

MINISTRY OF EDUCATION OF THE REPUBLIC OF BELARUS
Belarusian National Technical University
Tula State University
Donetsk National Technical University

SOCIO-ECONOMIC
AND ENVIRONMENTAL
PROBLEMS OF THE MINING INDUSTRY,
BUILDING AND ENERGETICS

Collection of materials
The 15-th International Conference
on the Mining Industry, Building
and Power Engineering Problems

29–30 October 2019
Minsk – Tula – Donetsk

In 4 Volumes

Volume 2

Under the editorship of Doctor of science,
Professor *A. Kopilov*
Candidate of technical science,
Associate professor *I. Basalay*

Minsk
BNTU
2019

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Белорусский национальный технический университет
Тульский государственный университет
Донецкий национальный технический университет

СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ, СТРОИТЕЛЬСТВА И ЭНЕРГЕТИКИ

Сборник материалов
15-ой Международной конференции
по проблемам горной промышленности,
строительства и энергетики

*29–30 октября 2019 г.
Минск – Тула – Донецк*

В 4 томах

Том 2

Под общей редакцией
д-р. техн. наук, проф. *А. Б. Копылова*,
канд. техн. наук, доц. *И. А. Басалай*

Минск
БНТУ
2019

УДК 622:001.12/18:504.062(1/9);620.9+502.7+614.87

ББК 33

С69

В сборнике представлены материалы научных исследований по эффективным технологиям в области изучения и освоения недр, геоэкологии и рациональному использованию природных ресурсов. Рассмотрены вопросы переработки и хранения отходов производства, мониторинга природно-техногенной среды, экономики природопользования, предложены способы оценки, прогнозирования и контроля техногенного загрязнения окружающей среды. Отражены вопросы механики материалов; технологий и экологических проблем строительных материалов; эксплуатации, обследования и усиления строительных конструкций; архитектуры и архитектурного проектирования; организации, управления и экономики производства. Ряд статей посвящен актуальным проблемам энергетики, энергосбережения, электроснабжения; теплогазоснабжения. Обсуждены социально-экономические проблемы в минерально-сырьевом секторе, строительстве и энергетике, а также инновационные технологии в сфере подготовки кадров и иноязычного обучения студентов технико-технологических специальностей.

This collected book of scientific articles contains research materials on effective technologies in the field of studying and developing the subsoil, geocology and rational use of natural resources.

The issues of processing and storage of production wastes, monitoring of the natural and technogenic environment, environmental management economics are considered, methods for assessing, forecasting and controlling technogenic environmental pollution are proposed.

The issues of material mechanics are reflected; technologies and environmental issues of building materials; operation, inspection and strengthening of building structures; architecture and architectural design; organization, management and economics of production.

A number of articles are devoted to urgent problems of energy, energy conservation, electricity supply; heat and gas supply.

Social and economic problems in the sphere of mineral and natural resources, construction and energy, as well as innovative technologies in the field of personnel training and foreign language training for students of technical and technological specialties are discussed.

ISBN 978-985-583-501-2(Т.2)

ISBN 978-985-583-500-5

© Белорусский национальный
технический университет, 2019

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ТОРФЯНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Беляков В.А., Мисников О.С., Пухова О.В. Оценка возможности добычи резного торфа в прибрежной полосе озера «Токолон» Республики Саха (Якутия)	10
Березовский Н.И., Борисейко В.В. Использование вторичных энергоресурсов на торфобрикетных заводах ...	18
Гамаюнов С.Н., Зюзин Б.Ф. Рациональная технология малотоннажного производства фрезерного торфа	24
Купорова А.В., Беляков В.А., Болтушкин А.Н. Зависимость производственных показателей при пневматической уборке фрезерного торфа от длительности цикла ...	32
Мисников О.С. Оценка влияния водных свойств торфяных систем при регулировании осушения месторождений	40
Мокроусова И.В., Лаптева С.Б. Геохимическая характеристика торфяных залежей с условиями залегания на аллювиальных песках	48
Поликарпова Н.Н. Использование и современные методы определения торфа	57
Синицын В.Ф., Копенкина Л.В. Средняя мощность машины для срезки древесной растительности	65
Столбикова Г.Е., Болтушкин А.Н., Купорова А.В. Исследование влияния толщины расстила на коэффициент разрыхления торфяной залежи	70
Федотова С.А. Направления культурного использования брошенного выработанного месторождения торфа «Михановичи»	77
Черткова Е.Ю., Гусева А.М. Исследование характеристик осушения не востребуемых площадей торфяной залежи	80
Яблонев А.Л., Гусева А.М., Щербакова Д.М., Андрианова А.А. Расчет передаточного отношения трансмиссии приводных прицепов для транспортирования торфа	85
Иванов Г.Н. Определение количества незамерзшей воды в мерзлом торфе с помощью ультразвука	91

ЭНЕРГЕТИКА, ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

Жданов В.Г., Логачева Е.А., Ярош В.А. Разработка стратегии развития энергосберегающих технологий в Ставропольском государственном аграрном университете	97
Зеленухо Е.В., Бельская Г.В., Ролевич И.В. Основные направления повышения эффективности производства биогаза	102
Мошонкин Н.Ю., Дунаева Т.Ю. Разработка ветрогенератора в воздуховод с искусственным и постоянным потоком воздуха	108
Непша Ф.С., Шестаков В.С. Оценка эффективности применения средств компенсации реактивной мощности для обеспечения рационального уровня напряжения на шинах 6-35 кВ понизительных подстанций	115
Рашидов Ю.К., Файзиев З.Х. Самодренируемые гелиоустановки: опыт разработки и применения в мировой и отечественной практике	121
Рашидов Ю.К., Файзиев З.Х. Повышение эффективности систем солнечного теплоснабжения с плоскими солнечными коллекторами: основные резервы и возможные пути их реализации	127
Ролевич И.В., Бельская Г.В. Риски производства биогаза	133
Соколова С.С., Лягина А.Н. Фактор надёжности при проектировании систем теплоснабжения	140
Солодков С.А. Методика расчета экономии теплоты при местном программном регулировании	146
Эшматов М.М., Файзиев З. Х. Теплоутилизатор на тепловых трубах погруженных в псевдооживленный слой	150
Zelenukho E.V., Basalay I.A., Slesarenok E.V. Main ways of improving the efficiency of fuel and energy resources utilization in energy production	154

МЕХАНИКА МАТЕРИАЛОВ И ТЕХНОЛОГИИ

Бурак Г.А., Меженцев А.А., Кречко Н.А., Шагойко Ю.В., Камлюк Т.В. Активность гранитных отсеков и керамзитовой пыли	159
Гараников В.В. Экспериментальное исследование влияния температуры на микроползучесть	

конструкционных материалов	164
Гараников В.В. Исследование микроползучести сплава АМГ-6 при комбинированном сложном напряженном состоянии	171
Дмитриенко В.А., Пашкова О.В., Рудь Д.О. Исследование эффективности раствора для кладки модифицированного микрофиброй	177
Епифанцев К.В. Анализ матрицы машины для формования топливных элементов	184
Тошов Б.Р. Хамроев Ш.Г. Перемешивание жидкостей с изменяющимся диаметром механической мешалки	192
Трещев А.А., Кудрявцев А.Д., Селезнев И.Р. Деформирование трехслойных пластин из ортотропных разносопротивляющихся материалов	198

ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Ваник И.Ю. Практика эффективного проведения видеоконференции по английскому языку в техническом вузе	208
Головин А.И. Парадигма практической реализации программ дополнительного профессионального образования специалистов нерудной индустрии в сфере механизации взрывных работ	212
Епифанцев К.В. Значимость освоения учебных материалов студентами через личностную видеовизуализацию	221
Ладутько Н.Ф., Матусевич О.А. Использование современных информационно-коммуникационных технологий в организации самостоятельной работы студентов технического вуза	226
Жидков А.Е. Использование типовых серий строительных конструкций в учебном проектировании ...	233
Лаптёнок С.А. Применение экспертного подхода в процессе объективизации субъективных оценок специалистов	237
Личевская С.П. Опыт использования инновационных технологий в обучении иностранному языку в техническом вузе	242
Лукашевич К.К. Обучение иноязычному произношению студентов технических вузов	246
Мартынюк С.С., Морзак Г.И., Сидорская Н.В. «Зеленая» экономика и профессиональные компетенции специалиста ...	251

Mebuke T. Work on a project as a part of english-teaching program at technical universities	259
Хоменко С.А., Боярская А.О. Формирование иноязычной коммуникативной компетенции при подготовке специалистов технического профиля	265
Хорева С.А., Басалай И.А., Лаптёнок С.А. Реформы в высшей школе как стимул совершенствования системы ценностей в сфере технического образования	269
Чуприна Е.В. Использование проблемных заданий при обучении студентов технических специальностей устному межкультурному взаимодействию	273
Белюсов Р.О. Гидравлический расчет безнапорных труб	278

ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ

Швайба Дз. М. Прапрацоўка спосабаў выкарыстання механізму падтрыманьня сацыяльна-эканамічнай бяспекі	281
Волков А.В. Применение методологии ритмодинамики для анализа проблем экономической и социальной безопасности	286
Волков А.В. Результаты формального детектирования уровней социально-экономической безопасности методом «трех сигм» и прогноз кризиса развития	294
Ивананова Н.П., Копылов А.Б. Экономические задачи развития минерально-сырьевой базы страны в постиндустриальном обществе	302
Кочура И.В. Анализ структуры экономического потенциала угледобывающих предприятий Донбасса	309
Маценко В.В., Григорьева Е.Н. Влияние ценообразования на ввод объектов в эксплуатацию в плановые сроки	317
Мелешко Ю. В. Перспективы терциализации предприятий горнодобывающей промышленности	322
Смирнова Т.Н., Григорьева Е.Н. Роль ценообразования в календарном планировании и организационно-технологическом моделировании в строительстве	330

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

Белякова Е.В., Головин К.А., Копылов А.Б., Томилова Б.И. Особенности применения технологии гидроструйной цементации в дорожном строительстве	335
Бочкова Е.А., Головин К.А., Копылов А.Б.	

Реконструкция дворца культуры в г. Липки Тульской области.....	340
Головин К.А., Копылов А.Б., Любин Н.С. Подходы интеграции энергоэффективных технологий в исторических зданиях.....	349
Головин К.А., Копылов А.Б., Матвиенко А.В. Совершенствование организационно-технологической надёжности строительных процессов	356
Журавлев Г.М., Теличко В.Г., Куриен Н.С. Разрушение железобетонной плиты взрывной нагрузкой ..	362
Карпушин С.Н, Родин А.И., Красноглазов А.М. Биокоррозия строительных материалов в зданиях и сооружениях	368
Сидорова А.И., Леонович С.Н. Технология устройства железобетонной фундаментной плиты рамной конструкции с предварительным напряжением арматуры в построечных условиях.....	373
Яглов В.Н., Меженцев А.А., Гиринский В.В., Кречко Н.А, Шагойко Ю.В. Композиционное вяжущее на основе гранитного отсева	379

КАДАСТР

И ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Женихов Ю.Н., Иванов В.Н. Создание цифрового кадастра торфяных месторождений центрального федерального округа России	385
Иванов В.Н. Создание цифрового кадастра торфяных месторождений Ивановской области	389
Король В. В., Мельников А. В. Анализ применения 3D-кадастра за рубежом	392
Снежко И.И. Особенности государственного кадастрового учёта объектов жилищно-коммунального комплекса Москвы и Московской области	398
Тесаков Н.Е. Саморегулирование кадастровой деятельности: важный инструмент развития земельно-имущественных отношений	403
Сиренко Ю.Г., Волчок М.С., Шмигельский Д.А. Способ повышения качества извлечения калийной руды	407
Сиренко Ю.Г., Денисова А.И., Миронович М.П. Разработка технологии выемки калийных пластов с комбинированной отработкой слоёв	413

ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ТОРФЯНОГО ПРОИЗВОДСТВА

УДК 622.331

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ДОБЫЧИ РЕЗНОГО ТОРФА В ПРИБРЕЖНОЙ ПОЛОСЕ ОЗЕРА «ТОКОЛОН» РЕСПУБЛИКИ САХА (ЯКУТИЯ)

Беляков В.А., Мисников О.С., Пухова О.В.

Тверской государственный технический университет

Проведена оценка справочных данных по качественным характеристикам торфяных отложений Табалахской впадины Республики Саха (Якутия). Обоснована возможность добычи резного торфа в прибрежной зоне озера Толокон. Произведен расчет размеров опытно-промышленного участка добычи. Экспериментально обоснована продолжительность сушки торфа. Даны рекомендации по организации опытно-промышленной добычи резного торфа.

Формирование торфяных отложений на территории Табалахской впадины, расположенной в Республике Саха (Якутия), осуществлялось после таяния ледника. В то время она составляла одно мелководное озеро. По мере дренирования впадины реками Табалах и Туостах на ее территории сохранились несколько озер. На месте некоторых из них с 10 до 4,5 тысяч лет назад активно протекали процессы заболачивания и торфонакопления. В настоящее время мощность накопленного торфа составляет от 1 до 5 м [1]. Низинный тип торфа указывает на богатое минеральное питание на данной территории.

Работы по выявлению и оценке торфяных месторождений района Табалахской впадины были завершены торфяной геологоразведочной партией в 1954 г. Ее основными задачами являлись поиски и рекогносцировка торфяных месторождений для нужд Эгеханского комбината и выявление топливной базы для Алысхайского горнорудного узла в 1943 году [2].

Приозерные заторфованные площади в настоящее время являются подсушенными, вследствие понижения горизонта воды в озерах. Они покрыты уже не болотной, а луговой злаково-разнотравной растительностью. Встречаются и пересушенные участки – взбугренные береговые валы с обнаженным торфом, лишенным всякой растительности. Растительность на приозер-

ных площадях меняется в соответствии с варьирующим мезорельефом этих площадей [3, 4].

Торф озерного образования имеет темно-бурый или черный цвет с мелкозернистой структурой и высокой степенью разложения. Зольность его, как правило, выше 10 %. В озерах он круглый год находится в талом состоянии, при высыхании слипается в плотный комок, особенно если в нем имеется значительная примесь сапропеля и мелкодисперсной фракции самого торфа. На приозерных площадях торф находится в мерзлом состоянии, оттаивая к концу лета лишь на глубину 0,4...0,5 м. При высыхании он обычно рассыпается и растрескивается в тонкодисперсный порошок.

На месторождении «Токолон» только половина озера имеет залежь, соответствующую промышленным запасам. При толщине слоя воды 1,7 м мощность торфяной залежи составляет до 1...1,5 м. Причем промышленная залежь занимает площадь около 10 га. Верхняя часть торфяной залежи на приозерной (береговой) части до 0,5 м пронизана корнями современных луговых растений и позволяет добывать топливный торф резным способом.

В настоящее время резной способ добычи торфа распространен в Ирландии, а также на некоторых предприятиях Российской Федерации для осуществления поставок за рубеж [5]. Все виды резного способа добычи торфа разделяются на карьерные и послойные. При карьерных способах резка торфа производится в карьере с верхнего слоя залежи на всю ее глубину. При поверхностно-послойном способе резка торфа производится на всей площади рабочего участка, начиная с верхнего слоя залежи. Резку торфа можно производить на беспнистой или малопнистой связной торфяной залежи. Размеры торфяных кирпичей определяются условиями резки торфа, структурной прочностью торфяной залежи и условиями сушки.

Технологическая схема сушки резного торфа проходит по упрощенной схеме в сравнении с машинно-формовочным торфом: из малых клеток торф перекалывают в большие клетки (по 50 кирпичей). Высушенные верхние кирпичи из малых клеток обычно собирают в штабеля, а перекалывают в большие клетки только нижние сырые кирпичи.

При выпадении осадков сушка резного торфа замедляется вследствие его большего водопоглощения в сравнении с машинно-формовочным торфом и, наоборот, при хороших погодных условиях проходит быстрее. Продолжительность сушки в

нормальных условиях составляет 30...35 дней.

Поскольку заготовка реznego торфа может быть организована на небольших месторождениях (даже с площадью в 1 га) с малой глубиной залежи, то такой способ является наиболее подходящим для проведения маломасштабной добычи на прибрежной территории озера Токолон.

Для добычи реznego торфа был выделен участок, примыкающий непосредственно к озеру. Для этого была выбрана относительно ровная поверхность участка с повышением по направлению от берега озера. На данном участке отсутствует древесная растительность, и произрастают луговые травы. Толщина слоя торфа под травяным покровом составляет от 0,15 до 0,5 м. Торф относится к низинному типу с достаточно высокой степенью разложения. Его зольность варьирует в диапазоне 14...21 %, а рабочая теплота сгорания составляет 9,72 МДж/кг.

Под слоем торфа находится либо вечная мерзлота, либо глинистая масса небольшой толщины, а далее мерзлота. Естественная влажность торфа (w_e) колеблется от 80 % в нижней части слоя у береговой линии до 47 % на более высоких отметках¹. В таких случаях отсутствует необходимость предварительного осушения участка. Ввиду небольшой толщины слоя торфа добывать его можно в небольших объемах только вручную полойным способом один раз за сезон. Для снижения зависимости от метеорологических условий сезона досушку торфа целесообразно производить под навесом.

При 80 %-ной влажности торфа, извлеченного из залежи в наиболее низкой части участка, его плотность составляет около 1000 кг/м³. По мере удаления от береговой линии и повышения рельефа поверхности значения влажности уменьшаются до 70...75 %, что, соответственно, приводит и к уменьшению плотности. В образцах торфа, взятого из залежи с более высокими отметками поверхности, плотность составила 580 кг/м³.

Расчеты необходимых размеров площадей проводились исходя из условий добычи наиболее влажного торфа с пересчетом на условную влажность $w_y = 33$ % [6].

Размеры площадки для добычи реznego торфа (рис. 1) определялись из расчета заготовки торфа $G_T = 20$ тонн (при уборочной влажности $w_{y6} = 35$ %), глубины срезаемой залежи $h_3 = 0,25$ м и влажности торфа в залежи 80 %. Выход воздушно-сухого

¹ Отбор проб осуществлялся в июле в сухой период без дождей.

низинного торфа степенью разложения 20 % составит при этих данных

$$P_{вс} = \frac{\gamma_c (100 - w_c)}{10^3 (100 - w_y)} = \frac{1000 (100 - 80)}{10^3 (100 - 33)} = 0,31 \text{ т/м}^3.$$

Объем сырого торфа составит

$$V_{\tau} = \frac{G_{\tau}}{P_{вс}} = \frac{20}{0,31} = 64,5 \approx 65 \text{ м}^3.$$



Рис. 1 – Площадка для добычи реznego торфа

Таким образом, площадь, необходимая для участка добычи, составит

$$F = V_{\tau} / h_{з} = 65 / 0,25 = 260 \text{ м}^2$$

Вырезанные из залежи кирпичи торфа любой влажности хорошо сохраняют свою форму из-за большого количества корней травы, поэтому их структурная прочность обеспечивает транспортировку в транспортных средствах на поле сушки (рис. 2).

Примерный объем кирпича торфа, вырезаемого такой лопатой, составляет $V_{к} \approx 0,005 \text{ м}^3$. При плотности в среднем 900 кг/м^3 и влажности 75 % масса кирпича будет составлять около 4,5 кг.

После высушивания масса уменьшится до $\sim 1,7$ кг (при влажности 35 %). Следовательно, для выполнения плана необходимо было нарезать $20000/1,7 \approx 11800$ штук кирпичей торфа.

Для предварительной просушки кирпичи торфа укладывались на поле в простейшие фигуры сушки (т. н. «шалашик»). Они обеспечивают возможность испарения влаги практически со всей (за исключением одной торцевой части) поверхности торфяных кусков.

Для анализа процесса сушки кирпичей резного торфа были вырезаны прямоугольные образцы: из прибрежной зоны (крайняя правая часть, рис. 1) с начальной влажностью ($w_{нач}$) ~ 80 %; из средней части площадки с начальной влажностью ~ 77 % и из крайней левой («бугристой») части начальной влажностью ~ 47 %.



Рис. 2 – Использование тракторного погрузчика для транспортировки резного торфа к месту сушки

Сушка проводилась в условиях радиационно-конвективного режима на влагоизолирующей подложке. При выпадении осадков образцы убирались под навес, температура под навесом была равна температуре окружающего воздуха.

Как показывает анализ данных (таблица), в течение исследуемого периода испарение влаги происходило практически всегда с постоянной скоростью, за исключением периода, когда сушка осуществлялась под навесом при относительно низкой температуре. Об этом свидетельствуют промежутки между 62 и 96 часами сушки. За пять суток из каждого влажного кирпича торфа (образцы 1, 2) было удалено от 1,85 до 1,96 кг влаги, то есть практически половина от всей необходимой для испарения массы воды. За этот же период образец 3 потерял 0,6 кг влаги, то есть по мере уменьшения влажности скорость сушки снижается, что соответствует современным представлениям в области полевой сушки торфа [7]. Можно предположить, что при благоприятных условиях сушки (температура воздуха 20...30 °С, ветреная погода, отсутствии осадков) можно получить готовую продукцию через 15...20 дней сушки в полевых условиях.

Таблица – Результаты исследований полевой сушки образцов торфа

Время сушки, час	Номер экспериментального образца ($w_{нач}$, %)					
	1 (79,6)		2 (77,4)		3 (47,3)	
	масса, кг	w_i , %	масса, кг	w_i , %	масса, кг	w_i , %
0	4,80	79,6	4,53	77,4	3,92	47,3
19	4,50	78,2	4,23	75,8	3,66	43,6
26	4,22	76,8	3,91	73,8	3,63	43,1
43	3,88	74,8	3,73	72,6	3,60	42,6
54	3,75	73,9	3,48	70,6	3,55	41,8
62	3,40	71,2	3,30	69,0	3,48	40,6
96	3,32	70,5	3,16	67,6	3,43	39,8
108	3,01	67,5	2,80	63,4	3,25	36,4
124	2,88	66,0	2,63	61,1	3,22	35,8

Однако такие промежутки времени без дождей встречаются достаточно редко, а резной торф, даже при влажности ме-

нее 50 %, обладает большой водопоглотительной способностью [8]. Поэтому для исключения влияния атмосферных осадков подсушенный торф необходимо помещать под навес, что и было сделано при проведении исследований (рис. 3).

В результате проведенных опытно-промышленных испытаний были разработаны рекомендации по организации добычи резного торфа в прибрежной полосе озера Токолон. Суть их заключается в следующем. После выемки торфа из залежи отдельные куски необходимо установить в вертикальное или приближенное к нему положение с опорой на подстилающую поверхность. После подсушки кусков в течение приблизительно двух недель (при выпадении осадков – больше) переложить подсохшие куски в пирамиды по 15 слоёв под навес. Расстояние между пирамидами должно составлять не менее 25 см (что соответствует длине куска). В нижние слои необходимо укладывать куски с влажностью менее 40 %, с постепенным складированием более влажных кусков наверх пирамиды.



Рис. 3 – Сушка торфяных кирпичей под навесом

Для повышения устойчивости между соседними рядами пирамид в нескольких местах необходимо проложить поперечные стенки из высушенных торфяных кусков.

Укладку в пирамиды следует начинать от задней стенки навеса, постепенно заполняя ими всю полезную площадь. Для

контроля влажности перед укладкой под навес следует выборочно взвесить несколько кусков, отметить их и уложить вместе с остальными на сушку². После потери половины веса отмеченных кусков всю партию кусков можно укладывать в штабель.

Примерное время сушки торфа в пирамидах под навесом перед укладкой в плотный штабель составит 30 суток.

При условии, что весь объем добытого торфа можно расположить под навесом в пирамидах, то его переукладка в плотный штабель нецелесообразна.

При сушке и хранении резного торфа следует особенно тщательно следить за тем, чтобы атмосферные осадки не попадали на высушенные куски под навесом, вовремя закрывая боковые стенки навеса тентом. Для улучшения проветривания в периоды без дождей необходимо открывать боковые стенки навеса. Проветривание штабелей торфа под навесом посредством открытия и закрытия тента необходимо проводить до конца сентября.

Таким образом, в работе традиционный резной способ добычи топливного торфа был адаптирован под метеорологические и горно-геологические условия района расположения озера Токолон. Реализация полученных результатов позволяет сократить зависимость небольших труднодоступных поселков Республики Саха (Якутия) от дальнепривозных топливных ресурсов.

Библиографический список

1. *Торфяные месторождения Якутской АССР // Проблемы Севера. М.: АН СССР, 1958. Вып. 2. – С. 130-155.*
2. *Отчет о работах Табалахской торфяной партии за 1954 г. // Янское районное геолого-разведочное управление ГУС ДС МЦМ СССР. Батагай, 1954 г.*
3. *Хотинский, Н.А. Голоцен Северной Евразии / Н.А. Хотинский. М.: Наука, 1977. – 200 с.*
4. *Панов, В.В. Торфяники Табалахской впадины Республики Саха (Якутия) / В.В. Панов, А.В. Протопопов. Труды Инсторфа. – 2012. – № 5 (58). – С. 3-10.*
5. *Мисников, О.С. Анализ технологий разработки торфяных месторождений в странах дальнего и ближнего зарубежья / О.С. Мисников, А.Е. Тимофеев, А.А. Михайлов // Горный инфор-*

² Для более точных измерений необходимо использовать средства оперативного контроля влажности.

мационно-аналитический бюллетень. М: МГТУ, – 2011. – № 9. – С. 84-92.

6. Столбикова, Г.Е. *Процессы открытых горных работ. Фрезерный торф.* / Г.Е. Столбикова, О.С. Мисников, В.А. Иванов. Тверь: ТвГТУ, 2017. 160 с.

7. Антонов, В.Я. *Технология полевой сушки торфа* / В.Я. Антонов, Л.М. Малков, Н.И. Гамаюнов. – М.: Недра, 1981. – 239 с.

8. Лиштва́н, И.И. *Физико-химические основы технологии торфяного производства* / И.И. Лиштва́н, А.А. Терентьев, Е.Т. Базин, А.А. Головач. Мн.: Наука и техника, 1983. – 232 с.

УДК 66.047.69: 622.331-662(045)(476)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВТОРИЧНЫХ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ НА ТОРФОБРИКЕТНЫХ ЗАВОДАХ

Березовский Н.И., Борисейко В.В.

Белорусский национальный технический университет

На основании научных разработок и практического подтверждения использования высокопроизводительных сухих рукавных фильтров в аспирационных системах торфобрикетных заводов предложена технология использования вторичных энергоресурсов, образующихся при сушке паровыми трубчатыми сушилками фрезерного торфа для брикетирования, с применением кожухотрубчатых пароводяных теплообменников.

В настоящее время на торфобрикетных заводах Республики Беларусь эксплуатируется 22 паровые трубчатые сушилки «Цемаг», в которых для сушки торфа используется сухой насыщенный пар с избыточным давлением на входе 0,25 МПа, позволяющий получать конечную влажность торфа 15 %. При этом температура пара на входе составляет 120÷140 °С, а на выходе 81÷100 °С. Составление материального баланса этой сушилки основывается на законе сохранения вещества, согласно которому вес материала, входящего в сушилку, равен сумме весов высушенного материала и испаренной влаги. За один час работы сушилки на фрезерном торфе влажностью 50 % количество испаренной влаги составляет от 2,7 до 6,8 тонн при производительности по высушенному торфу от 8,3 до 14,8 тонн. При этом общий унос материала из сушилки может составлять от 12 до 39 % [1, 2].

При сушке фрезерного торфа в паровых трубчатых сушилках вторичное тепло с температурой $81\div 100$ °С вместе с пылегазовым потоком направляется в скрубберы, где под воздействием мокрой очистки воздуха охлаждается до температуры $25\div 40$ °С, после чего направляется в шламовую канализацию. Ранее принимаемые попытки утилизации этого вторичного тепла путем установки теплообменников на выходе из сушилки не дали положительных результатов, так как воздушный поток на выходе имеет повышенную запыленность частицами торфяной пыли. При попадании в кожухотрубчатый теплообменник, эта пыль налипает на стенки теплообменника, что приводит к резкому снижению теплообменных процессов.

Применение высокопроизводительных сухих рукавных фильтров в аспирационных системах паровых трубчатых сушилок (эффективность очистки свыше 99 %) позволит направить очищенный воздух в теплообменник, что значительно увеличит эффективность теплообменных процессов на поверхности труб (патент 22525 от 27.02.2019, «Устройство для утилизации тепла и влаги в аспирационной системе паровой трубчатой сушилки»).

Для технологической реализации использования вторичного тепла можно использовать кожухотрубчатые, пластинчатые, спиральные, титановые, графитные теплообменники. Однако преимущества теплообменников, основным из которых является очень высокая гибкость и способность приспособления к самым разным технологическим процессам и производственным условиям, дают право применить для этих целей в первую очередь кожухотрубчатые теплообменники. У данных аппаратов существует возможность изготовления их в большом разнообразии проходных сечений для внутритрубной и межтрубной сред, изготовление с толстостенными (упрочненными) теплообменными трубками и различными температурными компенсационными механизмами, применять разнообразные конструкционные материалы – жароупорные, кислотоупорные, холодостойкие и т.д. Благодаря этому, кожухотрубчатые теплообменные аппараты способны эксплуатироваться в очень большом спектре рабочих температур и давлений, в том числе с химически агрессивными, абразивными, загрязненными средами. Немаловажным фактором является возможность реализации многосекционной схемы для обеспечения практически любой его производительности (тепловой мощности).

В сравнении с другими типами теплообменников, кроме прочего, кожухотрубчатые теплообменники отличаются простотой в технической реализации, легкостью в обслуживании и хорошей ремонтпригодностью, высокой технической надежностью и продолжительным сроком эксплуатации.

Кожухотрубчатый теплообменник - теплообменный аппарат, который представляет из себя пучок труб, закрепленный между трубными досками, установленный, в так называемый кожух, представляющий собой трубу большего диаметра. Одна из сред поступает в трубный пучок, другая – в межтрубное пространство (рисунок 1 и рисунок 2).

Предлагается после сушилки вторичный поток тепла направлять в межтрубное пространство, что возможно обеспечить вентилятором марки JK-55 К, в модельном ряде которого имеются аппараты с производительностью $8 \div 29$ тыс. $\text{м}^3/\text{ч}$. По приведенным характеристикам для работы вентилятора требуется электродвигатель мощностью $N = 37$ кВт, число оборотов $n = 2050$ об/мин., развиваемое давление $p = 6400$ Н/м² [3].



Рис. 1 – Общий вид кожухотрубчатого теплообменника



Рис. 2 – Кожухотрубный теплообменник
(в процессе сборки)

Кожухотрубчатые подогреватели предназначены для систем отопления и горячего водоснабжения, в которых теплоносителем является пар или горячая вода, получаемые от промышленных источников тепла или поступающего теплоносителя по трубопроводам тепловых магистралей ТЭЦ.

Кожухотрубчатые теплообменники могут использоваться и в других схемах, в которых требуется осуществить нагрев или охлаждение жидкости (например, в качестве охладителей конденсата для пароводяных подогревателей). Пароводяные подогреватели используются в составе отопительных систем, где в качестве теплоносителя выступает насыщенный или перегретый пар. Они широко применяются на котельных промышленных предприятий для получения теплоносителя требуемых параметров, для технологических целей, либо для отопления административных корпусов, общежитий, объектов социальной структуры [4].

Кожухотрубчатые аппараты (ГОСТ 9929) выполняют пяти видов:

- 1) Н – аппараты с неподвижными трубными решетками;
- 2) К – теплообменники с компенсатором на кожухе;
- 3) У – аппарат с *U*-образными трубами;
- 4) П – теплообменник с плавающей головкой;

5) ПК – теплообменник с плавающей головкой и компенсатором на ней.

Паровоздушный поток, проходя через теплоизолированные трубопроводы и рукавный фильтр, направляется в межтрубное пространство (рисунок 3) [5], и в соответствие со вторым законом термодинамики переносит тепло воде, движущейся в трубной решетке.

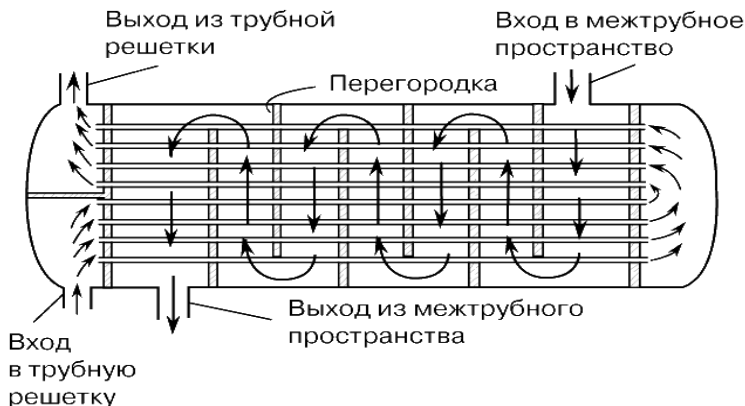


Рис. 3 – Схема работы кожухотрубного теплообменника

Основной закон распространения тепла теплопроводностью сформулировал французский ученый Ж. Фурье. Исследуя явления теплопроводности твердых тел, он установил, что количество переносимого тепла прямо пропорционально падению температуры, времени и площади сечения, перпендикулярного к направлению теплового потока. Математическое описание закона Фурье [1]:

$$Q = - \lambda F(dt/dx) \quad (1)$$

где Q – тепловой поток;

λ – коэффициент пропорциональности, или коэффициент теплопроводности, ккал/м ч град;

F – площадь тела, нормальная к направлению теплового потока, м²;

dt/dx – температурный градиент, т.е. перепад температуры dt в слое толщиной dx .

Знак минус в правой части уравнения указывает, что направление теплового потока и температурного градиента взаимно противоположны.

Отношение величины Q к площади сечения F называется удельным потоком или тепловой нагрузкой и обозначается q .

Тогда с другой стороны, зная толщину стенки, разделяющей два контура, закон Фурье можно записать [1]:

$$q = (\lambda/\delta) \Delta t, \text{ ккал/м}^2 \text{ ч} \quad (2)$$

где q – удельный тепловой поток;

δ – толщина стенки труб второго контура;

Δt – разность температур между теплоносителем и поверхностью тела, град.

С учетом того, что температура воздушного потока после сушилки находится в пределах $81 \div 100$ °С, возможно применение пароводяного подогревателя марки ПП (теплообменника), номинальный расход воды которого при температурном графике $70/95$ °С составляет от 29,2 до 342 т/ч. Так, например, в соответствии с ГОСТ 28679-90, ТУ 3612-001-63253541-2009 у подогревателя марки ПП 1-17-7-2 расшифровка обозначений следующая: ПП – пароводяной подогреватель; 1 – сферическое несъемное днище; 17 – поверхность нагрева, м²; 7 – давление в атмосферах; 2 – двухходовой. При этом диаметр его корпуса составляет $d = 426$ мм, длина $l = 3575$ мм, расход нагреваемой воды 59 т/ч, теплопроизводительность $Q = 2,98$ Гкал/ч, масса аппарата $M = 550$ кг.

При заказе теплообменника основными параметрами подбора марки теплообменника являются площадь поверхности нагрева и температура теплоносителя, что актуально для эксплуатационников, так как на каждом предприятии свои индивидуальные выходные параметры вторичных энергоресурсов после сушилки.

Библиографический список

1. *Наумович, В. М. Сушка торфа и сушильные установки брикетных заводов / В. М. Наумович. – М.: Недра, 1971. – 279 с.*
2. *Березовский, Н.И., Борисейко, В.В. Энергосберегающие аспирационные системы паротрубчатых сушилок для производства топливных брикетов / Горная механика и машиностроение. – 2017. – № 1. – С. 31-36.*

3. Электронный ресурс: <https://www.jkf.dk/da-dk/produkter/ventilatorsystemer/> – Дата доступа: 14.10.2019.

4. Электрон. ресурс: <https://www.pzem.ru/catalog/apparaty-teploobmennye-i-puchki-trubnye/> – Дата доступа: 05.10.2019.

5. Электрон. ресурс: <https://opeks.energy/kozhuxotrubnye-teploobmenniki/> – Дата доступа: 09.10.2019.

УДК 622.331:631.895:621.704

РАЦИОНАЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ МАЛОТОННАЖНОГО ПРОИЗВОДСТВА ФРЕЗЕРНОГО ТОРФА

Гамаюнов С.Н., Зюзин Б.Ф.

Тверской государственный технический университет

Обоснована необходимость в разработке рациональной технологии малотоннажного производства фрезерного торфа для локального потребления. Предложено адаптировать широко распространенную промышленную технологическую схему с отдельной уборкой из наращиваемых валков, в которой предполагается разработать и использовать машины и агрегаты многоцелевого назначения. Показано, что решение задачи сплошного фрезерования торфяной залежи вместе с пнями представляется реальным. Адаптивная технологическая схема позволит одним комплексом оборудования производить торф различного условного качества и в сравнительно малых объемах.

Рациональная технология производства торфа на сравнительно небольших месторождениях должна предусматривать машины и оборудование, значительно отличающееся от техники, которая применяется для производства торфа промышленными предприятиями. Однако для многих современных и вновь вводимых производств по переработке и использованию торфа требуются сравнительно небольшие объемы поставок сырья и топлива [1]. На рынке оборудования нет комплексов машин по малотоннажному производству торфа. Получать торф с различной условной влажностью одним и тем же комплексом механизации можно только при существенной модернизации промышленной технологической схемы производства торфа с отдельной уборкой из наращиваемых валков, что влечет за собой разработку и использование машин и агрегатов многоцелевого назначения.

Широко известные в стране комплексы оборудования по производству фрезерного торфа наиболее оптимально по эко-

номическим показателям использовать на участках площадью 500 ... 550 га [2]. Однако эксплуатация участков малых площадей до 100 га, связанное с решением локальных задач по производству торфа как для топлива, так и сельского хозяйства, становится весьма актуальным для многих регионов страны.

На рынке торфяного оборудования нет комплексов техники по малотоннажному способу производства торфа, и которые можно было бы эксплуатировать на небольших по площади месторождениях [3]. Поэтому необходимо разработать малотоннажную технологию производства и соответствующую схему механизации, с помощью которой можно было бы изготавливать торфяную продукцию как для энергетических целей и подстилки (с условной влагой $\omega_y = 40\%$), так и сельскохозяйственный торф с $\omega_y = 55\%$ (для компостирования, озеленения, приготовления грунтов и удобрений и т. п.), а также повышенной влагой ($\omega_y = 65\%$) с возможностью его получения одним комплексом оборудования [4].

Если оценивать возможность производства торфа с различной условной влагой в зависимости от требований потребителя одним и тем же комплексом механизации, то наиболее приемлемым вариантом является промышленный фрезерный способ производства торфяной продукции [5]. Считается и не без основания, что наиболее прогрессивной на сегодняшний день является промышленная технологическая схема с раздельной уборкой из наращиваемых валков [6]. Ее концепция была предложена в 1968 году сотрудниками ВНИИТП, а в 1980-х годах эта технологическая схема была ими испытана и усовершенствована [7]. В Финляндии, развивая эти идеи, разработали высокопроизводительный комплекс средств его механизации – метод Хаку.

Одним из направлений снижения себестоимости производства торфа при малых масштабах производства является применение наиболее простой технологии и дешевого доступного оборудования [8]. Поэтому в перспективных машинно-технологических схемах однооперационные агрегаты должны быть по возможности заменены универсально-комбинированными. Кроме того, необходимо стремиться к выбору минимального числа марок, максимально используя универсальные машины. Таким образом, при адаптации технологии производства фрезерного торфа по методу Хаку для работы на участках малой мощности следует предусмотреть:

- возможность максимального использования оборудования в течение года;
- снижение количества разнотипной техники;
- расширение функций комбинированных агрегатов;
- применение универсальных транспортных средств.

Как и в базовой схеме в разрабатываемом технологическом процессе производства торфа предполагается использовать машины, агрегируемые с энергонасыщенными колесными тракторами. Естественно и оборудование будет иметь сравнительно высокую производительность. Тогда, чтобы оно не простаивало при малых объемах производства, нужно стараться, чтобы эти машины комплекса выполняли как можно больше технологических операций, что предполагает создание и использование оборудования многоцелевого назначения.

Это можно осуществить, если погрузчик будет выполнять не только уборку торфа из валков в прицепы, но и задействован как штабелирующая машина, а также круглогодично использоваться для погрузки торфа из штабелей в транспортные средства для поставки к месту потребления. Для этого нужно разработать новую прицепную погрузочную машину – многоцелевой погрузчик (МЦП) непрерывного действия производительностью до 700 м³/ч, агрегируемый с полноприводным колесным трактором «Беларус» (МТЗ) 1221.

Погрузчики непрерывного действия – это самоходные конвейеры с самозагрузкой, предназначенные для погрузки и транспортирования сыпучих и мелкокусковых грузов из штабелей и отвалов, имеют по сравнению с одноковшовыми погрузчиками большую производительность, меньшую энерго- и металлоемкость. Их рабочее оборудование: питатель нагребавшего или зачерпывающего типа, транспортирующий орган, то есть основной конвейер (ковшового, ленточного, скребкового и др. типов), и отвальный орган, состоящий обычно из вспомогательного ленточного конвейера или поворотного лотка.

Другой резерв по совмещению операций – использовать такие тракторные прицепы, которые позволили бы транспортировать торф не только с производственных полей, а также в межсезонье – доставлять продукцию к месту потребления. Поэтому нужно продумать возможность применения специальных тракторных поездов при вывозке торфа с производственных полей, с возможностью выхода этих поездов на дороги общего пользования. На рынке сельскохозяйственной техники есть много

предложений по прицепах с широкопрофильными шинами низкого давления [9]. Заслуживает внимание тракторный прицеп «ISON-8515» грузоподъемностью 15 т и вместимостью до 25 м³, что позволяет транспортировать торф даже повышенной влажности. Эти прицепы, агрегируемые с колесными тракторами «Беларус» 1221, могут передвигаться как по производственным торфяным полям, так и по дорогам общего пользования [10].

Следует отметить тот факт, что до 34 % сметной стоимости производимого торфа приходится на подготовку и ремонт производственных площадей [11], одной из составляющих которого является регулярное проведение работ по извлечению пней из верхнего слоя торфяной залежи путем корчевки, уборки и вывозки пней. Поэтому одним из путей снижения себестоимости производимого фрезерного торфа является разработка пнистых залежей без предварительного корчевания.

Понятно, что использовать высокопроизводительную технику по корчеванию полей и производству торфа на малоконтурных месторождениях нецелесообразно, так как их потенциальные качества не получают полной реализации на мелких участках, и, как показывает практика, приводит к высокой себестоимости продукции. Поэтому для разработки небольших торфяных месторождений необходимо спроектировать и изготовить комплект многофункционального оборудования, в состав которого будет входить фрезерный барабан, позволяющий измельчать торфяную залежь вместе с пнями.

Таким образом, еще одной возможностью по снижению количества технологического оборудования является расширение функций, выполняемых трактором, используемым на совмещенной операции рыхление–валкования. Для активного рыхления (фрезерования) залежи без предварительного извлечения из нее пней необходимо будет разработать следующее устройство.

Мысль о сплошном фрезеровании залежи вместе с пнями возникла давно [12]. Утвердилось мнение, что сплошное фрезерование не может быть осуществлено из-за слишком большой затраты энергии, и поэтому оно не представляет практического интереса. Однако работами Московского торфяного института подтвердилась целесообразность решения задачи сплошного фрезерования залежи вместе с пнями, потому что только при таком методе разработки создаются предпосылки для совершенствования технологического процесса производства фрезерного торфа.

Одним из препятствий для сплошного фрезерования торфяной залежи и древесных остатков, включенных в ней в виде пней, стволов и отдельных кусков, является то, что под воздействием ножей фрезы куски древесины могут подхватываться ими и выбрасывается из залежи, а также тем, что направления волокон древесины относительно режущей кромки ножа может быть самым разнообразным. Для частичного устранения этих недостатков, в машине применен передвигаемый по залежи ползун, укрепленный на раме машины впереди фрезерного барабана. Этот ползун служит опорой для барабана и обеспечивает улучшение условий измельчения древесных включений вместе с торфом – он удерживает находящиеся в залежи древесные включения и предохраняет их от подхватывания ножами фрезы и последующего их выбрасывания. Кусок дерева после ряда проходов фрезы будет почти целиком измельчен.

В работе [13] предложен способ разработки пнистых залежей без предварительного корчевания, использующее качественно другую конструкции фрезера. Предлагаемое устройство для фрезерования торфяной залежи включает установленную на тягаче центральную раму, связанную с фрезерующим рабочим органом. Последний выполнен в виде закрепленных на балке последовательного ряда дисков с режущими элементами режущих элементов, установленных на вертикальных валах. Кромки режущих элементов установлены на торце дисков консольно. Консольные части режущих элементов каждого диска расположены в межрежцовых пространствах соседнего диска. Для обеспечения вращения в противоположные стороны групп фрезерующих дисков, находящихся по разные стороны от оси центральной рамы, одна из групп шестерен редуктора привода дисков имеет дополнительную шестерню. Рабочий орган перемещается вдоль вертикальных направляющих вверх и вниз в зависимости от требуемой глубины фрезерования. При вращении дисков и их поступательном перемещении резцы срезают слой торфа установленной глубины и толщины, зависящей от скорости движения устройства. Предполагается, что этот механизм для разработки пнистых залежей с успехом может использоваться и на восстановлении заросших производственных площадях. Однако вызывает сомнение работа такого устройства на поверхности торфяной залежи без предварительной тщательной планировки поверхности карт.

Предлагается разработать агрегат, состоящий из двух секций, которые будут за один проход машины фрезеровать полосу шириной 4,7 м. Известно, что агрегаты с большей шириной захвата требуют особых устройств для копирования поверхности поля и характеризуется малой маневренностью, большой металлоемкостью, недостаточной надежностью в работе и трудоёмкостью обслуживания. Кроме того, предлагается в конструкции фрезерного барабана предусмотреть возможность его использования в качестве бровкореза и частично профилировщика залежи вдоль картовых канав.

Вопрос о конструкции режущих ножей фрезера, материала из которого их изготавливают, а также расположение на барабане имеет большое значение для эксплуатации агрегата по фрезерованию [14]. Правильное решение вопроса о ножах фрезы может значительно улучшить показатели сплошного фрезерования пнистой торфяной залежи.

Вследствие большой разницы в затрате энергии на фрезеровании торфа ($0,86 \text{ МДж/м}^3$) и торфа с древесными включениями ($5,76 \text{ МДж/м}^3$), а также неравномерности распределения древесных включений в слое фрезерования степень неравномерности нагрузки гидромотора фрезы только за счет увеличения массы фрезерного барабана, радиус которого ограничен конструктивными соображениями, нерационально. Для устранения перегрузки гидромотора при встрече фрезерного барабана с большим скоплением древесных остатков и блокировки его, что вызывает простои, привод фрезы целесообразно осуществлять от двух гидромоторов, объединенных одной гидравлической системой. Когда фреза барабана режет залежь с малым содержанием пня, происходит подключение одного гидромотора. При перегрузке его автоматически включатся второй. Режим работы двух гидродвигателей будет более благоприятен, чем одного с той же суммарной мощностью.

Таким образом, применение фрезерующего агрегата для послойно-поверхностного разрыхления торфяной залежи вместе с пнями позволит существенным образом упростить разработку торфяных месторождений. Использование метода сплошного фрезерования залежи особо значимо для торфопредприятий средней и малой мощности. Исключаемые дорогостоящие операции по извлечению и уборке древесных включений из верхнего разрабатываемого слоя торфяной залежи позволят сократить себестоимость производимой торфяной продукции.

Рассмотренную выше единицу техники с навесным оборудованием нужно также задействовать на операции сушки (ворошения) торфа. Для этого необходимо предусмотреть возможность быстрой замены всего навесного оборудования на этот трактор. Кроме того, этот трактор должен сравнительно легко оснащаться отвалом, чтобы оказывать помощь МЦП при погрузке торфа из штабелей, при расчистке дорог, уборке территорий и других хозяйственных работах, а также, что не менее важно, в качестве пожарной техники.

Исходя из этих положений, в разрабатываемой малотоннажной технологии производства фрезерного торфа вследствие применения наиболее простой технологии и универсально-комбинированных машин количество разнотипного оборудования будет сведено до минимума. Понятно, что количество единиц техники будет зависеть от программы производства, дальности вывозки и перевозки торфа, а также технических характеристик используемого оборудования.

Помимо использования погрузчика в технологической схеме производства торфа предлагаемый к разработке многоцелевой погрузчик можно будет применять при приготовлении органических удобрений и компостов (ранее для этих целей использовали ПНД-250), а также расчистки и уборки дорог от снега.

Таким образом, практика требует обратить внимание на потребности современного рынка производителей торфяной продукции, подстроить свои знания и опыт ученых и машиностроителей на создание инноваций в области производства торфа. Разработка небольших торфяных месторождений должна предусматривать машины и оборудование, значительно отличающееся от техники, которая применяется для производства торфа промышленными предприятиями.

Для возрождения производства доброкачественно торфа для нужд сельского хозяйства необходимо разработать многофункциональный погрузчик торфа, который в известной технологической схеме по производству торфа с отдельной уборкой из наращиваемых валков будет выполнять несколько технологических операций: погрузку торфа в стандартные прицепы, формирование штабелей и отгрузку потребителю.

Единичный комплекс оборудования малотоннажной технологии даст возможность производить 20 тыс. т/год фрезерного торфа условной влажностью как 40 и 55, так и 65 %. Кроме предприятий по производству и переработке торфа оборудование такой

адаптивной технологии может найти применения и в сельскохозяйственной отрасли.

Библиографический список

1. Гамаюнов, С.Н. Тенденции производства и переработки торфа для нужд сельского хозяйства: монография / С.Н. Гамаюнов. Тверь: ООО Издательство «Триада», 2016. – 256 с.
2. Александров, Г.А. Повышение эффективности торфяного производства / Г.А. Александров, Ю.В. Калачев. М.: Недра, 1980. – 152 с.
3. Михайлов, А.В. Масштаб торфяного производства и комплектование оборудованием / А.В. Михайлов // Процессы и средства добычи и переработки полезных ископаемых: Сб. науч. тр. Минск: БНТУ, 2012. с. 63 – 67.
4. Гамаюнов, С.Н. Совершенствование средств механизации малотоннажной добычи торфа / С.Н. Гамаюнов, А.Н. Гамаюнова // Известия вузов. Горный журнал. 2014, № 1. – С. 4 – 12.
5. Васильев, А.Н. Перспективные технологии производства фрезерного торфа: Учебное пособие / А.Н. Васильев. 1-е изд. – Тверь: ТвГТУ, 2007. 184 с.
6. Смирнов, В.И. Современные подходы к градации производственных участков добычи фрезерного торфа / В.И. Смирнов, О.С. Мисников, О.В. Пухова // Горный журнал. 2014, № 7. – С. 67 – 72.
7. Кузнецов, Н.В. Научные основы создания средств комплексной механизации производства фрезерного торфа с раздельной уборкой из нарациваемых валков: дис. ... д-ра техн. наук: 05.05.06 / Н.В. Кузнецов. СПб, 2003. – 482 с.
8. Гамаюнов, С.Н. Пути эффективного управления бизнесом на предприятиях торфяной отрасли: монография / С.Н. Гамаюнов, Б.Ф. Зюзин. Тверь: ТвГТУ, 2011. – 128 с.
9. Яблонев, А.Л. Пневматический колесный ход и особенности его взаимодействия с торфяной залежью: монография / А.Л. Яблонев. Тверь: ТвГТУ, 2011. – 168 с.
10. Яблонев, А.Л. Требования к тракторам для торфяной промышленности / А.Л. Яблонев // Горный информационно-аналитический бюллетень. М.: МГГУ, 2010. № 2. – С. 38 – 40.
11. Сергеев, Ф.Г. Подготовка торфяных месторождений к эксплуатации и ремонт производственных площадей: учеб. пособие для вузов / Ф.Г. Сергеев. М.: Недра, 1985. – 256 с.

12. Сарматов, М.И. Разработка пнистых залежей путем сплошного фрезерования торфа с древесными включениями / М.И. Сарматов, Г.И. Кужман // Тр. Московского торфяного института. М.-Л.: Госэнергоиздат, 1956. Вып. 4. – С. 39 – 69.

13. Шешин, Б.С. Торф и бизнес / Б.С. Шешин // Торф и Бизнес. 2006, № 3(5). – С. 15 – 17.

14. Самсонов, Л.Н. Фрезерование торфяной залежи / Л.Н. Самсонов. М., 1985. – 211 с.

УДК 622.331:622.271.9

ЗАВИСИМОСТЬ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРИ ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ УБОРКЕ ФРЕЗЕРНОГО ТОРФА ОТ ДЛИТЕЛЬНОСТИ ЦИКЛА

Купорова А.В., Беляков В.А., Болтушкин А.Н.

Тверской государственный технический университет

Проанализировано влияние продолжительности технологического цикла добычи фрезерного торфа на технологические, производственные и экономические показатели. Показано, что с увеличением продолжительности цикла цикловой сбор увеличивается в степенной зависимости, причем показатель степени $n < 1$ ($n = 0.45 \dots 0.6$). Количество циклов определяется количеством бездождных промежутков и их продолжительностью. При сокращении продолжительности цикла увеличивается сезонный сбор торфа, снижаются на 5...7% технологические затраты на производство 1 т готовой продукции. Однако, реализация коротких циклов (0,5 суток) сдерживается рядом технических и организационных трудностей.

Производство фрезерного торфа осуществляется отдельными технологическими циклами. Каждый цикл начинается с фрезерования (экскавации) торфяной залежи и заканчивается уборкой готовой продукции в полевые единицы хранения. Принципиальное отличие производства торфяной продукции от добычи других полезных ископаемых заключается в удалении большого количества избыточной влаги. Так, например, при производстве фрезерного торфа для получения 1 т. готовой продукции удаляется до 9 т. воды. Причем от 4 до 6 т. воды удаляется при осушении торфяной залежи, а удаление остального количества воды происходит в процессе полевой сушки за счет лучистой энергии Солнца и тепла окружающего воздуха.

Все существующие способы производства торфяной продукции базируются на полевой сушке торфа, интенсивность которой определяет цикловые и сезонные сборы и, в конечном счете, производительность труда и другие технико-экономические показатели. Поэтому рациональное построение технологического процесса сушки является одним из важнейших условий повышения эффективности торфяного производства.

Одним из важных факторов, влияющих на технико-экономическую эффективность производства фрезерного торфа, является продолжительность технологического цикла. Все основные технологические показатели производства фрезерного торфа (цикловые сборы, число циклов, сезонные сборы, количество технологического оборудования) определяются продолжительностью цикла, которая пропорциональна продолжительности сушки торфа от его начального влагосодержания до уборочного. Поэтому задача выбора оптимальной продолжительности цикла заключается в том, чтобы за определенный промежуток времени высушить максимально возможное количество торфа, т.е.

$$\frac{P_c(1+W_y)}{\tau} = \max, \quad (1)$$

где P_c – удельная загрузка торфа по абсолютно сухому веществу, кг/м²;

W_y – условное влагосодержание торфа, кг/кг;

τ – продолжительность цикла, ч.

После подстановки в уравнение (1) значения

$$\tau = \frac{(W_H - W_K)P_c}{i_c}$$

Получим

$$\frac{1+W_y}{W_H - W_K} i_c = \max, \quad (2)$$

т.е. наиболее эффективным будет способ, обеспечивающий максимальную интенсивность сушки i_c (кг/(м²·ч)), при наименьшем количестве удаляемой влаги $W_H - W_K$.

Влагосодержание W_K убираемого торфа определяется требованиями потребителя и для данного вида продукции изменяется

незначительно. Начальное влагосодержание W_n определяется возможностями применяемого комплекса гидротехнических мероприятий при осушении торфяных залежей.

В настоящее время продолжительность цикла производства фрезерного торфа составляет 1...3 суток. С изменением продолжительности цикла изменяются как параметры сушки, так и технико-производственные показатели. При изменении продолжительности сушки изменяется толщина сушимого слоя. А вместе с ней изменяется интенсивность сушки i_c [1, 6]:

$$i_c = \frac{C}{h^{0,33}}, \text{ кг/(м}^2\text{ч)}, \quad (3)$$

где C – величина, не зависящая от толщины сушимого слоя h .

Как следует из уравнения (3), с уменьшением толщины слоя интенсивность сушки повышается. Однако с уменьшением толщины слоя повышается неравномерность толщины расстила, уменьшается средневзвешенный диаметр частиц торфа, что ведет к некоторому уменьшению интенсивности сушки. По данным ряда исследователей, снижение толщины сушимого слоя ведет к увеличению сезонных сборов торфа. Если принять все параметры, кроме толщины слоя, постоянными, то уменьшение h_n в два раза повышает интенсивность сушки примерно на 20%. Продолжительность сушки при этом сокращается на 60%. В свою очередь, уменьшение продолжительности сушки ведет к увеличению количества технологического оборудования.

Интенсивность сушки может служить показателем полноты использования метеорологических условий сезона. Вместе с изменением продолжительности цикла сушки изменяются количество циклов за сезон, цикловые и сезонные сборы торфа. Важным обстоятельством является то, что наряду с технологическими показателями сушки изменяются также и технико-экономические показатели работы оборудования, такие как производительность машин и стоимость обработки единицы площади. Причем различные машины по-разному реагируют на изменение циклового сбора и продолжительности цикла.

В настоящее время в производстве уборка торфа осуществляется по двум принципиально различным схемам: с механическим и пневматическим принципом сбора. Пневматический принцип сбора позволяет более гибко регулировать технологию

ческие параметры – продолжительность цикла, величину циклового сбора, влажность убранного торфа и др. Поэтому вопрос о выборе продолжительности цикла для пневматической уборки становится наиболее важным.

С этой целью в камере искусственного климата Тверского государственного технического университета были поставлены специальные опыты по исследованию особенностей сушки фрезерного торфа при различной продолжительности цикла. Опыты проводились с верховым торфом степенью разложения $R = 25\%$ с разной удельной загрузкой по сухому веществу, соответствующей продолжительности цикла 0,5, 1 и 2-е суток, при средних метеорологических условиях (температура воздуха $t_c = 25^\circ\text{C}$, относительная влажность $\phi = 50\%$, скорость ветра $v = 1,5$ м/с, интенсивность облучения $Q = 0,49$ кВт/м²). Опыты проводились в течение 12 суток при различной продолжительности цикла сушки: 0,5, 1 и 2-е суток, т.е. было выполнено 24, 12 и 6 циклов различной продолжительности. По результатам опытов были построены кривые сушки $W = f(\tau)$ для технологии с продолжительностью сушки 5, 10 и 20 ч (см. рис.).

Из анализа кривых сушки видно, что при загрузке $P_c = 0,48$ кг/м² (кривая 1) от начального влагосодержания $W_n = 4,27$ кг/кг до условного $W_y = 0,67$ кг/кг за 5 часов сушки можно высушить весь слой со средним сбором торфа 10,2 т/га по 24 циклам. При продолжительности цикла 10 ч (кривые 2 и 2') сбор составил 16,2 т/га, а при продолжительности цикла 20 ч (кривые 3 и 3') – 20,6 т/га. Увеличение сборов идет не прямо пропорционально увеличению продолжительности цикла, а в степенной зависимости $q_{ц} = C \tau^n$, где показатель степени $n < 1$ ($n \approx 0,45 \dots 0,6$), т.е. цикловой сбор увеличивается медленнее по сравнению с ростом продолжительности цикла. Это объясняется уменьшением интенсивности сушки с увеличением толщины сушимого слоя.

Критерием оптимальности технологической схемы сушки может служить величина сезонного сбора торфа, которая является производением циклового сбора и количества циклов. Так как метеорологические условия сезонов изменяются, то и возможное количество циклов, а следовательно, и сезонный сбор также будут изменяться. Но потребитель должен быть обеспечен необходимым количеством торфяной продукции каждый год вне зависимости от складывающихся метеорологических условий сезона. Это достигается путем расчета плановых показателей на определенную степень обеспеченности и созданием

соответствующей плановой обеспеченности величины резерва готовой продукции.

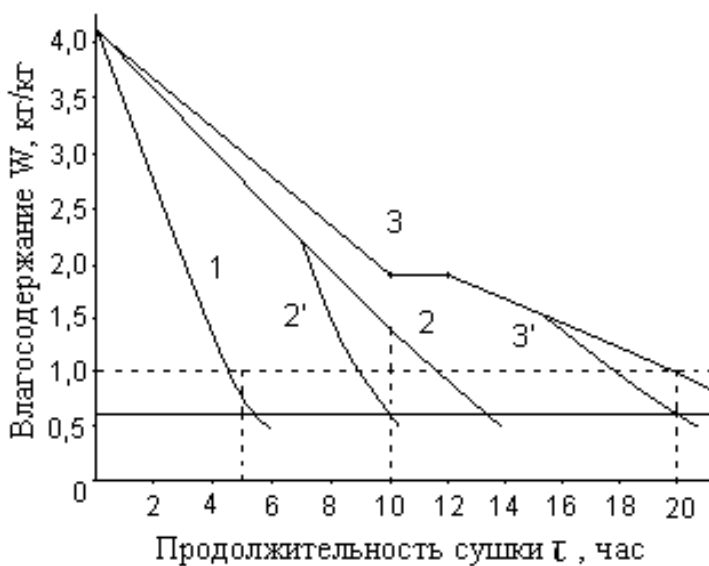


Рис. Кривые сушки фрезерного торфа:
 1 – удельная нагрузка 0,48 кг/м²; 2 – 1,0 кг/м²; 3 – 1,35 кг/м²;
 2', 3' – удельная нагрузка после ворошения.

С целью определения возможного количества циклов различной продолжительности были обработаны метеорологические данные по станции Тверь, а также использованы данные ВНИИТП [2].

Ранее было установлено, что распределение таких показателей как количество циклов за сезон, количество уборочных дней, величина испарения влаги из слоя торфа весьма близко к закону нормального распределения. Поэтому для определения числа циклов в сезоне при различной обеспеченности можно использовать математический аппарат нормального распределения. Результаты обработки метеорологических данных за 30-летний период, а также цикловой и сезонный сбор при различной продолжительности цикла представлены в таблице 1.

Таблица 1– Количество циклов, цикловой и сезонный сборы

Показатели	Значения		
Продолжительность цикла, сутки	0,5	1	2
Среднее количество циклов за сезон	116	58	24,4
Коэффициент вариации, C_v	0,107	0,195	0,238
Среднее квадратическое отклонение, σ	12,4	11,3	5,81
Количество циклов при обеспеченности $\omega = 70\%$	110	52	21
Цикловой сбор, $q_{ц}$, т/га	10,2	16,2	20,6
Сезонный сбор, q_c , т/га	1122	842	433

Из данных табл.1 следует, что при сокращении продолжительности цикла количество циклов увеличивается, цикловой сбор уменьшается, а сезонный – увеличивается. Увеличение сезонного сбора при коротких циклах объясняется увеличением интенсивности испарения влаги из более тонкого расстила (3).

Таким образом, можно сделать вывод, что технология с укороченными циклами более эффективна, так как сезонный сбор выше. Но при уменьшении продолжительности цикла увеличивается частота обработки площади машинами, а при уменьшении циклового сбора это приводит к увеличению машинного времени на производство единицы продукции и, следовательно, к увеличению затрат.

Величина циклового сбора по-разному влияет на производительность технологических машин по обработанной площади (m^2/c) и по массе убранный торфа. Производительность пневмоуборочных машин связана с работой пневмосистемы. Поступательная скорость пневмоуборочной машины ($v_{п}$) связана с цикловым сбором соотношением

$$v_{п} = \frac{a \gamma_{в} \mu v_{вс}}{q_{ц}}, \quad \frac{м}{с}, \quad (4)$$

где a – высота входной щели сопла, м;

μ – массовая концентрация аэромеси, кг/кг;

$\gamma_{в}$ – плотность воздуха, кг/м³;

$v_{вс}$ – скорость воздуха на входе в сопло, м/с;

$q_{ц}$ – цикловой сбор, кг/м².

Производительность машины на прямом рабочем проходе определяется формулой

$$S = b_k v_{\text{п}}, \text{ м}^2/\text{с}, \quad (5)$$

где b_k – ширина захвата машины, м.

Массовая производительность машины (кг/с) определится путем подстановки в формулу (5) значения поступательной скорости $v_{\text{п}}$ из (4) и умножения на $q_{\text{ц}}$:

$$G = b_k a \gamma_{\text{в}} \mu v_{\text{вс}}, \quad (6)$$

т.е. массовая производительность пневмоуборочной машины не зависит от поступательной скорости, если только массовая концентрация аэросмеси не зависит от поступательной скорости.

Анализ результатов многочисленных полевых и лабораторных испытаний пневмоуборочных машин показал, что концентрация аэросмеси практически не зависит от поступательной скорости машины [3]. Концентрация аэросмеси определяется скоростью всасывания воздуха на входе в сопло и конструктивными особенностями машины.

Исходя из этих предпосылок были рассчитаны производительность пневмоуборочной машины, затраты машинного времени на обработку 1 га и некоторые стоимостные показатели в зависимости от продолжительности технологического цикла, приведенные в табл.2.

Стоимость 1 машино-часа определена с учетом стоимости горючего, зарплаты водителя, амортизационных отчислений, отчислений на текущий ремонт и налогов на зарплату.

При продолжительности цикла 1 и 2 суток учтены затраты на ворошение.

Как следует из данных табл. 2 технологические затраты на обработку 1 га увеличиваются с увеличением продолжительности цикла, что связано с уменьшением производительности пневмоуборочной машины. Однако технологические затраты на 1 т торфа увеличиваются незначительно с увеличением продолжительности цикла. При переходе с полудневной на однодневную продолжительность цикла затраты увеличиваются примерно на 5%, а при переходе на двухдневный цикл – на 6,6%. При данном расчете не учтены расходы на амортизацию и содержание производственных полей. С увеличением сезонного сбора при коротких циклах площадь производственных полей умень-

шается, поэтому затраты на содержание полей, приходящиеся на 1 т готовой продукции, также будут уменьшаться.

Таблица 2 – Техничко-экономические показатели при различной продолжительности цикла

Показатели		Значения		
Продолжительность цикла, сутки		0,5	1	2
Цикловой сбор, $q_{ц}$, т/га		10,2	16,2	20,6
Производительность S, га/ч	Уборка	3,32	2,09	1,65
	Ворошение	-	13,7	13,7
Стоимость машино-часа, руб.	Уборка	1500	1500	1500
	Ворошение	-	380	380
Затраты времени на 1 га, ч/га	Уборка	0,30	0,48	0,61
	Ворошение	-	0,07	0,07
Затраты на 1 га, руб.	Уборка	450	720	915
	Ворошение	-	27,7	55,5
Всего на 1 га, руб		450	748	970
На 1т, руб.		44,1	46,2	47,2

Примечание. При продолжительности цикла 2 суток выполняется два ворошения.

На основании приведенных данных можно сделать вывод, что короткие циклы более эффективны как по технологическим, так и по экономическим показателям. Однако реализация коротких циклов (0,5 суток) в производственных условиях сопряжена с рядом трудностей технического и организационного характера. Это усложнение управлением технологическим процессом, обусловленное быстро изменяющейся метеорологической и производственной обстановкой, а также трудности с осуществлением мелкого фрезерования торфяной залежи [4,5].

Библиографический список

1. Афанасьев, А.Е. Интенсификация сушки торфа в полевых условиях /А.Е. Афанасьев, Г. Е. Столбикова // Труды Инсторфа: научный журнал. №5 (58). Тверь: ТвГТУ, 2012. – С.17-21.

2. Малков, Л.М. Исследование процесса сушки фрезерного торфа в тонких слоях / Л.М. Малков, А.И. Чураева // Труды ВНИИТП. Подготовка торфяных залежей глубоким фрезерованием и сушка торфа в тонких слоях. Вып.21. Гостоптехиздат, Ленинград: 1963. – С. 96-182.

3. Болтушкин А.Н. Исследование параметров расстила фрезерного торфа с целью выявления рациональных режимов ра-

боты пневмокомбайнов. //Дисс. на соиск. уч. ст. к.т.н./ Калинин, 1973. – 245 с.

4. Столбикова. Г.Е. Процессы открытых горных работ. Фрезерный торф/ Г.Е. Столбикова, О.С. Мисников, В.Н. Иванов. -Тверь: ТвГТУ, 2017. – 160 с.

5. Васильев А.Н. Повышение выработки технологических машин: монография/ А.Н. Васильев. Тверь: Тверской государственный технический университет, 2018. – 196 с.

6. Купорова А.В., Болтушкин А.Н., Беляков В.А. Совершенствование технологии добычи фрезерного торфа низкой степени разложения// В сб.: Саморазвивающаяся среда технического университета в 2-х частях. Тверь. 2017. – С. 115-120.

УДК [552.574:53]:[553.97:626.86]

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ВОДНЫХ СВОЙСТВ ТОРФЯНЫХ СИСТЕМ ПРИ РЕГУЛИРОВАНИИ ОСУШЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Мисников О.С.

Тверской государственный технический университет

Выполнен анализ изменения водно-физических свойств торфяных систем при обезвоживании. При сушке и последующем увлажнении торфа наблюдаются три этапа, связанные со структурообразованием в системе. Границей перехода из состояния «торф в воде» в состояние «вода в торфе» является влагосодержание равное единице. В состоянии «вода в торфе» система теряет способность восстановления исходных характеристик.

Для эффективного осушения торфяных месторождений необходим анализ информации по их гидрологическим особенностям. Они обусловлены геоморфологией, характером водного питания, видами растительного покрова, а также условиями внутреннего и внешнего влагообмена в залежи. Научное обоснование водно-физических свойств торфяных отложений базируется на классификации форм связи влаги с материалом [1]. Верхней границей, при которой вода механически удерживается торфом, является относительная влажность 89...90 %. Выше этих значений влага в болоте относится к категории свободной. Граничные условия могут изменяться в большую или меньшую

сторону в средних пределах от 2 до 6 %. Это зависит от характеристик торфа, формирующего залежь.

Основная цель осушения – понижение уровня грунтовых вод (УГВ) в торфяной залежи до требуемой нормы [2]. Норма зависит от конкретного направления дальнейшего использования месторождения. После строительства осушительной системы влажность слоя торфа, расположенного выше УГВ уменьшается примерно на 3...5 %. В естественном состоянии влажность торфяного болота имеет высокие значения и в основном зависит от степени разложения торфа R_T и типа торфяной залежи [3]. В нативном болоте массовое содержание воды в среднем в 5,7...17,5 раз выше содержания сухого вещества торфа [1].

При добыче фрезерного торфа эксплуатационная влажность (w_e) должна соответствовать нормам технологического проектирования ($w_e = 75...79\%$) [4]. При производстве же кускового торфа фрезформовочным способом значения средней влажности торфяной залежи несколько выше. В качестве примера, количество удаляемой воды при осушении болота от естественной до эксплуатационной (w_s) влажности представлено в таблице.

Таким образом, в условиях естественного состояния болот, более корректно использовать понятие «торф в воде», а не «вода в торфе». Оно применимо и после проведения осушительных работ. Хотя месторождение в таком состоянии и обладает структурной прочностью, это все же позволяет отнести его к категории «поверхностный водный объект».

Исследование состояния болотных систем при их обезвоживании во всем диапазоне влагосодержаний сопряжено с рядом трудноразрешимых задач, связанных главным образом с сушкой.

В настоящей работе проведено исследование на модельных образцах торфа с последующим масштабированием результатов на макрообъект (торфяное месторождение).

В экспериментах использовались два вида верхового торфа: пушицево-сфагнового с $R_T = 25\%$ и магелланикум с $R_T = 20\%$.

Основной задачей исследований было проведение анализа изменения величины полной влагоемкости W_{II} от текущего влагосодержания образцов в процессе их сушки. Для этого была применена комплексная методика исследований, которая включала в себя выполнение следующих работ.

Таблица – Влажность фрезеруемого слоя при добыче кускового торфа фрезеромочным способом

Степень разложения, %	Эксплуатационная влажность w_3 , %	Средняя масса (кг) удаляемой при осушении от w_6 до w_3 воды, приходящаяся на 1 кг сухого торфа
20...24	82	8,0
25...29	81	6,9
30 и более	80	5,4

1. Формование из торфа цилиндрических образцов диаметром $d = 30, 40$ и 60 мм и длиной $l = 1,5d$, осуществляемое в шнековом экструдере в диапазоне влажности торфомассы от 75 до 80 %.

2. Дополнительная механическая переработка торфомассы перед формованием. Она позволяет увеличить удельную поверхность S ($\text{м}^2/\text{кг}$) торфяных частиц, слагающих образец. В экспериментах удельная поверхность определялась методом мокрого ситового анализа [5].

3. Сушка экспериментальных образцов при конвективном подводе теплоты, относительной влажности воздуха 70 %, температурах $20 \pm 5^\circ\text{C}$ (свободная конвекция, «мягкий» режим) и $60 \pm 5^\circ\text{C}$ (вынужденная конвекция, «жесткий» режим).

4. Определение полной влагоемкости образцов по мере уменьшения их влагосодержания в процессе сушки.

5. Анализ изменения физических и структурно-механических параметров органоминеральных систем на протяжении всего процесса сушки, и сопоставление их с ранее полученными данными [1, 3, 5-7].

Удельная поверхность частиц торфа в образцах (рис. 1) составляла: 360 (1, 1'), 460 (2, 2') и 550 (3, 3') $\text{м}^2/\text{кг}$. В результате экспериментов было установлено, что W_n зависит от структурных изменений, связанных с сушкой материала. При последующем увлажнении подсушенных образцов наблюдается снижение их полной влагоемкости. Причем эта зависимость не носит линейного характера.

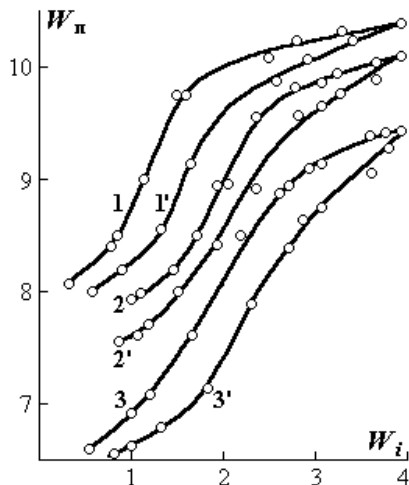


Рис. 1 – Изменение величины полной влагоемкости W_p (кг/кг) формованных образцов верхового пушицево-сфагнового торфа $R_T = 25\%$ при сушке: в «мягком» (1, 2, 3); «жестком» (1', 2', 3') режимах (пояснения в тексте).

На графиках есть зона, до достижения которой система практически полностью восстанавливает свои свойства (W_p стремится к максимальным значениям). Она отчетливо проявляется на графиках 1, 1' (рис. 1), то есть в образцах с наименьшей (для данного эксперимента) степенью механического диспергирования. Влагосодержание в этой зоне составляет примерно от 4 до 2,7 кг/кг, что соответствует полной влагоемкости 10,5...9,8 кг/кг. При понижении влажности в торфе начинают происходить необратимые изменения и первоначальные значения полной влагоемкости уже не достигаются. Но они могут быть достаточно высоки при сушке до $W_i \sim 1$ кг/кг. Причем при увеличении степени механического диспергирования полная влагоемкость снижается и система становится более зависимой от текущей влажности (сравнить кривые 1, 1' с кривыми 2, 2' и 3, 3' на рис. 1).

Обратный процесс – сушка – начинается при высокой начальной влажности, когда образец находится в набухшем состоянии. В этом состоянии полости между макромолекулами органического вещества торфа, их агрегатами и ассоциатами заполнены влагой. Причем процесс усложняется еще и тем, что

сами агрегаты и ассоциаты органического вещества торфа проницаемы для молекул воды. При ее удалении происходит усадка торфа (или осадка торфяной залежи), увеличивается плотность и снижается его проницаемость. Это затрудняет перемещение молекул воды к зоне испарения, что требует дополнительных затрат энергии на удаление влаги из торфа.

Анализ экспериментальных данных (рис. 1) показывает, что процесс обезвоживания начинает необратимо изменять структуру торфа при понижении влагосодержаний до 2...1 кг/кг. Особенно это заметно, при оценке влияния режима сушки. При более «жестком» режиме глубина изменений в структуре торфа выше. Это связано с нехваткой времени для протекания потенциально возможного структурообразования и полной релаксации усадочных напряжений.

Также вероятность проявления необратимых процессов в торфе при обезвоживании возрастает с уменьшением размеров торфяных образцов [8]. Это объясняется тем же механизмом, который проявляется в мелкодисперсном торфе (уменьшение содержания внутриассоциатной и внутриагрегатной влаги) [9].

Применительно к процессу осушения торфяной залежи (макрообъекту с ненарушенной структурой торфяных отложений и средней удельной поверхностью менее 100 м²/кг) это означает, что необратимые изменения в структуре до влагосодержаний $W = 2...2,5$ кг/кг маловероятны.

Интенсивность процесса сушки торфа увеличивается с повышением качества осушения залежи. При небольшом расстоянии до уровня грунтовых вод наблюдается значительная подпитка верхних слоев осушенного месторождения влагой. Это происходит за счет поднятия воды по капиллярам, что увеличивает их влагосодержание. Одновременно происходит дополнительное (хотя и сравнительно небольшое) удаление влаги за счет последующего испарения. Такой подход справедлив для неуплотненной торфяной залежи. Если же на месторождении идет добыча торфа, то многократные проезды технологического оборудования приводят к дополнительному уплотнению верхних слоев залежи (на 25...35 %). Это способствует уменьшению диаметра капилляров и увеличению высоты подъема капиллярной влаги. Экспериментально установлено, что высота капиллярного поднятия может увеличиваться на 20...40 % [8].

Граничной точкой (зоной), при которой торфяная (процесс сушки) или болотная (осушение) система переходит в состояние

«вода в торфе», является влагосодержание $W = 1$ кг/кг ($w = 50 \%$). Ранее [7, 8] было установлено, что при влагосодержаниях близких к этой точке происходят качественные структурные изменения при сушке не только торфяных, но и сапропелевых систем. Однако в этом случае процесс усложняется за счет присутствия в сапропелях большего количества зольных компонентов.

Наиболее показательно это проявляется при переходе органической (органоминеральной) системы от первого ко второму периоду структурообразования (по А.Е. Афанасьеву) [6-8]. Границей этих периодов является точка W_c . Для торфа различных типов и видов, а также органического сапропеля она соответствует влагосодержанию, примерно равному единице $W_c \approx 1$ кг/кг. Связано это с тем, что в этой точке (области) происходит скачкообразное изменение структурных параметров в связи с новым состоянием системы. По всей вероятности здесь начинают массово проявляться водородные взаимодействия между макромолекулами органического вещества материала [6, 8]. Но, при традиционном осушении болот, таких значений влажности не достигается. Они частично могут к ним приближаться только при мелиоративном осушении болот для последующего сельскохозяйственного использования. В этом случае, наряду со снижением влагосодержания, происходят процессы минерализации торфа [10], что также уменьшают его водопоглощительные характеристики.

Таким образом, анализ процессов водорегулирования (рис. 2) на болотах взаимосвязанных с водно-физическими свойствами торфяных отложений показывает, что в естественном состоянии болото относится к поверхностному водному объекту.

Проведение осушения позволяет снизить среднюю влажность в разрабатываемом слое торфяного болота до 75...88 %. Однако и в этом случае содержание воды превышает содержание торфа в 3...7 раз в зависимости от способа его добычи. Средняя влажность в месторождении будет выше эксплуатационной. Влажность в зоне УГВ при осушении не снижается. В зоне капиллярного поднятия она также будет выше эксплуатационной. Поэтому при повторном обводнении болото восстанавливает свои свойства. В этом случае системы эксплуатационного осушения и противопожарного водоснабжения (системы двойного назначения), достаточно быстро осуществляют (при необходимости) подтопление осушенных территорий.

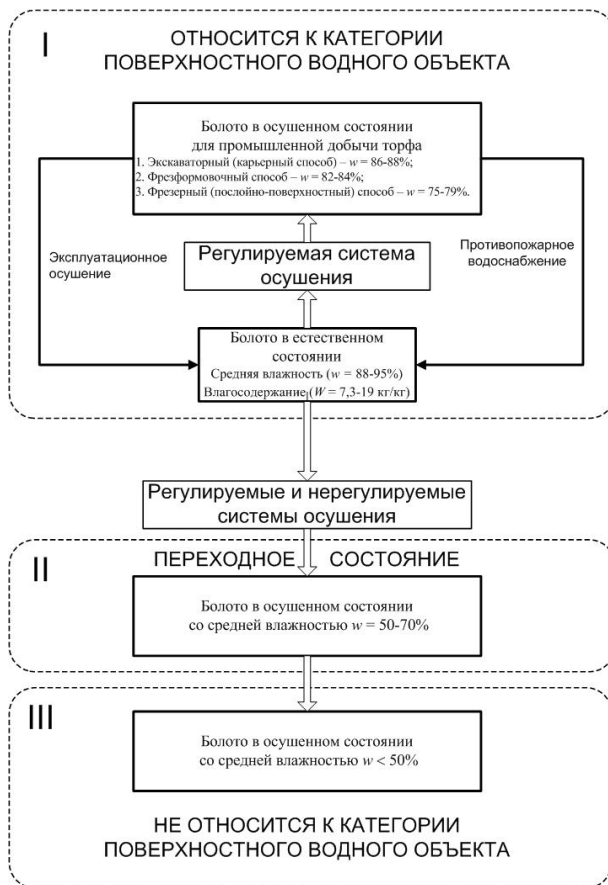


Рис. 2 – Классификация торфяных болот по степени их осушенности (пояснения в тексте)

Оно обеспечивает постоянное или временное сосредоточение воды на поверхности в формах своего рельефа, имеющего границы, объем и черты водного режима. Причем массовое содержание торфа в нем составляет в среднем от 5 до 12%, т. е. в 7,3... 19 раз меньше, чем содержание воды.

Таким образом, результаты исследований могут являться основанием для отнесения торфяных месторождения, на которых осуществляется промышленная добыча торфа к поверхностным водным объектам (Позиция I, рис. 2). Регулируемые и нерегули-

руемые системы осушения, применяемые для мелиорации земель, могут понижать влажность месторождения ниже 50 %. При этом система переходит из состояния «торф в воде» в состояние «вода в торфе», поскольку их массовые доли сначала выравниваются, а затем количество воды уменьшается. Дополнительная аэрация верхнего слоя осушенного болота приводит к усилению минерализации органического вещества торфа и еще большему снижению его водопоглощительных характеристик.

При таких значениях влагосодержания происходят глубокие структурные изменения в торфяной системе. Прежние значения водопоглощения при повторном заболачивании она не достигает. Болото в таком состоянии уже нельзя относить к категории «поверхностный водный объект» (Позиция III, рис. 2).

Осушенные торфяные болота с влажностью 50...70 % находятся в переходном состоянии (Позиция II, рис. 2). Масса воды незначительно превышает массу торфа, но в нем уже начинают проявляться процессы изменения природных характеристик. Применение различных методов увлажнения осушаемых торфяников позволяет несколько сглаживать последствия этих процессов. Однако они не могут в корне изменить ситуацию, поскольку основными задачами увлажнения на осушенных для сельскохозяйственного использования болотах является создание благоприятного водно-воздушного режима для корнеобитаемой зоны растений. Такой режим будет способствовать минерализации верхнего слоя.

В случае восстановления режима водного питания, в течение определенного промежутка времени на объекте снова возобновиться болотообразовательный процесс: появление свободной поверхности воды, рост и отмирание растений-торфообразователей и т. п. При количественном переходе массы воды по отношению к массе торфа свыше 50 %, болото также со временем можно будет отнести к категории «поверхностный водный объект».

Библиографический список

1. Лиштва́н, И.И. *Физико-химические основы технологии торфяного производства* / И.И. Лиштва́н, А.А. Терентьев, Е.Т. Базин, А.А. Головач. Мн.: Наука и техника, 1983. – 232 с.
2. Болтушкин, А.Н. *Гидротехника* / А.Н. Болтушкин, О.В. Пухова, А.Е. Тимофеев. Тверь: ТвГТУ, 2013. – 160 с.
3. Лиштва́н, И.И. *Физические процессы в торфяных залежах* / И.И. Лиштва́н, Е.Т. Базин, В.И. Косов. Мн.: Наука и техника,

1989. – 287 с.

4. Столбикова, Г.Е. *Процессы открытых горных работ. Фрезерный торф.* / Г.Е. Столбикова, О.С. Мисников, В.А. Иванов. Тверь: ТвГТУ, 2017. 160 с.

5. Пухова, О.В. *Закономерности изменения физических свойств торфа при его переработке и сушке: Автореф. дис. ... канд. техн. Наук* / О.В. Пухова. Тверь: ТГТУ, 1998. – 16 с.

6. Афанасьев, А.Е. *Оптимизация процессов сушки и структурообразования в технологии торфяного производства* / А.Е. Афанасьев, Н.В. Чураев. М.: Недра, 1992. – 288 с.

7. Афанасьев, А.Е. *Оценка структурных характеристик при сушке формованных органических и органоминеральных биогенных материалов* / А.Е. Афанасьев, О.С. Мисников // *Теоретические основы химической технологии*, – 2003. – Т. 37. – № 6. – С. 620-628.

8. Афанасьев, А.Е. *Структурообразование коллоидных и капиллярно-пористых тел при сушке* / А.Е. Афанасьев. Тверь: ТвГТУ, 2003. – 189 с.

9. Антонов, В.Я. *Технология полевой сушки торфа* / В.Я. Антонов, Л.М. Малков, Н.И. Гамаюнов. – М.: Недра, 1981. – 239 с.

10. Мисников, О.С. *Разработка научных принципов утилизации промышленных отходов с комплексным использованием ресурсов торфяных месторождений: Автореф. дис. ... докт. техн. наук* / О.С. Мисников. Тула: ТулГУ, 2007. – 40 с.

УДК [552.574:53]:[553.97:626.86]

ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТОРФЯНЫХ ЗАЛЕЖЕЙ С УСЛОВИЯМИ ЗАЛЕГАНИЯ НА АЛЛЮВИАЛЬНЫХ ПЕСКАХ

Мокроусова И.В., Лаптева С.Б.

Тверской государственный технический университет

На основании анализа фактического материала по содержанию макроэлементов в низинных торфяных залежах Тверской области с условиями залегания – на аллювиальных песках дается характеристика аккумуляции и миграции химических элементов в торфяных месторождениях с геохимических позиций.

Содержание химических элементов в торфяных залежах связано с условиями их залегания. Особенно тесная взаимосвязь проявляется в низинных торфяных месторождениях, характери-

зующихся большим разнообразием источников водного и минерального питания. Изучение геохимических особенностей формирования торфяных залежей, аккумуляции и миграции химических элементов в них имеет большое значение для выявления природы и генезиса торфяных месторождений [1-7]. Цель настоящей работы – охарактеризовать содержание химических элементов в торфяных залежах торфяного месторождения, сформированного на аллювиальной равнине.

Исследования проводились на торфяном месторождении низинного типа Тверской области со строением торфяной залежи (древесно-осоковая и древесно-тростниковая), с геологическими условиями залегания - на аллювиальной равнине, сложенной желтыми тонко- и мелкозернистыми аллювиальными песками (аQ_{III-IV}) (рис. 1).

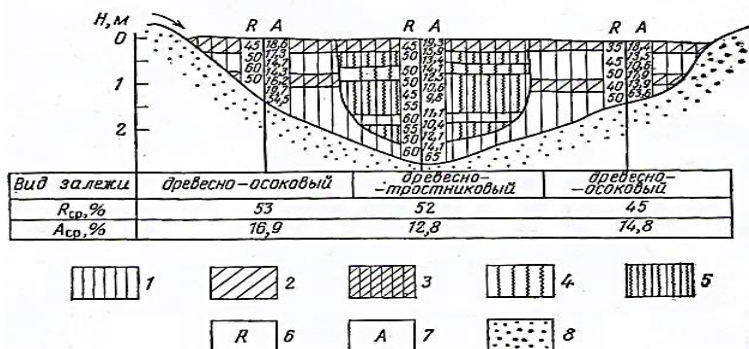


Рис. 1 – Стратиграфический разрез торфяного месторождения с геологическими условиями залегания – на аллювиальных песках. Условные обозначения: 1 – торф древесный низинный; 2 – торф осоковый низинный; 3 – торф древесно-осоковый низинный; 4 – торф тростниковый низинный; 5 – торф древесно-тростниковый низинный; 6 – степень разложения торфа (R, %); 7 – зольность торфа в пересчете на абсолютно-сухое вещество (A, %); 8 – пески

Пробы торфа отбирали в пунктах бурения окраинной и центральной зон торфяного месторождения по генетическим горизонтам и исследовали на содержание макроэлементов: кремния, кальция, железа, алюминия, фосфора, серы. Валовое содержание макроэлементов определяли по методике зольного анализа.

Для установления геохимической взаимосвязи торфяных залежей и пород окружения был определен минералогический и химический состав четвертичных отложений и почв, являющихся окружением торфяного месторождения, поверхностных и грунтовых вод, а также вод торфяного месторождения.

В исследованных пунктах бурения было рассчитано среднешурфовое содержание химических элементов, как средневзвешенная величина, включая дернину, поддернинный (до глубины 0,1 м) и придонный горизонты с зольностью выше нормальной.

Для установления характера накопления и миграции химических элементов в торфяной залежи были использованы следующие геохимические параметры: коэффициенты относительной концентрации и рассеяния (КОК и КОР), биологического поглощения (КБП), водной миграции (K_x), рассчитанные по А.И. Перельману [8]. При расчете коэффициентов относительной концентрации брали отношение содержания химических элементов в торфяной залежи к среднему содержанию исследованных элементов в почвах по А.П. Виноградову [9]. Для выявления относительного накопления химических элементов в придонных и поддернинных горизонтах торфяной залежи рассчитывали коэффициент аккумуляции ($K_{ак}$) как отношение содержания элементов в этих горизонтах к среднему содержанию их в торфяной залежи. Результаты исследований представлены в табл. 1 – 6 и на рис. 2 – 5.

Анализ минералогического состава четвертичных отложений, на которых формируется исследованное торфяное месторождение, показал, что основными минералами этих отложений являются кварц и полевые шпаты (табл. 1), повышенные количества которых обнаружены в аллювиальных песках.

Таблица 1 – Минералогический состав четвертичных отложений Тверской области, % от породы

Генетический тип четвертичных отложений	Кварц	Полевые шпаты	Пирит	Магнетит-гематит	Лимонит	Циркон	Гранат	Роговая обманка	Элидог	Пироксены
Аллювиальный песок	55,84-60,28	23,93-29,83	Ед.-0,04	0,21-0,30	0,03-0,08	0,03-0,05	0,09-0,16	0,11-0,13	0,07-0,13	0,03-0,12

Химический состав аллювиальных песков (табл. 2) отличается повышенным содержанием кремния, железа, серы, фосфора.

Таблица 2 – Химический состав четвертичных отложений Тверской области

Генетический тип четвертичных отложений	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O	Na ₂ O
	% а. с. в.*								
Аллювиальный песок	90,27	1,51	7,44	1,91	Не опр.	0,92	0,60	Не опр.	Не опр.

Подзолистые почвы, развивающиеся на песках, характеризуются повышенным содержанием кремния (табл. 3).

Торф в процессе образования наследует значительную часть минералов окружающих пород. В ходе переотложения минерального материала и формирования новой осадочной фации – торфа происходит обеднение минеральными видами (табл. 4) и образование новых аутигенных минералов, например, опала. Это происходит за счет накопления фитолитов при отмирании растений-торфообразователей [10].

Таблица 3 – Химический состав почв Тверской области [7]

Тип почв	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O	Na ₂ O
	% а. с. в.								
Подзолистые на песках	93,8	3,3	0,8	0,4	0,2	0,07	0,05	0,4	0,2

Содержание кремния в торфах, формирующихся на песках, определяется главным образом кварцем (до 80% от общего содержания).

Изучение химического состава грунтовых вод, питающих исследованное торфяное месторождение (табл. 5), показало, что верхний предел общей минерализации увеличивается в водах, приуроченных к окраине торфяного месторождения. [7].

Таблица 4 – Минералогическая характеристика торфяных залежей Тверской области (центральная зона)

Окружение залежи	R, %	A, %	Среднее содержание минералов в абсолютном сухом торфе	Среднешурфовое значение минералов, % а.с.в.										
				кварц	полевые шпаты	пирит	магнетит	лимонит	кальцит	апатит	циркон	гранат	роговая обманка	пироксен
Аллювиальные пески	50	11,8	0,92	0,74	0,06	$4 \cdot 10^{-3}$	$3 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-2}$	$3 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-3}$	$6 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-2}$	$3 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-4}$

Коэффициенты относительной концентрации химических элементов (табл. 6 и рис. 2) показывают, что в торфяной залежи на аллювиальных песках накапливаются (по сравнению с почвами) сера, фосфор, кальций. Порядок распределения химических элементов по КОК в крайнем и центральном пунктах аналогичен.

