воздействия кислоты на металл.

Надо помнить, что нередко в трубах на поверхностях нагрева остаются старые отложения, не поддающиеся даже многократным кислотным промывкам. По этой причине пришлось менять трубы котла ГМ-50 пускорезервной котельной Минской ТЭЦ-5 Пуховичского района даже при небольшом их утонении.

Общеизвестно, что качество вы-

полняемых сборочно-сварочных работ в заводских условиях будет выше, чем в условиях монтажа или ремонта.

В каких же условиях работают ремонтники на энергетических объектах? Комфортными их не назовешь. Об этом говорит хотя бы состояние их спецодежды и средств защиты.

В рабочей зоне, как правило, большие тепловые излучения, сквозняки, шум, вибрация, пыль, грязь. Сварщики, резчики, слесари вынуждены работать в стесненных условиях, на высоте, при плохом освещении, слабой вентиляции. Поэтому надо помнить, что качество ремонтов, а, следовательно, и надежность агрегатов в последующем будет зависеть не только от оснащенности, но и от производственных условий в ремонтной организации.

После удаления теплоизоляции и обмуровки в процессе ремонта может быть обнаружено значительное количество дефектов, не предусмотренных первоначальными объемами работ. Вот почему ремонтники должны действовать в тесной взаимосвязи с лабораториями, осуществляющими контроль качества металла и швов.

Для повышения качества монтажных и ремонтных работ, проводимых в теплосиловом хозяйстве, необходимо:

1. Обеспечить строгий контроль за соблюдением графиков ППР, своевременно производить диагностику, внутренние осмотры, промывку, очистку, наладку и др. регламентные работы в зависимости от состояния оборудования.

2. К производству работ на ответственном оборудовании допускать только организации, имеющие лицен-

зии, производственную базу, которые в состоянии осуществлять входной, операционный, приемочный контроль, а также способные нести свои гарантийные обязательства в случаях последующих рекламаций или аварий.

3. Не допускать к применению трубы, фасонные и др. элементы, сварочные материалы без маркировки, сертификатов или с неполными сертификатными данными, а также имеющие дефекты, выявленные при входном контроле.

4. Не допускать случаев неполной замены дефектных элементов, необоснованного ухода от ранее запланированных работ.

Соблюдение указанных условий будет способствовать сохранению удовлетворительного состояния действующего теплотехнического оборудования систем теплоснабжения.

ВЛИЯНИЕ КАЧЕСТВА СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫХ РАБОТ НА НАДЕЖНОСТЬ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ

Основным фактором снижения надежности и долговечности эксплуатируемых трубопроводов тепловых сетей является коррозия металла, которая возникает на поверхности трубы в связи с повышенной влажностью в каналах различного типа в сочетании с положительной температурой от +30 до +50°C.

Из 1.608 выявленных в 1999 году в Минских тепловых сетях системы «Минскэнерго» дефектных мест и участков 1045 - вызваны наружной и 327 - внутренней коррозией.

Обследование этих мест показывает, что при производстве строительно-монтажных работ не соблюдаются требования СНиП и типовых проектных решений, зачастую отражаемых в проектах ссылкой на соответствующие типовые альбомы и детали, которые в большинстве своем отсутствуют на строительной площадке. Не всегда соблюдаются при строительстве и ремонте соответствующие главы СНиП и технологические карты на выполнение таких важных операций как замоноличивание, стыков перекрытий и лотков железобетонных каналов, их гидроизоляция. В ряде случаев некачественно ведется подготовка труб к антикоррозионному покрытию и выполнение антикоррозийной защиты труб и металлоконструкций, устройство тепловой изоляции, засыпка и уплотнение грунта и ряд других операций, касающихся монтажа труб. Положение усугубляется отсутствием приборов

*В.С. ГРИГОРЬЕВ,
зам. главного инженера
Минтеплосетей*



контроля за качеством работ. В результате на стадии строительства закладываются дефекты, влекущие за собой появление коррозии металла труб, разрушение отдельных железобетонных конструкций тепловых камер и каналов.