Таблица 5 – Химический состав грунтовых и торфяных вод Тверской области

Геохимический ландшафт, категория вод	Минерализация М, мг/л	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Fe _{общ}	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻
		мг/л					
Аллювиальная равнина (грунтовая)	170,9	40,1	15,8	Сл.	134,2	33,7	14,2
Болотный с песчаным окружением центр торфяного месторождения	253,3	96,0	74,4	Сл.	150,1	5,2	42,6
Окраина торфяного месторождения	274,9	82,1	21,8	Сл.	252,5	33,3	21,3

Таблица 6 – Геохимическая характеристика торфяных залежей на аллювиальных песках

Элемент	КОК и КОР	K _{ак} *	КБП	K _x	
				окраина	центральная зона
Ca	3,4	5,0	0,4-2,7	0,7	0,6
Si	-11,5**	5,67	2,3-7,6	0,12	0,14
Fe	-5,4	1,5	1,2-1,8	0,07	Сл.
Al	-14,2	8,0	0,3-5,0	–	–
P	3,1	4,7	0,4-2,3	–	–
S	9,4	0,9	0,5-0,7	–	–

* Указаны максимальные значения.

** Значения с минусом – КОР.

Восстановительная среда, щелочно-кислотные условия, большое количество органических кислот и литолого-геохимические условия залегания торфяных месторождений влияют на дальнейшую миграцию химических элементов. Многие химические элементы в условиях торфяных месторождений становятся более подвижными по сравнению с окружающими водосборными площадями, о чем свидетельствуют коэффициенты биологического поглощения (табл. 6, рис. 3).

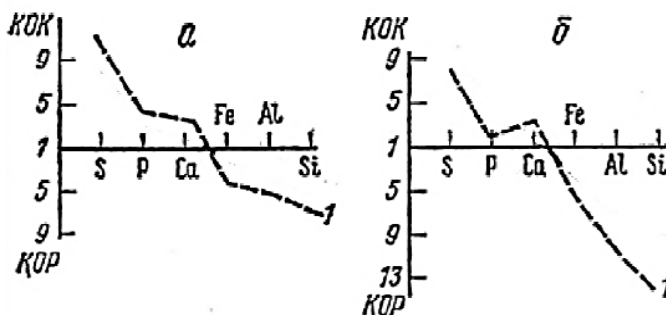


Рис. 2 – Геохимические показатели торфяных залежей на аллювиальных песках:

а – на окраине торфяных месторождений;

б – в центральной зоне торфяных месторождений

Наиболее подвижным элементом в торфяных залежах является марганец, который в восстановительных условиях торфяных месторождений хорошо мигрирует в двухвалентной форме, особенно в торфяных залежах на аллювиальных песках. В условиях кислой и слабокислой среды болотных ландшафтов подвижен также и цинк.

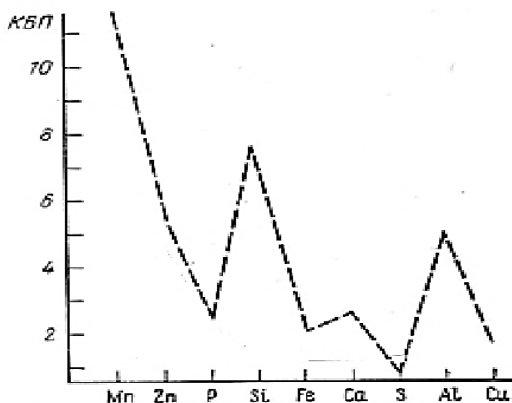


Рис. 3 – Биологическое поглощение химических элементов в торфяных залежах на аллювиальных песках

Значительная аккумуляция кремния растениями-торфообразователями в торфяной залежи на аллювиальных песках обусловлена, по-видимому, не только большим его валовым содержанием, но и увеличением его подвижности в условиях кислой среды торфяных месторождений. Аналогичный вывод можно сделать и в отношении алюминия, который в большинстве геохимических обстановок является малоподвижным мигрантом [8]. Кремний и алюминий относятся к группе элементов слабого и очень слабого биологического захвата.

Сравнение коэффициентов аккумуляции исследованных химических элементов в поддернинном слое и КБП этих же элементов в дернине торфяных месторождений на аллювиальных песках (рис. 3, 4) показало, что ряды химических элементов, составленные в убывающем порядке по КБП (1-й ряд) и $K_{ак}$ (2-й ряд), мало различаются между собой.

1-й ряд: $Mn < Si < Zn < Al < Ca < P < Fe < Cu < S$.

2-й ряд: $Mn < Si < Al < Fe < Ca < P < Zn < Cu < S$.

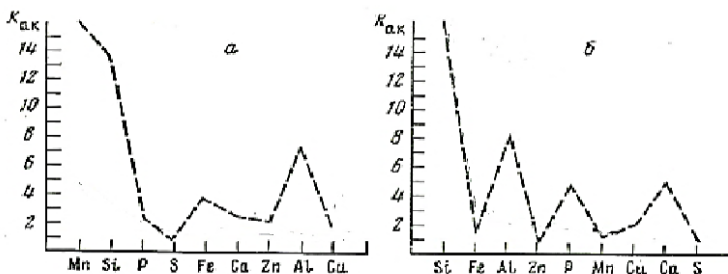


Рис. 4. – Относительное накопление химических элементов в верхнем поддернинном (а) и придонном (б) слоях торфяных залежей

Анализ коэффициентов водной миграции (K_x) некоторых элементов (рис. 5) позволяет сделать вывод о том, что наиболее водноподвижными в поверхностных условиях торфяных месторождений на аллювиальных песках являются цинк (особенно в окраинной зоне) и медь; кальций, кремний, марганец и, особенно, железо обладают невысокой подвижностью.

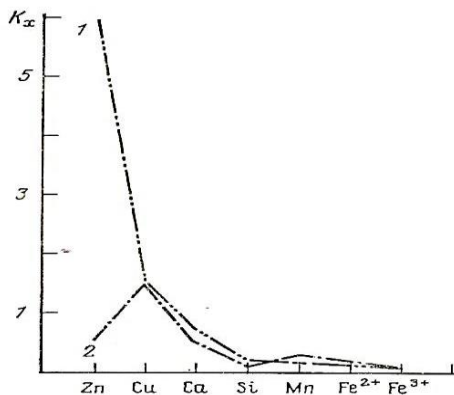


Рис. 5 – Миграционная способность химических элементов в поверхностных водах торфяной залежи на аллювиальных песках:
1 – на окраине, 2 – в центральной зоне

Низкое содержание в поверхностной воде кремния и марганца объясняется, возможно, их значительным поглощением растениями-торфообразователями (о чем свидетельствуют высокие КБП) и переходом подвижного двухвалентного марганца в инертную форму в окислительных условиях. Коэффициент водной миграции меди в поверхностных условиях торфяных месторождений выше, чем у такого подвижного в ландшафтах элемента, как кальций.

Проведенными исследованиями установлено, что миграционная способность макроэлементов изменяется по глубине торфяных залежей и площади торфяных месторождений [3] и обусловлена их стратиграфическими особенностями, различной емкостью поглощения слагающих торфов, связанной со степенью разложения, зольностью, характером и прочностью связи элементов с органической составляющей торфа при определенных щелочно-кислотных и окислительно-восстановительных условиях среды.

На рис. 4 представлены коэффициенты относительного накопления химических элементов в придонных горизонтах торфяных залежей, характеризующихся высокой зольностью. Анализ этих показателей в торфяной залежи на аллювиальных песках интенсивно накапливает кремний, алюминий, кальций, фосфор.

Анализ геохимических параметров показал, что миграционная способность химических элементов в торфяных залежах не только измеряется по сравнению с окружающими ландшафтами [8], но зависит также от геологической обстановки. Такой подвижный в ландшафте и энергично поглощаемый растениями элемент, как сера, в условиях низинных торфяных залежей Тверской области накапливается слабо, а медь и марганец, особенно в торфах на аллювиальных песках, интенсивно. Алюминий, железо, кремний, являющиеся малоподвижными мигрантами, в условиях торфяных месторождений значительно увеличивают миграционную способность.

Изучение миграции и накопления химических элементов в торфяных залежах в связи с условиями их залегания имеет значение для выявления геохимических особенностей генезиса торфяных месторождений и выяснения роли этих элементов в преобразовании минерального вещества в зоне гипергенеза. Полученные материалы могут быть использованы при уточнении классификации торфов.

Библиографический список

1. Лукашев, К.И. Геохимия озерно-болотного литогенеза [Текст] / К.И. Лукашев. – Минск: Наука и техника, 1971. – 284 с.
2. Ефимов, В.Н. Формы аккумуляции и миграции веществ в болотных почвах [Текст] / В.Н. Ефимов // Почвоведение, 1964. - №6. – С. 67.
3. Ларгин, И.Ф. О геохимической подвижности макро- и микроэлементов в торфяных залежах [Текст] / И.Ф. Ларгин, С.Е. Приемская, И.В. Мокроусова // Сб. Вып. 1. – Калинин, 1975. – С. 54.
4. Трошичева, Т.В. Формы нахождения кремния, кальция, железа и серы в торфяных залежах [Текст] / Т.В. Трошичева, И.В. Мокроусова // Исследование торфяных месторождений. Сб. Вып. 2. – Калинин, 1977. – С. 35.
5. Приемская, С.Е. Исследование биогенной аккумуляции химических элементов в торфяных месторождениях различного геологического окружения [Текст] / С.Е. Приемская, Т.В. Трошичева, И.В. Мокроусова // Исследование торфяных месторождений. Сб. Вып. 3. – Калинин, 1978. – С. 109.
6. Ларгин, И.Ф. К вопросу геохимии некоторых макро- и микроэлементов в биосфере [Текст] / И.Ф. Ларгин, С.Е. Приемская, Т.В. Трошичева [и др.]. // Исследование торфяных месторождений. Сб. Вып. 4. – Калинин, 1979. – С. 79.
7. Приемская, С.Е. Геохимическая характеристика некоторых генетических типов четвертичных отложений Калининской области [Текст] / С.Е. Приемская, Т.В. Трошичева, И.В. Мокроусова // Исследование торфяных месторождений. Сб. Вып. 6. – Калинин, 1981. – С. 49.
8. Перельман, А.И. Геохимия элементов в зоне гипергенеза [Текст] / А.И. Перельман. – Л.: Недра, 1972. – 288 с.
9. Виноградов, А.П. Геохимия редких и рассеянных элементов в почвах [Текст] / А.И. Перельман. – М.: Изд-во АН СССР, 1957. – 237 с.
10. Ларгин, И.Ф. Минеральные образования в болотных растениях и их остатках [Текст] / И.Ф. Ларгин, Т.В. Трошичева // Почвоведение. - 1970. - №4. – С. 99.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТОРФА

Поликарпова Н.Н.

Белорусский национальный технический университет

В работе рассмотрены мировые тенденции использования торфа. Приводится описание разработанной нами на кафедре установки, состоящей из бинокулярного микроскопа, фотографической камеры и компьютера, которая позволяет модернизировать стандартные методы определения ботанического состава и степени разложения торфа. Предлагаемая методика определения характеризуется рядом преимуществ по сравнению со стандартной.

Торф – осадочная рыхлая горная порода с высоким содержанием воды (86-94 % в естественном состоянии), образующаяся в результате биохимических процессов из отлагающихся на поверхности болот растительных остатков. Среди других углеродсодержащих органоминеральных горных пород торф выделяется способностью к новообразованию в современных условиях [1, 2]. Однако в 2013 г. Евросоюз принял постановление, в котором определил, что торф является невозобновляемым ресурсом. Это в значительной мере связано с колоссальной экологической ролью болот в формировании климатических условий, связывании атмосферного углекислого газа, поддержании водного баланса и др. Болота Беларуси фактически являются легкими Европы.

Традиционно торф рассматривается как горючее полезное ископаемое (максимальная теплота сгорания 24 МДж/кг). Торф по сравнению с другими видами горючих ископаемых отличается более низкой стоимостью. Энергетика Беларуси вплоть до 70-х годов XX века почти полностью обеспечивалась торфом. Запасы этого полезного ископаемого объективно позволяли называть Беларусь республикой торфа. В настоящее время болота занимают в стране площадь около 2,5 млн га. Помимо высокой значимости как местного топливного ресурса торф является важным сырьевым источником различных органических соединений (в нем обнаружено около 100 тысяч видов органических веществ). Из торфа получают метиловый и этиловый спирт, фенол, воск, парафин, уксусную и щавелевую кислоты, аммиак, гербициды и др. Препараты гуминовых

кислот, извлекаемых из торфа, используются как стимуляторы роста растений. Важную роль торф играет в восстановлении плодородия почв. На его основе производятся различные виды органических и органоминеральных удобрений, торфяных питательных субстратов, почвенных смесей с песком и др. Слаборазложившийся верховой торф является прекрасным теплоизоляционным материалом, из верховых сфагновых торфов производится торфяной сорбент, который весьма эффективен при сборе масляных и нефтяных пятен (одна часть сорбента на четыре части связываемого компонента). Волокна пушицы, которые входят в состав торфа, можно использовать при изготовлении тканей. Технология промышленного производства таких тканей уже разработана.

В связи с истощением других углеродсодержащих полезных ископаемых в последнее время возрастает интерес к торфяным ресурсам. Статистические данные маркетингового исследования торфа свидетельствуют, что 200 стран мира являются крупнейшими производителями и потребителями торфа. В их число входят такие страны как Чешская Республика, Румыния, Польша, Саудовская Аравия, Объединенные Арабские Эмираты и многие другие как крупные так и небольшие государства мира. В то же время Российская федерация, только в европейской части которой насчитывается 2000 месторождений с запасами 5,5 млрд. т, пока не входит в число крупнейших производителей торфа.

По добыче торфа Беларусь занимает пятое место в мире после Финляндии, Ирландии, Швеции и Германии. Значительные объемы добываемого в Беларуси торфа поставляются на экспорт. По словам генерального директора Белтопгаза А.Кушнаренко /3/ в 2019 г. было экспортировано 106 тыс. т торфяных брикетов и сушенки на сумму 5,7 млн \$. Основные потребители белорусского торфа – Швеция, Финляндия, Польша, Литва. При этом интересно, что эти страны сами являются лидерами в добыче и экспорте торфа. Литовский торф огромными партиями отправляется в Саудовскую Аравию и десятки других стран мира (Япония, Китай, страны Африки), где он используется для выращивания грибов, кактусов, бананов, а также подготовки полей под гольф и развития животноводства. В Дубае в пустынном климате создаются многочисленные сады и парки, которые выращивают на торфяных смесях. Представители торфяного бизнеса

считают, что этому ископаемому пока нет равных и только оно может быть гарантом жизни в странах с отсутствием плодородных земель. Торф как природное ископаемое пользуется наибольшим спросом в государствах с неплодородными землями. Страны Ближнего Востока больше всего интересуются торфом с высокой влагоемкостью, пригодным для выращивания трав. Экпортируемый Литвой за границу торф используется также в косметических целях. Одна из немецких компаний уже производит косметические маски для кожи. Около 95 % всего добываемого в Литве торфа идет на экспорт в более чем 90 стран мира. Ситуация с литовским экспортом торфа носит стабильный характер. В торфяной отрасли Литвы добыча сбалансирована с процессом формирования новых пластов торфа, т.е. ежегодно добывается столько полезного ископаемого, сколько его вновь образуется.

По разным оценкам в мире от 250 до 500 млрд тонн торфа (в пересчёте на 40 % влажность). В Беларуси месторождения торфа оцениваются числом около 9200. В них сосредоточено 3 млрд. т. торфа. За все годы разработки торфяных залежей добыто 1,1 млрд. т. В настоящее время разрабатывается порядка 400 месторождений, с ежегодной добычей 13-15 млн т. В одном из наиболее крупных, расположенном в Пуховичском районе Гала-Ковалевском месторождении запасы составляют 5,4 млн. т, из которых добыто 1,3 млн. т (ежегодно 130 тыс. т). К 2020 г. планируется довести добычу до 200 тыс. т. Предполагается, что запасов хватит на 25 лет [4].

Как сообщил начальник управления по геологии Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Сергей Мамчик, страны Ближневосточного региона заинтересовались белорусскими торфами и сапропелем. Сейчас кубический метр торфяного сырья стоит примерно 11,5 евро, а цена на субстраты начинается от 14-15 евро. Цена на торф напрямую связана с его типом, видом и степенью разложения. На мировом рынке наиболее ценятся низинные виды торфа, поскольку они характеризуются более равномерной структурой за счет высокой степени разложения, слабокислой pH средой (5), большим содержанием по сравнению с другими типами торфа гумусовых, фульвокислот и других важных органических веществ.

Низинный торф образуется из растительности евтрофного типа, в ботаническом составе которого не более 10 % остатков растительности олиготрофного типа (сфагновые мхи, пушица).

Зольность (содержание минеральных веществ) у низинного торфа 6–18 %, что значительно выше чем у верхового (0–4 %). Цветовая гамма – от преобладающих серых цветов до землисто-коричневого в зависимости от содержания гумусового вещества.

Для определения видов торфа применяются глазомерный макроскопический (приблизительная оценка в полевых условиях) и микроскопический (в лабораторных условиях). Согласно современным ГОСТам наиболее точным является микроскопический метод определения. Отбор и подготовка проб производится по ГОСТ 7644-83 Торф. Методы отбора проб из залежи и обработка их для лабораторных испытаний. Тип торфа, вид (группу) и степень разложения определяют по ГОСТ 10650-2013 или ГОСТ 28245-89 Торф. Методы определения ботанического состава и степени разложения. Межгосударственный стандарт. ГОСТ 10650-2013 был разработан Техническим комитетом по стандартизации ТК 374 «Торф и торфяная продукция». Открытым акционерным обществом «Всероссийский научно-исследовательский институт торфяной промышленности» (ОАО «ВНИИТП») и принят Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации в ноябре 2013 г. Этот стандарт распространяется на торф и устанавливает методы определения степени разложения торфа. Под степенью разложения торфа понимается процентное содержание в нем бесструктурной массы, включающей наряду с гуминовыми веществами и мелкие частицы негумифицированных остатков. Сущность микроскопического метода определения степени разложения заключается в определении относительной площади, занятой бесструктурной частью при рассмотрении тонкого разжиженного слоя торфа на предметном стекле через микроскоп с увеличением 56 – 140. При этом за 100 % принимают площадь, занятую бесструктурной частью и растительными остатками. Площадь, занятую бесструктурной частью, выражают в процентах и принимают за показатель степени разложения. Ткани, сохранившие клеточную структуру, принимают за растительные остатки. Определение проводится на трех предметных стеклах с рассмотрением десяти полей зрения на каждом (суммарно 30 полей зрения). По полученным на каждом предметном стекле значениям степени разложения определяют среднее арифметическое из тридцати отсчетов, округляя полученный результат до 5 %. Абсолютное

допускаемое расхождение между результатами определений, проводимых разными исполнителями по одной пробе торфа, не должно превышать 10 %.

Для определения вида торфа проводится отбор проб – по ГОСТ 17644 их подготовка и последующее исследование под микроскопом с установлением ботанического состава.

Сущность метода заключается в определении при помощи микроскопа количественного соотношения в процентах остатков растений-торфообразователей, слагающих растительное волокно в пробе, освобожденной от гумуса. По ботаническому составу при помощи «ключей» определяют тип, группу и вид торфа.

От пробы берут для анализа 50-100 см³ торфа и разравнивают его на пластиковом или полиэтиленовом листе слоем 3-5 мм. Из подготовленного слоя пробоотборником или ложкой набирают в точках, равномерно расположенных по площади, порцию торфа объемом около 5 см³, помещают на сито и промывают ее струей воды до тех пор, пока вода под ситом станет прозрачной. Промытое волокно маленькими порциями пинцетом переносят на предметное стекло, распределяют иглами тонким прозрачным слоем.

От каждой пробы для анализа готовят препарат на трех предметных стеклах. Если волокно имеет характерную желто-коричневую окраску, то на него при помощи пипетки капают раствором серной кислоты с массовой долей 5 % до исчезновения окраски. Затем пипеткой добавляют воду и разравнивают препарат иглами до получения тонкого прозрачного слоя. При анализе сфагновых мхов часть промытой пробы для препарата предварительно окрашивают метиловой синью или чернилами. При анализе древесных и травянистых остатков для большего просветления добавляют пипеткой несколько капель раствора гидроксида натрия или калия с массовой долей 10 %. Предметное стекло с приготовленным препаратом кладут на столик микроскопа и рассматривают при увеличении 56-140×. При анализе пыльцы растений, анатомического строения остатков древесины и сфагновых мхов пользуются увеличением 400× и более. При этом применяют стандартные предметные и покровные стекла, а также иммерсионное масло, которое наносят на покровное стекло. Ботанический состав торфа устанавливают путем определения количественного соотношения между растительными

остатками. Волокно растений-торфообразователей, видимое под микроскопом, по занимаемой в поле зрения площади принимают за 100 %. При анализе путем перемещения предметного стекла на каждом препарате просматривают до десяти полей зрения. При обработке данных по каждому полю зрения записывают название встречающихся растений и ставят против них процент занимаемой площади с округлением до 5 %. Записи проводят в журнале по специальной форме. Принадлежность растительных остатков к определенному виду растения устанавливают по Атласу растительных остатков в торфах. Абсолютное допустимое расхождение между определениями ботанического состава, проводимыми разными исполнителями в одной пробе, не должно превышать 5 % по растениям-торфообразователям, определяющим вид торфа. После определения ботанического состава при помощи «ключа» находят тип, группу и вид исследуемого торфа по Классификациям видов торфа и торфяных залежей [5, 6].

Нами на кафедре «Горные работы» усовершенствованы гостовские методы микроскопического определения видовой принадлежности торфа и его степени разложения, от которых зависят все качественные характеристики торфа. С этой целью была собрана установка, состоящая из бинокулярного оптического микроскопа (МИКМЕДво-1), фотокамеры (NIKONCoolPix 4500) и компьютера, которая позволяет получать увеличение до 1300. Фотография установки представлена на рисунке 1.

Разработанная методика отличается целым рядом преимуществ по сравнению со стандартной (ГОСТ 28245-89 и ГОСТ 10650-2013), в том числе выведением получаемых изображений полей зрения на компьютер. Достижимое с помощью установки увеличение изображения до (совместно с компьютером) 1300 имеет решающее значение при установлении вида растений торфообразователей, поскольку позволяет детально рассмотреть все составляющие торф растительные остатки, выделить доминирующие и встречающиеся в единичном количестве, определить их процентное соотношение и по стандартному ключу отнести исследуемый торф к определенному виду.



Рис. 1 – Установка высокого увеличения

Вторым несомненным достоинством методики является возможность сохранять объективную информацию о составе торфа в памяти компьютера в виде высокой четкости снимков полей зрения, на которых можно рассматривать растительные ткани, составляющие основу торфа вплоть до клеточного уровня. Этот электронный ресурс может тиражироваться, передаваться заинтересованным лицам и при необходимости пересматриваться в любой момент с целью проведения количественной оценки доли каждого из растений торфообразователей для установления видовой принадлежности торфа. Образец изображения одного из полей зрения зафиксированного при определении ботанического состава торфа представлен на рисунке 2.

Такая возможность уменьшает риск субъективной ошибки оператора, который сидя за микроскопом последовательно просматривает от двух до трех предметных стекол с торфяным волокном, оценивая на каждом по десять полей зрения и фиксируя свою оценку в журнале. Все приведенные преимущества разработанной методики проявляются и при определении степени разложения торфа.

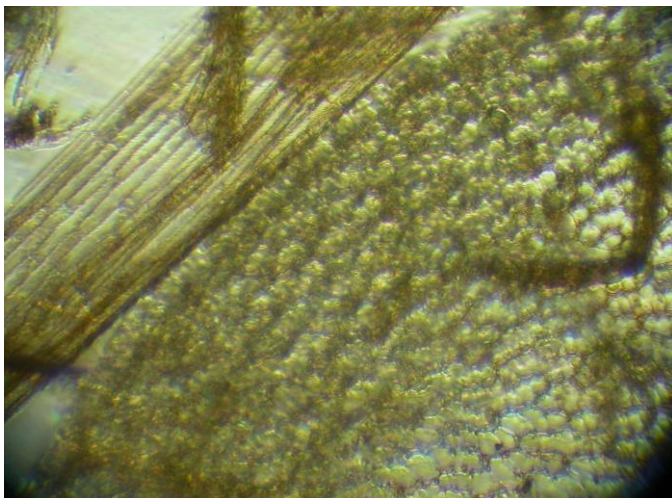


Рис. 2 – Образец увеличения растительных тканей торфа с помощью разработанной установки (лист сфагнового мха и эпидермис пушицы)

Библиографический список

1. Денисенков, В. П. *Основы болотоведения: учеб. Пособие / В.П. Денисенков.-: Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2000. – 224 с.*
2. *ГОСТ 21123-85. Торф. Термины и определения.*
3. *Как добывается торф и чем Швеции приглянулись белорусские брикеты. Minsknews.by 31 августа 2019.m.sputnik.by*
4. *Гарант тепла и цветущих клумб: как добывают белорусский торф. Контент сайта sputnik.by экономика 08.10 06.09.2019.*
5. *ГОСТ 28245-89. Торф. Методы определения ботанического состава и степени разложения.*
6. *ГОСТ 10650-2013 Торф allgosts.ru>75/160/gost.10650-2013.*

СРЕДНЯЯ МОЩНОСТЬ МАШИНЫ ДЛЯ СРЕЗКИ ДРЕВЕСНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ

Синицын В.Ф., Копенкина Л.В.

Тверской государственный технический университет

В статье рассматривается метод расчета средней мощности машины для срезки древесной растительности при подготовке торфяных площадей к разработке.

При подготовке торфяных месторождений к использованию для добычи торфа применяются машины для срезки древесной растительности типа МТП-43 [1]. Машины этого типа оснащаются двигателями мощностью 70..110 кВт, имеют высокую производительность – древесная растительность срезается на площади 0,5...0,7 га за смену.

Машина представляет собой навесное на экскаватор оборудование. Исполнительным органом, осуществляющим срезку деревьев, является дисковая фреза. Фреза расположена на конце стрелы. Каждый рабочий проход фрезы – результат поворота верхнего поворотного строения экскаватора (по направлению часовой стрелки) на угол 180°. Скорость подачи фрезы на рабочем проходе 2...3 м/с.

Поворотом верхнего строения против часовой стрелки на угол 180° фреза возвращается в исходное положение. Эти маятниковые движения фрезы производятся впереди машины. Перед каждым рабочим проходом фрезы машина перемещается вперед на 0,9...1,2 м.

Исследования показали, что на привод фрезы расходуется около 90% энергии, необходимой для работы машины. Во время рабочего прохода фреза попеременно совершает срезку очередного дерева и холостой ход до встречи со следующим деревом. Во время срезки дерева пиковые значения мощности на зубьях фрезы достигают величины в 3..4 раза превышающей мощность двигателя. Расход энергии, необходимый для срезки дерева, на 2/3...3/4 покрывается за счет кинетической энергии фрезы, угловая скорость которой во время срезки дерева уменьшается. Во время холостого хода энергия, поступающая от двигателя, расходуется на восстановление кинетической энергии фрезы – ее угловая скорость увеличивается. Фреза является своеобразным аккумулятором энергии.

Из сказанного следует, что при проектировании машины задача определения необходимой мощности привода одновременно является и задачей определения необходимого момента инерции.

Есть аналитические решения этой задачи [2, 3]. Однако этим решениям присущи определенные недостатки. В связи с этим в настоящее время наиболее адекватным описанием процесса взаимодействия фрезы с древостоем является имитационная модель [4]. Трудность получения аналитического решения, в достаточной мере адекватно отражающего процесс взаимодействия фрезы с древостоем, обусловлена тем, что диаметр срезаемого дерева и его координаты являются случайными величинами. Предлагаемая имитационная модель реализуется комплексом программ, написанных на языке BASIC.

Программа, реализующая имитационную модель процесса взаимодействия фрезы с древостоем, в качестве исходных использует следующие данные: w – скорость подачи фрезы, м/с; Nd – мощность привода фрезы, кВт; Jf – момент инерции фрезы, кг·м²; B – ширина пропила (ширина зубьев фрезы), м; $ommax$ – максимальная угловая скорость фрезы, рад/с; $ommin$ – минимальная угловая скорость фрезы, рад/с; A – удельный расход энергии на резание древесины, кДж/м³; плотность сосново-сфагнового древостоя верховых торфяных месторождений $m=1600$ 1/га [5]; математическое ожидание диаметра дерева $md=0,13$ м; среднее квадратичное отклонение $\sigma d=0,0325$ м; скорость подачи фрезы – 2 м/с; диаметр фрезы $Df=1,5$ м; коэффициент использования ширины захвата $kf=0,8$.

Компьютерные эксперименты показали (рис.), что можно в 3–4 раза уменьшить мощность привода фрезы, увеличивая момент инерции. Мощность привода при этом практически станет равной средней мощности, необходимой для срезки данного древостоя. Для этого необходимо примерно трехкратное увеличение момента инерции фрезы, по сравнению с моментом инерции на существующих машинах МТП-43. На настоящий момент единственным способом такого значительного увеличения момента инерции представляется введение в систему привода фрезы специального инерционного устройства.

Характер зависимости Nd от Jf свидетельствует о том, что величина мощности Nd с увеличением момента инерции Jf стремится к какому-то пределу. Какая величина является таким пределом и можно ли ее вычислить?

При бесконечно большом значении момента инерции J_f фреза располагает бесконечно большим запасом кинетической энергии. Следовательно, мощность привода не будет зависеть от величины пиковых нагрузок, возникающих при срезке дерева. Поэтому мощность привода будет равна средней мощности, необходимой для срезки данного древостоя. Найдем значение этой мощности, получив для нее формулу.

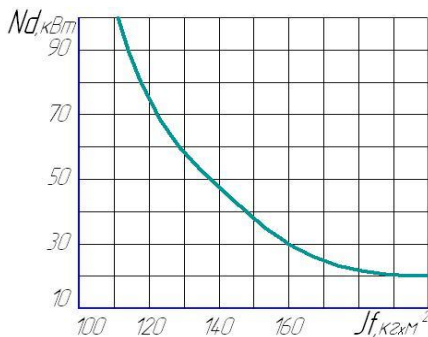


Рис. – Зависимость мощности привода фрезы N_d от величины момента инерции фрезы J_f

Ширина полосы, освобождаемой фрезой от древостоя в процессе рабочего прохода

$$B_p = D_f \cdot k_f,$$

где B_p – ширина полосы, м;

k_f – коэффициент использования ширины захвата;

D_f – диаметр фрезы, м.

Производительность фрезы на рабочем проходе равна произведению ширины полосы B_p на поступательную скорость w , м/с:

$$Q = B_p \cdot w = D_f \cdot k_f \cdot w, \text{ м}^2/\text{с}.$$

Количество деревьев, срезаемых в единицу времени равно

$$n_{cp} = Q \cdot m = D_f \cdot k_f \cdot w \cdot m \cdot 10^{-4}, \text{ шт/с},$$

где m – густота древостоя, 1/га.

Количество энергии, затрачиваемой на срезку одного дерева равно:

$$T = V \cdot A, \text{ кДж},$$

где V – объем древесины, фрезеруемой при срезке одного дерева, м^3 ;
 A – удельный расход энергии на резание, $\text{кДж}/\text{м}^3$.

Объем древесины, фрезеруемой при срезке одного дерева, равен

$$V = \frac{\pi \cdot D_{\text{дер}}^2}{4} \cdot B_{\text{пр}}, \text{ м}^3,$$

где $D_{\text{дер}}$ – диаметр дерева, м;

$B_{\text{пр}}$ – ширина пропила, м (равна ширине зуба фрезы).

Соответственно энергия, необходимая для срезки одного дерева с учетом предыдущих формул равна

$$T = \frac{\pi \cdot D_{\text{дер}}^2}{4} \cdot B_{\text{пр}} \cdot A.$$

Средняя мощность для срезки данного древостоя

$$N = T \cdot n_{\text{дер}},$$

где $n_{\text{дер}}$ – количество деревьев.

С учетом всех формул получаем

$$N = \frac{\pi \cdot D_{\text{дер}}^2}{4} \cdot B_{\text{пр}} \cdot A \cdot D_f \cdot k_f \cdot w \cdot m \cdot 10^{-4}.$$

Методом статистических испытаний найдем представительный статистический материал для получения средней мощности с достаточной точностью и надежностью.

Значение диаметра дерева принято для модели нормального распределения с параметрами, соответствующими среднестатистическим оценкам среднего значения диаметра дерева 0,13 м и стандартного отклонения 0,0325 м.

Увеличение момента инерции до величин, при которых мощность привода будет близка к средней, будет возможна при использовании специального инерционного устройства.

При создании инерционного устройства определяемая мощность будет служить ориентиром для конструкторов.

Библиографический список

1. Кудимов, Л.П. *Технология и комплексная механизация подготовки торфяных месторождений к разработке* / Л.П. Кудимов, Ю.Д.Кусков, К.Е. Сафонов. М.: Недра, 1974. – 216 с.

2. Шейде, В.П. *Определение параметров машины для сводки леса при подготовке торфяных полей* / В.П. Шейде // *Торфяная промышленность*. 1973. №8. – С.16–18.

3. Сеницын, В.Ф. *Расчет мощности привода дисковой пилы машины для сводки леса* / В.Ф. Сеницын // *Торфяная промышленность*, 1975. №1. – С.11–12.

4. Сеницын, В.Ф. *Имитационная модель процесса взаимодействия с древостоем фрезы машины для срезки древесной растительности типа ЭСЛ* / В.Ф. Сеницын // *Лесной вестник*, 2010. №6. – С. 111–115.

5. Ларгин, И.Ф. *Исследование древесного яруса на верховых болотах* / И.Ф. Ларгин // *Труды института леса АН СССР*, 1953. Т.13, – С. 45–51.

УДК 622.331

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТОЛЩИНЫ РАССТИЛА НА КОЭФФИЦИЕНТ РАЗРЫХЛЕНИЯ ТОРФЯНОЙ ЗАЛЕЖИ

Столбикова Г.Е., Болтушкин А.Н., Купорова А.В.

Тверской государственный технический университет

Получено уравнение регрессии влияния толщины расстила на коэффициент разрыхления торфяной залежи в процессе ее фрезерования. Объектом исследования был принят торф низинного типа степенью разложения 41 %. Установлено, что коэффициент разрыхления изменяется в пределах 1,5...2,0. Кроме того, коэффициент разрыхления зависит в большей степени от начальной влажности, увеличиваясь при ее снижении.

Российская Федерация по запасам торфа занимает одно из первых мест в мире, но по территории страны торфяные месторождения в географическом плане распределены неравномерно.

В то же время торф относится к местным полезным, экологически безопасным ресурсам, в котором содержится низкое количество серы и золы, которое обеспечивает при его сжигании в качестве топлива невысокий уровень выбросов диоксида серы (в 50 раз меньше по сравнению с сжиганием мазута и угля). Выбросы же углерода компенсируются его аккумуляцией торфяно-болотными экосистемами [1]. Разработка 1 га торфяных залежей эквивалентна сводке древесных насаждений на топливо с 50-100 га. Поэтому возрождение торфодобывающей и перерабатывающей отраслей торфяной промышленности является актуальной задачей.

Направления использования торфа и торфяной продукции в различных отраслях промышленности, коммунально-бытовом и сельском хозяйстве составляют до 70 видов наименований продукции из торфа. Основным способом получения большинства видов продукции является фрезерный. Фрезерный торф получается в результате дробления верхних слоев торфяной залежи при воздействии на нее рабочих органов фрезерных барабанов (штифтов, пластин с заостренной гранью и т. д.). Форма частиц получается самая неопределенная, а размеры их колеблются в весьма широком диапазоне, от пыли до довольно крупных частиц в 20 – 30 мм и выше.

Фрезерная крошка характеризуется фракционным или гранулометрическим составом, который сильно изменяется в зависимости от характеристики торфяной залежи, главным образом от типа торфа и степени разложения, а также от типа механизмов и режимов фрезерования. Результирующим показателем гранулометрического состава является так называемый средний действующий (взвешенный) диаметр частиц. Кроме гранулометрической характеристики и величины среднедействующего диаметра частиц важным показателем для процессов сушки торфа является характер растила крошки, главным образом его толщина.

При современной технологии производства фрезерного торфа сушка фрезерной крошки осуществляется во многослойном расстиле, толщина которого определяется соотношением [2]:

$$h_p = h_{\phi} \cdot k' \cdot k'' ,$$

где h_{ϕ} – нормативная глубина фрезерования, мм; k' – коэффициент разрыхления слоя; k'' – коэффициент, учитывающий фактический недобор высушенной крошки (против планового сбора).

Коэффициент разрыхления, это отношение толщины расстила фрезерной крошки к глубине фрезерования, обычно изменяется от 1,1 до 2,5. Первые упоминания о коэффициенте разрыхления залежи относятся к годам создания фрезерного способа добычи торфа (28 – 30 г.г. прошлого столетия). Более поздними исследованиями установлено, что на коэффициент разрыхления влияет укладка частиц, при плотной укладке коэффициент разрыхления значительно ниже, чем при рыхлой. На коэффициент разрыхления также влияют размеры частиц и глубина фрезерования. Так при снижении глубины фрезерования до 15 мм коэффициент разрыхления тоже снижается, а затем при дальнейшем увеличении глубины фрезерования он остается постоянным. Коэффициент разрыхления также зависит от характеристики генетической породы торфа. Влияние начальной влажности торфа и толщины расстила на коэффициент разрыхления не рассматривалось.

Поэтому в данной работе проведены исследования влияния начальной влажности и толщины расстила на коэффициент разрыхления. Эксперименты проводились в лабораторных условиях Тверского государственного технического университета на торфяном монолите. Торфяная крошка, полученная после фрезерования залежи, тщательно перемешивалась и отбиралась проба на начальную влажность, которая определялась стандартным типовым методом. Начальная влажность изменялась в пределах от 55,0 до 77,8 %. Полученную крошку распределяли равномерно в 25 квадратах определенной площади. Специальным пробоотборником определялась плотность торфяной залежи при этой же начальной влажности. Глубина фрезерования определялась расчетным путем, зная массу торфа в рамке, площадь рамки и плотность торфяной залежи. В каждой рамке измерялась средняя толщина расстила по нескольким замерам специальным прибором. Сбор торфяной крошки из рамок производился с помощью пневматической установки и взвешивался. Объектом исследования был взят торф низинного типа степенью разложения $R=41\%$ древесно-осокового вида.

Исследования проводились с использованием метода полного факторного эксперимента [3,4]. Отличительной особенностью данного метода является постановка опытов на двух уровнях факторов – верхнем и нижнем, причем в опытах использовались все возможные сочетания значений факторов. Для проверки линейности системы ставился дополнительный опыт на среднем (нулевом) уровне. Общее количество опытов с учетом n

параллельных определений в каждом варианте в полном факторном эксперименте составляло

$$N_{\text{общ}} = (2^i + 1) \cdot n,$$

где i – число факторов.

Постановка полного факторного эксперимента сводится к выбору и анализу уравнения регрессии.

Составлена следующая матрица планирования эксперимента, которая представлена ниже и имеет вид (таблица 1).

Таблица – Матрица планирования эксперимента

				№ варианта					
				1	2	3	4	5	
Уровни	-1	x1 x2	Планирование	x0	+	+	+	+	Все факторы на среднем уровне
				x1	-	+	-	+	
	x2	-		-	+	+			
	+1	α _{max} =77,8 β _{max} =55,7		Расчет	x1x2	+	-	-	
α _{min} =55,4 β _{min} =5,7									

Шаг варьирования	λ ₁ = Δh ₀ = 11,2 % λ ₂ = Δh = 24 мм	Выход	y ₁	2.270	1.759	1.320	1.138	1.618
			y ₂	1.897	1.492	1.540	1.233	1.751
			y ₃	1.330	1.466	1.560	1.289	1.787
			y ₄	2.750	2.089	1.530	1.176	1.781
			y ₅	1.430	1.613	1.570	1.499	1.503
			y ₆	1.620	1.587	1.999	1.493	1.263
			y _N	1.993	1.657	1.667	1.871	1.716

Определены коэффициенты регрессии, построчные дисперсии, дисперсия воспроизводимости, дисперсия среднего значения и другие показатели. На основании этих показателей получили уравнение регрессии в общем виде

$$y = 1.577 - 0.1165x_1 - 0.1935x_2 - 0.0035x_1x_2.$$

После подстановки значений x_1 и x_2 получили уравнение регрессии зависимости коэффициента разрыхления от начальной влажности и толщины расстила, которое имеет вид:

$$k_p = 2.4836 - 0.01\omega + 0.000608h - 0.000013\omega h.$$

Для значений толщины расстила 5, 10, 20, 30, 40, 50 и 55 мм нашли зависимости коэффициента разрыхления от начальной влажности и построили данные зависимости, которые имеют следующий вид (рис. 1)

Анализ данного уравнения и представленного графика (рис.1) показывает, что с уменьшением начальной влажности от 80 до 50 % в момент фрезерования залежи коэффициент разрыхления возрастает от 1,67 до 1,98, это составляет 20 %, в то время как влияние толщины расстила крошки значительно меньше. При увеличении толщины расстила от 5 до 55 мм коэффициент разрыхления изменяется незначительно при одной и той же влажности. Так при начальной влажности 80 % и толщине расстила 5 мм он составляет 1,78, в то время как при той же влажности и толщине расстила 55 мм он уменьшился всего на 0,02 и составил 1,76, что представляет изменение не более 1 – 1,5 %.

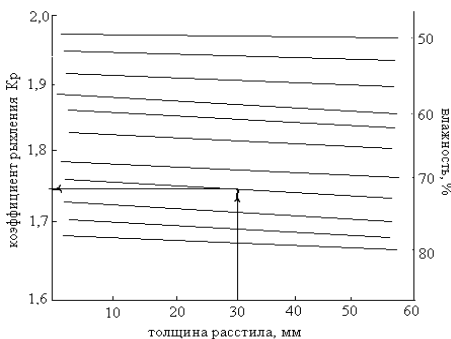


Рис. 1 – Зависимость коэффициента разрыхления K_p от толщины расстила h и начальной влажности ω .

Увеличение коэффициента разрыхления при уменьшении начальной влажности произошло вследствие того, что при большей влажности частицы имеют большую массу, большую плотность и при разрыхлении (фрезеровании залежи) частицы фрезерной крошки прилегают плотнее друг к другу и воздушных прослоек между ними становится меньше, что влияет отрицательно на процессы сушки, увеличивая продолжительность производственного цикла. При меньшей же начальной влажности залежи соответственно частицы крошки более легкие и их упаковка рыхлее, что способствует более быстрому испарению влаги из всего сушимого растила, способствуя сокращению длительности технологического цикла [5].

Общая тенденция незначительной зависимости коэффициента разрыхления от толщины растила при постоянной влажности обусловлено тем, что с увеличением толщины растила нижние слои фрезерной крошки больше уплотняются под влиянием верхних слоев и их массы и поэтому меньше влияют на коэффициент разрыхления.

Зная коэффициент разрыхления, толщину растила и его начальную влажность определяется глубина фрезерования залежи и строится график зависимости глубины фрезерования от толщины растила и начальной влажности, которая представлена на рис. 2.

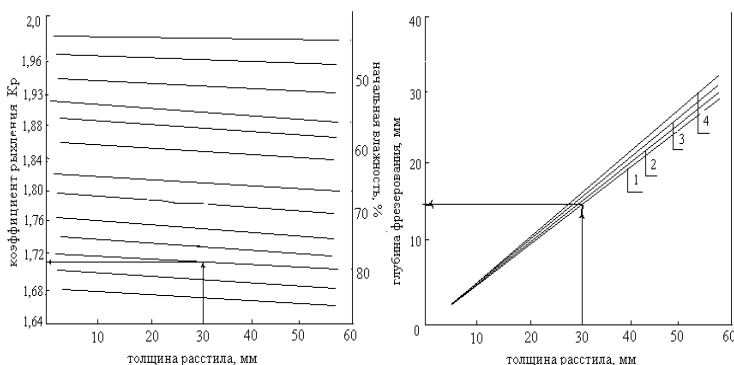


Рис. 2 – Зависимость влияния на глубину фрезерования толщины растила, коэффициента разрыхления и начальной влажности
1 – 50%; 2 – 60 %; 3 – 70 % и 4 – 80 %.

Из графика (см. рис. 2) следует, что глубина фрезерования при толщине расстила 5 мм при увеличении начальной влажности от 50 до 80 % изменяется незначительно и составляет от 2,5 до 3 мм. При увеличении же толщины расстила до 55 мм глубина фрезерования увеличивается от 27 до 33 мм соответственно при увеличении начальной влажности от 50 до 80 %. Используя эти зависимости в производственных условиях можно определять глубину фрезерования по двум показателям: толщине расстила и начальной влажности и определить основной технологический показатель производства фрезерного торфа – цикловой сбор.

Полученная зависимость для вычисления коэффициента разрыхления может быть использована при исследовании процесса сушки фрезерного торфа, а также при конструировании и создании новых фрезерующих устройств. Так как представленная зависимость определяет соотношение между глубиной фрезерования и толщиной расстила и начальной влажностью, поэтому она может быть рекомендована для использования в практике управления технологическим процессом производства фрезерного торфа [6].

Таким образом, на основании полученных исследований установлено, что для низинного древесно-осокового торфа степень разложения около 40 % коэффициент разрыхления находится в пределах 1,5...2,0, что не противоречит ранее проведенным исследованиям. Установлено, что коэффициент разрыхления в большей степени зависит от начальной влажности, увеличиваясь при ее снижении, и незначительно снижается при увеличении толщины расстила. Данные исследования могут быть использованы при конструировании фрезерующих устройств, а также при оперативном планировании технологического процесса добычи фрезерного торфа.

Библиографический список

1. Смирнов В. И. *Практическое руководство по организации добычи фрезерного торфа: учебное пособие* /В. И. Смирнов, А. Н. Васильев, А. Е. Афанасьев, А. Н. Болтушкин; под ред. В.И. Смирнова. 1-е изд. Тверь: ТГТУ, 2007. – 392 с.
2. Антонов В. Я. *Технология полевой сушки торфа* / В.Я. Антонов, Л.М. Малков, Н. и Гамаюнов. М., Недра. 1981.-239 с.
3. Богатов Б.А. *Математические методы в торфяном производстве* / Б.А. Богатов, В.Д. Копенкин. М.: Недра, 1991. – 240 с.

4. Иванов В.А., Столбикова Г.Е., Горелова С.Е. Влияние начальной влажности и длительности сушки на сборы фрезерного торфа/Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2015. №5. – С.92-96.

5. Столбикова Г.Е., Купорова А.В. Особенности сушки фрезерного торфа различных параметров и режимов сушки // Материалы 12-ой международной конференции по проблемам горной промышленности, строительства и энергетики «Социально-экономические и экологические проблемы горной промышленности, строительства и энергетики», Минск-Тула-Донецк, 2-3 ноября 2016 г. – Тула. – С. 77-84.

6. Столбикова Г.Е., Купорова А.В. Исследование сушки фрезерной крошки с разной загрузкой при изменяющихся режимах // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Саморазвивающаяся среда технического вуза: научные исследования и экспериментальные разработки», – Ч. 1, – Тверь, ТвГТУ, – 2016. – С. 168–175.

УДК 553.97

НАПРАВЛЕНИЯ КУЛЬТУРНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БРОШЕННОГО ВЫРАБОТАННОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ТОРФА «МИХАНОВИЧИ»

Федотова С.А.

Белорусский национальный технический университет

В статье рассмотрены проблемы использования брошенных выработанных торфяников на примере месторождения «Михановичи». Проанализированы возможности культурно-рекреационного болотоводства на данной территории с учетом состояния месторождения и его месторасположения. Обоснована необходимость мониторинга за состоянием торфогенного слоя. На основе проведенного анализа определена возможность включения исследований в учебный процесс.

Кодекс о недрах Республики Беларусь указывает в статье 16 «Обязанности недропользователей» на необходимость проведения рекультивации земель, нарушенных при пользовании недрами [1]. Выбывшие из промышленной эксплуатации торфяные месторождения имеются во всех административных областях и в подавляющем большинстве административных районах республики, а их общая площадь составляет 255,6 тыс. га. Су-

ществовавшая до 90 гг. прошлого века многолетняя практика предусматривала рекультивацию выбывших из промышленной эксплуатации торфяных месторождений в основном под сельскохозяйственные земли, единичные объекты использовались для строительства водоемов, а неудобные для земледелия – под посадку леса [2].

Торфяники, выработанные фрезерным способом, преобладавшим последние несколько десятков лет, представляют собой слабоволнистую поверхность, расчлененную осушительными каналами на отдельные полосы (карты) длиной 500 м и шириной 20 - 40 м. Мощность остаточного слоя торфа неодинакова. Наибольший слой торфа мощностью 1,5 м и более оставляется вдоль валовых каналов на бывших подштабельных полосах. Иногда торф бывает выработан полностью. Наибольшую сельскохозяйственную ценность представляют выработанные площади с хорошо функционирующей осушительной сетью. Такие площади можно непосредственно использовать в качестве сенокосов и пастбищ [3].

Однако многие торфяные месторождения по своим характеристикам просто непригодны для создания на них сельскохозяйственных и лесных угодий. По этим причинам значительное количество рекультивированных площадей списано и выведено из использования или просто заброшено из-за их непригодности для ведения сельского и лесного хозяйств. Примером такого положения дел является месторождение «Михановичи», расположенного в Минском районе. Месторождение было сырьевой базой для работы торфобрикетного завода «Сергеевичское», добыча торфа на нем закончилась в конце 70-х годов прошлого века. Месторождение относится к верховому типу и представлено комплексной верховой залежью. Степень разложения остаточных слоев торфа составляет от 35 до 45 %. На месторождении сохранились фрагменты осушительной сети, его поверхность полностью заросла. Каналы, ранее входившие в систему осушения, потеряли свою форму, их берега заросли. Растительный покров месторождения представлен всеми ярусами. Среди деревьев больше всего представлена береза, среди кустарников – рябинник. Очень много кустарничков – голубика, вереск, багульник. Травы – пушица, осока. Практически вся поверхность покрыта мхами. Эта растительность типична для месторождения верхового типа. Имеются кочки размером 30-40 см в диаметре. Местные жители используют месторождение стихийно для сбора ягод и

грибов. Поверхность залежи имеет достаточную несущую способность для прохождения человека. Это обусловлено действием сохранившихся элементов осушительной сети.

Современное направление в науке о торфе – болотоводство – направлено на практическое использование ресурсов болот. Одно из направлений болотоводства – культурно-рекреационное – направлено на использование антропогенно уничтоженных болот для использования в качестве учебно-познавательных объектов, научных полигонов и стационаров, а также мест туризма, охоты, сбора ягод, грибов и др. [2].

Близость Минска, железнодорожной станции и самого поселка Михановичи, который в последнее время быстро заполняется новыми жителями, наличие полигона, где кафедра «Горные работы» проводит один из видов учебных практик, можно было бы организовать на выработанных площадях музеев болота, учебную лабораторию по изучению микроклимата, обустроить места отдыха для жителей поселка и горожан. Создание условий и инфраструктуры для рационального использования выработанного торфяника позволило бы получить новые места работы и дополнительный доход.

Но в начале для принятия решений, направленных на восстановление уничтоженного болота необходимо изучить вопрос о направленности процессов в верхнем 30 – 40 см слое. Именно здесь происходит образование торфа. Как известно, для этого необходимы следующие условия: наличие растений-торфообразователей и наличие избыточного увлажнения, которое остановит процесс разложения растений после их отмирания. При этом в течении года должно происходить колебание влажности: летом поры должны заполняться воздухом, а в весенне-осеннем периоде – водой, чтобы остановить процесс разложения отмерших растений. Необходим мониторинг за данным процессом.

Учитывая наличие учебного полигона, исследования в рамках мониторинга можно было бы организовать силами студентов кафедры «Горные работы». Это позволило бы на практике применить знания, полученные при изучении дисциплины «Экология горного производства». Возможно получение гранта Министерства образования Республики Беларусь по направлению «Экология, природные ресурсы, ресурсосбережение, природопользование и защита от чрезвычайных ситуаций». Студенты смогут получить профессиональные навыки научной работы,

теория которой изучается в рамках дисциплины «Основы научных исследований и инновационной деятельности».

Библиографический список

1. *Кодекс Республики Беларусь о недрах: Кодекс Респ. Беларусь, 14 июля 2008., № 406-3 : с изм. и доп. // Эталон-Беларусь [Электронный ресурс] / Нац. Центр правовой информ. Респ. Беларусь. Минск, 2019.*

2. *Ракович, В.А. Основные итоги и задачи исследований в области сохранения и использования болот и торфяных месторождений Республики Беларусь / В.А. Ракович, Н.И. Тановицкая, В.В. Смирнова // Природопользование. Минск, 2012. Вып. 22. С. 115-121.*

3. *Крупнов, Р.А. Использование торфа и торфяных месторождений в народном хозяйстве / Р.А. Крупнов, Е.Т. Базин, М.В. Попов. М.: Недра, 1992. – 233 с.*

УДК 622.33:626.861

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ОСУШЕНИЯ НЕВОСТРЕБОВАННЫХ ПЛОЩАДЕЙ ТОРФЯНОЙ ЗАЛЕЖИ

Черткова Е.Ю., Гусева А.М.

Тверской государственный технический университет

В статье рассматриваются не востребованные площади торфяных месторождений с целью подготовки к разработке торфяных полей. Получены информационные данные с применением математического моделирования. Приводятся результаты исследований с использованием моделей нормального распределения и равномерного распределения. Для полученных реализаций показателей горизонта воды в картовых каналах применяли метод условных вариантов.

Российская Федерация по запасам торфа занимает ведущее место в мире. В 90-х годах прошлого века, в связи с прекращением деятельности многих торфяных предприятий, оказались брошенными около 100 тыс. га производственных торфяных площадей [1]. В последние годы отмечается интерес к добыче и переработке торфа. Поэтому при создании торфяного производства в экономических условиях необходимо ориентировать на использование не востребованных площадей, имеющих развитую осушительную сеть, мосты-переезды, уплотненную торфяную залежь.

Привести ее в состояние, пригодное для возобновлении добычи

торфа фрезерным (или другим) способом потребует значительно меньших затрат, чем подготовка к разработке нетронутого природного торфяного месторождения. В связи с этим актуальным представляется определение характеристик осушения, на полях ранее действовавших торфяных предприятий. В качестве объекта исследований были выбраны невостребованные площади торфяного месторождения Владимирской области.

Для получения общей характеристики невостребованных площадей предприятий торфяной промышленности ставились следующие задачи:

1. Определение влажности верхнего слоя торфяной залежи на одной из карт;

2. Замер положения горизонта воды в картовых каналах.

В данное время отсутствуют обширные данные по характеристике невостребованных площадей на предприятиях торфяной промышленности, к важнейшим составляющим которой можно отнести: распределение влажности в верхнем слое торфяной залежи на картах, распределение расстояний до горизонта воды в картовых каналах. Недостаток фактической информации обо всех вышеперечисленных характеристиках может быть восполнен на основе математического моделирования с использованием таких моделей, как модель нормального распределения, модели равномерного распределения (если «размах» значений влажности, расстояния до горизонта воды в картовых каналах незначителен).

Реализации значений рассматриваемых характеристик в случае использования модели нормального распределения рассчитываются по формуле [2]:

$$x_i = \bar{x} + \xi_i S_x,$$

где \bar{x} – среднее значение по фактическим выборочным данным;

S_x – стандартное отклонение.

В случае использования модели равномерного распределения эти реализации рассчитываются по формуле:

$$x_i = \alpha + \xi_i (b - \alpha),$$

где α – нижний уровень, рассматриваемой характеристики;

b – верхний уровень, рассматриваемой характеристики;

ξ_i – равномерное распределение случайной величины [0; 1].

Для получения достаточно устойчивых моделей вычисляется не менее 100 реализаций.

На невестребованной площади торфяного предприятия была отобрана серия проб по длине карты с расстоянием между пунктами отбора проб 15 м. Растительный покров в пунктах отбора проб удалялся, и затем из слоя торфяной залежи толщиной 2 см отбирали пробу лопаткой. Пробы герметично упаковывались в полиэтиленовые пакеты для определения влажности в лабораторных условиях.

По результатам анализа проб, отобранных на поверхности карты на влажность, было установлено, что средняя влажность верхнего слоя торфяной залежи составляет 80,2 %, стандартное отклонение 6,5%, коэффициент вариации 8,1 %.

Размах влажности проб поверхности составил 24,5 % (максимальная влажность 90,8 %, минимальная - 66,3 %). Такой разброс можно объяснить состоянием осушителей карты и состоянием самой карты, на которой были отобраны пробы.

На рисунке 1 представлена гистограмма и кривая распределения показателей влажности полей по оценкам состояния верхнего двадцатимиллиметрового слоя. Видно, что гистограмма и кривая распределения имеют симметричную форму. Характер гистограммы соответствует нормальному распределению показателей влажности верхнего слоя торфа.

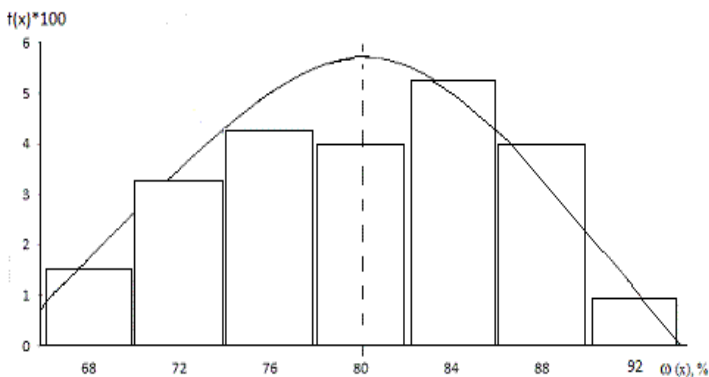


Рис. 1 – Гистограмма и кривая распределения показателей влажности полей ($\bar{\omega}=80,2\%$, $S_{\omega}=6,5\%$, $n=100$)

щих торфяных полях позволяет судить о соблюдении на конкретном предприятии правил технической эксплуатации полей добычи. При соблюдении таких правил в картовых каналах полного профиля (глубиной 1,8 м) вода может находиться лишь в придонной зоне слоем 15-20 см [3]. Если горизонт воды находится на расстоянии менее метра от бровки картового канала, то норма осушения на такой карте будет значительно меньше 1 м и сушка фрезерного торфа на поверхности такой карты будет идти слабо. Подобные ситуации стали обыденностью на многих предприятиях торфяной отрасли после того, как в структуре управления торфяными предприятиями было принято решение о ликвидации специальной гидротехнической службы.

На невогребованных площадях торфяных предприятий, где соблюдались правила пожарной безопасности, обычно принимались меры по затоплению площадей - либо с целью повторного заболачивания, либо с целью обеспечения противопожарной безопасности (с возможностью при необходимости привести площади полей в состояние, соответствующее условиям нормального ведения процесса добычи торфа).

Положение горизонта воды в картовом канале определялось путем замера расстояния от бровки до поверхности воды. Замеры производились линейкой через каждые 10 метров на трассе канала длиной 500 метров. Такие данные позволяли судить о характере карты в приканальной зоне на невогребованных площадях.

Установленные нами числовые характеристики позволяют строить модели состояния картовых каналов по степени заполнения их водой. Для этого использовали равномерный закон распределения, т.к. изменчивость этих показателей в пределах одного торфопредприятия не столь значительна, как по всему множеству предприятий промышленности.

Расчет производился по 100 реализаций степени затопления картовых каналов водой. Для полученных реализаций применяли метод условных вариантов [2]. По полученным данным строим гистограмму распределения показателей горизонта воды в картовых каналах.

Гистограмма распределения показателей горизонта воды в картовых каналах соответствует равномерному закону распределения.

Расстояние от бровки канала до горизонта воды в канале, характеризующие рельеф приканальной зоны карты на невогребованных площадях, распределены по показательному закону.

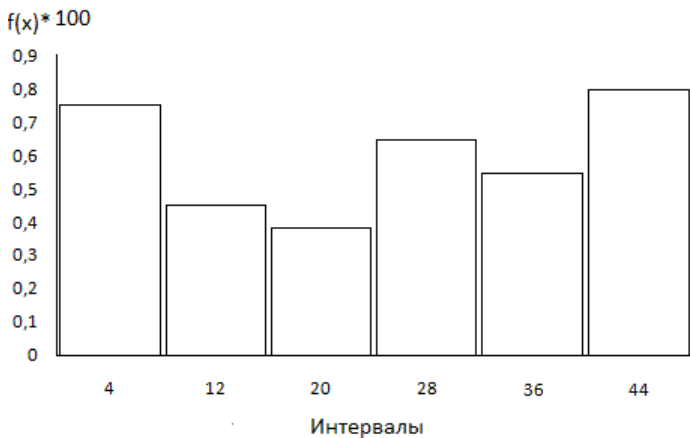


Рис. 2 – Гистограмма распределения показателей горизонта воды в картовых каналах ($\bar{x} = 24,9$ см, $S_x = 13,9$ см)

Исследования позволили установить ряд характеристик картовых каналов, таких как положение горизонта воды и распределение влажности верхнего 20 мм слоя торфяной залежи на картах. Несмотря на длительную паузу в производственных процессах на карте, влажность верхнего 20 мм слоя имеет довольно низкое значение ($w = 80,2\%$).

Библиографический список

1. Марков, В.И. Периоды развития торфяной промышленности России // Труды Инсторфа. – 2012. - 6(59). – С. 10-21.
2. Копенкин, В.Д. Практикум по математическим методам торфяного производства: учеб. пособие для вузов по спец. "Открытые горн. работы" напр. подготовки "Горн. дело" / Копенкин, В.Д., Васильев, А.Н. – Тверь: ТГТУ, 2009. – 124 с.
3. Смирнов, В.И. Практическое руководство по организации добычи фрезерного торфа: учебное пособие / В.И. Смирнов, А.Н. Васильев, А.Е. Афанасьев, А.Н. Болтушкин. Тверь: ТГТУ, 2007. – 392 с.

РАСЧЕТ ПЕРЕДАТОЧНОГО ОТНОШЕНИЯ ТРАНСМИССИИ ПРИВОДНЫХ ПРИЦЕПОВ ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ ТОРФА

Яблонев А.Л., Гусева А.М., Щербакова Д.М., Андрианова А.А.
Тверской государственный технический университет

Повышение производительности тракторно-транспортных агрегатов на операциях по вывозке торфа с производственных участков сопряжено с увеличением объема кузова прицепов, требующего применения прицепов приводного типа с активными передними колесами. В статье представлена методика расчета передаточного отношения трансмиссии приводных прицепов в зависимости от параметров синхронного режима работы вала отбора мощности трактора. Обоснована принципиальная кинематическая схема приводных прицепов. Даны рекомендации по подбору агрегатов трансмиссии.

Развитие торфяной отрасли во всех странах мира подчиняется экономическим и экологическим факторам, в пользу которых доступность, невысокая себестоимость и возможность многопрофильного использования торфа [1]. Важнейшей стадией торфяного производства является транспортирование торфа с производственных участков. Причём речь идёт не только о перевозке собранного торфа в штабели, но и о доставке его потребителю. Отсутствие автомобильных дорог в области болот заставляет искать наиболее приемлемые способы доставки торфа посредством узкоколейных железных дорог и тракторно-транспортных агрегатов. Но содержание внутримассивных железных дорог является весьма затратным мероприятием, значительно повышающим стоимость продукта [2]. Поэтому построение транспортного модуля торфодобывающей компании должно опираться, прежде всего, на собственные силы и технику, задействованную как на уборочных, так и на транспортных работах [3]. Такой техникой являются пневмоколесные тракторы с прицепами. Емкость кузова прицепов является фактором, определяющим их экономическую эффективность [4]. Однако, повышение емкости кузова ведет к увеличению нагрузки на колесный ход, в результате чего тракторно-транспортный агрегат теряет проходимость [5]. Это характерно не только для торфяных разработок, но и для других условий при эксплуатации колесной

техники на почвах с низкой несущей способностью, например в лесной отрасли [6].

Попытка смоделировать и рассчитать взаимодействие пневмоколесного хода прицепов с торфяной залежью по аналогии с рабочими органами лесных машин [7] привела к обоснованию максимально возможной вместимости кузова пассивного прицепа (25 м^3) по условию сцепной и опорной проходимости [8]. При этом учитывалось, что несущая способность торфяной залежи гораздо ниже органогенных пород, например таких, как лигнин [9]. Но найденная вместимость кузова не позволяет добиться высокой эффективности уборочно-транспортных операций торфяного производства, особенно при использовании метода уборки из укрупненных валков, на которых задействованы погрузчики непрерывного типа с большой производительностью.

Выход из данного противоречия может быть найден в применении не пассивных, а приводных прицепов (рис. 1).

Благодаря использованию двух осей в таком прицепе понижается нагрузка на колеса, а, следовательно – и давление на торфяную залежь. Передние колеса прицепа – приводные, что увеличивает сцепную проходимость тракторно-транспортного агрегата. Такое комплексное решение обеспечивает транспортирование $45\text{-}50 \text{ м}^3$ фрезерного торфа [10].



Рис. 1 – Приводной прицеп для перевозки торфа

Передача крутящего момента на переднюю ось прицепа осуществляется от вала отбора мощности трактора, работающего в режиме “синхронный привод”. Но сложным и малоизученным остается вопрос согласованности работы трансмиссий

трактора и прицепа, в частности – подбора адекватного передаточного отношения трансмиссии прицепа.

Работа редуктора вала отбора мощности в синхронном режиме возможна как на тракторах VALTRA, так и на МТЗ-1221. Оба эти трактора с успехом применяются торфодобывающими компаниями. Но данные о синхронных режимах представлены различными способами. Так, для трактора VALTRA, в руководстве по эксплуатации, этот режим описан в виде “40,81 оборота вала отбора мощности за 1 оборот заднего ведущего колеса”. В технической характеристике МТЗ-1221, режим синхронной работы представлен в виде “4,18 оборота вала отбора мощности за 1 метр пути” при использовании колес 18,4R38. Несмотря на разность представлений, тем не менее, это данные об одном и том же процессе синхронизации частоты вращения вала отбора мощности и частоты вращения ведущих колес.

Величина, которая представлена в виде “40,81 оборота вала отбора мощности за 1 оборот заднего ведущего колеса” – жесткое передаточное отношение между валом отбора мощности и задней полуосью трактора i_t .

Следовательно, если диаметры колес трактора D_t и прицепа D_m будут одинаковыми, общее передаточное отношение трансмиссии прицепа i_m должно быть равно передаточному отношению i_t . Но поскольку это не всегда так, то необходимо ввести поправочный коэффициент, учитывающий разность диаметров ведущих колес трактора и прицепа:

$$i_m = i_t \cdot \frac{D_m}{D_t} \quad (1)$$

Так, например, при совмещении тракторов VALTRA N82h и N92h, оснащенных шинами 18,4R34 ($D_t = 1,575$ м) и приводных прицепов, оснащенных шинами 18,4R30 ($D_m = 1,540$ м), общее передаточное отношение прицепа:

$$i_m = 40,81 \cdot 1,540 / 1,575 = 39,9031.$$

Это логично, так как колесо прицепа, будучи меньшего диаметра, чем тракторное, должно за 1 метр пути совершить большее число оборотов, чем колесо трактора, следовательно, общее передаточное отношение трансмиссии прицепа, должно быть меньше, чем жесткое передаточное отношение между валом отбора мощности и ведущей полуосью трактора.

Несколько другая ситуация с трактором типа МТЗ-1221, вал отбора мощности которого имеет синхронную частоту вращения $n_o = 4,18$ оборотов за 1 метр пути при использовании задних ведущих колес с шинами 18,4R38 ($D_t = 1,76$ м).

Первое, что необходимо выяснить в данном случае – каково жесткое передаточное отношение между валом отбора мощности и полуосью ведущего заднего колеса трактора i_t . Воспользуемся следующими рассуждениями. Путь l , который пройдет колесо трактора за один свой полный оборот:

$$l = \pi \cdot D_t \quad (2)$$

Подсчитаем его, подставив в (2) имеющиеся данные:

$l = 3,14159 \cdot 1,76 = 5,5292$ м. За время одного полного оборота колеса трактора, вал отбора мощности совершит необходимое число оборотов n_l :

$$n_l = n_o \cdot l \quad (3)$$

$n_l = 4,18 \cdot 5,5292 = 23,1121$ оборотов. Поделив полученное количество оборотов вала на соответствующий ему 1 оборот ведущего колеса, получим, что жесткое передаточное отношение между валом отбора мощности и полуосью трактора:

$$i_t = \frac{n_l}{1} \quad (4)$$

$i_t = 23,1121$. Тогда передаточное отношение прицепа, согласно (1): $i_m = 23,1121 \cdot 1,54/1,76 = 20,2231$. Как и в случае с трактором VALTRA, меньшее по диаметру колесо прицепа за один метр пути должно совершить большее число оборотов, чем колесо трактора. Следовательно, и общее передаточное отношение трансмиссии прицепа должно быть меньше, чем жесткое передаточное отношение между валом отбора мощности и ведущей полуосью трактора. Подставив в (1) выражения (2), (3) и (4) получим:

$$i_m = \frac{n_o \pi D_t D_m}{D_t} = n_o \pi D_m \quad (5)$$

Следовательно, в случае представления информации о синхронной частоте привода в виде “...оборотов вала отбора мощности за 1 метр пути”, общее передаточное отношение трансмиссии приводного прицепа может быть найдено с использованием только диаметра колеса прицепа.

Найденное выше общее передаточное отношение является первым пунктом подбора агрегатов трансмиссии прицепа. Очевидно, что вторым пунктом является подбор ширококоространенного ведущего моста, имеющего свое внутреннее передаточное отношение i_1 . Третьим пунктом следует считать выбор типа и передаточного отношения входного i_1 и, если потребуется, промежуточного i_2 редукторов. Принципиальная кинематическая схема такого привода представлена на рис. 2.

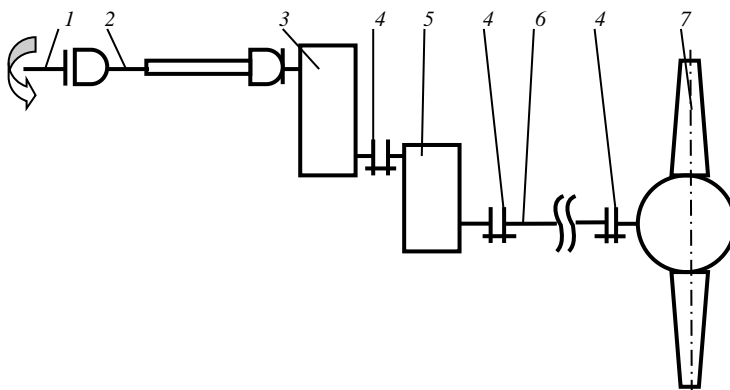


Рис. 2 – Принципиальная кинематическая схема трансмиссии приводного прицепа:

- 1 – вал отбора мощности трактора с синхронным режимом работы;
- 2 – карданная передача; 3 – входной редуктор;
- 4 – муфта соединительная; 5 – промежуточный редуктор;
- 6 – трансмиссионный вал; 7 – ведущий мост

Общее передаточное отношение прицепа i_m представляет собой произведение передаточных отношений отдельных составляющих элементов трансмиссии:

$$i_m = i_1 i_2 i_3 \quad (6)$$

В качестве входного можно рекомендовать использование цилиндрического вертикального редуктора. Необходимость использования в трансмиссии машины планетарного редуктора, учитывая его высокую стоимость, может быть обусловлена лишь явными преимуществами, которые дает планетарная передача: высокое передаточное отношение при небольших диаметрах валов и компактности.

Следует подчеркнуть, что методика расчетов трансмиссии, приведенная в статье справедлива для условий движения колес трактора и прицепа с одинаковыми деформацией и буксованием, когда динамические радиусы колес прицепа и трактора равны. Отсюда следует вывод, что наружный диаметр колес прицепа следует подбирать как можно ближе к наружному диаметру колес трактора. Поскольку радиальная деформация напрямую зависит от вертикальной нагрузки и давления воздуха в шинах, то изменяя эти параметры на стадии проектирования, можно добиться одинакового буксования, а, следовательно, и одинакового динамического радиуса. Небольшое различие в буксовании колес поддается сглаживанию путем введения в состав трансмиссии прицепа обгонной муфты, которая позволяла бы прицепу подталкивать трактор при сильном буксовании его колес.

Включение привода вала отбора мощности ведет к включению привода трансмиссии прицепа. Движение агрегата с включенной задней передачей возможно, так как синхронный режим вала отбора мощности обеспечивает его привод не от коленчатого вала двигателя трактора, а от вторичного вала коробки передач.

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы. Различное представление синхронного режима работы вала отбора мощности в паспортах тракторов является следствием одного и того же процесса – синхронизации частоты вращения вала отбора мощности и частоты вращения ведущих колес. Получены формулы (1) и (5), позволяющие подбирать передаточное отношение трансмиссии приводных прицепов. Составлена принципиальная кинематическая схема приводного прицепа. Отмечено, что при проектировании тракторно-транспортного агрегата следует стремиться к установке на прицеп колес, диаметр которых был бы близок к диаметру задних ведущих колес трактора, и добиваться одинакового проектного буксования.

Библиографический список

1. Korpi J. A. *New Peat Production Concept – Results of Development Work During 2004-2007* / J. A. Korpi // *Proceedings of the 2008 13-th International Peat Congress. Tullamore, Ireland.–2008. – Vol. 1. pp. 120-122.*

2. Грудинин Н.Н. *К вопросу обеспечения технологической надежности внутримассового транспорта при добыче торфяного сырья* / Н.Н. Грудинин, Э.А. Кремчев, Д.О. Нагорнов // *Современные наукоемкие технологии. – 2017. – № 7. – С. 27–31.*

3. Кремчеев Э.А. Принципы построения транспортного модуля торфяного предприятия с карьерной технологией добычи / Э.А. Кремчеев, А.В. Михайлов, Д.О. Нагорнов // Горный информационно-аналит. бюллетень (Н.-техн. журнал). – 2011. – № 7. – С. 75–81.

4. Alexandrov G.A. Score mining rents in terms of investment attractiveness of peat mining / G.A. Alexandrov, A.L. Yablonev // E3S Web Conf. Vol. 21, II-nd International Innovative Mining Symposium. – 2017. – Article Number 04011, DOI <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20172104011>

5. Larminie J.C. Modification to mean maximum pressure system / J.C. Larminie // Journal of Terramechanics. – 1992. – № 29(2). – P. 239–255.

6. Jansson K.-J. Soil Changes after Traffic with a Tracked End a Wheeled Forest Machine: a Case Study on a Slim Loam in Sweden / K.-J. Jansson, J. Johansson // Forestry. – 1998. – № 1. – P. 57–66.

7. Wang J.X. Modelling and Validation the Grabbing Forces of Hydraulic Log Grapples Used in Forest Operations / J.X. Wang, C.B. Le Doux, Y.X. Li // International Journal of Forest Engineering. – 2005. – Vol. 16, – P. 77–85.

8. Яблонеv А.Л. Обоснование параметров пневмоколесного хода пассивных прицепных машин для транспортирования фрезерного торфа / А.Л. Яблонеv, О.В. Дорогов, // Горный информационно-аналит. бюллетень (Н.-техн. журнал). – 2015. – № 7. – С. 174–177.

9. Телего А.В. Обоснование проходимости транспортно-тракторного агрегата при разработке органогенного сырья / А.В. Телего, А.В. Михайлов, А.В. Большунов // Записки горного института. – 2014. – № 209. – С. 87–90.

10. Яблонеv А.Л., Расчет сдвоенного приводного пневмоколесного прицепа для перевозки фрезерного торфа / А.Л. Яблонеv, О.В. Дорогов // Горный информационно-аналит. бюллетень (Н.-техн. журнал). – 2014. – № 6. – С. 154–157.

УДК [553.97:551.345]:534.8.081.7

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА НЕЗАМЕРЗШЕЙ ВОДЫ В МЕРЗЛОМ ТОРФЕ С ПОМОЩЬЮ УЛЬТРАЗВУКА

Иванов Г.Н.

Тверской государственный технический университет

Фазовый состав воды является важнейшей характеристикой мерзлых торфов. Предложена методика определения количества незамерзшей

воды в торфе, заключающаяся в измерении скорости продольных волн путем ультразвукового «просвечивания» в предварительно замороженных образцах при их оттаивании

Многочисленными исследованиями показано, что при данной отрицательной температуре определенное количество воды в грунтах находится в незамерзшем (жидком) виде. Это объясняется, прежде всего, взаимодействием ее молекул с поверхностью частиц твердой фазы, проявляющимся в виде адсорбции на поверхности смачивания, капиллярных и других поверхностных эффектов. Количественные характеристики этих видов взаимодействия изменяются в зависимости от отрицательной температуры и вместе с концентрацией растворенных в поровой влаге веществ определяют фазовый состав воды. Следовательно, фазовый состав воды в мерзлых грунтах – это достаточно строгое количественное соотношение между твердой и жидкой фазами воды, возникающее при данных термодинамических условиях.

Фазовый состав воды является важнейшей характеристикой мерзлых грунтов, поэтому его изучение находится в числе основных вопросов геокриологии. Он определяет физико-механические, тепловые, электрические и другие свойства мерзлых грунтов. Изменение фазового состава при промерзании и оттаивании тесно связано с возникновением и развитием различных криогенных физико-геологических явлений.

Для определения количества незамерзшей воды в мерзлых грунтах в настоящее время применяется главным образом калориметрический метод [1]. Менее широко используются методы, основанные на физико-химических свойствах мерзлых пород: дилатометрический; криоскопический, гигроскопический, растворения. В последнее время все большее применение находят методы, основанные на различии физических свойств влаги в твердой и жидкой фазах. К ним относится ультразвуковой метод, преимуществами которого являются простота, экспрессность, возможность применения в полевых условиях.

Применение ультразвука для определения физического состояния влаги в мерзлых грунтах обусловлено тем, что переход грунтов из талого состояния в мерзлое сопровождается существенным изменением их сейсмоакустических свойств, в частности резким увеличением скорости распространения продольных волн V_p . Характер увеличения V_p при переходе от положительных температур к отрицательным зависит от типа грунта и его влажности. Возрастание скорости продольных волн происхо-

дит как за счет замещения воды льдом в порах грунта (т. е. замещения низкоскоростного компонента высокоскоростным), так и за счет цементирующего действия льда. Поскольку для грунта данной пористости и влажности увеличение льдистости равносильно уменьшению количества незамерзшей воды $W_{Н.З}$, а изменение льдистости полностью контролируется изменением величины V_p , определить количество незамерзшей воды в каждом конкретном грунте можно по величине скорости продольных волн.

Для изучения упругих характеристик торфов использовали установку, позволяющую измерять скорости звука в образце торфа при промораживании. Образец размерами $40 \times 40 \times 250$ в специальной кювете помещали вертикально в теплоизолированную камеру. В верхней части он контактировал с охлаждающим агентом, в результате чего образец торфа промерзал направленно сверху вниз. Для снятия температурных зависимостей скорости звука в образце торфа на уровне оси пьезоэлектрических преобразователей помещали спай термопары. Расстояние от оси пьезопреобразователей до хладагента составляло 50 мм, между пьезопреобразователями (база) – 27 мм.

Методика определения количества незамерзшей воды в торфе заключается в измерении скорости продольных волн путем ультразвукового «просвечивания» в предварительно замороженных образцах при их оттаивании. Одновременно с ультразвуковыми измерениями регистрировали температуру образца. Брели образцы одного и того же вида торфа, но разной влажности, для чего исходную навеску торфа разбавляли дистиллированной водой или подсушивали. Влажность образцов изменялась от 10 до 80%. Готовый образец помещали в кювету и зажимали ультразвуковыми датчиками (пьезопреобразователями). В корпусе кюветы просверлены отверстия диаметром 1,5 мм, через которые в образец вводили спай термопары, второй спай помещали в калориметр с постоянной известной температурой.

Для определения скорости продольных волн V_p при ультразвуковом «просвечивании» образцов использовали серийную аппаратуру ДУК-20 с датчиками ЦТС диаметром 30 мм собственной частоты 60 кГц.

В основе методики определения количества незамерзшей воды лежит использование ряда кривых $V_p = f(W_{Н.З})$, относящихся к водонасыщенным грунтам различных типов, наиболее часто встречающимся в природе [2]. При этом эталонные кривые

$V_p = f(W_{н.з})$ можно получить исключением температуры t из зависимостей $V_p = f(t)$ и $W_{н.з} = f(t)$, полученной, например, калориметрическим методом хотя бы при двух-трех значениях температуры. Возможность такого подхода к определению количества незамерзшей воды в мерзлом торфе показана на рис. 1а. Эталонная зависимость (см. рис. 1,б) справедлива до начальной влажности $W_0=85-90\%$.

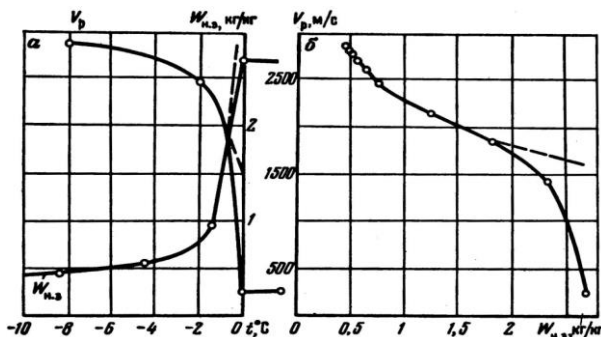


Рис. 1 – Зависимость продольной скорости ультразвука V_p от количества незамерзшей воды в низинном торфе: а – температурная зависимость; б – зависимость V_p от $W_{н.з}$

При больших влажностях значение скорости распространения упругих волн в торфе в талом состоянии увеличивается примерно на порядок. Количество же незамерзшей воды для торфа практически не зависит от начальной влажности. Следовательно, эталонная зависимость скорости ультразвука от количества незамерзшей воды в торфе будет отличаться только в нижней части (в начале промерзания). Эта зависимость представлена пунктирной линией. Однако практическая реализация такого подхода встречает ряд существенных трудностей. Несмотря на то, что характер кривых $V_p = f(t)$ тесно связан с изменением количества незамерзшей воды, на абсолютные значения скорости V_p существенно влияют плотность грунта, криогенная текстура, трещиноватость и другие факторы, без учета которых трудно рассчитывать на воспроизводимые результаты.

Другой подход заключается в получении ряда кривых $V_p=f(t)$ на образцах одного и того же грунта с различной влажностью и с последующим использованием только одной точки каждой из

этих кривых – начала или конца изменения скорости V_p , соответствующих началу или окончанию фазовых переходов воды [3].

В связи с этим принципиальное значение имеют следствия, вытекающие из сопоставления зависимостей между количеством незамерзшей воды и температурой $W_{н.з} = f(t)$, с одной стороны, и общим влагосодержанием грунта и температурой фазовых переходов поровой воды в нем $W = (t_{ф.п})$ – с другой. Физическая идентичность этих двух зависимостей следует из непосредственного их сопоставления [4]. Следовательно, зависимость количества незамерзшей воды от температуры тождественно отражает зависимость температуры оттаивания мерзлых грунтов от исходной влажности, и наоборот. В связи с такой однозначностью зависимость количества незамерзшей влаги от температуры можно определить на основе зависимости температуры фазовых переходов от влажности.

Следует отметить, что из-за переохлаждений, которые в реальных условиях, как правило, всегда предшествуют кристаллизации, а также по некоторым другим причинам, температуры замерзания несколько ниже температур оттаивания. Поэтому определение зависимости количества незамерзшей воды целесообразнее проводить по температурам оттаивания мерзлых грунтов.

Образцы замораживали в морозильной камере при температуре 10-12 °С в течение 1-2 сут. Частота измерения продольной скорости V_p и температуры t при оттаивании образца составляла одно измерение за 1-5 мин. Полное оттаивание образцов в зависимости от их влажности происходило за 2-6 ч. При построении зависимостей $V_p = f(t)$ использовали температуру в центре образца.

На рис.2,а показана зависимость продольной скорости ультразвука в образце торфа влажностью 50% от температуры. Довольно большой наклон кривой при подходе к температуре окончания фазовых переходов свидетельствует о хорошей разрешающей способности ультразвукового метода, причем разрешающая способность увеличивается с увеличением влажности образца. Однако быстротечность процесса фазовых переходов в образце на заключительной его стадии при больших влажностях затрудняет точное определение температуры полного оттаивания образца при использовании дискретного способа наблюдений, при котором частота замеров не превышает одного в минуту.

На рис. 2,б приведен график зависимости количества незамерзшей воды от температуры в низинном торфе степенью разложения 25%, зольностью 30%.

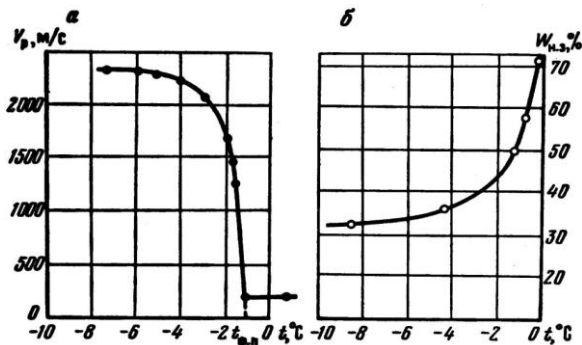


Рис. 2 – Зависимости продольной скорости ультразвука в торфе влажностью $W_0=50\%$ от температуры (а) и количества незамерзшей воды $W_{н.з}$ в торфе от температуры (б)

Для выражения зависимости использовали графики $V_p = f(t)$, построенные для образцов различной исходной влажности. Полученные результаты согласуются с данными по определению количества незамерзшей воды в мерзлом торфе калориметрическим методом [5].

Таким образом, описанная методика позволяет, довольно просто и с хорошей точностью определять количество незамерзшей воды в мерзлом торфе с помощью ультразвука.

Библиографический список

1. Цытович Н.А. *Механика мерзлых грунтов*. М.: Высшая школа, 1973. – 445 с.
2. Фролов А.Д. *Электрические и упругие свойства мерзлых пород и льдов*. 2-е изд. – Пущино: ОНТИ ПНЦ РАН. 2005. -607 с.
3. *Новые методы исследования состава, строения и свойств мерзлых грунтов / Под ред. С.Е. Гречищева, Э.Д. Еришова*. М.: Недра, 1983. – 140 с.
4. Чистотинов Л.В. *Миграция влаги в прмерзающих водонасыщенных грунтах*. М.: наука, 1973. – 144 с.
5. *Исследования фазового состава воды в торфе при низких температурах // Коллоидный журнал / И.И. Лиштван, Г.Н. Бровка, П.Н. Давидовский*. 1979. Т.41 № 6 – С.1095 – 1099.

ЭНЕРГЕТИКА, ЭНЕРГОБЕРЕЖЕНИЕ, ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ

УДК 338.32

РАЗРАБОТКА СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ В СТАВРОПОЛЬСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ АГРАРНОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

Жданов В.Г., Логачева Е.А., Ярош В.А.

Ставропольский государственный аграрный университет

В статье рассматривается опыт Ставропольского государственного университета по разработке стратегии энергосбережения.

Энергосбережение в Ставропольском государственном аграрном университете определено, как приоритетное направление при реконструкции, модернизации существующих процессов, так и при строительстве новых объектов. Политика ресурсосбережения (РЭС) является органичной составляющей общей стратегии развития Ставропольского государственного аграрного университета. Ее основной принцип - минимизация затрат энергоресурсов, ввод в работу возобновляемых энергоресурсов и энергоносителей.

Целью РЭС является переход университета на ресурсосберегающий путь развития, заключающийся в снижении ресурсоемкости производимой продукции, сохранении природных систем, поддержании их целостности.

Основные задачи РЭС: - переход от стратегии энергосбережения к стратегии комплексной рационализации использования всех без исключения видов ресурсов (трудовых, материальных, финансовых, интеллектуальных, информационных и т.д.); - создание оптимальных организационно-экономико-правовых условий для реализации стратегии ресурсосбережения; - создание эффективных систем управления ресурсосбережением; - формирование механизмов финансирования программ ресурсосбережения, подготовки и повышения квалификации кадров для данной сферы, ускоренного и широкомасштабного внедрения достижений научно-технического прогресса; - ввод в эксплуатацию нетрадиционных источников энергии.

Основные направления РЭС: - совершенствование регулирования и поддержка процессов ресурсосбережения в СтГАУ: - разработка мер стимулирования реализации политики ресурсосбережения в СтГАУ, возможных в рамках действующего законодательства; - формирование сбалансированных взаимосвязанных стратегий развития направлений деятельности, влияющих на параметры ресурсосбережения в СтГАУ (поставщиков оборудования, энергии, сырья, кадров, информации и пр.), а также являющихся потребителями ресурсосберегающих материалов и технологий, производимых в СтГАУ; - определение совместно с партнерами и организациями научно-технической сферы приоритетных направлений научных исследований в области РЭС; - содействие информационному обеспечению процессов РЭС в СтГАУ через организацию симпозиумов, выставок, конференций; формирование баз данных; - содействие международному сотрудничеству и международной кооперации организаций научной сферы и компаний СтГАУ в области РЭС (взаимовыгодный обмен энерго- и ресурсоэффективными технологиями с иностранными организациями участие в международных проектах в области РЭС, проведение межрегиональных, международных конференций по проблемам РЭС и пр.); - выход на потребление энергоресурсов согласно таблиц 1,2.

Таблица 1 – Сравнительные показатели использования электроэнергии (кВт/ч)

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
План	4410	4390	4360	4350	4320	4310	4290		
Факт	4400	4390	4360	4330	4310	4300	4210	4150	4150

Таблица 2 – Сравнительные показатели использования тепла (Гкал)

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
План	16440	15000	13230	12790	12760	12450	12100		
Факт	16440	14987	13173	12760	12470	12130	12075	12050	12050

Создание систем управления ресурсоэнергосбережением в СтГАУ и реализация организационных мероприятий РЭС: - разработка программ ресурсоэффективности, направленных на реализацию потенциала ресурсосбережения; - внедрение во всех структурных подразделениях университета внутреннего стандарта "Система управления ресурсосбережением"; - определение потенциала ресурсосбережения по всем видам используемых ресурсов через проведение ресурсаудита (прежде всего энергоаудита); - организация системы ресурсоинжиниринга, реализуемого в сферах мониторинга, диагностики, контроля параметров ресурсопотребления, планирования и реализации мероприятий в области РЭС; - активизация деятельности по обмену опытом в области РЭС через организацию взаимовыгодного сотрудничества в российском и международном масштабах; - развитие внутрикорпоративных и заказных научных исследований и разработок, направленных на увеличение масштабов использования научно-технических достижений в СтГАУ.

Технико-технологические направления политики РЭС в СтГАУ: - кардинальное обновление основных фондов университета на основе внедрения передовых технологий и техники с высоким экономическим эффектом; создание новых производств, удовлетворяющих требованиям высокой ресурсоэффективности: менее материало- и энергоемких, малоотходных и безотходных, обеспечивающих высокую степень переработки используемого сырья и пр.; - совершенствование отдельных технологических процессов действующих производств на основе внедрения достижений науки и техники (улучшение процессов разделения продуктов, сокращение числа производственных стадий, использование новых современных катализаторов, расширение использования реакций окисления и т.д.); - оптимизация технологических режимов работы оборудования (создание на предприятиях системы технической диагностики; разработка программ замены изношенного и морально устаревшего оборудования; оптимизация ремонтной кампании; совершенствование нормирования работы технологического оборудования; пересмотр удельных норм, правил и регламентов расхода сырья и энергоресурсов на единицу выпускаемой продукции с обеспечением контроля за их соблюдением; оптимизация распределения электрических и тепловых нагрузок по энергоисточникам и оборудованию); - установление стандартов энергопотребления и предельных энергопотерь, обязательная сертификация энерго-

потребляющих приборов и оборудования; - эффективное и наиболее полное использование вторичных ресурсов (разработка методов квалифицированного использования отходов с превращением их в дорогостоящую продукцию; использование в качестве топлива не представляющих сырьевой ценности отходов производства и пр.); приоритетное замещение традиционных видов сырья, материалов и энергии вторичными ресурсами и отходами производства, дающее как экономический, так и экологический эффект; организация современной штатной метрологии (комплектация предприятий современными приборами технического учета и контроля на всех этапах выработки, передачи и потребления ресурсов; автоматизация управления режимами энергопотребления (АСКУЭ) в целях снижения нерационального расхода энергоресурсов.

Основные задачи административно-хозяйственной части и электроэнергетического факультета: - проведение экспертизы проектов энергосберегающих мероприятий, предлагаемых для включения в краевую программу энергосбережения с выдачей рекомендаций о целесообразности внедрения указанных мероприятий; - разработка и согласование ежегодного плана реализации программы энерго-сбережения; рассмотрение и согласование с ректором источников и механизмов финансирования программ энергосбережения; - рассмотрение проектов нормативных правовых актов Ставропольского края по вопросам энергосбережения в целях определения целесообразности их принятия; анализ результатов проводимых в университете работ по повышению эффективности использования энергетических энергоснабжающими организациями и потребителями энергоресурсов и выработка рекомендаций по приоритетным направлениям в энергосберегающей политике; проведение заседания комиссии по мере необходимости, но не реже двух раз в течение года. Повестка дня каждого заседания формируется с учетом предложений членов комиссии и утверждается ее председателем; ввод в эксплуатацию аграрного бизнес-инкубатора и в его структуре энергоцентр коллективного пользования (Энергоцентр коллективного пользования входит как отдельное подразделение, в структуру научноинновационного комплекса инновационной образовательной программы и решает задачу разработке новых технологий в области энергетики и энергосбережения). Энергоцентр станет основой для реализации ООП высшего профессионального образования по реализуемому направ-

лению высшего профессионального образования - Электроэнергетика. При разработке энергетической стратегии СТГАУ обязательно содержится воспитательная работа со студентами. Деканы, преподаватели университета, коменданты общежитий ведут разъяснительно-воспитательную работу среди студентов в области экономии и экологической грамотности.

Библиографический список

1. Жданов В.Г., Логачева Е.А. Оптимизационные задачи управления деятельностью энергослужб предприятий. Вестник АПК Ставрополя. 2015. № 2 (18). – С. 36–40.

2. Логачева Е.А., Жданов В.Г. Программный комплекс для ЭВМ по планированию ремонта электрооборудования // Моделирование производственных процессов и развитие информационных систем : сб. науч. статей по материалам 2-й Международ. науч.-практ. конф. (г. Ставрополь, 15-16 ноября 2011 г.) / СтГАУ. Ставрополь, 2011. – С. 65–67.

3. Жданов В.Г., Логачева Е.А., Кравцов А.В. Математическая модель задачи управления процессом технического обслуживания и ремонта электрооборудования сельскохозяйственных предприятий // Методы и технические средства повышения эффективности использования электрооборудования в промышленности и сельском хозяйстве: сб. науч. тр. по материалам 75 науч.-практ. конф. электроэнергетического факультета. (г. Ставрополь, 2011 г.) / СтГАУ. Ставрополь, 2011. – С. 109–115.

4. Логачева Е.А., Жданов В.Г. К вопросу о сохранении естественного «электромагнитного фона» окружающей среды при внедрении СВЧ технологий в сельском хозяйстве. В сборнике: Проблемы рекультивации отходов быта промышленного и сельскохозяйственного производства IV международная научная экологическая конференция с участием экологов Азербайджана, Армении, Беларуси, Германии, Грузии, Казахстана, Киргизии, Латвии, Ливана, Молдовы, Приднестровья, России, Словакии, Узбекистана и Украины). 2015. – С. 378–38.

5. Жданов В.Г., Логачева Е.А. Планирование работ электротехнической службы для разработки АРМ энергетика. В сборнике: Методы и технические средства повышения эффективности использования электрооборудования в промышленности и сельском хозяйстве. 76-я НПК электроэнергетического факультета СтГАУ. 2012. – С. 47-49.

6. *Логачева Е.А., Жданов В.Г. Повышение качества подготовки технических кадров – основная задача в аграрном образовании // Актуальные проблемы развития вертикальной интеграции системы образования, науки и бизнеса: экономические, правовые и социальные аспекты. Материалы II Международной научно-практической конференции 2014. – С. 125–130.*

УДК 621.313

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА БИОГАЗА

Зеленухо Е.В., Бельская Г.В., Ролевич И.В.

Белорусский национальный технический университет

В работе определены основные направления повышения эффективности производства биогаза в Республике Беларусь, с учетом логистических особенностей биогазовых комплексов, состава используемых органических субстратов и их преобработки.

Одним из важнейших приоритетов государственной энергетической политики в Республике Беларусь является обеспечение энергетической безопасности и энергетической независимости за счет повышения энергоэффективности и увеличения использования собственных топливно-энергетических ресурсов (ТЭР), в том числе возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Государственной программой «Энергосбережение на 2016-2020 годы» предусматривается обеспечение доли местных ТЭР в валовом потреблении до 16 %, в том числе доля ВИЭ в валовом потреблении ТЭР должна составлять не менее 6 % [1].

В настоящее время одним из перспективных направлений получения возобновляемой энергии является использование биогазовых технологий. Биогаз получают путем водородного и (или) метанового брожения органической массы в анаэробных условиях. Метановое разложение биомассы происходит под воздействием гидролизных, кислотообразующих и метанобразующих бактерий. В цепочке питания последующие бактерии разлагают в бескислородных условиях продукты жизнедеятельности предыдущих бактерий. Это требует строгого соблюдения особых условий для эффективного сбраживания органических субстратов.

Существенным экологическим преимуществом использования биогазовых технологий является снижение выбросов парниковых газов (углекислого газа и метана). Известно, что парниковый эффект метана в 20 раз выше, чем углекислого газа. Биогазовые технологии позволяют снизить выброс этих парниковых газов от производственных сельскохозяйственных технологий до их естественных (природных) круговоротов. Также к экологическим преимуществам биогазовых технологий относится получение высококачественных органических удобрений (биогазума), образующегося в качестве конечного продукта анаэробного сбраживания органического материала. Использование биогазума в качестве органического удобрения позволяет снизить применение минеральных удобрений с целью повышения плодородия почв на культивируемых территориях, что является явным экологическим преимуществом. Кроме того, тепловая энергия, производимая по биогазовым технологиям, может быть использована на внутренние нужды хозяйства – для обогрева производственных помещений, теплиц, использования для хозяйственно-бытовых нужд и т.п.

Однако, несмотря на широкий спектр преимуществ использования биогазовых технологий, необходимы учет и корректировка ряда факторов (как на стадии проектирования, так и в ходе эксплуатации биогазовых комплексов), с целью повышения эффективности выхода биогаза. Основными направлениями могут быть следующие мероприятия:

1. Оптимизация вопросов логистики биогазовых комплексов (строящихся и функционирующих). При эксплуатации биогазовых установок важным фактором является наличие достаточного объема органического сырья с целью обеспечения непрерывного процесса работы установок. Поэтому на первом этапе проектирования необходимо проанализировать возможность бесперебойной круглосуточной подачи органических субстратов в реактор, в течение всего года. Наилучшим вариантом является территориальное размещение биогазовых установок как можно ближе к источникам производимых субстратов.

Необходима четкая оптимизация вопросов логистики биогазовых комплексов. Должна быть обеспечена оптимальная инфраструктура подъездных путей и мест складирования первичного сырья.

2. Важным фактором, оказывающим влияние на выход биогаза, является состав используемого органического субстрата.

При оценке субстрата следует учитывать, что только из сухой массы, и в этом случае, только из ее органической части можно произвести метан. Поэтому содержание органической сухой массы в соотношении с общей массой, является первым и самым важным критерием для выбора составляющих смеси субстратов.

Так, например, на повышение эффективности выхода биогаза оказывает влияние возможность использования не только отходов животноводства (навоза), но и продуктов, имеющих более высокое содержание органических веществ. Это могут быть отходы предприятий пищевой промышленности, в т. ч. мясокомбинатов, зеленая масса с.-х. культур, кукурузный или другие виды силоса, растительные отходы. Основные свойства органических субстратов приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные свойства органических субстратов

Субстрат	Сухое вещество (СВ), %	Органическое сухое вещество, %	Выход биогаза, м ³ /т	Объем СН ₄ , м ³ /т СВ
Навозная жижа КРС	10	80	25	210
Навоз КРС	25	80	80	250
Свиная навозная жижа	6	80	28	250
Птичий помет	40	75	140	280
Кукурузный силос	33	95	200	340
Солома зерновых	33	95	190	329
Рапсовый жмых	92	87	660	396
Картофельная мезга	13	90	80	336
Жом сахарной свеклы	24	95	68	218
Фруктовые выжимки	35	88	148	453

Анализ данных, представленных в таблице 1, показывает, что наибольшим потенциалом для выхода биогаза обладают отходы от производства рапсового масла – 660 м³ на тонну отходов рапсового жмыха, а также силос кукурузы и солома зерновых культур – соответственно 200 м³ и 190 м³ на тонну отходов. Вышеуказанные субстраты могут увеличить выход биогаза для условий Республики Беларусь. Учитывая то, что площади возделывания озимого рапса, кукурузы и зерновых культур стабильны и имеют тенденцию к расширению, можно сказать, что вышеуказанные ресурсы могут способствовать повышению производства биогаза в республике.

3. Объективная оценка установленной электрической мощности биогазового комплекса. С учетом потенциала образования и поставки органических отходов с целью эффективного их использования для производства тепловой и электрической энергии необходима объективная оценка установленной электрической мощности биогазового комплекса (планируемого для строительства). Согласно данным Департамента по энергоэффективности государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь, в стране функционирует 18 биогазовых установок общей установленной электрической мощностью более 26 МВт. Большинство установок имеют электрическую мощность до 2 МВт, что позволяет более успешно решать задачи их эффективного использования, в частности, обеспечения органическим сырьем, в качестве которого в настоящее время в основном используются отходы животноводства [2].

Реактор должен проектироваться таким образом, чтобы он был способен вместить необходимое количество субстрата, для бесперебойной работы в течение всего года. В зависимости от используемого субстрата реактор может снабжаться следующим оборудованием: мельницами и шредерами для измельчения субстрата, насосами и загрузчиками для подачи субстрата в реактор, емкостями для гигиенизации субстрата, различными видами мешалок для перемешивания, системами удаления перебродившего субстрата и осадка, газгольдерами для хранения полученного биогаза и т.д. Все указанное оборудование должно потреблять минимальное количество электрической энергии, быть износостойким, простым и надежным в обслуживании и эксплуатации. Также реактор должен обладать хорошей теплоизоляцией и антикоррозионным внутренним покрытием, для минимизации тепловых потерь и высокого качества получаемого биогаза.

4. Оценка и предобработка субстратов. Микроорганизмы, участвующие в производстве биогаза, требуют строго определенных условий для своего функционирования; в противном случае процесс производства биогаза может замедлиться или даже полностью остановиться. Некоторые вредные вещества (в первую очередь, аммиак, сероводород), образующиеся на разных стадиях микробиологического разложения, известны как ингибиторы, которые отрицательно влияют на жизнедеятельность микроорганизмов и соответственно снижают выход биогаза.

С целью повышения эффективности работы биогазовых установок необходима предварительная лабораторная оценка

органических субстратов по показателям: содержание сухого вещества; соотношение содержания С: N: P; содержания ингибиторов брожения (в первую очередь, содержание аммония и тяжелых металлов, др. показатели). В связи с этим рекомендуется на каждом функционирующем на территории Республики Беларусь биогазовом комплексе создать лабораторию по оценке качества исходных органических субстратов, вовлекаемых в процесс производства биогаза, и составления оптимальных рецептур их брожения.

Повышению эффективности получения биогаза способствует также соблюдение режимов предобработки органических субстратов, вовлекаемых в процесс производства биогаза, создание устойчивых биоразлагаемых систем (в т. ч. измельчение, создание оптимального водного режима субстратов, эффективный процесс гидролиза в разных видах реакторов и др. технологические приемы).

5. Очистка и доработка биогаза. Неочищенный биогаз, получаемый с помощью анаэробного сбраживания, обычно необходимо подготовить для дальнейшего использования. Помимо CH_4 , биогаз содержит такие компоненты, как CO_2 , N_2 , H_2S , H_2 , O_2 , летучие органические загрязнители, силоксаны, галогенкарбонаты и водяной пар, которые рассматриваются как загрязняющие вещества. Они должны быть удалены до использования биогаза, либо в процессе производства тепловой энергии, в качестве топлива (биометана). Методы очистки биогаза основаны главным образом на трех механизмах: абсорбции, адсорбции и мембранном разделении. Очищенный биогаз не только помогает снизить выбросы парниковых газов, но и выделяет в атмосферу меньше углеводородов, NO_x и CO , в сравнении с бензиновым и дизельным топливом.

6. Обоснование экономической эффективности. Для обоснования экономической эффективности использования биогазовых технологий необходимо учитывать не только энергетические аспекты, но и экологические и агротехнические факторы. Так, в соответствии с ТКП 17.02-05-2011 (02120) «Охрана окружающей среды и природопользование. Порядок расчета экономической эффективности биогазовых комплексов» расчет простого срока окупаемости биогазового проекта производится по следующей формуле [3]:

$$T_{II} = \frac{k \cdot P_{уст}}{P_{\Sigma} + P_{III} + P_{ЗВ} + P_{уд} + P_{ур} + P_{X} + P_{O} - Z_P - Z_C - A_M - H_C - H_P}$$

где k – удельные капиталовложения в биогазовый комплекс;
 $P_{уст}$ – установленная мощность биогазового комплекса;
 $P_{э}$ – доход от продажи электрической и тепловой энергии;
 $P_{цг}$ – доход от продажи добровольных сокращений выбросов парниковых газов;
 $P_{зв}$ – снижение выплат экологического налога в связи с сокращением выбросов загрязняющих веществ;
 $P_{уд}$ – доход от продажи получаемого дигестата как удобрений;
 $P_{ур}$ – прибыль от увеличения урожайности;
 $P_{х}$ – экономия на сокращении объемов вносимых в почву химических веществ;
 $P_{о}$ – экономия на сокращении объемов сбрасываемых стоков, снижении нагрузки на очистные сооружения;
 $Z_{р}$ – ежегодные отчисления на обслуживание и ремонт биогазового комплекса;
 $A_{м}$ – годовые амортизационные отчисления;
 $H_{с}$ и $H_{р}$ – налоги, определяемые налоговым законодательством.

На практике, в основном, производится оценка прибыли от продажи электрической энергии. Иногда учитывается возможность использования тепловой. Тепловая энергия, вырабатываемая при сжигании биогаза, часто остается неиспользованной, хотя эффективное использование этой энергии позволяет значительно повысить экономическую эффективность биогазовых установок.

Таким образом, для повышения эффективности производства энергии путем использования биогазовых технологий в Республике Беларусь и получения экологических преимуществ, необходим анализ всей системы функционирования биогазового комплекса – от особенностей применяемых органических субстратов до оптимальной реализации производимой энергии потребителям.

Библиографический список

1. Государственная программа «Энергосбережение» на 2016-2020 гг. Утв. постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 28.03.2016 г. № 248.
2. Величко В.В., Кундас С.П., Капустин Н.Ф. Повышение эффективности биогазовых технологий // Энергоэффективность. - №7, 2017. – С. 10-16.
3. ТКП 17.02-05-2011 (02120) «Охрана окружающей среды и природопользование. Порядок расчета экономической эффективности биогазовых комплексов».

УДК 621.311.24

РАЗРАБОТКА ВЕТРОГЕНЕРАТОРА В ВОЗДУХОВОД С ИСКУССТВЕННЫМ И ПОСТОЯННЫМ ПОТОКОМ ВОЗДУХА

Мошонкин Н.Ю., Дунаева Т.Ю.

*Саратовский государственный технический университет
имени Гагарина Ю.А.*

В статье предлагается техническое решение по ветровому генератору небольшой мощности, использующего поток воздуха в системе охлаждения ротора генератора электростанции, для выработки электроэнергии для собственных нужд ТЭС. Использование предлагаемого устройства позволит частично скомпенсировать расходы на собственные нужды электростанции.

В ближайшие годы политика Правительства РФ предусматривает расширение объемов использования альтернативных источников питания (АИП) в структуре электроэнергетики, что отражено в Энергетической стратегии России на период до 2035 года и других основных документах [1]. Разработка технического решения по использованию отработанного воздушного потока системы охлаждения ротора генератора ТЭС для выработки электроэнергии соответствует этой стратегии и позволит использовать эту энергию для собственных нужд ТЭС.

Актуальность предлагаемой разработки обосновывается отсутствием в настоящее время на рынке предложений аналогичного типа и, в свою очередь, имеющимся спросом на конструкцию таких генераторных установок.

Существующие ветряные электроустановки, использующие кинетическую энергию воздушного потока в раскручивании турбины электрогенератора, имеют существенный недостаток: для обеспечения эффективной работы таких установок необходимо место с постоянной и достаточной силой ветра. Это место обычно удалено от потребителей электроэнергии, что требует прокладки длинных электрокоммуникаций, а также изготовление дорогостоящих ветроулавливающих коробов и опорных конструкций. В результате очень часто экономическая эффективность таких ветрогенераторов остается низкой.

Поток воздуха на выходе воздуховода охлаждения ротора генератора ТЭС постоянен по направлению и силе, имеет стабильную температуру. Предлагаемое решение использования энергии этого воздушного потока состоит в том, что на выходе воздуховода устанавливается ветровой генератор малой мощности. Полученную электроэнергию предлагается использовать, например, для питания части осветительных установок ТЭС и тем самым повысить энергоэффективность предприятия.

Постоянство параметров воздушного потока в канале охлаждения ротора генератора ТЭС позволит обеспечить стабильную генерацию электроэнергии круглосуточно. Инновационная составляющая проекта заключается в том, что предлагается использовать вторичный энергоресурс отработанного воздушного потока.

По предварительным оценкам, необходимые технологические параметры воздушного потока системы охлаждения ротора генератора ТЭС при установке ветрогенератора на ее выходе сохраняются, а, значит, предлагаемая конструкция и способ установки не должны нарушить требования к охлаждению ротора.

Научная новизна идеи обеспечивается тем, что патентный поиск абсолютных аналогов разрабатываемой конструкции ветрогенератора результатов не показал.

В результате патентных исследований была найдена запатентованная конструкция, схожая в отношении самой идеи применения воздуховода для генерации электроэнергии WO2009008763A1 [2]. В этом патенте на полезную модель в качестве канала для раскрутки ротора генератора и генерации электроэнергии предлагается использовать воздушный вентиляционный канал, вмонтированный в типовую конструкцию жилого здания. На основе этой идеи разработан и предлагаемый проект.

В результате работы были разработаны эскиз всей установки в целом, способ ее монтажа в воздуховод и 3D-модель ветроколеса (рис. 1, а, б).

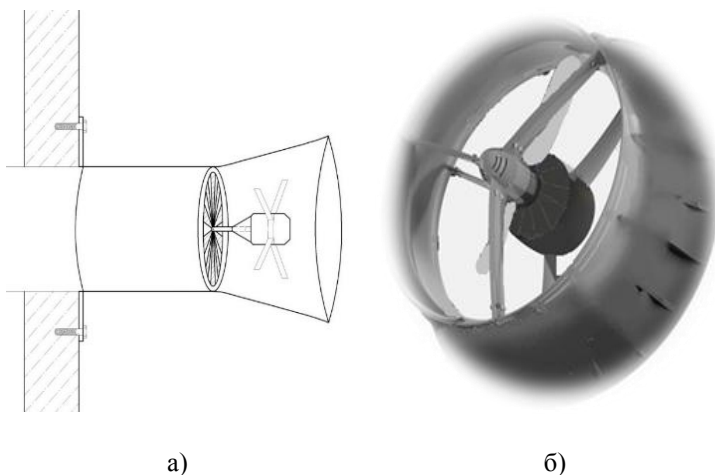


Рис. 1 – Эскиз установки (а) и ее 3D-модель (б)

Расчетные параметры предлагаемого проекта были получены путем математического и программного моделирования разработанного типа ветрогенератора в среде «Аэродинама» [3]. При расчетах использован стандартный тип профиля [4].

Исходные параметры для моделирования и полученные результаты представлены на рис. 2 – 7.

Адекватность расчетов в среде «Аэродинама» подтверждены многократным апробированием и практическим применением при проектировании ветрогенераторов различного типа.

Среднегодовая скорость ветра:	20 м/с
Количество лопастей:	1 шт
КПД генератора:	87%
КПД мультипликатора:	Не используется
Направление вращения:	Правое
Тип профиля:	NACA 0012

Рис. 2 – Исходные данные для моделирования

Скорость набегающего на лопасть потока:	20 м/с
Диаметр ветроколеса:	0.97 м
Радиус кончика лопасти:	0.48 м
Кoeffициент использования энергии ветра:	0.48
Обороты при расчетном ветре:	5658 об/мин
Расчётный крутящий момент на валу генератора:	5.6 Н·м
Расчётная сила лобового давления на колесо:	593 Н
Мощность ветроколеса:	3.3 кВт

Рис. 3 – Результаты аэродинамического расчета

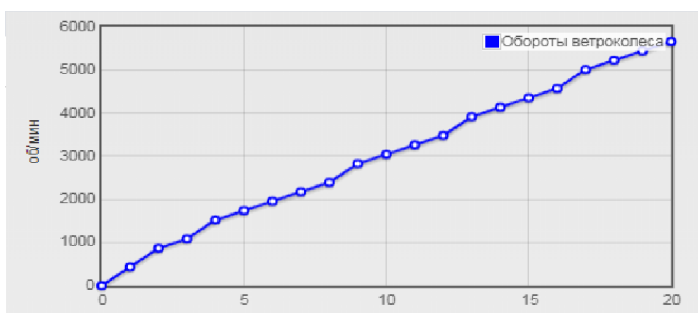


Рис. 4 – Зависимость оборотов ветроколеса от скорости воздушного потока

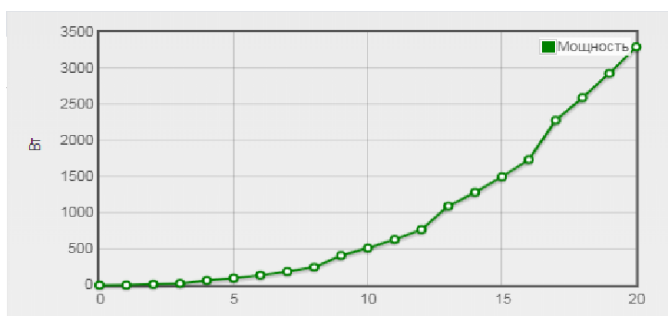


Рис. 5 – Зависимость вырабатываемой электрической мощности от скорости воздушного потока

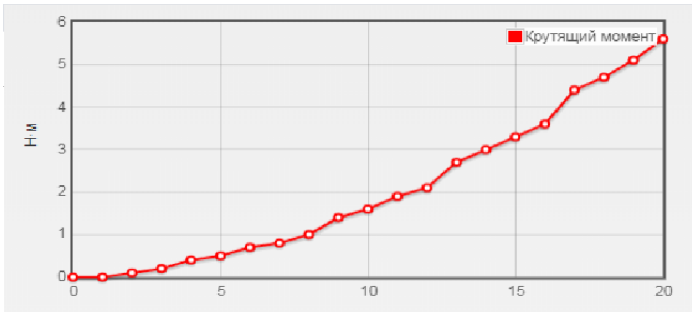


Рис. 6 – Зависимость крутящего момента ветроколеса от скорости воздушного потока

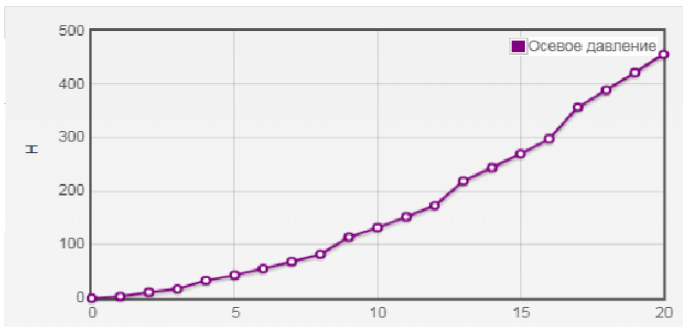


Рис. 7 – Зависимость лобового давления воздушного потока от его скорости

Результаты расчетов, приведенные на рис. 2–7 показывают основные технические параметры для скорости потока воздуха 20 м/с. Основные технические характеристики проекта следующие:

- вырабатываемая электрическая мощность 3,3 кВт;
- выходное напряжение во внешнюю сеть 0,4 кВ;
- планируемое использование полученной электроэнергии – система освещения электростанции;
- качество вырабатываемой электроэнергии соответствует требованиям ГОСТа и обеспечивается правильным выбором электрогенератора;
- расчетный диаметр ветроколеса 0,98 м (соответствует размерам воздуховода).

Для снижения стоимости установки и сроков ее окупаемости планируется использовать стандартную элементную базу (гене-

ратор, полупроводниковое оборудование и т.п.), широко распространенную и не требующего индивидуального изготовления. При выборе элементов будет учтен и температурный режим их работы (температура воздуха на выходе системы охлаждения достигает 70° , что требует оборудования повышенной термической стойкости). При проектировании редуктора планируется использовать новейшие достижения в этой области, по возможности планировать в редукторе использование типовых элементов для облегчения ремонта и эксплуатации.

Предлагаемый ветрогенератор характеризуется простотой конструкции и технологичностью собственного производства. Ресурс работы установки определяется ресурсом электрогенератора и должен составлять до 25 лет работы (параметры, заявляемые производителями генераторов), определяя расчетную безотказность работы на уровне 0,995.

Электробезопасность установки соответствует требованиям нормативных документов по оборудованию подобного типа и обеспечивается типовыми решениями при его проектировании.

Таким образом, на основании проведенных расчетов и полученной 3D модели в дальнейшем планируется выбрать элементную базу установки, электрогенератор, редуктор, сделать проверку механической прочности конструкции. В ходе исследований планируется изготовить опытный образец ветрогенератора для апробации и доработки установки.

В ходе работы были рассчитаны технико-экономические показатели проекта.

Исходные параметры расчета:

1. Норма дисконта $E = 5 \% = 0,05$ (т.к. поток воздуха стабилен 24 часа в сутки, риски того, что электроэнергия не будет вырабатываться в нужном количестве – минимальны, только в результате аварии).

2. Тариф на электроэнергию: продажа $C_{эл} = 2,74$ руб./кВт · ч.
Прогноз тарифов на электроэнергию с 2020 по 2035 год.

3. Отчисления на амортизацию и ремонт $\rho = 3 \%$ от капиталовложений.

4. Срок строительства принят равным – 1 год.

5. Капиталовложения распределены по годам строительства следующим образом: 1 год – 100 %.

6. Затраты на оплату труда персонала и социальные нужды – 20 тыс.руб./год (обслуживание раз в несколько лет).

Принятые капиталовложения составили 175 тыс. руб.

На рисунке 8 приведено графическое определение срока окупаемости инвестиционного проекта разработки ветрогенератора в воздуховод.

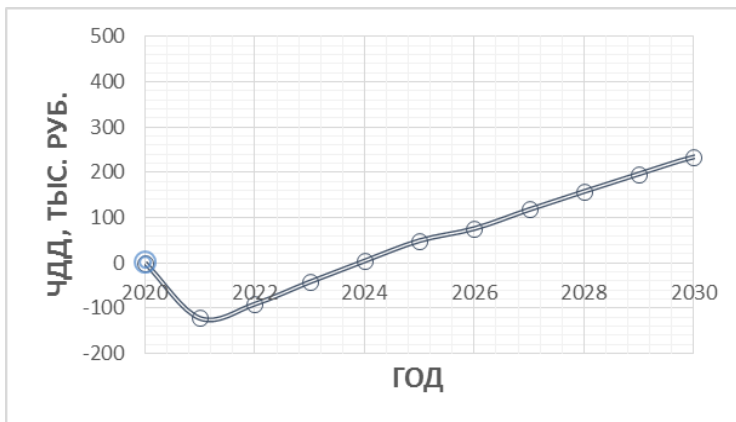


Рис. 8 – Дисконтированный срок окупаемости инвестиционного проекта

Таким образом, при $E = 5\%$ дисконтированный срок окупаемости составил 4 года с учетом времени монтажа и пусконаладочных работ. Проект разработки ветрогенератора в воздуховод с искусственным и постоянным потоком воздуха экономически выгоден и рентабелен.

Применение ветрогенераторов в качестве альтернативного вида энергии является перспективным направлением в области возобновляемых источников энергии [1], в том числе в условиях небольших хозяйств.

Широкое распространение в современной промышленности оборудования, охлаждаемого направленным потоком воздуха, дает, на наш взгляд, обширные перспективы для реализации установок подобного типа с целью использования энергии этого потока и повышения энергетической эффективности предприятий.

Библиографический список

1. Проект Энергостратегии Российской Федерации на период до 2035 года [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://minenergo.gov.ru/node/1920>

2. WO2009008763A1 Wind-electric power generation by using the structure of a residential building [Электронный ресурс]. Реж. доступа: <https://patents.google.com/patent/WO2009008763A1/en>

3. «Аэродинама – Математическое моделирование ветроколеса ВЕУ» / «Светотехника и электроэнергетика». - №3 (50), 2017. – С. 42 – 48. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://seiger.pp.ua/>

4. Справочник авиационных профилей [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://kipla.kai.ru/liter/Spravochnic_avia_profiley.pdf

УДК 621.311:621.316

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СРЕДСТВ КОМПЕНСАЦИИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАЦИОНАЛЬНОГО УРОВНЯ НАПРЯЖЕНИЯ НА ШИНАХ 6–35 кВ ПОНИЗИТЕЛЬНЫХ ПОДСТАНЦИЙ

Непша Ф.С.¹, Шестаков В.С.²

¹*Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева,*

²*Филиал ПАО «МРСК Сибири» - «Кузбассэнерго – РЭС»*

В настоящее время потенциал устройств возможности регулирования на понизительных подстанциях 35-110 кВ реализуется не полностью. Большая часть эксплуатируемых устройств РПН не используются в автоматическом режиме, что связано с их эксплуатационным состоянием. В качестве альтернативы замене УРПН авторами предложена установка СКРМ 6-35 кВ различной конфигурации. В статье произведена технико-экономическая оценка различных вариантов их установки.

Рациональное регулирование напряжения на понизительных подстанциях 35-110 кВ является важной задачей, решение которой позволяет обеспечить нормативный уровень напряжения и повысить энергоэффективность систем внутреннего и внешнего электроснабжения. Проведенные исследования показывают [1], что на шинах понизительных подстанций не всегда обеспечивается нормативный уровень напряжения. При этом в послеаварийных режимах снижение напряжения может достигать 25%.

В разомкнутых сетях 6-35 кВ с одним центром питания (ЦП) регулирование напряжения осуществляется с помощью

устройств регулирования под нагрузкой (УРПН) и переключения без возбуждения (ПБВ) на силовых трансформаторах ЦП или трансформаторных подстанциях (ТП) 6-10 кВ.

Тем не менее, использование вышеуказанных средств не позволяет обеспечить качественное регулирование напряжения, т.к. устройства РПН эксплуатируются в неавтоматическом режиме [2]. При этом процесс перевода УРПН занимает от 4 часов до нескольких суток, следовательно, становится невозможным обеспечить нормативный уровень напряжения. Отметим, что большинство эксплуатируемых УРПН требуют диагностики для выявления дефектов и их последующей эксплуатации в автоматическом режиме. В тоже время более 80% силовых трансформаторов эксплуатируются свыше 25 лет, следовательно, существует опасность аварийного выхода трансформатора из строя в случае перевода устройства РПН в автоматическом режиме.

В связи с этим, альтернативным вариантом для обеспечения нормативного уровня напряжения может стать использование средств компенсации реактивной мощности (СКРМ), которые могут быть установлены на шинах 6-35 кВ. Их применение позволит разгрузить силовые трансформаторы по реактивной мощности, нормализовать уровень напряжения и снизить потери электроэнергии (ЭЭ).

Для оценки необходимости использования СКРМ были проанализированы графики изменения уровня напряжения и нагрузки ПС 110 кВ Топкинская.

Графики изменения уровня напряжения на шинах 6 кВ ПС Топкинская представлены на рис. 1.

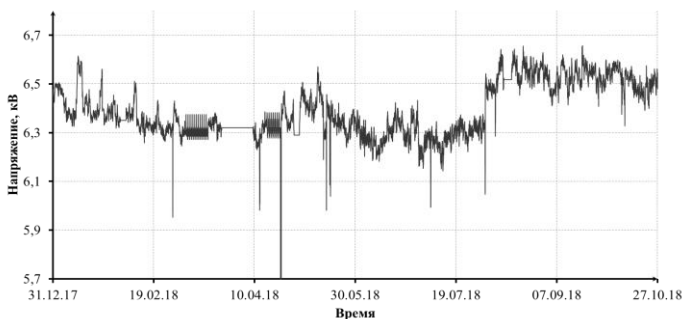


Рис. 1 – Графики изменения уровня нагрузки и напряжения на шинах 6 кВ ПС Топкинская

Данные на рис. 1 показывают, что за 2018 год на шинах 6 кВ ПС Топкинская уровень напряжения изменялся в пределах от 6,0 кВ до 6,6 кВ. Диапазон отклонения напряжения составляет 10%, следовательно, целесообразно использование УРПН в автоматическом режиме. График изменения уровня нагрузки ПС 110 кВ Топкинская в день зимнего контрольного замера представлен на рис. 2.

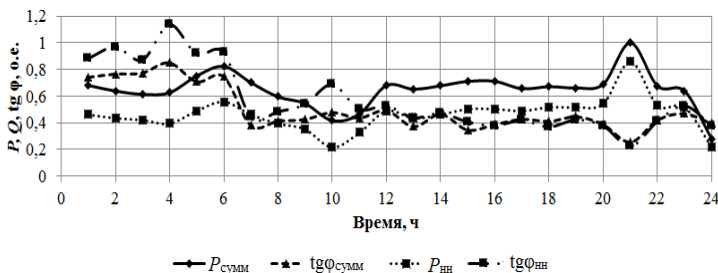


Рис. 2 – График изменения уровня нагрузки ПС 110 кВ Топкинская в день зимнего контрольного замера

Данные рис. 2 показывают, что tgφ в отдельные часы значительно превышает нормативные значения (0,4 для сети 6-35 кВ), следовательно, целесообразно рассматривать мероприятия по компенсации реактивной мощности.

В соответствии с [4] задача оптимизации размещения СКРМ может быть сформулирована исходя из условия минимизации целевой функции приведенных затрат:

$$Z = \sum_{i=1}^I Z_{\kappa}^{осм}(Q_{\kappa i}) + \sum_{n=1}^N \sum_{i=1}^I Z_{\kappa}^{неп}(Q_{\kappa in}) + \sum_{n=1}^N Z_n(Q_{\kappa n}, Q_{\kappa in}) = Z_{\kappa} + Z_n \rightarrow \min, \quad (1)$$

где первое слагаемое связано с затратами на установку СКРМ, второе слагаемое определяется затратами на эксплуатацию, а третье слагаемое включает затраты, связанные с потерями ЭЭ в распределительной сети.

Решение задачи оптимизации размещения СКРМ будет сводиться к анализу определенной совокупности установившихся режимов с целью оценки эффекта от установки СКРМ разной конфигурации.

В процессе решения задачи оптимизации должны быть учтены следующие граничные условия:

- по нагрузке и установленной мощности УКРМ

$$Q_{\text{кi min}} \leq Q_{\text{кин}} \leq Q_{\text{к maxj}}; \quad (2)$$

– по напряжениям в узлах сети

$$U_{\text{min min}} \leq U_{\text{min}} \leq U_{\text{min max}}. \quad (3)$$

Так как установка СКРМ наиболее значительным образом влияет на потери активной мощности, в дальнейшем целесообразно рассматривать только эту составляющую потерь.

Потери в сети 6–110 кВ могут быть рассчитаны с использованием программного комплекса RastrWin3. С этой целью в программе была составлена модель сети 6-110 кВ, прилегающей к ПС 110 кВ Топкинская.

Для поиска минимума целевой функции (5) рассмотрены три варианта установки СКРМ: на шинах 6 кВ, на шинах 35 кВ и на шинах 6-35 кВ.

Путем подбора мощностей СКРМ с использованием метода покоординатного спуска было выявлено, что наиболее целесообразные конфигурации СКРМ следующие:

1. При установке СКРМ на шинах 6 кВ – СКРМ 6 кВ мощностью 2×3000 кВАр с шагом регулирования 500 кВАр.
2. При установке СКРМ на шинах 35 кВ – СКРМ 35 кВ мощностью 2×1000 кВАр.
3. При установке СКРМ на шинах 6-35 кВ – СКРМ 6 кВ мощностью 2×2500 кВАр и СКРМ 35 кВ мощностью 800 кВАр.

С целью оценки эффективности результатов оптимизации был произведен расчет экономического эффекта.

Затраты на потери активной электроэнергии в СЭС потребителя выражаются по формуле [5]:

$$Z_n = c_p \Delta W_p, \text{ тыс.руб,} \quad (4)$$

где c_p – стоимость потерь ЭЭ, руб./кВт·ч;

ΔW_p – активная составляющая потерь ЭЭ, кВт·ч,

Z_n – затраты на покупку потерь активной ЭЭ, тыс. руб.

Установка СКРМ связана с затратами средств на приобретение, доставку, монтаж и обслуживание СКРМ и дополнительного оборудования. При решении задачи оптимизации принято допущение, что затраты могут быть представлены пропорционально зависимыми от мощности КУ. В таком случае затраты на установку компенсирующих устройств можно оценить по формуле:

$$Z_{\kappa} = z_{\kappa} \cdot Q_{\kappa}, \text{ тыс.руб,} \quad (5)$$

где z_{κ} – удельные приведенные затраты на СКРМ, руб/кВАр в год;

Q_{κ} – номинальная мощность СКРМ, кВАр.

Получаемая годовая экономия от использования СКРМ может быть определена по формуле:

$$\mathcal{E} = \Delta P_{\Delta} c_{\tau}, \text{ тыс.руб,} \quad (6)$$

где ΔP_{Δ} – разность потерь активной мощности «до» и «после» установки СКРМ, кВт;

c_{τ} – стоимость ЭЭ, руб/(кВт·ч);

τ – число часов использования максимума нагрузки в год, ч.

Тогда с учетом формулы (5) срок окупаемости СКРМ составит:

$$T_{ок} = \frac{Z_{\kappa}}{\Delta P_{\Delta} c_{\tau}}. \quad (7)$$

Приняв стоимость ЭЭ для предприятий потребителей равной 2,0 руб./кВт·ч, число часов использования максимума нагрузки 5760 часов, были получены затраты на потери мощности, приведенные затраты и срок окупаемости СКРМ в соответствии с формулами (5)–(7). Результаты расчетов приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Оценка эффективности применения СКРМ

Наименование параметра	Наименование метода оптимизации			
	Без СКРМ	СКРМ 6 кВ	СКРМ 35 кВ	СКРМ 6-35 кВ
ΔW , тыс. кВт·ч в год	2880	2837,0	2869,7	2812,5
$\Delta U_{ли}$, %	-12÷(+5)	-8÷(+6)	-8÷(+6)	-7÷(+6)
Затраты на потери электроэнергии $Z_{п}$, тыс. руб.	5760,04	5674,0	5739,4	5625,0
Затраты на установку СКРМ, тыс. руб.	-	429,860	144,480	472,667
Экономический эффект, тыс. руб.	-	85,972	20,64	135,05
Срок окупаемости $T_{ок}$, лет	-	5	7	3,5

Вариант с установкой СКРМ на стороне 6-35 кВ является наиболее эффективным по технико-экономическим показателям. При этом за счет наличия автоматики регулирования напряжения в ремонтных и послеаварийных режимах снижаются отклонения напряжения на зажимах электроприемников.

Выводы

1. В условиях отработки большинством силовых трансформаторов нормативного срока службы для повышения качества напряжения и снижения потерь активной энергии целесообразно рассматривать установку СКРМ в сети 6–35 кВ.

2. Использование СКРМ на шинах 6–35 кВ понизительных подстанций позволяет снизить диапазон отклонений напряжения в условиях неиспользования УРПН в автоматическом режиме.

3. Проведенный расчет электрических режимов для различных вариантов установки СКРМ показал, что наиболее эффективным вариантом для ПС 110 кВ Топкинская является установка БСК на шинах 6-35 кВ. При этом достигается снижение диапазона отклонения напряжения (на 5% в нормальных режимах и до 15% в аварийных режимах) и потерь активной энергии (на 2,4%). Срок окупаемости СКРМ составляет не более 3,5 лет.

Библиографический список

1. *Непша, Ф.С. Особенности регулирования уровня напряжения в системах электроснабжения угольных шахт Кузбасса / Ф.С. Непша, В.М. Ефременко // Промышленная энергетика, 2017. № 11. – С. 16–21.*

2. *Непша, Ф.С. Анализ проблемы использования устройств регулирования под нагрузкой трансформаторов на подстанциях Кемеровской области / Ф.С. Непша, В.М. Ефременко // Фёдоровские чтения – 2017: XLVII Международная научно-практическая конференция с элементами научной школы (Москва, 15–17 ноября 2017 г.) / под общ. ред. Б.И. Кудрина, Ю.В. Матюниной. – М.: Издательский дом МЭИ, 2017. – С. 174–180.*

3. *Непша, Ф.С. Оценка эффективности оптимизации положений устройств встречного регулирования напряжения на примере электрических сетей филиала ОАО «МРСК Сибири» - «Кузбассэнерго – РЭС / Ф.С. Непша, А.А. Шевченко, В.В. Дабаров // Вестн. Кузбасского гос. тех. унив., 2013. – № 2. – С. 112–115.*

4. Идельчик, В.И. *Расчеты и оптимизация режимов электрических сетей и систем* / В.И. Идельчик. - М.: Энергоатомиздат, 1988.

5. Железко, Ю.С. *Компенсация реактивной мощности и повышение качества электроэнергии* / Ю. С. Железко. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 224 с.

УДК 662.997

САМОДРЕНИРУЕМЫЕ ГЕЛИОУСТАНОВКИ: ОПЫТ РАЗРАБОТКИ И ПРИМЕНЕНИЯ В МИРОВОЙ И ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ПРАКТИКЕ

Рашидов Ю.К.¹, Файзиев З.Х.²

¹*Ташкентский архитектурно-строительный институт,*

²*Самаркандский государственный архитектурно-строительный институт, Узбекистан*

Рассмотрен мировой и отечественный опыт разработки и применения самодренируемых гелиоустановок для защиты солнечных коллекторов от замерзания воды в зимний и от её вскипания в летний периоды года. Показано, что применение саморегулирующегося активного элемента в виде трубы Вентури позволяет сократить до 65-80% затраты энергии на перекачку теплоносителя, а также исключить вероятность возникновения гидравлических ударов.

Расширение масштабов практического использования солнечной энергии в системах теплоснабжения требует разработки гелиоустановок большой мощности [1]. Поэтому за последние годы обнаружилась тенденция к росту количества крупных систем централизованного солнечного теплоснабжения. В мире насчитывается 300 установок с площадью СК более 500 м², общая площадь коллекторов в них - 1648 тыс.м². Лидером этого направления является Дания, где построено 110 установок (1318 тыс.м²).

В таких гелиоустановках в отличие от маломощных термосифонных систем с естественной циркуляцией теплоносителя применяется насосная циркуляция. Необходимость защиты солнечных коллекторов (СК) от разрушения зимой из-за замерзания в них воды, а также летом из-за её вскипания и быстрого увеличению давления перегретых водяных паров (или антифриза) в режиме стагнации (остановки циркуляции), требует разработки

простых, надёжных, экономичных и энергетически эффективных технических решений [2].

В этом отношении самодренлируемые системы (*СДС* или *DBS- Drainback Systems*) солнечного теплоснабжения являются одним из перспективных направлений развития гелиотехники [3]. Особенностью их конструкции является опорожнение *СК* от теплоносителя при остановке насоса гелиоконтур в специальный бак (*drainback tank*) или бак-аккумулятор.

Благодаря своей простоте и многочисленным преимуществам по сравнению с другими типами солнечных водонагревателей, которые отмечены в работах [1, 2, 4], *СДС*, работающие при атмосферном давлении, нашли широкое применение на практике. Например, в Нидерландах, где были ужесточены нормативные требования к теплоносителям гелиоустановок [5, 6]. Так при использовании гликолевых теплоносителей предписывалось применение двойных теплообменников для предотвращения попадания гликолей в организм человека. Уже в 2000-е годы в этой стране 80% всех гелиоустановок строились самодренлируемыми [7]. В восьмидесятые годы в Европе и США были запатентованы десятки конструкций *СДС* [8, 9, 10, 11].

Следует заметить, что в этот же период и в Узбекистане сотрудниками Зонального научно-исследовательского института типового и экспериментального проектирования жилых и общественных зданий Госгражданстроя ТашЗНИИЭП были разработаны изобретения на *СДС* [12, 13, 14]. Данные технические решения были реализованы при строительстве экспериментального многоквартирного 6-комнатного жилого дома в пос. Мингчинар Ташкентской области [15].

Самая большая в мире *СДС* площадью 2400 кв. м построена в г. Бреде в Нидерландах для теплоснабжения кондитерской фабрики [1]. Мировыми лидерами в производстве *СДС* являются Норвегия (до 70 % всех гелиоустановок выполняют самодренлируемыми), США (20 %), Франция (15 %). Разнообразием технических решений отмечаются *СДС* французской фирмы Tecsol. Ею построено 40 таких установок общей площадью 2325 кв.м.

В России наибольшее применение получили открытые *СДС* площадью свыше 20 м². Такие установки на 20-30 % дешевле обычных, не требуют дорогостоящих теплоносителей. В городе Краснодаре для горячего водоснабжения (ГВС) отеля по ул. Поставской разработана и построена самая большая в России самодренлируемая система площадью гелиополя 178 м² [1].

Однако, несмотря на все свои преимущества и распространенность применения, *СДС* присуще также следующие существенные недостатки, влияющие на их экономичность и надёжность работы.

Во-первых, поскольку теплоноситель находится в баке-аккумуляторе и *СК* пуст при запуске насоса, последний должен преодолеть гидростатический напор H и поднять теплоноситель от самого низкого уровня до самой высокой точки в системе. Это требует более мощного насоса, затрачивающего больше электроэнергии. Причём, как показано в [2], мощность насоса требуется не только в течение короткого промежутка времени после его включения в режиме заполнения системы водой, но и при циркуляции воды в заполненной системе, после её выхода на расчётный тепловой режим (60°C и более), так как при геометрической высоте гелиоконтра H , превышающей в наивысшей точке величину допустимого вакуума в самотечной трубе – сифоне, возникает разрыв струи из-за вскипания теплоносителя.

Во-вторых, остановка насоса в *СДС* большой мощности с протяжённой и разветвлённой сетью трубопроводов, объединяющих *СК*, как и в обычных водопроводных сетях может привести к возникновению гидравлических ударов [1], разрушающих систему.

Для устранения указанных недостатков в работе [1] предложена установка обратных клапанов у насосов (для удержания высокого гидростатического напора H) и на сливном трубопроводе перед баками специального клапана с электроприводом, алгоритм включения которого рассчитан из условий предотвращения гидроударов.

Предложенные решения, кроме усложнения *СДС* установкой дополнительных клапанов и дополнительного расширительного бака, противоречит самому принципу самодренирования и повышают вероятность возникновения гидравлических ударов в системе из-за установки обратных клапанов. Ведь *СДС* сама призвана предохранять гелиоустановку от разрушения в режиме стагнации, т.е. прекращения циркуляции во время внезапной остановки насосов из-за отключения электроэнергии. Поэтому непонятно как при отключении электроэнергии будет работать специальный клапан с электроприводом.

Как известно гидравлический удар возникает при резкой остановке движения теплоносителя. Поэтому насос без установки обратного клапана является менее опасным с точки зрения возникновения гидравлического удара. Если обратный клапан резко останавливает поток, то насос при отключении электро-

энергии некоторое время продолжает сбавлять свои обороты, а затем начинает пропускать поток через себя в обратном направлении без его резкой остановки. Таким образом, условия возникновения гидравлических ударов из-за остановки насоса могут быть сведены к минимуму.

Повышения надёжности и эффективности *СДС* можно достичь не традиционным методом, когда управляющие параметры накладываются на неё извне, а более простым альтернативным методом, когда они возникают в ней самой за счёт синергетических эффектов самоорганизации и саморегулирования [16, 17].

Отличительной особенностью разработанного *СДС*, реализующего данный подход [2] является сообщение дренажного бака с циркуляционными трубопроводами не напрямую, как это предусмотрено в Drainback systems, а через суженное сечение саморегулирующегося активного элемента (*САЭ*) выполненного в виде трубы Вентури. При этом роль *САЭ* заключается в автоматическом подключении и отключении дренажного бака к самодренлируемому гелиоконтур при остановке и пуске насоса (после заполнения системы водой), соответственно. Таким образом, он работает в режиме гидродинамического триггера. Вследствие этого при остановке насоса *СК* как обычно дренируется, и вода сливается в дренажный бак через отверстия в суженном сечении трубы Вентури и её уровень поднимается в баке. При этом воздух из дренажного бака по воздушной трубке выдавливается в верхнюю часть сифона и, разрывая поток теплоносителя, обеспечивает надёжное дренирование *СК*.

При включении насоса, вода обратно подсасывается из дренажного бака через суженное сечение *САЭ*, а воздух выдавливается из *СК* в дренажный бак. При прохождении через трубу Вентури, благодаря сужению сечения, гидростатическое давление потока воды переходит в гидродинамическое (скоростное) давление. Поэтому она не сливается самотеком в дренажный бак (как это происходит в Drainback systems), а сохраняя свою кинетическую энергию, продолжает движение мимо боковых отверстий в узком сечении трубы Вентури, которые соединяют её с дренажным баком. Дальнейшее расширение потока в трубе Вентуре приводит к восстановлению гидростатического давления (до 65-80% в зависимости от степени сужения потока, режима течения, конструкции и чистоты обработки внутренней поверхности трубы Вентури) за счёт плавного уменьшения гидродинамического [18].

Таким образом, при работающем насосе дренажный бак для слива воды остаётся заблокированным высоким гидродинамическим давлением потока, и циркуляция теплоносителя во всех остальных точках гелиоконтра осуществляется при избыточном гидростатическом давлении теплоносителя, т.е. без его потерь из-за разрыва струи не зависимо от температуры нагрева теплоносителя. При этом по сравнению с существующими системами drainback исключены затраты энергии на преодоление избыточного гидростатического давления теплоносителя, теряемого в них в точке присоединения дренажного бачка из-за разрыва струи теплоносителя в верхней части сифона при температурах более 60°C и атмосферном давлении. Наличие на всасывающей трубке насоса САЭ, выполненного в виде трубы Вентури, отверстия которого в суженном сечении соединены с дренажным баком, исключает возникновения гидравлических ударов при остановке насоса, так как гидростатический напор H при этом переходит в трубе Вентури в скоростное давление, которое затем постепенно гасится за счёт досселирования в её боковых отверстиях.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства по инновационным технологиям Республики Узбекистан в рамках фундаментального гранта БВ-М-ФЗ-003 и прикладного гранта ФА-Атех-2018-421.

Библиографический список

1. Бутузов, В.А. Самодренлируемые гелиоустановки: мировой и российский опыт разработки и сооружения / В.А. Бутузов, В.В. Бутузов, Е.В. Брянцева, И.С. Гнатюк // СОК.- 2017. - №2. – С.54-57.
2. Рашидов, Ю.К. Повышение надёжности и эффективности самодренлируемых водяных систем солнечного теплоснабжения/ Ю.К. Рашидов, Ш.Ю. Султанова, Х.Т. Суръатов // Гелиотехника.- 2017.- №1.- С.30-37.
3. Бутузов, В.А. Самодренлируемые гелиоустановки/ В.А. Бутузов, Е.В. Брянцева, В.В. Бутузов, И.С. Гнатюк// Альтернативная энергетика и экология – 2010. – №2, – С.10-14.
4. Botpaev, R. Drainback systems: market overview / R. Botpaev, K.Vajen // 11. Internationale Konferenz für solares Heizen und Kühlen. – Gleisdorf, Austria. – 2014.
5. Brechlin, U. Sun in action II – a solar thermal strategy for Europe (volume 2: the solar thermal sector country by country – 21

national reports) / Uwe Brechlin Ole Pilgaard, Raffaele Piria – Brussels, Belgium. – ESTIF, 2003.

6. Furbo, S. *European regulations and recommendations for separation between solar collector fluids and domestic water.* / S. Furbo. – Byg. DTU, Lyngby, Denmark; – 2003.

7. Hanser, R. *Enwicklung von thermischen solarsystem mit unpobematischem stagnationsverhalten* / R. Hanser, C. Fink, W. Wagner, R. Riva, F. Hillerns – AEE Intec, Tyforop Chemie GmbH, Gleisdorf, Austria. – 2003.

8. Cronin, P.W. *Solar collector automatic freeze protection system* / P.W. Cronin, P.H. Ottomar, E.F. Root, H.M. Simmons // US 4044754 (A) – 1977.

9. Baardman, M. *Solar energy system* / M. Beerdman // EP000083 (A1); – 1979.

10. Cartland, W.H. *Solar heater freeze protection system.* / W.H. Cartland // US 4138996 (A) – 1979.

11. Eugene J.A.A. *Заявка № 2478803 (Франция). Dispositif de mise hors gel pour capteurs soiaires* / Jean Andre Antoine Eugene. – Заяв. 24.03.80, № 8007618, опубли. 25.09.1981.

12. Рашидов, Ю.К. *Система гелиотеплоснабжения* / Ю.К. Рашидов Ю.3. Каем, Е.А Насонов. // А.с. 635371, СССР. – Опубли. в Б.И. – 1978. – № 44.

13. Рашидов, Ю.К. *Система гелиоотопления* / Ю.К. Рашидов, Д.Я.Коган // А.с. 696246, СССР. – Опубли. в Б.И. – 1979. – № 41.

14. Рашидов, Ю.К. *Система гелиотеплоснабжения* / Ю.К. Рашидов // А.с. 781508, СССР. – Опубли. в Б.И. – 1980. – № 43.

15. Рашидов, Ю.К. *Гидравлический расчет опорожняющегося гелиоконтра отопительной системы* / Ю.К. Рашидов // Гелиотехника. – 1983. – № 1. – С.52-56.

16. Рашидов, Ю.К. *Альтернативный метод совершенствования систем солнечного теплоснабжения на основе синергетических процессов самоорганизации и саморегулирования* / Ю.К. Рашидов // Альтернативная энергетика и экология. – 2006. – № 5 (37) – С.88-89.

17. Рашидов, Ю.К. *Альтернативный метод расчёта систем солнечного теплоснабжения* / Ю.К. Рашидов // Гелиотехника. – 2006. – № 3. – С. 83-86.

18. Рашидов, Ю.К. *Особенности гидродинамики потока в самодреннующемся гелиоконтра отопительной системы* / Ю.К. Рашидов // Гелиотехника. – 1988. – № 6. – С.44-48.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ СОЛНЕЧНОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ С ПЛОСКИМИ СОЛНЕЧНЫМИ КОЛЛЕКТОРАМИ: ОСНОВНЫЕ РЕЗЕРВЫ И ВОЗМОЖНЫЕ ПУТИ ИХ РЕАЛИЗАЦИИ

Рашидов Ю.К.¹, Файзиев З.Х.²

¹*Ташкентский архитектурно-строительный институт,*

²*Самаркандский государственный архитектурно-
строительный институт, Узбекистан*

Рассмотрен мировой опыт и перспективы развития в условиях Узбекистана использования солнечной энергии в системах теплоснабжения. Показано, что основные резервы повышения эффективности систем солнечного теплоснабжения – совершенствование их схемных решений и режимных параметров с применением простейших саморегулирующихся активных элементов, способных оказывать управляющее влияние на гидродинамику неизотермического потока жидкости в системе.

Введение. Системы солнечного теплоснабжения (ССТ) являются одной из сфер, в которой реально достигнуто широко-масштабное практическое использование солнечной энергии. С 2000 г. по 2017 г. общая площадь установленных солнечных коллекторов (СК) в составе различных ССТ увеличилась в 7,6 раза и составила в мире 675 млн. м² [1], из них на солнечные водонагревательные установки (СВУ) различного назначения приходилось 93,5 %. Однако, в последнее время темпы роста уменьшаются [2], а производство СК в Китае, Австралии и на Ближнем Востоке падает четвёртый год подряд. На европейском рынке СК уже в течение ряда лет наблюдается застой: объём ввода СК в эксплуатацию падает с 2009 г. С этого момента времени основной задачей европейской гелиотехнической науки является поиск путей снижения стоимости СК и систем в целом [2].

В создавшейся ситуации выявление и оценка основных резервов повышения эффективности использования солнечной тепловой энергии в системах теплоснабжения с целью их упрощения, повышения надёжности и удешевления является в настоящее время весьма актуальной задачей.

ССТ отличаются от традиционных систем наличием СК, которые по сравнению с топливными или электрическими генераторами теплоты, весьма чувствительны к температурным режимам работы системы. Если в топливных генераторах, вследствие

высокой температуры сгорания топлива (более 1000°C), конечная температура подогретой воды практически не оказывает влияния на их КПД, то для СВУ в первом приближении можно считать, что повышение рабочей температуры нагрева воды на каждый градус приводит к снижению КПД плоского коллектора на 1-2 % [3]. Поэтому потеря температурного потенциала в процессах генерации тепловой энергии в СК, её аккумуляции в тепловом аккумуляторе, передаче потребителю и совместной работе с дублирующим источником является основным критерием для оценки эффективности работы СВУ.

Цель работы – выявление и оценка основных резервов и определение перспективных направлений и рациональных путей реализации повышения эффективности систем солнечного теплоснабжения с плоскими СК, основанных на минимизации потерь температурного потенциала при передаче тепловой энергии от солнечного коллектора в тепловой аккумулятор и далее к потребителю.

Методика проведения исследований. Выявление и оценка основных резервов и определение перспективных направлений и рациональных путей повышения эффективности ССТ было осуществлено методом критического анализа отечественного и зарубежного опыта повышения эффективности использования солнечной энергии в системах теплоснабжения по имеющимся литературным данным. При этом считалось, что повышение рабочей температуры нагрева СК на каждый градус в первом приближении приводит к снижению его КПД на 1-2 % [3].

Результаты. Повышение эффективности использования солнечной тепловой энергии в ССТ обычно достигается двумя основными путями [4]: повышением эффективности отдельных её элементов и совершенствованием схемных решений, а также режимных параметров ССТ, направленных на сокращение температурных потерь при передаче тепла от СК в тепловой аккумулятор и далее к потребителю тепловой энергии. В мировой практике нашли применение каждый из этих подходов [4]. СК является ключевым и самым дорогостоящим элементом ССТ.

Вопросы, касающиеся обзора мирового рынка и повышения эффективности СК, рассмотрены в работах [2, 3]. В работе [2] отмечается, что за последние 15 лет массогабаритные характеристики и параметры теплотехнического совершенства плоских солнечных коллекторов практически не изменились, являются достаточно хорошо отработанными в мировой практике и вышли на параметры близкие к предельным.

Поэтому представляется перспективным второй подход совершенствования ССТ, направленный на создание новых схемных решений и режимных параметров работы СК, обеспечивающих максимальный КПД уже существующих конструкций СК.

Необходимо отметить [2], что за последние годы обнаружилась тенденция к росту количества крупных систем централизованного солнечного теплоснабжения. В мире насчитывается 300 установок с площадью СК более 500 м², общая площадь коллекторов в них - 1648 тыс.м². Лидером этого направления является Дания, где построено 110 установок (1318 тыс.м²) [1]. Для крупных ССТ вопросы теплогидравлического саморегулирования ещё недостаточно изучены, хотя они позволяют значительно повысить их эффективность и экономичность за счёт снижения удельных расходов теплоносителя в гелиоконтуре при сохранении требуемой равномерности распределения теплоносителя при малых расходах. Это в конечном счёте означает уменьшение диаметров соединительной трубопроводов сети гелиополя СК, сокращение затрат электроэнергии на циркуляцию теплоносителя, упрощение требований к автоматизации, снижение стоимости ССТ и т.д. Всё это является резервами для повышения эффективности использования солнечной тепловой энергии в крупных ССТ, которые ещё недостаточно изучены и требуют своего научного обоснования.

При проектировании насосных ССТ важным моментом является также определение оптимального удельного расхода теплоносителя через СК [4]. Расход теплоносителя через СК является одним из основных режимных параметров, влияющих на его эффективность и эксплуатационную готовность системы солнечного горячего водоснабжения, которая определяется временем начала подачи теплоты потребителю с требуемой температурой без дополнительного нагрева.

Известно [3], что до 1980 г. в насосных системах солнечного горячего водоснабжения расход теплоносителя выбирался на уровне 0,015 кг/(м²•с) или 54 кг/(м²•час). Тогда это обосновывалось необходимостью обеспечения высокого значения коэффициента отвода теплоты F_R от СК [3]. В последние годы стали применять установки с существенно меньшим удельным расходом, обеспечивающим лучшую температурную стратификацию воды в баке-аккумуляторе и высокую эксплуатационную готовность системы, которая через 1÷1,5 часа после начала циркуляции теплоносителя в гелиоконтуре, позволяет подавать горячую

воду потребителю с требуемой температурой. Например, в Швеции типичные удельные расходы составляют от 0,002 до 0,006 кг/(м²•с) или от 7,2 до 21,6 кг/(м²•час) [3].

Практика проектирования ССТ немецкой компании Viessmann предполагает три основных режима циркуляции теплоносителя через СК: режим с расходом до 30 л/(м²•час); режим с расходом более 30 л/(м²•час) и режим с регулируемым расходом теплоносителя. Оптимальным значением для гелиосистем с плоскими коллекторами считается значение 25 л/(м²•час) при полной мощности насоса. С развитием гелиотехники оптимальное значение расхода теплоносителя изменялось, так, например, 10 лет назад для плоских коллекторов оптимальным считалось значение 40 л/(м²•час).

Интересно отметить, что на протяжении почти 40 летнего мирового опыта проектирования и внедрения ССТ с плоскими СВК величина оптимального удельного расхода теплоносителя через СК периодически корректировалась и снизилась с 54 кг/(м²•час) до 25 л/(м²•час), т.е. более, чем в два раза, а в Швеции – в 2,5÷7,5 раз. Это свидетельствует о том, что до настоящего времени отсутствует достаточное научное обоснование по определению величины оптимального удельного расхода теплоносителя через СК для различных схемных решений ССТ (одноконтурных, двухконтурных, без дублирующего источника теплоты, с дублирующего источника теплоты и т.д.) с учётом климатических условий района строительства.

Проектирование ССТ осуществляются в основном традиционным подходом, применяемым в обычных системах теплоснабжения, когда тепловые и гидравлические процессы, происходящие в системе, для упрощения рассматриваются отдельно в стационарном режиме. При этом не учитываются теплогидравлические динамические эффекты, возникающие в ССТ и её элементах (в гелиоконтуре, тепловом аккумуляторе и т.д.) при нестационарно поступающей солнечной энергии, которые при создании определённых условий могут сопровождаться синергетическими эффектами самоорганизации и саморегулирования [4].

Идея совершенствования ССТ путём эффективного использования в них саморегулирующихся теплогидравлических процессов и саморегулирующихся устройств на их основе была предложена в 1982 г., исследована и внедрена в практику типового (14 проектов) и экспериментального (20 проектов) проектирования с привязкой для строительства 1200 комплектов проектной документации, с реальным внедрением в Узбекистане в

объёме более 20 тыс. м² эксплуатируемых СК [4]. Она не потеряла свою актуальность и должна получить своё дальнейшее развитие в новых условиях застоя рынка СК [2], когда для обеспечения конкурентоспособности ССТ для них становятся востребованными такие качества как простота, надёжность и дешевизна технических решений.

Отличительной особенностью данного подхода [4] является то, что создание и проектирование ССТ ведётся с учётом применения в них простейших саморегулирующихся активных элементов (САЭ) в виде трубы Вентури 4 (рис.1, а), перфорированных труб 1÷4 (рис.1, б), патрубка излива 1 (рис.1, в), коллекторных соединений и т.п., функционирующих наподобие активных элементов электрических цепей: диодов, триггеров и т.д.

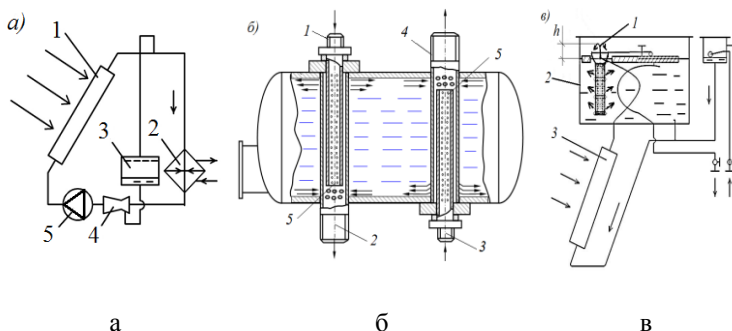


Рис. 1 – Принципиальные схемы самодренирующегося гелиоконтура (а), стратификационного аккумулятора (б), саморегулирующегося термосифонного гелиоконтура (в)

Как видно из приведённых схем применение САЭ позволяет значительно проще и экономичнее решать целый ряд специфических гелиотехнических задач, связанных с защитой от замерзания СК, с высокоэффективным стратификационным аккумулятированием теплоты, со стабилизацией температуры нагрева воды и т.д., а также повышать эффективность работы ССТ, благодаря созданию оптимальных режимов для работы СК [4]. Однако, применение САЭ в ССТ требует учёта и более тщательного расчёта неизотермического движения жидкости в данных устройствах при некоторых критических параметрах, благодаря которым и обеспечивается возникновение эффектов саморегулирования в условиях нестационарного прихода солнечной энергии.

Выводы:

1. В современных условиях, когда конструкции СК достаточно хорошо отработаны и практически исчерпаны резервы снижения их стоимости, выявление основных путей повышения эффективности использование солнечной тепловой энергии в системах теплоснабжения является весьма актуальной задачей. Одним из таких путей является совершенствование схемных решений и режимных параметров ССТ и их оборудования с применением простейших саморегулирующихся активных элементов.

2. Используемые в мировой практике схемные решения ССТ постоянно совершенствуются в части повышения своей энергоэффективности и надёжности работы и их режимные параметры ещё не доведены до оптимальных значений. Это создаёт определённый резерв для повышения эффективности использования солнечной энергии в системах теплоснабжения.

3. Намеченные пути дальнейших исследований для повышения эффективности использования солнечной тепловой энергии в системах теплоснабжения с минимальными потерями температурного потенциала в их элементах могут быть использованы при совершенствовании ССТ с САЭ.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства по инновационным технологиям Республики Узбекистан в рамках фундаментального гранта БВ-М-ФЗ-003 и прикладного гранта ФА-Атех-2018 -421.

Библиографический список

1. Weiss, W., Spörk-Dür, M. *Solar Heat Worldwide. Global Market Development and Trends in 2017. Detailed Market Figures 2016. 2018 edition*. Internet: www.iea-shc.org/data/sites/1/publications/Solar-Heat-Worldwide-2018.pdf.

2. Frid, S.E., Lisitskaya, N.V., "State-of-the-Art Solar Collectors: Typical Parameters and Trends," *Applied Solar Energy (English translation of Geliotekhnika) vol.54, no.2, pp. 279-286, 2018.*

3. Duffie, J.A. *Solar Engineering of Thermal Processes / J.A. Duffie, W.A. Beckman. Hoboken, New Jersey: John Wiley and Sons, 2013, 910 pp.*

4. Рашидов, Ю.К. *Повышение эффективности использование солнечной тепловой энергии в системах теплоснабжения путём минимизации температурных потерь при передаче тепла в их элементах / Ю.К. Рашидов. Экологическая, промышленная и энергетическая безопасность. Севастополь: СевГУ, 2018. – С. 998–1001.*

РИСКИ ПРОИЗВОДСТВА БИОГАЗА

Ролевич И.В., Бельская Г.В.

Белорусский национальный технический университет

Изучены риски производства биогаза на биогазовых комплексах Беларуси. Учет их позволяет обеспечить региональную энергетическую безопасность и решить многие важные проблемы энергетического, экономического и экологического характера, в частности, утилизацию отходов сельхозпроизводства, в первую очередь, животноводческих предприятий. Учет рисков производства биогаза позволит избежать многие трудности в эксплуатации и получить максимально положительный экономический эффект при получении биогаза.

Успешное развитие экономики связано с ростом потребления энергии. Однако запасы ископаемого топлива, во-первых, не безграничны, во-вторых, снижение их добычи сопровождается ростом цен на них, а в-третьих, сжигание ископаемого топлива приводит к загрязнению окружающей среды, парниковому эффекту и глобальному изменению климата на Земле. Поэтому актуальными являются проблемы рациональности и эффективности использования энергоресурсов, внедрения технологий энерго- и ресурсосбережения и развития возобновляемых источников энергии.

Развитие возобновляемой энергетики в мире приняло ускоренный характер. Одним из важных ее направлений являются использование биогазовых технологий. По прогнозам, вклад биомассы как дополнительного источника энергии, к 2040 г. достигнет 23,5% от общего энергопотребления. Развитие биогазовых технологий позволит обеспечить региональную энергетическую безопасность и решить многие важные проблемы энергетического, экономического и экологического характера, в частности, утилизацию отходов сельхозпроизводства, в первую очередь, животноводческих предприятий [1].

Производство биогаза повышает энергетическую безопасность страны благодаря решению трех задач. Во-первых, снижения удельного расхода топлива на единицу получаемого энергоресурса. Во-вторых, обеспечения резервирования электроэнергии и повышения надежности энергоснабжения. В-третьих, снижения эмиссии парниковых газов в атмосферу (метана, двуокиси углерода), что предотвращает глобальное потеп-

ление, уменьшает загрязнение сточных вод и снижает эпидемиологическую опасность от хранения отходов [2].

В Беларуси биоэнергетика в будущем может стать серьезной отраслью сельского хозяйства. В настоящее время функционируют 48 биогазовых установок с общей установленной мощностью 39,34 МВт. Строительство их ускорилось благодаря принятому в 2010 г. в Беларуси закона «О возобновляемых источниках энергии». Увеличение их количества зависит от множества факторов: сырья, выбора оборудования, оптимизации расходов и т.д.

Приоритетным с экологической и экономической точки зрения в Республике Беларусь является выработка биогаза из отходов сельхозпроизводства, из отходов сточных вод, на объектах захоронения твёрдых коммунальных отходов, т.к. внедрение биогазовых установок сопутствует вторичному использованию отходов и сокращению выбросов в атмосферу. Внедрение биогазовых установок на хорошо исследованных объектах с большими объемами образования метана будет способствовать быстрой окупаемости оборудования [3-5].

Риски производства биогаза изучали на биогазовых комплексах мощностью от 340 кВт до 4,8 МВт (общая установочная электрическая мощность около 10,0 МВт), работающих, в основном, на навозе или птичьём помёте: аграрных предприятий «Западный» Брестского района, «Белорусский» Минского района, «Гомельская птицефабрика», «Рассвет» Кировского района, Могилевской области, «Снов», «Лань-Несвиж» Несвинского района, Минской области, Главной целью исследований по выявлению рисков явился учет их при принятии решений для смягчения негативных последствий для окружающей среды и организация устойчивого производства биогаза.

Под риском производства биогаза понимали возможную опасность и действия наудачу в надежде на счастливый исход. Необходимыми элементами риска являются опасность, неопределенность, случайность. Риск возникает там, где есть опасность, в которой заложена неопределенность. Неопределенность, не связанная с опасностью, риском не считается. Опасность, если она предсказуема, также не считается риском.

При производстве биогаза различают следующие риски: инвестиционный, кредитный, рыночный, финансовый, регулируемый, технологические, технический, риски незавершенности и нестабильности нормативно-правовой базы, регулирующей реформирование и функционирование электроэнергетики, про-

изводственные, социальные, стратегический и др. Перечисленные риски можно разделить на внутренние и внешние.

К внутренним рискам относим стратегические риски:

- разработка и воплощение неверных бизнес решений,
- неспособность управленческого аппарата принимать правильные решения с учётом изменений внешних факторов.

Операционные риски включают в себя:

- риски возникновения отклонений в информационных системах и системах внутреннего контроля;
- риски, связанные с ошибками людей, наличием недостаточных систем контроля.

Технологические и технические риски это:

- непреднамеренные сбои в работе,
- неверный выбор технологического оборудования,
- нарушения технологических процессов,
- нерегулярные профилактика и ремонт оборудования,
- потери в результате сбоев и поломок.

Внешние риски включают в себя:

а) Политические риски:

- политическую нестабильность,
- изменение таможенной политики,
- риск географической нестабильности,
- риск государственного неподчинения обязательствам.

б) Регулирующие риски:

- риски тарифного и экологического регулирования;
- риски регулирования в области безопасности;
- специфические налоговые риски.

в) Риски антимонопольного регулирования и рыночные риски:

- риск недополучения прибыли,
- риск изменения стоимости капитала,
- риск влияния крупных транзакций на параметры рынка,
- финансово-экономические риски,
- риски изменения конъюнктуры рынка, цен на топливо и т.д.

Анализ эксплуатации биогазового комплекса на птицефабриках, работающего на смеси птичьего помёта и навоза крупного рогатого скота, выявил риск снижения выработки электроэнергии на некоторых из них. Это снижение достигает 50-75%.

Описанный выше риск снижения выработки электроэнергии связан с грубыми нарушениями технологии производства биогаза и эксплуатации оборудования комплекса. Не проводятся регулярные техническое обслуживание установок и планово-

предупредительные ремонты. Многочисленные посторонние примеси в сырье заставляют останавливать комплекс и проводить очистку приёмного бункера. Присутствие посторонних предметов в сырье приводит к нарушению технологии получения биогаза или к неисправности, требующей дорогостоящего ремонта.

Особого внимания заслуживает риск работы биогазового реактора. Эффективность когенерационной установки и высокий коэффициент её загрузки возможны только при условии быстрого проведения работ по техобслуживанию и осмотру биогазового комплекса (чем старше установка, тем важнее этот аспект). Выбор генерирующего оборудования в большей степени обусловлен экономикой проекта. Если существует крупный потребитель тепла, имеет смысл использовать когенератор с высоким КПД по тепловой энергии. Как правило, такие установки дешевле. Если нужен значительный КПД по электроэнергии, придется заплатить больше. Не стоит забывать и про обслуживание, газотурбинных или газопоршневых двигателей, сжигающих биогаз.

Чем больше площадь взаимодействия бактерий с субстратом и чем более волокнистый субстрат, тем легче и быстрее бактерии разлагают субстрат. Кроме того, такой субстрат проще перемешивать, смешивать и подогревать без образования плавающей корки или осадка. Измельченное сырье имеет влияние на количество произведенного газа и длительность периода брожения. Чем короче период брожения, тем лучше должен быть измельчен материал. От правильного выбора мешалок, устанавливаемых в ферментерах, предварительных танках, зависит гомогенизация субстрата. Тип используемой мешалки, а также схема ее размещения определяется сырьем.

Для производства биогаза используют отходы животноводства и птицеводства, обладающие меньшей, чем зерновые или травы, способностью к выработке энергии. Для нормальной ферментации они должны быть подходящими для развития бактерий, содержать биологически разлагающееся органическое вещество и в большом количестве воду. Желательно, чтобы их среда была слабощелочной и не содержала вещества, мешающие действию бактерий, например, мыла, стиральных порошков, антибиотиков и др. Особую опасность представляет загрязнение используемых отходов животноводства и птицеводства подстилочными опилками и песком, ухудшающими ферментативные процессы.

Широким использованием на фермах технологий гидросмыва при удалении экскрементов животных и птицы с мест их со-

держания. Такие гидросмывы содержат малое количество сухого вещества. В них нарушается содержание углерода и азота, концентрация аммонийного азота, кислотность среды и отношения летучих жирных кислот к неорганическому углероду. В то же время необходимое количество органических добавок в сырье важно для стабильного выхода биогаза. Низкое качество навоза связывают также с тем, что часто не выдерживается установленный план «кормления» животных на фермах по времени, периодичности и составу кормовой смеси. Необходим постоянный мониторинг концентрации субстратов, их вязкости и пригодности к перемешиванию.

Кроме отходов биогаз можно производить из специально выращенных энергетических культур, например, из силосной кукурузы или силфий. Выход газа может достигать до 300 м³ из 1 тонны. Однако в этом случае существуют риски высвобождения парниковых газов, связанные с использованием азотных удобрений, загрязнение фосфатными удобрениями земель и грунтовых вод, вытеснение производства продовольственных культур и рост цен на продукты питания.

В летний период количество навоза на фермах значительно снижается, т.к. скот выходит в поле. Наряду с рисками качества сырья, значение имеют и риски стабильности его поставок. Для ферментеров требуются поистине огромные объемы сырья. Необходимо уделить пристальное внимание логистике поставок и расчету оптимального плеча доставки биомассы для функционирования биогазовой установки, типу местности, транспортно-го сообщения, и наличию различных объектов на заданной территории. Наилучшим вариантом является размещение производства биогаза рядом с крупным животноводческим комплексом, комбинатом хлебопродуктов, зерносушильным комплексом, отходы которых могут быть использованы для выработки биогаза. Оправданным является плечо доставки в среднем – до 20 км для жидкого сырья и до 50 км – для сухого. Снизить этот риск может строительство накопителей для субстрата с крышей для защиты органики от солнца и ветра и предотвращения испарения ценного аммонийного азота. Важную роль в этих рисках играет также отсутствие стационарных и мобильных лабораторий контроля качества сырья. По результатам анализов стало ясно, что сырье определяет конфигурацию проекта, влияет на подбор оборудования. К нему нужно подходить с особой тщательностью. Если

опираться только на количество местного сырья, оптимальным является строительство установок мощностью не более 500 кВт.

Производство биогаза позволяет предотвратить выбросы метана в атмосферу. Метан оказывает влияние на парниковый эффект в 21 раз более сильное, чем углекислый газ, и находится в атмосфере до 12 лет. Захват метана – лучший краткосрочный способ предотвращения глобального потепления. Поскольку в биометане отсутствуют тяжелые углеводороды (например, этан, пропан), удельное содержание энергии в нем меньше, чем в традиционном природном газе. Если учесть выход метана при ферментации отходов на полигонах, возникает риск новых проблем: они могут стать источником вторичных отходов, переработка и утилизация которых потребует дополнительных затрат, что в конечном итоге увеличит себестоимость биогаза.

Метановые бактерии проявляют свою жизнедеятельность в пределах температуры 0-70 °С. Если температура выше они начинают гибнуть, за исключением нескольких штаммов, которые могут жить при температуре среды до 90 °С. При минусовой температуре они выживают, но прекращают свою жизнедеятельность (нижняя граница температуры равна 3-4 °С).

В тоже время биогаз, произведенный из коммунальных бытовых отходов, помимо влаги, сероводорода, тяжелых металлов, аммиака, нитратного азота, фосфора, опасных бактерий и др. примесей богат углекислым газом. Для комплексов, работающих на свином навозе или курином помете, необходимы десульфатизаторы, улавливающие сероводород.

Дигестат – сброженный органический остаток метаногенеза (особенно жидкий). Перед использованием его в качестве удобрения требуется дополнительная обработка, поскольку наряду с азотом, фосфором и калием он может содержать нитраты, аммиак, тяжелые металлы и др. вещества, и что повышает риск загрязнения почвы и грунтовых вод. Важную роль играют и факторы, влияющие на процесс брожения. Ими являются температура, влажность среды, уровень pH, соотношение C : N : P, площадь поверхности частиц сырья, частота подачи субстрата, замедляющие вещества и стимулирующие добавки.

Биогазовый комплекс имеет капитальные затраты на строительство и эксплуатационные затраты на поддержание его работоспособности. Только экономически грамотный подход к затратам и детальное рассмотрение принципов функционирования комплекса позволит вывести культуру получения энергии на

оптимальный уровень. В связи с этим биогаз имеет повышенную (в некоторых случаях двукратную) стоимость. Чтобы довести биогаз до состава природного газа или моторного топлива необходимо затратить дополнительные средства. Это лишает биогаз экономической конкурентоспособности.

Важно наладить комплексное использование биогазовой установки. Это подразумевает продажу или использование электрической и тепловой энергии, реализацию удобрений, экономии расходов за счёт снижения налоговых выплат в результате утилизации отходов. Часть производимой биогазовой установкой тепловой энергии расходуется на собственные нужды (отопление биогазового реактора), а остальная часть может отпущаться в сеть. Поэтому при выборе точки размещения биогазового комплекса необходимо учитывать фактор отдалённости до ближайшего потребителя тепловой энергии. Биогазовый комплекс так же может стать запасным источником энергии, для бесперебойной работы самого фермерского хозяйства. Комплексное использование продукции биогазовой станции может сократить срок окупаемости на 1-1,2 года.

Не стоит забывать про органическое удобрение, которое получается в результате работы биогазовой станции. Это экологически чистый и крайне дешёвый источник комплексных органических удобрений для сельского хозяйства, лишенный нитритов, семян сорняков, болезнетворной микрофлоры, специфических запахов. Расход таких удобрений составляет 3-5 тонн вместо 60 тонн необработанного навоза на 1 га земли. При этом испытания показывают увеличение урожайности в 2-4 раза. Не нужно рассчитывать, что получившееся в результате переработки удобрение можно реализовать. Для этого необходимо пройти сложную процедуру сертификации.

Необходимым условием эффективного функционирования комплекса является наличие квалифицированных кадров. Работники комплекса должны обладать высокой культурой труда и быть финансово заинтересованными в успешной работе комплекса. Поскольку биогазовая установка достаточно сложный механизм и показатели качества при эксплуатации объекта должны выполняться.

Чтобы получить максимальный эффект от внедрения биогазового комплекса необходимо тщательно произвести расчеты еще на стадии проектирования. Соблюдение всех нюансов позволит избежать многих трудностей в эксплуатации и получить

максимально положительный экономический эффект при получении биогаза. При вводе в эксплуатацию биогазовых энергетических комплексов большой мощности необходимо предусмотреть поэтапное строительство.

Таким образом, важным является тщательный анализ рисков производства биогаза и организация эффективной работы биогазовых комплексов. Учет рисков производства биогаза позволит избежать многие трудности в эксплуатации и получить максимально положительный экономический эффект при получении биогаза.

Библиографический список

1. *Энергоэффективность аграрного производства / под общ. ред. академиков В.Г. Гусакова и Л.С. Герасимовича. – Минск: Беларуская навука, 2011. – 775с.*

2. *Liquefied Biomethane experiences. European Commission. DG Move. 7th Framework Programme. GC.SST.2012.2-3 GA No. 321592. July 2014*

3. *The LUC impact of biofuels consumed in the EU. 27 August 2015. Ref. Ares(2015)4173087 - 08/10/2015. ECOFYS Netherlands B.V. По заказу Европейской комиссии.*

4. *Saur G. and Milbrandt. A. Renewable Hydrogen Potential from Biogas in the United States. Technical Report NREL/TP-5400-60283, July 2014*

5. *Бельская Г.В., Зеленухо Е.В. Некоторые эколого-экономические аспекты использования биогазовых технологий в Республике Беларусь. Материалы Международного экономического форума «Социально-экономические проблемы развития старопромышленных регионов». - Кемерово, КузГТУ, 2015.*

УДК 699.4

ФАКТОР НАДЕЖНОСТИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Соколова С.С., Лягина А.Н.

Тульский государственный университет

Рассмотрены методы расчета надежности на различных стадиях проектирования, особенности автоматизированной системы управления температурным режимом у потребителя, факторы, определяющие надежность и эффективность системы теплоснабжения

При проектировании системы теплоснабжения объекта строительства устанавливаются и обосновываются необходимые требования к надежности, что обеспечивается ее структурой и элементами. На этой стадии разрабатываются методы защиты ее элементов от неблагоприятных воздействий, рассматриваются возможности автоматически восстанавливать утраченную работоспособность, оценивается приспособленность системы к ремонту и техническому обслуживанию.

При проектировании системы и на основании данных готового проекта информацию о надежности изделия можно получить лишь расчетным путем. Именно качество и достоверность расчетов позволит уже на стадии проектирования заложить в конструкцию необходимый уровень надежности проектируемой системы.

При этом большое значение имеет создание базы данных, в которой сосредоточена информация о надежности элементов аналогичных систем и комплектующих узлов, имеются сведения об их работоспособности и другие сведения, необходимые для расчета начального уровня надежности и ее прогнозирования.

Расчет можно проводить уже в начале проектирования параллельно с расчетом принципиальной схемы. Это позволит не только оценить надежность разрабатываемой системы, но также вовремя внести коррективы в принципиальную схему и тем самым повысить ее эффективность.

Расчет надежности на стадии проектирования выполняется в следующих случаях:

- 1) при проверке нормативных требований и предъявлении заказчиком более высоких требований к надежности системы;
- 2) при расчете нормативных данных по надежности отдельных элементов;
- 3) для определения минимально допустимого уровня надежности элементов проектируемой системы;
- 4) при сравнительной оценке надежности отдельных вариантов систем на этапе "проект".

Расчет надежности на начальной стадии проектирования учитывает влияние на надежность только количества и типов использованных элементов и основывается на следующих допущениях:

- все элементы данного типа равнонадежны;
- интенсивности отказов всех элементов не зависят от времени, т.е. отсутствует старение;
- все элементы работают в нормальном режиме, предусмотренном техническими условиями;

- все элементы изделия работают одновременно;
- отказы элементов – события случайные и независимые.

Этот расчет позволяет определить рациональный состав элементов и наметить пути повышения надежности системы.

Основная трудность определения показателей надежности системы заключается в том, что они оценивают ее функционирование за длительный промежуток времени, в то время как эти показатели должны быть заложены и определены во вновь проектируемую систему теплоснабжения.

Автоматизированные системы являются сложными техническими системами, которые должны рассматриваться как единое целое. Объединение различных элементов узлов, механизмов в единую систему придает ей новые свойства, связанные с взаимодействием и взаимовлиянием ее составных частей. Поэтому, для решения проблемы надежности необходимо [1] не только расчленение на отдельные элементы, а, главное, рассмотрение ее как сложной связанной системы, не идеализация функционирования, а изучение свойственных ей проблем с разрегулированием, не использование статистики как основного источника информации о надежности, а прогнозирование возможного изменения технических характеристик системы с учетом процессов старения.

Автоматизация усложняет решение проблемы надежности, так как появляются сложные, высокопроизводительные и энергонапряженные системы. Однако эти трудности возникают лишь до тех пор, пока для решения задач, связанных с повышением надежности, привлекается только тот арсенал средств, который применим и для обычных неавтоматизированных систем.

Для автоматизированной системы еще более важно, чем для обычной, совершенствовать качество применяемых материалов, деталей и узлов, так как применение самой автоматики предназначено для обеспечения длительного выполнения системой своего назначения в разнообразных условиях эксплуатации.

Применение в системах управления температурным режимом современного автоматического оборудования с различными датчиками, расширение и качественное изменение функций, выполняемых этим оборудованием, позволяет осуществлять широкое использование средств автоматики в новом аспекте.

Используют три основных источника информации [2] для суждения о возможной потере работоспособности, которая будет иметь место в процессе эксплуатации системы:

- статистическая обработка данных по надежности из

сферы эксплуатации и ремонта аналогичных систем;

- испытания на надежность;
- расчеты и прогнозирование надежности.

Чем сложнее система теплоснабжения, тем труднее сделать пересчет на нормальный процесс ее работы, так как для разных элементов системы форсирование испытаний оказывает разное влияние.

В связи с этим перспективными являются автоматизированные испытания, сочетающие испытания с аналитическими расчетами, моделированием и прогнозированием надежности.

Аналитические расчеты, включая математическое и имитационное моделирование и прогнозирование, являются основным источником информации о будущем поведении системы. Только расчетным путем можно судить о надежности будущей системы на стадии ее проектирования, до минимума свести время, необходимое для определения показателей надежности, выявить основные взаимосвязи между выходными параметрами.

При прогнозировании надежности теплоснабжающей системы решается вероятностная задача, в которой поведение сложной системы в будущем определяется лишь с той или иной степенью достоверности и оценивается вероятность ее нахождения в определенном состоянии при различных условиях эксплуатации. Применительно к надежности задача прогнозирования сводится в основном к предсказанию вероятности безотказной работы системы в зависимости от возможных режимов работы и условий эксплуатации. Качество прогноза в большой степени зависит от источника информации о надежности отдельных элементов и о процессах потери ими работоспособности. Для прогнозирования в общем случае применяются разнообразные методы с использованием моделирования, аналитических расчетов, статистической информации, экспертных оценок, метода аналогий, теоретико-информационного и логического анализа и др.

Для прогнозирования изменения показателей надежности системы на длительный период ее эксплуатации необходимо опираться не столько на статистические данные, сколько разрабатывать математические и вероятностные модели надежности, учитывающие влияние процессов старения оборудования на выходные параметры системы теплоснабжения.

В большинстве работ по надежности существующих систем наиболее распространенным является подход, при котором надежность энергетического объекта в целом определяется исходя из надежности составляющих его элементов и вида струк-

турной схемы. В связи с этим для оценки надежности системы на стадии проектирования предлагается использовать в качестве исходной информацию о показателях надежности отдельных элементов структуры системы и рассматривать общую надежность как совокупность надежностей ее отдельных частей.

Прогнозирование отличается от расчета системы тем, что решается вероятностная задача, когда о поведении сложной системы в будущем можно говорить лишь с той или иной степенью достоверности и оценивать вероятность ее нахождения в определенном состоянии при различных условиях эксплуатации.

Моделирование является основным методом прогнозирования надежности. В этом случае оценка поведения системы и изменения ее характеристик в процессе длительной эксплуатации осуществляется путем построения и изучения моделей объекта (оригинала). В основном это математические (аналитические) модели, которые называют динамическими, поскольку они описывают изменение состояния системы во времени. Модель должна описывать и отражать основные свойства объекта, т.е. необходимо обеспечить идентификацию оригинала и модели.

Применение методов моделирования для прогнозирования параметрической надежности систем теплоснабжения имеет свою специфику. В этом случае необходимо определить необратимое изменение во времени областей состояний выходных параметров, дать ее вероятностную характеристику в зависимости от предполагаемых условий работы системы и на этой основе сделать прогноз о возможных изменениях показателей начального уровня надежности.

Решение этой сложной задачи базируется на положениях и разработках [2] и, в первую очередь, таких как:

- особенности автоматизированной системы управления температурным режимом у потребителя, как объекта управления;
- факторы, определяющие надежность и эффективность системы;
- модель переходных и установившихся процессов, обеспечивающая исследование системы как объекта управления;
- изменения параметров, влияющие на возникновение отказов в системе;
- комплексную оценку надежности автоматизированной системы при отказах и восстановлении ее элементов;
- методика оценки уровня и показателей надежности автоматизированной системы, обеспечивающая требуемую температуру;
- определение зависимости для расчета уровня и показа-

телей надежности;

- общая физико-вероятностная модель взаимодействия системы с окружающей средой;

- формирование выходных параметров системы и областей состояний;

- модели параметрических отказов, учитывающие физику и стохастическую природу процессов старения;

- экспериментальное исследование, подтверждающее эффективность комплексной оценки системы с учетом требуемого уровня надежности.

Опираясь на общую схему потери системой работоспособности, можно представить три основных задачи по прогнозированию надежности:

- 1) Прогнозируется поведение всей генеральной совокупности систем, т. е. учитывается как вариация исходных характеристик системы, так и возможных условий ее эксплуатации

- 2) Прогнозируется поведение конкретного варианта системы, т. е. начальные параметры системы становятся неслучайными величинами, а режимы и условия эксплуатации системы могут изменяться в определенном диапазоне. В этом случае область состояния сужается и становится подмножеством множества .

- 3) Прогнозируется поведение данной системы в определенных условиях эксплуатации при постоянных режимах работы. В этом случае необходимо выявить реализацию случайного процесса, которая соответствует заданным условиям работы.

Таким образом, если в первых двух случаях необходимо предсказать возможную область существования выходных параметров и оценить вероятность их нахождения в каждой зоне данной области, то в третьем случае отсутствует неопределенность в условиях функционирования системы, и прогноз связан лишь с выявлением тех закономерностей, которые описывают процесс изменения выходного параметра во времени.

Если же прогнозируется поведение данной системы в пределах выделенной области, то следует оценить возможную скорость изменения процесса потери работоспособности в ближайший период времени, т. е. использовать корреляционную функцию.

Точность прогнозирования надежности зависит от ряда факторов. Во-первых, насколько принятая схема потери системой работоспособности отражает объективную действительность. Во-вторых, насколько достоверны сведения о режимах и условиях предполагаемой работы системы, а также о ее начальных параметрах.

Библиографический список

1. СП 124.13330.2012 «Тепловые сети» М.: Минстрой России, 2011. – 116 с.
2. Соколова С.С., Соколов В.А. Управление температурным режимом производственных зданий: Монография; Тул. гос. ун-т – Тула, 2010. – 167 с.

УДК 697.1

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ЭКОНОМИИ ТЕПЛОТЫ ПРИ МЕСТНОМ ПРОГРАММНОМ РЕГУЛИРОВАНИИ

Солодков С.А.

Тулеский государственный университет

В статье приведена методика расчета экономии тепловой энергии при программном регулировании отопительной нагрузки.