Так, просадка и разрушение монолитных участков днища каналов сводчатого типа ведет к разрушению самого свода.

Разрушение перекрытий канала происходит ввиду их укладки без учета расположения несущей арматуры.

Микротрещины в защитном слое железобетонных балок перекрытий камер порождают очаги разрушения от коррозии несущих стержней стальной арматуры.

В виду отсутствия четкого требования в проектах оклейки примыканий

гидроизоляционным материалом с последующей защитой от вертикального перемещения грунта при его уплотнении создает условия к затеканию поверхностных вод в местах примыканий канала к монолитным железобетонным опорам и тепловым камерам.

Несоблюдение уклонов между тепловыми камерами приводит к постоянному наличию влаги в них и в канале.

До сих пор строители нарушают условия просушки поверхности каналов перед гидроизоляцией, не выдерживают температуру клеющих мастик, сплошь и рядом допускаются вопиющие факторы использования бетонного раствора из-за несовершенства технологии доставки его на объект и хранения на рабочем месте, а применение самодельных преобразователей ржавчины, имеющих кислую среду, и вызывает разрушение в дальнейшем защитного покрытия и металла трубы.

К ответственным работам таким как приварка скользящих опор и упорных косынок неподвижных опор к трубе допускаются сварщики более низкой квалификации. И, наконец, замена предусмотренных проектом оцинкованных труб на горячее водоснабжение обычными без внутреннего защитного покрытия в целях снижения капиталовложений в строительство, а на самом деле - неоправданная растрата государственных средств.

Все эти дефекты - результат не-

качественного выполнения строительно-монтажных работ в прошлые годы, т.к. все дефекты начинают проявляться через 7-12 лет и в отдельных случаях - более 15 лет.

В настоящее время наличие множества мелких организаций, занимающихся строительством и ремонтом тепловых сетей при отсутствии системы централизованного обучения рабочих строительным специальностям, влечет за собой дальнейшее снижение качества строительно-монтажных работ. Этому также способствует очень непродуманная, на мой взгляд, редакция ныне действующей главы СНиП 3.05.03-85 «Тепловые сети (производство работ)», где вместо более четкого определения технологии производства земляных, железобетонных, гидроизоляционных, теплоизоляционных и других специфических для монтажа тепловых сетей работ приведены ссылки на другие главы СНиП, ГОСТы и ОСТы. При этом в этих документах описание работ для тепловых сетей составляет менее страницы и в разных местах.

В совокупности с отсутствием технологических карт на производство отдельных видов работ по тепловым сетям и содержанием вышеупомянутого СНиП обучить рабочего и качественно выполнять работы практически нет возможности.

В целях повышения надежности

работы тепловых сетей, строящихся и ремонтируемых в настоящее время, считаю целесообразным Министерству строительства и архитектуры, Проматомнадзору, концерну «Белэнерго» и Министерству жилищно-коммунального хозяйства совместно рассмотреть пути повышения качества устройства тепловых сетей и других инженерных коммуникаций, обратив внимание на вопросы разработки и изготовления приборов контроля качества специальных работ в приобъектных условиях.

Требуется изменение отдельных, ранее разработанных и неоправдавших себя технических решений по применению скользящих, неподвижных опор из железобетона на трубопроводах диаметром 500 мм и выше. Следует срочно разработать и применять специальные теплоизоляционные материалы из местного сырья для тепловых сетей с качеством и свойствами аналогичным европейским фирмам «ISOWER», «PAROC» и других как для подземной, так и наземной прокладки, внедрить технологические карты на производство строительно-монтажных работ в тепловых сетях по типу иностранных фирм на предизолированные трубопроводы и технологию эксплуатации тепловых сетей, выполненных бесканально из предизолированных труб, изготовленных по импортной технологии.

Обстановка заставляет ужесточить порядок выдачи лицензии на право производства работ по строительству и ка-

питальному ремонту тепловых сетей, а также повысить уровень специализированного обучения технадзору работников в учреждениях Госстройнадзора по устройству инженерных сетей, уравнив его с надзором за надежностью строительства зданий.

Проблему нормального теплоснабжения населения невозможно успешно решить без внедрения материалов антикоррозийной защиты труб тепловых сетей, изготавливаемых местными заводами, обеспечивающих срок защиты поверхности металла не менее 15 лет (по типу ОС - 51-03), а также более широкого использования неметаллических труб местного производства для устройства теплосетей горячего водоснабжения.

Совместные усилия проектных, эксплуатационных и строительных организаций при строительстве и капитальном ремонте тепловых сетей в области повышения качества работ и применяемых материалов значительно снизят коррозию металла и повысят надежность теплоснабжения наших городов и поселков, сократят затраты на выработку и транспортировку тепла, т.к. в настоящее время ежегодно на замену трубопроводов теплосетей только наше предприятие и подрядные организации в нынешних трудных экономических условиях расходуют 2200 тонн труб, 1060 м³ сборного железобетона, 6800 м³ теплоизоляционных материалов, 220 тонн ГСМ (для раскопки и транспортировки грунта).

МЕТОД НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ ТРУБОПРОВОДНЫХ СИСТЕМ

В настоящее время проблема повышения эксплуатационной надежности и увеличение ресурса безопасной эксплуатации трубопроводных систем приобретает все большее значение.

Долговечность трубопроводов существенно снижается из-за развития технологических дефектов сплошности металла и сварных соединений, а также эксплуатационной повреждаемости, связанной со специфическими условиями работы трубопроводов. Особенно актуально это для паропроводов, эксплуатирующихся в условиях повышенных температур под воздействием напряжений от внутреннего давления, веса трубопроводов и изоляции, теплового расширения и др. причин.

Как известно основными видами неразрушающего контроля металла и сварных соединений являются: визуальный; радиографический; ультра-

*И. МИХАЙЛЮК,
кандидат физико-
математических наук,
ИПП ЗАО «Критерий»*



звуковой; капиллярный; магнитопорошковый; спектральный анализ; измерение твердости; гидравлические испытания; акустическая эмиссия (АЭ) и другие.

Особенностями метода неразрушающего контроля являются:

- 1) его доступность и трудоемкость подготовительных работ;
- 2) возможность при помощи используемого метода получить максимально полную информацию об объекте при минимальных трудозатратах.

В настоящее время в мире наблюдается тенденция сокращения объемов контроля радиографическими методами, в тоже время идет интенсивное развитие методов ультразвукового и акустико-эмиссионного контроля.

Как известно, большинство трубопроводов пара и горячей воды находятся в изоляции, большая часть из них проходит под землей. При использовании традиционных методов контроля, в том числе и ультразвукового, для проведения диагностики трубопровода необходимо: прекратить эксплуатацию объекта; удалить грунт по всей его длине; снять

изоляция по всей его длине; зачистить контролируемые поверхности; провести контроль металла и сварных соединений; восстановить изоляцию; восстановить грунт над трубопроводом.

Исходя из анализа и сравнительной характеристики используемых методов можно отметить, что в отличие от традиционных акустико-эмиссионный метод обладает в десятки, а то и в сотни раз меньшей трудоемкостью подготовительных работ.

Во-первых, не надо прекращать эксплуатацию объекта, диагностика может проводиться на рабочем продукте, более того, в процессе диагностики проводится также гидравлическое испытание.

Во-вторых, не надо удалять грунт по всей длине трубопровода, для установки АЭ датчиков можно использовать колодцы с запорной арматурой, если они расположены в пределах 100 м друг от друга. Если нет, то достаточно выкопать шурфы.

В-третьих, изоляция снимается только в месте установки датчика, а это площадка 100x100 мм.

В-четвертых, поверхность трубы зачищается только под датчиком 50x50 мм.

В-пятых, контроль участка трубопровода длиной 500-600 м занимает не более 1,5-2 часов. Все результаты испытаний фиксируются компьютером, которые в последствии расшифровываются, обрабатываются и дается наиболее полная картина состояния металла и сварных соединений.