Согласно федеральному закону от 23 ноября 2009 г. РФ № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» энергетический паспорт, составленный по результатам обязательного энергетического обследования должен включать оценку возможной экономии энергетических ресурсов и перечень типовых мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности. В качестве одного из типовых мероприятий предлагается Снижение температуры воздуха в помещениях зданий в часы отсутствия там людей-выходные и праздничные дни, ночное время. То есть применение в этих зданиях прерывистого отопления. Согласно различным источникам экономия энергоресурсов при этом должна составить 10–30 %.

В статье предлагается методика количественной оценки снижения теплотрат при переходе на программный отпуск теплоты на отопление.

Снижение температуры помещений достигается полным прекращением подачи тепла в систему отопления здания по окончании рабочего периода. Понижение температуры в нерабочее время допустимо до 5 °С в производственных помещениях и до 10 °С в помещениях общественных зданий [1].

После снижения температуры до допустимого значения в систему отопления необходимо подавать сокращенный расход тепла для компенсации теплопотерь в новом стационарном режиме.

Для быстрого повышения температуры помещения до требуемой величины перед началом рабочего периода необходимо максимально увеличить отпуск тепла. Система отопления в здании с переменным тепловым режимом должна иметь тепловую мощность большую по сравнению с мощностью постоянно действующей системы.

Экономическая эффективность программного отпуска теплоты зависит от продолжительности режимов пропуска, сниженной подачи тепла и натопа. Переходные тепловые процессы в помещении подчиняются закономерности регулярного теплового режима, согласно которой скорость изменения логарифма избыточной температуры является постоянной величиной. Тогда ожидаемая внутренняя температура в отапливаемых зданиях с учетом их аккумулирующей способности при режимах, когда подвод теплоты не равен теплопотерям может быть определена по формуле Е.Я. Соколова [2]:

$$t_b = t_n + Q/q + (t'_b - t_n - Q/q) e^{z/\beta}, \quad (1)$$

где t_b – внутренняя температура, которая установится в помещении через z , ч, после нарушения нормального температурного режима;

t'_b – внутренняя температура, которая была в помещении в момент нарушения температурного режима;

t_n – средняя температура наружного воздуха за период нарушения, т.е. за z , ч;

Q – подача теплоты в помещение, Дж/ч;

q – тепловая характеристика здания, Дж/(ч·°C);

β – коэффициент аккумуляции, ч.

При полном прекращении отопления и отсутствии внутренних тепловыделений, т.е. при $Q=0$, формула (1) принимает вид:

$$t_b = t_n + (t'_b - t_n) e^{z/\beta}. \quad (2)$$

Коэффициент аккумуляции характеризует аккумулирующую способность здания. Он может быть определен на основе результатов испытаний по формуле

$$\beta = \frac{z}{\ln \frac{t'_в - t_n - Q/q}{t_n - t_n - Q/q}} \quad (3)$$

При отсутствии экспериментальных данных коэффициент аккумуляции может быть определен по формуле [3]

$$\beta = \frac{(c \cdot \rho \cdot A \cdot \delta)_{\text{вк}}}{2} \frac{1}{q} \quad (4)$$

где $c\rho$, A , δ – объемная теплоемкость, Дж/(м³·°C), площадь, м², и толщина, м, наружного ограждения.

Решая уравнение (2) относительно z получим формулу для определения времени снижения температуры помещения от расчетной $t_{в,р}$ до допустимой в нерабочий период $t_{в,доп}$

$$z_{\text{пр}} = \beta \cdot \ln \frac{t_{в,р} - t_n}{t_{в,доп} - t_n} \quad (5)$$

Приняв обозначение коэффициента отпуска теплоты

$$y = Q/Q_0,$$

где Q – фактический отпуск теплоты, Дж/ч,

Q_0 – теоретический отпуск теплоты при текущем значении температуры наружного воздуха, Дж/ч,

и решив уравнение (1) относительно z получим формулу для определения времени повышения температуры помещения от $t_{в,доп}$ до $t_{в,р}$ (период натопы)

$$z_n = \beta \cdot \ln \frac{t_{в,доп} - t_n - y(t_{в,р} - t_n)}{t_{в,р} - t_n - y(t_{в,р} - t_n)} \quad (6)$$

Если суммарное время пропуска $z_{\text{пр}}$ и натопы z_n меньше времени нерабочего периода $z_{н,р}$, то в промежутке между пропуском и натопом на протяжении времени $z_{\text{сн}} = z_{н,р} - z_{\text{пр}} - z_n$ необходимо обеспечить сниженный отпуск теплоты для поддержания температуры помещения на уровне $t_{в,доп}$.

Если суммарное время пропуска $z_{\text{пр}}$ и натопы z_n (по формулам (5) и (6)) превышает время нерабочего периода $z_{н,р}$, т.е. температура помещения не понижается до $t_{в,доп}$, то продолжительность пропуска и натопы определяется по формулам

$$z_{np} = \beta \cdot \ln \frac{y - 1 + e^{-z_{n,p}/\beta}}{y \cdot e^{-z_{n,p}/\beta}}, \quad (7)$$

$$z_n = z_{n,p} - z_{np} \quad (8)$$

Экономия теплоты (Дж) за один нерабочий период определяется по формуле

$$\Theta = \left[z_{np} + \left(1 - \frac{t_{в,доп} - t_n}{t_{в,p} - t_n} \right) z_{сн'} - (y - 1)z_n \right] Q_o. \quad (10)$$

Экономия теплоты (Дж) в недельном цикле

$$\Theta_n = \Theta_p (N_p - 1) + \Theta_v,$$

где Θ_p , Θ_v – экономия теплоты за один нерабочий период в рабочие и выходные дни, Дж;

N_p – число рабочих дней в неделе.

Формула определения годовой экономии теплоты (Дж) имеет вид:

$$\Theta_r = \sum_i \frac{\Theta_n(t_{ni}) + \Theta_n(t_{ni+1})}{2} \frac{\Pi_i}{24 \cdot 7}, \quad (11)$$

где $\Theta_n(t_{ni})$, $\Theta_n(t_{ni+1})$ – экономия теплоты в недельном цикле при температуре наружного воздуха t_{ni} и t_{ni+1} соответственно, Дж;

Π_i - длительность стояния температур в интервале $t_{ni} \div t_{ni+1}$, ч.

В качестве примера рассмотрено общественное здание расположено в г. Туле. Коэффициент аккумуляции принят равным $\beta = 30$ ч. Режим работы учреждения 5 дней в неделю с 8 до 18 часов. Коэффициент запаса мощности системы отопления 1,5. Годовая экономия теплоты при переходе на местное программное регулирование отопительной нагрузки для рассматриваемого здания составит 12,54%.

Более значительная экономия тепловой энергии может быть достигнута при увеличении мощности системы отопления.

Таким образом, методика расчета позволяет определить экономия тепловой энергии при переходе на программное регулирование отопительной нагрузки и может быть использована в технико-экономических расчетах.

Библиографический список

1. *Внутренние санитарно-технические устройства. Ч. 1. Отопление / В.Н. Богословский, Б.А. Крупнов, А.Н. Сканави и др.: Под ред. И.Г. Старовойтова и Ю.И. Шиллера. - М.: Стройиздат, 1990. 344с.*
2. *Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети. - М.: Энергоиздат, 1982. – 360 с.*
3. *Богословский В.Н., Сканави А.Н. Отопление. - М.: Стройиздат, 1991. – 735 с.*

УДК 536.24

ТЕПЛОУТИЛИЗАТОР НА ТЕПЛОВЫХ ТРУБАХ ПОГРУЖЕННЫХ В ПСЕВДООЖИЖЕННЫЙ СЛОЙ

Эшматов М.М., Файзиев З. Х.

Самаркандский Государственный архитектурно-строительный институт, Узбекистан

Приведены результаты экспериментальных исследований, теплообмена и гидродинамики крупнодисперсного псевдоожигенного слоя, с погруженными пучками продольноорезбрённых профилированных труб.

Утилизация тепловых вторичных энергоресурсов до сих пор остаётся актуальной проблемой. В настоящее время имеются огромные запасы выбросных тепловых источников в виде уходящих дымовых газов котельных, компрессорных станций магистральных газопроводов, промышленных и бытовых предприятий, в широком диапазоне температур.

Существующие трубчатые и пластинчатые теплообменники имеют огромный вес и малую ремонтпригодность и эффективность. Вращающиеся теплообменники не устраняют переток теплоносителя.

Широкое распространение получают теплообменники на тепловых трубах (ТТТ), имеющие высокую эффективность и компактность. Использование псевдоожигенного слоя (ПС) в сочетании оребренных тепловых труб (ТТ) позволяет интенсифицировать теплообмен и достичь эффективности теплоутилизатора, равной до 0,7–0,8.

В докладе приведены экспериментальные данные по теплообмену и гидродинамике ПС с погруженными пучками горизонтальных оребренных ТТ. Разработана схема теплоутилизатора на тепловых трубах в сочетании с псевдооживленным слоем. Приведены результаты вариантных расчётов ТТТ в качестве утилизаторов тепла компрессорной станции, котельных агрегатов и т.д. и сравнение их технических характеристик с параметрами существующих в настоящее время аппаратов.

Показано, что при мощности теплоутилизатора на ТТ с ПС $\sim 11 \text{ МВт}$, его вес (с учетом дисперсного материала) составит ~ 40 тонн, в то время как воздухоподогреватели фирмы “GEA AEG Kanis” и “НПО Невский завод” имеют вес 80-90 тонн (нержавеющая сталь). При этом эффективность ТТТ на $\sim 10 - 20 \%$ выше. Коэффициент теплопередачи $\sim 110 \text{ Вт/м}^2 \text{ К}$, что два раза выше аналогичного показателя сравниваемых объектов.

Размещение оребренных поверхностей в ПС, существенно увеличивает эффективность различных устройства с ПС (воздухоподогреватели котлов, парогенераторов, промышленные печи и т.д.). В докладе приведены результаты экспериментальных исследований теплообмена и гидродинамики ПС с погруженными пучками горизонтальных продольно оребренных профилированных (круглых, эллипсных и плоскоовальных) труб. Экспериментальные данные получены путем построения шестифакторного плана эксперимента позволяющих находить оптимальные теплогидравлические ($\alpha_{max, \Delta P_{min}}$) характеристики аппарата.

Получены расчётные соотношения для среднего коэффициента теплоотдачи:

$$\text{Nu}_D^{\text{cp}} = c \text{Re}_D^{x_1} (d/D)^{x_2} (S_T/D)^{x_3} (S_B/D)^{x_4} (h_p/D)^{x_5} (H_O/D_s)^{x_6} \quad (1)$$

$$\text{Re}_D (2300 \div 5400);$$

$$\text{Ar} (3,4 \cdot 10^4 \div 3,6 \cdot 10^6); \quad d/D (0,03 \div 0,13);$$

$$S_T/D (1,5 \div 4); \quad S_B/D (1,5 \div 4); \quad h_p/D (0,15 \div 0,75);$$

$$H_O/D_s (0,54 \div 0,9);$$

где D_s – эквивалентный диаметр поперечного сечения камеры.

h_p – высота ребра.

Опыты по гидродинамике ПС проводились совместно с опытами по теплообмену согласно плана экспериментов.

Таблица 1.

Конфигурация	c	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	Погрешность %
Круглые	27,8	0,17	-0,09	0,21	-0,08	0,0003	0,08	5,8
Эллипсные	52,7	0,1	-0,03	0,196	-0,07	-0,092	0,04	4,9
Плоско-овальные	70,3	0,092	-0,01	0,04	-0,037	-0,05	0,07	6,7

Получены расчетные соотношения для $\Delta P_{п.с}$ и $\varepsilon_{расц}$.

$$\Delta P_{п.с} = 9,81\rho_T \cdot H_{расц}(1 - \varepsilon_{расц})(1 - \beta_{расц}) \quad (2)$$

$$\varepsilon_{расц} = \left[1 - (1 - \varepsilon_0) \left(\frac{1 - \beta_0}{1 - \beta_{расц}} \right) \frac{H_0}{H_{расц}} \right] \quad (3)$$

где β_0 – отношение суммарного объема труб находящихся в плотном слое, к объему плотного слоя;

$\beta_{расц}$ – отношение суммарного объема труб, находящихся в ПС, к объему ПС;

H_0 – первоначальная высота слоя;

$H_{расц}$ – высота ПС.

Показано что, $\Delta P_{п.с}$ не зависит от конфигурации и геометрии пучка труб, погруженных в ПС и определяется в основном весом частиц, приходящихся на единицу площади поперечного сечения. Опытные значения $\Delta P_{п.с}$ описываются зависимостью (2) с мах погрешностью 15-8 %. Сравнение опытно-расчётных значений $\varepsilon_{расц}$ с расчётными по формулам Гинзбурга - Тодеса, полученными для свободного слоя, показывают их хорошее согласование в широком диапазоне чисел псевдоожижения.

Наиболее существенной особенностью движения дисперсного материала в ПС, имеющие принципиальное значение для теплообмена является образование малоподвижных слоев, ча-

стиц “шапок” на кормовой части труб. Для круглых труб “шапка” занимает значительную часть поверхности теплообмена в то время как у плоскоовальных труб величина значительно меньше. В лобовой части круглых труб образуются зоны с малыми концентрациями частиц, занимающие иногда половину поверхности труб. Для плоскоовальных труб такие зоны наблюдаются реже и занимают незначительную её часть. Эллипсные трубы занимают промежуточное положение по условиям омыwania частицами в ПС.

Результаты исследований могут быть использованы при расчёте топков со сжиганием твёрдого топлива в ПС, а также в различных аппаратах химической промышленности.

В настоящее время считается, что использование погруженных пучков в слое ПС, невыгодно с точки зрения их быстрого износа. Но при этом отсутствуют сведения, экономического сопоставления “за” или “против”.

Опыт изготовления ТТ имеют НПО “Порошок” г.Минск, США, Западно-европейские страны. Фирмой “Фукурава Электрик Компани” изготовлен и испытан теплообменник на ТТ мощностью 11 МВт.

В настоящее время для стран Центральной Азии, актуальной проблемой является промышленный выпуск ТТ и ТС, на базе которых можно изготавливать теплоутилизаторы различных конструкций и назначения.

Библиографический список

1. Кудинов А.А., 2001. *Энергосбережение в теплогенерирующих установках.* –Ульяновск: УлГТУ. – 139 с.
2. Безродный М.К., Пиоро И.Л., Костюк Т.О., 2005. *Процессы переноса в двухфазных термосифонных системах. Теория и практика.* – 2-е издание, дополненное и переработанное. – К.: Факт. – 704 с.
3. Исаченко В.П. *Теплопередача.* 1975. Учебник для вузов. Изд. 3-е перераб. И доп. – М.: «Энергия»; – 488 с. с ил.

**MAIN WAYS OF IMPROVING THE EFFICIENCY OF FUEL
AND ENERGY RESOURCES UTILIZATION
IN ENERGY PRODUCTION**

Zelenukho E.V., Basalay I.A., Slesarenok E.V.
Belarusian national technical university

The paper analyzes the main ways of improving the energy efficiency of boiler plants that provide thermal energy to industrial enterprises and housing and utilities sectors. The paper also presents the methodology for evaluating the effectiveness of energy-saving measures. The authors point out the main measures to save boiler and furnace fuel, heat and electric energy.

One of the main sectors of the national economy of the Republic of Belarus is the power industry. The economic potential of the state and the welfare of the population mainly depend on it. However, it also has the most powerful effect on the environment, ecosystems and the biosphere as a whole. The most acute environmental problems (climate change, acid rain, general environmental pollution) are directly or indirectly related to either production or use and consumption of energy.

In this regard, the urgent goal of the development of the fuel and energy sector is to satisfy the needs of the country's economy and population in energy resources on the basis of their most efficient use while reducing the environmental load.

The State program "Energy Saving" for 2016-2020 envisages within the framework of the subprogramme "Improving Energy Efficiency" to ensure the saving of fuel and energy resources (FER) as a result of the implementation of energy-saving measures of about 5 million tons of equivalent fuel, and also reduce by 2020, the consumption rate of fuel and energy resources for the production of goods (works, services) by 2% [1].

The paper analyzes the main ways of improving the energy efficiency of boiler plants that provide thermal energy to industrial enterprises, housing and utilities sector. As a result, the main measures to save boiler and furnace fuel, heat and electric energy were identified.

Thus, saving boiler oil can be obtained by implementing the following measures:

- improving the efficiency of existing energy facilities through the use of innovative and energy-efficient technologies with phased decommissioning of obsolete equipment;

- introduction of low power boilers instead of unloaded high power boilers. This leads to an increase in the efficiency of the small boiler when operating at rated load; reduce electricity consumption; for steam boilers, an additional effect is achieved by reducing their own needs for heat production (reducing the volume of blowing and losses through thermal insulation).

- optimization of heat supply networks of populated areas and at the same time the elimination of inefficient heat sources or decentralization of heat supply systems;

- changing the working mode of steam boilers into hot water mode. When changing to the hot water mode, the economic effect is achieved due to the following: reducing heat loss with flue gases by 1.5–2%, due to a decrease in the temperature of flue gases; reducing heat consumption for own needs (heat loss with purging boilers; heat loss in steam pipelines and steam-water heat exchangers; heat loss with loss of condensate; reducing energy consumption for industrial needs: for feed pumps; for condensate pumps; lower costs for chemical water treatment).

Reducing thermal energy consumption can be achieved by:

- reduction of energy losses in heat networks;
- the introduction of efficient heat exchangers (plate-type heat exchanger instead of shell and tube exchanger). Heat energy is saved as a result of the following: reducing the outer surface of the heat exchanger (at equal heat load) and more complete use of heat in the heat transfer process by increasing the heat transfer coefficient; reduce coolant consumption and energy costs for its transmission.

The main measures to save electric energy include:

- replacement of pumping equipment with more energy efficient one;
- introduction of a controlled electric drive of pumping equipment (reduction of electric energy consumption is achieved by eliminating the influence of idling of the electric motor; optimizing the operating mode of the installation depending on operating parameters);
- introduction of a controlled electric drive of a blower fan or a boiler exhaust fan.

Currently, a significant part of the fixed assets of energy production facilities requires modernization. This is primarily due to the fact that the boiler plants have depleted their resources and do not meet modern operating standards and energy efficiency standards.

Therefore, among the main measures ensuring an increase in the efficiency of the use of fuel and energy resources, it is possible to single out the replacement of low efficiency boiler equipment with

highly efficient boilers. When implementing this measure, saving fuel and energy resources is achieved by reducing fuel consumption with a more efficient process of burning it to produce thermal energy. Efficiency analysis is performed according to the following method [2]:

1. Evaluation of the specific fuel consumption for heat supply after replacing the boiler (the decrease in specific fuel consumption for heat supply is caused by an increase in boiler plant efficiency):

$$b_{T3}^H = (142,86/\eta_{\text{NETTO}}^H) \cdot 100, \text{ kg h.c./Gcal};$$

where η_{NETTO}^H – efficiency of a new boiler, %.

Evaluation of equivalent fuel economy from changes in the boiler efficiency netto:

$$\Delta BT = Q_{\text{q}} \cdot T_{\text{r}} \cdot (b_{T3}^{\phi} - b_{T3}^H) \cdot 10^{-3}, \text{ T y.T.},$$

where b_{T3}^{ϕ} – specific fuel consumption for thermal energy output, actual, kg / tce / Gcal;

Q_{q} – average hourly heat load of the boiler plant, Gcal / h;

T_{r} – the number of operating hours of the boiler plant in a year.

Among boiler plants having a higher efficiency compared to conventional solid fuel boilers and allowing to obtain a greater amount of thermal energy from a similar volume of solid fuel, pyrolysis boilers can be distinguished. The principle of operation of the pyrolysis boiler is based on burning solid fuel at high temperature and lack of oxygen. Under such conditions, it is not the usual combustion process that occurs, but the decomposition of dry wood or another type of solid fuel with the release of combustible pyrolysis gas, which is then used to generate thermal energy and to heat the heat carrier in the heat exchanger. A solid fuel pyrolysis boiler consists of two main chambers: a combustion chamber (gas generator chamber) and a combustion chamber (gas combustion chamber).

In the combustion chamber, the process of pyrolysis of firewood occurs. In the combustion chamber, gas that is released from the wood due to pyrolysis is burned.

When using pyrolysis boilers, the specific fuel consumption for the production of thermal energy is reduced, and also, due to the combustion of the fuel, less emissions of harmful substances into the atmospheric air are released. When analyzing the energy balance of housing and utilities enterprises, an important way of the consumption of thermal energy is losses during the transportation of thermal energy in heating networks.

In this regard, as a measure to save fuel and energy resources, a gradual replacement of existing heating networks with pre-insulated pipes is proposed. When using pre-insulated pipes, saving of fuel and energy resources is achieved due to: reduction of heat losses in heating mains, as well as reduction of electricity consumption for heat energy transport. Analysis of the effectiveness of the event is performed according to the following technique [2].

According to the test results or by calculation, the losses $\Delta Q_{\text{пот}}$ along the heating main are determined. To calculate the heat loss, you can use the "Methodology for the determination of heat energy losses in heat supply networks taking into account wear, tear and operating conditions", approved by Resolution No. 2 of the Committee on Energy Efficiency under the Council of Ministers of the Republic of Belarus on September 29, 2006.

Evaluation of the excessive fuel consumption obtained by using this heat pipe is made according to the formula:

$$\Delta B_{\text{тэ}} = (Q + \Delta Q_{\text{пот}}) \cdot b_{\text{тэ}}/1000 - (Q + Q_{\text{пот}}^{\text{ПИ}}) \cdot b_{\text{тэ}}/1000, \text{ т у.т.},$$

where Q – amount of received thermal energy, Gcal;

$\Delta Q_{\text{пот}}$ – losses on the existing heating main, Gcal;

$Q_{\text{пот}}^{\text{ПИ}}$ – heat losses from pre-insulated pipes;

$b_{\text{тэ}}$ – specific fuel consumption of the existing heat source, kg of equivalent fuel / Gcal.

Evaluation of the energy consumption required to transfer thermal energy from the existing heating main:

$$\mathcal{E}_{\text{п}} = (Q + \Delta Q_{\text{пот}}) \cdot \mathcal{E}_{\text{ч тэ}}, \text{ кВт ч};$$

where Q – amount of received thermal energy, Gcal;

$\Delta Q_{\text{пот}}$ – losses on the heating main, Gcal;

$\mathcal{E}_{\text{ч тэ}}$ – specific energy consumption necessary to transport and produce of 1 Gcal of thermal energy, kWh / Gcal.

Evaluation of the amount of electricity required to produce and transport thermal energy through a heating main from pre-insulated pipes:

$$\mathcal{E}_{\text{пИ}} = (Q + Q_{\text{пот}}^{\text{ПИ}}) \cdot \mathcal{E}_{\text{ч тэ}}, \text{ кВт ч},$$

where Q – amount of received thermal energy, Gcal;

$Q_{\text{пот}}^{\text{ПИ}}$ – losses on the heating main from pre-insulated pipes, Gcal,

$\mathcal{E}_{\text{ч тэ}}$ – specific energy consumption necessary to transport and produce of 1 Gcal of thermal energy, kWh / Gcal.

Evaluation of the fuel consumption that is necessary to cover the excessive energy consumption to produce and transport thermal energy, taking into account losses in the electrical grids:

$$\Delta B_3 = (\Theta_{\text{п}} - \Theta_{\text{пи}}) \cdot k_{\text{пот}} / 100 \cdot b_{33} \cdot 10^{-6}, \text{ т у.т.},$$

where $\Theta_{\text{п}}$ – energy consumption that is necessary to transfer thermal energy through the existing heating main, kWh;

$\Theta_{\text{пи}}$ – energy consumption that is necessary to produce and transport thermal energy through a heating main from pre-insulated pipes, kWh;

$k_{\text{пот}}$ – coefficient taking into account losses in electrical grids;

b_{33} – specific fuel consumption for electricity supply is taken to be equal to the actual fuel consumption at the closing station in the power system (Lukoml state district power station) per year preceding the calculation, year equivalent / kWh.

$$\Delta B = \Delta B_{\text{т3}} + \Delta B_3, \text{ т у.т.}$$

The total fuel economy from the use of pre-insulated pipes is determined by:

$$\Delta B = \Delta B_{\text{т3}} + \Delta B_3, \text{ т у.т.}$$

Thus, the measures considered contribute to increasing the efficiency of using fuel and energy resources (boiler-furnace fuel, heat and electric energy) at energy production facilities.

Reference

1. Государственная программа «Энергосбережение» на 2016-2020 гг. Утв. постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 28.03.2016 г. №248.

2. Методические рекомендации по составлению технико-экономических обоснований для энергосберегающих мероприятий. Утв. Департаментом по энергоэффективности Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь от 28.05.2019 г.

МЕХАНИКА МАТЕРИАЛОВ И ТЕХНОЛОГИИ

УДК 666.972.69

АКТИВНОСТЬ ГРАНИТНЫХ ОТСЕВОВ И КЕРАМЗИТОВОЙ ПЫЛИ

**Бурак Г.А.¹, Меженцев А.А.¹, Кречко Н.А.¹, Шагойко Ю.В.¹,
Камлюк Т.В.²**

¹ *Белорусский национальный технический университет*

² *Центр физико-химических методов исследования БГТУ*

В материале статьи приведены данные исследований по определению активности гранитных отсевов и керамзитовой пыли. Установлено, что активность гранитных отсевов фракции 20-50 мкм составляет 73,8 мг/г, а керамзитовой пыли - 53 мг/г. Мелкие фракции гранитных отсевов и керамзитовую пыль предложено использовать в качестве активных минеральных добавок в бетон.

В Республике Беларусь на предприятии РУПП «Гранит» производится щебень различных фракций. В результате производства образуются гранитные отсевы. По различным оценкам из перерабатываемой горной массы образуется от 20 до 25% отсевов, а при получении щебня кубовидной форме зерен эта цифра может достигать 35% в зависимости от структурно-текстурных особенностей пород. В настоящее время общий объем таких отходов составляет около 80 млн. тонн. Рост объемов отходов приводит к образованию отвалов, занимающих значительные площади сельскохозяйственной земли, а также к загрязнению окружающей среды. В настоящее время отсевы дробления не находят широкого применения в различных технологиях из-за недостаточной изученности их свойств и способов утилизации. Поэтому определение способов утилизации отсевов дробления является достаточно перспективным.

Как известно поверхность твердых тел изначально содержит точечные дефекты, которые являются активными центрами. Кроме того, в результате механической обработки поверхностные слои твердых тел разрушаются, и в них создается много дополнительных дефектов: дислокаций, вакантные узлы и т.п. Дробление способствует активации поверхности не только за счет увеличения количества дефектов в кристаллах, но и благодаря разрыву химических связей, что сопровождается появлени-

ем элементов с некомпенсированной валентностью, а также приводит к появлению отдельных гидратных фаз (аморфизации поверхности). Таким образом, влияние частиц отсевов дробления на процесс гидратации и формирование структуры бетонов будет определяться по характеристикам поверхности этих частиц.

С целью изучения основных физико-механических характеристик гранитных отсевов проведен анализ гранулометрического состава. Результаты исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Гранулометрический состав гранитных отсевов

Наименование показателя	№ сит				
	0,106	0,063	0,050	0,020	≤20мкм
Остатки на ситах, %	9,3	16,3	13,5	57,2	3,7

По данным таблицы 1 можно сделать вывод о том, что в гранитных отсевах присутствуют 60% частиц менее 0,05 мкм.

Минералогический состав гранитных отсевов приведен в таблице 2.

Таблица 2 – Минералогический состав гранитного отсева, об. %

Плагиоклаз	Щелочные полевые шпаты	Кварц	Биотит, пироксены и др.
40-50	10-25	15-25	До 15

Таблица 3 – Химический состав различных проб гранитного отсева, мас. %

SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	FeO
63-68	12-17	3-6	0,5-3,5	1,5-4	2,5-4	0,2-1	0,5-3	0,5-4,4

Гранитные отсевы характеризуется высоким содержанием в своем составе SiO₂ и Al₂O₃ (алюмосиликаты) и при определенных условиях способны вступать в реакции со щелочами и проявлять вяжущие свойства.

В большинстве случаев взаимодействие извести с активными минеральными добавками основано на том, что активный кремнезем связывает известь в присутствии воды в гидросиликаты

$$mCa(OH)_2 + SiO_2 \cdot nH_2O \rightarrow (0,8-1,5)CaO \cdot SiO_2 \cdot pH_2O,$$

$$mCa(OH)_2 + SiO_2_{акт} + nH_2O \rightarrow (0,8-1,5)CaO \cdot SiO_2 \cdot pH_2O.$$

При этом, в основном, образуются низкоосновные гидросиликаты кальция типа С-S-H (В), которые улучшают прочностные и деформативные свойства известково-кремнеземистых вяжущих (ИКВ). Наряду с этим, поскольку дисперсность частиц добавки соизмерима с размерами зерен цемента, наблюдается пластифицирующий эффект, проявление которого повышается с увеличением (до оптимального) количества вводимой добавки. Образование гидросиликатов кальция обеспечивает повышение плотности и прочности за счет вовлечения активной части добавки в формирующуюся структуру ИКВ. Известь и кремнезем способны взаимодействовать друг с другом уже при температуре 20 °С, образуя гидросиликаты кальция переменного состава: $x\text{CaO}-y\text{SiO}_2-z\text{H}_2\text{O}$.

Для определения активности гранитных отсеков готовили два титрованных раствора: насыщенный раствор извести и 0,05 н раствор хлороводородной кислоты. Исследуемая добавка массой 2 г помещалась в цилиндр (емкостью 100 мл) с притертой пробкой. Затем при помощи бюретки наливали в цилиндр 100 мл раствора извести, и содержимое энергично взбалтывали. Цилиндр оставляли на сутки и затем снова взбалтывали в течение 1 мин. По истечении 2 сут. со времени наполнения цилиндра пипеткой отбирали для титрования 50 мл раствора, добавляли 2-3 капли метилового оранжевого и проводили титрование раствором хлороводородной кислоты. После этого в цилиндр наливали при помощи бюретки 50 мл раствора извести, закрывали цилиндр пробкой, взбалтывали содержимое в течение 1 мин и оставляли стоять до следующего дня. Количество мг СаО, поглощенное 1 г добавки за 2 сут., вычисляли следующим образом: в 50 мл первоначально залитого раствора находилось уже известное количество мг СаО; через двое суток количество извести понижается. Разница между этими двумя величинами и является количеством СаО, поглощенной 1 г добавки [1, 2].

Результаты определения активности гранитных отсеков приведены на рис. 1.

Гранитные отсеки крупностью 20 и 106 мкм обладают небольшой активностью. Гранитные отсеки фракции 20 мкм являются высокоактивными, т.к. за период проведения испытания поглотили 73,8 мг СаО из раствора и эту фракцию отсева можно использовать для получения вяжущих.

Керамзитовая пыль – это побочный продукт, образующийся при обжиге керамзитового гравия во вращающихся печах

Керамзитовая пыль – порошкообразный материал с удельной поверхностью 2500-2800 см²/г и насыпной плотностью 1,4 г/см³. Среднее содержание основных компонентов, %: SiO₂ – 51,1; Al₂O₃ – 18,1; Fe₂O₃ – 7,4; CaO – 6,2; MgO – 2,5. Среди глинистых минералов преобладают гидрослюда, каолинит, монтмориллонит и некоторые другие. В качестве примесей присутствуют карбонатные минералы, слюды, кварц, оксиды железа и др.

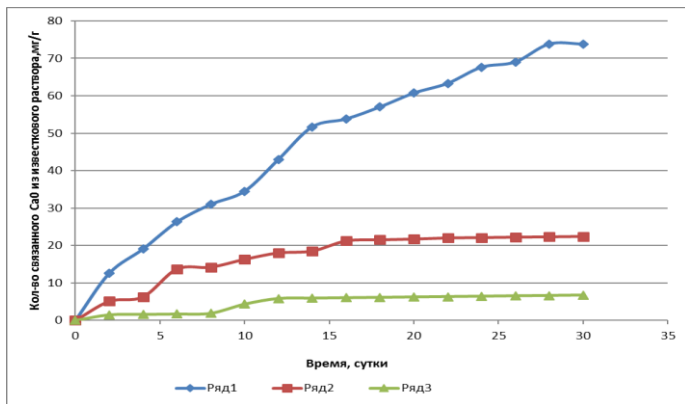


Рис. 1 – Кинетика поглощения извести из насыщенного раствора

Ряд 1 – фракция ≤ 20 мкм ; Ряд 2 – фракция 50 – 20 мкм;
Ряд 3 – фракция ≥ 106 мкм

На керамзитовых заводах Беларуси ежегодно образуется около 3 тыс. т. керамзитовой пыли. Утилизация керамзитовой пыли представляет серьезную проблему. При использовании ее в качестве минеральной добавки в вяжущие вещества в определенной мере решаются и экологические проблемы, и задачи снижения потребления природных ресурсов. Поэтому активность керамзитовой пыли является одним из важнейших показателей с целью дальнейшим ее использования при производстве строительных материалов.

Результаты определения активности керамзитовой пыли приведены на рис. 2. Пуццолановая активность исходного керамзитового песка составляет 53 мг/г.

Активность минеральных добавок, т.е. способность связывать гидроксид кальция в присутствии воды при обычных тем-

пературах, обусловлена содержанием в них веществ, находящихся в химически активной форме.

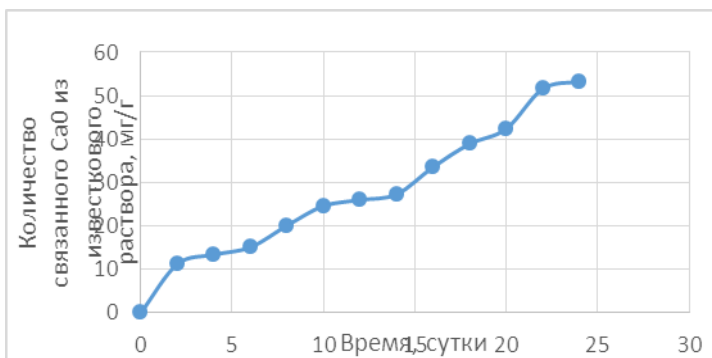


Рис. 2 – Кинетика поглощения извести из насыщенного раствора

Реакционная способность керамзитовой пыли по отношению к извести объясняется прежде всего тем, что при 600—800 °С основной компонент глин – инертный каолинит $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ – обезвоживается и переходит в активный каолинитовый ангидрид – метакаолинит $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$, аморфизованный в результате удаления гидратной воды. При взаимодействии глин, обожженных при 600–800 °С, с гидроксидом кальция при обычных температурах образуются гидрат геленита $2CaO \cdot Al_2O_3 \cdot SiO_2 \cdot 8H_2O$ и гидросиликат кальция типа CSH(B) с отношением C/S в зависимости от концентрации СаО в водном растворе равным 0,8–1,5. При обжиге глин при более высоких температурах (900–1000 °С) химическая активность получаемого продукта заметно снижается вследствие перестройки решетки метакаолинита с частичным отщеплением

γ - Al_2O_3 . При 1000 – 1200 °С образуются малоактивные муллит и кристобалит, а при еще более высоких температурах – соответствующие стекла. Керамзит обжигается при температуре 1150 – 1180 °С. Поэтому керамзитовая пыль характеризуется пониженной активностью. С увеличением ее тонкости возможна повышение пуццолановой активности.

По гранулометрическому составу она содержит 25 – 30 % частиц размером менее 0,14 мм. Благодаря высокому содержанию аморфного химически активного кремнезёма и глинозёма керамзитовая пыль

обладает активностью связывания извести, исполняя одновременно роль активного микронаполнителя и заполнителя.

Библиографический список

1. Бутт, Ю. М. *Практикум по химической технологии вяжущих материалов: учебное пособие для химико-технологических специальностей вузов / Ю.М. Бутт, В.В. Тимашиев // М.: Высш. школа, 197. – 504 с .*
2. *ГОСТ 6269-81. Активные минеральные добавки к вяжущим веществам.*

УДК 530.3

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ НА МИКРОПОЛЗУЧЕСТЬ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Гараников В. В.

Тверской государственной технической университет

В работе представлены результаты экспериментальных исследований микроползучести широкого класса конструкционных материалов в диапазоне температур $T=+50^{\circ}\text{C} \dots -50^{\circ}\text{C}$. Описаны методики испытаний в условиях комнатных, повышенных и пониженных температур. Приведены полученные результаты и дан их анализ.

Методика исследования. Испытания на микроползучесть при комнатной, повышенной ($T = +50^{\circ}\text{C}$) и пониженной ($T = -50^{\circ}\text{C}$) температуре проводились на сплошных цилиндрических образцах с резьбовой головкой на славях АМг6, 01570, А1-19, и трубчатых образцах для металлокомпозита А1-В.

Испытания проводились на машине кинематического типа FPZ-100/1 (рис. 1).

Размеры образцов и требования к точности изготовления регламентировались по ГОСТ 3248-91; 26007-93; 1493-83. При испытаниях металлокомпозита А1-В в качестве образцов использовались трубчатые элементы. Для крепления их в захватах испытательной машины на концах трубки были запрессованы законцовки из сплава АМг6. Для измерения деформаций использованы тензорезисторы типа 5П1-20-400-А-12 с базой 20 мм, которые наклеивались в среднем сечении образца. Технологи-

гия наклейки тензорезисторов выполнялась согласно инструкции АЖВ2.782.001ТО.

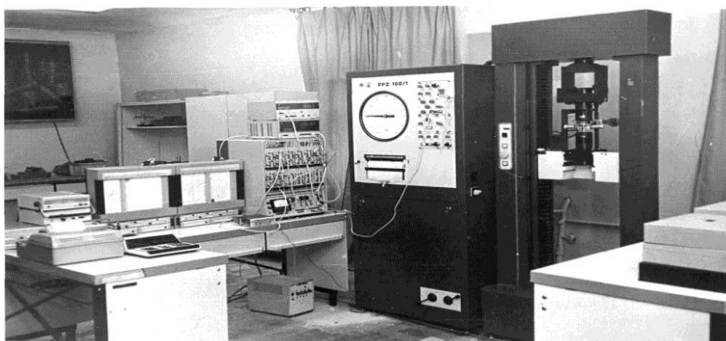


Рис. 1 – Испытательная машина FPZ 100/1

Испытания на микроползучесть при повышенной температуре проводились на машине FPZ-100/1 в термостате (рис. 2), который предназначен для поддержания постоянной температуры образца при длительных механических испытаниях. Верхний предел температуры для данного термостата составляет $+60\text{ }^{\circ}\text{C}$. Отклонения от задания температуры $\pm 00,1\text{ }^{\circ}\text{C}$. Термостат состоит из: электронного блока, датчика температуры, электронагревателя и вентилятора.

На стенке камеры установлен вентилятор, перед которым укреплен электронагреватель. Таким образом, воздушная струя проходит через нагреватель. Датчик температуры (транзистор) устанавливается вблизи образца. Термостат поддерживает стабильную температуру воздуха во всем объеме камеры. Регулирование температуры осуществляется путем автоматического включения-отключения электронагревателя. Малая инерционность системы обеспечена: интенсивным перемешиванием воздуха вентилятором; применением малоинерционного электронагревателя и датчика температуры; рациональным взаимным расположением вентилятора, нагревателя и датчика температуры.

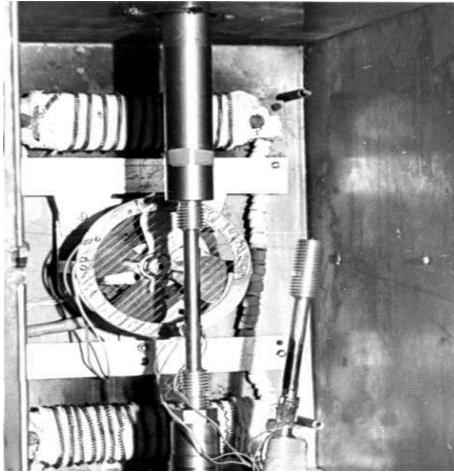


Рис. 2 – Термостат

Испытания на микроползучесть при пониженной температуре ($T = -50\text{ }^{\circ}\text{C}$) проводились в устройстве для глубокого охлаждения (рис. 3), входящего в состав оборудования машины.

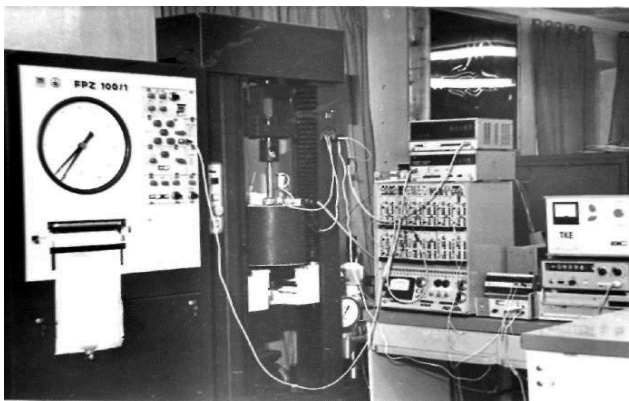


Рис. 3 – Испытания при пониженной температуре

Рабочие температуры устройства, при использовании в качестве теплоотводящей жидкости этилового спирта, составляют +20...80 °С. Время охлаждения до -60 °С – 1 час. Колебания температуры в процессе регулирования ± 1 °С. Понижение температуры при испытаниях в данном устройстве осуществляется испарением жидкого азота. Охлаждение передается к образцу от испарителя через теплоотводящую жидкость, в которую погружены образец и испаритель. Теплоотводящей жидкостью при заданной температуре служит этиловый спирт. Регулирование температуры производится автоматически путем подачи или прекращения подачи жидкого азота.

Устройство работает следующим образом. Образец с резьбовыми головками закрепляется в охладительной ванне. В этой ванне находится испаритель азота и платиновое термосопротивление для измерения температуры. Ванна заполняется спиртом. Сосуд Дьюара соединен с охладительной ванной перепускным шлангом. Находящийся в сосуде электронагреватель создает напор, необходимый для подачи азота в испаритель. Электромагнитный клапан открывает или прекращает подачу жидкого азота. Запланированная в эксперименте температура устанавливается потенциометром задания регулирующего прибора. Азот подается в испаритель непрерывно, пока не будет достигнута заданная температура. После чего начинается автоматическое регулирование температуры путем открывания-закрывания электромагнитного клапана. Датчиком температуры служит находящееся в ванне платиновое термосопротивление. Для равномерного охлаждения образца теплоотводящая жидкость приводится в движение постоянно работающей мешалкой. Для измерения деформации использованы тензорезисторы типа 5П1-20-400-А-12, которые наклеивались в среднем сечении образца.

Результаты испытания на микроползучесть. Испытания на микроползучесть были проведены при тех же уровнях напряжений, что и в условиях комнатной температуры. На рис. (4 а, б) представлены результаты испытания на микроползучесть для материалов АМг 6, 01570. На графиках сплошной линией показаны кривые ползучести при пониженной температуре, штриховой – при комнатной, штрихпунктирной – при повышенной.

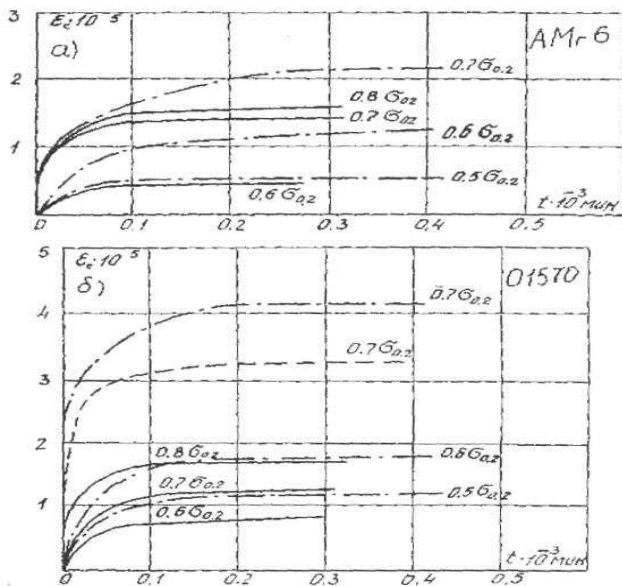


Рис. 4 (а, б) – Кривые микроползучести для материалов АМг 6, 01570.

Деформации микроползучести при пониженной температуре несколько меньше деформаций в условиях комнатной и повышенной температуры при одинаковых уровнях напряжений. Для сплавов АМг6, 01570 ползучесть обнаружена только при уровне напряжений $\sigma=0.6\sigma_{0.2}$, а для сплава Al-19 – $\sigma=0.7\sigma_{0.2}$ (Рис.4 в, г). Изменился также характер кривых ползучести. На первой стадии процесса в условиях повышенных температур скорость деформации ползучести значительно выше, чем в условиях других температур. Соответственно, время прекращения ползучести на исследуемых уровнях напряжений уменьшилось и, как правило, при испытаниях не превышало одного часа. Пониженная температура повлияла также на результаты испытания на ползучесть металлокомпозита Al-B. Так, для уровня нагрузки 30 кН (265 МПа) максимальная деформация ползучести уменьшилась в два раза, а время прекращения ползучести — в десять раз по сравнению с результатами испытаний в условиях комнатной температуры.

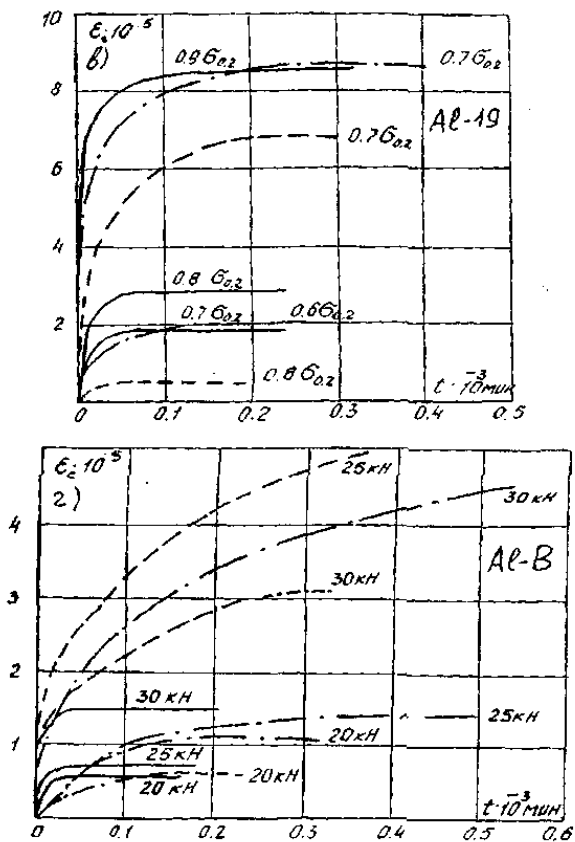


Рис. 4 (в, г) – Кривые микроползучести для сплава Al-19 и металлокомпозиата Al-B

Обобщающие зависимости максимальной деформации ползучести от температуры представлены на рис. 5. На данном рисунке условными символами показаны экспериментальные результаты максимальной деформации ползучести от температуры для сплавов АМг6, 01579, Al-19, Al-B. Из данного рисунка видно, что ползучесть сплава Al-19 очень сильно зависит от температуры. Так, например, для $\sigma=0.7\sigma_{0.2}$ деформации ползучести при изменении температуры в диапазоне от -50°C до $+50^\circ\text{C}$ увеличилась в четыре раза. Менее чувствительны к изменению темпера-

туры сплавы АМг6 и 01570. При изменении температуры в данном диапазоне деформации ползучести увеличиваются в два раза.

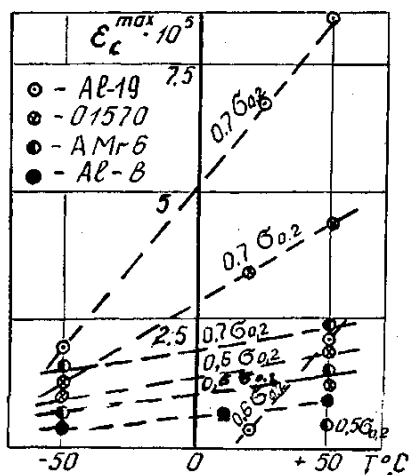


Рис. 5 – Зависимость максимальной деформации микроползучести от температуры

При уровне напряжений $\sigma = 0.6\sigma_{0.2}$, величины деформаций ползучести для этих сплавов отличаются незначительно. Для минимального уровня нагрузки ($P = 20$ кН), при котором обнаруживается ползучесть металлокомпозита Al-B, зависимость представлена на том же рисунке. Величины максимальных деформаций ползучести при температурах $-50\text{ }^\circ C \dots +50\text{ }^\circ C$ отличаются в два раза.

Библиографический список

1. Хенкин М.Л., Локшин И.Х. *Размерная стабильность металлов и сплавов в точном машиностроении и приборостроении.* - М.:Машиностроение,1974.-255 с.
2. Зубчанинов В.Г., Гараников В.В., Володин В.П., Камышков А.С. и др. *Исследования ползучести сплавов АМг-6, 0157 и металлокомпозита Al-B в интервале температур $-50 \dots + 50^\circ C$ // Проблемы прочности. -1989.- №9.-С.27-31.*

3. Зубчанинов В.Г., Гараников В.В., Котенков Ю.А. Модернизация испытательной машины FPZ/100 для исследования кратковременной ползучести // Заводская лаборатория.- 1991.-№2. –С. 65-66.

4. Гараников В.В., Зубчанинов В.Г., Охлопков Н.Л. Экспериментальная пластичность: Монография. Книга 2: Процессы сложного нагружения. Тверь: ТГТУ, 2004, – 184 с.

5. Гараников В.В., Зубчанинов В.Г., Охлопков Н.Л. Экспериментальное исследование пластичности и ползучести сплава АК-8 при сложном нагружении // Известия вузов. Строительство. 2000. № 2-3. – С.130-135.

УДК530.3

ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОПОЛЗУЧЕСТИ СПЛАВА АМг-6 ПРИ КОМБИНИРОВАННОМ СЛОЖНОМ НАПРЯЖЕННОМ СОСТОЯНИИ

Гараников В. В.

Тверской государственной технической университет

В работе представлены результаты экспериментальных исследований микроползучести сплава АМг-6 при повышенной температуре $T=+50$ °С. Описано устройство для испытания при сложном напряженном состоянии. Приведены программы и результаты исследования микроползучести сплава АМг-6.

Для проведения кратковременных опытов по изучению микропластичности конструкционных материалов при сложном напряженном состоянии было разработано устройство для создания внутреннего давления и растягивающего усилия в трубчатом образце. Устройство позволяет создать в трубчатом образце внутреннее давление до 300 атм и приложить растягивающее усилие до 100 кН. Эскиз данного устройства представлен на рис. 1. Его составляющие: 1 – образец, 2 – компенсатор, 3 – резьбовые втулки, 4 – пальцы. Основной частью конструкции является компенсатор с системой подачи давления, который необходим для исключения влияния осевой составляющей нагрузки от давления и для обеспечения герметичности системы. Герметичность обеспечивается маслостойкими уплотнительными кольцами.

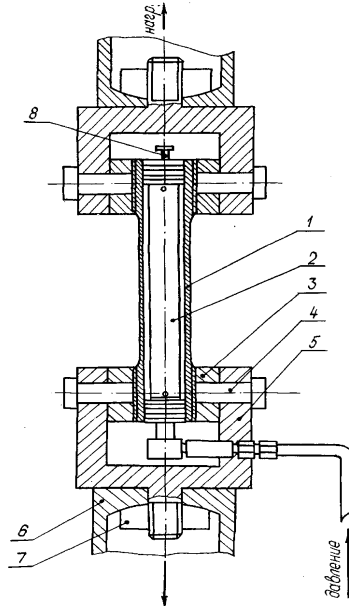


Рис. 1 – Схема устройства для испытания

Схема работы состоит в следующем. В образец 1 вставляется компенсатор 2 с присоединенной системой подачи масла. Накручиваются втулки 3, и он при помощи пальцев 4 устанавливается в вилки 5. Вилки крепятся в захватах 6 испытательной машины. Центрирование образца обеспечивается двумя шаровыми опорами 7 и в одной плоскости пальцами. При подаче масла в образец заглушка 8 вывернута до момента появления масла на ее резьбе, после чего заглушка наглухо закручивается.

Растягивающее усилие в устройстве создается испытательной машиной FPZ-100/1 и передается через пальцы. Внутреннее давление создается насосом высокого давления испытательной машины ЦДМУ-30, которая расположена рядом. Нагружение трубчатого образца осевой растягивающей силой и внутренним давлением осуществляется как в ручном, так и в автоматическом режиме. Достоинством системы является независимость регулирования внутреннего давления и осевого усилия. Данное устройство помещается в термостате, который установлен в рабочей зоне машины FPZ-100/1 (рис. 2).

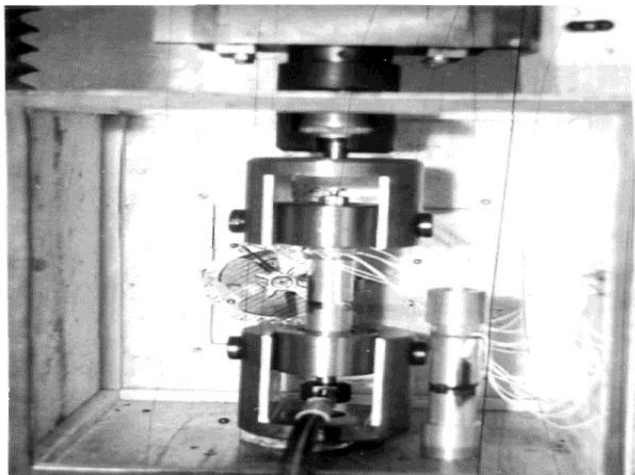


Рис. 2 – Испытания при сложном напряженном состоянии

Разработана система стабилизации давления в трубчатом образце. Она предназначена для автоматического поддержания давления масла в образце при проведении механических испытаний на растяжение и внутреннее давление. Позволяет создавать и поддерживать давление в образце от 0 до 300 атм. Для создания давления использована гидравлическая система испытательной машины ЦДМУ-30. Эта система содержит масляный насос, емкость для масла и стабилизатор давления. Насос работает с постоянной производительностью. Подаваемое им масло через стабилизатор давления, который представляет собой подпружиненный клапан, возвращается в емкость. Давление масла в гидравлической системе зависит от силы, с которой давит на клапан пружина в стабилизаторе. Изменять давление можно, поджимая или ослабляя пружину поджимным винтом. В машине ЦДМУ-30 давление устанавливают, вращая поджимной винт ручным маховиком. В этой системе установленное давление может со временем «уходить» от заданного значения из-за разогрева масла и некоторых других причин. Чтобы более точно поддерживать давление, разработана и изготовлена система автоматического регулирования. Она состоит из: 1 – манометра, 2 – регулятора давления, 3 – электропривода, 4 – редуктора (рис. 3).

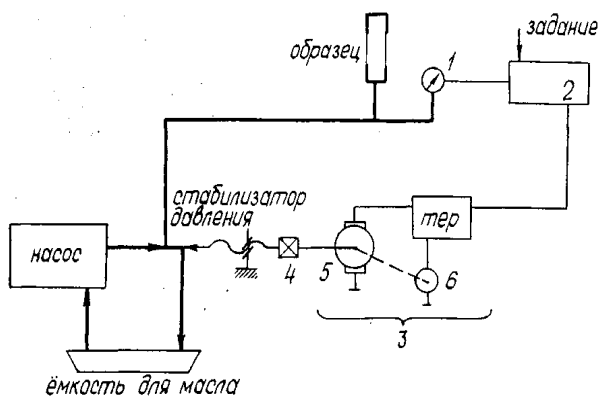


Рис. 3 – Схема стабилизации давления

Давление измеряется вблизи образца манометром 2МД-300Т, который имеет электрический выход. Регулятор давления сравнивает измеренное значение с заданным и вырабатывает управляющее воздействие, пропорциональное рассогласованию. Электропривод под управлением регулятора через редуктор с червячной передачей поворачивает поджимной винт стабилизатора давления, изменяя тем самым давление масла в гидравлической системе. При изготовлении системы стабилизации давления выполнены механические работы по проведению и стыковке трубопровода гидравлической системы, изготовлению компенсатора для подачи масла в образец, переделке редуктора, соединению двигателя и тахогенератора с редуктором и редуктора со стабилизатором давления.

Исследование микропластичности сплава Амг6 проводилось на образцах с толщиной стенки 2.5 мм. Размеры образцов и требования к точности изготовления регламентировались по ГОСТ 3248-81; 26007-83; 1493-73. При подготовке образцов к испытанию в трех сечениях рабочей части контролировалась разностенность, которая не превысила 5%. Для измерения деформаций использованы тензорезисторы типа 5П1-20-400-А-12 с базой 20 мм. Тензорезисторы наклеивались попарно в двух диаметрально противоположных сторонах в продольном и поперечном направлении.

Диаграммы σ - ε снимались на испытательной машине FPZ-100/1 в устройстве для создания внутреннего давления и растя-

гивающего усилия. Температура испытания составляла +50 °С. Проведены две серии опытов: 1– испытание на растяжение, 2 – испытание на внутреннее давление. Результаты представлены на рис. 4.

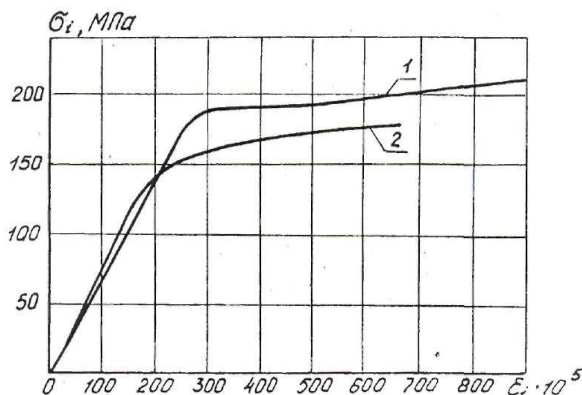


Рис. 4 – Диаграммы деформирования сплава Амг6

Здесь кривая 1 отвечает испытанию на растяжение, 2 – испытанию на внутреннее давление. Как видно из графиков, данный сплав обладает существенной начальной анизотропией механических свойств. Основные механические характеристики при испытаниях на растяжение и внутреннее давление соответственно получились: модуль упругости (E) – $6.944 \cdot 10^4$ МПа, $7.495 \cdot 10^4$ МПа; предел текучести (σ_{02}) – 192 МПа, 168 МПа. Разница по пределу текучести составляет 13%.

Испытания программировались по напряжениям и проведены при повышенной температуре (+50 °). Осуществлены следующие программы простого нагружения при различных $\kappa = \sigma_1/\sigma_2 = 0; 1; \infty$ (σ_1, σ_2 – нормальные напряжения в направлении осей x, y). Во всех опытах соблюдалось условие $\sigma_1 = 0.7\sigma_2 = \text{const}$, где σ_i -интенсивность напряжений.

Усредненные диаграммы деформирования по рассмотренным программам представлены на рис. 5 (в каждой программе испытывались по три образца).

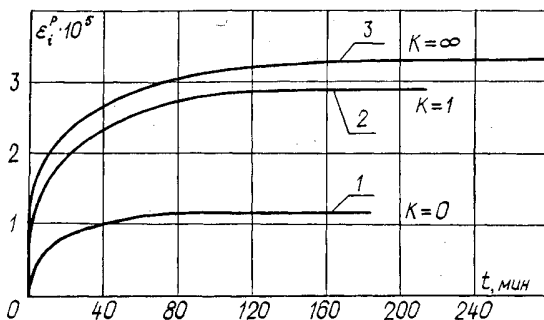


Рис. 5 – Результаты испытаний на микропластичность

Как и следовало ожидать, наибольшая деформация ползучести при $\sigma_1=0.7\sigma_2$ наблюдается при испытаниях на внутреннее давление (кривая 3) и наименьшая – на одноосное растяжение (кривая 1). Промежуточное положение занимает кривая 2, соответствующая испытанию на совместное действие растягивающей силы и внутреннего давления при условии, что в процессе опыта $k = \sigma_1 / \sigma_2 = 1$.

Библиографический список

1. Гараников В.В., Воронин А.Ю., Котенков Ю.А. Устройство для экспериментального исследования ползучести при сложном напряженном состоянии // Актуальные проблемы теории пластичности и устойчивости. - Тверь: ТПИ, 1991. – С.33-36.
2. Зубчанинов В.Г., Гараников В.В., Володин В.П., Камышков А.С. и др. Исследования ползучести сплавов АМг-6, 0157 и металлокомпозиата Al-B в интервале температур $-50...+50^{\circ}\text{C}$ // Проблемы прочности. -1989.- №9. – С.27-31.
3. Зубчанинов В.Г., Гараников В.В., Котенков Ю.А. Модернизация испытательной машины FPZ/100 для исследования кратковременной ползучести // Заводская лаборатория. – 1991. – №2. – С. 65-66.
4. Гараников В.В., Зубчанинов В.Г., Охлопков Н.Л. Экспериментальная пластичность: Монография. Книга 2: Процессы сложного нагружения. Тверь: ТГТУ, 2004, 184 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАСТВОРА ДЛЯ КЛАДКИ МОДИФИЦИРОВАННОГО МИКРОФИБРОЙ

Дмитриенко В.А., Пашкова О.В., Рудь Д.О.

*Институт сферы обслуживания и предпринимательства
(филиал) Донского государственного технического
университета*

В статье описано положительное влияние добавок полипропиленовой микрофибры на деформационные свойства портландцементных растворов. Представлены результаты экспериментальных исследований механических свойств составов. Отмечен рост прочности при сжатии модифицированных микрофиброй образцов по сравнению с контрольными. Также показано значительное увеличение деформационной способности состава с добавками микрофибры, что позволит значительно повысить трещиностойкость каменной кладки.

Почти до конца прошлого века город Шахты Ростовской области являлся индустриальным центром Восточного Донбасса. В объединение «Ростовуголь», расположенное в городе, входило 17 шахт, 8 из которых отрабатывали пласты непосредственно под территорией застройки. Ещё 6 предприятий были закрыты к концу 70 х годов прошлого века. То есть под большинством районов отработаны 2 пласта угля.

В рамках реструктуризации угольной отрасли России в конце 90 х прошлого века были закрыты практически все предприятия Восточного Донбасса. Это привело к прекращению откачки воды из горных выработок, и соответственно к затоплению выработанных пространств. Из-за подъёма уровня подземных вод появилась угроза подтопления ряда районов города, что потребовало создания в городе трёх участков по откачке и очистке подземных вод из старых выработок.

Однако негативные последствия закрытия шахт спровоцировали не только подтопление. Затопление горных выработок и соответственно увлажнение разрушенных горных массивов сопровождается значительными изменениями физико-механических свойств горных пород, поскольку в стратиграфическом строении региона присутствует большое количество глинистых пород. Это сопровождается деформациями поверхностных слоёв грунта и соответственно неравномерными осадками оснований фундаментов зданий.

Поэтому в последние годы всё чаще на зданиях, которые охранялись целиками угля, появляются трещины (рис. 1).



Рис. 1 – Трещины в здании драматического театра

На эксплуатируемых объектах происходит развитие образовавшихся ранее трещин (рис. 2). Причём мероприятия, по усилению конструкций на подрабатываемых территориях, не в полной мере предотвращают трещинообразование из-за значительных деформаций грунтов.



Рис. 2 – Развитие трещин в учебном корпусе автодорожного института

Сложившаяся в регионе традиция строительства зданий с несущими ограждающимися конструкциями из керамического и силикатного кирпича будет способствовать появлению дефектов и на вновь возводимых объектах (рис. 3), поскольку дополнительные нагрузки деформированных грунтов будут сопровождаться неравномерными осадками.



Рис. 3 – Формирование трещин в новых зданиях

Это обстоятельство требует применения специальных мероприятий для предотвращения трещинообразования, что сопровождается значительным удорожанием строительства.

На наш взгляд, перспективным направлением снижения трещинообразования, является повышение деформативных характеристик каменной кладки. Поскольку изменение свойств кирпича технологически весьма проблематично, то перспективным направлением для снижения вероятности образования трещин в каменной кладке, является применение кладочного раствора с высокой деформационной способностью.

Эффективным способом повышения эксплуатационных характеристик бетонов и строительных растворов считается введение в их рецептуру микрофибры [1-3]. Для оценки влияния микрофибры на характеристики песчано-цементного раствора на кафедре «Строительство и техносферная безопасность» ИСОиП филиала

ДГТУ в г. Шахты, выполнен комплекс испытаний, включающий определение оптимальной дозировки микрофибры, исследование влияния добавки на подвижность состава и кинетику набора прочности, построение графиков деформаций.

На основании опыта применения [4-6] и по результатам предварительных испытаний установлено, что наибольшие величины деформаций допускают растворы, модифицированные полипропиленовой микрофиброй.

При проведении испытаний использовался состав на основе портландцемента ЦЕМ I 42,5 Себряковского завода и песок Персияновского карьера с $M_k = 1,86$. Количество воды затворения определялось для контрольного бездобавочного состава с соотношением цемента и заполнителя 1:3, путем контроля его консистенции по расплыву стандартного конуса на встряхивающей столике в соответствии с методикой ГОСТ 310.4-81. При расплыве конуса 108 мм водоцементное отношение составило 0,42. Объем раствора всех составов определялся из расчёта приготовления 15 образцов-балочек.

В качестве модификатора использована полипропиленовая фибра длиной 12 мм, диаметром 20 мкм. Прочность при изгибе и сжатии определялась по ГОСТ 310.4-81 по истечении 3, 7, 14 и 28 суток после затворения.

При приготовлении модифицированных растворов количество воды затворения определялось из условия равной подвижности с контрольным составом.

В результате испытаний установлено, что при введении от 1 до 3,5% фибры от массы цемента водоцементное отношение изменяется от 0,44 до 0,48. Также отмечено, что при увеличении содержания микрофибры свыше 2% от массы цемента, эффективность влияния на прочностные показатели снижается (рис. 4).

Поэтому дальнейшие исследования свойств модифицированного раствора выполнялись с дозировкой микрофибры 2% от массы цемента. В процессе испытаний также установлено, что в отличие от гравитационного, принудительное перемешивание обеспечивает равномерное распределение волокон по составу и максимальное увеличение прочности на изгиб.

Анализируя результаты испытаний модифицированных составов, представленные на рисунке 5, можно отметить, что при введении в состав песчано-цементного раствора полипропиленовой микрофибры, прочность на изгиб в 28 суточном возрасте превышает контрольный на 6,5 %, а на сжатие на 10%. Также

отмечено, что большая часть фибр не разрывается при формировании трещины при изгибе. Это позволяет удерживать вторую половинку до принудительного отрыва.

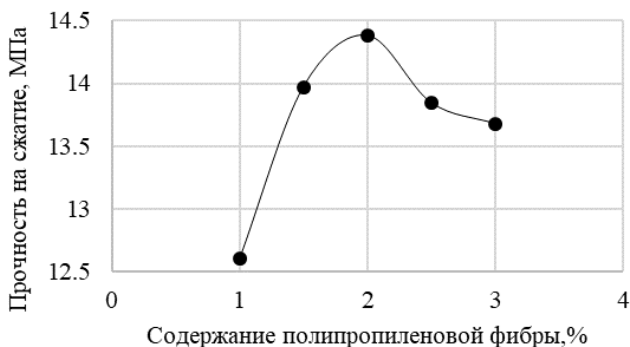


Рис. 4 – График зависимости прочности образцов на сжатие от содержания микрофибры

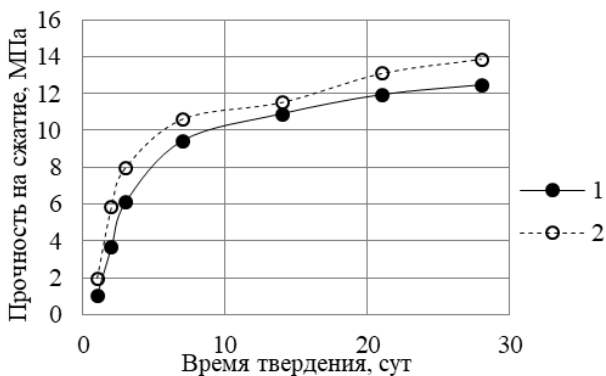


Рис. 5 – Графики набора прочности на сжатие:
 1 – контрольных образцов;
 2 – модифицированных образцов

Также можно отметить, что несмотря на увеличение водоцементного отношения, прочность модифицированного состава выше чем контрольного на всех этапах твердения.

При определении прочности на изгиб и сжатие для контроля величины деформаций образцов при разрушении на пресс

Е160 устанавливался индикатор часового типа ИЧ- 50, что позволяло с помощью видео съёмки фиксировать предельные деформации. Результаты испытаний составов с различным содержанием фибры на сжатие приведены графиках (рис. 6).

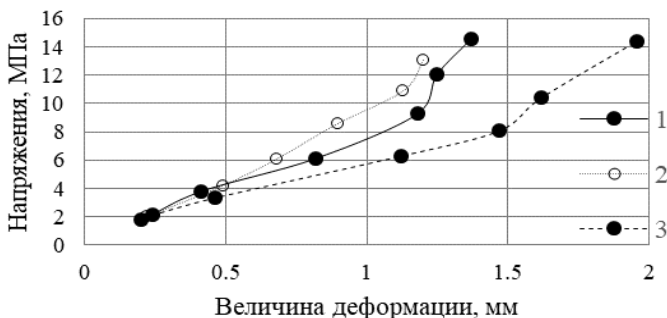


Рис. 6 – График зависимости деформации образцов от нормальных напряжений при содержании фибры:
1 – 1%; 2 – 1,5%; 3 – 2%

Заключение

По результатам исследований установлено:

- при испытании на сжатие половинок контрольных образцов-балочек предельные деформации (в момент разрушения) в среднем составляли 0,31 мм;
- предельные деформации образцов модифицированных растворов составляли 1,20 – 1,96 мм;
- при приложении нагрузки не превышающей 50% от предельной, деформации образцов достигают 0,8 мм, снижение прочности на сжатие в среднем составляет 11%, что находится в пределах варьирования предела прочности на сжатие образцов одного состава.

Таким образом, установлено, что предельные деформации образцов модифицированного состава в 5 раз больше чем контрольных, что может обеспечить более равномерное распределение напряжений в кладке снизив тем самым вероятность трещинообразования. Предварительные расчёты показывают, что каменная кладка высотой 1 м может допускать вертикальные деформации до 2,5 мм.

Поскольку механические характеристики бетона в основном определяются свойствами песчано-цементного раствора, то ис-

пользование бетонов модифицированных полипропиленовой микрофиброй для крепления подземных сооружений обеспечит высокую надёжность конструкций.

Исследования проведены в рамках выполнения государственного задания 7.9213.2017/БЧ «Разработка методов и средств строительства и поддержания подземных и заглубленных сооружений».

Библиографический список

1. Горчаков Г.И, Баженов Ю.М. *Строительные материалы*. М.: Стройиздат, 1986. 254 с.
2. Ключев С.В., Лесовик Р.В. *Дисперсно-армированный мелкозернистый бетон с использованием полипропиленового волокна // Бетон и железобетон*. 2011. №3. С. 7-9.
3. Kamal M.M., Safan M.A., Etman Z.A., Kasem B.M. *Mechanical properties of self-compacted fiber concrete mixes // HBRC Journal*. 2014. Vol. 10, Issue 1. pp. 25-34.
4. Pothisiri T., Soklin C. *Effects of Mixing Sequence of Polypropylene Fibers on Spalling Resistance of Normal Strength Concrete // Engineering Journal*. 2014. Vol. 18, No. 3. pp. 55-64.
5. Низина Т.А., Балыков А.С., Сарайкин А.С. *Экспериментальные исследования дисперсно-армированных мелкозернистых бетонов // Академический вестник УралНИИпроект РААСН*. 2015. № 4. С. 91-95.
6. Страданченко С.Г., Плешко М.С., Армейсков В.Н. *Разработка эффективных составов фибробетона для подземного строительства // Инженерный вестник Дона*, 2013, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/1995.

АНАЛИЗ МАТРИЦЫ МАШИНЫ ДЛЯ ФОРМОВАНИЯ ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Епифанцев К.В.

*Санкт-Петербургский государственный университет
аэрокосмического приборостроения*

Ключевое значение при уменьшении расхода энергии на переработку 1 тонны условного топлива из отходов играет форма матрицы, формирующей брикет. В статье исследуются вопросы формирования материала через матрицы различных типов, для выбора рациональных параметров матрицы формирующей машины

Одним из основных конструктивных элементов машины для формования окускованного топлива является фильера её матрицы. От формы входной части фильеры матрицы во многом определяется противодействие прессуемого материала, а следовательно и затраты на работу шнека, приводимого в движение валом, соединяющегося через муфту с валом редуктора.

Высокие адгезионные свойства отходящей пасты часто становятся причиной заштыбовывания материала в зоне уплотнения и в зоне перемещения сформованной пасты корпуса машины, после чего машина в большинстве случаев автоматически отключается частотным преобразователем с целью противодействия поломке двигателя. Это становится причиной простоев на производстве и перебоев в качестве готовой продукции. В свою очередь остановка оборудования с оставшимся внутри машины постепенно высыхающим и цементирующимся сырьем влечёт за собой проблемы при пуске машины из-за схватывания материала и блокировки им лопастей шнека. В связи с этим, становится актуальным вопрос изучения и подбора формы входной части фильеры с целью уменьшения общей нагрузки на силовые элементы машины.

Для уменьшения энергоёмкости были рассмотрены три формы выполнения головки пресса: сферическая, коническая и тороидальная (рис. 1). Эксперименты показали, что тороидальная форма фильеры обеспечивает минимальную энергоёмкость процесса прессования по сравнению с конической и сферической. Необходимо определить уравнение поверхности вращения (рассматривается цилиндрический канал), площадь

которой при заданной величине сужения будет минимальной. Метод решения задачи – вариационное исчисление, предметом которого является определение функций, дающих некоторому функционалу экстремальное значение.

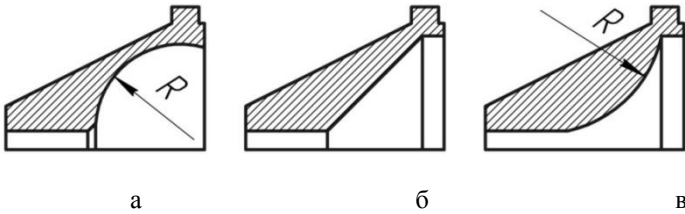


Рис. 1 – Сечение фильер:
а – сферическая; *б* – коническая; *в* – тороидальная

Согласно [2] уравнение поверхности вращения фильеры в общем случае имеет вид

$$I = 2\pi + \int_{x_2}^{x_1} y\sqrt{1 + y'^2} dx . \quad (1)$$

Необходимым условием существования функции $y(x)$, обеспечивающей \min функционала $I = 2\pi + \int_{x_2}^{x_1} F(x, y, y') dx$,

служит уравнение Эйлера. Для случая, когда подынтегральное выражение I зависит лишь от y, y' , частный вид уравнения Эйлера $F - y'F' = C_1$. Достаточным условием минимума функционала I – условие $F''_{y'y} \geq 0$.

Получим уравнение гиперболического косинуса - цепной линии (плоской трансцендентной кривой, форму которой принимает под действием силы тяжести однородная, гибкая, не растяжимая, тяжелая нить (цепь) с закрепленными концами)

Так как при $\forall xy'^2 > 0, y > 0$. Следовательно, экстремаль, удовлетворяющая функционалу (4), обеспечивает минимум площади поверхности вращения $y(x)$ вокруг OX . Если дугу цепной линии вращать вокруг оси OX , то образуется поверхность вращения, называемая катеноидом (рис. 2). Катеноид представляет собой поверхность, имеющую минимальную

площадь среди всех поверхностей вращения дуг линий, соединяющих две заданные точки плоскости.

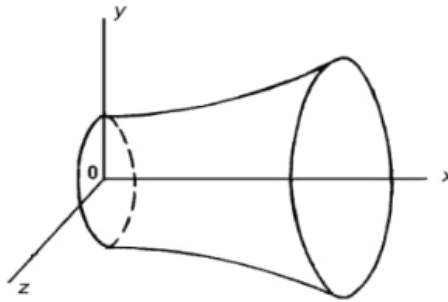


Рис. 2 – Катеноид

Постоянные C_1, C_2 находятся из условия прохождения $y(x)$ через точки $A(0, 1), B(1, (b/h) + 1)$. Введем безразмерных координат $X = x/l, Y = y/h$ координаты точек A, B упрощаются. Тогда граничные задачи имеют вид: $Y(0) = 1; Y(1) = (b/h) + 1$. Из условия $Y(0) = 1$ следует $C_2 = 0$, так как $C_1 \neq 0$, а $(ch C_1 C_2) / C_1 = 1$ при $(C_1 C_2) / C_1 = 0$. Из второго условия $Y(1) = (b/h) + 1$ имеем $(b/h) + 1 = ch(1/C_1)$,

Таким образом, уравнение оптимальной поверхности сужения в фильере головки прессы имеет вид

$$y = \frac{h}{2} ch\left(\frac{x}{c_1 l}\right) = \frac{h}{2} \left(\frac{l \frac{x}{C_1 l + l} - \frac{x}{C_1 l}}{2} \right) \quad (2)$$

Рассматривая гиперболический косинус (11) в качестве решения дифференциального уравнения можно получить

$$y'' - ky' = k^2 \frac{P(x)}{P_0},$$

где P_0 – давление на входе в фильеру матрицы;

$P(x)$ – изменение давления по длине канала;

k – коэффициент сопротивления деформируемой массы отхода.

Для проверки данных теоретических исследований были проведены виртуальные испытания созданной модели в программной среде YADE и программе визуализации ParaView. Разработанная модель экструдера (Рис.3) включала загрузочный бункер 1, корпус 2, шнек 4, сменные фильеры 5, и поступающие в него частицы 3, имитирующие частицы отхода. Подача материала осуществлялась равномерно, в достаточной степени для формования материала.

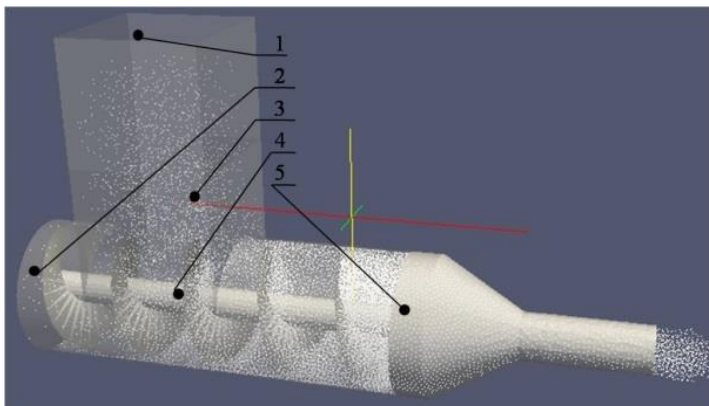


Рис. 3 – Общий вид разработанной модели машины для производства окускованного топлива

Так как основным изменяющимся конструктивным элементом машины является фильера [4], были построены три фильеры различного вида, соответствующие по форме ранее описанным (Рис. 4). Расчётные модули программы YADE позволяли получать данные о таких величинах как ω , рад/с; v , м/с; $Q_{\text{норм}}$, Па;

Полученные данные позволили визуально и по соответствующим показателям математических моделей определить напряжение по нормали $Q_{\text{норм}}$ в Па и таким образом определить наиболее низкий показатель энергоёмкости машины.

На представленных рисунках 4 (а, б, в) даны результаты расчёта опытной установки в программной среде. Метод дискретных элементов (Discret element method – DEM) [5], основанный на взаимодействии сферических частиц, теоретически принятый нами за метод движения частиц добытого, прошедшего перера-

ботку в просеивающем ковше-дробилке и предварительно подсушенного в штабеле до 60-75% отхода.

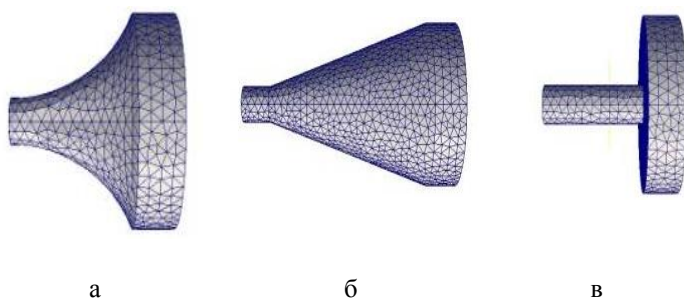


Рис. 4 – Вид созданных фильер:

a – по цепной линии (R60), *б* – с конусом 17,5°, с прямым углом

Результаты проведённого эксперимента были сведены в таблицу, по результатам можно сделать вывод, что применение входной части фильеры в среднем снижает напряжение по нормали $Q_{\text{норм}}$ на 30%. Однако увеличение калибрующей части также увеличивает напряжение на шнеке, однако необходимо для получения отходяного куска заданной прочности и без дефектов.

Таблица 1 – Результаты испытаний в программной среде YADE

Форма фильеры	d1/d, мм	L, мм	ω , рад/с	v, м/с	$Q_{\text{норм}}$, КПа	M, Н·м	Результ, Н
0°	20/90	70	1,4304	6,553	589.64	7,8	574
17,5°	20/90	130	1,3344	6,56	559.10	5,1	423
R60	20/90	70	1,32	6,4	419.35	4,8	349

Выполнение сужения цилиндрической части фильеры по цепной линии может значительно улучшить качество формуемого отхода по сравнению с прямым конусом сужения и прямым углом фильеры. Обоснованием эффективности сужения фильеры матрицы, выполненного по цепной линии, могут служить следующие обстоятельства: с одной стороны, по длине канала происходит экспоненциальное снижение давления из-за энергетических затрат на деформацию отхода и трение о стенки фильеры, а с другой – по мере продвижения материала в фильере сопротивление отхода деформированию растёт экспонен-

циально. Сумма этих зависимостей дает гиперболический косинус – цепную линию [1].

Таким образом, одновременный учет этих процессов создаёт лучшие условия для протекания релаксационных процессов.

Рассмотрим вопрос изменения скорости частиц при прохождении через формообразующий канал матрицы с коническим сужением. От метода DEM YADE вычисления были переведены в среду DEM Rocky. Отличие данной программы в том, что данная разработка – позволяет пользоваться функцией создания частиц сложной несферической формы и возможностью рассчитывать их разрушение. В 1 положении - Начальный этап заполнения шихтой канала, скорость движения – 0,1 м/с. Во 2-м положении - скорость продолжает увеличиваться по всей длине канала, в переходной части достигает 0,25 м/с. В 3 положении - увеличение скорости происходит в переходной части от конусной части к цилиндрической (указано стрелкой) и достигает 0,51. В 4 положении средняя скорость движения частиц по каналу матрицы составляет 0,34 м/с. 5 положение – завершение эксперимента.

В результате проведения эксперимента подтвердилась теория о перепаде давления (рис. 5), при котором значительная разница давлений может стать следствием неравномерного состава шихты в теле куска, и как следствие – привести к крошимости.

Однако, если мы увеличим температуру на нагревателе в данной области, кусок будет обжигаться и при более плавном прохождении через точку перепада, внутри строение куска всегда будет равномерным. Датчик, температуру которого необходимо увеличивать, показан на рисунке 7 в виде точечных нагревателей с проводами на корпусе.

Далее в программной среде Rocky было смоделировано тело машины и перемещение частиц внутри корпуса, которое также подтвердило необходимость подвода отдельных температур к датчикам, а не просто сделать одновременный нагрев до 400 градусов. Получение перечисленных данных было необходимо, чтобы установить предел действия для температурного датчика. Таким образом в исследовании были проработаны 3 важных компонента экструдера - фильера, корпус, система управления скоростью движения формуемой среды и управление температурой на корпусе.

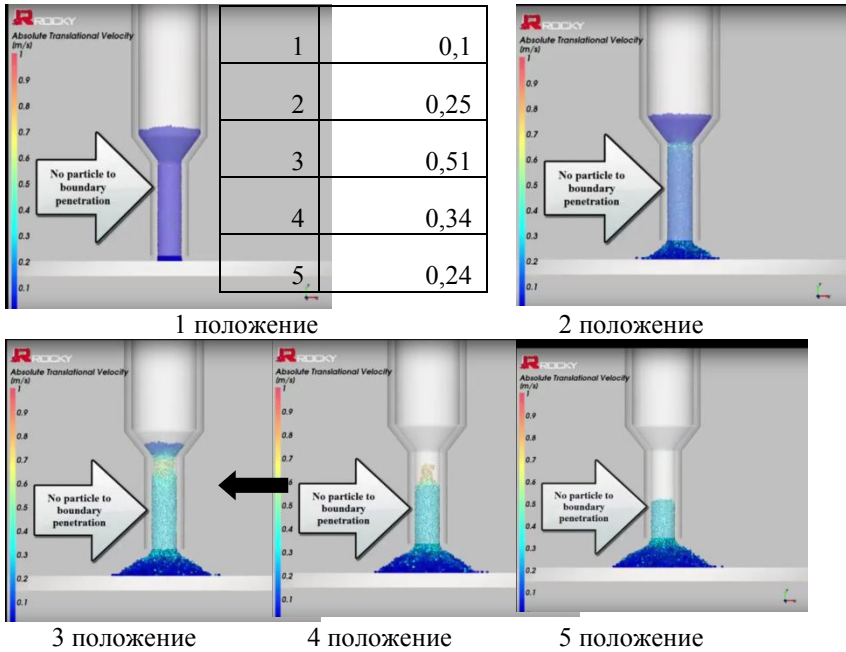


Рис. 5 – DEM моделирование движения частиц в фильтре в программе ROCKY

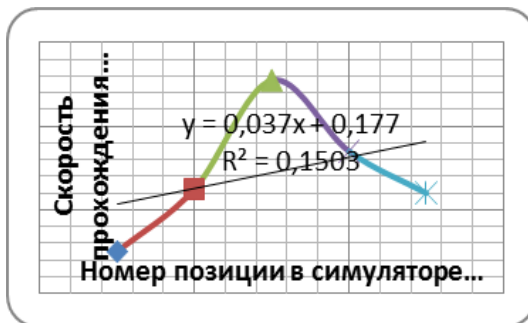


Рис. 6 – Отношение скорости в позициях



Рис. 7 – Определение датчика, который необходимо нагревать отдельно от всех, с регулируемой подачей тепла

Данное направление исследований позволит создать «прозрачные» системы управления экструдерами через SCADA систему для контролирования в автоматическом режиме процесса формования и последующей защиты от поломок, потери надежности машины.

Библиографический список

1. *Амерханов, Р.А. Оптимизация сельскохозяйственных энергетических установок с использованием возобновляемых видов энергии. М.: Колос. 2000. 159-238.*
2. *Епифанцев, К.В. Разработка виртуальных инструментов для мониторинга отходов на базе Lab View и портала Eco 365// Экология и безопасность в техносфере: современные проблемы и пути решения : сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов / Юргинский технологический институт. – Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2018. – 419 с., стр. 52-57*
3. *Wood chips for energy production. Technology Environment-Economy//The Centre of Biomass Technology (Denmark)– 1993.*
4. *Salo, K., Keranen, H. Biomass IGCC // Seminar on Power Production from biomass II. Espoo, Finland, 27-28 march. – 1995.*
5. *7-th European Conference on Biomass for Energy and Environmental, Agricultural and Industry Abstracts. Florence. – 1992.*

ПЕРЕМЕШИВАНИЕ ЖИДКОСТЕЙ С ИЗМЕНЯЮЩИМСЯ ДИАМЕТРОМ МЕХАНИЧЕСКОЙ МЕШАЛКИ

Тошов Б.Р. Хамроев Ш.Г.

Навоийский государственный горный университет, Узбекистан

Как показали наблюдения в КЕМИХе во время механического перемешивания сульфидных руд с реагентом (активированный уголь), наблюдается осаждение реагента. Для проведения непрерывного процесса сорбционного окисления тонкоизмельчённых сульфидных концентратов применяются специальные аппараты, работающие в условиях стабилизации температуры при постоянном аэрировании. Для ускорения процесса окисления в таких аппаратах необходимо непрерывное перемешивание пульпы. Перспективным направлением при перемешивании жидких сред является использование нового поколения оборудования, которое позволяет увеличивать турбулентность и циркуляцию потоков при одновременном снижении энергопотребления и металлоёмкости.

Введение. В работе обосновано и предложено перемешивание жидкостей с изменяющимся диаметром механической мешалкой на жидких средах.

Цель работы. Разработка методики расчета и выбора технологических параметров перемешивание жидкостей с изменяющимся диаметром механической мешалкой на жидких средах.

Методика проведения исследований. Сформулирована задача разработка два типа новых групп конструкций аппаратов с мешалкой, в одной группе использовано движение рабочих органов с нестационарным режимом работы. В другой группе звенья передаточных четырехзвенных, пятизвенных и шестизвенных механизмов выполняют одновременно функции рабочих органов, каждое из которых совершает сложное движением по своим законам.

Анализ и обсуждение результатов. В металлургическом производстве перемешивание материалов является одним из распространенных процессов, который осуществляется в основном механическими устройствами - аппаратами с мешалкой и смесителями. Эти устройства работают при стационарном режиме работы, т.е. при постоянной угловой скорости рабочего органа.

Область применения результатов. Разработанная методика может быть использована для перемешивание жидкостей с изменяющимся диаметром механической мешалкой на жидких средах.

Перемешивание в жидких средах является одним из наиболее эффективных способов интенсификации процессов в различных отраслях промышленности. Получение современных неметаллических материалов, заменяющих стали и сплавы, процессы обработки горных пород с целью выделения драгоценных материалов, приготовление пищевых продуктов и лекарственных препаратов, различных материалов в химической и микробиологической промышленности, проведение многочисленных процессов, связанных с очисткой воды, а также получение различных продуктов в оборонной промышленности, требуют применения процессов перемешивания.

Проходившая в 2015 г. в Санкт-Петербурге 15-я Европейская конференция по перемешиванию “Mixing-15” отчетливо показала, насколько сильно изменились экспериментальные и расчетные методы исследования за последние 20 лет.

В [1] предложен аналитический обзор достижений в области конструирования промышленной аппаратуры для перемешивания жидкостей, суспензий, газожидкостных дисперсий. Обсуждаются различные методы смешения материалов: механический, пневматический, струйный, вибрационный, магнитный. Рассмотрены нетрадиционные перемешивающие устройства с реверсивным движением частей смесителя, статические смесители, роторные и роторно-пульсационные аппараты, вихревые и ультразвуковые аппараты. Уделено внимание миниатюризации оборудования, микросмесителям однако, более чем в 95% случаев, во всем мире на практике используется механическое перемешивание, предполагающее наличие в рабочем объеме аппарата вращающейся мешалки. Во многом это объясняется относительной простотой конструкции перемешивающего устройства (мотор-редуктор/электродвигатель, стойка, уплотнение, вал и мешалка), его энергетической и экономической эффективностью, а также надежностью, простотой эксплуатации и обслуживания.

Более ясное понимание сложных механизмов конвективного, в том числе турбулентного, переноса количества движения, теплоты и массы в аппаратах с мешалками вызвало растущий интерес исследователей к новым видам перемешивающих устройств, новым формам организации перемешивания, включая пульсационное, вихревое и др.

В состав многих машин и устройств входят мешалки, которые являются плоским [2] или пространственным механизмом.

Последние включают комбинацию вращательных, поступательных, шаровых, шаровых с пальцем кинематических пар (шарниров). Особую группу составляют механизмы только с вращательными шарнирами, которые изучены и изучаются только теоретически [3].

В металлургическом производстве перемешивание материалов является одним из распространенных процессов, который осуществляется в основном механическими устройствами - аппаратами с мешалкой и смесителями. Эти устройства работают при стационарном режиме работы, т.е. при постоянной угловой скорости рабочего органа.

При таком способе перемешивающие устройства не обеспечивают требований производства и технологий, так как процесс смешения протекает слабо и длителен во времени, энергоемок, при этом качество готовой смеси неудовлетворительное. Это объясняется тем, что в аппаратах с мешалкой имеются зоны, где движение материала незначительно или вообще отсутствует [4].

Можно привести пример реактора цеха нейтрализации ВЮХ ГМЗ-3 НГМК. В реакторах с добавлением извести (химических веществ белого цвета) происходит процесс нейтрализации руды.

В этих целях используют в цеху 8 реакторов с параметрами: высота и диаметр каждого реактора примерно по 10 м. В реакторе установлены 2 лопастных смесители (мешалки) высотой примерно 8 метров. В процессе работы реактора мешалка, совершая вращательное движение перемешивает пульпу, при этом добавленный в пульпу специальный химический реагент извлекает золото. На внутренние стенки реактора нарастает налёт, толщина которого может достигать 0,3-0,5 м.

Проблемой является удаление налёта со стенок реакторов или полностью заменить мешалку, которая обеспечила бы требования производства.