В чем же причина такой высокой эффективности метода акустической эмиссии. Остановлюсь на этом подробнее.

Что такое акустическая эмиссия. АЭ – это физическое явление излучения упругих волн в твердом теле при его нагружении. В основе акустической эмиссии лежит возникновение упругих колебаний при разрыве атомных связей в твердом теле или перестройке его кристаллической решетки.

АЭ контроль обычно проводится во время подъема рабочего давления, увеличения уровня жидкости или в период охлаждения установки. В данном случае все развивающиеся дефекты в металле начинают проявлять себя, излучая АЭ волны, которые распространяясь в металле, регистрируются АЭ датчиками, а далее усиливаются и поступают по кабелям в акустико-эмиссионный комплекс. Важно то, что АЭ из-

лучают только развивающиеся, т.е. наиболее опасные дефекты.

При АЭ контроле применяются чувствительные датчики, которые улавливают высокочастотные сигналы, испускаемые дефектами структуры материала, под воздействием постоянной или изменяющейся нагрузки. Сигналы могут исходить из мест локальной перегрузки, где происходит пластическая деформация, от развивающейся трещины, от разрушения продуктов коррозии, различного рода отслоений течи и т.д.

Метод АЭ дает с точностью ± 50 мм местоположение дефекта, что значительно упрощает его поиск и устранение.

При необходимости имеется возможность мониторинга АЭ контроля.

Поскольку датчики обнаруживают АЭ сигналы от дефектов на значительных расстояниях, АЭ метод позволяет осуществлять полномасштабный контроль конструкции, тогда как традиционные методы могут осуществлять только локальный контроль. Например, для диагностики 1000 метров трубопровода требуется 10-14 датчиков. Метод АЭ позволяет осуществлять контроль наиболее опасных промышленных объектов в рабочем режиме.

Практически незаменим метод АЭ при переходе трубопроводов через естественные и искусственные препятствия: железные и автомобильные дороги и реки.

Несколько слов об инженерно-производственном предприятии «Критерий». Оно было создано 10 лет назад. Основной задачей являются диагностика и ремонт объектов повышенной опасности. Имеет более 30 лицензий и разрешений Проматомнадзора Республики Беларусь и Министерства строительства и архитектуры, в том числе на проектирование, техническую диагностику, неразрушающий контроль, пусконаладку: магистральных газо-, нефте-, продуктопроводов; технологических трубопроводов и оборудования; трубопроводов пара и горячей воды; систем газоснабжения; паровых и водогрейных котлов; сосудов, работающих под давлением; грузоподъемных кранов всех типов; резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов; лифтов электрических и гидравлических, строительных подъемников.

ИПП «Критерий» обладает самым мощным в республике акустико-эмиссионным комплексом.

Специалисты нашего предприятия имеют многолетний опыт рабо-

ты на объектах повышенной опасности Республики Беларусь и за ее пределами. С 1989 года мы диагностируем более 200 ед. сосудов, работающих под давлением, 1000 м змеевиков печей нагрева теплоносителя-динила в Могилевском ПО «Химволокно»; более 450 сосудов, работающих под давлением, колонны, реакторы, теплообменники и др., 5000 м технологических трубопроводов, змеевиков печей нагрева на Мозырском нефтеперерабатывающем заводе; водородные рессивера и трубопроводы в Гродненском ГПО «Азот»; более 150 ед. сосудов, работающих под давлением, более 2000 м трубопроводов на Речицком газоперерабатывающем заводе; более 20 единиц реакторов высокого давления, 12000 м трубопроводов пара и горячей воды 3 категории на Новополоцком ПО «Полмир».

В г. Вентспилс (Латвия) мы обслуживаем 2 изотермических хранилища аммиака объемом по 50000 м. куб., 8 наливных емкостей метанола объемом по 3000 м. куб., около 70 км трубопроводов нефти, ракетного топлива, светлых нефтепродуктов, более 100 магистральных переходов газопроводов под ж.д. и автодорогами, 10 блоков ГРС (газораспределительных станций); 8 блоков АВО (аппаратов воздушного охлаждения), 10 единиц резервуаров (склада) метанола в ГП «Белтрансгаз».