Для решения такого рода проблем предложены [4] два типа новых групп конструкций аппаратов с мешалкой, в одной группе использовано движение рабочих органов с нестационарным режимом работы. В другой группе звенья передаточных четырехзвенных, пятизвенных и шестизвенных механизмов выполняют одновременно функции рабочих органов, каждое из которых совершает сложное движение по своим законам. Во всех группах аппаратов с мешалкой звенья передаточных механизмов имеют особое, пространственное расположение шарниров,

в составе которых только вращательные шарниры, оформленные подшипниками скольжения или качения, легко изолирующиеся от абразивной среды и имеющие высокий ресурс работы.

В общем случае лопасти мешалки при вращении выполняют работу, связанную с преодолением сопротивления сил инерции и сил трения перемешиваемой жидкости. Удельное значение этих сил различно в пусковых и рабочих периодах работы мешалки. Так, при пуске мешалки ее лопасти встречают особенно большое сопротивление со стороны жидкости, инерцию массы которой необходимо преодолеть. По мере приведения жидкости в движение работа мешалки все больше затрачивается на преодоление внутренних сопротивлений в жидкости (трения, вихревых движений, ударов жидкости о стенки и т. д.).

При перемешивании очень вязких жидкостей и пастообразных материалов к стенкам реактора налипают реакционная масса. Возникает проблема очищения стенок аппарата. Проблема уменьшения пусковой мощности и очищения стенок аппарата решается разработкой перемешивающих устройств содержащих лопасти с уменьшенным диаметром при пуске и увеличенным при работе, т.е. с изменяющимся диаметром лопастей.

В последние годы для интенсификации процесса перемешивания стали использовать сложное движение, вращение с переменной угловой скоростью и сложное неравномерное движение рабочих органов и емкостей [4]. Однако существующие конструкции сложны, имеют несколько источников привода, малый ресурс работы из-за наличия шаровых шарниров, исследования и разработки таких устройств пока малочисленны, нет теории создания смесителей, сведений о внедрении в производство, нет классификационных групп пространственных устройств.

Объясняется это трудностью и сложностью образования пространственных устройств, в особенности имеющих в составе только вращательные шарниры.

Таким образом, создание новых высокоэффективных универсальных перемешивающих устройств является актуальной и необходимой задачей. Это еще более актуально потому, что сфера их применения и использования широка и охватывает самые разные отрасли народного хозяйства.

Нами [5] разработана (заявка № FAP 20150031 Кл. F16D3/30) шарнирная муфта, содержащая ведущую и ведомую полумуфты, каждое из которых содержит шарнирно соединенные вилки и серьгу, соединенные промежуточным устройством, располо-

женными между ними, выполненным в виде двух пар перекрещивающихся рычагов, при этом каждый рычаг одной пары шарнирно соединен одним концом с серьгой соответствующей полумуфты. Снабжена двумя планками, каждая из которых соединена другими концами перекрещивающихся рычагов шарнирно. Причем оси шарниров параллельны с осями шарниров рычагов с серьгами.

Кинематическая схема шарнирной муфты приведена на рисунке 1 а – в сжатом и 1 б – в растянутом положении.

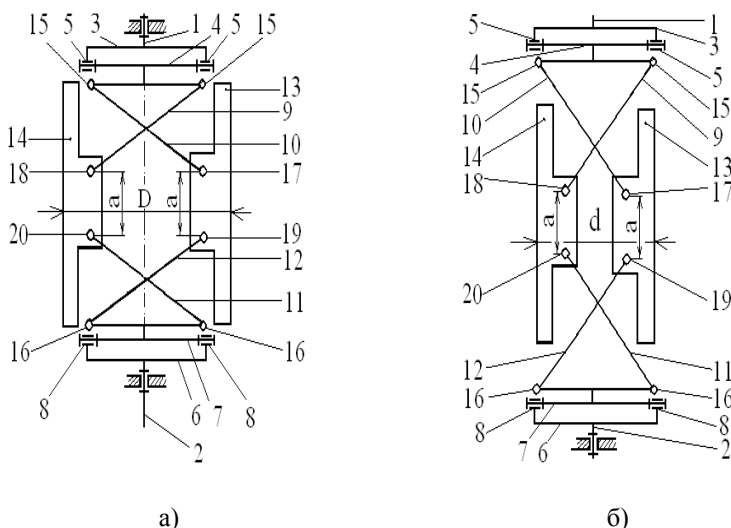


Рис. 1 – Кинематическая схема шарнирной муфты
 а, б – ведущая и ведомая полумуфта: 1, 3, 6 – вилки; 4, 7 – серьги;
 5, 15, 16, 17, 18, 19, 20 – шарнир; 9, 10, 13, 14 – рычаг,
 11, 12 – рабочие элементы

Шарнирная муфта, содержит ведущую полумуфту 1, ведомую полумуфту 2. Ведущая полумуфта 1 содержит звенья в виде вилки 3 и серьги 4 соединенных друг с другом посредством шарниров 5, ось которых расположена перпендикулярно оси вращения.

Ведомая полумуфта 2 также содержит звенья в виде вилки 6 и серьги 7 соединенных друг с другом посредством шарниров 8, ось которых расположена перпендикулярно оси вращения и параллельно оси шарниров 5.

Промежуточное устройство содержит две пары перекрещи-

вающихся рычагов 9, 10 и 11, 12 и планки 13, 14. Рычаги 9 и 10 другими концами соединены с планками 13, 14 посредством шарниров 17, 18. Рычаги 11 и 12 соединены с серьгой 8 посредством шарниров 16. Рычаги 11 и 12 другими концами соединены с планкой 13, 14 посредством шарниров 19, 20. Оси шарниров 15, 16, 17, 18, 19, 20 параллельны между собой и перпендикулярны осям шарниров 5 и 8. Шарниры 17 и 19, а также 18 и 20 установлены на одинаковом расстоянии «а».

При работе шарнирной муфты, вращение ведущей полумуфты передается ведомой посредством двух пар перекрещивающихся рычагов 9, 10 и 11, 12 и планками 13, 14.

При сжатом расположении полумуфт 2 расстояние между планками 13, 14 увеличивается, тем самым увеличивается диаметр D окружности, а при растянутом положении полумуфт 1 и 2 расстояние между планками 13, 14 уменьшается и уменьшается диаметр окружности описываемой планками «d».

При вращении шарнирной муфты, установленной в цилиндрической емкости (реакторе) диаметром равное D , заполненной с жидкой средой, планки 13, 14, работая как лопасти создает вращательное движение жидкости. В начале вращения полумуфты 1 и 2 располагают в растянутом положении, тогда расстояние между планкам 13, 14 уменьшается «d», благодаря чему достигается снижению пусковых нагрузок. При сжатом расположении полумуфт 1 и 2 расстояние между планками 13, 14 увеличивается «D», тем самым увеличивается диаметр окружности описываемой планками «D». Благодаря чему достигается интенсивное перемешивание жидкости в ближе стенок реактора. Как известно, перемешивание существующими мешалками в ближе вертикальных стенок находится область, где жидкость почти не участвует в движении и на стенке накапливается налет.

Снабжение известной шарнирной муфты с планками 13 и 14 позволяет повысить интенсивность перемешивания жидкости благодаря увеличению диаметра окружности лопастей (планки) «D». Благодаря изменению расстояние между планками т.е. уменьшение или увеличение диаметра, станет возможным применять её в качестве мешалки, например для сосудов с небольшим входным отверстием.

Если установить законы движения изменения диаметра мешалки (расстояние между планками 13 и 14) в зависимости от вращения ведущей полумуфты, то можно регулировать процесс перемешивания, охватить весь область жидкости, а

также очищение вертикальных стенок реактора в зависимости от времени.

Библиографический список

1. Барабаш В.М., Абиев Р.Ш., Кулов Н.Н. Обзор работ по теории и практике перемешивания // Теоретические основы химической технологии том 52 № 4. 2018. – С.367-383.
2. Брагинский Л. Н. Перемешивание в жидких средах: Физические основы и инженерные методы расчета / Л. Н. Брагинский, В. И. Бегачев, В. М. Барабаш.- Л.: Химия, 1984.- 336 с.
3. Мудров А.Г., Марданов Р.Ш. Обзор исследований пространственных механизмов с вращательными шарнирами // Теория механизмов и машин, 2015, № 2. – С. 62–71.
4. Мудров А. Г. Конструкции и модель смещения в аппаратах с мешалкой // Известия КГАСУ, 2018, № 1 (43). – С. 226–233.
5. Тошов Б.Р., Умиров Ф.Э., Кушимов Ф., Кушимов У.Ф., Хамроев Ш.Г., Расулов Ш.К. Шарнирная муфта // Патент на полезную модель № UZ FAP 01273. Рег. Ташкент 29.12.2017г. 3 с.

УДК 539.3: 624.07

ДЕФОРМИРОВАНИЕ ТРЕХСЛОЙНЫХ ПЛАСТИН ИЗ ОРТОТРОПНЫХ РАЗНОСОПРОТИВЛЯЮЩИХСЯ МАТЕРИАЛОВ

Трещев А.А., Кудрявцев А.Д., Селезнев И.Р.

Тульский государственный университет

Представлен вариант использования нового потенциала деформаций для ортотропных материалов, деформационные характеристики которых зависят от вида напряженного состояния, при построении модели поперечного изгиба трехслойных пластин. Разработанная модель позволяет получить более точные результаты расчета конструкций по сравнению с данными, основанными, на известных ранее, уравнениях состояния.

В работах [1 – 3] на основе анализа многочисленных экспериментальных данных по деформированию анизотропных материалов, механические характеристики, которых зависят от вида напряженного состояния [4 – 8] были предложены нелинейные потенциальные соотношения между деформациями и напряжениями для ортотропных материалов. При

ограничении энергетических зависимостей квазилинейным уровнем имеем:

$$W_1 = A_1\sigma_{11}^2 + A_2\sigma_{22}^2 + A_3\sigma_{33}^2 + A_4\sigma_{11}\sigma_{22} + A_5\sigma_{22}\sigma_{33} + A_6\sigma_{33}\sigma_{11} + A_7\tau_{12}\tau_{21} + A_8\tau_{23}\tau_{32} + A_9\tau_{31}\tau_{13} \quad (1)$$

Параметры $A_k(\alpha_{ij})$ являются функциями, зависящими от комбинаций нормированных напряжений [9 – 11]:

$$\alpha_{ij} = \sigma_{ij} / S; \quad (i, j = 1, 2, 3), \quad (2)$$

где $S = \sqrt{\sigma_{ij}\sigma_{ij}} = \sqrt{\sigma_{11}^2 + \sigma_{22}^2 + \sigma_{33}^2 + 2\tau_{12}^2 + 2\tau_{23}^2 + 2\tau_{13}^2}$.

При этом справедливо условие нормировки [1 – 3, 9 – 11]:

$$\alpha_{ij}\alpha_{ij} = \alpha_{11}^2 + \alpha_{22}^2 + \alpha_{33}^2 + 2\alpha_{12}^2 + 2\alpha_{23}^2 + 2\alpha_{13}^2 = 1. \quad (3)$$

С учетом зависимостей $A_k(\alpha_{ij})$ потенциал (1) расписывается до следующего уровня:

$$W_1 = 0,5(A_{1111} + \tilde{A}_{1111}\alpha_{11})\sigma_{11}^2 + 0,5(A_{2222} + \tilde{A}_{2222}\alpha_{22})\sigma_{22}^2 + 0,5(A_{3333} + \tilde{A}_{3333}\alpha_{33})\sigma_{33}^2 + [A_{1122} + \tilde{A}_{1122}(\alpha_{11} + \alpha_{22})]\sigma_{11}\sigma_{22} + [A_{2233} + \tilde{A}_{2233}(\alpha_{22} + \alpha_{33})]\sigma_{22}\sigma_{33} + [A_{3311} + \tilde{A}_{3311}(\alpha_{33} + \alpha_{11})]\sigma_{33}\sigma_{11} + A_{1212}\tau_{12}^2 + A_{2323}\tau_{23}^2 + A_{3131}\tau_{31}^2 \quad (4)$$

Следствием принятых энергетических соотношений (4) являются уравнения связи компонентов тензоров деформаций и напряжений в главных осях анизотропии:

$$e_{kk} = \{(A_{kkkk} + \tilde{A}_{kkkk}\alpha_{kk}) + 0,5\tilde{A}_{kkkk}\alpha_{kk}[\alpha_{mm}^2 + \alpha_{nn}^2 + 2(\alpha_{km}^2 + \alpha_{mn}^2 + \alpha_{nk}^2)]\} -$$

$$0,5(\tilde{A}_{mmmm}\alpha_{mm}^3 + \tilde{A}_{nnnn}\alpha_{nn}^3) + (1 - \alpha_{kk})[\tilde{A}_{kknn}\alpha_{nn}(\alpha_{mm}^2 + \alpha_{nn}^2 + \alpha_{nk}^2) + \tilde{A}_{kknn}\alpha_{nn}] - \tilde{A}_{mmnn}\alpha_{nn}(\alpha_{mm} + \alpha_{nn})\}\sigma_{kk} + [A_{kkmm} + \tilde{A}_{kkmm}(\alpha_{kk} + \alpha_{mm})]\sigma_{mm} + [A_{kknn} + \tilde{A}_{kknn}(\alpha_{kk} + \alpha_{nn})]\sigma_{nn}; \quad (5)$$

$$\gamma_{km} = [A_{kmmk} - (\tilde{A}_{kkkk}\alpha_{kk}^3 + \tilde{A}_{mmmm}\alpha_{mm}^3 + \tilde{A}_{nnnn}\alpha_{nn}^3) - 2\tilde{A}_{kknn}\alpha_{kk}\alpha_{nn}(\alpha_{kk} + \alpha_{nn}) - 2\tilde{A}_{mmnn}\alpha_{mm}\alpha_{nn}(\alpha_{mm} + \alpha_{nn}) - 2\tilde{A}_{kknn}\alpha_{kk}\alpha_{nn}(\alpha_{kk} + \alpha_{nn})]\tau_{km}; \quad (k \rightarrow m \rightarrow n = 1 \rightarrow 2 \rightarrow 3).$$

Константы уравнений состояния (5) определяются из опытов на одноосное растяжение и одноосное сжатие вдоль главных осей ортотропии, а также – на сдвиг в главных плоскостях ортотропии [15]:

$$A_{kkkk} = (1/E_k^+ + 1/E_k^-)/2; \quad \tilde{A}_{kkkk} = (1/E_k^+ - 1/E_k^-)/2; \quad A_{ijij} = 1/G_{ij};$$

$$A_{ijij} = -(v_{ij}^+/E_j^+ + v_{ij}^-/E_j^-)/2; \quad \tilde{A}_{ijij} = -(v_{ij}^+/E_j^+ - v_{ij}^-/E_j^-)/2;$$

$$v_{ij}^+/E_j^+ = v_{ji}^+/E_i^+; \quad v_{ij}^-/E_j^- = v_{ji}^-/E_i^-; \quad (i, j, k = 1, 2, 3). \quad (6)$$

Далее рассматривается деформирование прямоугольных ортотропных трехслойных пластин с учетом деформационной анизотропии. При этом принимаются для всего пакета традиционные технические гипотезы типа Тимошенко.

Тогда уравнения связи тензоров деформаций и напряжений (5) упрощаются до следующего уровня:

$$\begin{Bmatrix} e_{11} \\ e_{22} \\ e_{13} \\ e_{23} \\ \gamma_{12} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} C_{1111} & C_{1122} & 0 & 0 & 0 \\ C_{1122} & C_{2222} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & C_{1313} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & C_{2323} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & C_{1212} \end{bmatrix} \cdot \begin{Bmatrix} \sigma_{11} \\ \sigma_{22} \\ \tau_{13} \\ \tau_{23} \\ \tau_{12} \end{Bmatrix}, \quad (7)$$

Уравнения связи деформаций с перемещениями с учетом упрощающих гипотез в декартовой системе координат и в геометрически нелинейной постановке принимают вид:

$$\begin{aligned}
e_{11} &= u_{1,1} + (w_{,1})^2 / 2 - x_3 \psi_{2,1}; \\
e_{22} &= u_{2,2} + (w_{,2})^2 / 2 - x_3 \psi_{1,2}; \\
\gamma_{12} &= u_{1,2} + u_{2,1} + w_{,1} w_{,2} - x_3 (\psi_{1,1} + \psi_{2,2}); \\
\gamma_{13} &= \psi_2 + w_{,1}; \quad \gamma_{23} = \psi_1 + w_{,2},
\end{aligned} \tag{8}$$

где ψ_1, ψ_2 – углы поворота сечения относительно оси x_1 и x_2 , соответственно;

u_k, w – перемещения и прогибы срединной поверхности пластины.

Учитывая, что рассматриваемая задача обладает двоякой анизотропией, геометрической и физической нелинейностью, сформулируем разрешающие уравнения и получим их решения в рамках двухшагового метода последовательных возмущений параметров [16]. Тогда дифференциальные уравнения равновесия для пластины в приращениях имеют вид [16]:

$$\begin{aligned}
\delta N_{11,1} + \delta N_{12,2} &= 0; \\
\delta N_{22,2} + \delta N_{12,1} &= 0; \\
\delta M_{11,1} + \delta M_{12,2} - \delta Q_1 &= 0; \\
\delta M_{22,2} + \delta M_{12,1} - \delta Q_2 &= 0; \tag{9} \\
\delta Q_{1,1} + \delta Q_{2,2} + \delta N_{11,1} w_{,11} + \delta N_{22,2} w_{,22} + \delta w_{,11} N_{11,1} + \delta w_{,22} N_{22,2} + \\
+ \delta N_{12,2} w_{,12} + \delta N_{12,1} w_{,12} + \delta w_{,12} N_{12,2} + N_{12,1} \delta w_{,12} &= -\delta q,
\end{aligned}$$

где через δ обозначены приращения соответствующих функций.

Тогда для приращений деформаций имеем:

$$\begin{aligned}
\delta e_{11} &= \delta u_{1,1} + w_{,1} \cdot \delta w_{,1} - x_3 (\delta \psi_{2,1}); \\
\delta e_{22} &= \delta u_{2,2} + w_{,2} \delta w_{,2} - x_3 (\delta \psi_{1,2});
\end{aligned}$$

$$\delta\gamma_{12} = \delta u_{1,2} + \delta u_{2,1} + w_{,1} \delta w_{,2} + w_{,2} \delta w_{,1} + \delta w_{,1} \delta w_{,2} - x_3(\delta\psi_{1,1} + \delta\psi_{2,2});$$

$$\delta\gamma_{13} = \delta\psi_2 + \delta w_{,1}; \quad \delta\gamma_{23} = \delta\psi_1 + \delta w_{,2}, \quad (10)$$

а для выражений приращений деформаций через приращения напряжений, учитывая разложение в ряд Тейлора до членов не выше первого порядка малости:

$$\begin{aligned} \delta e_{11} &= \frac{\partial e_{11}}{\partial \sigma_{11}} \delta \sigma_{11} + \frac{\partial e_{11}}{\partial \sigma_{22}} \delta \sigma_{22} + \frac{\partial e_{11}}{\partial \sigma_{12}} \delta \sigma_{12} + \frac{\partial e_{11}}{\partial \sigma_{13}} \delta \sigma_{13} + \frac{\partial e_{11}}{\partial \sigma_{23}} \delta \sigma_{23}; \\ \delta e_{22} &= \frac{\partial e_{22}}{\partial \sigma_{11}} \delta \sigma_{11} + \frac{\partial e_{22}}{\partial \sigma_{22}} \delta \sigma_{22} + \frac{\partial e_{22}}{\partial \sigma_{12}} \delta \sigma_{12} + \frac{\partial e_{22}}{\partial \sigma_{13}} \delta \sigma_{13} + \frac{\partial e_{22}}{\partial \sigma_{23}} \delta \sigma_{23}; \\ \delta e_{12} &= \frac{\partial e_{12}}{\partial \sigma_{11}} \delta \sigma_{11} + \frac{\partial e_{12}}{\partial \sigma_{22}} \delta \sigma_{22} + \frac{\partial e_{12}}{\partial \sigma_{12}} \delta \sigma_{12} + \frac{\partial e_{12}}{\partial \sigma_{13}} \delta \sigma_{13} + \frac{\partial e_{12}}{\partial \sigma_{23}} \delta \sigma_{23}; \\ \delta e_{13} &= \frac{\partial e_{13}}{\partial \sigma_{11}} \delta \sigma_{11} + \frac{\partial e_{13}}{\partial \sigma_{22}} \delta \sigma_{22} + \frac{\partial e_{13}}{\partial \sigma_{12}} \delta \sigma_{12} + \frac{\partial e_{13}}{\partial \sigma_{13}} \delta \sigma_{13} + \frac{\partial e_{13}}{\partial \sigma_{23}} \delta \sigma_{23}; \\ \delta e_{23} &= \frac{\partial e_{23}}{\partial \sigma_{11}} \delta \sigma_{11} + \frac{\partial e_{23}}{\partial \sigma_{22}} \delta \sigma_{22} + \frac{\partial e_{23}}{\partial \sigma_{12}} \delta \sigma_{12} + \frac{\partial e_{23}}{\partial \sigma_{13}} \delta \sigma_{13} + \frac{\partial e_{23}}{\partial \sigma_{23}} \delta \sigma_{23} \end{aligned} \quad (11)$$

Обозначая $P_{ijkm} = \frac{\partial e_{ij}}{\partial \sigma_{kl}}$ и обращая уравнения (11), получим:

$$\{\delta\sigma\} = [C_{ijkm}] \{\delta e\}, \quad (12)$$

$$\text{где } [C_{ijkm}]^{-1} = [P_{ijkm}].$$

Приращения внутренних усилий и моментов определяются интегрированием выражения для приращений напряжений по толщине пластины:

$$\delta N_{ij} = \int_{-h/2}^{h/2} \delta \sigma_{ij} dx_3; \quad \delta Q_k = \int_{-h/2}^{h/2} \delta \tau_{k3} dx_3;$$

$$\delta M_{ij} = \int_{-h/2}^{h/2} \delta \sigma_{ij} x_3 dx_3 \quad (13)$$

Рассматривая соотношения (9) – (13) с учетом (5) и (6), получим линеаризованную систему разрешающих дифференциальных уравнений в приращениях перемещений в виде:

$$\begin{aligned} & \delta u_{1,11} D_{1111} + \delta u_{1,22} D_{1212} / 2 + \delta u_{2,12} D_{1122} + \delta u_{2,12} D_{1212} / 2 - \\ & - \delta \psi_{1,12} G_{1122} - \delta \psi_{1,12} G_{1212} - \delta \psi_{2,11} G_{1111} - \delta \psi_{2,22} G_{1212} = \\ & = F_1(\delta w, \delta u_1, \delta u_2, \delta \psi_1, \delta \psi_2, w, u_1, u_2, \psi_1, \psi_2); \\ & \delta u_{1,22} D_{2222} + \delta u_{1,11} D_{1212} / 2 + \delta u_{2,12} D_{1122} + \delta u_{2,12} D_{1212} / 2 - \\ & - \delta \psi_{1,22} G_{2222} - \delta \psi_{1,11} G_{1212} - \delta \psi_{2,12} G_{1122} - \delta \psi_{2,12} G_{1212} = \\ & = F_2(\delta w, \delta u_1, \delta u_2, \delta \psi_1, \delta \psi_2, w, u_1, u_2, \psi_1, \psi_2); \\ & - \delta w_{,1} D_{1313} + \delta u_{1,11} G_{1111} + \delta u_{1,22} G_{1212} / 2 + \delta u_{2,12} G_{1122} + \\ & + \delta u_{2,12} G_{1212} / 2 - \delta \psi_{1,12} K_{1122} - \delta \psi_{1,12} K_{1212} - \\ & - \delta \psi_{2,11} K_{1111} - \delta \psi_{2,22} K_{1212} - \delta \psi_2 D_{1313} / 2 = \\ & = F_3(\delta w, \delta u_1, \delta u_2, \delta \psi_1, \delta \psi_2, w, u_1, u_2, \psi_1, \psi_2); \\ & - \delta w_{,2} D_{1313} + \delta u_{1,22} G_{2222} + \delta u_{1,11} G_{1212} / 2 + \delta u_{2,12} G_{1122} + \\ & + \delta u_{2,12} G_{1212} / 2 - \delta \psi_{2,12} K_{1122} - \delta \psi_{2,12} K_{1212} - \\ & - \delta \psi_{1,22} K_{2222} - \delta \psi_{1,11} K_{1212} - \delta \psi_1 D_{1313} / 2 = \\ & = F_4(\delta w, \delta u_1, \delta u_2, \delta \psi_1, \delta \psi_2, w, u_1, u_2, \psi_1, \psi_2); \\ & \delta w_{,11} D_{1313} + \delta w_{,22} D_{2323} + \frac{1}{2} \delta \psi_{1,2} D_{2323} + \frac{1}{2} \delta \psi_{2,1} D_{1313} - q = \\ & = F_5(\delta w, \delta u_1, \delta u_2, \delta \psi_1, \delta \psi_2, w, u_1, u_2, \psi_1, \psi_2), \end{aligned} \quad (14)$$

где $D_{ijkm}(x_1, x_2) = \int_{-h/2}^{h/2} C_{ijkm}(x_1, x_2, x_3) dx_3$;

$$G_{ijkm}(x_1, x_2) = \int_{-h/2}^{h/2} C_{ijkm}(x_1, x_2, x_3) x_3 dx_3$$

$$K_{ijkm}(x_1, x_2) = \int_{-h/2}^{h/2} C_{ijkm}(x_1, x_2, x_3) x_3^2 dx_3.$$

Для полноты системы разрешающих уравнений (14) необходимо задать граничные условия. В частности для жесткого опирания они примут вид $u_k = 0$; $\psi_k = 0$; $w = 0$ и соответственно в приращениях $\delta u_k = 0$; $\delta \psi_k = 0$; $\delta w = 0$, а для шарнирного закрепления $u_k = 0$; $M_{kk} = 0$; $w = 0$ и соответственно в приращениях $\delta u_k = 0$; $\delta M_{kk} = 0$; $\delta w = 0$.

Решение линеаризованных уравнений осуществлялось конечно-разностным методом повышенной точности. Для получения надежных результатов оценивались размеры шага сетки и принята сетка с 40×40 узловыми точками (с учетом симметрии задачи для четвертой части пластины). По толщине внешних и внутреннего слоев пластины разбивалась соответственно на 5 и 20 точек соответственно, что весьма достаточно. Соотношения между толщиной и характерным продольным размером принимались $a/h = 6,67$. В результате был разработан пакет прикладных программ для решения поставленной задачи в системе MATLAB 2011.

Полученные результаты решения задач иллюстрируют влияние деформационной анизотропии материала, а также поперечного сдвига. Приводится сравнение с решениями, полученными на основе различных моделей теории деформирования ортотропных разнородных материалов, известных ранее (модели С.А. Амбарцумяна, Р.М. Джонса - Д.А.Р. Нельсона), классической теории ортотропии и предложенных соотношений.

При анализе полученных результатов расчета трехслойных прямоугольных пластин, составленных из ортотропных разнородных материалов, проведено исследование влияния граничных условий, а также сочетаний модулей упругости на параметры напряженно-деформированного состояния. При изменении одного из параметров упругости остальные константы фиксировались. Разнородность во всех направлениях полагалась одинаковой.

Пластина составлена из следующих материалов: внешние слои - стеклопластик, внутренний слой - графитоккомпозит АТJ-S. Интегрирование по толщине пластины проводилось методом Симпсона.

Было проведено сравнение полученных результатов с решением, основанным на гипотезах Кирхгофа-Лява. Установлено, что учет влияния поперечного сдвига может привести к по-

грешностям в определении основных параметров НДС: максимального прогиба – до 13%, а напряжений – до 47%.

Для сравнения результатов расчета с использованием различных моделей теории упругости разнородных материалов рассмотрена прямоугольная пластина в условиях жесткого и шарнирного опирания по контуру. Сравнение производилось с расчетами по моделям С.А. Амбарцумяна и Р.М. Джонса - Д.А.Р. Нельсона. По результатам расчета можно сделать вывод о том, что расчет по этим моделям приводит к погрешности при определении максимальных прогибов до 9% при жестком опирании по контуру и до 13% при шарнирном, а также – к занижению значения напряжений при расчете по модели Р.М. Джонса - Д.А.Р. Нельсона на величину до 12%, а по модели С.А. Амбарцумяна на величину до 20%.

Также полученные решения сравнивались с результатами, вытекающими из классической теории анизотропных пластин при осредненных механических характеристиках.

Классическое решение, не учитывающее свойства разнородности материалов, может привести к погрешностям в определении максимальных напряжений в некоторых случаях до 63%. Отклонения в максимальных прогибах – до 22% в большую или меньшую сторону в зависимости от соотношений основных параметров упругости, при этом характер изменения жесткости ортотропных пластин, в отличие от изотропных, трудно предсказать заранее.

Установлено, что свойства разнородности материалов пластин могут привести к отклонениям максимальных прогибов, изгибающих моментов и напряжений, причем на величину этой разницы определенное влияние оказывают граничные условия. Так при жестком закреплении по контуру пластины эти отклонения больше, чем для шарнирного опирания.

Библиографический список

1. *Трецев, А.А. Потенциальная зависимость между деформациями и напряжениями для ортотропных физически нелинейных материалов / А.А. Трецев // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. – Орел: ОГУ. – 2017. – № 4-1 (324). – С. 71 – 74.*
2. *Трецев, А.А. Удельная дополнительная работа деформирования ортотропных физически нелинейных материалов / А.А. Трецев, Ю.А. Монастырев, В.Д. Чибрикина // Социально-*

экономические и экологические проблемы горной промышленности, строительства и энергетики: 13-я Международная конференция по проблемам горной промышленности, строительства и энергетики. – Тула: ТулГУ, 2017. – Т. 2. – С. 208 – 212.

3. Трещев, А.А. Нелинейные определяющие соотношения для ортотропных разносопротивляющихся материалов / А.А.Трещев // Сборник материалов XVIII Международной научно-технической конференции «Актуальные проблемы строительства, строительной индустрии и промышленности». – Тула: ТулГУ. – 2017. – С. 180 – 184.

4. Schmuieser, D.W. Nonlinear Stress-Strain and Strength Response of Axisymmetric Bimodulus Composite Material Shells / D.W.Schmuieser // AIAA Journal. – 1983. – Vol. 21. – №12. – P. 1742 – 1747.

5. Reddy, L.N. On the Behavior of Plates Laminated of Bimodulus Composite Materials / L.N.Reddy, C.W.Bert // ZAMM. – 1982. – Vol. 62. – № 6. – P. 213 – 219.

6. Jones, R.M. A Nonsymmetric Compliance Matrix Approach to Nonlinear Multimodulus Ortotropic Materials / R.M.Jones // AIAA Journal. – 1977. – Vol. 15. – № 10. – P. 1436 – 1443.

7. Jones, R.M. Modeling Nonlinear Deformation of Carbon-Carbon Composite Material / R.M. Jones // AIAA Journal. – 1980. – Vol. 18. - № 8. – P. 995 – 1001.

8. Jones, R.M. Bucling of Stiffened Multilayered Circular Shells with Different Ortotropic Moduli in Tension and Compression / R.M. Jones // AIAA Journal. – 1971. – Vol. 9. – № 5. – P. 917 – 923.

9. Трещев, А.А. Теория деформирования и прочности материалов с изначальной или наведенной чувствительностью к виду напряженного состояния. Определяющие соотношения / А.А. Трещев // Москва – Тула: РААСН – ТулГУ, 2016. – 328 с.

10. Трещев, А.А. Анизотропные пластины и оболочки из разносопротив-ляющихся материалов / А.А. Трещев // Москва – Тула: РААСН – ТулГУ, 2007. – 160 с.

11. Трещев, А.А. Определяющие соотношения для нелинейных анизотропных материалов, чувствительных к виду напряженного состояния / А.А.Трещев, Д.А.Ромашин // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. – Н.Новгород: Изд-во ННГУ им. Н.И. Лобачевского, 2011. – №4. Часть 4. – С. 1740-1742.

12. Розе, А.В. Трехармированные тканые материалы / А.В. Розе, И.Г. Жигун, М.Н. Душин // *Механика полимеров*. – 1970. – №3. – с. 471–476.

13. Jones, R.M., *Theoretical-experimental correlation of material models for non-linear deformation of graphite* / R.M.Jones, D.A.R.Nelson // *AIAA Journal*. – 1976. – Vol. 14 – №10. – P. 1427–1435.

14. Jones, R.M. *Stress-Strain Relations for Materials with Different Moduli in Tension and Compression* / R.M. Jones // *AIAA Journal*. – 1977. – Vol. 15. – №1. – P. 16–25.

15. Трещев, А.А. Описание деформирования ортотропных разносопротивляющихся материалов / А.А. Трещев, Ю.А. Монастырев, В.Д. Чибрикина, Ю.А. Завьялова, М.А. Лапина // *Строительная механика и конструкции*. – Воронеж: ВГТУ. – 2019. - №1(20). – С. 7-13.

17. Петров, В.В. *Методы расчета балок, пластин и призматических оболочек из нелинейно-деформируемого материала* / В.В. Петров, И.В. Кривошеин, П.В. Селяев. – Саранск: МордГУ, 2009. – 164 с.

ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 811.111'24-057.875:378.147.091.3:62

ПРАКТИКА ЭФФЕКТИВНОГО ПРОВЕДЕНИЯ ВИДЕОКОНФЕРЕНЦИИ ПО АНГЛИЙСКОМУ ЯЗЫКУ В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ

Ваник И. Ю.

Белорусский национальный технический университет

В статье анализируется опыт использования интерактивных образовательных технологий в обучении английскому языку в техническом университете на примере видеоконференции между студентами Белорусского национального технического университета и Грузинского технического университета. Рассматриваются основные этапы реализации видеоконференции. Даются рекомендации по организации и проведению совместной образовательной деятельности в рамках видеоконференции. Выделены ключевые аспекты учебной работы по подготовке студентов к участию в мероприятии.

В настоящее время в условиях цифровой трансформации профессионально ориентированное обучение английскому языку в университете инженерно-технологического профиля неотъемлемо связано с внедрением интерактивных образовательных технологий. Такие технологии ориентированы на широкое взаимодействие всех участников образовательного процесса. Преподаватель выступает координатором познавательной деятельности обучающихся, а студенты вовлечены в самостоятельный поиск путей решения учебной задачи через обучение в команде.

Одним из основных требований к организации занятий с использованием интерактивных методов обучения является наличие учебных аудиторий, оснащенных мультимедийным оборудованием. В распоряжении преподавателей английского языка Белорусского национального технического университета находится мультимедийная лаборатория, которая создает дополнительные возможности для повышения иноязычной компетенции студентов [1]. Среди разнообразия интерактивных методов обучения, следует выделить видеоконференцию, которая является сетевым ресурсом на основе видеоконференцсвязи и ориентирована на поддержку коллективных дискуссий.

Видеоконференция позволяет организовать совместные учебные мероприятия среди студентов разных вузов, например: круглые столы, конференции, презентации, защиты проектов и другие, на которых участники выступают с сообщениями, обмениваются данными, предоставляют результаты своих исследований по заранее определенной теме. Посредством соответствующего оборудования (компьютер с установленным программным обеспечением для видеоконференцсвязи и выходом в Интернет, видекамера, колонки и др.) участники видеоконференции могут видеть и слышать друг друга, а также взаимодействовать в режиме реального времени.

БНТУ активно сотрудничает с зарубежными техническими учебными заведениями многих стран. Одним из примеров совместной образовательной деятельности является проведение видеоконференции на английском языке между студентами первого курса факультета информационных технологий и робототехники БНТУ и студентами первого курса факультета автоматизированных и информационных систем Грузинского технического университета. Тематика видеоконференции была определена как «Современные языки программирования». В ходе живого общения на английском языке, студенты обменялись сообщениями о своих интересах в области программирования и представили презентации об истории и современном использовании языков программирования в мире и в своей стране.

Рассмотрим более подробно этапы реализации данной видеоконференции. На подготовительном этапе в ходе переписки по электронной почте между преподавателями, ответственными за организацию мероприятия, был разработан четкий сценарий и согласованы дата и время проведения видеоконференции. В учебном процессе для студентов факультета информационных технологий и робототехники БНТУ, изучающих английский язык, данная видеоконференция стала итогом их проектной деятельности на заданную тему. Заранее был согласован состав выступающих и формат выступлений. Было решено представить результаты проектной работы в виде презентаций продолжительностью 5–7 минут.

Мотивационно-ориентировочный этап оказался наиболее сложным в подготовке к видеоконференции, поскольку студентов необходимо было заинтересовать и стимулировать к активной подготовке и участию в мероприятии. Основной упор был сделан на объяснение значимости публичного выступления в их

дальнейшей профессиональной деятельности и приобретение практического опыта участия в дискуссии. Кроме того, в процессе подготовки презентаций и выступлений проводились занятия по формированию презентативных навыков. Это способствовало формированию положительной установки на реализацию учебной задачи и уверенности в ее успешном выполнении.

Работа над проектом начиналась с формирования идеи проекта, постановки проблемы и определения задач по ее решению. Следующий этап включал представление проекта в форме презентации, и на завершающем этапе происходило осмысление и оценка проделанной работы [2].

Представление результатов исследовательской и проектной работы неразрывно связано с публичным выступлением. В рамках проводимой видеоконференции формат выступлений по защите проектов был определен как презентация. Нередко студенты, обладающие высоким уровнем языковой подготовки, не могут заинтересовать аудиторию из-за монотонности и невыразительности своей речи. К сожалению, они не владеют приемами успешного взаимодействия с аудиторией и эффективного представления информации.

Как известно, мастерство оратора складывается не только из глубоких знаний обсуждаемой проблематики, но также из понимания организационных, структурных и психологических вопросов проведения презентации. Следовательно, для повышения презентативной компетенции студентов необходимо включать в учебную работу различные тренировочные упражнения. Рассмотрим ряд заданий, которые целесообразно выполнять на подготовительном этапе обучения презентации. На данном этапе идет ознакомление с правилами построения презентации и речевыми клише на английском языке, помогающие подать материал логично и аргументировать свои суждения. Рекомендуем представить обучающимся аудио- или видео-образец качественного публичного выступления на английском языке, на базе которого будет создан комплекс тренировочных упражнений.

Упражнения на формирование презентативных навыков могут включать следующие задания: прослушайте три презентации и соедините тему с номером презентации, прослушайте аудио-презентацию и расположите реплики в правильном порядке, заполните пропуски в предложениях словами из списка, прослушайте презентацию и заполните пропуски самостоятельно, представьте данные речевые клише менее формальными,

сделайте свое начало презентации с использованием речевых клише. Задания такого плана помогут отработать речевые конструкции и грамматический материал и сформировать навыки эффективной презентации.

В ходе подготовки к видеоконференции преподавателем осуществлялся постоянный контроль и координация деятельности студентов по подбору материала для презентаций, проводилось консультирование по грамматически правильному оформлению текста выступления, велась работа над произношением сложных компьютерных терминов. Кроме того, на данном этапе студентов кратко ознакомили с принципами работы перед видеокамерой. Со стороны участников видеоконференции от БНТУ проектная работа проводилась в трёх мини-группах по два человека. Студенты осуществляли самостоятельный поиск информации и вариантов решения поставленной учебной задачи, учились планировать свою деятельность и работать в команде.

Следует также отметить, что студенты активно вовлекались в подготовку технического сопровождения видеоконференции (установка правильного угла обзора веб-камеры, тестирование работы программного обеспечения, организация рассадки участников и др.). Таким образом, преподавателем создавались условия для инициативы обучающихся, для развития умений убеждать и принимать личные и коллегиальные решения.

Основной этап проведения видеоконференции начался с открытия мероприятия и вступительных слов ведущих. Студенты БНТУ и Грузинского технического университета выступали по очереди, после выступления отвечали на вопросы слушателей или сами задавали вопросы, взаимодействуя с другими участниками встречи на английском языке. Активность студентов была высокая, чему способствовала предварительная подготовительная работа и четкий сценарий мероприятия.

На рефлексивно-оценочном этапе обучающиеся выразили высокую самооценку своим выступлениям, поскольку приобретенные на занятиях по английскому языку презентативные навыки и речевые умения способствовали успешной иноязычной коммуникации. Таким образом, проведение совместной образовательной работы в формате видеоконференции способствует обмену опытом между преподавателями, а студенты получают отличную возможность совершенствовать свои знания и развивать коммуникативные умения в интерактивном режиме. Такой метод обучения активизирует познавательную и мысли-

тельную деятельность студентов, а также усиливает мотивацию к изучению английского языка.

Библиографический список

1. Ваник, И.Ю. Компьютерное тестирование как эффективная форма контроля лексико-грамматических навыков по английскому языку / И.Ю. Ваник, А.В. Муравьёва // Проблемы лингвообразования в неязыковом вузе [Электронный ресурс]: материалы Международной научно-практической конференции, 01 февраля 2018 г., Минск, Беларусь / БГУ, Кафедра английского языка естественных факультетов; редкол.: А.Э Черенда (гл. ред.) [и др.]. – Минск: БГУ, 2018 – С. 24-26

2. Ваник И.Ю. Проектная деятельность как эффективное средство повышения иноязычной компетенции студентов технического вуза / И.Ю. Ваник, А.В. Муравьёва // Материалы 15-й международной НТК – Минск: БНТУ, 2018. – С. 289.

УДК 378.046.4

ПАРАДИГМА ПРАКТИЧЕСКОЙ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СПЕЦИАЛИСТОВ НЕРУДНОЙ ИНДУСТРИИ В СФЕРЕ МЕХАНИЗАЦИИ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ

Головин А.И.

Тульский государственный университет

Рассматриваются вопросы реализации в Тульском госуниверситете программ дополнительного профессионального образования горнотехнического профиля и, в частности, при подготовке персонала, связанного с механизацией взрывных работ. Приводятся сведения по отдельным типам смесительно-зарядных машин, используемых на предприятиях нерудной индустрии.

В настоящее время, несмотря на значительное количество в нашей стране вузов и числа выпускаемых специалистов, предлагаемые меры по совершенствованию системы образования, проблемы в подготовке кадров сохраняются. Реальный сектор экономики испытывает серьезный дефицит квалифицированных кадров. Это относится и к предприятиям индустрии нерудных материалов.

Современный рынок труда в разных отраслях экономики требует непрерывного повышения квалификации специалистов, соответствия её уровню научной и инновационной деятельности, концепции модернизации производства. В условиях быстро растущего технического потенциала и необходимости обеспечения требований к уровню квалификации персонала, этот уровень уже не может быть гарантирован базовым образованием.

Важнейшее значение приобретают современные системы высшего инженерного и управленческого образования и программы дополнительного профессионального образования специалистов, позволяющие в мире с высокой конкуренцией ответить в короткие сроки на вызов времени повышением производительности труда. Для предприятия (компании) более эффективным и экономичным является повышение отдачи от уже работающих сотрудников на основе дополнительного обучения и повышения квалификации, чем привлечение новых работников.

Значительный опыт в реализации программ дополнительного профессионального образования, повышения квалификации и переподготовки специалистов накоплен в Тульском государственном университете в процессе сотрудничества в течение нескольких десятков лет с предприятиями индустрии нерудных строительных материалов [1].

Наиболее активная фаза этого сотрудничества началась 30 лет назад, когда областное управление ПРСО «Тулавтодор» совместно с Приокским управлением Ростехнадзора (тогда Госгортехнадзора) обратились на кафедру технологии горных работ горного факультета Тульского политехнического института с просьбой провести повышение квалификации и переподготовку руководящего персонала с целью получения права ответственного ведения открытых горных работ работниками нескольких карьеров и дорожно-строительных управлений, входивших в структуру Тулавтодора.

Автору данной статьи тогда было предложено организовать на базе названной кафедры (где он преподавал дисциплины соответствующего профиля) курсы повышения квалификации по открытым горным работам и переработке полезных ископаемых, взрывным работам для специалистов, имеющих высшее или среднетехническое базовое образование не по профилю работы на данном предприятии. Несоответствие профиля образования характеру профессиональной деятельности неприемлемо для предприятия, не способствует развитию его интеллекту-

ального потенциала и противоречит требованиям Ростехнадзора в отношении обеспечения промышленной безопасности.

Такие курсы были организованы и с 1989 года успешно функционировали в структуре образованного тогда же подразделения института (после преобразования в 1995 году – Тульского государственного университета) – регионального центра повышения квалификации и переподготовки руководящих работников.

Позднее образовательная деятельность университета значительно расширилась по географии сотрудничества с партнерами (предприятиями, компаниями, организациями) и количеству учебных планов и программ разных специализаций, реализуемых в рамках дополнительного профессионального образования специалистов сферы индустрии нерудных материалов. Территориально сотрудничество с партнерами охватывает целый ряд областей и регионов, в основном, Центральной России. С 2010 года курсы функционируют в структуре созданного в ТулГУ института непрерывного профессионального образования.

Учебный процесс осуществляется на учебно-лабораторном фонде и интеллектуальном потенциале базовых кафедр. Ведущие преподаватели и ученые кафедры геотехнологий и строительства подземных сооружений, кафедры городского строительства и архитектуры, Тульского регионального отделения Академии горных наук вносят большой вклад в подготовку специалистов отрасли и известны во многих регионах России и за рубежом.

Сотни специалистов предприятий нерудной индустрии повысили свою квалификацию в ТулГУ по горным, а также строительным направлениям и специальностям, получили право руководства горными и взрывными работами, по маркшейдерскому делу, переработке полезных ископаемых (производству фракционированного щебня, гравия и песка из природного минерального сырья), право контроля качества продукции и др. Повышение квалификации и дополнительное обучение ведется по учебным планам и программам с объемом занятий от 72 час. до 320 час. и продолжительностью курсов от 1 до 3-х месяцев. Профессиональная переподготовка специалистов осуществляется по программам с объемом до 500 час. и более.

Образовательная деятельность университета, включая и сферу дополнительного профессионального образования по указанным направлениям и специальностям, пользуется заслуженным авторитетом у хозяйствующих субъектов разных отраслей горного и строительного секторов экономики.

Университет поддерживает связи в научно-техническом и образовательном плане с известными бизнес-структурами, организациями, надзорными органами, фирмами. Среди них – АО «Павловскнеруд», ОАО «Доломит», АО «Гурово-бетон», «Тулацемент» (в структуре ООО «Хайдельбергцемент»), холдинг «Техизвестняк», АО «Воронежское рудоуправление», Приокское и Верхне-Донское управления Ростехнадзора, ООО «Центр-Известняк» компании «TEREX», Богаевский карьер, АО «Волгоградметрострой», АО «Союзвзрывпром» и др. В большинстве своем они ведут эксплуатацию месторождений карбонатных осадочных пород, гранита, строительных песков и гравия, суглинков, огнеупорных глин и по характеру производства относятся к опасным производственным объектам.

Потенциал индустрии нерудных материалов по производству конкурентоспособной продукции в последние годы значительно возрос, благодаря техническому переоснащению производственной базы строительства. Это позволило стабилизировать и существенно увеличить в последние 15-20 лет объем продукции, выпускаемой предприятиями нерудной отрасли. Они обеспечивают отечественную промышленность строительных материалов практически всеми видами минерального сырья. Их продукция в огромных объемах используется при строительстве дорог, масштабы которого в настоящее время очень выросли.

Развитию процессов модернизации, расширению информационного поля и экономического взаимодействия субъектов нерудного бизнеса, способствуют Международные выставки горного профиля, периодически проходящие в г. Москва в МВЦ «Крокус-Экспо». На одной из них – Международной специализированной выставке индустрии нерудных материалов «NERUDEX», состоявшейся в феврале 2014 года, ТулГУ выступил в качестве ее участника [2] и представил свою экспозицию по актуальным вопросам образовательной деятельности (рис. 1).

Экспозиция ТулГУ на выставке «NERUDEX» была посвящена, в основном, развитию системы дополнительного профессионального образования (ДПО) в университете, использованию методологических ресурсов в повышении квалификации и дополнительном обучении руководящих кадров разных уровней, работающих на предприятиях и в организациях сферы нерудной индустрии.

Содержание учебных планов и программ системы ДПО университета формируется на основании изучения потребностей предприятий и компаний, с учетом данных экспертных опросов

руководителей и ведущих специалистов, положений нормативных и законодательных актов. Подготовка специалистов для производств и видов работ с повышенной опасностью требует согласования программ с органами Ростехнадзора.

Учебными планами предусматривается проведение лекций, практических и лабораторных занятий, разборов конкретных производственных ситуаций, изучение передового российского и зарубежного опыта, достижений в развитии техники и технологий, выездные занятия и экскурсии на производственные объекты. В ходе учебного процесса выполняются контрольные расчетно-графические работы и выпускные квалификационные работы с последующей их защитой на экзаменах перед квалификационной (экзаменационной) комиссией, создаваемой в вузе, под председательством ведущего специалиста из надзорных органов.

Учет специфики и возможностей конкретных предприятий, значительно отличающихся и масштабами производства, и потребностью в повышении квалификации своих специалистов, делает актуальным применение гибких технологий и форм организации учебного процесса. В зависимости от контингента слушателей по количественному составу группы, номенклатуре направлений подготовки и специализаций, а также специфике заказа предприятия применяется как групповое, так и индивидуальное обучение. Последнее становится все более актуальным, поскольку такой подход не только теснее связан с потребностями в росте собственной квалификации конкретного руководителя, но и значительно экономичнее по временным затратам.

В современных условиях важное значение придается новым компонентам технологии реализации образовательных программ – процессам диверсификации образования, предполагающим обеспечение гибкости доступа разных категорий обучающихся слушателей к различным видам образования, которые их больше удовлетворяют.

В частности, диверсификация предусматривает: применение различных образовательных программ (по направлениям и специализациям), вариантность форм и сроков обучения, формирования контингента и критериев набора слушателей, применение модульных технологий образования (позволяющих слушателям выбирать такие темы, которые им более необходимы и дают возможность адаптировать обучение под себя), сетевой формы реализации образовательных программ [3] (проведение учебных занятий совместно с партнерами), гибкость расписания учебных

занятий, возможность совмещения учебы и работы, применения дистанционных форм обучения.

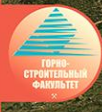
ДОПОЛНИТЕЛЬНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ В СФЕРЕ ИНДУСТРИИ НЕРУДНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Повышение квалификации, переподготовка и дополнительное обучение специалистов индустрии нерудных материалов осуществляется в институте непрерывного профессионального образования ТулГУ с использованием учебно-лабораторной и материальной базы горно-строительного факультета. Базовой кафедрой для реализации программ ДПО является кафедра геотехнологий и строительства подземных сооружений.

Деятельность нерудных компаний по разработке месторождений и переработке минерального сырья неизбежно предполагает повышенную техногенную нагрузку на окружающую среду и ставит проблему восстановления прилегающих территорий. Кафедра городского строительства и архитектуры разрабатывает проекты ландшафтной реконструкции и оформления прилегающих к горным предприятиям и отработанным пространствам территорий.

Наши партнеры:

- ОАО "Павловскнеруд" - в структуре ОАО "Национальная нерудная компания";
- ОАО "Доломит" - в структуре компании "Новолипецкий металлургический комбинат" (НЛМК);
- ОАО Туоров-Бетон;
- Тулацемент - в структуре ООО "Хайдельбергцемент";
- НО "Союзцемент";
- ЗАО "Воронежский комбинат строительных материалов";
- Холдинг "Техинвестия";
- ОАО "Волгоградмостстрой";
- Компания "Типскауф" (г. Новомосковск);
- Приискное управление Ростехнадзора;
- Верхне-Донское управление Ростехнадзора;
- ОАО "Союзазрыпром" и др.



ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

**КАРЬЕР "ЦЕНТРАЛЬНЫЙ"
ОАО "ДОЛОМИТ"**
ПЛАН ГОРНЫХ РАБОТ м 1:5000



СХЕМА ВЗРЫВНОЙ СЕТИ



- 1 Взрывчатое вещество КТН-3
- 2 Электропровода ЗР-40-3
- 3 Электроинициаторы ЭИЗ-10
- 4 Магистраль ВЗ
- 5 Сближенные заряды

**Паспорт отработки забоя добычного
уступа экскаватором ЭКГ-5А м 1:200**



Рис. 1 – Фрагменты экспозиции на выставке

В ТулГУ успешно применялась организация выездных курсов на крупных и средних предприятиях с выездом профессорско-преподавательского состава на учебную базу предприятия. Местоположение учебной базы оказывает значительное влияние на организацию учебного процесса и расширяет возможности технологии обучения. Традиционным является использование для учебного процесса аудиторного и лабораторного фонда вуза. Однако при появлении на предприятиях необходимости повышения квалификации большого количества специалистов (15-20 чел.) возникает не только проблема выделения значительных средств на организацию обучения, но и проблема отвлечения персонала от производства, что в реальных условиях оказывается невозможным.

При наличии учебной базы с хорошими условиями на самом предприятии вполне эффективным оказывается внутрифирменное обучение. Приближение учебного процесса к производству приносит свои положительные результаты. Организация таких выездных курсов Тульским госуниверситетом в течение последних 15 лет на учебных базах АО «Павловскгранит» Воронежской области, ОАО «Доломит», АО «Горняк», АО «Рождественский карьер» холдинга «Техизвестняк» Липецкой области подтверждает эффективность внутрифирменного обучения.

Практическая реализация одной из новых редакций программы ДПО по подготовке персонала в сфере механизации взрывных работ (операторов смесительно-зарядных машин) имела место на ОАО «Доломит». Программы изучаемых дисциплин и учебные планы составлены с учетом требований ФНП «Правила безопасности при взрывных работах» и изменений к ним (в редакции 2018 г.) и других нормативных документов.

Программой предусматривается теоретическое обучение в объеме 170 ч (по обязательным дисциплинам) и производственное обучение (стажировка) в объеме 60 ч. Теоретическое обучение включает общую подготовку – 68 ч и специальную подготовку – 102 час. Выполняется курсовая работа по обоснованию технологии и безопасной эксплуатации смесительно-зарядной машины на примере МСЗ-8-НП (рис. 2) в условиях производства взрывных работ на карьере по разработке доломита.

При этом исполнитель курсовой работы в процессе решения поставленных задач должен обоснованно принимать способы размещения зарядов ВВ в массиве горных пород, понимать их взаимодействие во времени, обосновывать параметры, при ко-

торых обеспечивалось бы необходимое качество дробления пород, высокая производительность оборудования с соблюдением правил безопасности при взрывных работах. Необходимо принимать во внимание, что эффективное использование энергии взрыва возможно только на основе правильной оценки важнейших характеристик взрывчатых веществ и реакций их взрывчатого превращения (величина кислородного баланса, величина теплового эффекта реакции взрыва, химический состав, масса и плотность заряда, геометрия его закладки и т.д.).

Механизированные способы заряжания скважин получают все большее распространение. Они облегчают труд рабочих, повышают производительность. В условиях рыночной экономики наблюдается тенденция перевода горных предприятий на применение более дешевых ВВ, изготавливаемых непосредственно вблизи мест их применения на стационарных пунктах или в смесительно-зарядных машинах [4].

Машина смесительно-зарядная МСЗ-8-НП предназначена для транспортирования исходных компонентов взрывчатых веществ (гранулитов) на заряжаемый блок, изготовления ВВ из этих компонентов (игданита) и заряжания готовыми ВВ скважин (в том числе зарядов в полиэтиленовых рукавах) на открытых горных разработках в районах с умеренным климатом.



Рис. 2 – Машина смесительно-зарядная МСЗ-8-НП

Кроме того, машина предназначена для транспортирования гранулированных ВВ, допущенных Ростехнадзором к механизированному заряданию, и заряжания ими скважин на открытых горных разработках. Смесительно-зарядная машина МСЗ-8-НП

соответствует требованиям, предъявляемым к транспортным средствам, предназначенным для перевозки опасных грузов.

Указанная программа ДПО по подготовке операторов смесительно-зарядных машин была также реализована для условий производства взрывных работ ООО «МАКС» на объектах республики Дагестан на примере эксплуатации зарядной машины ЗМК-1А.

Зарядная машина ЗМК-1А относится к зарядным устройствам камерного типа. Конструкция машины предусматривает увлажнение (смачивание) взрывчатых веществ в процессе зарядания.

Назначение машины:

- пневмотранспортирование ВВ и зарядание шпуров и скважин;
- приготовление ВВ типа игданит и увлажнение ВВ заводского изготовления.

Область применения – горная промышленность. При эксплуатации машины должны использоваться гранулированные ВВ, не содержащие в своем составе нитроэфиров и гексогена, допущенные Ростехнадзором к механизированному заряданию. Для обеспыливания процесса пневмозарядания, предупреждения электризации, повышения плотности заряда и уменьшения потерь ВВ за счет выноса из шпуров и скважин, зерногранулиты и гранулиты должны применяться только с увлажнением водой.

Машина обеспечивает регулируемый ввод воды или дизтоплива в ВВ в пределах до 10%. Конкретное количество вводимой воды или дизтоплива определяется для каждого вида ВВ в соответствии с руководством по его применению на взрывных работах.

При зарядании шпуров рекомендуется использовать в машине камеру вместимостью 2,5 кг. При зарядании скважин используются камеры вместимостью 3,5 кг или 5,0 кг.

Длительная и безотказная работа машины обеспечивается при правильном техническом обслуживании и выполнении регламента.

Машину обслуживает бригада: оператор управляет машиной, взрывник и его помощник манипулируют зарядным трубопроводом в районе зарядания шпуров или скважин.

Эффективность эксплуатации смесительно-зарядных машин во многом определяется качеством обслуживания данной техники и всех её узлов и агрегатов, квалификацией персонала, соблюдением требований и правил безопасности при механизированном зарядании скважинных зарядов и производстве взрывных работ.

Многолетний опыт сотрудничества ТулГУ в сфере дополнительного профессионального образования со многими ведущими предприятиями и компаниями индустрии нерудных строи-

тельных материалов показывает, что высокая профессиональная подготовка кадров всех звеньев производства, постоянное повышение уровня квалификации являются важным условием модернизации отрасли.

Библиографический список

1. Головин А.И. *Инновационные технологии непрерывного повышения квалификации – требование современного рынка труда в производстве строительных материалов // Известия ТулГУ. Сер. Строительство, архитектура и реставрация. Вып. 7. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2004. – С. 14 – 19.*

2. Головин А.И. *Международная специализированная выставка индустрии нерудных строительных материалов «NE-RUDEX» в МВЦ «Крокус – Экспо» // Вестник ТулГУ. Серия «Строительство, архитектура и реставрация». Вып. 2. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2014. – С. 209 – 220.*

3. Знобищева Т.В. *Обучение CREDO на любой вкус // Дорожная держава. – 2013. – № 51. – С. 66 – 67.*

4. Кутузов Б.Н., Нициал Г.А. *Технология и безопасность изготовления и применения взрывчатых веществ на горных предприятиях: Учеб. пособие. – 2-е изд., стер. – М.: МГГУ, 2004. – 246 с.*

УДК 378.145.3

ЗНАЧИМОСТЬ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНЫХ МАТЕРИАЛОВ СТУДЕНТАМИ ЧЕРЕЗ ЛИЧНОСТНУЮ ВИДЕОВИЗУАЛИЗАЦИЮ

Епифанцев К. В.

*Санкт-Петербургский государственный университет
аэрокосмического приборостроения*

В настоящее время предъявляются большие требования к студентам, окончившим ВУЗы - работодатель проводит оценку уровня знаний на основе профессиональных компетенций, которые должен был сформировать обучающийся в процессе прохождения практик. Но срок практики в современных условиях варьируется в год от 2 недель до месяца, что недостаточно для закрепления знаний, полученных на производстве. Проекты по совместным разработкам между студентами и предприятиями должны осуществляться в течение всего года, что невозможно осуществить без современных цифровых технологий

В настоящее время в технических ВУЗах отведено небольшое количество часов для производственной практики – от 2 до 3 месяцев за весь период обучения. При системе совмещенного образования во ВТУЗах в советский период курс практической подготовки назначался от 2 лет. Однако, были как положительные, так и отрицательные стороны этого вида обучения. В настоящее время практику заполняют новые методики работы со студентами через системы визуализации.

Первые ВТУЗы были созданы в СССР в 1930 году на базе крупных промышленных предприятий. Так, например, ВТУЗ при предприятии «Завод имени И. А. Лихачёва» (открылся 1 февраля 1931 года) как филиал вечернего автомеханического института [1]. В 1971 году в СССР было три самостоятельных Завода-ВТУЗа, а в середине 1980-ых годов в СССР было уже заводов-ВТУЗов, наиболее известные это: ВТУЗ при Ленинградском металлургическом заводе им. 22-го съезда КПСС [3], ВТУЗ при Ростовском заводе сельскохозяйственного машиностроения «Ростсельмаш» и Московском автомобильном заводе им. И. А. Лихачева.

Особенностью ВТУЗов была интегрированная подготовка, основанная на взаимодействии двух субъектов – ВУЗа и предприятия. Подобный опыт образования был развит в странах ближнего и дальнего зарубежья: в Англии подобная система названа «Sendvich», в США – кооперированной [2]. Функции системы ВТУЗ в СССР позволило объективно оценивать потребности предприятий в трудовых ресурсах, а также управлять численностью обучающихся. Обязательное предоставление выпускникам ВУЗов рабочих мест позволяло удовлетворять потребности предприятий в высококвалифицированных кадрах. Однако в этой системе имелись и недостатки - большие нагрузки при дневной работе на предприятии, в вечернее время – обучении негативно влияли на качество воспринимаемого материала. При переходе от дневной формы к вечерней, после 1 и 3 курса, когда были большие нагрузки в образовательном плане и одновременно – на производстве (как правило, уже должности «мастеров»), наблюдался спад успеваемости. Основные плюсы системы – это большой практически опыт (минимальный стаж к выпуску из вуза достигал 1,5 лет).

После 1990-х годов устойчивая система взаимодействия ВУЗ-предприятие-государство перестала функционировать. Причина - осложнение вопроса обязательного распределения

выпускников [4]. Численность заводов-ВТУЗов сокращалась с 1990 года и к 2010 уменьшилась на 70% по сравнению с численностью в советское время.

МГТУ им. Н. Э. Баумана, возглавляющий ассоциацию технических университетов России, в 2004 году проводил масштабные мероприятия с привлечением основных потребителей инженерных кадров. Резюме выработанных решений: «...сохранение возможности подготовки дипломированных специалистов для наукоемких производств по программе сроком 5-5,5 лет, что имеет принципиальное значение не только в обеспечении реальных потребностей промышленности» [4,5]. Дуальная система обучения предполагает введение практик, способных увеличить долю памяти, выполнив тем самым требования компетенций в РПД. Но как можно еще увеличить запоминаемость студентов при проектировании установок, машин и подобных сложных механизмов, если Вузы лишили длительных практик, но дали неограниченный доступ ко всем ресурсам интрнета? Важным достижением, позволяющим использовать современные технологии и развивать память студентов является общение со специалистами - производственниками компаний по Skype, проведение совместных семинаров, увеличения количества часов на экскурсионные мероприятия [8]. Еще одним важным видом увеличения ресурса памяти студентов являются подкасты. Исследуем процесс появления этого термина. Слово «подкаст» и сами подкасты в современном виде появились лишь в начале 2000-х. Их появлению поспособствовали несколько технологий: RSS, аудиоформат MP3 и iPod. RSS — формат, который позволяет легко транслировать контент и подписываться на него в интернете, — создал разработчик Дэйв Вейнер. Он довольно быстро придумал способ делиться через RSS медиафайлами. Долгое время этой возможностью никто не пользовался, пока Вейнер не создал для своего знакомого Кристофера Лайдона фид с аудио. Лайдон был журналистом и ведущим на радио, у него была студия, и он выкладывал MP3-файлы с разговорами с блогерами, учёными, политиками и так далее [8].

На кафедре Метрологического обеспечения инновационных технологий Санкт-Петербургского государственного аэрокосмического университета в процессе проведения лекционного и практического курса по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация» для студентов бакалавриата была реализована система загрузки отчетов по лабораторным работам

в виде письменного отчета и подкастов. Ребята комментируют на видео ход своей работы, делают видеомонтаж и загружают ролик в Youtube или просто в свой личный архив, после чего преподаватель оценивает качество работы и добавляет дополнительные баллы, которые влияют на итоговую оценку. Но главное – не сам факт оценки, а факт памяти. В период копирования или списывания отчетов по лабораторной работе у сокурсников, как это часто происходит, у студентов срабатывает ультракороткая память, что не позволяет запомнить ничего, кроме названия работы. Записывая подкаст, чувствуя на себе объективе камеры, студент понимает что говорит, осознает каждое слово, так как запись попадет в эфир, она будет набирать тысячи просмотров. И таким образом, мы подталкиваем его память переместиться из категории кратковременной и ультракороткой в память словесно – логическую, которая, по мнению психолога П. П. Блонского, является наиболее качественной и длительной (Таблица 1).

Таблица 1 – Виды памяти обучающихся по П.П. Блонскому

	Виды памяти обучающихся	Характеристика
1	2	3
1	Двигательная	позволяет нарабатывать практические и трудовые навыки. В основе двигательной памяти лежат процессы запоминания, сохранения в сознании двигательных актов, совокупности движений, передвижения человека в пространстве.
2	Аффектная	состоит в запечатлении и сохранении в сознании переживаний и чувств. Она характеризуется быстротой формирования, особой прочностью сохранения, произвольностью воспроизведения информации. Эмоциональная память является необходимой предпосылкой в развитии способности к сочувствию и сопереживанию.
3	Образная	позволяет сохранять в сознании образы одежды воспринятого жизненно важного объекта. Это память о внешнем виде объекта и его местонахождении в пространстве. Она включает в себя зрительную, слуховую, осязательную, обонятельную, вкусовую память.

1	2	3
4	Словесно-логическая память	на словесные стимулы отражает как внешние объекты и события, так и внутренние переживания. Словесно-логическая память – ведущий вид памяти.
5	Смысловая	основывается на обобщениях и систематизированных ассоциациях запоминаемого материала.
6	Механическая	не опирается на осмысление запоминаемого материала.
7	Долговременная память	обуславливается структурно-химическими изменениями в нейроне, стабилизацией долговременных следов, обеспечивающих устойчивость к разным воздействиям и сохранение запоминаемого материала на длительное время, возможно, на всю жизнь. Отбор информации, входящий в долговременную память, связан с вероятностной оценкой его будущей применимости, предвидением будущих событий.

Психолог и педагог П.П. Блонский в своих исследованиях так описывает структуры памяти обучающихся [8-10].

Трансформация памяти очень важна для преподавателей, с целью, чтобы компетенции, данные в РПД, были реализованы. Память позволяет студенту хорошо показать себя на собеседовании, вспомнив те виды информации, те проекты, которые он создавал в лаборатории в ВУЗе.

В настоящее время система дуального образования не похожа на систему Завод-ВТУЗ, по причине нехватки часов на практику, часов на общение с производственниками, но при высокотехнологичной развитой системы видеовизуализации, возможно увеличить объем памяти студентов, напитав их знаниями и формами решения проектов, что компенсирует существующие непродолжительные сроки практик.

Библиографический список

1. Ханнанова Д.Х. *Социальное неравенство в системе высшего образования советского и постсоветского российского общества: диссертация ... кандидата социологических наук: 22.00.04. - Казань, 2005. - 178 с. : ил. РГБ ОД.*

2. Волков С.С. *Интеллектуальный слой в советском обществе // Красные холмы (альманах). М., 1999, с. 259.*

3. *Всероссийское совещание-конференция «Стратегия и структура подготовки инженеров для наукоемких отраслей - взгляд работодателей», 24 нояб. 2004 г. - М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана.*

4. *Доклад ректора МГТУ им. Баумана Л. А. Пучкова и проректора университета В. Л. Петрова. «О современном состоянии подготовки горных инженеров в российских вузах». Материалы Учебно-методического объединения (УМО) по высшему горному образованию. – М., январь 2005 г*

5. *ГОСТ Р ИСО/ТУ 16949-2009 «Системы менеджмента качества. Особые требования по применению ИСО 9001:2008 в автомобильной промышленности и организациях, производящих соответствующие запасные части».*

6. *Интеграция производства в образовательные программы ВУЗов горного профиля/ Власов А.А., Жуков С.В., Власова Н.А., Епифанцев К.В. Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2011. № 2. – С. 241-251.*

7. *«Оценка введенных в лекционный и практический курс дисциплины «Метрология, стандартизация, сертификация» инструментов качества 5S» / Епифанцев К.В., Сутько И.И.. Сборник трудов X Санкт-Петербургского конгресса «Профессиональное образование, наука и инновации в XXI веке»/Санкт-Петербург, ноябрь 2016, ФГБОУ «ПГУПС». , стр 188-190*

8. *Блонский П. П. Современная философия. Между идеализмом и наукой. – М.: «ЛИБРОКОМ», 2011.*

УДК 811.111:004.9:62

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКОГО ВУЗА

Ладутько Н.Ф., Матусевич О.А.

Белорусский национальный технический университет

В статье рассматриваются особенности контроля иноязычных навыков и умений с использованием информационно-коммуникационных технологий. Описаны способы применения мультимедийных разработок, интегрированных в традиционный процесс обучения иностранному языку в системе высшего образования. Представлен анализ интернет-ресурсов и их использование в различных формах самоконтроля на разных этапах изучения иностранного языка в неязыковом вузе.

В настоящее время все более актуальной становится проблема создания качественного электронного учебного материала, который позволяет обогатить учебный процесс и делает его более привлекательным. Он помогает не только развивать самостоятельную и поисковую деятельность студентов, повышает их познавательный интерес, но и дает возможность быстро и эффективно провести контроль знаний обучаемых.

Существует огромное количество программного обеспечения для электронного обучения, мировой рынок которого, в свою очередь, предлагает большой выбор инструментов, при помощи которых можно создавать электронные курсы, не прибегая к помощи программиста. Уровень развития современных информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) дает возможность преподавателю выбрать электронные средства обучения (ЭСО), направленные на овладение умениями устной речи: интегрированное обучение всем видам речевой деятельности (монологической, диалогической, письменной речи и чтению), обеспечивающие обратную связь преподавателя и учащегося не только посредством письменных комментариев, но и аудио-/ видеозаписей. Разнообразие видов ЭСО вызывает определенные трудности у преподавателей, которые хотят использовать их на занятиях по иностранному языку (ИЯ) или для организации самостоятельной работы учащихся. При отборе ЭСО преподаватели ИЯ должны учитывать следующие моменты:

- реализует ли данное ЭСО основные положения коммуникативного подхода;
- соответствует ли языковой и речевой материал учебной программе: сферам общения, предметно-тематическому содержанию общения;
 - как соотносится данное ЭСО с календарно-тематическим планированием по ИЯ для конкретного курса (группы);
 - позволяет ли данное ЭСО качественно управлять учебной и самостоятельной учебной деятельностью учащихся;
 - способствует ли данное ЭСО понятному и доступному предъявлению учебного материала;
 - имеют ли материалы данного ЭСО ценностную значимость для формирования неискаженных представлений о культуре страны изучаемого языка;
 - можно ли гарантировать свободный доступ учащихся к данному ЭСО в любое время и с использованием любой операционной системы [1; с. 167].

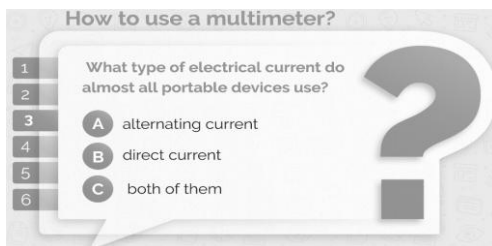
Неотъемлемой частью любого занятия по ИЯ стали информационно-справочные и информационно-поисковые программные средства (основанные на технологии Web 2.0), мультимедийные обучающие курсы и электронные учебники, программные средства-тренажеры, контролирующие программные средства и демонстрационные программные средства. Все они используются на том или ином этапе занятия для достижения конкретных методических целей и задач: демонстрации речевых образцов; предъявления аудио-/видеоматериала и другой наглядности; автоматизации/активизации речевых навыков; развития речевых умений; управления устным/письменным иноязычным взаимодействием учащихся; организации контроля /взаимоконтроля/ самоконтроля усвоения материала.

В Белорусском национальном техническом университете на занятиях по английскому языку со студентами 1 и 2 курсов широко используется сервис Genially. Это один из инструментов для создания всех видов дидактических ресурсов, презентаций, игр, интерактивных изображений, иллюстрированных процессов и резюме. Идеально подходит для всех уровней образования и электронного обучения, предлагает большой выбор интерактивности.

Таким образом, можно выделить основные преимущества данного вида интерактивного контента:

1. можно использовать как при традиционном, так и при дистанционном обучении;
2. можно применять не только при изучении учебного материала, но и при контроле знаний учащихся в виде тестовых заданий;
3. позволяет создавать интерактивные дидактические средства с высокой степенью визуализации;
4. может содержать небольшой по объему учебный материал (только по одному вопросу), так и охватить целую тему;
5. благодаря большому количеству интерактивных элементов, можно создавать полноценные образовательные ресурсы.

Вот пример задания для студентов приборостроительного факультета на этапе развития умений просмотрового чтения. Необходимо перейти по ссылке <https://learn.sparkfun.com/tutorials/how-to-use-a-multimeter> и бегло просмотреть текст *How to use a multimeter?*, а затем выполнить тест из 12 пунктов, перейдя по ссылке сервиса genially <https://view.genial.ly/5ccde59cdb97e30f5d622b7e/learning-experience-challenges-quiz>, образец которого представлен ниже.



В качестве ещё одного примера использования веб-сервиса для создания тестов, опросов и кроссвордов, можно привести применение конструктора тестов OnlineTestPad. Данный сервис позволяет создавать 14 типов вопросов, на которые необходимо дать точные ответы, а также предусмотрена возможность заполнения ответов в свободной форме (в данном случае преподаватель лично проверяет выполнение данного задания).

Например, применяемый нами на практических занятиях тест для студентов приборостроительного факультета по теме "Measuring Instruments", разработанный в программе OnlineTestPad, включает несколько типов заданий: на установление соответствия и последовательности, множественный выбор, указание истинности и ложности утверждений. После завершения теста выводится окно, в котором отображается результат выполнения теста, представленный в количестве баллов и процентном соотношении. Данный метод тестирования заинтересовал студентов больше, чем распечатанные тесты в бумажном варианте, и позволил преподавателям быстрее протестировать обучаемых.

Следует отметить высокий потенциал и популярность применения мультимедийной онлайн-доски Padlet. Будучи простым и гибким в использовании, этот сервис даёт возможность студентам и преподавателям обмениваться информацией на виртуальной доске и работать над совместными проектами и заданиями. Преимуществом padlet является его гибкость (пользователи могут добавить любой тип файла: файл с компьютера, картинка или видео из сети, снимок с веб-камеры) и возможность сделать его доступным только определенной группе пользователей. Все студенты с удовольствием создают свои собственные проекты, оставляют комментарии и отвечают на все поставленные преподавателем вопросы.

measuring instruments

2

2 из 5

Match the names of measuring instruments to their definitions

ammeter	1 a tool used for the precise measurement of very small objects
voltmeter	2 an electronic measuring instrument that combines several measurement functions in one unit
multimeter	3 a measuring instrument used to measure the current in a circuit
micrometer	4 a type of remote-sensing thermometer used to measure the temperature of a surface
pyrometer	5 an instrument used to measure air pressure
electrometer	6 an instrument used for measuring electrical potential difference between two points in an electric circuit
barometer	7 an electrical instrument for measuring electric charge or electrical potential difference


Далее

Завершить

Время, выделяемое на обучение английскому языку в техническом вузе, не позволяет выполнять творческие задания или выслушивать преподавателю устные монологические высказывания студентов на практических занятиях. Задания на онлайн-доске дополняют материал учебного пособия, применяемого в процессе обучения. Например, при прохождении темы, посвященной высшему образованию в Беларуси и изложенной в методическом пособии по обучению устной речи, в качестве итогового задания творческого характера предлагается записать 3-4-х минутное видео про свой университетский городок, так называемый, рекламный ролик для будущих абитуриентов, и разместить его на онлайн-доске padlet. Необходимо дать студентам инструкцию по выполнению таких заданий на доске. Особую важность приобретают комментарии или оценки, которые преподаватель может оставить на доске к каждой выполненной работе студента, что, в свою очередь, способствует повышению мотивации к использованию данного ресурса и интереса к выполнению домашнего задания.

Для студентов автотракторного факультета в качестве домашнего задания можно предложить составить описание автомобиля по образцу с использованием изученной лексики и разместить его на онлайн-доске padlet.

Следующий веб-сервис Voicethread даёт возможность создавать проекты, загружая фото и видео с компьютера или из Интернета, и оставлять комментарии, которые можно записывать с микрофона и на видео при помощи вебкамеры, а также просто напечатать при помощи клавиатуры. Используя Voicethread при обучении английскому языку, можно создавать проекты по любым темам.





BELARUSIAN NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY
deadline 12/04/2019

Make a short video, at least 3 minutes. Remember your task is to promote your university in the market. Don't forget to use your charm)))

P.S. Чтобы добавить своё видео, нажмите +, расположенный на стене или два раза кликните в любом свободном месте стены. В открытом окошке размещаете своё видео.

THIS IS MY UNIVERSITY





the most comfortable car


Describe a vehicle you would like to buy or you have already had. Use the model below. Don't forget to attach the picture of this car)))

.... is a very and car.
It is a sedan/SUV/.... with a interior.
The front seats are and They will not let you
The car is equipped with such useful devices as
.... won't leave you indifferent.
You will not hear
It is worth noting that
The main advantages of this model are handling and
It impresses with

★★★★★ (3)

Toyota Crown 2.0 RS Gudamov Dmitri

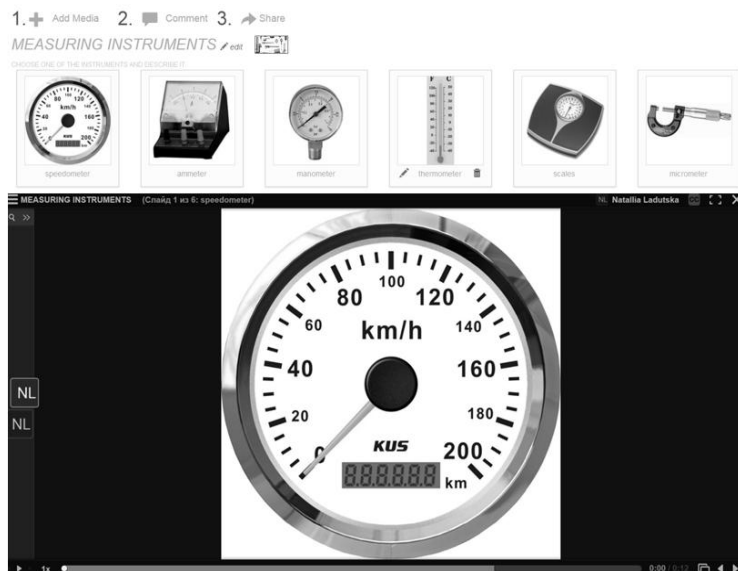
Toyota Crown 2.0 RS is a very sporty and modern car. It is a sedan with a spacious and quiet interior. The front seats are spacious and wide in size. They will not let you get tired. The car is equipped with such useful devices as **e-Care Health Check Report, HELPNET, Hybrid Navigation, Toyota Safety Sense 2.0, e-Care Driving Guidance.** Rich and aggressive appearance won't leave you indifferent. The noise isolation will help you to travel in comfort. It impresses with its *power, appearance, convenience.*



На заключительном этапе развития навыков монологической речи по теме «Measuring Instruments» студентам приборостроительного факультета предлагается описать один из измерительных приборов, фотографии которых преподаватель заранее размещает на платформе Voicethread. Студенты записывают свой монолог-описание при помощи микрофона и могут дополнять или оставлять комментарии к описаниям других студентов.

Итак, при использовании данной формы устного внеаудиторного взаимодействия студентов создаются условия для развития следующих умений говорения [2; с. 76]:

- делать сообщения, содержащие наиболее важную информацию по теме/проблеме;
- кратко передавать содержание полученной информации;
- рассказывать о себе, своем окружении, своих планах, обосновывая свои намерения/поступки;
- рассуждать о фактах/событиях, приводя примеры, аргументы, делая выводы;
- описывать особенности жизни и культуры своей страны и страны/стран изучаемого языка.



Таким образом, можно сделать вывод, что в связи с ограниченным количеством времени, отведённым на обучение английскому языку в техническом вузе, и с необходимостью реализации образовательных программ в высшем учебном заведении, применение ИКТ, обладающих огромным потенциалом и интересом у учащихся, позволяет решить данные задачи.

Библиографический список

1. *Леонтьева Т.П. Методика преподавания иностранного языка / Т.П. Леонтьева, А.Ф. Будько, А.П. Пониматко. – Мн.: Высшая школа, 2015. – С.163-173.*
2. *Ходакова А.Г. Интернет в обучении английскому языку: новые возможности и перспективы // Учебно-методическое пособие по использованию Веб 2.0 технологий в обучении английскому языку / А.Г. Ходакова, Н.В. Ульянова, И.В. Щукина. – Тула: Тульский полиграфист, 2013. – С.67-78.*

УДК 378.147

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТИПОВЫХ СЕРИЙ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ В УЧЕБНОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ

Жидков А.Е.

Тульский государственный университет

Рассматриваются некоторые вопросы использования типовых серий зданий и строительных конструкций в учебном процессе.

В нормативные документы, касающиеся строительного проектирования, постоянно вносятся те или иные коррективы. Выпускаются актуализированные редакции СНиП, новые своды правил. Все это, естественно, оказывает влияние на «легитимность» серий типовых строительных конструкций, широко используемых в процессе проектирования. Одно только увеличение нормативных снеговых нагрузок в 2003 году привело к мгновенному «устареванию» громадного количества типовых серий. Часть таковых была отменена, а статус другой части в настоящее время позиционируется как «справочные материалы для проектирования». Работа по разработке новых серий, весьма трудоемка и дорога, и в настоящее время ведется в основном производителями строительных конструкций и материалов под свои изделия.

Учебная литература в этом отношении находится в еще более тяжелом положении. Если, например, рассмотреть известные учебники по архитектуре производственных зданий, которые заслуженно популярны у студентов и преподавателей [1, 2], то выясняется печальная картина: серии типовых строительных конструкций, на базе которых эти учебники создавались, давно отменены.

В более современных сериях для одноэтажных производственных зданий существенно изменились типоразмеры строительных конструкций, размеры температурных блоков, правила привязки конструкций к координационным осям (последние, правда, принципиально).

Так, например, железобетонные двухветвевые колонны применяются в настоящее время только для высот от 15,6 м (ранее – от 10,8 м); нет уже стальных ферм с поясами из парных уголков и уклоном 1,5 % - теперь их уклон 2,5 %; изменились отметки верха фундаментов под стальные колонны, да и сам способ крепления этих колонн к фундаменту несколько иной; железобетонные подкрановые балки высотой 1000 и 1400 мм заменены на балки высотой 800 и 1200 мм соответственно; длина температурного блока в железобетонных и смешанных каркасах, использующих новые серии колонн, может достигать 228 м (156 м для зданий, оборудованных опорными мостовыми кранами), а раньше – 60-72 м и т.д.

В области многоэтажных производственных зданий отменены все популярные ранее в учебном процессе типовые серии многоэтажных железобетонных каркасов: 1.420-12, 1.420-6, 1.020-1, 1.420.1-14, а заменившие их серии 1.420-35/95, 1.420.1-19, 1.020-1/87, 1.020.1-7, 1.020.1-4, 1.420.1-25 по ряду весьма существенных параметров разнятся с отмененными.

Конечно, можно сказать, что неважно на каком материале мы будем учить студента принципам проектирования, но суммарное количество отличий и изменений таково, что заставляет все-таки стремиться к использованию в обучении более актуальных источников. Иначе обучающийся получает искаженное представление о современном состоянии номенклатуры и нюансов конструкций, преподавателю трудно доказать даже самому себе, что тот или иной контрольный вопрос, сформулированный по устаревшим конструкциям, правомерен и т.д.

Однако соответствующая актуальная учебная литература практически отсутствует. За исключением наиболее современного, да и то не во всех отношениях, учебника [3], нельзя назвать в области архитектурно-строительного проектирования

ни одной актуальной книги по одноэтажным и тем более многоэтажным промышленным зданиям.

Разработка учебно-методических пособий в этой области наталкивается на необходимость переработки громадного количества справочных и нормативных документов с одной стороны, и подготовки очень большого объема графического материала с другой. В настоящее время такая работа нами ведется. Готовится к выпуску серия пособий для одноэтажных производственных зданий. С учетом табличного и графического материала объем этих пособий таков, что только раздел по железобетонным колоннам и их связям имеет объем более четырех авторских листов (содержит более 40 рисунков).

Естественной в таких условиях выглядит попытка опереться на существующие справочные материалы – типовые серии строительных конструкций. На сегодня они вполне доступны в интернете. В течение нескольких последних лет проведена работа по созданию электронной технической библиотеки, включающей типовые серии.

Однако типовая серия – специфический материал для профессионала-проектировщика. Это довольно тяжелый источник информации для среднего студента, не имеющего еще достаточного опыта проектирования. Нужную серию надо найти, проверить ее актуальность, отобрать требуемые выпуски. А типовая серия даже для отдельного вида конструкций, как правило, содержит несколько выпусков, и не все из них нужны студенту при выполнении курсового проекта компоновочного характера. Не говоря уже о таких «монстрах», как, например, серия 1.020-1/87, содержащая более 70 выпусков. Это работа для преподавателя.

Такая работа также была проведена. Сформированы электронные материалы для выполнения 1, 2 и 4 проектов по дисциплинам «Основы проектирования зданий и строительных конструкций», «Архитектурно-строительное проектирование гражданских и промышленных зданий», включающие в себя как нужные выпуски наиболее актуальных типовых серий, нормативные документы, так и учебники, имеющиеся методические материалы.

Но даже отобранный, «отфильтрованный» материал типовых серий может быть труден для восприятия, так как содержит большое число таблиц, схем и т.п., сориентироваться в которых начинающему проектировщику не просто. Преподавателю приходится постоянно ориентировать студента на ту или иную се-

рию для решения возникающих вопросов, для чего он, естественно, должен сам очень прилично ориентироваться в выданных материалах. Практическая работа по такой схеме ведется нами в течение примерно трех последних лет.

Каковы же впечатления и результаты?

Способные студенты, самостоятельно выполняющие курсовой проект, разрабатывают более грамотные и, что немаловажно, более актуальные проектные решения. Для слабых, но работающих студентов типовая серия тоже подспорье: легче найти, например, какой-нибудь типовой узел. Но им труднее сориентироваться в большом объеме материала конкретных выпусков.

Чтобы отразить в какой-то мере взгляд на данную методику обучающихся, в конце семестра был проведен анонимный опрос среди «лучшей» части студентов, которые уже сдали курсовой проект или у которых он уже почти готов. Сообщим его результаты:

- все ответившие пользовались типовыми сериями, причем 61 % часто;

- у 39 % впечатление восторженное, у 61 % – спокойное;

- удивительно, но 44 % отмечают время на поиск информации в типовых сериях, как умеренное или даже (11 %) короткое, 44 % оценивает это время как «долго»;

- 72 % отмечают, что не раз удавалось решить возникающие вопросы с использованием типовых серий, но 28 % понадобилось это сделать не более 1-2 раз;

- в то же время 67 % отмечают, что пользоваться типовыми сериями неудобно, и только треть опрошенных не видит в этом проблем;

- 61 % отметили, что методичка, если она подробная, лучше (только 6 % сказали, что методичка лучше в любом случае); 17 % указывают, что не встречали столь подробных методичек и столько же (17 %), что типовые серии лучше «беспорностью» содержащейся в них информации;

- по структуре выданных электронных материалов 39 % студентов говорят, что найти серию проще, чем нужный раздел учебника, а для 33 % эта сложность одинакова; 17 % было легче найти учебник, а 11 % сложно и то и то.

Конечно, вряд ли единичный опрос можно считать вполне репрезентативной выборкой, и, тем не менее, его результаты обнадеживают. Типовые серии являются мощным вспомогательным инструментом проектировщика. Прибегать к их помощи в процессе проектирования для него вполне естественно и необходимо. Представляется, что приучение к этому инстру-

менту на стадии обучения проектированию будет давать полезный эффект.

Библиографический список

1. Шерешевский И.А. *Конструирование промышленных зданий и сооружений: учебное пособие для студентов строительных специальностей / И.А. Шерешевский. М.: Архитектура-С, 2005. – 168 с.*

2. Трепененков Р.И. *Альбом чертежей конструкций и деталей промышленных зданий: учебное пособие для ВУЗов / Р.И. Трепененков. М.: Стройиздат, 1980. – 284 с.*

3. Кутухтин Е.Г., Коробков В.А. *Конструкции промышленных и сельскохозяйственных зданий и сооружений: учебное пособие для техникумов / Е.Г. Кутухтин, В.А. Коробков. М.: Архитектура-С, 2007. – 272 с.*

УДК: 616-092-07-037

ПРИМЕНЕНИЕ ЭКСПЕРТНОГО ПОДХОДА В ПРОЦЕССЕ ОБЪЕКТИВИЗАЦИИ СУБЪЕКТИВНЫХ ОЦЕНОК СПЕЦИАЛИСТОВ

Лапгёнок С.А.

Белорусский национальный технический университет

Показана эффективность экспертного подхода к анализу информации при невозможности объективной количественной оценки с использованием традиционных методов математической обработки.

В различных областях человеческой деятельности часто встречаются ситуации, когда значимость факторов, оказывающих влияние на тот или иной процесс, эффективность предполагаемых к проведению мероприятий сложно оценить с достаточной степенью объективности. В таких случаях прибегают к методам экспертного оценивания проблемных характеристик, устраняющим субъективизм в принятии решений посредством реализации специальных процедур согласования.

В ряду таких методов наиболее оптимальным по эффективности и сравнительной простоте применения является метод, основанный на использовании ранговой корреляции. Реализуется он по следующему алгоритму.

1. Формулирование проблемы, обоснование целесообразности проведения экспертизы.

2. Подготовка исходной аналитической и методической документации.

3. Отбор экспертов.

4. Обсуждение с экспертами требований к процедуре проведения экспертизы.

5. Внесение изменений и уточнений в методическую документацию.

6. Выбор и обоснование критериев оценивания.

7. Определение приоритетов критериев в сопоставимых масштабах.

8. Оценка значимости факторов (мероприятий) на основе критериев, признанных приоритетными.

9. Обработка результатов экспертизы, оценка согласованности субъективных мнений экспертов.

10.* Обсуждение результатов экспертизы (деловая игра).

11.* Повторные экспертизы (пп. 8, 9).

12. Обобщение полученных результатов, подготовка соответствующей документации и методических рекомендаций.

*(* – пп. 10 и 11 реализуются в том случае, если согласованность мнений экспертов не превышает заранее установленного уровня).*

В ходе реализации пп. 9 – 12 выполняются следующие процедуры.

- расчет коэффициента конкордации (показателя согласованности) оценок для всех экспертов;

- оценка удельного веса каждого из факторов, по которым проводится экспертиза;

- выделение групп («школ») «союзников» и «противников» среди экспертов для обсуждения вопросов, по которым необходимо дальнейшее согласование оценок;

- построение моделей, количественно оценивающих значимость влияния изучаемых факторов на выбор принимаемого решения.

Отбор экспертов может осуществляться по нескольким схемам. В случае если заранее известна определенная группа специалистов, работающих в области изучаемой проблемы, отбор экспертной группы производится следующим образом: каждому из них предлагается участвовать в работе экспертной группы и указать других специалистов, которых, по его мнению, целесообразно в нее привлечь. Вновь названные потенциальные эксперты, выразившие согласие на сотрудничество, в свою очередь предлагают новых участников группы и так далее. После нескольких итераций (циклов) фамилии специалистов начнут по-

вторяться. Процесс завершается, когда при каждом следующем опросе прирост количества кандидатов не превышает 10 %.

В случае если первоначальная группа специалистов неизвестна, процедура отбора экспертов производится на основании анализа литературных источников, результаты которого вносятся в специальную таблицу цитирований (табл. 1.).

Таблица 1 – Количество публикаций и цитирований

Кто цитировал	Кого и сколько раз цитировали авторы				Количество цитирований	Количество публикаций
	Автор № 1	Автор № 2	...	Автор № n		
Автор № 1	C(1,1)	C(1,2)	...	C(1,n)	N ₁	P ₁
Автор № 2	C(2,1)	C(2,2)	...	C(2,n)	N ₂	P ₂
...
Автор № n	C(n,1)	C(n,2)	...	C(n,n)	N _n	P _n
Количество цитирований	K ₁	K ₂		K _n		

Таблица 2 – Результаты ранжирования

Эксперты	Факторы оценивания			
	1	2	...	n
1	Г ₁₁	Г ₁₂	...	Г _{1n}
2	Г ₂₁	Г ₂₂	...	Г _{2n}
...
m	Г _{m1}	Г _{m2}	...	Г _{mn}
Суммы рангов	Г ₁	Г ₂	...	Г _n

На основе обобщения результатов ранжирования рассчитываются величины, анализ которых позволяет судить о согласованности мнений экспертов:

средние значения по каждому фактору

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n r_i}{m},$$

среднеквадратические отклонения по каждому фактору

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (r_i - r)^2}{m-1}},$$

медианы, равные срединному значению ранга в ранжированном ряду. Сопоставление средних и медиан характеризует равномерность разброса оценок экспертов около среднего ранга по каждому из критериев, а среднеквадратическое отклонение – близость суждений экспертов в приоритете оценивания.

Согласованность суждений по всему множеству экспертов оценивается коэффициентом конкордации (согласия):

$$W = \frac{12S}{m^2(n^3 - n)},$$

где m – количество экспертов, n – количество показателей (факторов), S – сумма рангов. В случае, когда имеются так называемые «связанные» ранги, (т.е. рассчитанные как средняя арифметическая при равной важности нескольких показателей), коэффициент конкордации определяют по следующей формуле:

$$W = \frac{S}{\frac{1}{12} m^2 (n^3 - n) - \frac{m}{12} \sum_{j=1}^n (t_j^3 - t_j)},$$

где t_j – количество «связанных» рангов для каждого из экспертов.

Если коэффициент конкордации недостаточно велик, проводят повторный опрос экспертов после предварительного обсуждения проблемы. С этой целью для каждой пары экспертов оценивается согласованность их мнений, для чего используется коэффициент ранговой корреляции:

$$R = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n d_i^2}{(n^3 - n)},$$

где d_i – разности рангов, присвоенных данными двумя экспертами каждому из факторов (показателей).

Чем больше абсолютное значение R , тем значительнее различие во мнениях экспертов. Такие «противники» и приглашаются для обсуждения. Затем проводится повторный опрос и ранжирование. Итерации проводятся до тех пор, пока значение коэффициента конкордации не превысит 0.6. Тогда ранжирование факторов (показателей) по их важности можно считать в достаточной степени объективным.

Очевидно, что наиболее трудоемким и продолжительным является этап подбора экспертов. Следовательно, сокращения времени, необходимого для принятия обоснованных решений, можно достичь путем привлечения к процедуре экспертизы уже сложившихся в процессе повседневной деятельности групп специалистов (коллегий министерств, консилиумов и т.п.) и использования вычислительной техники с соответствующим программным обеспечением для реализации этапов анкетирования экспертов и математической обработки данных.

Возможность применения различных подходов определяет высокую эффективность данного метода при проведении экспертиз как в условиях, когда временной фактор не имеет решающего значения, так и в экстренных случаях. Это касается практически любой сферы человеческой деятельности - от медицины, биологии и экологии до юриспруденции, экономики и государственной безопасности.

Особо следует выделить такую область эффективного применения данного метода, как исследование процессов, связанных с последствиями техногенных аварий. Широкий спектр мнений специалистов, вплоть до диаметрально противоположных, о характеристиках и перспективах развития процессов, обусловленных такого рода событиями и об эффективности предлагаемых специалистами мероприятий по минимизации их негативного воздействия на биологические и хозяйственные объекты требует высокоточных методов согласования и детерминирования.

Высокая степень точности количественного выражения такой качественной величины, как степень согласованности субъективных мнений экспертов, определяет необходимость внедрения метода в практическую деятельность государственных организаций на всех уровнях – от выработки тактики до принятия стратегических решений в вопросах развития республики в целом.

Библиографический список

1. Арсюткин Н.В. *Надежность технологической схемы и ее автоматизация //Механизация и автоматизация, -№6, 1969.*
2. Арсюткин Н.В., Смольская Н.А. *Выбор рациональных направлений снижения материалоемкости в машиностроении, Мн.: БЕЛНИИИТИ, 1990.*
3. Арсюткин Н.В., Енин Ю.И. *Экономия материальных ресурсов в условиях переходного периода – приоритетное направление повышения эффективности хозяйствования. Мн.: НАН РБ, 2000.*
4. *Отчет о НИР, УДК 620.9(476), отдел 25.0, НИЭИ Министерства экономики Республики Беларусь, 1997.*
5. Арсюткин Н.В. *Материалоемкость и ресурсосбережение в национальной экономике (Республика Беларусь) Мн.: Право и экономика, 2006.*
6. Бубнов, В.П. *Решение задач экологического менеджмента с использованием методологии системного анализа / В.П. Бубнов, С.В. Дорожко, С.А. Лаптенюк – Минск: БНТУ, 2009. – 266 с.*

УДК 811.11:378.147.091.313:62:004.9

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОБУЧЕНИИ ИНОСТРАННОМУ ЯЗЫКУ В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ

Личевская С.П.

Белорусский национальный технический университет

В работе рассматриваются примеры использования таких инновационных технологий в преподавании иностранного языка в техническом университете как проектная методика, видеоподкасты. Для контроля уровня сформированности лингвистической компетенции студентов приведен пример использования программного продукта iSpring QuizMaker для разработки электронных тестов.

Использование инновационных технологий в преподавании иностранного языка в техническом вузе является одним из важных аспектов совершенствования и оптимизации учебного процесса, позволяющих сделать процесс обучения интересным и запоминающимся для студентов.

Включение инноваций в процесс иноязычного образования позволяет преподавателю организовать разные формы учебно-познавательной деятельности на занятиях и сделать активной и целенаправленной самостоятельную работу студентов, предоставляет возможность углубления межпредметных связей, обеспечивает личностно-ориентированный подход в организации процесса обучения, индивидуализацию и дифференциацию обучения с учетом способностей студентов и уровня подготовленности, формирует устойчивую мотивацию к иноязычной деятельности на основе использования аутентичных материалов, совершенствует навыки самообразования.

Одной из наиболее часто используемых нами технологий является проектная методика. При работе студентов по методу проектов в процессе изучения английского языка осуществляется взаимодействие аудиторной и внеаудиторной учебной деятельности, формируются новые профессиональные компетенции. Студенты учатся интегрировать различные виды речевой деятельности на английском языке для решения практических задач, учатся отбирать информацию по определенной проблематике и отстаивать свою позицию [1].

Наряду с иноязычными навыками в ходе проектной работы студенты развивают следующие умения: способность работать с различными источниками информации, умение анализировать и критически оценивать данные, делать выводы и заключения, умение взаимодействовать с членами команды [2].

В Белорусском национальном техническом университете (БНТУ) проектная методика активно реализуется при подготовке к студенческой конференции по английскому языку, проводимой ежегодно. Работа над проектом начинается с формирования идеи, постановки проблемы и определения задач по ее решению. Реализация проекта осуществляется в мини-группах по два-три человека. Следующий этап включает представление проекта в форме презентации, и на завершающем этапе происходит осмысление и оценка проделанной работы. Использование мультимедийных презентаций позволяет сделать выступление на конференции более наглядным, повысить уровень восприятия материала, сконцентрировать внимание студентов на важных моментах, тем самым повысить качество понимания исследуемой проблемы.

Широкое использование мультимедийных презентаций в учебном процессе можно объяснить легкостью освоения про-

граммы MS PowerPoint, необходимой для их разработки, и большим количеством возможностей, которые предоставляет эта программа. Например, включение в слайды текста, таблиц, схем, диаграмм, рисунков, фотографий, видео, которые можно сопроводить звуком и анимационными эффектами.

Потенциалом в области инновационных технологий и соответственно повышения качества образовательного процесса является использование информационно-коммуникационных технологий для самостоятельного овладения профессиональными компетенциями с использованием учебно-методического обеспечения. Например, разработанные профессорско-преподавательским составом кафедры “Английский язык № 1” электронные учебно-методические комплексы включают в себя рабочие программы, блоки практических заданий, учебно-методические пособия по дисциплинам, читаемым преподавателями кафедры, тестовые задания, методические рекомендации по овладению иноязычными умениями и навыками. Образовательные электронные ресурсы представлены в локальной сети вуза, что технически позволяет проводить учебные занятия с использованием мультимедийных технологий. Медиафайлы, как комплексное средство обучения, содержат графическую, текстовую, звуковую информацию, которая позволяет наглядно представить учебный материал.

В рамках проводимого исследования на кафедре “Английский язык № 1” БНТУ для каждого факультета, на котором ведется преподавание дисциплины “Иностранный язык”, составлены перечни Интернет-ресурсов для использования в учебном процессе, определены электронные базы данных и справочники, компьютерные программы, Интернет-порталы для формирования лексических и грамматических навыков, развития различных коммуникативных умений, тестирования знаний и др. В настоящее время идет работа над составлением электронного учебного пособия с использованием возможностей мультимедийных технологий, которое можно применять для самостоятельной работы обучающихся.

Еще одной широко используемой нами технологией является использование видеоподкастов. Их применение позволяет формировать иноязычную речевую компетенцию студентов, развивать и совершенствовать навыки аудирования и перевода с иностранного языка на родной, расширять словарный запас технической лексики, тренировать память, служить основой для раз-

вития навыков устной и письменной речи в рамках определенной технической специальности.

Главным условием для внедрения подобного вида работы на занятиях по иностранному языку является предварительное ознакомление с данной областью знаний и ее терминологией как на родном, так и на иностранном языке. В противном случае студенты в основной своей массе не поймут видеофрагмент, несмотря на то, что он подкрепляется зрительным рядом, что во многих случаях является подсказкой и опорой к пониманию иноязычной речи. Нами применяется этот вид работы после того, как наработан соответствующий словарный запас по конкретной тематике (например, цветные металлы, электроника или медицинские приборы). В таком случае работа оказывается продуктивной со стороны всех (или большинства) студентов с минимальным вмешательством и коррекцией преподавателя.

Проведенный нами эксперимент в группе студентов первого курса приборостроительного факультета показал, что использование видеоподкастов положительно влияет на развитие навыков монологической речи (12 студентов из 18 использовали фрагменты видео при составлении собственных монологических высказываний по изучаемым проблемам).

Для осуществления контроля эффективности учебного процесса при обучении английскому языку в техническом вузе нами используются электронные тесты, которые составляются преподавателями на основе инструментальных программных средств. Одним из таких средств служит программный продукт iSpring QuizMaker.

Выполнение теста осуществляется на компьютере, следовательно, необходимо наличие мультимедийного класса для организации такого вида работы. В распоряжении кафедры имеется мультимедийный лингафонный кабинет, который создает дополнительные возможности для контроля сформированности иноязычных навыков и умений студентов.

Используя iSpring QuizMaker, преподавателями кафедры разработаны тесты для итогового контроля лексико-грамматических навыков по пройденному учебному материалу у студентов первого курса автотракторного факультета и факультета информационных технологий и робототехники БНТУ.

В заключение отметим, что инновационные технологии должны органично интегрироваться в общую педагогическую концепцию, где наряду с данным подходом к образованию ис-

пользуются разнообразные традиционные методы и средства обучения. Выбирая модель использования инновационных технологий в обучении иностранному языку в техническом вузе и отбирая соответствующие средства обучения, преподаватель должен помнить о том, что они являются не самоцелью, а средством активизации речемыслительной активности обучающихся и вовлечения их в содержательное иноязычное общение.

Библиографический список

1. Кручинина, Г.А. Учебный проект как форма взаимосвязи аудиторной и внеаудиторной работы студентов при изучении гуманитарных дисциплин в условиях информатизации образования / Г.А. Кручинина, М.В. Кручинин // Вестник Нижегород. Ун-та им. Лобачевского. Серия: Социальные науки. – 2014. – № 3 (35). – С. 169-176.

2. Канатова, С.Ш. Модель интеграции очных и дистанционных форм обучения иностранному языку [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/model-integratsii-ochnyh-i-distansionnyh-form-obucheniya-inostrannomu-yazyku/>. – Дата доступа: 20.09.2019.

УДК 811. 111' 342

ОБУЧЕНИЕ ИНОЯЗЫЧНОМУ ПРОИЗНОШЕНИЮ СТУДЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКИХ ВУЗОВ

Лукашевич К.К.

Белорусский национальный технический университет

В статье рассматриваются такие вопросы и проблемы, как обучение фонетике английского языка белорусско- и русскоязычных студентов первой ступени высшего образования технических специальностей; принцип аппроксимации – произношение, приближенное к нормативному; методы и задания, используемые в процессе обучения иностранному произношению.

Одной из основных целей преподавания иностранных языков в неязыковом вузе является развитие навыков иноязычного общения и произношения в соответствии с нормами изучаемого языка.

К сожалению, в технических вузах недостаточно времени для обучения аутентичному английскому произношению, так как основное время занятий отводится на изучение лексики по

специальности, чтение технических текстов, перевод, а также повторение и изучение новых грамматических структур.

В настоящее время повсеместно используется такой принцип обучения иноязычному произношению, как принцип аппроксимации, то есть обучение произношению, приближенному к нормативному. Ранее методисты считали, что уделять время фонетике следует только на начальном этапе обучения иностранному языку. Однако после того как было выяснено, что навыки иноязычного произношения подвержены деавтоматизации, было принято решение о том, что совершенствование произношения должно осуществляться на всех этапах обучения иностранному языку.

Существует два вида произносительных навыков – слухо-произносительный и ритмико-интонационный. Речевой слухо-произносительный навык заключается в фонемно правильном произнесении всех изученных звуков в потоке речи, а также понимании всех звуков при аудировании; ритмико-интонационные навыки подразумевают под собой навыки интонационно и ритмически правильного оформления речи и, соответственно, понимание речи окружающих [1].

В ходе исследования фонетического строя, ученые разделили все звуки иностранного языка на три основные категории:

- 1) фонемы, которые близки к фонемам родного языка по артикуляции и акустическим свойствам;
- 2) фонемы, имеющие общие свойства с некоторыми фонемами родного языка, но которые отличаются определенными признаками от них;
- 3) фонемы, которые отличаются и артикуляцией, и акустикой.

Самой сложной группой звуков является та, звуки которой схожи с родным языком, что затрудняет процесс обучения произношению. Это такие звуки, как [ʃ], [i:], [d], [t]. Они оказывают существенное влияние на произношение в иноязычной речи [2].

Что касается ритмико-интонационных навыков, то они также отличаются от русского языка. Правильное интонационное и ритмическое оформление речи ведёт к правильному восприятию речи говорящего. Для изучения и понимания иноязычной интонации рекомендуется начинать работу с поэтическими текстами, так как в них наиболее ярко выражены все интонационно-ритмические отклонения от родного языка. Также поэтические произведения являются хорошим материалом для выработки навыков ритмической английской речи. Однако нужно не просто читать, а слушать и запоминать, как произносятся фразы

носителем языка и имитировать настоящую иностранную речь, повторяя фразу за фразой, пока ваша речь не приблизится по звучанию с носителем языка [3].

Более того, существует такая техника, как *shadowing* – затемнение:

а) в первую очередь, выбирается аутентичный текст/стихотворение/диалог, в котором не содержатся искусственные паузы, не присущие естественному общению;

б) следующим шагом является прослушивание данного текста и чтение про себя для понимания смысла того, что вы слушаете;

в) далее, каждое предложение транскрибируется, с применением пауз, а после данного этапа важно отметить интонацию, служебные слова, паузы и высоту голоса;

г) затем прослушивается текст целиком, а после записывается чтение текста на диктофон и сравнивается с тем, который был начитан в аудировании. Однако можно и не записывать свой голос, а просто читать текст вместе с автором аудирования, стараясь заучить прослушиваемый текст наизусть [4].

Рекомендуется начинать со стихотворений английских или американских авторов. Например, можно взять известное стихотворение Эдгара Аллана По “A Dream Within A Dream” (“Сон во сне”):

*Take this kiss upon the brow!
And, in parting from you now,
Thus much let me avow –*

*You are not wrong, who deem
That my days have been a dream;
Yet if hope has flown away
In a night, or in a day,
In a vision, or in none,
Is it therefore the less gone?*

*All that we see or seem
Is but a dream within a dream.
I stand amid the roar
Of a surf-tormented shore,
And I hold within my hand
Grains of the golden sand –*

How few! Yet how they creep

*Through my fingers to the deep,
While I weep – while I weep!
Oh God! Can I not grasp
Them with a tiger clasp?*

*Oh God! Can I not save
One from the pitiless wave?
Is all that we see or seem
But a dream within a dream?*

Edgar Allan Poe (1809-1849)

Аудиоматериалы к этому стихотворению можно найти в сети Интернет. Данный вид тренировки произношения разнообразит технические тексты и улучшит качество интонации и произношения у студентов [5].

Как один из примеров тренировки произношения на английском языке, мною был взят аутентичный английский текст о Хиросиме. В нем содержится и лексика, и грамматические структуры, характерные для технических текстов. Над такими материалами можно работать как в аудиторное, так и во внеаудиторное время, следуя технике “shadowing”, описанной поэтапно выше.

North American children know about Hiroshima. They are taught about the dangers of nuclear war. Sometimes they learn the details of the damage that was done. They learn about what happened at 8:15 am on August 6, 1945.

People were eating breakfast; children were going to school and adults going to work. There was a blinding flash of light, a scorching heat, and a mushroom cloud rose up. People close to the explosion were instantly vaporized. Many of those further away would die from burns and radiation. Sixty thousand houses were destroyed immediately. One concrete structure remained standing, although it was damaged. The local government left the Atomic Dome standing as a memorial to the explosion.

Even those who were not seriously injured in the explosion later became very ill. They became very sick from radiation poisoning. Many developed leukemia. Sadako Sasaki was two years old when the bomb exploded. She was apparently uninjured and grew up normally until she was twelve. Then she developed leukemia, a disease of the blood and bone marrow. Sadako began to fold paper cranes to

protect her from the illness. However, she died in 1955 before she reached 1,000 paper cranes. Her example inspired the Children's Monument at Hiroshima.

There is a Peace Museum in Hiroshima which has objects left by the explosion. These include bottles, metal, stones and tiles twisted into strange shapes by the heat. There are objects on which people were vaporized, so that their shape appears like a shadow on the material. There are bits of burnt clothing and many photographs.

Why was the bomb dropped? World War II was a long and bitter war. The rules of war, which said not to kill civilians, were forgotten. Hitler bombed London, hoping to break the spirit of the English. Then England bombed Germany to destroy the factories and kill the people who worked in them. Americans wanted revenge for the Japanese attack on Pearl Harbor. The U.S. government had spent six billion dollars developing the A-bomb and wanted to use it. Some say that they also wanted to warn the Russians not to cause trouble for America.

When American forces advanced on Japan in 1945, they had to decide what to do. Would Japan surrender, or would they fight to the last soldier? American leaders feared that they might lose many men by an invasion. Dropping the atomic bomb would end the war very quickly. President Truman made the decision to use it.

Since then, most people have felt that this decision was wrong. It was such a terrible thing to do to people – children, old people, women, men and babies. Hiroshima inspired many people to try to “ban the bomb.” They wanted to ensure that atomic bombs would not be used again. Even some of the scientists and aircrews involved in making and dropping the bomb at Hiroshima wanted it banned. Perhaps if we can all remember what happened that day, there will be no more Hiroshima's [6].

На примере данного текста можно не только совершенствовать навыки произношения, но и общения, путем его обсуждения проблемы, затрагиваемой в нем.

Не будет лишней проработка аутентичных диалогов, носящих прикладной характер в соответствии со специальностью студентов с последующим заучиванием и воспроизведением в парах.

Материалы для аудирования можно подбирать как из учебников, предназначенных для обучения техническому английскому, так и видео фрагментов, имеющие скрипты.

В связи с недостаточным количеством времени на обучение произношению в аудиторное время, данный вид работы можно

использовать во внеаудиторное время с последующей проверкой на занятиях.

Таким образом, несмотря на обилие методов и заданий для обучения и дальнейшей тренировки иноязычного произношения, очень важно подбирать тот материал, который будет носить практический характер.

Библиографический список

1. Митева, Т.П. *Обучение фонетике в неязыковом вузе : статья* : Минск, 2011.
2. Леонтьева, Т.П. *Методика преподавания иностранного языка / Т.П. Леонтьева. – 2-е изд., испр. – Минск: Вышэйшая школа, 2016. – 239 с.*
3. Каргина, Е.М. *Особенности обучения восприятию и пониманию иноязычной устной речи в неязыковом (техническом) вузе // Молодой ученый. – 2015. - № 11. – С. 1356-1358. <https://moluch.ru/archive/91/19800/> (дата обращения: 15.10.2019).*
4. Каргина, Е.М. *Особенности усвоения фонетики иностранного языка в психологическом контексте // Современная педагогика. – 2014. - № 11 (24). – 130 с.*
5. <https://reallanguage.club/edgar-allan-poe-a-dream-within-a-dream/> (дата обращения: 16.10.2019).
6. <https://reallanguage.club/anglijskie-teksty-urovnya-vyshe-srednego-s-audio/hiroshima/> (дата обращения: 16.10.2019)

УДК 338.2:378.2

«ЗЕЛЕНАЯ» ЭКОНОМИКА И ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ СПЕЦИАЛИСТА

Мартынюк С.С., Морзак Г.И., Сидорская Н.В.

Белорусский национальный технический университет

В работе рассмотрены основные принципы и инструменты «зеленой экономики». Сделан анализ выпуска специалистов с высшим образованием по профилям образования - техника и технологии; экологические науки. Сделано заключение о необходимости введения в учреждениях образования дисциплин в области инновационных природоохранных технологий для обеспечения профессиональных компетенций специалистов по природопользованию и охране окружающей среды.

В современном мире экономическое развитие государства характеризуется внедрением нового направления в экономике – зелёная экономика, экологическая экономика (Greeneconomics, Ecological economics). Такое направление развития обеспечит устойчивое развитие стране и создаст необходимые предпосылки для исключения возможности появления кризиса в экологии, экономике и многих других сферах общества. Зелёная экономика предполагает положительную динамику в изменении экологической экономики, в экономике окружающей среды, в теории международных отношений. Основу для зеленой экономики составляют разработка и внедрение чистых или «зеленые» технологий ("cleantech" или greentech). Это послужит основой для построения конкурентоспособной экономики, для развития и расширения сфер деятельности предприятия и населения, будет способствовать улучшению экологической обстановки на различных уровнях.

Программа Организации объединенных наций по охране окружающей среды (UNEP) определяет зеленую экономику как инструмент, который должен обеспечить повышение благосостояния людей и социальное равенство, и значительно снизить неблагоприятное воздействие на окружающую среду и риски экологической деградации. (Программа учреждена на основе резолюции Генеральной Ассамблеи ООН № 2997 от 15 декабря 1972 года (A/RES/2997(XXVII)) [1]. Республика Беларусь – активный участник проектов UNEP, в числе которых Картахенский протокол по биобезопасности, Монреальский протокол по озоновому слою, Стокгольмская конвенция по стойким органическим загрязнителям, Базельская конвенция по трансграничному перемещению опасных отходов, Протокол по биологической безопасности, Конвенция по биологическому разнообразию и др.

Отправной точкой для построения перспективной зеленой экономики служит понимание, соблюдение базиса (аксиомы) и выполнения принципов посредством применения инструментов (рис. 1).

Принципы зеленой экономики определяют то, какой должна быть экономика. Основными принципами являются:

- принцип устойчивости (обеспечение устойчивого развития);
- принцип справедливости (равенства);
- принцип достоинства (процветание и благосостояние для всех);
- принцип здоровой планеты (целостности природы и биоразнообразия);
- принцип участия (участие в принятии решений);

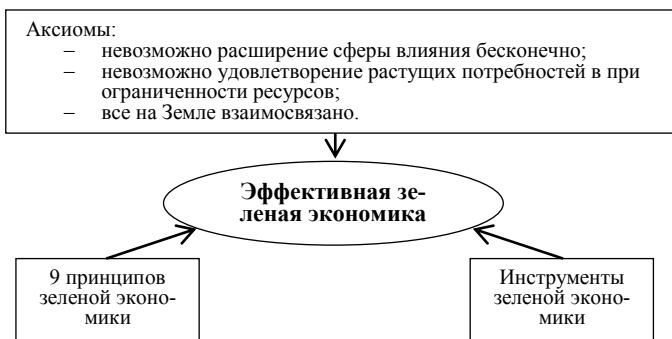


Рис. 1 – Функционирование зеленой экономики

- принцип надлежащего управления и подотчетности (отчетность, прозрачность);
- принцип гибкости (экономической, социальной, экологической);
- принцип эффективности и достаточности (устойчивое производство/ потребление);
- принцип поколений (единения разных поколений).

К основным инструментам зеленой экономики относятся:

- ценообразование (соответствующее принципам устойчивого развития, включая введение налогов на то, что вредит окружающей среде);
- политика государственных закупок (поощрение производства экологичной продукции и использование соответствующих принципам устойчивого развития методов производства);
- «экологического» налогообложения (на налоги на загрязнение);
- государственные инвестиции в инфраструктуру, соответствующую принципам устойчивого развития и природный капитал для восстановления, поддержания и увеличения объема природного капитала;
- государственная поддержка исследований и разработок, связанных с созданием экологически чистых технологий;
- социальные стратегии для обеспечения согласования между целями в социальной области и экономическими стратегиями.

В Республики Беларусь разработан «Национальный план действий по внедрению принципов зеленой экономики в отраслях народного хозяйства Республики Беларусь до 2020 года» [2] в соответствии с основными положениями развития Республики Беларусь на 2016 – 2020 годы [3] и на период до 2030 г.[4]. Определено, что одной из актуальных проблем является медленное обновление технологий, несовершенная отраслевая и технологическая структура экономики, преобладание производств традиционного типа при незначительной доле инновационного сектора.

Внедрение и соблюдение основных принципов и инструментов зеленой экономики представляет собой большие возможности для рынка труда, и является значимым фактором эколого-экономического роста государства. Переход к зеленой экономике предполагает увеличение количества рабочих мест в секторе зеленой экономики. Это относится к сбору и переработке отходов, к возобновляемым источникам энергии или управлению природными ресурсами. Переход к устойчивой экономике приведет к изменениям в профессиональных структурах работников, вырастет потребность в получении специалистами новой квалификации, в совершенствовании профессиональных знаний, необходимых для устойчивого развития. Для того чтобы получить новый опыт и знания, необходимо повышать квалификацию во всех видах деятельности.

На основании данных [5] нами проведен анализ выпуска специалистов с дипломом о высшем образовании и выпуска специалистов с дипломом магистра по следующим профилям образования - техника и технологии; экологические науки (рисунки 2, 3). Характер выпуска специалистов по профилям образования техника и технологии и экологические науки как для высшего образования I ступени, так и для II ступени высшего образования имеет стабильный характер.

Внедрение ресурсосберегающей экономики связано с повышением экологического воспитания населения, с ростом экологического образования и подготовкой специалистов, способных к созданию и реализации наилучших доступных технических методов во всех сферах производства.

Специалист с дипломом высшего образования и с дипломом магистра должен обладать профессиональными компетенциями, как совокупностью взаимосвязанных знаний, умений, навыков, способов профессиональной деятельности (рисунок 4). В рамках современной

экономической ситуации и с учетом экологизации производственной деятельности он должен обладать знаниями и умениями как в технике и технологии, так и в экологических науках.

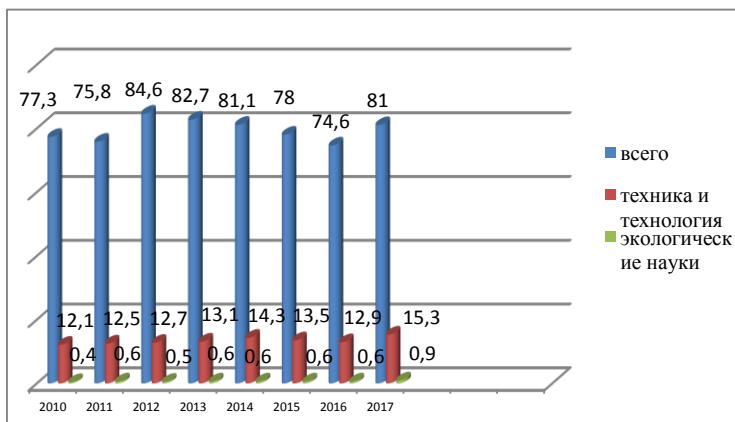


Рис. 2 – Выпуск специалистов с дипломом о высшем образовании, тыс. чел.

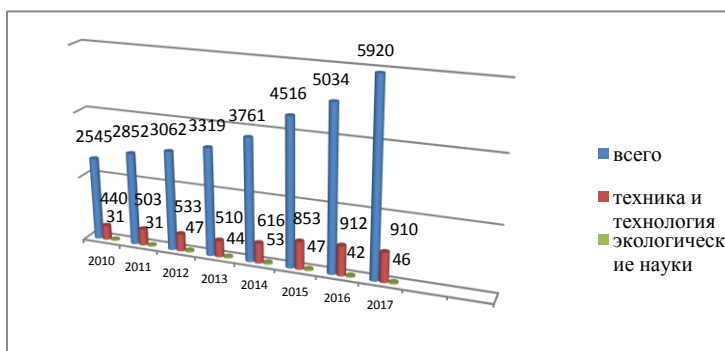


Рис.3 – Выпуск специалистов с дипломом магистра

«Национальным планом действий по развитию «зеленой» экономики в Республике Беларусь до 2020 года [2] определено, что одной из актуальных проблем при переходе к зеленой экономике в Республике Беларусь является медленное обновление

технологий, несовершенная отраслевая и технологическая структура экономики, преобладание производств традиционного типа при незначительной доле инновационного сектора.

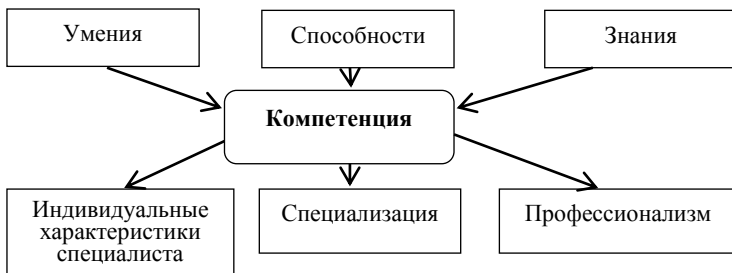


Рис. 4 – Общая структура компетенции

– Таким образом, приоритетом должно быть внедрение наилучших доступных технических методов в производство, которые основаны на эффективных и ресурсосберегающих принципах. Для этого необходимо совершенствование подготовки специалистов как технического, так и экологического профиля.

Выпускник учреждения образования технического и экологического профиля I ступени высшего образования должен обладать основными профессиональными компетенциями:

- осуществлять поиск, систематизацию и анализ информации по перспективам развития отрасли, инновационным технологиям проектам и решениям;
- владеть современными техниками принятия управленческих решений;
- разрабатывать перспективные, среднесрочные и текущие планы экологического и социально - экономического развития организации (предприятия) и его структурных подразделений;
- проводить комплексный эколого- экономический анализ всех видов деятельности организации (предприятия) и разрабатывать меры по эффективному использованию ресурсов с целью повышения эффективности производственно- хозяйственной и ресурсосберегающей деятельности;
- приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности;

- профессионально эксплуатировать современное оборудование и приборы природоохранных технологий и оборудования;
- анализировать показания производственного процесса, потребления материальных и энергетических ресурсов, создавать и поддерживать условия для соответствия технологических режимов требованиям нормативных правовых актов и технических нормативных правовых актов, регламентирующих производственную деятельность;
- производить расчет налога за использование природных ресурсов (экологического налога);
- осуществлять контроль за соблюдением эффективного использования природных ресурсов, лимитов допустимых выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, сбросов сточных вод и лимитов размещения отходов производства;
- разрабатывать и внедрять мероприятия по обращению с отходами производства, минимизации выбросов и сбросов загрязняющих веществ, осуществлять контроль за обращением с опасными веществами и отходами производства;
- осуществлять мониторинг и измерение основных характеристик технологических операций, которые оказывают (могут оказать) значительное воздействие на окружающую среду;
- проводить экологическую экспертизу проектов и технической документации предприятий по соблюдению требований нормативных правовых и технических нормативных правовых актов в области охраны окружающей среды;
- осуществлять поиск, систематизацию и анализ информации по технике и технологиям защиты окружающей среды, инновационным технологиям, проектам и решениям;

Выпускник учреждения образования технического и экологического профиля II ступени высшего образования должен обладать универсальными профессиональными компетенциями:

- быть способным применять принципы экологического законодательства, экологические нормы и правила в практической деятельности, проводить экологическую экспертизу и аудит инновационных проектов в области охраны окружающей среды;
- быть способным проводить экологический мониторинг объектов окружающей среды и обобщать его результаты, анализировать, прогнозировать, оценивать влияние планируемой и осуществляемой хозяйственной деятельности на окружающую среду, научно обосновывать и разрабатывать природоохранные мероприятия;

– владеть теорией и методологией экологических наук, ориентироваться в современных экологических проблемах на глобальном, региональном и локальном уровне, понимать тенденции их изменения и возможные последствия для Республики Беларусь;

– быть способным понимать и применять в профессиональной деятельности современные достижения науки и инновационные технологии в области экологии, природопользования и охраны окружающей среды;

– быть способным анализировать характеристики исходных фактических экологических материалов, используемых для создания изображений, систематизировать и классифицировать изображения, применять методы получения и обработки пространственных данных, моделирования, пространственного анализа, визуализации.

Таким образом, в современных экономических условиях развития конкурентоспособного производства в учреждениях образования необходимо предусмотреть введения новых дисциплин в области инновационных природоохранных технологий для обеспечения профессиональных компетенций специалистов по природопользованию и охране окружающей среды.

Библиографический список

1. *ООН Окружающая среда [Электронный ресурс] / United Nations Environment Programme. – Режим доступа: <https://www.unenvironment.org/>. – Дата доступа: 15.10.2019.*

2. *Национальный план действий по развитию «зеленой» экономики в Республике Беларусь до 2020 года. Постановление Совета Министров Республики Беларусь 21 декабря 2016 г. № 1061 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь, 28.12.2016, 5/43102.*

3. *Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2020 г. / Национальная комиссия по устойчивому развитию Республики Беларусь; Редкол.: Я.М. Александровичи др. – Минск: Юнипак, 2004 – 202 с.*

4. *Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2030 года. // Минск, 2015 – 143 с.*

5. *Статистический ежегодник Республики Беларусь: статистический ежегодник / Нац. стат. Комитет Респ. Беларусь. Минск: Нац. стат. Комитет Респ. Беларусь, 2018. – 490 с.*

УДК 811.111:378.147.091.3

WORK ON A PROJECT AS A PART OF ENGLISH-TEACHING PROGRAM AT TECHNICAL UNIVERSITIES

Mebuke T.

Georgian Technical University

В статье рассматривается вопрос включения работы над проектом по специальности на английском языке в программу обучения английскому языку в техническом вузе. Работа студентов над проектом входит как в число требований международной аккредитационной комиссии к высшим учебным заведениям, так и считается одним из самых перспективных способов обучения иностранному языку для специальных целей. В статье приводится пример работы над совместным проектом на английском языке студентов трех факультетов Белорусского национального технического университета и Грузинского технического университета, осуществленной в течение второго семестра 2018-2019 учебного года. Преимуществом проекта является развитие коммуникативных навыков студентов в специальном, связанном с будущей профессией контексте, навыков творческой, исследовательской работы и применение в ее процессе достижений информационных и коммуникационных технологий.

According to the International Accreditation Commission, work on joint projects represents one of the main demands for the establishments of higher education. At the same time, work on a project is considered to be one of the most effective methods of teaching a foreign language for specific purposes. Work on a project involves implementation of Information and Communication Technologies in the teaching process, which is also a demand of the International Accreditation Commission.

The fact that the English language has gained special prominence and is often the only means of communication across borders in the modern world has to be reflected in updated educational programs, especially as most of recent scientific information and special literature are available only in English. It has become a must for those who want to work with modern Information and Communication Technologies. Consequently, the aim of Universities is to give their

students the highest possible level of its knowledge, ability to work in their chosen fields of science using the latest publications, do research work, contact their colleagues from other countries using the advances of modern technologies.

Courses of English for specific purposes at Technical Universities give students knowledge of special terms and topics in an appropriate context, skills to work with special literature, deepen their knowledge in general. Inclusion of a project into English programs gives students a possibility to begin their own creative research work at an early stage of special education, learn to find appropriate material from printed and electronic sources, establish contacts with their colleagues from all over the world, work in a team, and make presentations using advances of Information and Communication Technologies. It prepares students for participation in future international projects and conferences, makes them more competitive, teaches to establish professional contacts, use language in a specific, profession-related context, enhances their communication skills. It is also beneficial for the lecturers and professors who will constantly work at raising the level of their knowledge, at making their work more versatile and interesting for both themselves, and students.

The agreement of Cooperation, signed between Belarusian National Technical University and Georgian Technical University in September 2016, gave us the idea to suggest work on joint projects in the English language for students to our Belarusian colleagues. We proposed to start, as an experiment, with one group from each department, namely: Faculty of Informational Technologies and Robot-Technique, Faculty of Electrical Power Engineering, Architectural Faculty at Belarusian National Technical University and corresponding faculties at Georgian Technical University: Faculty of Informatics and Control Systems, Faculty of Power Engineering and Telecommunication, and Faculty of Architecture, Urban Planning and Design. Each group was to have its coordinators – Deans of corresponding faculties, their English language teachers, and advisors from the lecturers in the subjects related to the themes of the projects.

The original plan consisted of the following steps:

1. At the beginning of the second semester of the first year English Language lecturers offer their students the suggested by their Deans lists of topics for the future project and ask them to choose one after having searched for available sources, mainly online sources, and consultations with their lecturers in corresponding subjects. During their work participants in the project may be divided

into groups according to their specific interests and chosen themes.

2. English Language lecturers, besides the appointed by the courses programs, guide the work of their students with special literature. This stage of work lasts for about a month.

3. Students from corresponding faculties of both Universities have a Skype conference in order to get acquainted and to decide on the common topic of their future project, exchange e-mail and Facebook addresses and contact telephone numbers.

4. Students continue work on their chosen project topic looking for and working with relevant texts with the help of their English language teachers and consultations with suggested by Deans lecturers. At the same time they contact one another to exchange their opinions and plans for the future project. They communicate in the English language.

5. Second Video-Skype Conference. Completion of stage 4 of the research is followed by another video conference of the students of both universities, when they make short presentations on their findings, get to know each other better, and define the title and the main goal of their future project. Students from both universities speak about their vision of the final project. It may be either a joint presentation, or separate presentations of the students from both universities on a chosen theme using Power Point.

6. Subsequent work is planned according to the course of work on the project with exchange of e-mail correspondence. Students continue work on a chosen version of the project guided by their English language teachers and consulted by recommended by their Deans specialists. Work on the project lasts for one semester.

7. At the end of the second semester of their first year students have the last, third Video-Skype Conference when they make either a joint, or separate presentations in the English language.

8. Students that took part in the project are awarded certificates for their participation in an International Students Project.

We have asked the deans of corresponding faculties to suggest possible topics for presentations for the first year students. All the deans expressed their interest in the prospective work of the students and gave their consent to it. The Dean of the Faculty of Informatics and Control Systems, Professor Zurab Tsveraidze, suggested work on one of the Programming Languages, the Dean of the Faculty of Power Engineering and Telecommunication, Professor Giorgi Arabidze, proposed the following topics for projects: 1) «Research in Renewable Sources of Energy»; 2) «Modern Trends in Hydropower Development (on the example of such countries as Austria, Italy,

etc.)»; the Dean of the Faculty of Architecture, Urban Planning and Design, Professor Nino Imnadze, suggested work on such projects as 1) «Green” Architecture»; 2) «Synthesis of Arts in Architecture»; 3) «The Problem of Colour in Architecture».

Our proposal was approved by the colleagues at Belarusian National Technical University, and during my stay in Minsk, where I had been invited as a visiting professor to deliver lectures to students and lecturers on 12 – 17 November 2018, a group of coordinators was formed. It was headed by the Head of the English Language Department № 1, associate professor S.A. Khomenko, the Head of the Department of Electrical Power Engineering, professor V.G. Bashtovoy, associate professor of the Department of Informational Technologies and Robot-technique Yu.S. Kruk, and the Head of the Department of Architecture, professor A.A. Litvinova.

he course of work on the first project, which was conducted during the second semester of the last year, underwent some modifications, mainly due to the fact that at Belarusian National Technical University semesters start about a month earlier than at Georgian Technical University and, consequently, work on the project began without the initial, originally planned Video-Skype conference. However, after the first Skype Conference was conducted, work became more coordinated as the students became better aware of the work they were expected to do, more motivated and enthusiastic.

Meanwhile our colleagues from Kaliningrad Technical University joined the project. The second Video-Skype Conference, which took place about a month later after the first one, proved to be a real success. Students of the three Departments of both Belarusian National Technical University and Georgian Technical University had worked really hard on their presentations. However, only the Department of Power Engineering of Kaliningrad Technical University participated in it.

Students of the Faculty of Informational Technologies and Robot-technique from Belarusian National Technical University and students of the Faculty of Informatics and Control Systems of Georgian Technical University prepared presentations on *Programming Languages*. Students of the Faculty of Electrical Power Engineering from Belarusian National Technical University and students of the Faculty of Power Engineering and Telecommunication from Georgian Technical University made presentations on *Renewable Sources of Energy*. Students of the Faculty of Architecture from Belarusian National Technical University and students of the Faculty of Architecture, Urban Planning and Design from Georgian Technical Uni-

versity chose different topics for their presentations: «The Problem of Colour in Architecture» and «*Green Architecture*» respectively. All presentations were made using Power Point and were beautifully illustrated by colourful slides.

The results of the Video-Skype Conferences exceeded our expectations. Having seen their fellow-students from other universities, and having understood the meaning of actual application of the English language to their work, the students became so enthusiastic, that the appointed for the Skype Conference time was not enough to hear all the presentations they had prepared. They expressed their wish to continue work on projects, became more motivated, better prepared for their English Language classes, asked if they would be studying English the following years and when the next Skype Conference would take place.

Another benefit of the work on our first joint project was the experience that both students, and their lecturers got. We all had a chance to see and compare the levels of knowledge, preparation and attitude to work of one another. It is my pleasure to make compliments to the colleagues from Belarusian National Technical University and the Head of English Language Department № 1, associate professor S.A. Khomenko.

On the whole, inclusion of work on a project in a definite field of science in the English language into the course of studies of the English language at a Technical University meets all modern demands for teaching foreign languages and helps to develop all necessary skills that the students of the XXI century will need in their future work, and, in a way, is a guarantee of their better future competitiveness and employment.

The biggest advantage of the project is that it enables all participants to take part in the work at their own level and pace, gives opportunity to both students and their English language teachers to enlarge their knowledge of special terms, expressions, and specific topics in the English language that will make their knowledge more solid and develop speaking and analytical thinking skills. During the course of work special emphasis is made on developing communication skills in a specific, career-related context, which represents a demand for modern foreign language teaching methods when the basic skills of reading, writing, listening and speaking are set in modern foreign language teaching standards that make stress on *what students know and are able to do*, and are known as the Five Cs (i.e. communication, cultures, connections, comparisons, and communities), that represent the goals for modern foreign language learning (Phillips, Draper 1987; Phillips 2008) [1], and help to develop skills and abilities of each participant. All these demands are

completely met by the above described project.

Participation in the project will teach the students how to work with special literature in the English language and implement their knowledge in practice, find necessary material in traditional and electronic libraries, use the English language in both professional and everyday environment, learn to use modern Information and Communication Technologies for learning and scientific purposes, will develop their communication competence in the English language, ability to work in a team.

Students` general education broadens as they learn to communicate and interact with representatives of other countries, cultures and communities. On the basis of their English language knowledge and special education they will be prepared to do their professional work at an international level. Students will be able to select appropriate to their work special literature, write abstracts, prepare oral and written presentations, participate in scientific conferences and symposiums, take active part in future international projects and exchange programs with foreign universities from all over the world.

As a result we have a joint project the work on which, we hope, will not only interest students and their teachers, but also meets all the demands for modern foreign language teaching, and involves implementation of the main information and communication technologies in the English language teaching.

Such projects may vary from year to year and include internal, faculty projects, or joint projects with other universities, but will have one trait in common – they will foster the development of creativity and professionalism of our students.

Reference

1. Phillips, J.K., *The Five Cs: Standards for Foreign Language Learning* / J.K. Phillips, J.B. Draper. Heinle&Heinle Pub., 1998. – 91 p.;

2. Phillips, J.K., *Foreign language standards and the contexts of communication* / J.K. Phillips // *Language Teaching*. – 2008. – 41 (01). – 93 – 102 pp.

ФОРМИРОВАНИЕ ИНОЯЗЫЧНОЙ КОММУНИКАТИВНОЙ КОМПЕТЕНЦИИ ПРИ ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТОВ ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ

Хоменко С.А., Боярская А.О.

Белорусский национальный технический университет

В статье авторы на примере из собственной практики преподавания английского языка в Белорусском национальном техническом университете показывают особенности формирования профессиональной иноязычной коммуникативной компетенции у студентов технических специальностей. Особое внимание уделяется лингвистической составляющей содержания учебной программы по иностранному языку, описываются преимущества использования метода проектов с применением информационно-коммуникационных технологий. Приводится пример работы над совместным проектом на английском языке студентов Белорусского национального технического университета и Грузинского технического университета.

В условиях глобализации наиболее востребованными на рынке труда оказываются специалисты технико-технологического профиля, что обуславливает увеличение требований к набору компетенций, которыми должны обладать такие специалисты (например, аргументированно обосновывать личную позицию, четко выражать собственное мнение, эффективно взаимодействовать с собеседником и др.). Одной из основных компетенций в этом наборе является профессиональная иноязычная коммуникативная компетенция, которая рассматривается как основа для будущей профессиональной деятельности. Сформированность указанной компетенции предполагает способность реализовывать собственные коммуникативные интенции в контексте конкретной ситуации общения, а также осознавать коммуникативные намерения адресанта, воспринимать, понимать и интерпретировать репрезентируемую информацию при чтении и аудировании.

Остановимся на некоторых проблемах, с которыми сталкиваются преподаватели технических вузов в процессе иноязычного образования. Основная проблема заключается в том, что дисциплина «Иностранный язык», на которую согласно учебным планам почти всех специальностей отводится 100-110 учебных часов, преподается на первом (на некоторых специальностях – втором) курсах обучения и, соответственно, оканчивая

технический университет, будущие специалисты имеют недостаточный запас знаний для того, чтобы переводить профессиональную литературу и свободно общаться на профессиональные темы. Существенной проблемой также является отсутствие дифференциации по уровню базовых знаний при обучении студентов иностранному языку в академических группах, что ведёт к снижению эффективности подготовки обучающихся. В связи с этим на младших курсах первой ступени получения высшего образования цель обучения иностранному языку сводится к формированию общепрофессиональных и общекультурных компетенций, или, согласно новым стандартам, универсальных компетенций. Формирование обозначенных компетенций предполагает концентрацию внимания на личностном развитии обучающихся, т.е. на развитии умений совершенствовать приобретенные навыки. Таким образом, акцент при языковой подготовке технических специалистов с непосредственного обучения иностранному языку переносится на изучение иностранного языка, а именно, освоение методов самостоятельного обучения с уклоном в профессионально ориентированную сферу иноязычного общения, что значительно повышает роль постоянно продолжающегося обучения (life-long learning), необходимого для адаптации к меняющимся квалификационным требованиям специалиста.

В Белорусском национальном техническом университете (БНТУ) накоплен значительный опыт работы по формированию умений и навыков, необходимых для профессиональной деятельности специалистов технического профиля. Основопологающим фактором в системе иноязычной подготовки студентов данного вуза является ранняя профессионализация. Студенты получают общее представление о предмете специальности, будущей профессиональной деятельности на иностранном языке, начиная с первых занятий на первом курсе. В профессионально ориентированном обучении важное значение имеет понимание специфики профессиональной деятельности обучающихся, обусловленной их специальностью. В соответствии с этой спецификой при обучении студентов той или иной специальности представляется целесообразным выделение наборов ситуаций, в рамках которых будет осуществляться научно-профессиональная коммуникация. В зависимости от выделенных наборов ситуаций определяются имеющие коммуникативную ценность языковые средства (лексические, грамматические, стили-

стические), которые включаются в содержание учебной программы по дисциплине «Иностранный язык» (в ее лингвистическую составляющую).

Поскольку одной из целей иноязычного образования в техническом университете является восприятие, понимание, интерпретация и создание научного текста определенной жанровой принадлежности, особую значимость мы придаем обучению студентов логически правильному конструированию научного текста. Это предполагает определение структурно-семантических компонентов (содержательных фрагментов), конституирующих конвенциональную схему построения текста; прагматических установок автора, реализующихся в тех или иных структурно-семантических компонентах текста и их целевого назначения; факторов, определяющих воздействие репрезентируемой информации на адресата, т.е. потенциала используемых языковых средств, их взаимодействия при изложении информации.

Особую роль в процессе иноязычного образования студентов технического университета играет интегрирование иноязычной составляющей в структуру профессиональной подготовки обучающихся. Объединение лингвистических и внелингвистических аспектов в процессе обучения реализуется на практике при изучении таких дисциплин, как «Технический перевод», «Английский язык (профессиональная лексика)», преподаваемых студентам машиностроительного, автотракторного, приборостроительного, спортивно-технического факультетов, факультета информационных технологий и робототехники, горного дела и инженерной экологии, а также путем проведения интегрированных занятий по специальной дисциплине и иностранному языку. Используемая модель дидактической интеграции (*partial immersion*) позволяет изучать отдельные модули учебных программ по специальным дисциплинам на английском языке и таким образом объединяет две дисциплины в рамках одной учебной программы. При этом оценка достигнутого уровня освоения технической дисциплины может осуществляться как на родном, так и иностранном языках. В результате дидактической интеграции обучающиеся не только получают знания в конкретной профессиональной области, но и приобретают когнитивную способность к их анализу, сравнению, обобщению, установлению причинно-следственных отношений, дифференциации межкультурных различий рассматриваемых процессов / явлений, т.е. происходит активизация исследовательских уме-

ний обучающихся, которые в последствии переходят в профессионально значимые компетенции.

В настоящее время преподаватели специальных дисциплин стали чаще использовать материалы массовых открытых онлайн-курсов, представляющие собой образовательные ресурсы с англоязычным контентом (визуальные и текстовые материалы). Применение такого учебного материала является методически оправданным, поскольку, будучи максимально адаптированным для восприятия не носителями языка, образовательный ресурс позволяет поддерживать языковую среду.

Формат, в котором разработка учебной программы дисциплины и ее преподавание выполняется совместно специалистами по языковой и предметной подготовке, подразумевает использование инновационных образовательных технологий, направленных на развитие разносторонней личности, способной осуществлять эффективную межкультурную профессиональную коммуникацию. В этой связи нельзя не отметить проводимую в БНТУ работу по совместной подготовке исследовательских проектов студентами БНТУ и Грузинского технического университета (ГТУ). В процессе этой работы основные усилия преподавателей иностранных языков были направлены на создание психологической и языковой готовности студентов к общению, на развитие их творческих способностей, на сознательное осмысление материала и способов его использования. Студенты трех факультетов БНТУ и ГТУ, специальности которых относятся к областям энергетики, архитектуры, информационных технологий, участвовали в подготовке совместных проектов. Проблематика данных проектов охватывала вопросы, представляющие определенный интерес для студентов вышеобозначенных специальностей: «Архитектурная полихрония Беларуси и Грузии», «Дизайн архитектурной среды», «Возобновляемая энергетика», «Сравнительный анализ языков программирования» и др. Координаторами рабочих групп были преподаватели английского языка и консультанты-лекторы специальных дисциплин. Состоялось несколько Skype-конференций, в процессе которых студенты обменивались информацией. Финальная конференция представляла собой презентацию проектов с помощью PowerPoint. Использование технологии сотрудничества, возможностей Интернет-ресурсов при подготовке проектов позволило обучающимся приобрести определенные знания в конкретной профессиональной области, культурологические знания

(понимание межкультурных сходств/ различий профессионального плана), повысить уровень владения различными видами речевой деятельности, развить дискуссионные умения на иностранном языке. Подготовку проектов и их презентацию как в письменной, так и в устной форме можно считать действенным средством контроля сформированности коммуникативной, социокультурной и межкультурной компетенций.

Представляется, что к концу обучения на первом этапе высшего образования студенты должны быть подготовлены к изучению профессионального языка в курсе магистратуры, где осуществляется трансформация учебно-познавательной профессионально ориентированной деятельности в профессиональную. Таким образом, успешность формирования профессиональной иноязычной коммуникативной компетенции зависит от правильного отбора учебного материала, сочетания используемых образовательных технологий для закрепления материала, форм взаимодействия преподавателя и обучающихся на всех уровнях высшего образования.

УДК 378.01

РЕФОРМЫ В ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ КАК СТИМУЛ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМЫ ЦЕННОСТЕЙ В СФЕРЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Хорева С.А., Басалай И.А., Лаптёнок С.А.

Белорусский национальный технический университет

Рассматриваются пути повышения качества образовательного процесса в системе высшего технического образования. Отмечается необходимость высокого уровня профессионализма и развития специалиста, способного к самореализации и взаимодействию в структуре общества.

В современном обществе необходимо постоянное осмысливание тех изменений общечеловеческих ценностей, отражающихся в практике с появлением инновационных образовательных систем, которые требуют, в первую очередь, самообразования и саморазвития и преподавателей, и учащихся. В результате этих процессов развивается новая система ценностей, новый опыт, обобщение критериев ценности в своей субъективной практике.

Система образования в технических университетах, в настоящее время сильно ориентированных на европейский опыт, мо-

жет внести свой вклад в решение современных методов, в частности, через изучение модели синтетического образования, более типичную для отечественных традиций.

Инвестиции в человеческий капитал для повышения уровня образования должны вестись целенаправленно к появлению экономической заинтересованности всего общества в целом по механизму обратной связи с инвесторами. Основные цели инновационного менеджмента [1–3] в образовании сводятся к созданию моделей перспективных образовательных учреждений, совместимых по высшему и среднему уровню, ориентированных на инициацию творческой деятельности и созданию новых технологий. Ориентация не столько на изучение существующих знаний, а получение методологии систематизирования знаний и удовлетворения от создания новых.

Популярность комплексных научных работ, собирающих исследователей разных специальностей, особенно в сфере инженерной защиты окружающей среды, позволяет говорить о налаживании интеллектуальных сетей. Именно университетское образование позволяет строить международное развитие науки и образования. Система образования в университетах может внести свой вклад в решение проблем, в том числе, в междисциплинарные решения по хозяйственной деятельности через определение реальной стоимостной ценности природных ресурсов, выявлению качества ассимиляционного потенциала компонентов экосистем, чтобы рыночная хозяйственная система имела стратегическую менеджерскую направленность по рациональному природопользованию [1, 5, 6].

Современное состояние дел в сфере высшего образования является индикатором уровня научного потенциала государства. Особенно негативным является отток молодых специалистов, снижение образовательного ценза, упадок культуры студентов и преподавателей. Но поскольку конъюнктурные соображения на сегодня отпадают, обновление высшего образования без лишнего бюрократизма на основе творческой личности может стать основой самовосстановления высшего образования. Универсальный механизм обратных связей (от университетов до государственного регулирования) должен позволить создать систему государственной долгосрочной стратегии в сфере образования высшей школы. В связи со сложившимися условиями в стране, когда образование оказалось без существенной финансовой поддержки государства, надо с целью координации совместной

деятельности средних профессиональных учреждений и университетов создать функционирующий орган с организационно-управленческими функциями без дублирования функций друг друга. Необходимо на основе интеграции высших и средних профессиональных учреждений выработать реальные шаги по важным аспектам работы: по обновлению среднего профессионального образования; по социальной защите преподавателей и студентов; переподготовки и повышению квалификации преподавателей и специалистов; по учебно-методическому и информационному обеспечению на взаимосвязи среднего профессионального и высшего образования [2].

Активизация образовательной системы на основе относительной самостоятельности позволит найти реальные инструменты эффективного выполнения своей главной задачи – качественной подготовки специалистов, которые востребованы в стране в первую очередь, но и без ограничений выхода на мировое сообщество. Принцип непрерывности образования на основе постепенности и этапности формирования мышления личности лежит в основе создания в стране человеческого капитала, создания рынка профессионального труда. К сожалению, полной картины "наполнения" рынка профессионального труда, точной количественной и качественной его характеристики пока получить не удастся. Поэтому эффективное управление занятостью населения в образовательной сфере затрудняет оценку текущей ситуацией [3, 4]. Применительно к сегодняшним условиям политика государства на рынке труда не должна замыкаться на поиске оптимальной глубины вмешательства в трудовые отношения в образовательной сфере, регулирующее влияние государства также не должно препятствовать реализации требований экономической эффективности, которые предполагают выпуск востребованных на рынке реального сектора экономики специалистов высшей школы с инженерным образованием [4].

Опираясь на выработанные принципы, государство может использовать два типа регулирующего воздействия для реализации конкретной программы в сфере занятости: пассивный и активный. Пассивная политика занятости – совокупность мероприятий, направленных на сглаживание негативных последствий безработицы. Активная политика занятости – это совокупность правовых, организационных и экономических мер, проводимых государством в целях снижения уровня безработицы. Содей-

стве в профессиональной подготовке и переподготовке является одним из важнейших аспектов активной политики занятости.

Динамика молодежной занятости в отраслевом разрезе носит неоднозначный характер. Следует сказать, что рынок труда Республики Беларусь характеризуется негативными тенденциями: происходит снижение численности населения в трудоспособном возрасте, существуют значительные межрегиональные диспропорции в распределении трудовых ресурсов, а также избыток одних профессий и дефицит других. Поэтому необходимо проводить серьезную реструктуризацию рынка профессионального труда в образовательной сфере, развернуть систему подготовки и переподготовки по приоритетным направлениям технического прогресса, ликвидировать разрыв между профессиональным образованием и требованиями рынка труда.

Важно выявить, какие ценности и нормы необходимы, чтобы в образовательной сфере происходили реальные изменения. В настоящее время человечество страдает не столько от недостатка знаний, а от устаревших социальных стереотипов о сущности и характере взаимоотношений людей. Чем многообразнее будут личностные проявления специалистов разных областей знаний, их креативность как субъектов профессиональной деятельности, тем совершеннее будет вузовская подготовка. Реальность такова, что в настоящее время существует опасный разрыв между техническим уровнем развития производства и уровнем нравственного развития человека, обслуживающего мощную технику, приносящую и пользу человечеству, и вред окружающей среде.

Важно понять, что система образования это исторически сложившийся фундамент, обеспечивающий основной человеческий капитал. Поэтому человек, способный к поиску и освоению новых знаний, к принятию нестандартных решений, умеющий достичь договоренности и успеха в своей инвестиционной деятельности, понимающий ограниченность технического могущества и умеющий применить свой потенциал в работе, определит будущее современного общества.

Библиографический список

1. Лаптёнок С.А. Системный подход и системный анализ в процессе подготовки специалистов в области инженерной экологии. Химия и инженерная экология. XVI Международная научн. конф. (Казань, 25-27 сентября 2016 года) / – Казань: Фолиант, 2016. – с. 204-206.

2. Савиных В.Н. Математическое моделирование производственного и финансового менеджмента – М., КноРус, 2009. – 198 с.
3. Фатхутдинов Р.А. Управленческие решения: Учебник. 6-е изд., – М. ИНФРА-М, 2007. – 322 с.
4. Хорева, С.А. Производственный и персональный менеджмент: учебно-методическое пособие / С.А. Хорева, Г.И. Морзак, И.А. Басалай.– Мозырь: Белый Ветер, 2015.– 267 с.
5. Хорева С.А., Басалай И.А. Поиск возможностей и перспектив в системе качества образования технического университета. Высшее техническое образование: проблемы и пути развития. VIII Международная научно-метод. конф. (Минск, 17-18 ноября 2016 года) Ч.2/ редкол.: Е.Н. Живицкая [и др.] Минск: БГУИР, 2016. – с. 254-258.
6. Экономика и социология труда: учеб. для вузов /Б. М. Генкин. – 7-е изд., доп. – М. : Норма, 2007. – 448 с.

УДК 811.111: 374.7: 62

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОБЛЕМНЫХ ЗАДАНИЙ ПРИ ОБУЧЕНИИ СТУДЕНОВ ТЕХНИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ УСТНОМУ МЕЖКУЛЬТУРНОМУ ВЗАИМОДЕЙСТВИЮ

Чуприна Е.В.

Белорусский национальный технический университет

В статье рассматривается проблема развития у студентов технических специальностей умений устного межкультурного взаимодействия на основе использования проблемных культуроведческих заданий. В соответствии с компонентами общения автор выделяет группы умений, которые необходимы при обучении устному межкультурному взаимодействию. Рассматривается классификация проблемных культуроведческих заданий. Представлены образцы данных заданий для обучения студентов технических специальностей устному межкультурному взаимодействию.

В настоящее время стратегической целью преподавания иностранных языков в неязыковом вузе является развитие способности и готовности обучающихся к межкультурному взаимодействию в условиях иноязычного профессионального общения. Это предполагает овладение студентами умениями устного

межкультурного взаимодействия в ситуациях потенциальной профессиональной деятельности.

На современном этапе развития языкового образования в Республике Беларусь особое внимание уделяется подготовке поликультурной многоязычной личности, способной к бесконфликтному межкультурному общению, что нашло отражение в образовательных стандартах и учебных программах по иностранным языкам для учреждений образования различных типов. Обучающийся должен обладать социокультурными знаниями о стране изучаемого языка, иметь опыт межкультурного общения, предполагающего уважительное отношение к другой культуре, владеть умениями представлять культуру своей страны, знать нормы речевого поведения, обуславливающие эффективное взаимодействие с представителем другой культуры. Интерактивный аспект является одним из наиболее значимых в процессе межкультурного общения. Обучающиеся должны владеть стратегиями взаимодействия в различных ситуациях общения, которые позволят избежать коммуникативные неудачи и достигнуть взаимопонимания с представителями иной лингвокультуры.

Устное межкультурное взаимодействие рассматривается как процесс, в ходе которого участники, принадлежащие к разным лингвокультурным сообществам, обмениваются информацией, внося каждый свой вклад, но при этом имеют целью достижение взаимопонимания, что способствует успешному выполнению совместной деятельности. Именно взаимодействие создает мотив и стимул для коммуникации, побуждает к ответным речевым действиям. Процесс взаимодействия делает возможным решение задач за счет координации усилий. В качестве предпосылки речевого взаимодействия выступает корпоративное сотрудничество, а способом реализации данного взаимодействия является групповое общение. Осознание общения как процесса взаимодействия является очень существенным для понимания его природы, структуры, механизмов и законов функционирования. Успешность речевого взаимодействия предполагает наличие определенного уровня коммуникативной компетенции, а также культуры иноязычного общения. Одним из наиболее важных структурных компонентов речевого взаимодействия является стратегическая компетенция. Сущность данного компонента заключается в организации и регулировании речевого взаимодействия в соответствии с речевой стратегией.

Обучение устному межкультурному взаимодействию требует развития ряда умений, которые обусловлены социальным характером взаимодействия коммуникантов, вступающих в различные взаимоотношения друг с другом. Определяющим фактором, положенным в основу предлагаемой нами группы умений устного межкультурного взаимодействия, является взаимосвязь компонентов межкультурного общения: *коммуникативный, интерактивный и перцептивный*.

Г.Н. Андреева выделяет в межкультурном общении следующие структурные компоненты коммуникативный, интерактивный и перцептивный, в соответствии с которыми мы определяем группы умений для обучения устному межкультурному взаимодействию [1, с.95]. *Коммуникативный компонент* устного межкультурного взаимодействия предполагает умения, связанные с передачей и получением коммуникативно значимой информации, ее интерпретацией: ориентироваться в ситуации межкультурного общения, соотносить языковые средства с ситуацией общения, правильно интерпретировать вербальное и невербальное поведение собеседника и др.

В основе *интерактивного компонента* устного межкультурного взаимодействия лежат умения, отвечающие за организацию и осуществление взаимодействия в совместной деятельности. Это умения: установить/начать разговор, поддерживать взаимодействие, восстанавливать взаимодействие в случае сбоя, воздействовать на говорящего посредством выражения сомнения или неуверенности, предположения, продолжения мысли собеседника, переспроса и др.

Для установления контакта с представителями другой культуры необходимо проявлять инициативу при общении. При этом у обучающихся во время такого процесса могут возникать коммуникативные сбои, т.е. все те затруднения, с которыми сталкиваются коммуниканты, вступающие в межкультурное взаимодействие друг с другом: неприятие собеседника, непонимание сообщения или партнера по общению, изменение коммуникативной ситуации и др. [2, с. 346].

Кроме того, вслед за А. Кнапп-Потхофф, Г.В. Елизаровой, Т.В. Починок и др., мы отмечаем, что эффективность реализации устного межкультурного взаимодействия зависит от умения варьировать стратегии, которые способствуют эффективному взаимодействию с представителем иной лингвокультуры, например, стратегии дистанцирования, опоры на фоновые зна-

ния, социальные стратегии, а также компенсаторные стратегии (использование синонимов, перефразы, невербальных средств общения и др.). Наряду со стратегиями для организации устного межкультурного взаимодействия необходимо учитывать следующие принципы: принцип сотрудничества (П. Грайс) и принцип вежливости (Р. Лакофф). Каждый из этих принципов реализуется с помощью правил, которые характеризуют действия каждого коммуниканта [3, с. 35-36].

Таким образом, использование и учет вышеперечисленных стратегий и принципов позволяют коммуникантам контролировать свои речевые ходы и речевые ходы собеседника для достижения общей цели.

Перцептивный компонент устного межкультурного взаимодействия обуславливает умения, связанные с адекватным эмоционально-чувственным восприятием и пониманием друг друга, а также с ситуацией общения: формировать благоприятную обстановку для общения, в том числе с помощью невербальных средств, ставить себя на место собеседника, принимать на себя ответственность за устранение межкультурного недопонимания и др.

Использование проблемных культуроведческих заданий для обучения студентов I курса устному межкультурному взаимодействию является актуальным, поскольку, выполняя задания проблемного характера, обучающийся вынужден преодолевать интеллектуальное противоречие между необходимостью решить поставленную проблемную задачу и невозможностью сделать это за счет имеющихся знаний, навыков и умений. Данные задания предусматривают овладение следующими умениями: ориентироваться в чужой и представлять свою культуру в условиях межкультурного взаимодействия, варьировать в процессе общения вербальные и невербальные средства с учетом норм и традиций коммуникативного поведения в родной и изучаемой культурах и др. Кроме того, культуроведческие задания способствуют развитию качеств, необходимых для межкультурного взаимодействия: эмпатии, толерантности, социокультурной вежливости и др.

Остановимся на некоторых типах проблемных культуроведческих заданий, которые могут быть использованы при обучении устному межкультурному взаимодействию. Вслед за В.В. Сафоновой, мы выделяем три типа таких заданий: 1) *поисково-игровые*, 2) *познавательно-поисковые*, 3) *познавательно-исследовательские* [4, с. 6-8].

1. *Поисково-игровые задания* ориентированы на развитие социокультурной наблюдательности, мышления, воображения. При этом данные задания оказывают благоприятное воздействие на эмоциональную сферу обучающихся, позволяют наглядно выделять сходство и различия между культурами, а также активизировать фоновые знания студентов по данной ситуации:

– *обозначьте сферы деятельности в американской культуре, с которыми ассоциируются следующие названия: Levi's, Apple, NASA, KFC, Ford, Maybelline, Kanye West, Hollywood. Дополните каждый сектор собственными примерами.*

2. *Познавательные-поисковые задания* нацелены на систематизацию и обобщение социокультурной информации. В данных заданиях студентам предлагается проанализировать социокультурную ситуацию, идентифицировать межкультурные особенности коммуникативной ситуации, выявить трудности межкультурного общения и др.:

– *Посмотрите видеоподкаст, в котором студенты из Великобритании и США рассказывают про свои университеты. Используя диаграмму Венна, сопоставьте ваше учреждение образования с теми, которые были упомянуты в видеоподкасте.*

3. *Познавательные-исследовательские задания* направлены на решение более сложных коммуникативных задач (использование проектов, ролевых игр, дискуссий и др.). Такие задания могут выступать эффективным средством освоения социокультурного мира, позволяют осуществить коммуникативно-речевое погружение в социокультурный контекст иноязычной речи с учетом особенностей межкультурного взаимодействия:

– *Используя сервис voki.com, создайте подкаст по проблеме "The University Open Day at the Belarusian National Technical University".* Работая в группах, обучающиеся создают рекламный ролик, в котором приглашают абитуриентов на День открытых дверей в Белорусский национальный технический университет. В качестве предметно-тематического содержания подкаста обучающиеся затрагивают такие аспекты, как годы создания университета, предлагаемые курсы и факультативы и др.

Таким образом, использование проблемных культуроведческих заданий позволяет готовить студентов к устному межкультурному взаимодействию.

Библиографический список

1. Андреева, Г.М. Учебник для высших учебных заведений. – 5-е изд., испр. и доп. – М.: Аспект Пресс, 2007. – 363 с.
2. Зимняя И.А. Педагогическая психология: Учебник для вузов. М., 2000. 384 с.
3. Аниськович, Н. Р. Обучение учащихся средней школы иноязычному речевому взаимодействию (англ. яз.) : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02/ Н.Р. Аниськович. – Минск, 2003. – 173 л.
4. Сафонова, В.В. Проблемные задания на уроках английского языка в школе / В.В. Сафонова. – 3-е изд. – М.: Еврошкола, 2001. – 271 с.

УДК 628.2

ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ БЕЗНАПОРНЫХ ТРУБ

Белоусов Р.О.

Тульский государственный университет

Предложен макрос на языке VBA для облегчения гидравлических расчетов безнапорных труб

При гидравлическом расчете безнапорных труб традиционно используют или таблицы (например, таблицы Лукиных), или специализированные инженерные программы, которые нужно устанавливать из сети.

И тот и другой вариант не всегда удобен, поэтому предлагается простейшая программа, которая легко создается любым пользователем:

1. На листе Excel в указанном диапазоне ячеек создать таблицу (шрифт, цвет – по желанию; рекомендуется задать округление скорости и наполнения):

	А	В
1		
2	Коэф. шероховатости	0,014
3	Диаметр трубы (мм)	200
4	Расход (л/с)	9
5	Уклон (‰)	10
6		
7	Скорость (м/с)	0,85
8	Наполнение	0,37

2. Щелкнуть правой кнопкой по ярлыку листа Excel, в открывшемся меню выбрать «Исходный текст» - откроется окно программного кода.

3. Скопировать в него макрос:

```
Private Sub Worksheet_Change(ByVal Target As Range)
```

```
Dim rng As Range
```

```
Set rng = [b2:b5]
```

```
If Not Intersect(rng, Target) Is Nothing Then q
```

```
End Sub
```

```
Public Sub q()
```

```
Dim n As Single
```

```
Dim d As Single
```

```
Dim q As Single
```

```
Dim q1 As Single
```

```
Dim i As Single
```

```
Dim v As Single
```

```
Dim h_d As Single
```

```
Dim w As Single
```

```
Dim x As Single
```

```
Dim R As Single
```

```
Dim C As Single
```

```
Dim Y As Single
```

```
Dim B As Single
```

```
Dim B1 As Single
```

```
Cells(7, 2) = ""
```

```
Cells(8, 2) = ""
```

```
If Cells(2, 2) = "" Or IsNumeric(Cells(2, 2)) = False Then Exit Sub
```

```
If Cells(3, 2) = "" Or IsNumeric(Cells(3, 2)) = False Then Exit Sub
```

```
If Cells(4, 2) = "" Or IsNumeric(Cells(4, 2)) = False Then Exit Sub
```

```
If Cells(5, 2) = "" Or IsNumeric(Cells(5, 2)) = False Then Exit Sub
```

```
n = Cells(2, 2)
```

```
d = Cells(3, 2) * 0.001
```

```
q = Cells(4, 2) * 0.001
```

```
i = Cells(5, 2) * 0.001
```

```
Do
```

```
B = B + 0.5
```

```
If B >= 360 Then
```

```
MsgBox "безнапорный режим не выйдет"
```

Exit Sub

End If

$B1 = B * 3.141592654 / 180$

$w = d^2 / 8 * (B1 - \sin(B1))$

$x = d / 2 * B1$

$R = w / x$

$Y = 2.5 * n^{0.5} - 0.13 - 0.75 * R^{0.5} * (n^{0.5} - 0.1)$

$C = 1 / n * R^Y$

$q1 = w * C * (R * i)^{0.5}$

If $q1 > q$ Then Exit Do

Loop

$v = C * (R * i)^{0.5}$

$h_d = 1 / 2 * (1 - \cos(B1 / 2))$

Cells(7, 2) = v

Cells(8, 2) = h_d

End Sub

4. Закрыть окно программного кода.
5. Сохранить файл Excel.
6. Вводим значения коэффициента шероховатости, диаметра, расхода, уклона – получаем скорость и наполнение (при отсутствии точных данных по коэффициенту шероховатости, принимаем его 0,014).

ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ

УДК 338.2(476)+316.42(476)

ПРАПРАЦОЎКА СПАСАБАЎ ВЫКАРЫСТАННЯ МЕХАНІЗМУ ПАДТРЫМАННЯ САЦЫЯЛЬНА- ЭКАНАМІЧНАЙ БЯСПЕКІ

Швайба Дз. М.

*Мінская абласная арганізацыя Беларускага прафсаюза
работнікаў хімічнай, горнай і нафтавай галін прамысловасці*

Выбар іерархічнага прыцыпу структурнай арганізацыі механізму забеспячэння сацыяльна-эканамічнай бяспекі ўзгадняецца з прадстаўленнем ролі яго складнікаў у рэгуляванні фінансава-эканамічных працэсаў. Так, пры выкананні функцый абароны непазбежная роля складнікаў механізму ў схемах прамых і абаротных сувязяў, інфармацыйных каналах, кіраўніцкіх заключэннях і адміністрацыйнай працы. Не лічачы гэтага, межэлементныя сувязі механізму забеспячэння сацыяльна-эканамічнай бяспекі апасродкаваны фінансава-эканамічнымі адносінамі і, у першую чаргу, таварна-грашовымі, якія заснаваныя на ўзгадненні і канкрэтнай падпарадкаванасці фінансава-эканамічных інтарэсаў. Гэта значыць, што працэс забеспячэння сацыяльна-эканамічнай бяспекі абавязаны прадстаўляць не строга падначалены характар у параўнанні з іерархіяй дзяржкіравання, а быць адным з інтэнсіўных яго складнікаў, які гуляе дваістую ролю. З аднаго боку, ён мае магчымасць быць неабходным ў якасці 1-га з метадаў рэалізацыі дзяржаўных фінансава-эканамічных інтарэсаў. Але, з іншага боку, спосаб закліканы выступаць "сігнальным звяном" для карэцёрэўкі палажэнняў праводзімай фінансава-эканамічнай палітыкі ў абстаноўцы праявы маштабных небяспек, што ў пэўнай ступені абвясгае яго падпарадкаванасць прынятым раней кіраўнічым заключэнням. Да прыкладу, даследаванне структуравання рэалізуючага ў Рэспубліцы Беларусь механізму забеспячэння сацыяльна-эканамічнай бяспекі паказвае на яго відавочны падначалены характар у сістэме дзяржкіравання. У прыватнасці, элементнае размеркаванне прадстаўленага механізму было здзейснена ў адпаведнасці з іерархіяй сістэмы кіравання працай гаспадарчых суб'ектаў. Гэта значыць, што яго магчымасці прымяняюцца толькі ў некаторай ступені ў сілу ўзроўневых абмежаванняў у рэалізацыі задач сацыяльна-эканамічнай бяспекі. Узроўневыя лімітаванні сістэмы кіравання прыводзяць да таго, што фінансава-эканамічныя рэгулятары характарыстык стану і функцыянавання мезаструктур маюць усе шанцы быць «уключаны» у абсалютнай меры на макраўзроўні і толькі збольшага - на мікраўзроўні.

Дынамічная стабільнасць эканомікі шмат у чым знаходзіцца ў залежнасці ад магчымасцяў механізму забеспячэння сацыяльна-эканамічнай бяспекі, які абгрунтаваны яе сумяшчальнасцю з сістэмай дзяржкіравання [1, с.192]. Для мэтанакіраванага фарміравання дадзенай магчымасці прапануецца канцэптуальная мадэль арганізацыйнага механізму, якая дазваляе ўзгадняць палажэнні праводзімай палітыкі з задачамі абароны дзяржаўных фінансава-эканамічных інтарэсаў. Па мадэлі, суб'ектны склад, які выконвае функцыі па забеспячэнню сацыяльна-эканамічнай бяспекі, арыентуе трымаюць пад кантролем і карэктуе сітуацыю ў адносінах да мэты - дасягненне і падтрыманне значэння бяспечнага функцыянавання эканомікі дзяржавы. Зыходзячы з прызначэння механізму і ролі ў сістэме абароны, яго функцыянальнасць мае сэнс увасобіць у якасці прынцыпе кіравальнасці. У прыватнасці, для надання якасці кіравальнасці мае сэнс размеркаваць міжэлементныя сувязі па ўзроўнях супадпарадкаванасці (іерархічным прынцыпе) [2]. Гэта прадставіць магчымасць рэалізоўваць функцыі па забеспячэнню сацыяльна-эканамічнай бяспекі гарманічна, па прыярытэце іх важнасці і ва ўзгадненні са статусам суб'екта, які рэалізуе функцыю.

Выбар іерархічнага прынцыпу структурнай арганізацыі механізму забеспячэння сацыяльна-эканамічнай бяспекі ўзгадняецца з прадстаўленнем ролі яго складнікаў у рэгуляванні фінансава-эканамічных працэсаў. Так, пры выкананні функцый абароны непазбежная роля складнікаў механізму ў схемах прамых і абаротных сувязяў, інфармацыйных каналах, кіраўніцкіх заключэннях і адміністрацыйнай працы. Не лічачы гэтага, міжэлементныя сувязі механізму забеспячэння сацыяльна-эканамічнай бяспекі апасродкаваны фінансава-эканамічнымі адносінамі і, у першую чаргу, таварна-грашовымі, якія заснаваны на ўзгадненні і канкрэтнай падпарадкаванасці фінансава-эканамічных інтарэсаў [3; 4; 5]. Гэта значыць, што працэс забеспячэння сацыяльна-эканамічнай бяспекі абавязаны прадстаўляць не строга падначалены характар у параўнанні з іерархіяй дзяржкіравання, а быць адным з інтэнсіўных яго складнікаў, які гуляе дваістую ролю. З аднаго боку, ён мае магчымасць быць неабходны ў якасці 1-га з метадаў рэалізацыі дзяржаўных фінансава-эканамічных інтарэсаў. Але, з іншага боку, спосаб закліканы выступаць "сігнальным звяном" для

карэкіроўкі палажэнняў праводзімай фінансава-эканамічнай палітыкі ў абстаноўцы праявы маштабных небяспек, што ў пэўнай ступені абвяргае яго падпарадкаванасць прынятым раней кіраўнічым заключэнням. Да прыкладу, даследаванне структуравання рэалізуючага ў Рэспубліцы Беларусь механізму забеспячэння сацыяльна-эканамічнай бяспекі паказвае на яго відавочны падначалены характар у сістэме дзяржкіравання. У прыватнасці, элементнае размеркаванне прадстаўленага механізму было здзейснена ў адпаведнасці з іерархіяй сістэмы кіравання працай гаспадарчых суб'ектаў. Гэта значыць, што яго магчымасці прымяняюцца толькі ў некаторай ступені ў сілу узроўневых абмежаванняў у рэалізацыі задач сацыяльна-эканамічнай бяспекі. Узроўневыя лімітаванні сістэмы кіравання прыводзяць да таго, што фінансава-эканамічныя рэгулятары характарыстык стану і функцыянавання мезаструктур маюць усе шанцы быць «уключаны» у абсалютнай меры на макраўзроўні і толькі збольшага - на мікраўзроўні. Па гэтым утварыўшаяся на бягучы момант практыка, пры якой перавага аддаецца мерам адміністрацыйнага рэагавання на зрушэнне ў горшы бок стану фінансава-эканамічнай сферы. Яе вынікі прыводзяць да таго, што рэакцыя эканомікі на гэтыя меры мае магчымасць быць больш хуткай, але вынікам часцей за ўсё лічыцца кансервацыя негатыўнага стану на канкрэтны этап. Першапрычына – у абмежаваннях "адміністрацыйнага рэсурсу" і ўмоўнай вузкасці рамак сфармаванага раней прававога поля і агульнапрызнаных правілаў гаспадарання. Так, даказаным прэцэдэнтам лічыцца аб'ектыўная інертнасць заканадаўчай базы, якая нацэлена на рэгуляванне працэсаў у дачыненні да бягучых умоў, але да маючых адбыцца яна можа быць не дастаткова адаптаванай. У следстве гэтага дзейсна выконваць функцыі абароны дзяржаўных фінансава-эканамічных інтарэсаў дадзеная канструкцыя механізму здольная толькі ў адносінах да тых пагроз, якія неаднаразова з'яўляліся, пераадоўваліся і спецыфіка іх уздзеяння даследавана. Але да ўплыву свежых небяспек, генераваных як правіла вонкавым асяроддзем, яго канструкцыя мала падрыхтавана, у сувязі з тым, што распаўсюджванне складнікаў пастаўлена ў залежнасць ад іерархіі кіравання. Пры гэтым, апэратыўная, пастаянна абнаўляемая інфармацыя аб змене значэння сацыяльна-эканамічнай бяспекі, не кожны раз неабходная органам

кіравання і, значыць, карэктіроўка яго характарыстык спаўняецца з затрымкай. Вышэй сказанае падцвержае, што канцэптуальная база наўнага механізму забеспячэння сацыяльна-эканамічнай бяспекі распрацавана толькі на абагульненых прынцыпах арганізацыі сістэм. Прадметная ж спецыфічнасць у іх не прадугледжана. Пры гэтым, патрэба ў канкрэтызацыі асноў фарміравання разгляднага механізму вызначана асаблівасцямі ролі ў абароне эканомікі дзяржавы і метадалагічнай базы будынка адпаведнай сістэмы. Для вырашэння гэтай задачы вывучаны беларускі і замежны вопыт фарміравання адаптацыйных мадэляў, які прадэманстравалі неабходнасць размежавання асноў па сімптome прызначэння на 2 віды: фарміравання і функцыянавання.

Гэта дазваляе не дапускаць ці ж зніжаць да мінімальнай колькасці агенцыя страты, абумоўленыя несупадзеннем інтарэсаў і з'яўленнем міжсуб'ектных інцыдэнтаў. У склад камунікацыйных асноў інтэгравання наступныя прынцыпы.

Прынцып прымата дзяржаўных фінансава-эканамічных інтарэсаў без ушчамлення звязаных з імі інтарэсаў вонкавых суб'ектаў. Патрэба захавання прадстаўленага прынцыпу пры функцыянаванні механізму забеспячэння сацыяльна-эканамічнай бяспекі прадыктавана працэсамі інтэрна-цыяналізацыі ўзнаўлення, глабалізацыі і рэгіяналізацыі эканомікі, і, акрамя гэтага, рознаўроўневым будынкам сістэм абароненасці (міжнароднай, рэгіянальнай, калектыўнай, нацыянальнай). Адкрытасць эканомікі дзяржавы пашырае наўнасць у яе сістэме замежных суб'ектаў, замежных грашовых сродкаў і звязаных з ім фінансава-эканамічных інтарэсаў. Вывучэнне дэманструе, што праводзячы прыцягненне замежных укладанняў у эканоміку дзяржавы, трэба яе палажэнні ўзгадняць па характарыстыках незалежнасці і кіравання. Пры фарміраванні падыходнага фінансавага клімату ў краіне, патрэбен двухбаковы падыход, накіраваны на дасягненне балансу інтарэсаў [6; 7].

Прынцып збалансаванасці фінансава-эканамічных інтарэсаў. Вызначальным фактарам прадстаўленага прынцыпу лічыцца тое, што ў яго рамках ўлічваецца дасягненне збалансаванасці інтарэсаў, мэтаў і каштоўнасцяў як важнай абставіны стабільнага развіцця. Складанне правілаў паводзін суб'екта, адэкватных умовам рынкавых адносін, робіцца прыярытэтным у функцыянаванні структур, якія забяспечваюць сацыяльна-

эканамічную бяспеку, доўгатэрміновы фінансава-эканамічны рост і выяўляюць пабуджальныя матывы для развіцця эканомікі дзяржударства. У кантэксце разгляданага прынцыпу неабходным фактарам лічыцца ўсталяванне соцыумам такіх агульнапрызнаных мерак і правілаў паводзін, якія б садзейнічалі пераважнасці выбару суб'ектамі неканфрантацыйных метадык дазволу супярэчнасцяў у працэсе рэалізацыі іх фінансава-эканамічных інтарэсаў.

Навукоўцы для рэалізацыі збалансаванасці інтарэсаў прапануюць прымяняць сістэму абмежаванняў, заснаваную на грамадска-адміністрацыйных рэгулятарах. У якасці такіх маюць усе шанцы быць прыняты ніжэй прапісаныя: культываваць да канкрэтнай ступені неформальныя камунікацыйныя асновы нацэленыя на неканфліктнае суіснаванне і баланс інтарэсаў суб'ектаў.

Прынцып дыферэнцыяцыі значэння вымярэнняў сацыяльна-эканамічнай бяспекі абгрунтаваны ускладненнем аб'ектнай вобласці сістэмы абароны фінансава-эканамічных інтарэсаў і пашырэннем узаўважэных сувязяў за рамкі дзяржмежаў. Выяўлены аналізам дынамічны элемент ва ўзроўневых уласцівасцях сацыяльна-эканамічнай бяспекі прывёў да неабходнасці ўвасобіць у жыццё карэкцёрскую дзеянню па рэалізацыі фінансава-эканамічных інтарэсаў сістэмнай асновай. У следстве гэтага прапанаваны прынцып фарміравання механізму забеспячэння сацыяльна-эканамічнай бяспекі адлюстроўвае перамену крытэрыяў функцыянавання дзяржсістэм і мае на ўвазе, што падобныя канфігурацыі мяркуюцца і ў будучыні.

Библиографический список

1. Строева, О. А. Особенности реализации государственной политики в социально-экономической сфере / О. А. Строева, Н. И. Лаврикова // *Среднерус. вестн. обществ. наук.* – 2015. – № 2. – С. 190–195.
2. Климук, В. В. Императивы экономической безопасности государства в новых экономических условиях [Электронный ресурс] / В.В. Климук // *Рецензируемый сетевой научный журнал «Экономические тенденции».* – Режим доступа: http://ej.barsu.by/download/1/1_4.pdf. – Дата доступа: 03.01.2018.

3. Езерская, С. Г. *Суцность и методы оценки экономической безопасности [Электронный ресурс]* / С. Г. Езерская // *Межрегиональный маркетинговый центр «Иваново»*. – Режим доступа: <http://ivanovo.marketcenter.ru/content/doc-2-435.html>. – Дата доступа: 17.03.2016.

4. Уткин, Э. А. *Экономическая безопасность региона [Электронный ресурс]* / Э. А. Уткин, А. Ф. Денисов // *Государственное и региональное управление : учеб. пособие* / Э. А. Уткин, А. Ф. Денисов. – М., 2002. – Режим доступа: <http://go0.by/2r0A>. – Дата доступа: 11.08.2017.

5. Суздалева, Д. А. *Анализ экономической безопасности региона с применением системно-динамического моделирования [Электронный ресурс]* / Д. А. Суздалева // *Новая экономическая ассоциация*. – Режим доступа: <http://www.econorus.org/c2013/program.phhtml?vid=report&eid=598>. – Дата доступа: 11.08.2017.

6. Швайба Дз. М. *Забеспячэнне сацыяльна-эканамічнай абароненасці на мікраўзроўні: інстытуцыянальныя механізмы ўліку інтэрэсаў* / Дз. М. Швайба // *Проблемы управления*. – 2018. – № 4(70). – С. 53–58.

7. Shvaiba, D. (2018). *Socio-economic security of the hierarchical system. Bulletin of Science and Practice*, 4(6), 248-254. *Режим доступа*: <http://www.bulletennauki.com/shvaiba-d-n> (дата обращения 15.06.2018). DOI: 10.5281/zenodo.1289862

УДК 316.4.051.2

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОЛОГИИ РИТМОДИНАМИКИ ДЛЯ АНАЛИЗА ПРОБЛЕМ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ И СОЦИАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Волков А.В.

Тульский государственный университет

Рассмотрены основания и основные результаты прогнозирования военно-политических и социально-экономических рисков развития России в 2017-2019 годах, определяющих уровень безопасности жизни и деятельности государства и его регионов.

Областью наших исследований являются циклических механизмы социально-исторического развития, закономерности оформления, организации и чередования его наиболее выра-

женных фаз, а также основания, направления и формальные методы прогнозирования кризисных фаз развития, включая методы качественного истолкования результатов расчётов. Этой теме посвящены многие наши публикации, часть – экологическим факторам социально-экономического процесса.

Особое внимание привлекает проблема экономической и социальной безопасности в различных секторах экономики, но, прежде всего, в гражданском строительстве, поскольку из 15 трлн рублей суммарной задолженности граждан перед финансовыми организациями свыше 7 трлн приходится на ипотечные кредиты. Рост рисков, связанных с обслуживанием кредитов, негативно сказывается на развитии строительной индустрии, сопряженных с ней добывающих и обрабатывающих отраслей, а также создаёт неблагоприятный фон для обсуждения и эффективного решения экологических задач, особенно в регионах РФ. Указанные аспекты затрудняют решение проблем безопасности на государственном и региональном уровнях.

Принято считать, что термины «экология» и «экономика» объединяет корень *oikos* (или в латинском варианте написания – *oeco*). Особым смысловым разнообразием отличаются вторые корни. Так, ключевое понятие греческой философии *logos* истолковывается как слово, предложение, высказывание; смысл, понятие, суждение, основание мышления. В более интегральном аспекте речь ведётся об универсальной осмысленности, ритме и соразмерности бытия.

Греческое понимание *nomos* также весьма широкое: речь ведётся о законе или закономерности, а также о системе правил повседневной жизни. При этом закономерность, в противоположность закону, не может быть атрибутирована (от лат. *attribuo* – придаю, наделяю) в категориях «всегда» и «везде», то есть отражает связь «вещей» в локальном пространстве-времени.

В латинском языке корень *nomos* истолковывается как напев, область, округ, то есть как местное искусство высказывания, возможно, близкое к эпосу [1].

В целом же, в качестве основного значения латинского термина *oeconomus* приводится «заведующий домашним хозяйством, эконом», а греческого термина *oikonomike* – «искусство ведения домашнего хозяйства», что, с позиции оттенков смысла, не является соразмерным. Однако вполне вероятно, что термины «экология» (лат. *oecologia*) и «экономика» (лат. *oeconomicae, oeconomia*) действительно являются однокоренными и, в этом

отношении, – понятиями, имеющими область пересечений ныне закреплённых за ними смыслов. В любом случае, суждения о целях, задачах и инструментах экономического развития не могут не сказаться на текущих и перспективных характеристиках региональных и глобальных экологических систем.

Важную функцию в теории и методологии ритмодинамики выполняет понятие «кризис», под которым понимают детектированный на определённом уровне вероятности, ограниченный по времени интервал существенного изменения программы поведения системы. Так, применительно к экономическим и социальным рискам, ныне всё чаще говорят о необходимости и даже неизбежности «переустановки» глобальной экономики.

По оценке руководителя научного центра «Неоэкономика» О.В. Григорьева, для практической экономики кризисы – это просто заминки на пути её неуклонного роста, который считается естественным состоянием экономики. Эти заминки бывают кратковременными, бывают длительными и тяжёлыми. Правда, в последние годы, «по мере того, как выход из затянувшегося кризиса из года в год переносится, некоторые начинают поговаривать о наступлении эпохи “новой нормальности”. <...> Генеральная линия... заключается в том, что надо пережить тяжёлые времена, а потом всё наладится. <...> С точки зрения неоконномики, предсказывать кризисы – довольно-таки бессмысленное занятие. Условия для их возникновения всегда присутствуют. Загадочны не кризисы, загадочен экономический рост. Интерес представляют как раз причины, по которым экономика... в какие-то периоды времени растёт» [2, с. 417-418].

Формальному анализу факторов, определяющих воспроизводство – инвариантность – циклических механизмов экономического развития, а также обеспечивающих вызревание кризисов развития, посвящены наши публикации 2017-2018 годов. В них обсуждался и ряд прогнозов. Ныне целесообразно к ним вернуться и оценить степень адекватности прогнозов путем сопоставления модельных и фактических данных. При этом целесообразность мы связываем с необходимостью уточнения оснований, методов и приёмов исследований факторов и механизмов развития, с выявлением путей и пределов корректировки используемых алгоритмов, с поиском новых областей их корректного применения.

В статье «Войны России XX века: формальный анализ причин», посвященной прогнозу типа военно-политической ситуа-

ции, формирующейся в евразийском регионе вблизи российских границ [3], мы обсуждали расчёт, представленный на рис. 1.