Кроме этого, более 1500 сосудов, работающих под давлением, 30000 м трубопроводов, 300 ед. резервуаров мы диагностируем на небольших предприятиях других отраслей Республики Беларусь.

Предприятие «Критерий» постоянно работает над расширением комплекса технологических услуг, связанных с проблемами безопасности и охраны труда на опасных производствах (средства защиты органов дыхания, литература и плакаты по ТБ), и других видов деятельности.

В заключение хотелось бы отметить, что новые технологии в АЭ развиваются очень интенсивно. В настоящее время уже выпущены АЭ комплексы, в которых сигналы от датчиков передаются при помощи радиосигнала, что еще больше упрощает процесс диагностики. Существуют специальные подводные датчики, позволяющие контролировать трубопроводы при переходах через реки. Акустическая эмиссия – это наиболее развивающийся в настоящее время метод контроля.

Для тех, кто не успел подписаться на

ИНЖЕНЕР-МЕХАНИК

Журнал «Инженер-механик» - компас научно-технического прогресса: научные разработки, инженерные решения, эффективность, качество, безопасность.
Подписной индекс 00139.

ВНИМАНИЕ! ЕСЛИ ВЫ ХОТИТЕ ПОЛУЧИТЬ ЖУРНАЛ С ПЕРВОГО НОМЕРА 2000 ГОДА, ПОЖАЛУЙСТА, ПОЗВОНИТЕ ПО ТЕЛ. (017) 226-73-36 И ПОПРОСИТЕ ВЫСЛАТЬ ВАМ СЧЕТ-ФАКТУРУ ПО ФАКСУ.

По договорам
с предприятиями
и организациями

ОО «БОИМ»

**ГОТОВО
ВЫПОЛНИТЬ
РАБОТЫ**

по составлению
(восстановлению)
паспортов трубопроводов
пара и горячей воды
4-й категории, а также
котельных с паровыми
котлами (давление пара
не более 0,07 МПа)
и водогрейными котлами с
температурой нагрева воды
не выше 115° С.

Правление ОО «БОИМ» и редколлегия журнала «Инженер-механик» выражают глубокое соболезнование председателю правления, члену редколлегии ЗУЕВУ А.Б. по поводу преждевременной смерти сына СЕРГЕЯ.

Издания ОО «БОИМ»

220050, г. Минск, ул. Комсомольская, 11-4В
тел./факс 017-226-73-36

1. Правила устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов. ПУБЭМ 0.00.1.08-96.
2. Лицензирование видов деятельности, связанных с объектами повышенной опасности (в вопросах и ответах).
3. В помощь персоналу, обслуживающему котельные установки (в вопросах и ответах).
4. В помощь персоналу, обслуживающему сосуды, работающие под давлением (в вопросах и ответах).
5. В помощь персоналу, обслуживающему трубопроводы пара и горячей воды (в вопросах и ответах).
6. Грузоподъемные краны. Расширение возможностей их применения.
7. В помощь персоналу, обслуживающему компрессорные установки (в вопросах и ответах).
8. Неисправности в работе котельных установок, трубопроводов пара и горячей воды и их предупреждение и устранение (в вопросах и ответах).
9. В помощь персоналу, обслуживающему КИП, арматуру системы регулирования оборудования повышенной опасности.
10. Журнал «Инженер-механик».
11. Методические указания по составлению паспортов трубопроводов IV категории.
12. В помощь персоналу, обслуживающему электроустановки (в вопросах и ответах). В печати.

ИНЖЕНЕР-МЕХАНИК

Компьютерный набор Наталии ПАВЛОВИЧ, верстка и дизайн Елены ЖУЧКЕВИЧ.
Технический редактор Тамара ШУТКО, корректоры Тамара ШУТКО и Павел КОЗЛОВ.
Журнал выходит на русском и белорусском языках, в зависимости от языка авторских оригиналов. Мнение авторов публикуемых материалов может не совпадать с мнением редакции. Заказчики несут ответственность за содержание своих объявлений и рекламы.

Наш адрес: 220141, г. Минск, ул. Жодинская, 4. Тел. 264-43-85. 264-60-10, 226-73-36.

Лицензия ЛП № 245 от 9.03.98 г. Подписано к печати 20.08.2000 г.

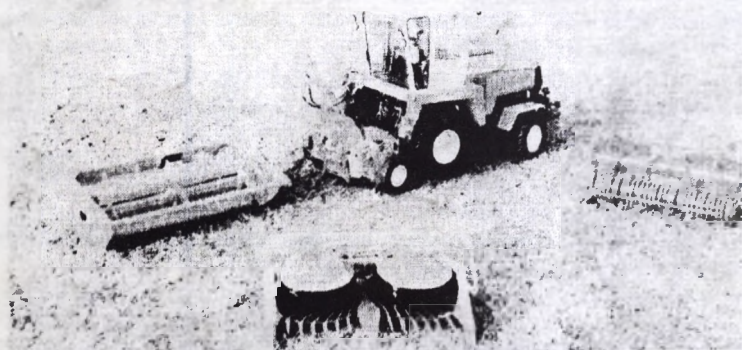
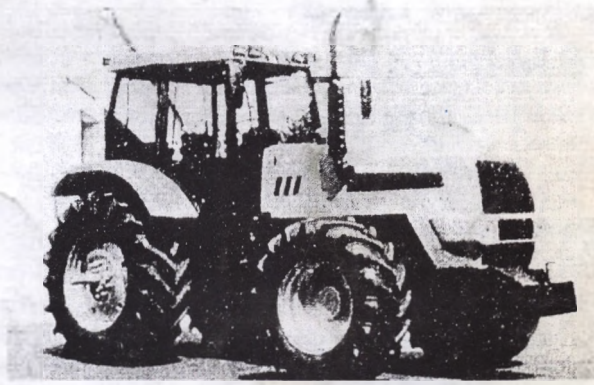
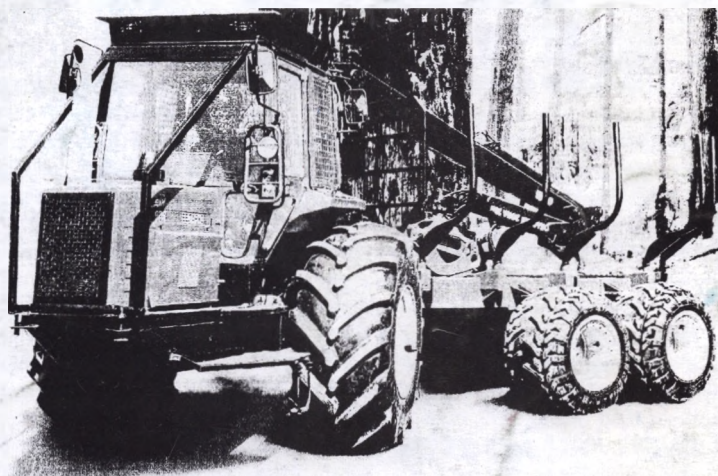
Формат 60x84 1/8. Бумага офсетная. Печать офсетная. Усл. печатных листов 5.

Тираж 600 экз. Заказ № 32

Отпечатано с готовых негативов заказчика в Физико-техническом институте
Национальной Академии наук Беларуси. Цена номера договорная.

Технические разработки с участием Научного центра проблем механики машин НАН Беларуси

Программа «Белавтотракторостроение» - одна из первых научно-технических программ, нацеленных на создание конкретных видов новой конкурентоспособной техники - автомобилей, тракторов, двигателей, сельхозмашин.



Разработана концепция создания и методология исследования перспективных мобильных транспортных и тяговых машин, основанных на системном подходе.

Научный центр проблем механики машин Национальной академии наук Беларуси приглашает к деловому сотрудничеству заинтересованные организации, научных сотрудников и специалистов предприятий.