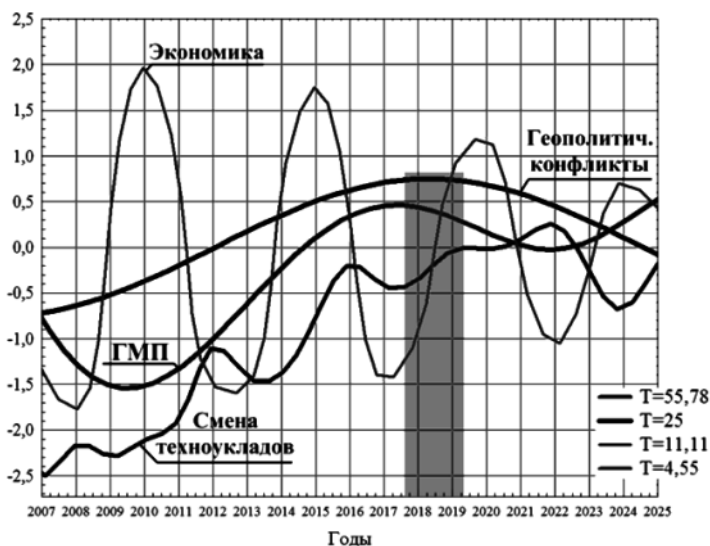


Рис. 1 – Ход колебательных компонент ряда военных событий с участием России в 2007 – 2025 годах

В рамках заявленной методологии, увеличение вероятности «горячей фазы» соперничества России с западными оппонентами допускалось в конце 2017 года – первой трети 2019 года (вертикальное выделение) и связывалось с наложением нескольких факторов, временной ход которых выражали соответствующие колебательные моды.

Так, компонент процесса с периодом $T = 55,78$ лет, обычно связываемый специалистами с динамикой технологических революций, или промышленных укладов, в целом, оказался вовлечён в восходящий тренд с невыраженным локальным максимумом в районе 2015 – 2023 годов. Ближе ко второй половине 2019 года допускался максимум его высокочастотной модуляции, а ближайший фактический минимум – в 2017 году. Содержание этого минимума, с которого начинался некий прирост, связывалось с заявлениями российского чиновничества и бизнеса,

посвящённым проблемам ухода государства от сырьевой зависимости, инновационным планам, курсу на «цифровую экономику».

Мы полагаем, что во временной организации политической, финансово-экономической, социально-демографической и иных сфер жизни России «кондратьевский ритм» выражает присущие ему свойства неодинаково, но, безусловно, выражает (подобно тому, как по-разному проявляет себя в соединениях элементов, например, углерод). Аналогия между свойствами ритмов развития систем во времени и свойствами химических элементов играет важную роль в наших исследованиях.

С чередой экономических событий – как биржевой, так и производственной природы – мы связывали ход моды с периодом $T = 4,55$ года. На этом основании допускалось, что вторая половина 2017 года может оказаться более напряжённой в финансово-экономическом отношении, чем первая, хотя, в целом, экономические результаты года оказались позитивными.

Ритм с периодом $T = 11,11$ лет идентифицировался с многолетней динамикой приземного геомагнитного поля (ГМП), обусловленного даже не столько ходом солнечной активности, сколько текущими параметрами электромагнитной истории Земли.

Таким образом, согласно нашему прогнозу, в 2018-2019 годах уровень экономической и социальной безопасности в различных сферах жизни и деятельности российского государства определялся следующими группами причин:

- 1) в целом, локальным максимумом «технологической» моды (в аспекте ОПК);
- 2) максимумом «военной» моды;
- 3) снижением степени влияния на процессы жизнедеятельности мощного внешнего фактора – солнечной активности (при достаточно высоком вкладе земных источников поля);
- 4) нестабильностью в финансово-экономической сфере, но более слабой (ещё более слабой), чем в ходе минувших событий данного класса, и потому не воспринимаемой сторонним наблюдателем как важный фактор формирования ситуаций развития.

В статье «Общая структура и ключевые моменты российских деловых циклов 2008-2023 годов и их верификация по фактическим данным» [4] рассмотрена гипотетическая структура делового цикла 2018-2023 годов (рис. 2).

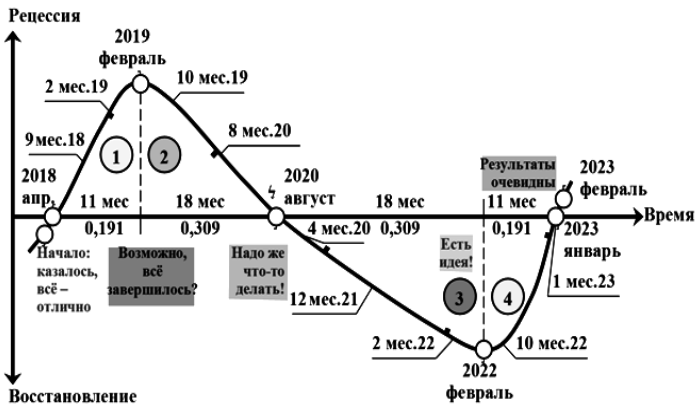


Рис. 2 – Структура делового цикла 2018-2023 годах

Летом 2018 года мы полагали, что первая фаза заметных для специалистов финансово-экономических трансформаций придётся на окончание первого – начало второго кварталов 2019 года, что условно обозначено на рис. 2 как февраль 2019 года. Речь не велась о том, что именно в феврале о себе заявят наиболее драматические черты кризиса, но именно с этого момента ситуация на рынках начнёт ухудшаться. Действительно, в конце декабря 2018 года биржи испытали ощутимую нестабильность, что вызвало дискуссию аналитиков о её причинах и последствиях.

В статье «Прогноз рисков социально-экономического развития России в 2018-2023 годах на основе идеи комплексирования методов познания» [5] мы рассмотрели временной ход экономической моды российской истории XX века с указанием положения «уровней тревоги» (рис. 3), разграничивающих область относительно менее значимых – для стороннего наблюдателя – событий, порождаемых медленным накоплением противоречий, и область наиболее ярких, драматических событий, обусловленных быстрой разрядкой противоречий. Термин, который мы использовали в данном контексте, предложен заведующим лабораторией среднесрочного прогноза землетрясений ИФЗ имени О.Ю. Шмидта А.Д. Завьяловым [6].

Указанные на рис. 3 уровни ожидания тревоги, обеспечивающие детектирование аномалий данной компоненты с вероятностью 89 % ($1,6 \cdot \sigma$), таковы:

- для положительных аномалий поля: $0,0012+1,6 \cdot 1,0042 = 1,608$;
- для отрицательных аномалий поля: $0,0012-1,6 \cdot 1,0042 = -1,606$.

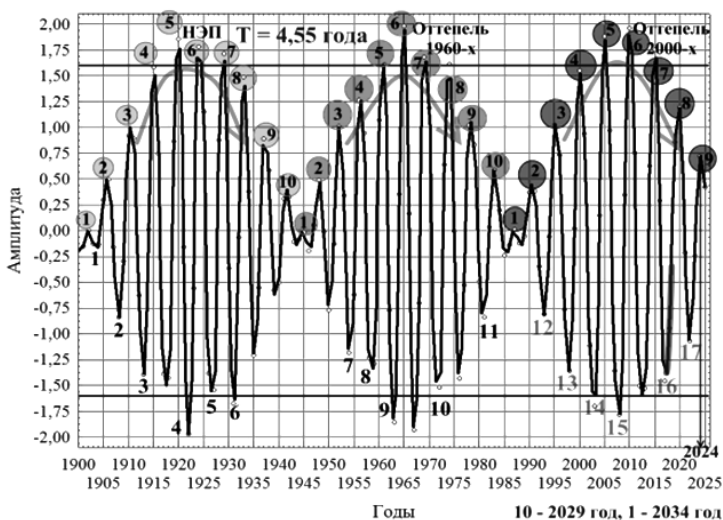


Рис. 3 – Временной ход экономической моды социально-исторического развития России

На рисунке цифры внизу – кризисы и спады развития; десять циклов с $T = 4,55$ лет составляют единый блок; блоки разделяют финалы глобальных изменений; начиная с середины 2000-х годов (5-6), роль управляемой экономики снижается; увеличение общей дисперсии ритма маркирует эпохи появления новых инструментов познания, а снижение дисперсии до минимума – эпохи активной деятельности, зачастую в ущерб логическому мышлению.

Согласно рис. 3, ожидалось, что с 2017 года напряженность финансово-экономической ситуации начнёт возрастать (выделенные части графика, начиная с нижней позиции № 16, красным цветом), а фаза некоторой разрядки противоречий – потрясения – наступит ближе к 2020 году (позиция № 8 первого блока XXI века). Далее возможно улучшение экономической ситуации (применительно к доступной для системы в данное время базе «ресурсов»), а первые признаки зарождения очередного неблагополучия проявят себя в окрестности 2022 года (подобие осени 2017 года).

Данные результаты были изложены и кратко обсуждены на заседании комитета по социальной политике Тульской областной Думы 28 сентября 2017 года, состоявшемся в Государственном мемориальном и природном заповеднике «Ясная Поляна».

Таким образом, в 2017-2018 годах мы утверждали, что «в соответствии с выявленной структурой фаз социально-исторического развития, в ближайшие годы в российском обществе будут сохраняться пессимистические настроения на фоне:

- дискуссий о путях совершенствования «делового климата»;
- несущественного роста экономики;
- небольшого колебания темпов потребительской инфляции;
- продолжающихся разговоров о скором ослаблении или отмене экономических санкций и «подходящем» уровне цен на углеводороды;
- пропаганды успехов замещающих импорт отраслей;
- ожидания и обсуждения итогов тех или иных выборов в Евросоюзе;
- продолжающихся учений стран НАТО вблизи российских границ;
- усиления террористической угрозы;
- объявления и широкого обсуждения планов развития регионов и одновременно скрытой безработицы, проблем с невыплатой зарплат, дискуссии о пенсионном возрасте, деградации техносферы, социальной сферы в целом, а также природной среды.

По-видимому, и фаза социального развития, соответствующая минимальной солнечной активности в районе 2019-2020 годов, будет содержать предельно вырожденное ядро-оптимум и очень быстро сменится нарастающим социальным пессимизмом, переходящим в кризис».

Таков был наш взгляд на ситуацию 2019-2020 годов, объединяющий прогноз военно-политической напряженности и экономической ситуации.

Библиографический список

1. *Новый латинско-русский и русско-латинский словарь*. М.: ООО «Дом славянской книги», 2013. – 928 с.

2. Григорьев О.В. *Эпоха роста. Лекции по неоконимике. Расцвет и упадок мировой экономической системы/ О.В. Григорьев*. М.: Карьера Пресс, 2014. –448 с.

3. Волков А.В. *Войны России XX века: формальный анализ причин/ А.В. Волков*. Вестник ТулГУ, серия «Экология и без-

опасность жизнедеятельности». Тула: Изд-во ТулГУ, 2017. – 251 с. С. 49-91. URL: <http://tsu.tula.ru/files/40/vestnik-tulgu-eco-2017.pdf> (дата обращения: 01.09.2019).

4. Волков А.В. *Общая структура и ключевые моменты российских деловых циклов 2008-2023 годов и их верификация по фактическим данным/ А.В. Волков. Вестник ТулГУ, серия «Экология и безопасность жизнедеятельности». Тула: Изд-во ТулГУ, 2018. – 262 с. С. 129-143. URL: <http://tsu.tula.ru/files/40/vestnik-tulgu-eco-2018.pdf> (дата обращения: 01.09.2019).*

5. Волков А.В. *Прогноз рисков социально-экономического развития России в 2018-2023 годах на основе идеи комплексирования методов познания/ А.В. Волков. Вестник ТулГУ, серия «Экология и безопасность жизнедеятельности». Тула: Изд-во ТулГУ, 2018. – 262 с. С. 158-167. URL: <http://tsu.tula.ru/files/40/vestnik-tulgu-eco-2018.pdf> (дата обращения: 01.09.2019).*

6. Завьялов А.Д. *Среднесрочный прогноз землетрясений: основы, методика, реализация/ А.Д. Завьялов. М.: Наука, 2006. – 254 с.*

УДК 316.4.051.2

РЕЗУЛЬТАТЫ ФОРМАЛЬНОГО ДЕТЕКТИРОВАНИЯ УРОВНЕЙ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ МЕТОДОМ «ТРЕХ СИГМ» И ПРОГНОЗ КРИЗИСА РАЗВИТИЯ

Волков А.В.

Тулльский государственный университет

Рассмотрены этапы и основные результаты формального определения уровней социально-экономической безопасности, разграничивающих нормальные и аномальные, или кризисные, значения экономического индикатора, отражающего тенденции развития гражданского строительства в России. Выполнен рамочный прогноз ближайшего кризиса развития.

В 2017-2018 году мы опубликовали ряд статей, в которых сформулировали заключение о типе экономической ситуации в России в 2019-2020 годов, учитывающее прогноз военно-политической напряженности и собственно финансово-экономической ситуации [1-3]. Безусловно, этот прогноз подо-

бен опыту расстановки внутри сложного «текста» лишь основных знаков препинания.

Для детализации прогноза использовались данные ЦБ РФ, отражающие динамику роста общей задолженности граждан РФ по кредитам, в т.ч. динамику роста просроченной задолженности, за период с 2014 года по 1 января 2019 года.

В силу ограниченности используемой выборки, расчёт сводился к поквартальной сплайн-интерполяции данных, а также к выделению трендовой и диагностической составляющих изучаемого ряда.

Вычитанием из исходного ряда значений трендовой компоненты получены величины диагностической компоненты ряда. Последняя трансформанта приближалась моделью вида

$$\begin{aligned} S_{Dia} &= 13,5090 \cdot \cos(6,2832 \cdot d/5000 + 1,5055) \times \\ &\times \cos(6,2832 \cdot d/20 + 1,4928 \cdot \cos(6,2832 \cdot d/75,089 - 1,0842)) - 0,0126 = \\ &= [\Delta A] \cdot \cos(2\pi \cdot d/20 + [\Delta \phi]) - const, \end{aligned}$$

где d – время;

ΔA – флуктуации, наложенные на амплитуду (амплитудная модуляция);

$\Delta \phi$ – флуктуации, наложенные на начальную фазу (фазовая модуляция);

$T = 20$ – основной период колебаний.

Результат расчета представлен на рис. 1.

Далее величины диагностической компоненты ряда использовались для оценки скорости изменения индикатора (рис. 2).

Согласно рис. 2, динамика прироста задолженности граждан со слабо отрицательных значений ещё в четвёртом квартале 2018 года (нижняя полуплоскость рисунка) становится положительной в первом квартале 2019 года. т.е. темпы увеличения задолженности возрастают, похоже, отражая накопление экономических противоречий в стране и в мире, а также растущую неспособность граждан им противостоять, не прибегая к новым заимствованиям.

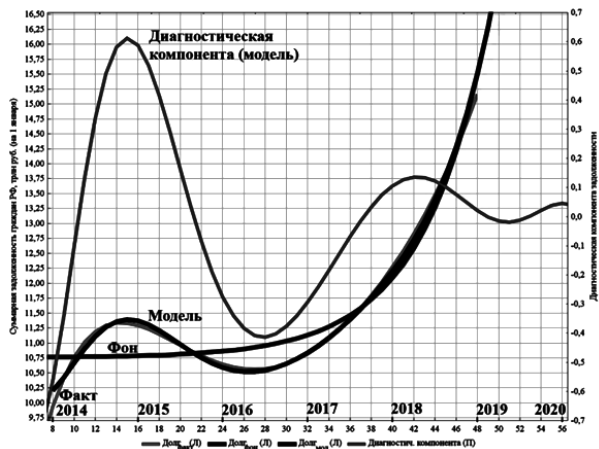


Рис. 1 – Ход фоновой и диагностической компонент ряда суммарной задолженности граждан РФ по кредитам финансовых организаций за период с 01.01.2014 г. по 01.01.2019 года

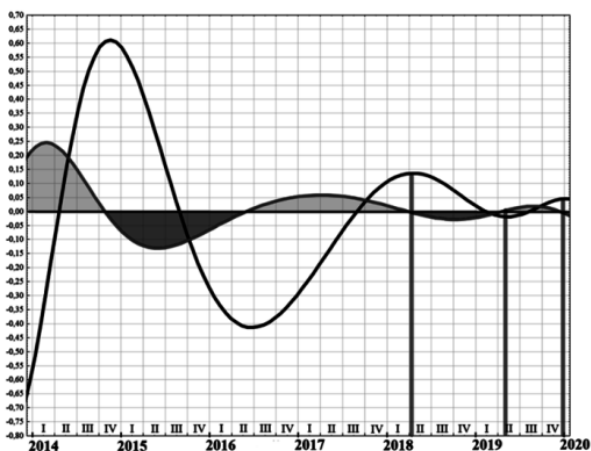


Рис. 2 – Ход диагностической компоненты изучаемого ряда и оценка скорости её изменения; ось ординат – условные единицы; значение индекса приурочено к 1 января каждого года

В третьем квартале достигается невыраженный максимум, а далее происходит снижение скорости роста экономического показателя в результате вынужденных усилий монетарных властей по купированию социального неблагополучия. Важно подчеркнуть, что речь ведётся о скорости процесса, а не о первичных показателях изменения уровня долга.

На следующем этапе обработки данных для полученного ряда скоростей рассчитывалась функция спектральной плотности (энергетический спектр). Согласно результатам расчёта, в волновой картине ряда установлено наличие колебательных мод со следующими периодами (месяцы): 82,5; 66,0; 55,0; 30,0; 22; 16,5; 13,75. Поскольку величина наибольшего периода, выделяемого достоверно, связана с объемом выборки N соотношением $T_{max} \approx N/7 = 330/7 = 47,14$ месяцев, компоненту с $T = 82,5$ исключаем из дальнейшего анализа как недостоверную. Да и компоненты с периодами 66 и 55 месяцев также могут учитываться лишь в аспекте получения предварительных заключений.

Приближение – формальное описание – значений диагностической части ряда выполнено линейной полигармонической моделью ($R = 0,785$). Ход скоростей в более памятную для всех «экономическую эпоху», начиная с 2015 года, представлен далее – на рис. 3.

Полученные расчётным путём положительные значения скоростей расположены в верхней полуплоскости рисунка, а отрицательные значения, соответствующие снижению уровня ключевой ставки, – в нижней полуплоскости. В силу наличия целого ряда источников погрешностей, к этим формальным результатам следует отнестись критически.

Рабочая гипотеза заключается в том, что расчёт трендовой компоненты по ограниченной выборке данных включает существенную погрешность. Правда, сами расчётные значения индикатора близки к нулевым, т.е. находятся в области «шума». Следовательно, они никак не подлежат однозначной качественной интерпретации и не свидетельствуют однозначно о характере изменения скорости индикатора. Для повышения достоверности и результатов формального исчисления, и их истолкования, обратимся к развитой методологии наук о Земле, позволяющей установить «уровни тревоги», которые, видимо, и будут отделять область физически значимых изменений индикатора от области практически незначимых, несущественных изменений – области шума изучаемого процесса. Область значений, ограни-

ченная двумя «уровнями тревоги», истолковывается как область неопределённых суждений, не позволяющих сказать, что произойдёт с индикатором в дальнейшем.

В расчёте используются оценки скорости изменения величин десятичного логарифма ключевой ставки ЦБ РФ, а также оценки удельной скорости их изменения, причём дисперсия значений второго массива данных меньше, чем первого. Рассмотрим этот массив как организованную во времени статистическую выборку, применив к ней правило «трёх сигм». Основанием для данного шага является значение критерия Пирсона ($\chi^2 = 2,037$; $p = 0,729$), а также выполнение критериев, основанных на расчётных величинах асимметрии (А; от англ. *skew* – косо́й) и эксцесса (Е; от англ. *kurtosis* – эксцесс) изучаемой выборки.

Диагностическая часть ряда удельных скоростей с нанесёнными «уровнями тревоги», позволяющими достоверно детектировать аномалии изучаемого «поля» с указанной вероятностью, представлена на рис. 3.

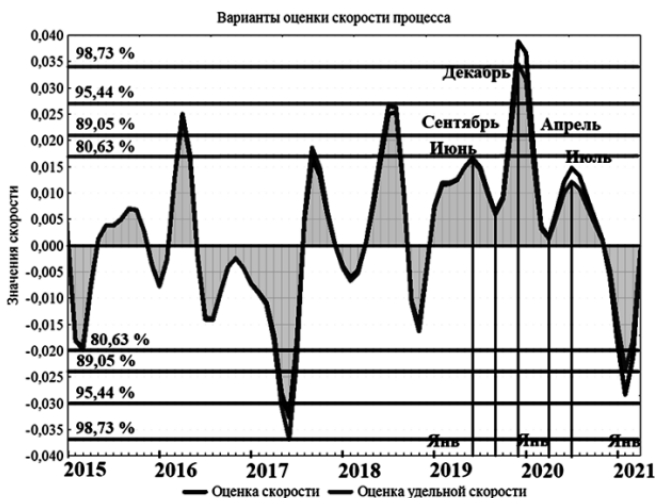


Рис. 3 – Выделение областей достоверных изменений удельной скорости корректировки ключевой ставки ЦБ РФ на основании правила «трёх сигм»

В диапазон значений от $(x_{\text{ср.}} - 3\sigma)$ до $(x_{\text{ср.}} + 3\sigma)$ попадает 99,73 % всех членов выборки (σ – среднее квадратическое отклонение). Это свойство и положено в основу правила «трех сигм»: размах колебаний любой нормально распределенной величины X с вероятностью $p = 0,9973$ (99,73 %) не должен превышать утроенного значения среднего квадратического отклонения этой величины. Тогда любое значение x_i из рассматриваемой выборки, отклонение которого от среднего не превышает 3σ , считается практически вероятным, а значения, выходящие за пределы указанного диапазона, – аномальными.

Тем не менее, на практике рассматривают и т.н. смягчённые критерии выделения аномалий.

В июне 2017 года расчёт показывает снижение величины индикатора. И действительно, весь 2017 год регулятор снижал значение ключевой ставки, включая и сентябрь. Поэтому оценка ситуации на уровне около 80 %, видимо, не является достаточно достоверной. Другими словами, переход индикатора к незначительному росту в сентябре – ошибка расчета.

В июле – августе 2018 года расчёт показывает увеличение ключевой ставки ЦБ РФ. Действительно, с 26.03.2018 г. по 16.09.2018 г. ставка находилась на уровне 7,25 %, а с 17.09.2018 г. по 16.12.2018 г. – на уровне 7,50 % и далее повышалась до 16.06.2019 г. (до 7,75 %). Таким образом, оценка ситуации на уровне 90 % и выше, видимо, является (применительно к данному алгоритму) достоверной.

В этом случае, в районе декабря 2019 года регулятор, реагируя на внешние и внутренние факторы, будет вынужден прервать цикл снижения ключевой ставки, начавшийся 17.06.2019 г., и увеличит её значение, корректируя «внезапное» ухудшение финансово-экономической ситуации. Снижение ключевой ставки прогнозируется нами в окрестности февраля 2021 года. Следовательно, с декабря 2019 года по начало 2021 года и финансово-экономическая, и социально-политическая ситуации в стране будут довольно напряженными.

Совместной ход динамики задолженности граждан РФ перед финансовыми организациями и удельной скорости изменения ключевой ставки ЦБ РФ представлен на рис. 4.

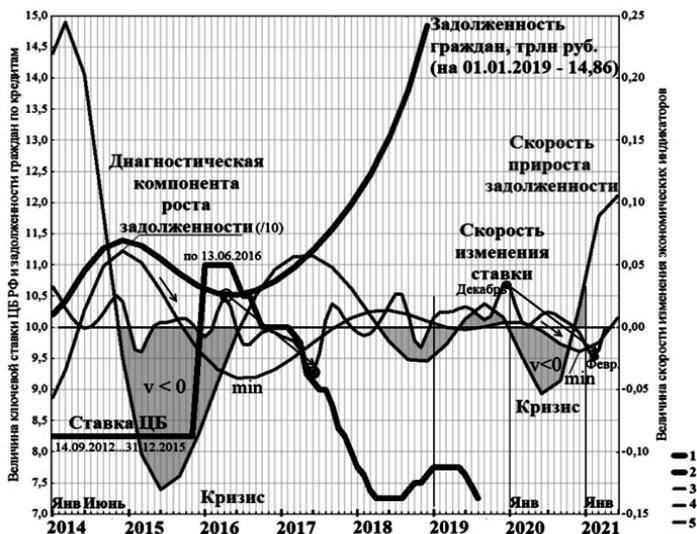


Рис. 4 – Фактический и прогнозный ход индикаторов социально-экономической ситуации в РФ:

- 1 – величина ставки рефинансирования ЦБ РФ;
- 2 – кредитная задолженность граждан РФ (трлн рублей);
- 3 – удельная скорость изменения ставки рефинансирования;
- 4 – величина диагностической компоненты ряда долга, деленная на 10;
- 5 – скорость изменения диагностической компоненты долгов граждан (позиции № 2 и № 4 – модельные значения индикатора, несущественно отличающиеся от фактических данных)

Согласно рис. 4, к началу 2019 года совокупная задолженность граждан РФ перед финансовыми организациями достигла 14,86 трлн рублей. Правда, в аспекте хода диагностической компоненты этого ряда (позиция № 4) и изменения её скорости (позиция № 5), вторая половина 2018 года была отмечена тенденцией к снижению количества *новых* кредитов. При этом значения ключевой ставки ЦБ РФ находились в интервале 7...8 %, что могло бы способствовать росту кредитов. Но, видимо, осознание гражданами финансовых рисков и оценка ими реальной экономической ситуации, так или иначе, сдерживали рост заимствований. Во второй половине 2019 года скорость заимствований, вероятно, вновь немного возросла. В окрестности декабря мы прогнозируем ухудшение финансово-экономической и соци-

ально-политической ситуации в стране. На фоне растущей нестабильности граждане, безусловно, повременят с заявками на новые кредиты (как бы их на это не провоцировали) и постараются сократить накопленную кредитную задолженность. Это будет главной тенденцией на протяжении всего 2020 года. В окрестности февраля 2021 года уровень нестабильности и неопределенности начнёт снижаться. ЦБ РФ пойдёт на снижение ключевой ставки с тем, чтобы инициировать рост экономики посредством расширения кредитования бизнеса. Одновременно восстановятся приемлемые условия и для кредитования физических лиц: скорость прироста задолженности граждан перейдёт в положительную область.

Предыдущая ситуация, или сочетание факторов, подобного типа была в 2015-2016 годах – в момент предыдущего кризиса.

Таким образом, разработанные нами в 2017-2018 годах прогнозы военно-политической и финансово-экономической ситуации в России, на её ближних и дальних рубежах, в целом, оказались адекватными реальному ходу событий, т.е модельные представления не вступили в противоречие с фактическими данными. Однако использование «уровня тревоги» в пределах 80-85 % никак не является достаточным для надёжного разграничения областей потенциальных возможностей и реализуемых конкретных ситуаций (даже, если сводить конкретику к типу и главным чертам предстоящей ситуации). Видимо, по этой причине (а также, несомненно, благодаря усилиям российской дипломатии, профессионализму российских военных и осмотрительности западных контрагентов) военно-политическая напряженность 2019 года и не перешла в боевые действия, хотя иной раз события были близки к этому. Однако экономическая ситуация в стране продолжает ухудшаться.

Библиографический список

1. Волков А.В. *Войны России XX века: формальный анализ причин*/ А.В. Волков. Вестник ТулГУ, серия «Экология и безопасность жизнедеятельности». Тула: Изд-во ТулГУ, 2017. – 251 с. С. 49-91. URL: <http://tsu.tula.ru/files/40/vestnik-tulgu-eco-2017.pdf> (дата обращения: 01.09.2019).

2. Волков А.В. *Общая структура и ключевые моменты российских деловых циклов 2008-2023 годов и их верификация по фактическим данным*/ А.В. Волков. Вестник ТулГУ, серия «Экология и безопасность жизнедеятельности». Тула: Изд-во Тул-

ГУ, 2018. – 262 с. С. 129-143. URL: <http://tsu.tula.ru/files/40/vestnik-tulgu-eco-2018.pdf> (дата обращения: 01.09.2019).

3. Волков А.В. Прогноз рисков социально-экономического развития России в 2018-2023 годах на основе идеи комплексирования методов познания/ А.В. Волков. Вестник ТулГУ, серия «Экология и безопасность жизнедеятельности». Тула: Изд-во ТулГУ Вестник ТулГУ, серия «Экология и безопасность жизнедеятельности». Тула: Изд-во ТулГУ, 2018. – 262 с. С. 158-167. URL: <http://tsu.tula.ru/files/40/vestnik-tulgu-eco-2018.pdf> (дата обращения: 01.09.2019).

УДК 553.04

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ РАЗВИТИЯ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ СТРАНЫ В ПОСТИНДУСТРИАЛЬНОМ ОБЩЕСТВЕ

Ивананова Н.П., Копылов А.Б

Тулльский государственный университет

Теоретико-методологические и методические разработки ведущих российских и западных экономистов направлены на изыскание способов оценки минерально-сырьевых ресурсов для установления оптимального их вовлечения в эксплуатацию, однако они зачастую противоречат целям обеспечения социально-эколого-экономического роста страны и продолжают достигаться преимущественно экстенсивным путем.

Возрождение отечественной экономики и переход к становлению постиндустриального общества в нашей стране неизбежно связаны с восстановлением и развитием минерально-сырьевой базы, которая должна обеспечить потребности внутреннего и внешнего рынка с наименьшими совокупными затратами при соблюдении равновесия в окружающей природной среде. Для этого ситуация должна развиваться таким образом, чтобы добыча минерально-сырьевых ресурсов и использование прочих составляющих природного капитала сопровождалась высоким уровнем эффективности и инновационности их разработки, переработки и потребления. В экономическом секторе ценностно-стоимостных отношений вопросы справедливого распределения и перераспределения доходов от эксплуатации отечественного природного капитала должны соответствовать стратегическим социальным целям развития.

Минерально-сырьевой и экологический потенциалы становятся одними из важнейших факторов развития экономики России и ее регионов, поскольку в нашей стране сырьевые проблемы решались и решаются за счет собственной минерально-сырьевой базы, в значительной степени влияющей на состояние окружающей среды (4-е место среди отраслей промышленности). Природоэксплуатирующий сектор занимает одно из центральных мест в экономике России (25-30 % ВВП). В то же время его доля в доходах консолидированного бюджета РФ составляет около 7-8 % в 2018 г. Это связано с недооценкой стоимостной роли природных ресурсов в формировании доходов государства и его граждан; с тем, что значительная часть денежных поступлений от эксплуатации российского природного капитала, ввиду недостаточного совершенства законодательной базы и экономических рычагов управления, присваивается различными агентами технологических и транзакционных цепочек, по которым распределяются доходы от функционирования минерально-сырьевого комплекса без достаточного разграничения вложенных средств и незаработанных доходов.

До недавнего времени в сфере производства топлива, сырья, материалов и полуфабрикатов из минерально-сырьевых ресурсов была занята значительная часть трудовых ресурсов (около 40 %), сосредоточена половина основных фондов; на развитие минерально-сырьевой базы направлялось более 40 % капитальных вложений в промышленность. Это создавало хорошие мультипликативные эффекты, так как одно рабочее место на добыче полезных ископаемых создает от 6 до 9 рабочих мест в других отраслях промышленности и инфраструктуры.

Реформирование экономических отношений без достаточного объективного учета и оценки природного капитала и созданного природно-ресурсного потенциала, в том числе производственного и трудового, привело к значительному сокращению трудящихся, занятых добычей и переработкой полезных ископаемых, потере престижа горняцкого труда, потере основных фондов в добывающей промышленности, обострило социальные и экологические проблемы на уровне РФ и ее субъектов.

До сих пор более 50 % бюджета России формируется за счет природоэксплуатирующих отраслей. Нефтяная «игла», «укол» которой должен был обеспечить переход нашей страны к развитию, продолжает оставаться не панацеей, а проблемой.

При общем росте объемов экспортных поставок углеводов, доходов они приносят все меньше. Такая же ситуация складывается и с продуктами переработки - бензином, соляной кислотой и пр.

Кроме углеводов, Россия вывозит и другие полезные ископаемые. Приблизительно 15% экспорта приходится на металлы, драгоценные камни и редкие руды. Велики объемы поставок на экспорт древесины. Вряд ли можно причислить продукцию металлургического и химического комплекса (в основном - удобрения) к не сырьевым отраслям (3-5 место в структуре экспорта РФ). Постепенно возрастает экспорт сельскохозяйственной продукции, в основном - пшеницы. Таким образом, переход нашей страны и ее регионов к развитию обеспечивается по-прежнему эксплуатацией природного капитала.

В то же время многие горнодобывающие и перерабатывающие предприятия минерально-сырьевого комплекса регионального значения, не являющиеся предметами олигархического внимания, закрываются, банкротятся, не финансируются, сокращаются квалифицированные рабочие, и, как следствие этого, распадаются целые системы социально-экономического горного воспроизводства, возникают комплексы проблем, требующие разрешения на макро-, мезо- и микроэкономических уровнях управления.

Очевидно, что в ходе исторического развития региональных производительных сил складываются определенные территориальные закономерности, анализировать и учитывать которые не менее важно, чем законы экономического роста. Промышленно освоенные регионы отличаются тем, что на их территории, как правило, уже имеются созданные прошлым трудом региональные отраслевые комплексы, включающие подготовленный к использованию природный, трудовой, производственный, инфраструктурный, научно-технический и другие потенциалы. В частности, горнодобывающие регионы имеют определенный минерально-сырьевой потенциал, интегрированный в общую систему регионального и государственного воспроизводства.

В течение многих лет теоретико-методологические и методические разработки ведущих советских и российских экономистов были направлены на изыскание способов оценки минерально-сырьевых ресурсов для установления оптимального их вовлечения в эксплуатацию, однако цели обеспечения социально-эколого-экономического роста страны достигались и продолжают достигаться преимущественно экстенсивным путем.

В рамках административно-командной системы приоритет отдавался количественной и качественной оценке отдельных составляющих минерально-сырьевого потенциала, стоимостная оценка не имела должного значения. Во многом это было связано с тем, что существующие методы экономической оценки были основаны на том предположении, что наиболее целесообразные варианты их разработки могут быть установлены по комплексу геологических, горно-технических и технико-экономических показателей. Такой подход не обеспечивал однозначности принимаемых решений, а при использовании традиционных критериев (минимум срока окупаемости капитальных вложений, максимум прибыли, минимум приведенных затрат), без достаточно полного и объективного отражения рентной и трудовой стоимости природного капитала и инфляционных процессов, сегодня не удовлетворяет экологические и социально-экономические требования развития.

Современное состояние природного капитала страны и ее регионов продолжает демонстрировать недостаточное совершенство подходов к оценке национального богатства в части природных ресурсов.

В настоящий момент превалирует чисто коммерческая - рыночная краткосрочная оценка, как критерий целесообразности освоения и разработки полезных ископаемых. Действующие и предоставляемые недропользователям лицензии содержат лишь перечень производственно-технологических параметров разработки месторождений, недостаточно объективно определенных и явно заниженных платежей за пользование недрами и другими ресурсами, в частности, ресурсами окружающей среды. При этом недостаточно полно учитываются временные векторы, социально-экономические и экологические функции природного капитала и созданного на промышленно-освоенных территориях прошлым трудом минерально-сырьевого потенциала с позиций получения долговременного стратегически важного социально-экономического эффекта, который этот капитал должен обеспечивать обществу и экономике гармоничное движение вперед.

Мы придерживаемся позиции, согласно которой не всегда к экономической оценке можно подходить с позиций традиционного сравнения с каким-либо "эталонном". В большинстве случаев наличие какого-либо признака или сочетание признаков оценки минерально-сырьевых ресурсов уникально, и именно этот признак (как сочетание первичных признаков) отличает

данную систему (минерально-сырьевой потенциал) от других. Поэтому именно минерально-сырьевой потенциал, как уникальная система сочетания составляющих его факторов, является представительным объектом для оценки и разработки стратегии его развития.

Традиционно оценивались отдельные виды ресурсов, представляющие интерес для отраслей, то есть из расчетов упускались связи потенциала ресурсов недр с другими ресурсами, формирующими общий воспроизводственный процесс (трудовыми, инфраструктурными, экологическими), недостаточно учитывался созданный общий потенциал развития минерально-сырьевой базы. Зачастую это приводило к необъективным решениям, что выражалось в потере рабочих мест, полезных ископаемых, производственного потенциала, а следовательно, части стоимости. В конечном итоге, это предопределило то, что до настоящего времени при расчете главного показателя, характеризующего экономику страны - валового национального продукта (и других макроэкономических показателей) - не в полной мере измеряется и учитывается стоимостная экономико-экологическая оценка и степень использования минерально-сырьевого потенциала и экологические последствия низкого уровня переработки ископаемых ресурсов.

Количество нормативной документации, которой руководствуются органы управления слишком велико и зачастую преследует достижение различных целей, слабо согласованных между собой. В результате на общегосударственном и региональном уровнях мы имеем значительные потери, связанные с недостаточно эффективным использованием всего природного капитала и природно-ресурсного потенциала, в частности.

Природно-ресурсный потенциал и экологические условия в сочетании с социальными становятся основными факторами, регулирующими развитие постиндустриальной экономики, поэтому именно по результатам эколого-экономической оценки природного капитала и минерально-сырьевого потенциала должны решаться вопросы вовлечения в хозяйственный оборот полезных ископаемых, их комплексного использования, определяться целесообразность инвестиций и инноваций, строиться ценовая и налоговая политика.

Все вышеизложенное свидетельствует о важности и назревшей необходимости решения теоретических, методологических и методических проблем социально-эколого-экономической

оценки эффективности использования природного капитала, как важнейшей части минерально-сырьевого потенциала страны и субъектов Федерации – регионов. Такая оценка должна предшествовать экономическим преобразованиям, обосновывать экономическую целесообразность и стимулировать экологически безопасное, социально значимое производство и использование природного капитала.

Комплексная эколого-экономическая оценка природного капитала должна базироваться на его представлении в качестве уникального элемента национального богатства, вовлекаемого в производственный процесс, а, следовательно, обладать стоимостными характеристиками.

В связи с этим, центральным вопросом методологии социально-эколого-экономической оценки природного капитала является обоснование основных теоретических и методологических ее принципов, учитывающих значение природного капитала и стратегии его использования в социально-экономическом развитии регионов.

Второй по значению и актуальности является проблема стоимостного «введения» экологических ресурсов, участвующих в производственных процессах, в рыночный товарооборот, исследование товарных свойств окружающей среды и ее рентной и трудовой стоимости. Эта проблема представляется актуальной не только в рамках оценки эффективности использования природного капитала.

К числу особо сложных, не имеющих до настоящего времени относятся проблемы определения эколого-экономической эффективности диверсификации и санации добывающих предприятий и комплексного освоения недр, поскольку решения о диверсификации и санации принимаются без достаточно полного учета эколого-экономических и социальных факторов.

Разработка методологии экономико-экологической оценки природного капитала представляется весьма актуальной в условиях приватизации государственных объектов и участия иностранного капитала, так как в ряде случаев имеют место: не объективно установленные цены при недостаточном учете в стоимости минерально-сырьевых ресурсов экологических затрат; нарушение экологических прав местного населения на чистую окружающую среду.

Актуальность эколого-экономической оценки эффективности использования природного капитала возрастает с учетом соци-

ально-эколого-экономических факторов, в частности, в условиях роста безработицы и социальной и экологической напряженности, ибо создает научно-обоснованные предпосылки для развития инновационных производств и создания новых рабочих мест.

Таким образом, авторы считают необходимыми для решения при переходе к постиндустриальному развитию страны следующие проблемы:

- в области познания теории экономики природных ресурсов - истолкование роли и места природных и экологических ресурсов в современном экономическом воспроизводстве и в системе категорий рыночной экономики; "трехмерный" анализ (экономический, экологический, социальный) состояния территории промышленно развитого региона и уточнение экономического содержания понятий "экологические ресурсы", "природный капитал", "минерально-сырьевой потенциал", "экологическая рента", "горно-экологическая рента"; выявление экономических и территориальных закономерностей и тенденций экологизации развития минерально-сырьевого потенциала;

- в области методологии комплексной эколого-экономической оценки эффективности использования природного капитала – раскрытие особенностей эколого-экономической оценки природного капитала и минерально-сырьевой продукции с позиций действия объективных экономических законов, комплексное изучение целей и факторов регионального горнопромышленного производства для выбора критерия и показателей комплексной оценки минерально-сырьевого потенциала, раскрытие принципов отражения экологических затрат в стоимости минерально-сырьевой продукции и особенностей исчисления экологической и горно-экологической ренты;

- в области практической реализации методов административного и рыночного управления природным капиталом и минерально-сырьевым потенциалом – изучение опыта регулирования отношений природо- и недропользования в социально благополучных странах с позиций стимулирования их инновационного и общественно значимого развития; совершенствование процессов распределения и перераспределения незаработанных «новыми собственниками» рентных доходов.

Библиографический список

1. Иватанова Н.П. Эколого-экономическая оценка минерально-сырьевого потенциала регионов диссертация на соискание

ученой степени доктора экономических наук / Москва, 2000.

2. Иватанова Н.П., Копылов А.Б., Болотов Г.С. *эколого-экономическая устойчивость или устойчивое развитие ("sustainable development")* В сборнике: *Социально-экономические и экологические проблемы горной промышленности, строительства и энергетики. Материалы конференции. Под общей редакцией Р.А. Ковалева. 2017. С. 359-364.*

3. Иватанова Н.П., Ковалев Р.А., Копылов А.Б. *К вопросу о повышении эффективности использования природно-ресурсного потенциала промышленно-развитого региона. В сборнике: Социально-экономические и экологические проблемы горной промышленности, строительства и энергетики. Материалы конференции. Под общей редакцией Р.А. Ковалева. 2017. С. 371-378.*

4. Иватанова Н.П. *новые критерии в оценке инновационного использования природно-ресурсного потенциала региона. В сборнике: Актуальные проблемы экономической науки. Материалы конференции. под редакцией: А.Л. Сабининой, С.Н. Смирновой, Р.Ю. Болдыревой. 2017. С. 72-73.*

5. Ivatanova N., Kopylov A., Kovalev R., Golovin K. *Methodical approach to the rent considering in the mineral resources evaluation. В сборнике: E3S Web of Conferences Electronic edition. 2018.*

УДК 338.45

АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ ЭКОНОМИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА УГЛЕДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ ДОНБАССА

Кочура И. В.

Донецкий национальный технический университет

Проведен анализ теоретических подходов к структуре экономического потенциала хозяйственных единиц разного уровня. На основе анализа и обобщения классификационных признаков уже имеющихся классификаций для других отраслей, их дополнения и учета особенностей угольных предприятий была предложена классификация экономического потенциала, адаптированного для условий угольной промышленности.

Точность формулировки сущности всех структурных элементов экономического потенциала дает возможность произвести их детальный анализ, определяет дальнейшие решения по методам оценки, по выбору источников формирования, по по-

иску резервов и созданию стратегии управления. При этом необходимо учитывать, что экономические потенциалы разных уровней хозяйственных единиц различаются масштабом и составом, входящих в них элементов, которые определяются особенностями субъектов хозяйствования и воздействием внешней среды. Актуальность исследования обусловлена необходимостью эффективного анализа и оценки экономического потенциала угледобывающих предприятий Донбасса в современных условиях, так как от их работы зависит стабильность функционирования базовых отраслей промышленности. Для решения этой задачи очень важно наличие детальной классификации всех структурных элементов экономического потенциала с учетом специфики отрасли.

В ряде работ таких отечественных и зарубежных авторов как А.И. Амоша [1], Н.В. Бойченко [2], А.И. Воронкова [3], Н.И. Иванов [1], О.А. Жигунова [4], Е.А. Илларионова [5], Ф.А. Керженцев [6], И.С. Краснокутская [7], А.К. Кузьменко [8], Е.В. Лапин [9], О.С. Маковоз [10], Е.С. Максимова [11], П.В. Осипов [12], И.З. Должанский [13], Е.В. Жоглина [14], А.В. Пилипчук [15], Я.В. Присташ [16], А.В. Соколов [17], Е. Н. Стариков [18], И.А. Тернова [19], В.Н. Ханжина, Е.В. Попов [20], И.М. Репина, А.С. Федонин [21] и других рассматриваются вопросы исследования структуры экономического потенциала, и предприняты попытки классифицировать его различные виды.

Несмотря на то, что имеется большое количество научных разработок, связанных с систематизацией видов экономического потенциала предприятий, вопросы определения структуры экономического потенциала угледобывающего предприятия и факторов, определяющих его величину в условиях постоянной изменчивости среды, остаются недостаточно проработанными. Поэтому систематизация и дополнение классификационных признаков экономического потенциала, адаптированных для угледобывающих предприятий Донбасса в современных условиях хозяйствования, а также определение его структуры, является актуальной научной задачей.

Мнения ученых различаются по наполнению структуры экономического потенциала. Среди наиболее часто встречающихся классификационных признаков можно назвать следующие: по уровню абстрагированности, по уровню агрегированности оценки, по отраслевому признаку, по функциональной сфере возникновения, по мере реализации потенциала, по видам ресур-

сов, по моменту определения, по базовому состоянию системы, по степени вовлечения в хозяйственный оборот, по информационной доступности и другие.

Угольные предприятия Донбасса имеют свои специфику. Это, прежде всего, подземный способ добычи на глубинах превышающих тысячу метров для большинства шахт, что влечет тяжелые условия труда (повышение температуры окружающей среды выше нормы), высокую себестоимость 1 тонны угля, капиталоемкость и трудоемкость процессов. Половина разрабатываемых пластов имеет мощность менее 1,2 м, а значительная их часть опасна по горным ударам и внезапным выбросам угля и газа. Это требует значительных усилий и дополнительных затрат для механизации технологических процессов и безопасности горных работ. Непостоянство характеристик предмета труда, нестабильность рабочего места и тяжелые и опасные условия труда, неопределенность информации о запасах месторождения полезного ископаемого – это все факторы, которые оказывают непосредственное влияние на величину экономического потенциала, что необходимо учитывать при систематизации его признаков и видов.

Анализируя и обобщая классификационные признаки уже имеющихся классификаций для других отраслей и учитывая особенности угольных предприятий, автором была предложена классификация экономического потенциала, характерного для угольной промышленности Донбасса (рисунок 1).

По подходу к объекту исследования рассматриваются ресурсный, результативный и комплексный потенциалы.

Ресурсный подход акцентирует внимание предприятия на совокупности его ресурсов. Результативный определяется тем, насколько эффективно используются ресурсы, которые имеются в распоряжении предприятия, выражается в объемах производства продукции, ее качестве, прибыли и финансовой устойчивости субъекта хозяйствования.

Учитывая, что угольное предприятие представляет собой сложную систему, автор статьи детально останавливается на комплексном подходе. Предложено объединить ресурсный и результативный подходы, связав их с этапами производственной деятельности предприятия – обеспечением ресурсами, производственным процессом и реализацией продукции.

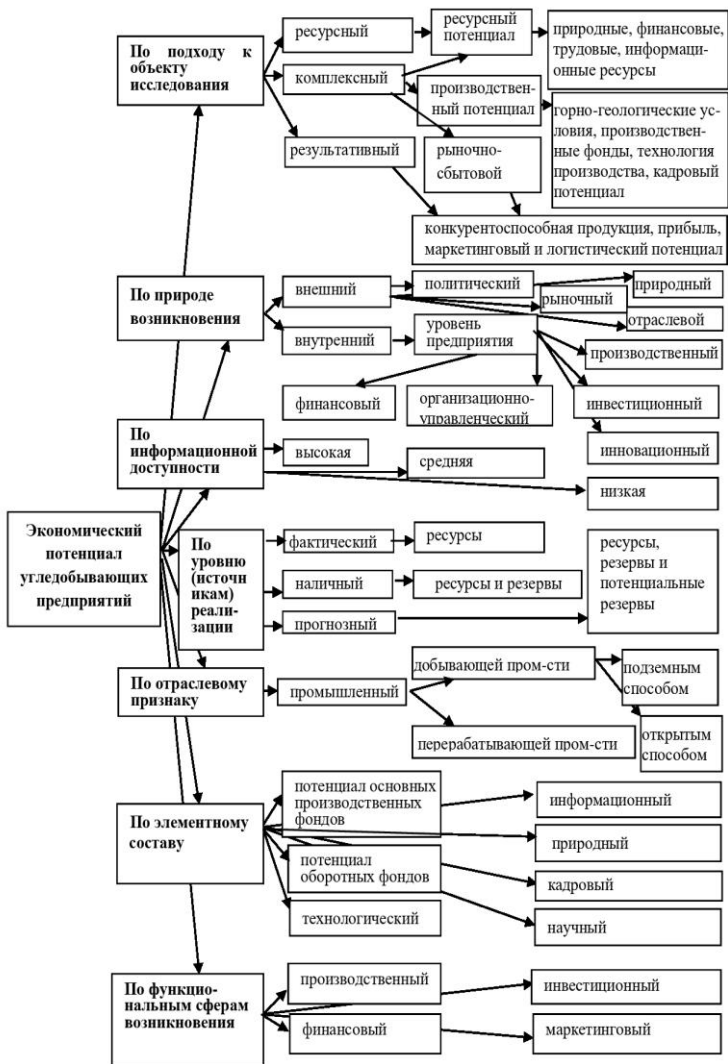


Рис. 1 – Классификация видов экономического потенциала угледобывающих предприятий

Согласно комплексного подхода в структуру экономического потенциала включен ресурсный, производственный и рыночно–сбытовой потенциалы. Ресурсный подход для угледобывающего предприятия включает наличие запасов полезного ископаемого, собственных или заемных финансовых ресурсов для приобретения запасов материалов, оборудования, строительства сооружений, проведения выработок и т. д., определенное количество трудовых ресурсов соответствующего качества и достоверная информация о разведанности запасов, горно-геологических условиях, поставщиках, потребителях, конкурентах и другие сведения.

Производственный потенциал определяют горно-геологические условия, производственные фонды угледобывающего предприятия, технология производства и трудовые ресурсы. Горно-геологические условия связаны с мощностью пластов, объемом запасов полезных ископаемых, глубиной разработки, газоносностью пластов, наличием горно-геологических нарушений, качественными характеристиками угля. Производственные фонды состоят из основных и оборотных средств, находящихся в распоряжении организации, и отражают эффективность их использования. Технология разработки месторождений оказывает влияние на потенциал предприятия путем повышения качества продукции, снижения затрат на ее добычу, снижения доли живого труда и т.д. Кадровый потенциал угледобывающего предприятия представлен рабочими по добыче, имеющими непосредственное отношение к производству продукции (добыче), и управленческим персоналом, принимающим большое количество решений в условиях неопределенности, связанной с особенностями угольной отрасли.

Рыночно–сбытовой потенциал для угледобывающего предприятия является очень важным, так как проблема снабжения материалами и сбыта угольной продукции в данное время стоит очень остро. Усиление маркетинговой деятельности, определение оптимальных логистических схем смогут повысить эффективность производства, которая заключается в реализации продукции определенного качества и финансовых результатах деятельности предприятия.

По информационной доступности потенциала различают высокую, среднюю и низкую. Для угледобывающих предприятий большинство информации имеет среднюю и низкую доступность, так как их деятельность связана с неопределенностью окружающей среды.

По источникам реализации различают фактический, наличный и прогнозный потенциалы. Фактический, как правило, связан с имеющимися на предприятии фактическими ресурсами. При этом на угольном предприятии не исключается их дефицит. Наличный потенциал включает имеющиеся ресурсы и резервы, то есть все материально-вещественные ресурсы, которые предприятие временно не применяет по назначению, но может использовать в настоящее время в производственной деятельности. Прогнозный потенциал состоит из ресурсов, резервов и потенциальных резервов. Потенциальные резервы – это все ресурсы предприятия, которые в данный момент использовать невозможно или затруднительно, но возможно в будущем. Например, добыча угля из достаточно тонких пластов, газификация угля, что является перспективной технологией, но при существующих условиях требует крупных инвестиций.

По отраслевому признаку потенциал классифицируется по видам экономической деятельности, а именно промышленный, сельскохозяйственный, транспортно-коммуникационный, строительный, научный и сфера обслуживания. Промышленный потенциал разделен между добывающей, к которой относят угольную отрасль, и перерабатывающей промышленностью. Также может быть более детальное разделение добывающей промышленности по объекту и способу добычи.

По элементному составу различают потенциалы основных производственных и оборотных фондов, земельный, информационный, технологический и кадровый. В данной классификации земельный потенциал заменен природным, связанным с запасами месторождений полезного ископаемого.

Функциональные сферы возникновения определяют сферы деятельности предприятия. Для любого производственного предприятия это производственная или операционная, финансовая и инвестиционная.

Что касается угольного предприятия, то целесообразно добавить маркетинговую деятельность, так как это направление связано со снабжением производственного процесса необходимыми материалами и сбытом угля, что в данный момент времени является острой проблемой для всей отрасли.

Таким образом, анализируя и обобщая классификационные признаки уже имеющихся классификаций для других отраслей и учитывая особенности угольных предприятий, была предложена классификация экономического потенциала, адаптированного

для условий угольной промышленности. В дальнейшем данные исследования будут положены в основу анализа и методики оценки экономического потенциала отрасли.

Библиографический список

1. Амоша О.І. Підвищення ефективності використання виробничого потенціалу в промисловості. Монографія/ О. І. Амоша, М. І. Іванов, Л. Т. Хіжняк та ін. – Донецьк: НАН України. Ін-т економіки пром-сті, – 2004. – 396 с.
2. Бойченко Н.В. Определение экономического потенциала антрацитовых шахт / Н.В. Бойченко // *Економіка: проблеми теорії та практики. Зб. наук. праць Дніпропетровського національного університету. Випуск 197. Том 2.* – Дніпропетровськ: ДНУ, 2004. – С.330-339.
3. Воронкова А. І. Концепція управління конкурентоспроможним потенціалом підприємства / А.І. Воронкова // *Економіст.* – 2007. – № 8, серпень. – С. 14-15.
4. Жигунова, О.А. Теория и методология анализа и прогнозирования экономического потенциала предприятия: монография / О.А. Жигунова. – М.: Изд. дом «Финансы и кредит», 2010. – 140 с.
5. Илларионова Е. А. Теоретические и методологические аспекты экономического потенциала региона/ Е. А. Илларионова, В. П. Самарина. – Старый Оскол: Квадрат, 2015. –110 с.
6. Керженцев, Ф.А. Развитие методов оценки экономического потенциала промышленных предприятий: автореф. дис. к-та экон. наук: 08.00.05 / Ф.А. Керженцев; Самарский гос. эконом. ун-т. – Самара, 2010. – 24 с.
7. Краснокутська Н.С. Потенціал підприємства: формування та оцінка: Навчальний посібник / Н.С. Краснокутська. – К: Центр навчальної літератури, 2005. – 352 с.
8. Кузьменко О. К. Аналіз сутності потенціалу розвитку підприємства як економічної категорії в умовах стратегічного управління підприємствами / О. К. Кузьменко // *Економіка: проблеми теорії та практики : зб. наук. пр. – Д.: ДНУ, 2010. – Вип. 263: в 9 т. – Т. VII. – С. 1731–1742.*
9. Липин Е. В. Экономический потенциал предприятия / Е.В. Липин. – Сумы: ИТД "Университетская книга", 2002. – 310 с.
10. Маковоз О. С. Особливості економічного потенціалу підприємств торгівлі / О. С. Маковоз // *Економічна стратегія і перспективи розвитку сфери торгівлі та послуг: зб. наук. пр. – Харків: ХДУХТ, 2008. – Ч.2. – С. 417–424.*
11. Максимова О. С. Дослідження ресурсного потенціалу

залізорудних підприємств / А. Г. Темченко, Л. В. Кадол, О.С. Максимова // Вісник Криворізького технічного університету : зб. наук. праць. – № 11. – 2006. – С. 228–232.

12. Осипов П.В. Интегральный производственный потенциал пищевой промышленности / П.В. Осипов. – Одесса: ИПРЭЭИ НАН Украины, 2004. – 288 с.

13. Должанский И.З. Управление потенциалом предприятия: учебное пособие. /И.З. Должанский, Т. О. Загорная, О. А. Удалых, И.Н. Герасименко, В.Н. Ращупкина. – Макеевский эконом. – гуман. инс.-т. – Донецк: СПД Куприянов, 2010. – 352 с.

14. Жоглина ЕВ Методические подходы к оценке экономического потенциала региона /ЕВ Жоглина // Экономический вестник Ростовского государственного университета Том 6, №1 Часть 2 – Ростов-на-Дону ЮФУ, 2008. – С. 145-152.

15. Пилипук А.В. Конкурентный потенциал перерабатывающих предприятий АПК / А.В. Пилипук [и др.]; под ред. В.Г. Гусакова. – Минск : Беларус. навука. – 2012. – 217 с.

16. Пристаиш Я. В. Разработка методических положений по экономической оценке потенциала угледобывающего предприятия : Дис. канд. экон. наук : 08.00.05 : Новокузнецк, 2003. – 195 с.

17. Соколов А. В. Потенциал промышленного предприятия: оценка и управление с системных позиций: на примере угледобывающих предприятий с открытым способом добычи: Дис. канд. экон. наук : 08.00.05 : Кемерово, 2007. – 156 с.

18. Стариков Е Н. Подходы к разработке модели формирования экономического потенциала отраслевого комплекса / Е.Н. Стариков // Проблемы развития предприятий: теория и практика: материалы VI Международной научно-практической конференции. Самара: Изд-во Самарского гос. экон. ун-та, 2007. Ч. 2. – С.89-94.

19. Терновская І.А. Концептуальна модель економічного регулювання потенціалу АПК в сучасних умовах / І.А. Терновская// Націоналізація і приватизація: минуле, теперішнє, майбутнє. Вісн. Харк. нац. ун-ту ім. В.Н. Каразіна. -№ 613. –Х.: ВЦРізоХНУ, 2003. - С. 121 - 125.

20. Ханжина, В. Структура рыночного потенциала предприятия / В. Ханжина, Е. Попов // Проблемы теории и практики управления. – 2001. – № 6 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://vasilievaa.narod.ru/ptpu/20_6_01.htm.

21. Федонін О. С. Потенціал підприємства: формування та оцінка : навч. посібник / О. С. Федонін, І. М. Рєпіна, О. І. Олексик. – К.: КНЕУ, 2004. – 316 с.

ВЛИЯНИЕ ЦЕНООБРАЗОВАНИЯ НА ВВОД ОБЪЕКТОВ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ В ПЛАНОВЫЕ СРОКИ

Маценко В.В., Григорьева Е.Н.

Тульский государственный университет

В статье рассмотрены особенности календарного планирования строительных процессов, принципы формирования ценообразования в строительстве и факторы, влияющие на своевременный ввод объектов строительства в эксплуатацию.

Основными функциями любой строительной организации являются качественное выполнение строительно-монтажных работ при возведении зданий и сооружений, а также при их реконструкции и перевооружении, и сдача объекта в плановые сроки. Для достижения поставленного результата работы по строительству зданий и сооружений должны быть выполнены на основании утверждённого проекта, проектно-сметной документации, норм и правил, обязательных к использованию на территории Российской Федерации. К работам должны быть допущены квалифицированные рабочие, использоваться исправные машины и механизмы. При соблюдении всех требований и отсутствии факторов, которые влияют на задержку выполнения работ, объект сдается в эксплуатацию в сроки, установленные договором.

В состав проекта производства работ, который разрабатывается на основе рабочей документации, обязательно входит календарный план строительства объекта. В нем определяется продолжительность возведения объекта, сроки и взаимная увязка выполнения отдельных строительных и монтажных процессов. Правильно составленный календарный план должен служить основой для осуществления контроля за ходом производства работ. Кроме того, его используют при оперативном планировании строительных и монтажных работ [6]. Календарный план производства работ выполняется в соответствии со СНиП 3.01.01-85*.

При составлении календарного плана необходимо учитывать продолжительность возведения объекта, где она не должна превышать нормативной. Нормативная продолжительность строительства вычисляется согласно СНиП 1.04.03-85*.

Если фактический срок строительства, определенный на основании календарного плана или сетевого графика, больше нормативного, необходимо пересмотреть технологическую зависимость в организации строительных процессов с целью сокращения расчетных сроков строительства и доведения их, как минимум, до значения нормативных.

Для разработки календарного плана производства работ необходимы:

- рабочая документация здания или сооружения;
 - сводный сметный расчет стоимости строительства;
 - сведения о сроках поставок материалов и оборудования;
 - проект производства работ;
 - сведения о типах и количестве используемых машин и механизмов;
 - сведения о рабочих кадрах основных профессий;
 - типовые технологические карты;
- установленные по договору строительства.

Пример календарного плана представлен на рисунке 1.

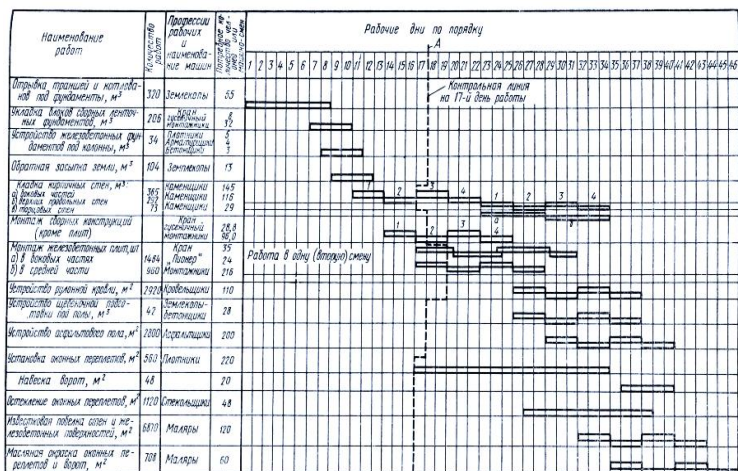


Рис. 1 – Календарный план производства работ промышленного здания

В этой связи необходимо рассмотреть также особенности ценообразования в строительстве, обусловленные спецификой строи-

тельства: её индивидуальностью, сложностью, зависимостью от природно-климатических условий, крупным размером затрат.

Значение, роль и функции цены в строительном производстве довольно велики. При формировании цен на строительную продукцию применяют затратные методы – путём последовательного калькулирования затрат определяются сметная стоимость на производственные ресурсы, виды работ, объекты и на стройку в целом [4].

Цена на каждый объект строительства обладает индивидуальным характером и определяется сметой, составленной на основе проекта, и называется сметной стоимостью.

Сметная стоимость является основой для определения размера капитальных вложений, финансирования строительства, формирования договорных цен на строительную продукцию, расчётов за выполненные подрядные (строительно-монтажные, ремонтно-строительные и др.) работы, оплаты расходов по приобретению оборудования и доставке его на объекты, а также возмещения других затрат за счёт средств, предусмотренных сводным сметным расчётом [3].

Политика ценообразования в строительстве состоит в том, что предприятие устанавливает цены на основе нормативов, а затем определяют сметные нормы расхода и денежных расходов на возведение объекта.

На основании сметных расчётов, составленных согласно проектной документации и объединённых в единый сводный сметный расчёт по объекту, осуществляется разработка календарного плана производства работ и планирование строительных процессов на объекте. При правильном составлении и соблюдении в ходе строительства календарного плана работ, строительная организация вводит в эксплуатацию объект согласно срокам, указанным в договоре.

Срок ввода объекта в эксплуатацию (срок сдачи) – это срок, в который застройщик планирует получение разрешения на ввод объекта в эксплуатацию, а именно: документа, удостоверяющего, что строительство объекта выполнено в полном объеме в соответствии с разрешением на строительство, градостроительному плану земельного участка и проектной документации.

Несвоевременный ввод объектов в эксплуатацию может быть вызван факторами, которые можно разделить на две группы:

– внешние факторы – это изменение проекта в ходе строительства и, соответственно, отсутствие новой проектно-сметной доку-

ментации; прекращение или отсутствие финансирования у заказчика; отсутствие материалов или оборудования, предусмотренных проектом; несвоевременное выполнение работ субподрядчика.

– внутренние факторы – нарушение технологии работ в процессе строительства, нехватка квалифицированного персонала, нехватка машин и механизмов для осуществления строительных работ.

Таким образом, ценообразование в строительной отрасли является внешним фактором, влияющим на своевременный ввод объекта в эксплуатацию, и представляет собой сметную документацию, которая, как говорилось выше, является неотъемлемой частью проекта. При внесении изменений в утвержденный проект сметная документация должна быть откорректирована согласно изменениям. Строительство объектов ведется на основании проектно-сметной документации с соблюдением всех норм.

Для того, чтобы объект был введен в эксплуатацию в плановые сроки необходимо грамотно и правильно составить сметные расчеты на все виды работ, которые необходимо выполнить в ходе строительства. В сметных расчетах учитываются все усложняющие строительство факторы при помощи применения повышающих коэффициентов к нормам времени и затратам на эксплуатацию машин (например, работа в стеснённых условиях, работа с вредными условиями труда, строительство вблизи объектов, находящихся под высоким напряжением, и другие), которые фактически ведут к увеличению сроков строительства. Анализируя нормы затрат труда рабочих и машинистов, которые отражены в сметных расчетах на каждый вид работ, можно также планировать ход и сроки строительных процессов на объекте.

Оперативная работа сметного отдела и мастера (прораба) на объекте строительства также влияет на сроки строительства. Своевременная подготовка первичных документов при выполнении строительно-монтажных работ (акты о приемке выполненных работ по форме КС-2, справка о стоимости выполненных работ и затрат по форме КС-3, акт приемки законченного строительством объекта по форме КС-11 и другие) позволяет вовремя получить разрешение на ввод объекта в эксплуатацию (необходимым документом для получения разрешения является акт приемки объекта капитального строительства (в случае осуществления строительства, реконструкции на основании договора)) [1].

Анализируя в ходе строительства показатели сметной стоимости выполненных работ, можно вычислить техническую готовность каждого объекта, определяемую как отношение плано-

вой стоимости фактически выполненных работ с начала строительства анализируемого объекта к его полной плановой стоимости. Сравнение фактического уровня технической готовности объектов с плановым показывает соблюдение сроков продолжительности строительства [5].

Срок строительства объекта – это один из главных вопросов, который возникает в ходе подготовки договора между заказчиком и подрядчиком. Он определяется на начальном этапе согласно разработанного календарного плана производства работ. В ходе строительства необходимо контролировать сроки готовности отдельных участков, видов работ, анализируя сметную стоимость выполненных работ. Ценообразование – это неотъемлемая часть всего строительного процесса, на основании которого определяется сметная стоимость объекта строительства, включающая, в том числе, и прибыль предприятия. Работы, выполненные на основании проектно-сметной документации, которая в ходе строительства оперативно корректировалась в случае изменений в проекте, при соблюдении всех условий, необходимых для строительства объекта, будут исполнены в срок.

Все вышесказанное доказывает необходимость в грамотной и точной разработке таких документов как календарный план производства работ и проектно-сметная документация.

Библиографический список

1. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29 декабря 2004 г. N 190-ФЗ (с изменениями от 22 июля, 31 декабря 2005 г., 3 июня, 27 июля, 4, 18, 29 декабря 2006 г., 10 мая, 24 июля, 30 октября, 8 ноября, 4 декабря 2007 г.) // «Российская газета» от 30 декабря 2004.

2. СНиП 3.01.01-85*. Организация строительного производства. -М.: Госстрой России, 2000.

3. Фисун В.А. Экономика строительства/ В.А. Фисун – М.: РГОТУПС, 2002.

4. Барановская, Н.И. Экономика строительства/Н.И. Барановская, Ю.Н. Казанский, А.Ф.Клюев. - М.; Спб.: АСВ-СпбГАСУ, 2003.

5. Ценообразование / Под ред. проф. И.К. Салимжанова. – М.: Финстатинформ, 1996 г.

6. Степанова, Е.С. Экономика строительства/ Е.С. Степанова - М: «ЮНИТИ-ДАНА», 2007.

ПЕРСПЕКТИВЫ ТЕРЦИАЛИЗАЦИИ ПРЕДПРИЯТИЙ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Мелешко Ю.В.

Белорусский национальный технический университет

С учетом цифровизации производства и повышения степени клиенто-ориентированности продукции горнодобывающей промышленности доля услуг промышленного характера в добавленной стоимости будет возрастать. Ввиду особенностей горнодобывающей промышленности наибольшее развитие получают услуги по разработке и внедрению продукции в производство; услуги, сопровождающие промышленную продукцию, в особенности инжиниринговые и финансовые услуги, а также информационно-коммуникационные услуги, в первую очередь Интернет вещей и услуг.

Изменение структуры мировой экономики и экономик развитых стран в сторону увеличения доли услуг (по показателям занятости и ВВП) породило множество дискуссии о переходе роли главного источника экономического роста в современной экономике от индустриального сектора к сфере услуг. Ссылаясь на статистические изменения в пользу третичного сектора, некоторые экономисты делают вывод о деиндустриализации экономики. Формально с ними можно согласиться, поскольку доля промышленности (включая строительство) в мировом ВВП по добавленной стоимости в 1994 г. оставляла 33,3%, в 2016 г. она упала до 25,4% [1]. Однако, во-первых, не следует преувеличивать универсальность этой тенденции: снижение доли промышленного производства в секторальной структуре характерно, в первую очередь, для стран с высоким уровнем доходов. Во-вторых, анализируя статистические изменения соотношения сектора услуг и промышленного производства, необходимо учитывать причины таких изменений. В зависимости от того, вызвано ли уменьшение удельного веса промышленности в ВВП ростом сектора услуг или стагнацией промышленного производства, характер структурных изменений будет кардинально отличаться. По мере возрастания доли высокотехнологичных и наукоемких отраслей промышленности, доля третичного сектора также возрастает за счет услуг промышленного характера, развивающихся опережающими темпами. Это, однако, не означает снижение роли промышленного производства в

экономическом развитии страны; реальный сектор экономики остается базисом экономического роста.

Услуги промышленного характера относятся к бизнес-услугам и направлены на «удовлетворение потребностей предприятий промышленного комплекса, повышение конкурентоспособности промышленной продукции путем совершенствования производственного процесса на протяжении всей цепочки создания стоимости, включая: инжиниринг, менеджмент, маркетинг, логистику и т.д.» [2, с. 120]. В экономической литературе понятие «услуга промышленного характера» (англ. Industrial Service, нем. *industriennahe Dienstleistung*, *industrielle Dienstleistung*) встречается в узкой и широкой трактовках. В узком смысле под этой услугой понимается оказание предприятием промышленности по заказу услуг по переработке, обработке, ремонту и т.д. При расширенной трактовке услуга промышленного характера понимается не только как специфический вид услуги, оказываемой промышленным предприятием сторонней организации, а как деятельность, связанная с разработкой, производством, реализацией или послепродажным обслуживанием продукции предприятий промышленного комплекса. Придерживаясь второго подхода к пониманию рассматриваемых услуг, в дальнейшем под услугой промышленного характера предлагается понимать «хозяйственного блага в форме действия, обеспечивающего создание, развитие и функционирование технологий, связанных с разработкой, производством, реализацией и сервисным обслуживанием промышленной продукции» [3, с. 84]. Услуги промышленного характера крайне неоднородны и включают в себя услуги по разработке и внедрению продукции в производство, вспомогательные производственные услуги, услуги снабжения и сбыта, административные услуги, а также сервисные услуги.

Тенденция изменения промышленного производства в сторону клиентоориентированности и развитие технологии четвертой промышленной революции способствует переносу «центра тяжести» со стадии изготовления на услуги промышленного характера, за счет которых формироваться основные конкурентные преимущества промышленной продукции и создается большая часть добавленной стоимости. Как отмечает С.Ю. Солодовников, «... в странах, проводящих промышленную политику, направленную на создание и развитие сверхиндустрии, сфера услуг настолько тесно переплетается со сферой промышленного производства, дополняя и развивая друг друга, что ста-

тистически они не всегда могут быть разграничены» [4, с. 33]. Возрастание доли услуг в промышленности как по показателям занятости, так и по показателям создания добавленной стоимости, получило название терциализация промышленности. Лидерами в потреблении услуг промышленного характера среди отраслей промышленности являются фармацевтика, производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования, то есть наукоемкие и высокотехнологичные отрасли.

Доля затрат на услуги промышленного предприятия горнодобывающей промышленности относительно невелика, что частично объясняется высокой материалоемкостью горнодобывающего производства. Предпосылками расширения использования услуг промышленного характера в горнодобывающей промышленности выступают такие специфические черты данной отрасли, как: уникальность каждого месторождения, высокая степень зависимости от материально-технического и технологического обеспечения, потребность в специалистах заданной квалификации, большая продолжительность проектов, высокая степень разнородности видов деятельности и необходимость их координации, высокая степень рисков для национальной безопасности (экологических, экономических, технологических).

Освоение месторождения полезных ископаемых требует серьезной подготовительной работы: научных исследований, геологоразведочных работ, разработки технической и экономической документации, инфраструктурного комплекса. В связи с этим особое значение приобретают услуги по разработке и внедрению продукции в производство, направленные на создание новой продукции и (или) новых технологических ее производства. По мере ужесточения международной конкуренции значение таких услуг возрастает, поскольку именно использование результатов НИОКР позволяют предприятиям добиться уникальных конкурентных преимуществ и сформировать базу для дальнейшего роста. В горнодобывающей промышленности услуги по разработке и внедрению продукции в производство играют особую роль еще и потому, что каждый проект освоения какого-либо месторождения уникален в силу географических, геологических, социально-экономических особенностей местности. Это требует проведения всего комплекса научно-исследовательских работ в каждом случае. Объективными ограничениями для развития услуг по разработке и внедрению продукции в производство выступают существенные затраты, в

первую очередь, финансовые и временные, и наличие кадрового обеспечения. Сложность и дороговизна научных исследований и разработок становится причиной того, что не все промышленные предприятия могут себе это позволить, в особенности малые и средние. Предприятия горнодобывающей промышленности не могут отказаться от услуг НИОКР, что требует проведения дальнейших работ по совершенствованию экономического механизма их оказания.

Если услуги по разработке и внедрению продукции в производство являются для горнодобывающего промышленного комплекса традиционными, то услуги, сопровождающие промышленную продукцию, имеют большие перспективы развития в данной отрасли. Под последними понимаются услуги, которые «продаются совместно с промышленной продукцией вне зависимости от того, создаются ли такие услуги самостоятельно или закупаются извне» [5, S. 1408]. Ключевой отличительной характеристикой услуг, сопровождающих промышленную продукцию, является то, что движение товаров неразрывно связано с потреблением услуг. Услуги, сопровождающие промышленную продукцию, например, маркетинговые услуги, проектирование, консалтинг, профессиональное обучение и т.д., направлены на повышение сервисной составляющей, и, соответственно, уровня клиентоориентированности промышленного предприятия.

Услуги, сопровождающие промышленную продукцию, весьма разнообразны по содержанию и форме их оказания. Ф. Стилле отмечает, что такие услуги могут оказываться «совместно с продуктом, который еще только будет доставлен (например, проектирование или консалтинг), с уже купленным продуктом (например, сервисное обслуживание или обучение) или с уже использованным продуктом (демонтаж или утилизация)» [6]. Б. Бинцайслер и М. Кундис указывают на различную степень интегрированности с материальным носителем, например, эти услуги могут являться аддитивными как сервисное обслуживание автомобиля или же интегрированной составной частью индивидуального системного решения [7]. Однако, вне зависимости от формы, ключевой характеристикой услуг, сопровождающих промышленную продукцию, является их клиентоориентированность. При помощи этих услуг производителям удается сделать свою продукцию более разнообразной, отличающейся от продукции конкурентов, способной удовлетворить индивидуальные требования покупателя. Особенно эффективно используются услуги, сопровождающие промышленную продук-

цию, на рынках с высокой ценовой конкуренцией и низким уровнем дифференцированности продукции, что характерно и для рынков полезных ископаемых. Сегодня многие предприятия промышленности включают в свою стратегию развитие сервисных услуг. Если раньше такие услуги рассматривались как низкомаржинальный бизнес, то сейчас они переходят в разряд выгодного растущего сегмента. А в дальнейшем бизнес-модель промышленного предприятия должна совмещать в себе как промышленное производство, так и промышленные услуги.

Среди услуг, сопровождающих промышленную продукцию, наиболее распространенными являются инжиниринговые услуги. Инжиниринговые услуги представляют собой довольно широкое понятие и могут быть использованы практически на всех стадиях жизненного цикла добычи и переработки полезных ископаемых. В соответствии с мировыми тенденциями инжиниринговые предприятия стремятся оказать все более широкий перечень услуг, позволяющий реализовывать проекты «под ключ». Сегодня поставка машин, оборудования, средств коммуникаций и инновационных технологий сопровождается инжиниринговыми услугами, в связи с чем значение рынка инжиниринговых услуг трудно переоценить. Сохранение высокого уровня спрос со стороны промышленности на инженерно-консультационные услуги обусловлено, во-первых, необходимостью проведения модернизации современного промышленного производства на постоянной основе, а, следовательно, и регулярное использования инжиниринговых услуг; во-вторых, технико-технологическим усложнением всех стадий жизненного цикла промышленной продукции, что требует их специализированного комплексного обслуживания инжиниринговыми фирмами; в-третьих интенсификация инвестиционной деятельности в сфере промышленности, неотъемлемой составляющей которой являются инжиниринговые услуги.

Сфера инжиниринговых услуг включает в себя помимо чисто инженерных услуг также услуги научно-технического и коммерческого характера, при этом последние растут все большими темпами. В горнодобывающей промышленности использование услуг НИОКР не ограничивается стадией разработки и внедрения продукции в производство. Осваиваемое месторождение требует постоянного мониторинга состояния геологической среды и горно-геологических условий рудника, целого комплекса научных исследований, включая геофизические, гид-

рогеологические и другие. Изменяющиеся горнотехнические условия отработки, непостоянные по качественному составу добываемой руды влекут изменения технологий их переработки. Работа горно-обогатительного комбината и работы на рудниках находятся в динамично развивающейся взаимозависимости, требуется постоянное согласование производственных мощностей. Поскольку работы по доизучению месторождения ведутся на протяжении всей его разработки, а степень непредсказуемости гонодобывающих и горнообогатительных работ высока, то услуги по научному сопровождению проектов освоения и эксплуатации месторождения становятся неотъемлемой частью горнодобывающей промышленности. От качества этих услуг зависит экономическая, технологическая и экологическая эффективность проекта освоения месторождения. Кроме того, высокое качество этих услуг позволяет минимизировать риски техногенных катастроф, которые периодически случаются практически на всех горных производствах. Для решения задач научного и проектного сопровождения освоения месторождения, как правило, создается отраслевой институт горнодобывающей и горно-перерабатывающей промышленности.

Перспективным направлением развития инжиниринговых услуг для горнодобывающей промышленности представляется финансовый инжиниринг. Его суть заключается в предоставлении заказчикам консультаций по проблемам финансирования в комплексе, в т. ч. по вопросам кредитов, гарантий, страхования, налогов, сборов. Финансовые условия реализации проектов сегодня в большей степени влияют на конкурентоспособность промышленной продукции, чем ее цена. При этом возрастает роль инжиниринговых компаний в решении проблем финансирования проектов. В силу высокой стоимости проектов для предприятий горнодобывающей промышленности развитие финансовых услуг является актуальной задачей.

Особое значение в современном промышленном производстве играют информационно-коммуникационные услуги, создающие новую цифровую инфраструктуру производства, управления и реализации продукции. Результатом являются, с одной стороны, новые организационные возможности бизнеса («умные» заводы, «умные» решения), с другой стороны – возможности выстраивания новых бизнес-моделей, меняющих традиционное представление о взаимодействии с клиентами и формировании цены производимой продукции. Концепция Интер-

нета вещей и услуг предполагает объединение множества средств измерения в сети и выстраивания межмашинного взаимодействия (технология М2М), в рамках которого устройства обмениваются информацией через интернет без участия человека. В совокупности с иными информационно-коммуникационными технологиями, такими как большие данные, искусственный интеллект, система распределенного реестра и т.д., Интернет формирует облик современного промышленного производства, для обозначения которого используется термин «умный завод», а для самой продукции – «умная продукция». На «умном заводе» производственное и складское оборудование без участия человека обменивается информацией, инициирует действия и контролирует друг друга. «Умные продукты» идентифицируются и локализуются в любое время, что позволяет получить информацию об истории, текущем состоянии и направлении их движения. Вся производственная система вертикально взаимосвязана с бизнес-процессами и производственными сетями в режиме реального времени от заказа до конечного потребителя. Вокруг «умной фабрики» и жизненного цикла «умного продукта» формируются кибер-физические производственные системы, объединяющие людей, объекты и системы с их услугами и приложениями, и создающие тем самым интеллектуальное производство. Благодаря информационно-коммуникационным технологиям меняются бизнес-модели. Все большее распространение получают контракты с предоставлением полного спектра услуг, контракт с оплатой по результатам, по мере использования или по мере готовности к эксплуатации. Интернет вещей позволяет офлайн-бизнесам трансформировать из бизнес-модели от транзакционной выручки (когда выручка формируется одновременно при продаже товаров/услуг) к модели выручки по подписке (когда пользователь платит за использование продукта компании ежемесячно).

Мировой тенденцией развития горнодобывающей промышленности является ее цифровизация. Использование информационно-коммуникационных технологий для решения конкретных бизнес-задач, когда каждое цифровое решение улучшает отдельный участок работы, стало логическим продолжением процесса автоматизации, начавшейся еще с использованием электромеханических устройств и углубившейся с применением ЭВМ и микропроцессорной техники. Компьютеризация как стадия автоматизации направлена на замещение человека устрой-

ствами и приборами в управлении производственными процессами, их проектировании и контроле. Следующий качественный скачок в применении информационных технологий в горнодобывающей промышленности связан с интеллектуализацией производства, приводящей к новым способам создания добавленной стоимости, появляющимся в результате объединения виртуальной реальности и материального мира. Цифровизация горнодобывающей промышленности предполагает дальнейшее расширение использования информационно-коммуникационных технологий, в первую очередь, Интернета вещей и услуг. По мере цифровизации и увеличения степени клиентоориентированности предприятий горнодобывающей промышленности доля услуг промышленного характера будет возрастать (как по показателям занятости, так и по добавленной стоимости).

Таким образом, в условиях ужесточения международной конкуренции услуги промышленного характера становятся ключевым фактором повышения конкурентоспособности предприятий горнодобывающей промышленности, поскольку позволяют уйти от традиционной ценовой борьбы к новым бизнес-моделям.

Библиографический список

1. *Industry (including construction), value added (% of GDP) [Electronic resource] // Worldbank. – Access mode: <https://data.worldbank.org/indicator/NV.IND.TOTL.ZS?end=2017&start=1960&view=chart>. – Access data: 18.09.2019.*

2. Мелешко, Ю. В. *Понятие и экономический механизм оказания услуг промышленного характера / Ю. В. Мелешко // Известия Гомельского государственного университета имени Ф. Скорины. Социально-экономические и общественные науки. – Гомель: Известия Гомельского государственного университета имени Ф. Скорины, 2016. – №5 (98). – С. 118–123.*

3. Мелешко, Ю. В. *Системообразующие принципы развития услуг промышленного характера / Ю. В. Мелешко // Устойчивое развитие экономики: состояние, проблемы, перспективы: сборник трудов XI Международной научно-практической конференции. – Пинск: ПолесГУ, 2017. – С. 84–86.*

4. Солодовников, С. Ю. *Экономика рисков / С. Ю. Солодовников // Экономическая наука сегодня: сборник научных статей. – 2018. – Вып. 8. – С. 16–55.*

5. Mödinger, P., Redling, B. (2004): *Produktbegleitende Dienstleistungen im Industrie- und Dienstleistungssektor im Jahr 2002. Wirtschaft und Statistik (12), 1408–1413.*

6. Stille, F. *Produktbegleitende Dienstleistungen gewinnen weiter an Bedeutung* / F. Stille // *Wochenbericht des DIW*. – 2003. – №70 (21). – P. 336–342.

7. Bienzeisler, B. *Dienen und mehr verdienen? Hybride Wertschöpfung im Maschinen- und Anlagenbau* / Bienzeisler, B., Kunkis, M. – Stuttgart, 2008.

УДК 69.003.15.-301+658.51-50

РОЛЬ ЦЕНООБРАЗОВАНИЯ В КАЛЕНДАРНОМ ПЛАНИРОВАНИИ И ОРГАНИЗАЦИОННО- ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ МОДЕЛИРОВАНИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Смирнова Т.Н., Григорьева Е.Н.

Тульский государственный университет

Разнообразие объектов строительства по объемно-планировочным, конструктивным решениям требует необходимости анализа и оценки тех особенностей, которые могут повлиять на процесс строительства, а также на расчет оптимальной стоимости строительной продукции. Моделирование строительного производства, позволяет предусмотреть организационные мероприятия, обеспечивающие нормальный ход строительства, сократить его сроки, составить оптимальную смету на строительные объекты, а следовательно, - повысить качество производства работ.

Выполнение разного рода строительных работ, особенно в части возведения зданий, как правило, требует составления сметы, как одного из аспектов эффективного управления проектом. Происходит это еще до начала работ по возведению объекта, после завершения проектирования. Смета проекта — это расчёт (план) предстоящих расходов и доходов. Вне зависимости от сложности объекта, смета проекта просто необходима при финансировании данной деятельности. В случае получения денег из бюджета, она утверждается и в законодательном порядке. Получить разрешение на строительство, как в прочем и деньги, в этом случае, не имея на руках сметной документации, невозможно.

Кроме того, наличие финансирования является одним из главных пунктов, определяющих возможность осуществления строительства. Определиться с бюджетом, спланировать финансовые потоки поможет смета проекта.

Необходимо отметить, что сметный расчет требуется не только для заказчика проекта. Он может представлять определенный интерес и для поставщиков материалов. Таким образом, сметный расчет во многом определяет качество будущего проекта в целом.

Чтобы избежать убытков совершенно необходимо как можно точнее определить величину затрат в целом по строительству, а также на непредвиденные расходы в частности. Даже эти траты следует учесть заранее, ведь в конечном итоге убытки могут привести не просто к выходу из рамок рассчитанного бюджета, но и к приостановлению работ, невозможности их продолжить и даже к банкротству, то есть жизненный цикл проекта во многом зависит от составления сметы [1, 4].

Таким образом, смета необходима не только для того, чтобы приступить к выполнению работ. Лучше сверяться с ней на протяжении осуществления проекта постоянно. Это позволит эффективно расходовать средства, отследить возможные изменения и, при необходимости, скорректировать бюджет и план производства работ.

В связи с появлением, например непредвиденных расходов, может понадобиться оптимизация расходов и в процессе возведения объекта. Таким образом, минимизация затрат может понадобиться не только на начальном этапе. Все это говорит о том, что очень важно, чтобы в команду разработчиков проекта входили только высококвалифицированные специалисты-сметчики.

Поэтому роль ценообразования в календарном планировании и организационно-технологическом моделировании в строительстве очень важна.

При определении цены на строительную продукцию необходимо произвести расчет необходимого количества оборудования, численности рабочих, оплату их труда, общепроизводственные расходы, расходы на рационализацию, инновации и технику безопасности [2, 3].

В свою очередь, анализ последних исследований показал, что календарное планирование в строительстве как область научных исследований и практического инструментария для управления строительством объектов в своем историческом развитии имело и взлеты, и падения. Наибольший интерес специалистов к этой области строительной индустрии возник в конце 60-х и начале 80-х годов прошлого столетия в связи с появлением сетевых моделей и, так называемого, сетевого планирования и управления (СПУ). В этот период было опубликовано наибольшее количество научных статей, монографий, учебни-

ков, а также публикаций об опыте внедрения различных систем, их эксплуатации и достигнутых результатах.

Из всех разработанных систем календарного планирования для управления в строительстве наиболее удачной и многоплановой является система «А-план», базирующаяся на сетевом отображении организации строительного производства. Тем не менее, несмотря на большое количество научных исследований и достаточно широкое внедрение различных систем, подсистем, отдельных задач в сферу управления строительными организациями, результат от практического применения не соотносится с ожидаемыми эффектами. Более того, научный руководитель разработки автоматизированной системы управления строительного треста Л.Г. Голуб признал, что десятилетний опыт внедрения и эксплуатации системы «А-план» дал больше разочарований, нежели положительных результатов [1,4].

Конец 80-х годов XX века и начало XXI века охарактеризованы полным забвением научных исследований в этой области. И только 5–7 лет назад появились редкие публикации и несколько программных средств по календарному планированию в области строительства, но они практически повторяют прошлые достижения.

И все же, совершенствование планирования в строительных организациях, направленное на увеличение производительности труда, снижение себестоимости и повышение конкурентоспособности строительных организаций, является важной и актуальной задачей современного строительства.

В проекте организации строительства (ПОС) и проекте производства работ (ППР) календарные графики являются основой планирования процесса строительства как комплексов зданий и отдельных объектов, так и выполнения отдельных видов работ.

При планировании в строительстве применяются следующие календарные планы и графики:

- 1) сводный календарный план строительства в составе ПОС;
- 2) календарные планы строительства отдельных объектов, входящие в состав ППР;
- 3) графики выполнения отдельных строительно-монтажных работ (процессов), составляемые при разработке технологических карт;
- 4) план выполнения производственной программы работ строительной организации в составе проекта организации работ (ПОР).

Все указанные виды календарных планов и графиков должны быть увязаны между собой таким образом, чтобы сроки выполнения отдельных строительно-монтажных работ (СМР), ука-

занные в часовых графиках, совпадали со сроками их выполнения в объектных календарных планах, а сроки возведения отдельных объектов соответствовали срокам начала и окончания работ, предусмотренных в сводных календарных планах [1].

Сводный календарный план строительства в составе ПОС определяет очередность, сроки начала и окончания возведения отдельных объектов и строительства в целом. По сводному календарному плану устанавливают потребность в рабочих кадрах и материально-технических ресурсах (материалах, деталях, конструкциях, строительных машинах и оборудовании, транспортных средствах) в процессе строительства, а также сроки поставки технологического, энергетического и прочего оборудования. Кроме того, по сводному календарному плану устанавливают сроки проведения подготовительных и общеплощадочных работ.

Календарный план строительства отдельного объекта в составе ППР устанавливает последовательность и сроки выполнения работ на данном объекте, служит средством повседневного контроля за ходом производства, является основанием для разработки оперативных планов работ, планов завоза материалов, деталей и конструкций. В таких календарных планах намечаются сроки начала и продолжительность выполнения работ по монтажу технологического оборудования [1].

Для составления календарного плана строительства того или иного объекта необходимо иметь готовые рабочие чертежи, определить сроки возведения на основании нормативов или сводного календарного плана строительства в составе ПОС, иметь данные строительных изысканий, а также сведения о сроках поступления материалов на строительную площадку.

Графики производства работ в составе технологических карт составляются главным образом для монтажа сборных конструкций зданий и сооружений. В них определяются сроки и последовательность установки в проектное положение отдельных сборных элементов. На графиках производства работ, в соответствии с нормативной литературой, указываются трудоемкость и время работы машин, необходимые для установки каждого элемента, а также состав бригады [3].

Календарный план выполнения производственной программы работ строительной организации в составе ПОР разрабатывается на годовой (двухлетний) период времени в составе организационно-технических мероприятий строительной организации по выполнению программы работ и устанавливает последовательность и сроки выполнения отдельных видов работ и их

взаимную увязку во времени, при которых обеспечивается полная загрузка и ритмичная работа строительной организации в течение длительного периода времени, а также равномерный или своевременный ввод зданий и сооружений в эксплуатацию, комплексность застройки и благоустройства территории. Для построения календарных планов могут применяться следующие модели: циклограммы; матрицы; линейные и сетевые графики [3].

Одним из важнейших направлений совершенствования планирования в строительных организациях, направленные на увеличение производительности труда, снижение себестоимости и повышение конкурентоспособности строительных организаций является применение новых технологий строительства и материалов, которые приведут к сокращению трудозатрат и сроков производства работ, и, как следствие, уменьшению стоимости строительной продукции.

Таким образом, одним из важнейших аспектов совершенствования планирования в строительных организациях, направленных на увеличение производительности труда, снижение себестоимости и повышение конкурентоспособности строительных организаций является применение новых технологий строительства и материалов, которые приведут к сокращению трудозатрат и сроков производства работ, а значит – уменьшению стоимости строительной продукции. Исходя из всего вышесказанного, необходимо отметить, что совершенствование планирования в строительных организациях, которое неразрывно связано с ценообразованием и сметными расчетами, является важной и актуальной задачей современного строительства.

Библиографический список

1. Голуб, Л.Г. АСУ строительного теста / Л.Г. Голуб, Е.Н. Ляценко. – М.: Стройиздат, 1976. – 177 с.
2. Вайнгорт, В.А. Сбалансированное планирование в строительных организациях / В.А. Вайнгорт, Л.Г. Голуб. – М.: Стройиздат, 1985. – 134 с.
3. Управление в строительстве: учеб. для вузов / В.М. Васильев, Ю.П. Панибратов, С.Д. Резник, В.А Хитров; под общ. ред. В.М. Васильева. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Изд-во АСБ; СПб.: СПбГАСУ, 2001. – 352 с.
4. Планирование на строительном предприятии: учеб. / В.В. Бузырев, Е.В. Гусев, И.П. Савельева, И.В. Федосеев; под общ.ред. В.В. Бузырева. – М.: КНОРУС, 2010. – 536 с.

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

УДК 625.7/8

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ГИДРОСТРУЙНОЙ ЦЕМЕНТАЦИИ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Белякова Е.В., Головин К.А., Копылов А.Б., Томилова Б.И.
Тульский государственный университет

В статье рассматриваются принципы технологии гидроструйной цементации в дорожном строительстве, ее преимущества и возможности применения в различных инженерно-геологических условиях.

При строительстве автомобильных дорог в ряде случаев возникает необходимость повышения несущей способности слабых оснований дорожного полотна. В настоящее время повсеместно все большее развитие и применение в промышленном и дорожном строительстве находит технология струйной цементации (jet-grouting) слабых грунтов оснований, которая отличается высокой эффективностью и скоростью сооружения грунтоцементных конструкций в сложных инженерно-геологических условиях.

Струйная цементация грунтов (jet-grouting) представляет собой способ закрепления грунтов, основанный на «одновременном разрушении и перемешивании грунта высоконапорной струей цементного раствора» [6]. Результаты исследования опубликованы при финансовой поддержке ТулГУ в рамках научных проектов № госрегистрации АААА-А19-119011490144-3 «Установление закономерностей износа струеформирующих насадок при эксплуатации установок высокого давления» и № госрегистрации АААА-А19-119011090033-4 «Обоснование параметров оборудования для гидроструйной цементации горных пород со спутным потоком воздуха».

В результате струйной цементации в грунте образуются цилиндрические колонны-сваи диаметром до 2,0 м.

Технология Jet-Grouting начала активно внедряться в европейских странах и Японии во второй половине XX века. За несколько десятилетий эта технология стала использоваться во всем мире и в настоящее время задействуется во многих отраслях строительства.

В сравнении с традиционными технологиями инъекционного

закрепления грунтов, струйная цементация позволяет укреплять весьма широкий диапазон грунтов – от гравийных отложений до мелкодисперсных глин и илов.

Суть метода гидроструйной технологии с использованием цементной суспензии (гидроструйная цементация (ГСЦ) заключается в применении кинетической энергии высокоскоростной суспензионной водоцементной струи, погруженной в грунтовый массив и вращающейся в плоскости, перпендикулярной оси скважины с одновременным подъемом вверх. В результате разрушения и перемешивания грунта с цементной суспензией образуется закрепленный массив цилиндрической формы – грунтоцементная свая. Прочность грунтоцемента на сжатие в песчаных грунтах составляет в среднем 5-10 МПа, в глинистых 2-4 МПа.

Более подробно метод ГСЦ осуществляется таким способом: в заранее пробуренную технологическую скважину (рис. 1) опускают специальный скважинный монитор, имеющий боковую насадку.

К монитору по гибкому рукаву подают размывающую жидкость, преимущественно, цементный раствор. Из насадки выходит высокоскоростная струя раствора, которая производит размыв грунта, образуя в нем горизонтальную каверну. При этом размывтый грунт вместе с отработанным раствором частично выносятся на поверхность в виде пульпы, которая по канавке направляется в специальный пульпоприемник (траншею или зумпф).

Монитор приводят во вращение вокруг вертикальной оси и одновременно начинают медленно поднимать. В результате, по мере подъема вращаемого монитора, часть размываемой струей грунта (в пределах радиуса размывающей способности струи) перемешивается с раствором, и таким образом в грунтовом массиве образуется цилиндрическая размываемая полость, заполненная грунторастворной смесью. После завершения подъема монитора и затвердевания цемента в грунте образуется колонна закрепленного грунта. Совокупность указанных операций и составляет однокомпонентную струйную геотехнологию.

Если, наряду с боковой насадкой, в мониторе монтируется соосная с ней воздушная насадка, через которую одновременно с подачей раствора через центральную насадку подается сжатый воздух, создающий искусственный воздушный поток вокруг струи раствора, то здесь имеет место двух-компонентная технология.

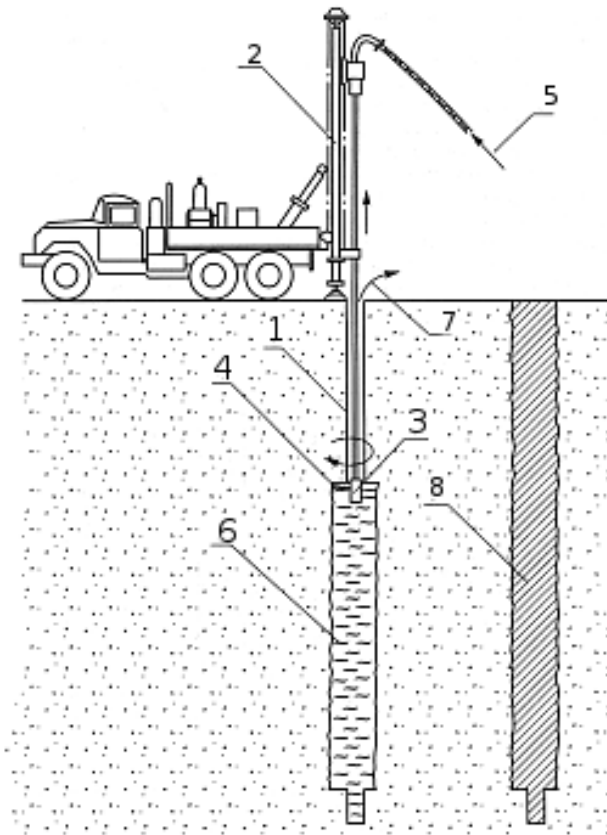


Рис. 1 – Сооружение грунтобетонных колонн по однокомпонентной технологии:

- 1 – технологическая скважина;
- 2 – гидравлический буровой станок;
- 3 – скважинный струйный однокомпонентный монитор;
- 4 – высокоскоростная струя твердеющего раствора;
- 5 – твердеющий раствор; 6 – размываемая полость;
- 7 – изливающаяся растворо-грунтовая смесь;
- 8 – готовая грунтобетонная колонна

При двухкомпонентной геотехнологии диаметр грунтобетонной колонны существенно больше, чем при однокомпонентной (при условии равенства всех остальных характеристик процесса).

Трехкомпонентная технология получается, когда размыв грунта производят водяной струей в искусственном воздушном потоке, с выносом размывого грунта через скважину в составе водовоздушной пульпы, а закрепляющий раствор подают в виде отдельной струи через насадку, расположенную ниже соосных размывающих насадок [6].

Однако для дорожного строительства данный метод используется в несколько измененном виде.

В соответствии с результатами анализа литературных источников [4] используется следующий метод: Работы по гидроструйной цементации дорожного полотна могут проводиться при расположении струеформирующего устройства, как непосредственно на поверхности грунта, так и на некотором расстоянии от поверхности. Первая схема более предпочтительна с точки зрения увеличения эффективности воздействия на закрепляемый массив и уменьшения потерь водоцементного раствора на разбрызгивание при входе струи в грунт, поэтому к рассмотрению был принят именно этот случай.

Процесс гидроструйной цементации (рис. 2) осуществляется следующим образом: в струеформирующее устройство (диаметром d_0 , коэффициентом расхода μ) осуществляется подача водоцементного раствора (с плотностью ρ) под высоким давлением P . После этого осуществляется перемещение струеформирующего устройства со скоростью V по поверхности закрепляемого массива. После затвердевания, формируется закрепленный массив треугольного сечения глубиной h и углом при вершине γ .

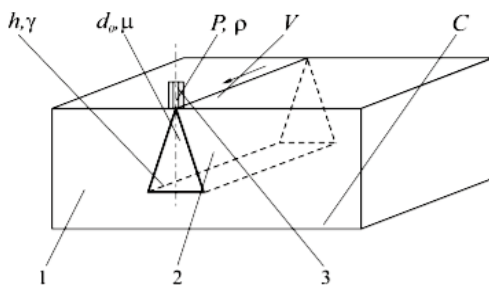


Рис. 2 – Схема гидроструйной цементации дорожного полотна:

1 – закрепляемое полотно; 2 – породобетон;

3 – струеформирующая насадка

После застывания раствора получается новый материал, полу-

чивший наименование грунтобетона. Грунтобетон имеет довольно высокие прочностные и деформационные характеристики.

Вследствие изменения технологии ГСЦ для применения ее в дорожном строительстве, требуется уделить значительное внимание таким проблемам как:

- разработка специального оборудования для поверхностной ГСЦ оснований дорожных полотен;
- благоприятные условия для твердения суспензий;
- увеличение скорости твердения растворов;
- разработка и внедрение новых, отличных по своим физико-механическим свойствам растворов.

Технология гидроструйной цементации имеет ряд неоспоримых преимуществ:

- высокая скорость процесса;
- отсутствие необходимости предварительной отрывки котлованов, предварительного усиления фундаментов соседних зданий и сооружений;
- отсутствие вибрационных и ударных нагрузок, значительных шумовых эффектов, существенных осадков фундаментов и подъемов поверхности грунта;
- возможность прогнозирования прочностных характеристик укрепляемого основания дорожного полотна;
- возможность проведения строительных работ в непосредственной близости от зданий и сооружений;
- широкий диапазон работы с различными типами грунтов – от илистых до грунтов с гравийными отложениями;
- возможность проведения строительных работ в стесненных условиях.

Таким образом, обширный спектр преимуществ рассмотренной технологии, позволяет судить о гидроструйной цементации как об универсальном методе укрепления грунтов и однозначной целесообразности ее применения в области дорожного строительства, при условии решения ряда технологических и экономических вопросов, которые непременно возникают на стадии разработки новых технологий.

Библиографический список

1. Бройд И.И. *Струйная геотехнология*. – М.: АСВ, 2004.
Бадиров Д.Г. *Основы стандартизации и контроля качества продукции*. М., «Транспорт», 1986, 221с.

2. Антипов В.В. *Освоение оборудования для бестраншейных технологий прокладки инженерных коммуникаций на Скура-*

товском экспериментальном заводе / В.В. Антипов, И.И. Бракер // *Метро и тоннели* - 2002 - № 3- С.11-13.

3. Головин К.А.. *Обоснование параметров и создание оборудования для гидроструйной цементации неустойчивых пород в горном производстве.* -Дис. докт. техн. наук.- Тула, 2007 г., 250 с.

4. Головин, К.А *Разработка оборудования для укрепления дорожного полотна методом гидроструйной цементации / К.А. Головин.* – Тула: Известия Тульского государственного университета. Науки о земле, 2015.

5. *Материалы сайта* <http://www.jet-grouting.ru/>

6. *Материалы сайта* <https://goo-gl.ru/5M18>

7. Белякова Е.В., Головин К.А., Ковалев Р.А., Копылов А.Б. *Гидроструйная цементация в дорожном строительстве. Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле.* 2016. № 4. С. 120-126

8. Ковалев Р.А., Головин К.А., Копылов А.Б., Аккуратнов Е.А. *Способ укрепления слабых грунтов основания дорожного полотна. патент на изобретение* RUS 2627347 15.06.2016

9. Golovin K., Kovalev R., Kopylov A. *The issues of cryojet technology application for rock cutting.* В сборнике: *E3S Web of Conferences Electronic edition.* 2018.

УДК 69.032.4+69.040

РЕКОНСТРУКЦИЯ ДВОРЦА КУЛЬТУРЫ В ГОРОДЕ ЛИПКИ ТУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

Бочкова Е.А., Головин К.А., Копылов А.Б.

Тульский государственный университет

Работа посвящена исследованию и разработке проекта реконструкции типового дворца культуры районного центра, возведенного в 60-х годах 20 века.

Капитальный ремонт каждого второго дома культуры России – назревшая потребность. Также в регионах существует проблема с дошкольным образованием детей, досуговыми занятиями и культурным просвещением людей. В России насчитывается 27 таких дворцов культуры, и все они нуждаются в реконструкции.

В качестве объекта реконструкции было выбрано здание дворца культуры, построенное в 1956 году архитектором Рожиным И.Е. в шахтерском городе Липки в Тульской области. У

города Липки веерообразная планировка. Город имеет сохранившийся и наиболее цельный градостроительный ансамбль. Центральная улица-аллея изобилует скульптурами сталинской эпохи, практически все здания города выстроены в едином стиле шахтёрских городов послевоенной эпохи. Здание дворца культуры построено по типовому проекту. Только в Тульской области насчитывается около 7 таких зданий. Всего по России их 27. Такие дворцы культуры построены в Белоруссии, Казахстане и Украине. Всего в мире их 49. Здание выполнено в стиле классицизма, с массивным колонным порталом, завершённым декорированным фронтоном.

Данные обследования здания

Назначение здания – нежилое

Год постройки – 1956 г.

Место нахождения – Тульская область Киреевский район город Липки.

Форма здания в плане – прямоугольная с полукруглым выступом.

Размеры здания – 48,30 x 26,10 м

Высота этажа – 4,20 м

Конструктивная схема здания – с продольными и поперечными несущими стенами

Моральный износ – 57%

Физический износ конструкций и здания – 34,25%.

Технико-экономические показатели

Площадь помещений:

Площадь застройки – 1402,2 м²

Площадь 1 этажа – 940,1 м²

Площадь 2 этажа – 933,7 м²

Площадь 3 этажа – 500,3 м²

Общая площадь строения – 2374,1 м²

Общая площадь строения с подвалом – 2821,4 м²

Физический износ здания в целом составит: $\Phi_3 = 35\%$

Обследование проводилось визуальным и объективным методом; при обследовании и испытании конструкций использовались деструктивный и лабораторный методы; по результатам обследования требуется реконструкция и модернизация здания в соответствии с современными нормами и требованиями.



Рис. 1 – Фасад в осях 1-12



Рис. 2 – Фасад в осях 12-1

Реконструируемое здание 3-этажное с цокольно-подвальным этажом. Проект предусматривает сохранение функции двorca культуры. В связи с тем, что здание не отвечает современным нормам проектирования, выполняем перепланировку, но с сохранением мест расположения 2 лестничных клеток и сантехнических помещений. Проект предусматривает расширение здания со стороны дворового фасада. На первом этаже располагается школа раннего развития. На втором этаже концертный зал на 104 места. Реконструируемое здание находится в центре города Липки. К территории объекта относится центральная площадь города, на которой проходят все массовые мероприятия и городской парк. Проектом реконструкции предполагается сохранить исторический ансамбль парка, который напоминает французский «Версаль», и придать парку новый функциональный характер. На территории имеется озеро, из которого мы оборудуем лодочную станцию с пирсом для отдыха горожан, зону барбекю с беседками, зону детских игр с местом отдыха родителей, зону спортивных игр с баскетбольной, волейбольной, теннисной площадками, а также зону для настольных игр, летний кинотеатр, и множество дорожек для пешеходных прогулок. Для возрождения исторических традиций города формируется танцевальная площадка, которая была в парке много лет назад.

Описание решений по благоустройству территории.

Для благоустройства территории предусматриваются следующие проектные решения: Устройство покрытий проездов и площадок; Устройство покрытий тротуара; Посев многолетних трав и посадка кустарников и деревьев; Разбивка цветочных клумб и каменных композиций; Площадка для отдыха, установка урн и скамей для кратковременного отдыха;

Покрытие проездов, предусмотрено из асфальтобетона по готовому основанию из литого бетона. Тротуар предусматривается вдоль всех проездов. Покрытие тротуаров предусмотрено из тротуарной плитки. Мощение территории выполнено из искусственного камня, из бетона. На территории строительства, не занятой по проекту зданиями, сооружениями, проездами и площадками, предусмотрено устройство газона с посевом многолетней травы, клумб с живыми изгородями из самшита, кустами сирени, а также еловая аллея по центральной части парка.

Объемно-планировочные решение

Функциональная структура объекта

- Коммуникативная – осуществляется посредством проведе-

ния на базе Дворца культуры мероприятий, позволяющих обмениваться опытом в различных сферах деятельности (форумы, фестивали, семинары, выставки, мастер-классы);

- Образовательная – реализуется через образовательные, досуговые программы, такие как школа раннего развития (хореографического искусства, театрального искусства, класс развития мелкой моторики, кабинет математики, русского языка, иностранного языка, класс изобразительного искусства), школа английского и немецкого языков.

- культурно-просветительская – обеспечивается деятельностью творческих любительских коллективов (заслуженные, народные, образцовые);

- досуговая – осуществляется посредством участия горожан в различных творческих, развлекательных, досуговых программах и проектах.



Рис. 3 – Визуализация

Планировочные решения

Входная группа, в состав которой входят:

Тамбур, вестибюльная зона, касса, пост охраны, гардеробные, пандусы.

Планировка входной группы обеспечивает доступность для

МГН с учетом требований СП 59.13330.2012 Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения.

Характеристика реконструируемого дворца культуры:

количество этажей – 3;

здание запроектировано с техническим чердаком;

здание оборудовано грузопассажирским лифтом с г/п 630кг
высота технического чердака в чистоте - 2100мм;

здание оборудовано летней верандой с выходом в парковую зону.

В подвале размещаются вспомогательные помещения кафе (администрация кафе; раздевалки для персонала; комната отдыха; горячий цех; холодный цех; моечная посуды; склад продуктов; холодильный склад; разгрузочно-погрузочная зона; технические помещения; С/У).

На первом этаже размещаются административная зона; кафе; школа раннего развития(Кабинет математики; иностранного языка; русского языка, развития мелкой моторики, логопед, кружок рисования, театральный и хореографический классы; раздевалки для детей и учительская);комната отдыха персонала; касса; гардероб; склад.

На втором этаже находится зрительный зал на 288 мест; гримерные комнаты; С/У; арьерсцена; зрительный зал повышенной комфортности на 104 места; склад декораций; склад музея; музей города Липки.

На третьем этаже находится выставочный зал с фойе; школа английского и немецкого языка для взрослых; администрация школы; лекторий; склад.

Перемещение между этажами осуществляется с помощью лестнично-лифтового узла. Так же есть пожарная лестница, которая расположена снаружи здания.

Конструктивное решение здания.

Фундаменты бутово-ленточные. Под новое строение фундамент сборный железобетонный. Глубина заложения -2,32 м.Для отвода атмосферных осадков от здания и для защиты основания от увлажнения по всему периметру здания устраивается отмостка шириной 800 мм с уклоном от здания 3%.

Стены кирпичные, сплошные, оштукатурены с 2 сторон. Толщина наружных стен 510 мм, внутренних 380 мм. Перемычки кирпичные, клинчатые. Стены утепляются.

Перекрытия выполнены из сборного железобетона (многопустотная предварительно напряженная плита и однопролетный ригель). Перекрытие пристройки выполнено из монолитного

железобетонного основания, которое опирается на металлическую балку.

Перегородки выполнены из металла, обшитого гипсокартонном, толщиной 100 мм. Внутреннее пространство перегородок заполняется звукоизоляционным материалом (“изовер”).

Окна выполняются из алюминиевых рам с двойным стеклопакетом. Оконные блоки крепятся по высоте не менее чем в двух местах. Зазоры между коробкой и стеной заполняются монтажной пеной. В нижней части оконного блока устанавливают подоконную доску, с наружной стороны устанавливают водоотлив из кровельной стали.

Двери. Входные двери распашные, изготавливаются из алюминия. Внутренние двери выполнены из дерева.

Полы в помещениях. На первом этаже метлахская плитка. На втором и третьем этажах паркет.

Лестничные клетки В здании запроектировано 2 типа лестниц: 2 внутренние типа Л1 выполнены из металлических балок и косоуров, по которым укладываются площадки и ступени из камня. Металлическая лестница снаружи здания для эвакуации людей при пожаре. Ширина марша эвакуационных лестниц 1500 мм. Высота ограждения 1,2 м. Лестницы имеют естественное освещение через оконные проемы. Лестничные марши и площадки имеют ограждения с поручнями.

Крыша запроектирована с холодным техническим чердаком. Несущие конструкции крыши деревянные фермы. Крыша новой пристройки выполнена из монолитной железобетонной плиты, которая опирается на металлическую двутавровую балку.

Кровля. Материал кровли металлочерепица. Выше кровли проходят вентиляционные блоки. Водоотвод наружный организованный. Состоит из водосточных труб, лотков и желобов. Кровля новой части здания выполнена из технопласта ЭКП с разуклонкой.

Архитектурная отделка здания.

К ул. Советской реконструируемый дворец культуры обращен главным фасадом. Его выразительность достигается за счет выступающих колонн и сочетания отделочного материала разного цвета и его фактуры. Стены оштукатурены и покрашены белой краской. Колонны обшиваем деревянными пропитанными панелями. Цоколь облицован керамогранитом. Окна алюминиевые охристого цвета. Дворовой фасад выходит в парк. Его особенность в новой пристройке, которая выполнена из витражных алюминиевых окон. Колонны обшиваем деревянными пропитанными панелями.



Экспликация

- | | |
|------------------------------------|---|
| ① Реконструируемый дворец культуры | ⑨ Танцевальная площадка |
| ② Стоянка для автомобилей | ⑩ Зона для настольных игр |
| ③ Детская игровая площадка | ⑪ Летний кинотеатр |
| ④ Спортивная площадка | ⑫ Зона для групповых спортивных занятий |
| ⑤ Площадка для пожарной техники | ⑬ Пункт проката спортивного инвентаря |
| ⑥ Площадка для сбора мусора | ⑭ Городская площадь |
| ⑦ Зона отдыха | ⑮ Лодочная станция с пристанью |
| ⑧ Зона дартбекю | |

Рис. 4 – Генеральный план

Проект реконструкции предполагает расширение здания и благоустройства парковой зоны. В здании будет располагаться

школа раннего развития с кружками на любой интерес, музей города, выставочный зал, школа иностранных языков для взрослых, семейное кафе и два зрительных зала на 288 и 104 места. Этот проект поможет улучшить условия жизни в городе.

Библиографический список

1. Система нормативных документов в строительстве московские городские строительные нормы культурно-зрелищные МГСН 4.17-98 1998.

2. СП 42.13330.2010. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89* Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений;

3. Культурно – зрелищные учреждения. Нормы проектирования ВСН 45—86* Госгражданстрой. Москва 1988.

4. Тельнова Г.А. Город Липки, Киреевский район. (электронный ресурс) URL: <https://vse-o-tule.ru/goroda-i-sela/gorod-lipki-kireevskij-rajon/>

5. Климат Киреевского района. (электронный ресурс) URL: https://www.meteoblue.com/ru/погода/прогноз/modelclimate/Киреевск_Россия_548506

6. Сайт администрации муниципального образования Киреевский район Тульской области (электронный ресурс) URL: <https://kireevsk.tularegion.ru/activities/gradstroy/documents-territorplan/mun-obr-kireevskiy-rayon/>

7. Дворцы культуры и клубы: типовые и повторно применяемые проекты (электронный ресурс) URL: <http://domofoto.ru/projects/1087>

8. Биография Архитектора Рожина И.Е. (электрон. ресурс) URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Рожин,_Игорь_Евгеньевич

ПОДХОДЫ ИНТЕГРАЦИИ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ИСТОРИЧЕСКИХ ЗДАНИЯХ

Головин К.А., Копылов А.Б., Любин Н.С.

Тульский государственный университет

В статье рассмотрены современные методы решения проблем эксплуатации исторических зданий. На основе анализа нескольких примеров показаны разнообразные подходы интеграции энергоэффективных технологий.

Неэффективное использование энергетических ресурсов является предметом общей озабоченности всего человечества и одной из самых серьезных проблем XXI века. В связи с этим термин «энергоэффективность» имеет растущую популярность, при этом его употребление в контексте энергоэффективной архитектуры требует более внимательного отношения к отбору критериев, по которым здание признается энергоэффективным

Внедрение внутренней оболочки изоляции [1], холодных покрытий и модернизации окон представляет собой лучшее решение для повышения энергоэффективности ограждающих конструкций здания [2]. В исследованиях [3, 4] показано, что для снижения энергопотребления в исторических зданиях в основном модернизируют системы управления, освещения, вентиляции, хранения тепла и рекуперации тепла. Также глубокий анализ возможных действий по модернизации, подходящих для существующих европейских зданий с точки зрения, как архитектурного переоборудования, так и замены традиционных энергетических систем инновационными энергетическими установками представлен в исследовании Арденте Ф. и соавторов [5]. В последних проектах действия по модернизации включают в себя следующие составляющие: улучшение теплоизоляции оболочки здания, использование высокоэффективных окон, разработку интеллектуальных и высокоэффективных компонентов освещения, обновление ОВиК (отопление, вентиляция и кондиционирование) и внедрение возобновляемых источников энергии (таких как ветер или солнечная энергия).

В качестве примеров интеграции энергоэффективных технологий в реконструкцию исторических зданий Европы можно привести следующие исследования.

Здания Palazzo Ex-INPS, Беневенто в Италии, которое используется в качестве административного здания инженерного факультета Университета Саннио [6]. Оно было построено в 1927 году в историческом центре города. Исследования показали, что адекватный режим потребления энергии, направленный на поддержание желаемого уровня обслуживания и комфорта, позволит сократить годовое потребление электроэнергии примерно на 24%. Для этого было предложено заменить окна на низкоэмиссионные и обновить теплоизоляцию крыши.

Другим примером является монументальный комплекс зданий Albergo dei Poveri в долине Каргонара в Генуе построенный в первых десятилетиях 17-го века, общая площадь которого около 60 000 м² (рис. 1) [7]. В этом случае, помимо простой оценки повышения энергетических характеристик остекления путем полной замены исторических окон, необходимо было оценить возможность их восстановления. Результаты исследований показали, что для восстановления окон и повышения энергетических характеристик ограждающих конструкций здания необходимы следующие вмешательства: изоляция пола на земле в сочетании с мероприятиями по устранению повышения влажности и изоляция кровельных систем.



Рис. 1 – Albergo dei Poveri, Генуя.

Ca'S Orsola, Тревизо, Италия превращен в престижное жилое здание, путем его капитального ремонта, в основном

направленного на сейсмическую и энергетическую модернизацию, что привело к практически нулевому потреблению энергии [9]. Первоначально это был женский монастырь, и вплоть до 2000 года он сохранял первоначальную структуру и архитектуру. Основным преимуществом реконструкции стала экономия энергии на системах отопления, ГВС и вентиляции. Более того, после модернизации можно подчеркнуть и получение неэнергетических выгод, таких как восстановление исторического фасада здания и усиление конструктивных элементов зданий для повышения сейсмической устойчивости, что позволило увеличить рыночную стоимость объекта.

В 2014 году закончилась реконструкция окон Дворца Венгерской академии наук (рис. 2), расположенного в Будапеште, Венгрия [9]. Здание в стиле неоренессанса немецких дворцов было построено между 1862 и 1865 годами. В здании имеется более 200 окон 23 различных размеров, форм и типов. Одним из условий реконструкции исторического здания было сохранение исторического фасада в том числе и внешний вид окон. Моделирование показало, что полагаться только на коэффициент теплопередачи окна не является лучшим решением. В результате было предложено использование современных устройств затенения Interpane и простых автоматизированных систем.



Рис. 2 – Дворец Венгерской академии наук

Еще одним из примеров энергоэффективного подхода является реконструкция дворовых пространств в атриумы [10]. Подобные реконструкции проводятся в исторических зданиях Санкт-Петербурга, Россия (рис. 3). Это связано с тем, что в период с 1800 по 1860 год многие кирпичные здания Санкт-Петербурга строились преимущественно по типу дворов-колодцев.

Еще одним энергоэффективным подходом переоснащения исторических зданий является Урбинский университет в Италии. В течение 1960-х - 70-х годов университет приобрел многочисленные заброшенные здания XV-XVIII веков, в центре города, которые были восстановлены и используются качестве зданий факультетов и кафедр [11]. Полезная площадь университета превышает 32 000 м².



Рис. 3 – Атриум дома Зингер, Санкт-Петербург

Предложения о реконструкции зданий должны были соответствовать исторической и архитектурной ценности построек для города. Поэтому изоляция с помощью внешнего покрытия считалась неприемлемой с точки зрения сохранения исторического наследия, даже если это решило бы энергетические проблемы университета. Заполнение стен изоляционными материалами также не было возможным, так как отсутствовали полости для заполнения. Единственным вариантом для наружных стен оставалась внутренняя изоляция, которая и была выбрана. По-

сле проведения модернизации энергоэффективность здания существенно повысилась.

Другой подход реконструкции исторических зданий заключается в использовании пассивных тепловых характеристик здания для снижения энергопотребления. Такой подход был успешно применен в Азии. Например, старые магазины г. Пенанга в Малайзии (рис. 4), могут оставаться холоднее современных зданий, регулируя температуру воздуха в помещении и снижая пиковую температуру в особо жаркие дни за счет специальных фасадных конструкций [14].



Рис. 4 – Старый магазин в Пенанге, Малайзия

На юго-востоке Китая широкое применение получили крупные жилые здания, построенные из утрамбованной земли в деревянном каркасе. Проведенные исследования энергетических характеристик таких зданий в Нанкине показало, что годовое потребление первичной энергии на бытовые нужды в расчете на одну семью было ниже, чем в обычных сельских домах того же района [15].

Анализ внедрения энергоэффективных технологий в реконструкцию исторических зданий показывает, что внедрение подхода энергоэффективности в исторических зданиях все еще не имеет надлежащего регулирования и подробных протоколов, которые можно использовать для управления процессом комплексного проектирования. Одним из первых таких документов можно считать - Протокол исторического строительства, разработанный итальянской организацией Green Building Council (GBC) в соответствии со стандартами LEED (руководство по энергоэффективному и экологическому проектированию). Этот протокол не только поддерживает инновации в дизайне и выборе материалов, но также оценивает возможности сохранения исторического наследия архитектурных шедевров. Благодаря введению нового стандарта создается настоящая интегрированная процедура реконструкции исторического наследия [16].

Библиографический список

1. *Odgaard T., Bjarlov S.P., Rode C. Interior insulation – Experimental investigation of hygrothermal conditions and damage evaluation of solid masonry façades in a listed building, Building and Environment, 2018, vol. 129, pp. 1-14. doi.org/10.1016/j.buildenv.2017.11.015*
2. *Giombini M., Pinchi E.M. Energy functional retrofitting of historic residential buildings: The case study of the historic center of Perugia, Energy Procedia, 2015, vol. 82, pp. 1009-1016. doi.org/10.1016/j.egypro.2015.11.859*
3. *Ferrante A. Zero- and low-energy housing for the Mediterranean climate, Advances in Building Energy Research, 2012, vol. 6, pp. 81-118. doi.org/10.1080/17512549.2012.672003*
4. *Ciulla G., Galatioto A., Ricciu R. Energy and economic analysis and feasibility of retrofit actions in Italian residential historical buildings, Energy and Buildings, 2016, vol. 128, pp. 649-659. doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.07.044*

5. Ardente F., Beccali M., Cellura M., Mistretta M. *Energy and environmental benefits in public buildings as a result of retrofit actions*, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2011, vol. 15, pp. 460-470. doi.org/10.1016/j.rser.2010.09.022
6. Ascione F., Bianco N., De Masi R.F., de' Rossi F., Vanoli G.P. *Energy retrofit of an educational building in the ancient center of Benevento. Feasibility study of energy savings and respect of the historical value*, *Energy and Buildings*, 2015, vol. 95, pp. 172-183. doi.org/10.1016/j.enbuild.2014.10.072
7. Franco G., Magrini A., Cartesegna M., Guerrini M. *Towards a systematic approach for energy refurbishment of historical buildings. The case study of Albergo dei Poveri in Genoa*, *Energy and Buildings*, 2015, vol. 95, pp. 153-159. doi.org/10.1016/j.enbuild.2014.10.051
8. Dalla Mora T., Cappelletti F., Peron F., Romagnoni P., Bauman F. *Retrofit of an historical building toward NZEB*, *Energy Procedia*, 2015, vol. 78, pp. 1359-1364. doi.org/10.1016/j.egypro.2015.11.154
9. Bakonyi D., Doboszay G. *Simulation aided optimization of a historic window's refurbishment*, *Energy and Buildings*, 2016, vol. 126, pp. 51-69. doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.05.005
10. Murgul V. *Reconstruction of the courtyard spaces of the historical buildings of Saint-Petersburg with creation of atriums*, *Procedia Engineering*, 2015, vol. 117, pp. 808-818. doi.org/10.1016/j.proeng.2015.08.145
11. Joppolo C.M., Del Curto D., Luciani A., Valisi L.P., Bellebono M. *Keeping it modern, making it sustainable. Monitoring and energy retrofitting the Urbino University Colleges*, *Energy Procedia*, 2017, vol. 133, pp. 243-256. doi.org/10.1016/j.egypro.2017.09.363
12. Mancini F., Ceconi M., De Sanctis F., Beltotto A. *Energy retrofit of a historic building using simplified dynamic energy modeling*, *Energy Procedia*, 2016, vol. 101, pp. 1119-1126. doi.org/10.1016/j.egypro.2016.11.152
13. Murgul, V. *Assessment of the Energy-Efficient Modernization of Residential Historical Buildings in Kiev*, *MATEC Web of Conferences*, 2016, vol. 73, 10p. doi.org/10.1051/mateconf/20167302001
14. Omar N.A.M., Syed-Fadzil S.F. *Assessment of passive thermal performance for a Penang heritage shop house*, *Procedia Engineering*, 2011, vol. 20, pp. 203-212. doi.org/10.1016/j.proeng.2011.11.157

15. Li Q., Sun X., Chen C., Yang X. Characterizing the household energy consumption in heritage Nanjing Tulou buildings, China: a comparative field survey study, *Energy and Buildings*, 2012, vol. 39, pp. 317-326. doi.org/10.1016/j.enbuild.2012.02.023

16. Boarin P., Guglielmino D., Pisello A.L., Cotana F. Sustainability assessment of historic buildings: Lesson learnt from an Italian case study through LEED® rating system, *Energy Procedia*, 2014, vol. 61, pp. 1029-1032. doi.org/10.1016/j.egypro.2014.11.1017

УДК 658

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ НАДЁЖНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ

Головин К.А., Копылов А.Б., Матвиенко А.В.

Тульский государственный университет

В статье раскрыта проблема организационно-технологической надёжности строительных процессов в условиях влияния различных факторов. Рассмотрены основные причины отказов строительных процессов и методы их устранения. Предложенные методы отдельно или в комплексе могут применяться на стадии создания проекта производства работ.

Повышение организационно-технологической надёжности строительных процессов является актуальным вопросом для строительных компаний, как основополагающий фактор экономической эффективности строительного производства. Организационно-технологическая надёжность - способность организационно-технологических и экономических решений обеспечить достижение ожидаемого результата строительных процессов в условиях возможных сбоев, имеющих место в строительной сфере, как многогранной вероятностной системе. Поэтому, проектирование и осуществление строительно-монтажных работ не могут основываться исключительно на жестко детерминированных параметрах, установленных в Единых Нормах и Расценках (ЕНиР), так как возникновение многочисленных производственных факторов приводит к затягиванию выполнения проектных объемов работ и намеченных сроков окончания строительства и ввода объектов в эксплуатацию. ЕНиР представляют собой нормативную документацию, направленную на экономи-

чески эффективное и высокотехнологическое производство строительно-монтажных работ при благоприятных погодных условиях, своевременных поставках строительных материалов и конструкций на объект строительства, бесперебойной работе строительных машин, механизмов и оборудования, строгом соблюдении численного и квалификационного состава звеньев и бригад рабочих.

На практике, строительные процессы ведутся в несколько иных условиях, которые нередко негативно воздействуют на фактическую величину параметров строительных-монтажных процессов. При этом, максимальное влияние на эти процессы оказывают следующие факторы: вид и назначение строительного объекта, уровень технологической оснащённости, а также природные и климатические условия.

Почти все из перечисленных факторов устранимы, – например, недостатки снабжения материалами и конструкциями, организация труда, неполная загрузка рабочих мест, простои, отсутствие фронта работ, рабочей документации и другие. Для повышения производительности труда во время простоев могут выполняться другие производственные процессы и операции на объекте, поэтому есть смысл предусматривать их в проектах производства работ (ППР).

Поэтому, в качестве первого направления повышения уровня надежности строительных процессов, многие строительные организации предусматривают разработку и внедряют на практике проектирования и строительства производственные нормативы, учитывающие, какое по факту необходимо время на выполнение строительно-монтажных работ в данных организационно-технических и географических условиях. Подобные нормативы учитывают конкретную структуру объемов работ, уровень материально-технического обеспечения и организации строительных процессов, состав и квалификацию рабочих, и другие условия, характерные именно для данной строительной организации. Эти нормы постоянно контролируются и регулярно переутверждаются руководством строительных организаций.

Вторым направлением повышения организационно-технологической надежности строительных процессов является устранение, как таковых, причин возникновения сбоев. Эти причины очень разнообразны и могут быть классифицированы по следующим видам, приведённым в таблице 1.

Наибольшего внимания заслуживают такие причины отказов, как выход из строя инженерных сетей, строительного инвентаря, машин, подъёмно-транспортных механизмов, инструмента, при-

боров в результате поломки; низкое качество сырья, конструкций и изделий; нарушение требуемой технологии работ, низкая квалификация рабочих, ошибки на стадии проектирования и другие.

Таблица 1 – Возможные причины возникновения отказов в процессе функционирования строительных процессов

Причины отказов	Факторы, влияющие на возникновение отказов
Технико-организационные	<ul style="list-style-type: none"> – Неисправности машин, механизмов, транспортных средств. – Выход из строя сетей энерго- и водоснабжения. – Отсутствие указаний технического персонала. – Нарушение длительности технологических циклов. – Нарушение норм технической эксплуатации. – Низкое качество материалов, конструкций, изделий. – Прочие.
Организационно-технологические	<ul style="list-style-type: none"> – Устранение брака. – Непредвиденные работы. – Отсутствие транспортных средств. – Некомплектность поставки изделий и материалов. – Нарушение сроков поставки. – Неисправность транспортных средств. – Выход из строя дорог и коммуникаций. – Прочие.
Организационно-социологические	<ul style="list-style-type: none"> – Отсутствие рабочих требуемой специализации и квалификации. – Невыход работника на производство. – Невыполнение производственных норм. – Простои по технологическим причинам. – Простои по организационным причинам. – Климатические условия (снег, ливень, гололёд, ветер и т.п.) – Прочие

Несмотря на то, что устранение причин возникновения сбоев является достаточно действенным механизмом повышения надежности строительных процессов, необходимо, чтобы в каждой строительной организации был хорошо налажен процесс их оперативного анализа и учёта.

Рассматривая основные причины возникновения случайных отказов в строительстве, всегда имеется возможность выделить ряд наиболее распространённых причин, свойственных для работы каждой конкретной строительной организации или каждого конкретного строительного процесса. По результатам анализа разрабатываются специальные организационно-технические мероприятия уменьшающие или вовсе устраняющие факторы, влияющие на продолжительность простоев строительных процессов.

Случайные отказы, происходящие в процессе выполнения строительного-монтажных работ, можно поделить на две группы с точки зрения возможности снижения их влияния или устранения самой строительной организацией – устранимые и неустранимые. К первой группе можно отнести отказы, которые можно устранить в результате оперативно-производственных мер, предпринятых руководством строительной компании. Ко второй группе разумно отнести случайные события, приводящие к отказам, которые невозможно устранить или их устранение связано со снижением экономической эффективности. Это могут быть отказы, вызванные плохими метеорологическими условиями, нарушением работоспособности инженерных сетей, чрезвычайные ситуации и так далее.

Удельный вес факторов второй группы и значимость их влияния зависит от географического местоположения объекта строительства. Влияние факторов первой группы устранимо или может быть существенно снижено проведением соответствующих организационно-технических мероприятий. К ним можно отнести повышение уровня системы материально-технического обеспечения, организацию связи и диспетчерского управления, создание необходимых запасов материалов, изделий и конструкций, внедрение в производство современных технологий и форм организации труда, организация квалифицированных оперативных ремонтных бригад, осуществляющих наблюдение за исправностью работы оборудования, машин, механизмов и инструментов, а также ряд других мероприятий.

Повышение уровня надежности резервированием – это ещё одно направление совершенствования технологии и организации строительных процессов.

Резервирование является очень действенным методом повышения надёжности системы и представляет собой включение дополнительных дублирующих элементов, обеспечивающих работу строительного потока (или строительной организации в целом) при отказе основных элементов. В технических системах и изделиях резервирование обеспечивает их высокую надёжность.

В строительном производстве резервирование отличается большим рядом существенных особенностей. Например, полное дублирование строительной организации или какого-либо строительного процесса на практике невозможно и экономически нецелесообразно. Достаточно проблематично дублировать основные строительные машины, механизмы, а тем более трудовые ресурсы, так как они ограничены определенными рамками, а зачастую их попросту недостаточно даже для нормального осуществления производственных работ. Некоторые возможности резервирования представлены обеспечением материалами, техническими и финансовыми ресурсами. Однако, наибольшую эффективность в строительстве представляет резервирование времени и фронта работ. В технических системах, в зависимости от схемы подключения, резервирование делится на общее, групповое и поэлементное.

При общем резервировании для повышения надежности дублируется целиком вся система, при групповом – только группа элементов, как правило, наименее надежных, при поэлементном - дублируются все элементы, входящие в состав системы.

По числу резервных элементов различают одно, двух, трех и многократное резервирование. Для расчета надежности применяют логические структурные схемы элементов, в которых выделяют два основных вида соединения – последовательное и параллельное.

При последовательном соединении элементов выход из строя хотя бы одного элемента приводит к отказу всей системы. Последовательное соединение аналогично системе без резервных элементов и может быть представлено как цепочка элементов, включенных друг за другом.

При параллельном соединении отказ наступает после выхода из строя всех параллельно включенных элементов. Процесс может проходить через любой из параллельных элементов и пре-

рывается тогда, когда в работе не останется ни одного исправного элемента.

Таким образом, в статье были рассмотрены вопросы повышения надёжности организационно-технологических процессов и факторы, влияющие на них. Представлены и классифицированы основные причины сбоев строительных процессов и методы, позволяющие снизить риск остановки процесса на строительной площадке. Изученные методы позволяют повысить производительность труда и экономическую эффективность строительных компаний.

Библиографический список

1. *ГОСТ Р ИСО 9000-2001. Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь. Госстандарт России. М., 2001.*
2. *Р50.3.005-2003. Рекомендации по сертификации. Временный порядок сертификации систем менеджмента качества на соответствие ГОСТ Р ИСО 9000-2001 (ИСО 9001:2000) Госстандарт России. М., 2003.*
3. *Бадиров Д.Г. Основы стандартизации и контроля качества продукции. М., «Транспорт», 1986. – 221 с.*
4. *Виленский П.Л., Лившиц В.Н., Орлова Е.Р. и др. Оценка эффективности инвестиционных проектов. М.: Дело, 1998. – 248 с.*
5. *Галкин И.Г. и др. Организация, планирование и управление строительным производством. М.: Высш. школа, 1978. – 496 с.*
6. *Жавнеров П.Б., Гинзбург А.В. Повышение организационно-технологической надёжности строительства за счет структурных мероприятий // Вестник МГСУ. 2013. № 3. – С. 196–200.*
7. *Недавний О.И., Базилевич С.В. Кузнецов С.М. Оценка организационно-технологической надёжности строительства объектов. ТГАСУ, ОГУПС, НГУПС, 2013.*
8. *Демиденко О.В., Кузнецов С.М., Алексеев Н.Е. Моделирование организационно-технологической надёжности работы экскаваторных комплектов. Научный рецензируемый журнал "Вестник СибАДИ". 2015.*
9. *Абдуллаев Г.И. Основные направления повышения надёжности строительных процессов // Инженерно-строительный журнал. 2010. № 4(14). – С. 59–60. DOI: 10.18720/MSE.14.9.*

РАЗРУШЕНИЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОЙ ПЛИТЫ ВЗРЫВНОЙ НАГРУЗКОЙ

Журавлев Г.М., Теличко В.Г., Куриен Н.С.

Тульский государственный университет

Рассмотрено решение задачи об определении напряженно-деформированного состояния простейших элементов строительных конструкций, плит, под действием взрывной нагрузки. Решена модельная задача для заряда взрывчатого вещества сферической формы, расположенного над центром плиты. Все расчеты производились в среде ANSYS LS-DYNA, получены результаты в форме графиков перемещений от времени. Проведено сравнение с решением Г.Т. Володина.

При проектировании зданий и сооружений взрывоопасных производств требуется учитывать нагрузку от взрывного воздействия согласно СП 20.13330.2011. Однако развернутых разъяснений по определению нагрузок от взрывных воздействий в этом нормативном документе нет. В пособиях и различного рода рекомендациях по расчету взрывных воздействий представлены упрощенные методики не способные в полной мере описать процесс взрыва и его последствия.

Обзор известных научных работ указывает на то, что исследования в этой области, являются малочисленными и недостаточно изученными, их неудобно применять при решении практических задач, отсутствуют реализации данных работ в среде современных систем конечно-элементного моделирования, что ставит серьезные барьеры на пути решения прикладных задач. Лучшим образом согласуются с экспериментальными данными те из них, в основе которых лежит энергетический метод расчета [1]. Однако в них не рассматривается детально механизм разрушения - фиксируется лишь разрушение в опасном сечении, срединной линии, срединного слоя и т.д. Это не позволяет отслеживать возникновение и распространение зон разрушения по всему объему деформируемой конструкции, в зависимости от расположения заряда взрывчатых вещества (ВВ) в окружающем пространстве [2].

В связи с этим нахождение условий разрушения элементов строительных конструкций взрывом неконтактных зарядов, а также совершенствование методов расчета в контексте применения современных программных комплексов основанных на ме-

тоде конечных элементов (КЭ) представляет собой актуальную задачу, особенно в прикладном плане.

Рассмотрим действие нагрузки, создаваемой взрывом неконтактного заряда конденсированного взрывчатого вещества в воздухе на изотропную бетонную плиту. Нагрузка от взрыва должна быть достаточной для того, чтобы пришедшая в движение плита разрушалась при достижении максимального прогиба в первом цикле. Напряженно-деформированное состояние плиты учитываем при помощи классических гипотез Кирхгофа-Лява, вследствие чего, деформированное состояние плиты в целом определяется деформированным состоянием ее среднего слоя. Граничные условия, заданные по контуру неизменны на протяжении всего процесса деформирования, и соответствуют способу ее закрепления -опирание плиты по контуру шарнирное.

Заряд взрывчатого вещества сферической формы расположен над центром плиты, в ближайшей области действия взрыва, поэтому давлением окружающей среды можно пренебречь.

Распределение удельного импульса по поверхности плиты определяется функцией [3]

$$I = I_{(i_n i_t)} \quad (1)$$

где i_n – нормальная составляющая,

i_t – тангенциальная составляющая удельного импульса.

Тангенциальной составляющей удельного импульса можно пренебречь, в предположении, что поверхность плиты является в достаточной степени гладкой. Расчет удельного импульса будем проводить только с учетом нормальной составляющей.

Для материала плиты принимаются гипотезы о его сплошности, однородности и изотропности. В любой момент времени при деформировании, вплоть до разрушения, материал плиты считаем упругим и подчиняющимся закону Гука, то есть рассматриваем хрупкое разрушение. При этом под разрушением плиты понимаем утрату ее несущей способности вследствие появления в ней трещин, сколов или разделение на фрагменты. Изменение прочностных характеристик материала плиты при высокоскоростном деформировании при нормальной температуре не учитываем. Тепловыми потерями, распространения деформационных волн в материале пластины и затухающей составляющей в векторе перемещений точек среднего слоя плиты пренебрегаем.

Моделирование физических процессов взрыва заряда взрывчатого вещества, находящегося в ближней области действия к плите рассмотрим в некоторый определенный момент времени. Используем энергетический метод Т.М. Саламахина, согласно которому кинетическая энергия, полученная преградой от импульсной нагрузки, полностью расходуется на работу деформирования вплоть до разрушения [2].

$$\mathcal{E} = \Pi, \quad (2)$$

Т.М. Саламахин показал [2], что нормальная составляющая удельного импульса взрывной нагрузки, действующая на элемент преграды, может быть вычислена, с учетом отражения продуктов взрыва и деформирования поверхности преграды, по формуле:

$$i = \int_0^{\tau} P(t) dt, \quad (3)$$

где $P(t)$ – давление продуктов взрыва на плиту,

t – время, отсчитываемое от момента столкновения первой частицы потока продуктов взрыва с плитой в точке с координатами (x, y) .

В расчете используем прямоугольную декартову систему координат, оси Ox и Oy поместим в плоскость плиты, ближней к расположению заряда, ось Oz направим вертикально вниз, начало координат поместим в центре плиты (см. рис. 1).

Кинетическая энергия $d\mathcal{E}$, полученная элементом плиты, согласно импульсному характеру действующей нагрузки, вычисляется по формуле [1]:

$$d\mathcal{E} = \frac{i^2}{2m} = \frac{A_0^2 C^2 z_*^4}{2\rho h [z_*^2 + (x - x_*)^2 + (y - y_*)^2]^4}, \quad (4)$$

где ρ – плотность материала плиты,

– обобщенная характеристика заряда (литой тротил = 400 м/с),

C – масса заряда.

Кинетическая энергия, полученная плитой, за время действия взрывной нагрузки определяется по формуле, полученной Г.Т. Володиным [1]:

$$\Theta = \frac{A_0^2 C^2 z_*^4}{2\rho h} \int_{-a-b}^a \int_{-a-b}^b \frac{dxdy}{[z_*^2 + (x-x_*)^2 + (y-y_*)^2]^4}. \quad (5)$$

Выражение для нахождения работы упругого деформирования, имеет вид

$$\Pi = E \frac{hab}{2(1-\mu^2)} \int_t dt (P(u, v, w)), \quad (6)$$

где E - модуль Юнга,

– коэффициент Пуассона,

h – толщина плиты,

a и b половина ширины и длины плиты,

$P(u, v, w)$ - функционал расчет мощности упругой деформации для динамического нагружения, определяется по формуле:

$$P(u, v, w) = \int_V \sigma_{ij} \delta \varepsilon_{ij} dV - \int_V \rho \delta u_i \ddot{u}_i dV, \quad (7)$$

где $\int_V \sigma_{ij} \delta \varepsilon_{ij} dV$ – мощность упругой деформации,

$\int_V \rho \delta u_i \ddot{u}_i dV$ – мощность сил инерции.

$$\sigma_x = -\frac{Ez}{1-\mu^2} \left(\frac{\partial^2 \omega}{\partial x^2} + \mu \frac{\partial^2 \omega}{\partial y^2} \right);$$

$$\sigma_y = -\frac{Ez}{1-\mu^2} \left(\frac{\partial^2 \omega}{\partial y^2} + \mu \frac{\partial^2 \omega}{\partial x^2} \right);$$

где $\frac{\sigma_{\max}}{R_b K_{vb}} \leq 1$ – критерий прочности;

$$K_{v,b} = 1,58 - 0,35 \log_{10} t + 0,07 (\log_{10} t)^2. \quad (8)$$

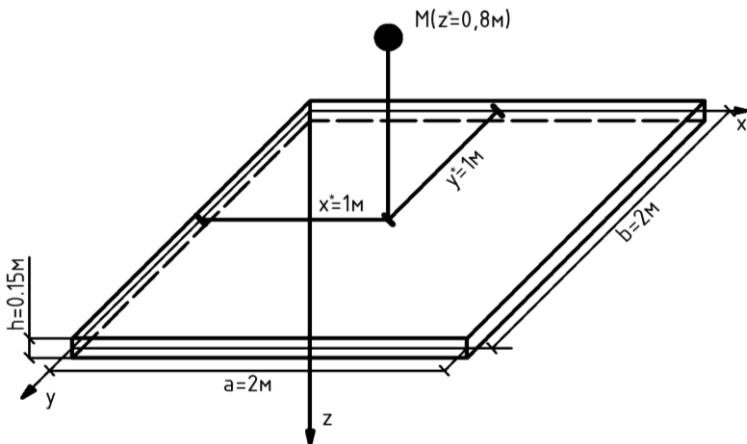


Рис. 1 – Расчётная схема

Критерий прочности примем в виде [4]:

На основе изложенного выше подхода Г.Т. Володина и Т.М. Саламахина [1,2] была решена задача деформирования плиты под действием сферического заряда (рис. 1). Исходные данные принимались следующие: размеры плиты: $a=2$ м; $b=2$ м; толщина $h=0,15$ м; бетон тяжелый В25; координаты расположения заряда – $z^*=0,8$ м; $x^*=1$ м; $y^*=1$ м; начальная скорость распространения продуктов взрыва – $A_0=400$ м/с; плотность – $\rho=1620$ кг/м³; модуль Юнга – $E=38000$ МПа; предел прочности – $\sigma_{\max}=26,3$ МПа.

Получено следующее решение – максимальный прогиб $w=3,2$ мм; масса заряда, приводящего к разрушению $C=1,4$ кг.

Далее авторами проведена верификация проведенного расчета в среде ANSYS с помощью метода конечных элементов. Вычисления проводим с использованием программного модуля LS-DYNA, представляющего многоцелевой конечно-элементный комплекс, предназначенный для анализа высоко нелинейных и быстротекущих процессов в задачах механики твердого и жидкого тела. LS-DYNA представляет возможность эффективного численного моделирования высоко нелинейных термомеханических процессов.

В работе осуществлен расчет бетонной плиты из изотропного материала имеющего $E=38000$ МПа – модуль Юнга, $\nu=0,2$ – коэффициент Пуассона. Расчет проводится с целью сравнения

полученных численных результатов с результатами, полученными в работах Г.Т. Володина [1] на предмет проверки адекватности работы программы.

Прочность плиты описывается моделью RHT – моделью прочности (Riedel-Hiermaier-Thoma), разработанной специально для высокоскоростного деформирования железобетона. Данная модель является модульной, и описывает поведение упругопластического тела с упрочнением [5].

На рис. 2 показан график перемещения точки в центре плиты (мм) во времени (с).

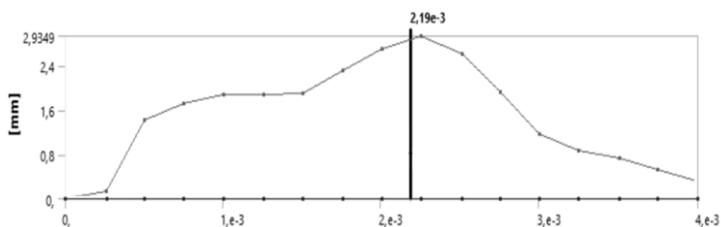


Рис. 2 – График перемещений в зависимости от времени для центра плиты

В результате имеем: 1 – максимальный прогиб пластины в соответствии с подходом Т.М. Саламахина/Г.Т. Володина $w = 3,21$ мм; 2 – максимальный прогиб, полученный с помощью конечно-элементного моделирования $w = 2,94$ мм.

В результате компьютерного моделирования установлено:

Проведено сравнение величины прогиба полученного и в работе по методике расчета Г.Т. Володина, расхождение составило 0,27 мм или менее 10%, что подтверждает адекватность работы программы и подтверждает правильность выбора математического обеспечения для автоматизации расчетов.

Основные научные и практические результаты заключаются в следующем:

1. На основе численного моделирования в трехмерной упругопластической постановке произведена оценка результатов воздействия сферического заряда ВВ на плиту с армированием сеткой и без.

2. Определено, что для повышения уровня автоматизации проводимых расчетов, а так улучшения эффективности работы инженеров-строителей при проектировании сооружений с уче-

том взрывостойкости можно использовать поставляемое совместно с ANSYS программное обеспечение LS -DYNA, что обеспечит надежные и достоверные результаты, как было показано в данной статье.

3. Также надо отметить, что LS-DYNA в сочетании с моделью бетона RHT, в отличие от существующих теоретических моделей позволяет легко и эффективно учитывать различные дополнительные факторы, такие как армирование и физическую нелинейность материалов, а также сложную конфигурацию сооружений и расположение зарядов ВВ.

Библиографический список

1. Володин, Г.Т. Энергетический метод в задачах разрушения элементов конструкций взрывной нагрузкой / Г.Т. Володин, А.С. Новиков // Известия ТулГУ. Технические науки. 2017. - Вып. 6. – С. 243-255.

2. Саламахин, Т.М. Физические основы механического действия взрыва и методы определения взрывных нагрузок / Т.М. Саламахин. – М.: ВИА, 1974. – 255 с.

3. Кук, М.А. Наука о промышленных взрывчатых веществах / М.А. Кук. – М.: Недра, 1980. – 455 с.

4. Баландин, П.П. К вопросу о гипотезах прочности / П.П. Баландин // Вестник инженеров и техников. –1937. – №1. – С. 12-36.

5. Penetration of reinforced concrete by BETA-B-500. Numerical analysis using a new macroscopic concrete model for hydrocodes / W. Riedel, K. Thoma, S. Hiermaier, S. Schmolinske // Proceeding of 9th international symposium on interaction of the effects of munitions with structures. – Berlin, PP. 315-322.

УДК 691.33

БИОКОРРОЗИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ЗДАНИЯХ И СООРУЖЕНИЯХ

Карпушин С.Н., Родин А.И., Красноглазов А.М.

Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва

Приводятся сведения о биокоррозии строительных материалов в различных зданиях и сооружениях. Рассмотрены способы защиты бетонов от негативного воздействия микроскопических организмов.

Актуальной задачей в области строительства является обеспечение долговечности железобетонных конструкций т.к. в зданиях и сооружениях строительные материалы и изделия подвержены воздействию различных агрессивных сред [12]. В зданиях с биологически активными средами материалы и изделия подвержены разрушению микроскопическими организмами: бактериями и мицелиальными грибами [1, 8]. Опасность биоповреждений увеличивается при повышенной влажности окружающей среды и непосредственном контакте материалов и конструкций с агрессивной средой [3,13]. Поселяясь на поверхности строительных конструкций, микроорганизмы наряду с разрушающим воздействием ухудшают экологическую ситуацию в зданиях и сооружениях [2-14].

Упоминание о возможном участии бактерий в коррозии цементного бетона датируется еще в 1901 г. [4]. Автором установлено наличие в образцах нитрифицирующих бактерий, при этом наибольший вред материалу, по мнению авторов, нанесли *Bacterium roseum*. В ряде работ 40-х годов также упоминается о бактериях, населяющих поверхность бетонов гидротехнических сооружений в портах Черного моря, и на бетонных сооружениях каналов Волга-Москва. Из взятых проб был выделен целый ряд микроорганизмов: сульфатредуцирующие, уrolитические, гниlostные, тионовые, маслянокислые, нитрифицирующие, денитрифицирующие, целлюлозоразрушающие бактерии. Авторы утверждают, что именно продукты жизнедеятельности бактерий снизили прочностные характеристики конструкций. Особо отмечается понижение прочности бетона в культурах маслянокислых, нитрифицирующих и окисляющих серу бактерий [5, 6].

Исследования 50-х годов показали, что на наружных бетонных стенках силовой и шлюзовой станций Свирь-ГЭС были обнаружены наплывы, состоящие, главным образом, из окиси кальция, которые затем превратились в гроздьязлистой массы, содержащие бактерии (нитрифицирующие, денитрифицирующие, тионовокислые, сбраживающие сахара) и грибы (*Oospora lacrus*, *Candida sp.*, *Sporothrichum sp.*) [4]. Л.И. Рубенчиком в 50-е годы изучалось разрушение бетона в морской воде. Он выделил целый ряд микроорганизмов с образцов бетона портов Черного моря: сульфатредуцирующие, тионовые, нитрифицирующие, денитрифицирующие, маслянистые, уrolитические и другие бактерии. Бетонный коллектор Гамбургской канализаци-

онной сети 1971 г. постройки через 11 лет также был разрушен вследствие действия тионовых бактерий.

М. Рожанской были изучены 89 образцов корродированных железобетонных конструкций, отобранных на Каменец-Подольском, Кировоградском, Киевском мясокомбинатах. Было установлено присутствие на них аммонифицирующих нитрифицирующих, тионовых, денитрифицирующих, и сульфатредуцирующих бактерий [7]. Наибольшую опасность для данных конструкций, по мнению авторов, представляют тионовые и сульфатредуцирующие бактерии.

Кроме биокоррозии под действием бактерий, согласно данным научно-технической литературы, бетон повреждается и от размножения мицелиальных грибов на поверхности и внутри него [8]. Грибы размножаются за счет готовых форм органических соединений и чаще всего встречаются на загрязненной поверхности материала или при наличии в нем органических добавок [2].

Практически у всех методов защиты имеются преимущества и недостатки. В настоящее время обобщены методы защиты материалов от биодеструкции, которые делятся на длительные и временные [3]. К длительным принято относить: конструктивные (изготовление изделий с гладкими поверхностями, покрытие изделий противоположающимися материалами), профилактические (поддержание безопасного температурно-влажностного режима), химические (пропитка готовых изделий фунгицидными составами, введение в состав материалов фунгицидных добавок).

К временным методам относят: профилактические (обеспыливание, проветривание), физические (ультрафиолетовое излучение), биологические (введение микробов-антагонистов).

Наиболее эффективными и длительно действующим способами защиты от биоповреждений являются химические, данные методы защиты связаны с применением биоцидных соединений. Биоциды, разделяются на два типа: бактерицидные составы, применяемые для защиты от кислотообразующих, гнилостных и других бактерий; фунгицидные составы, используемые для защиты материалов от повреждения грибами. Действие биоцидных добавок заключается в их способности ингибировать активность ферментов, нарушать клеточную структуру грибов. Фунгицид вступает во взаимодействие с компонентами клеточной оболочки гриба, подавляя тем самым биосинтез [1].

В литературе описано несколько примеров эффективного использования фунгицидных добавок. Для защиты от био-

повреждений цементных полов на пивоваренных заводах к цементу в качестве биоцида добавляли 10 % тонкоизмельченного медного порошка и оксихлорид магния [1]. Впоследствии образовывался оксихлорид меди, обладающий фунгицидными и бактерицидными свойствами. Для предупреждения биодеструкции бетона рекомендовано использовать ингибитор коррозии металлов «Инкор-3», «Инкор-3ЛФПР», «Инкор-ПУ» [1]. Железобетонные конструкции с этими добавками сохраняют биостойкость в течение пяти лет. В качестве защиты от действия микроскопических организмов для строительных бетонов можно использовать древесносмоляные масла (антисептик ЛК). Установлено, что при концентрации 0,1 % этот препарат надежно сохраняет от биоповреждений легкие и тяжелые бетоны. Введение в цементные растворы на основе портландцемента, кварцевого песка и отходов ферросилиция акрил-(акрилокси) силанов в количестве 0,5-2,5 % позволяет эффективно подавлять рост мицелиальных грибов даже в благоприятных условиях роста [1].

Если подходить с точки зрения фунгицидной активности, наиболее эффективной для цементных бетонов принято считать добавку пиросульфата натрия и препарата АБП-40 [1]. Оптимальное отношение пиросульфата натрия к массе цементного вяжущего составляет 3 % [1]. При таком содержании добавки отмечается отсутствие роста грибов, а также положительное влияние на физико-механические характеристики цементных композитов. Фунгицидные свойства пиросульфата натрия проявляются за счет сильной окислительной способности. Выраженной фунгицидной активностью обладает препарат АБП-40. В результате введения латекса АБП-40 в цементные композиты последние при малых концентрациях препарата приобретают фунгицидные свойства.

Следует отметить, что поиск эффективных мер противодействия биоповреждению цементных композитов является одним из самых целесообразных научных и практических направлений в области строительного материаловедения на данный период времени так как ситуация постоянно усугубляется из-за интенсивного роста хозяйственной деятельности человека, роста численности и видового состава микроорганизмов, способствуя тем самым увеличению экономического ущерба. Одной из главных задач при этом является определение составов композитов на цементных вяжущих, обладающих стойкостью к биодеструкции, а также определение составов комплексных добавок по

повышению стойкости в биологически активных средах. В последнее время созданы цементы и сухие смеси обладающие биоцидными свойствами [9,10,11].

Библиографический список

1. *Ерофеев В.Т. Каркасные строительные композиты: автореф. дис. д-ра техн. наук. – М., 1993. – 52 с.*
2. *Ерофеев В.Т. Защита зданий и сооружений от микробиологических повреждений биоцидными препаратами на основе гуанидина / В.Т. Ерофеев, П.Г. Комохов, В.Ф. Смирнов [и др.]. – СПб.: Наука, 2009. – 192 с.*
3. *Соломатов В.И., Ерофеев В.Т., Смирнов В.Ф. [и др.]. Биологическое сопротивление материалов. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2001. – 196 с.*
4. *Рубенчик Л.И. Микроорганизмы как фактор коррозии бетонов и металлов // Докл. АН УССР. – Киев, 1950. – 64 с.*
5. *Колкер И.И. Микробиологические исследования бетонов морских гидротехнических сооружений // Микробиология. – 1941. – Т.Х. Вып. 5. – С. 567–575.*
6. *Влияние биологического фактора на бетон / А. Имшиенцкой, А. Трофимов, Г. Русокова, С. Броцкая // Микробиология. – 1941. – Т.Х. Вып. 5. – С. 549–565.*
7. *Рожанская А.М. Биоциды в борьбе с коррозией бетона / А.М. Рожанская, И.А. Козлова, Е.И. Андреюк // Биоповреждения и защита материалов биоцидами. – М., 1988. – С. 82–91.*
8. *Микробиологическое разрушение материалов : учеб. пособие для студентов, обучающихся по направлению 270100 «Строительство» / [В.Т. Ерофеев и др.]; под общ. ред. В.Т. Ерофеева и В.Ф. Смирнова. – М., 2008.*
9. *Карпушин С.Н. Разработка биоцидных цементов с активной минеральной добавкой и композитов на их основе: автореф. дис. канд. техн. наук. – 2017. – 26 с.*
10. *Родин А.И. Разработка биоцидных цементов и композитов на их основе: автореф. дис. канд. техн. наук. – 2013. – 23с.*
11. *Сураева Е.Н. Разработка сухих строительных смесей с биоцидными свойствами: автореф. дис. канд. техн. наук.–2015. – 25 с.*
12. *Карпенко Н.И., Карпенко С.Н., Ярмаковский В.Н., Ерофеев В.Т. О современных методах обеспечения долговечности железобетонных конструкций // Academia. Архитектура и строительство. – 2015. – №1. – С. 93-102.*

13. Ерофеев В.Т., Федорцов А.П., Богатов А.Д., Федорцов В.А. Биокоррозия цементных бетонов, особенности ее развития, оценки и прогнозирования // *Фундаментальные исследования*. – 2014. – С. 708-716.

14. Ерофеев В.Т., Богатов А.Д., Богатова С.Н., Казначеев С.В., Смирнов В.Ф. Влияние эксплуатационной среды на биостойкость строительных композитов // *Инженерно-строительный журнал*. – 2012. – № 7 (33). – С. 23-31.

УДК 639.56; 624.15

ТЕХНОЛОГИЯ УСТРОЙСТВА ЖЕЛЕЗОБЕТОННОЙ ФУНДАМЕНТНОЙ ПЛИТЫ РАМНОЙ КОНСТРУКЦИИ С ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫМ НАПРЯЖЕНИЕМ АРМАТУРЫ В ПОСТРОЕЧНЫХ УСЛОВИЯХ

Сидорова А.И., Леонович С.Н.

Белорусский национальный технический университет

Представлена технология устройства железобетонной фундаментной плиты рамной конструкции с предварительным напряжением арматуры в построечных условиях, которая может быть использована при строительстве гражданских и промышленных зданий при устройстве фундаментов на естественном основании. Данное технологическое решение позволяет снизить расход бетона на 15-20%, повысить трещиностойкость конструкции, снизить нагрузки на основание.

В настоящее время в строительстве получили широкое распространение фундаментные плиты из-за относительной простоты и технологичности их устройства. Основной проблемой во время применения такого типа фундаментов специалисты выделяют большой расход бетона, особенно в зонах у колонн. Для решения этой проблемы предлагается использовать технологию предварительного натяжения в построечных условиях и рамную конструкцию, что позволит уменьшить расход бетона на 15-20%, повысить трещиностойкость конструкции, снизить нагрузки на основание.

Для устройства фундаментной плиты рамной конструкции применяется система преднапряжения со сцеплением с бетоном, где арматурные пучки, расположенные в закрытых каналаобразователях, подвергаются механическому натяжению, затем анкеровке (рис. 1 и рис. 2). Сцепление с бетоном обеспечивается

последующим инъецированием каналов-образователей цементным раствором. Рамная конструкция фундаментной плиты позволяет сократить расход бетона и формообразующей арматуры. Для устройства внутренней опалубки рекомендуется использовать несъемную опалубку, чтобы сократить сроки опалубочных работ. Ячейки-полости могут быть заполнены насыпными теплоизоляционными материалами для снижения коэффициента теплопроводности данной конструкции.

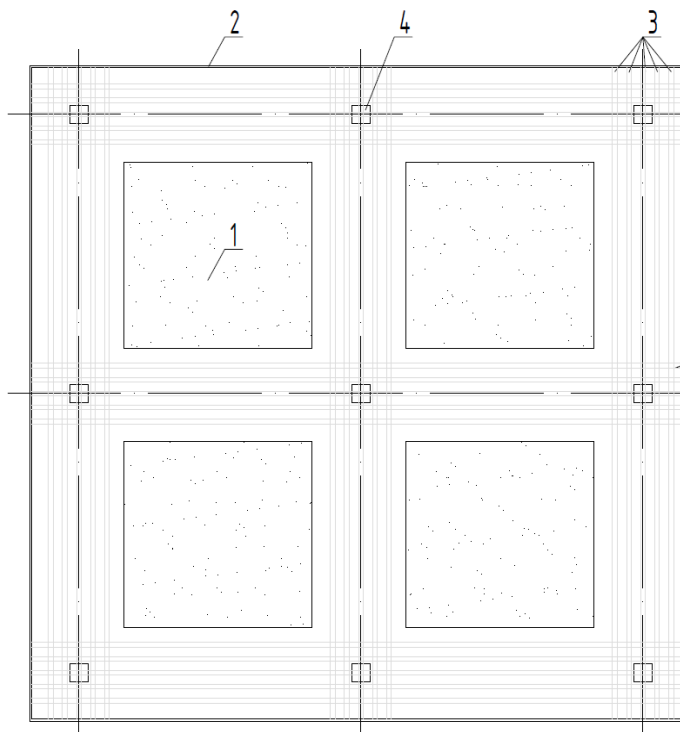


Рис. 1 – Схема устройства плитного фундамента рамной конструкции с предварительным напряжением арматуры в построечных условиях (1 – ячейки-полости, 2 – опалубка внешняя, 3 – каналообразователи с напрягаемой арматурой, 4 – места расположения колонн)



Рис. 2 – Схематичный разрез устройства плитного фундамента рамной конструкции с предварительным напряжением арматуры в построечных условиях
 (1 – ячейки полости, 2 – крышка-опалубка,
 3 – каналообразователи с напрягаемой арматурой)

Технологическая последовательность выполнения работ:

- выполнение работ по подготовке основания (выравнивание основания, отсыпка слоем гравия, а затем песка, устройство гидроизоляции)
- монтаж внешней ограждающей опалубки,
- укладка формообразующей арматуры,
- бетонирование нижней части фундаментной плиты,
- раскладка и закрепление в проектном положении каналообразователей,
- протягивание пучков канатной арматуры,
- монтаж внутренней несъемной опалубки ячеек-полостей с возможным заполнением их насыпным теплоизоляционным материалом,
- бетонирование средней части фундаментной плиты,
- укладка формообразующей арматуры,
- бетонирование верхней части фундаментной плиты,
- натяжение арматурных пучков механическим способом,
- заполнение каналов инъекционным раствором,
- монтаж защитных колпаков,
- снятие внешней опалубки.

Характеристика основных применяемых материалов, изделий и оборудования.

Внешняя опалубка принята щитовая стальная рамная, включающая в себя модульные элементы, обеспечивающие бетонирование фундаментной плиты разных размеров и конфигураций. Крепление фанеры с помощью саморезов к внешней стороне щитов обеспечивает гладкость поверхности конструкции.

Внутренняя несъемная опалубка может быть выполнена из цементно-поризованных листов, армированных стеклосеткой, собранных в форме полого параллелепипеда. Такой вариант обладает достаточной прочностью и экологичностью, в отличие

от использования пенополистирольных блоков или блоков из переработанного полиэтилена.

Каналообразователи служат для формирования в фундаментной плите продольных и поперечных каналов, в которые устанавливается высокопрочная арматура, подвергаемая натяжению. Процент заполнения каналов высокопрочными канатами составляет не менее 35% и не более 50%, по отношению площади поперечного сечения пучка арматурных канатов к площади внутреннего поперечного сечения каналаобразователя. Количество канатов, установленных в каналобразователе одного диаметра, отличается и регламентируется СП 35.13330.2011 в зависимости от диаметра применяемых высокопрочных канатов. Для стыковки каналобразователей используются термоусадочные муфты.

В качестве напрягаемых арматурных элементов в системе преднапряжения со сцеплением с бетоном применяются стальные 7-проволочные арматурные канаты диаметром 15,3 и 15,7 мм. (0,6"). Арматурные канаты устанавливаются по расчету для конкретного объекта и могут отличаться геометрическими и прочностными характеристиками.

Для закрепления натянутой арматуры применяются клиновые анкеры (активные) и каркасные бетонные анкеры (пассивные). Клиновые анкеры (рис. 3) обеспечивают закрепление натянутых арматурных канатов с помощью трехлепестковых клиньев и передачи усилия натяжения на бетон, каркасные бетонные анкеры (рис. 4) – закрепление натянутых арматурных канатов с помощью бетонных каркасных конструкций из проволок канатов и передачу усилия натяжения на бетон.

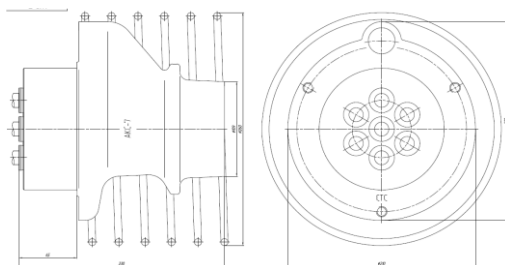


Рис. 3 – Анкер клиновый стаканый 7-прядевый (ООО «СТС», г. Москва)



Рис. 4 – Опорные стаканы и спирали косвенного армирования

Для местного армирования вокруг опорного стакана применяются спираль и сетки из периодической арматуры.

Для проталкивания стальных арматурных канатов используются проталкиватели канатов УПК по ГОСТ13840-68* и EN 10138-98.

Для натяжения арматурных пучков применяются гидравлические домкраты типа ДН-7 (рис. 5), которые имеют устройства для захвата, натяжения и фиксации арматурного каната.

Для инъектирования каналов цементным раствором предназначена инъекционная установка. Процесс приготовления цементного раствора: наполнение смесительного бака нужным объемом воды, цементом с добавками, перемешивание раствора, наполнение накопительного бака готовым инъекционным раствором, инъектирование с помощью насоса.

При использовании способа преднапряжения со сцеплением с бетоном можно сократить количество канатов и анкеров до 30% в сравнении со способом без сцепления с бетоном. Но для этого способа дополнительно нужны каналообразователи, дополнительно появляются расходы на их монтаж и инъектирование каналов. Для прокладки коммуникаций также выгоден спо-

собрать со сцеплением с бетоном, т.к. появляется возможность делать отверстия в плите с натянутой арматурой без потери несущей способности.



Рис. 5 – Домкрат для натяжения арматурных пучков ДН-7

Применение технологии устройства железобетонной фундаментной плиты рамной конструкции с предварительным напряжением арматуры в построечных условиях имеет ряд преимуществ:

- снижение расхода бетона и формообразующей арматуры,
- обеспечение прочности и повышение трещиностойкости;
- сокращение сроков возведения фундаментной плиты;
- снижение трудоемкости фундаментных работ;
- повышение точности возводимой фундаментной конструкции;
- обеспечение монолитности укладки массива бетона в фундаментную плиту рамной конструкции.

Библиографический список

1. *Леонович, С. Н. Технология предварительного напряжения железобетонных конструкций в построечных условиях / С. Н. Леонович, И. И. Передков, А. И. Сидорова. – Минск : БНТУ, 2018. – 279 с.*

2. *Латыш, В. В. Технология предварительного напряжения монолитных железобетонных конструкций в построечных условиях : учебное пособие для специальности 1-70 02 01 "Промышленное и гражданское строительство" / В. В. Латыш и С. Н. Леонович ; Белорусский национальный технический университет, Кафедра "Технология строительного производства". - Минск : БНТУ, 2006. - 55 с. : ил.*

3. *Леонович, С. Н. Область эффективного применения технологии пост-напряжения при устройстве плитных фундаментов на просадочных грунтах для предотвращения температурных и усадочных трещин / С. Н. Леонович, А. И. Сидорова // Наука – образованию, производству, экономике : материалы 16-й Международной научно-технической конференции. - Минск : БНТУ, 2018. - Т. 2. – С. 439.*

4. *Леонович, С.Н. Технология устройства облегченных пустотообразователями железобетонных плит перекрытия с предварительным напряжением арматуры в построечных условиях = Technology for Installation of Reinforced Concrete Floor Slabs Lightened by Core Drivers with Preliminary Reinforcement Stress / С. Н. Леонович, И. И. Передков // Наука и техника. – 2015. – №6. – С. 54–62.*

5. *Следящие тест-системы [Электронный ресурс] / ООО «СТС». – 2019. – Режим доступа: <http://www.sts-hydro.ru/about/downloads/drawings-components/>*

6. *Пат. 2379424 Российская Федерация, Е 02 D 27/01. Способ возведения фундаментной плиты рамной конструкции / Цехановский А. Н.; заявитель и патентообладатель Цехановский А. Н.; заявл. 27.05.08, опубл. 20.01.10, – 3с.: ил.*

7. *Бортницкая, А. И. Физико-технические свойства листов цементно-поризованных, армированных стеклотекстурой, и область их применения в строительстве / А. И. Бортницкая // Актуальные проблемы технологии бетона и строительных материалов : материалы 68-й студенческой научно-технической конференции, 3 мая 2012 г. / Белорусский национальный технический университет ; ред. Э. И. Батяновский, М. Г. Бортницкая. – Минск : БНТУ, 2012. – С. 9–13.*

УДК 666.972

КОМПОЗИЦИОННОЕ ВЯЖУЩЕЕ НА ОСНОВЕ ГРАНИТНОГО ОТСЕВА

**Яглов В.Н., Меженцев А.А., Гиринский В.В.,
Кречко Н.А., Шагойко Ю.В.**

Белорусский национальный технический университет

Изучена зависимость свойств от состава композиционного вяжущего в системе портландцемент-гранитные отсева. С учетом активности гранитных отсева (более 70 мг/г) установлено, что при содержании в

вяжущем немодифицированных гранитных отсевах от 50% и менее предел прочности при сжатии после пропаривания прессованных образцов составил 36-38 МПа, что позволяет рекомендовать эти составы для получения щебня в дорожном строительстве.

Экономическое развитие Беларуси зависит от состояния транспортной инфраструктуры. В настоящее время резко увеличивается потребность в высокоскоростных автомобильных дорогах. Интенсивность грузоперевозок автомобильным транспортом с каждым годом возрастает, а нагрузка на автомобильных дорогах составляет в среднем от 2000 до 8000 автомобилей в сутки. Значительная часть автомобильных магистралей имеет асфальтобетонное покрытие с низким сроком эксплуатации. Фактический межремонтный срок службы дорог дорожной сети республики составляет 3-4 года [1]. По данным Белавтодора около 20% республиканских дорог не отвечают современным нормативным требованиям.

Перспективными в строительстве автомобильных дорог за рубежом являются покрытия из цементных тяжелых бетонов, обладающие повышенными прочностными характеристиками и долговечностью. При высоких уровнях нагрузки цементобетонные покрытия служат в 2,5-4 раза больше, чем асфальтобетонные. В развитых странах автомобильные дороги с покрытиями из цементных бетонов составляют: в Бельгии 41 %, США 35 %, Германии 31 %, Китае 22 %, а в России только 9 % [2].

Цементобетонные дорожные покрытия обладают следующими преимуществами [3]:

– повышенный срок службы – от 25 до 50 лет (долговечность асфальтобетонных покрытий не превышает 12 лет);

– стоимость 1 км автомобильных дорог с цементобетонным покрытием примерно 26 млн руб., а асфальтобетонных – 25 млн руб. В перспективе цементобетонные дорожные покрытия будут стоить на 25 % дешевле асфальтобетонных за счет длительного срока безремонтной эксплуатации;

– высокий коэффициент сцепления колес с основанием и устойчивость к истиранию;

– высокая прочность на сжатие и изгиб, при малой деформативности, независимо от температуры и влажности среды, что обеспечивает отсутствие колеи при эксплуатации цементобетонных дорог.

В настоящее время в Беларуси вопрос строительства автомобильных дорог с высокими эксплуатационными характери-

ками является актуальным. Покрытия автомобильных дорог должны быть морозо- и химически стойкими, а также выдерживать длительные циклические нагрузки на сжатие и изгиб. Производство высокофункциональных цементных бетонов с классом по прочности на сжатие В60 и выше в настоящее время не вызывает затруднений [4]. Принято считать, что стойкость покрытий автомобильных дорог из цементных бетонов к кратковременным циклическим воздействиям хорошо согласуется с его прочностью при изгибе. Эти воздействия формируют в цементном камне бетона напряжения, которые вызывают и развивают трещины. Исходя из этого основной задачей при разработке цементных бетонов для строительства автомобильных дорог является увеличение прочности бетона при изгибе ($R_{изг}$) с 4-5 до 6-6,5 МПа, что позволит повысить срок службы дорожно-го покрытия с 20 до 50 лет [5].

Известны различные способы увеличения прочности при изгибе дорожных бетонов – в основном, это микроармирование фиброй. Однако увеличить прочностные характеристики бетона можно также путем модифицирования структуры цементного камня в бетоне химическими или электрофизическими способами [5].

В различных условиях эксплуатации дорожного бетона гидратные новообразования, формирующие структуру цементного камня, а именно гидросиликатный гель и кристаллические соединения (гидроалюминаты кальция, портландит и эттрингит), в различной степени откликаются на воздействия окружающей среды, в том числе и циклические и механические нагрузки. Например, гидросиликатный гель способствует концентрации напряжения, что приводит к повышению прочности и долговечности цементных материалов. Кристаллические фазы являются концентраторами напряжения, что способствует образованию трещин и разрушению структуры. Установление закономерностей по влиянию факторов на кристаллизацию цементного геля и разрушение цементного камня при циклических воздействиях является важной задачей в технологии высокофункциональных бетонов. Наиболее перспективным решением данной проблемы является строительство дорожных покрытий жесткого типа с использованием цементобетонных композитов. Для этого дорожно-строительная отрасль должна обладать необходимой сырьевой базой для производства цементобетонов при устройстве таких покрытий.

Основными предпосылками для получения эффективных дорожных цементобетонов являются снижение водопотребности проектируемых составов, повышение активности вяжущего с одновременным сокращением его расхода, а также уменьшение стоимости получаемого бетона. Следовательно, наиболее целесообразным представляется применение особо жестких бетонных смесей с пониженным расходом цемента по сравнению с традиционными составами, широкое использование техногенных отходов и наполненных вяжущих веществ на их основе [5].

Таким образом, использование отходов камнедробления в качестве мелкого заполнителя и тонкомолотого наполнителя для получения цементобетонных покрытий, предназначенных для строительства автомобильных дорог, позволит обеспечить высокую плотность и качество цементного камня и снизить себестоимость дорожных покрытий.

Согласно приведенным исследованиям причина недостаточного использования техногенного сырья и отсеков камнедробления в технологии композиционных материалов связана, в первую очередь, с повышенным содержанием мелкодисперсных частиц менее 0,16 мм, достигающих в их составах 15-30 % и способствующих увеличению водопотребности смеси, суммарной поверхности заполнителя и ухудшению их сцепления с цементом. Однако отдельными исследованиями сформулированы теоретические основы влияния тонкомолотых наполнителей на цементную матрицу, утверждая, что пылевидные частицы отсеков, играя роль мелкодисперсных минеральных включений, оказывают положительное влияние на свойства цементного камня. При этом основными физико-химическими процессами структурообразования бетона являются: повышение энергии на поверхности тонкодисперсных частиц и использование этой энергии при протекании реакций гидратации; образование дополнительных кристаллизационных центров; полная кристаллизация гидратированного клинкерного вяжущего вещества [5].

Структурно-механические и реологические свойства дисперсных систем зависят от целого ряда факторов: размера и формы частиц самой структуры, объемного содержания воды, толщины пленок и водоудерживающей способности дисперсных частиц, их смачиваемости и др. Отходы камнедробления в значительной степени содержат тонкодисперсные частицы с удельной поверхностью 130-150 м²/кг, которая обладает неодинаковой сорбцией по отношению к влаге из-за химического и

минералогического составов сырья, из которого образован отсев. Отмечено, что использование пылевидной фракции в бетонах снижает прочность контактной зоны между заполнителем и цементным камнем за счет низких адгезионных связей между ними. В то же время проведены исследования, доказавшие, что частицы пыли не оказывают влияния на прочность бетона, если они механически не связаны с поверхностью заполнителя, а при введении соответствующих химических добавок даже повышают её [5].

К тому же, использование промышленных отходов может обеспечивать производственные предприятия источником дешевого и уже частично подготовленного сырья, способствовать экономии средств, предназначенных для строительства добывающих и перерабатывающих предприятий, и повышению показателей их рентабельности, а также понижению уровня загрязнения окружающей среды и получению значительных площадей сельхозугодий. Обеспечение степени повышения использования промышленных отходов рассматривается как важная задача государственного значения.

Учитывая активность гранитных отсевов, равную 73 мг/г изучены зависимости свойств от составов вяжущих в системе портландцемент (ПЦ) – гранитные отсевы (ГО) (табл. 1).

Таблица 1 – Состав и свойства образцов смеси ПЦ : ГО

Состав смеси ПЦ:ГО,%	90:10	80:20	70:30	60:40	50:50	40:60	30:70	20:80	10:90
R _{сж} , МПа	36	37	36	36	37,5	25	20	16	11

В работе использованы цемент ПЦ500ДО Красносельского завода и немодифицированные гранитные отсевы РУПП «Гранит». Из смесей различных составов формовали таблетки диаметром 50 мм и массой 50 г. Давление прессования составляло 25 МПа. Влажность смеси 7%. Образцы подвергали пропариванию при 95°C по режиму 2-5-2, после чего проводили испытание свойств. Водопоглощение пропаренных образцов составило 3,5 – 4,5%.

Установлено, что при содержании в составе вяжущего 50% мас. и менее гранитных немодифицированных отсевов после пропаривания по режиму 1-5-1 предел прочности при сжатии образцов составляет 36-38 МПа. Таким образом, из композиционного вяжущего вышеуказанных составов возможно получение

ние щебня, который может быть использован в дорожном строительстве.

Библиографический список

1. *Якобсон, М.Я. Некоторые проблемы обеспечения долговечности бетонных и железобетонных конструкций / М.Я. Якобсон // Популярное бетоноведение: сб. тезисов Международной конференции. – СПб., 2007. – С 41–42.*

2. *Носов, В.П. Цементобетон в дорожном строительстве. Состояние. Проблемы, Перспективы / В.П. Носов // Перспективы и эффективность применения цементобетона в дорожном строительстве : Международный семинар. – М.:, 2002. – С. 5-9.*

3. *Трофимов, Б.Я. Принципы повышения стойкости бетона при морозной и сульфатной агрессии путем модифицирования гидратных соединений : автореф. дис. докт. техн. наук. – Л., 1991. – 50 с.*

4. *Совершенствование технологии изготовления базальтофибробетона с повышенной однородностью / А.И. Кудяков, В.С. Плевков, К.Л. Кудяков, А.В. Невский, А.С. Ушакова // Строительные материалы. – 2015. - № 10. – С. 44–48.*

5. *Хасиев, А.А. Наполненные вяжущие вещества с использованием отходов камнепиления для цементобетонных покрытий / С.А.Ю. Муртазаев, И.А. Керимов, М.С. Сайдумов, А.А. Хасиев // Инновационные технологии в производстве, науке и образовании: сборник трудов II Международной научно-практической конференции, 19-21 октября 2012 г. – Махачкала: Риасофт, 2012. – Ч.2. – С. 248–254.*

КАДАСТР И ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 504.062

СОЗДАНИЕ ЦИФРОВОГО КАДАСТРА ТОРФЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЦЕНТРАЛЬНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА РОССИИ

Женихов Ю.Н., Иванов В.Н.

Тверской государственной технической университет

Приведено описание создаваемой электронной базы данных торфяных месторождений в Центральном федеральном округе РФ. Поиск информации по торфяному месторождению может осуществляться по различным признакам: административному району области, наименованию, номеру, типу торфяной залежи, площади в границе промышленной глубины торфяной залежи более 10 га и другим.

На территории Центрального экономического района (ЦЭР) находится 12899 торфяных болот. Торфяные ресурсы размещены на 4821 торфяном месторождении и оцениваются почти в 4,6 млрд. т (табл. 1). Из баланса исключены выработанные месторождения, затопленные, застроенные, выгоревшие, а также торфяные заболоченности и месторождения с органоминеральными отложениями [1].

Максимальное количество торфяных месторождений в ЦЭР выявлено, разведано и учтено на территории Тверской области. Общая площадь торфяных месторождений Тверской области в 3 раза больше площади Люксембурга или в 17 раз больше площади Андорры. Более чем по тысяче болот располагаются в Брянской, Ивановской, Смоленской, Костромской, Московской и Рязанской областях.

Для рационального и ресурсосберегающего использования торфяных ресурсов областей ЦЭР необходимо создание цифровой базы данных, в которой будет храниться вся необходимая информация о них. На факультете «Природопользование и инженерная экология» ТвГТУ в течение нескольких лет ведется работа по составлению электронной базы торфяных месторождений.

В качестве исходной информации используются справочники торфяных месторождений по административным областям, составленные ранее сотрудниками треста «Геолторфразведка».

В этих справочниках в информации о местонахождении торфяных месторождений описано их расположение в административном районе области, дано расстояние в направлении основном (север, юг, запад, восток) или промежуточном (северо-запад, северо-восток, юго-запад, юго-восток) от районного центра, а также от двух или более (для крупных болот) ближайших сельских населенных пунктов.

Таблица 1 – Торфяные ресурсы Центрального экономического района России (по состоянию на 1.01.2000 г.)

Административная область	Торфяные месторождения			Запасы, млн. т		Охраняемые площади болот, %
	Всего	В том числе		Всего	Балансовые	
		с балансовыми запасами	объекты охраны			
Брянская	1547	567	77	296	193,1	4,2
Владимирская	716	173	97	191,5	134,7	26,6
Ивановская	1530	339	91	152,4	98,6	18,1
Калужская	411	96	21	36,3	25,5	11,1
Костромская	1282	503	146	507,5	222,8	44,6
Московская	1100	225	93	295	225,6	10,8
Орловская	316	64	24	27,4	10,6	2
Рязанская	1062	376	83	222,1	143,6	16,7
Смоленская	1341	737	98	503,4	326,4	21,9
Тверская	2828	1454	324	2031,3	831,3	54,3
Тульская	58	3	2	3,71	0,25	9,9
Ярославская	708	284	34	310,6	169,8	36,8
ВСЕГО	12899	4821	1090	4577,2	2382,3	

Торфяные месторождения отдельно заносятся в таблицы по административным районам областей (табл. 2).

Сегодня возникают трудности при поиске конкретных торфяных месторождений по материалам геологических разведок. Во-первых, с момента привязки болот геологами к деревням многие населенные пункты за прошедшие десятки лет прекратили свое существование.

Таблица 2 – Торфяные месторождения Сонковского района Тверской области (фрагмент)

№ по справочнику	Название	Географические координаты: широта, долгота	Показ космоснимка	
			обзорный	детальный
440	Волчье Поле	57°53'34", 37°18'07"	Да	Да
442	Стрижевское	–	–	–
444	Хвостинский Мох	57°49'19", 37°20'08"	Да	Да
445	Добрынинское	–	–	–
446	Бородинское	–	–	–
449	Рудники	57°53'24", 36°38'29"	Да	Да
450	Апочковское	57°42'16", 37°02'46"	Да	Да

Например, в Бельском районе Тверской области прекратили существование 330 деревень и хуторов. Во-вторых, частое перекраивание границ административных районов областей приводит к «миграции» месторождений из одного района в другой и даже из одной области в другую. При исчезновении сразу всех близлежащих деревень поиск удаленных от райцентра небольших болот по направлению в пределах 45⁰ является непростой задачей. Дополнительную трудность создают ошибки в названиях сельских населенных пунктов (например, при поиске исчезнувшей деревни Овчинники в Спиловском районе Тверской области, оказалось, что правильное название её было Овинники). Поэтому в цифровой кадастр было принято записывать существующие на данный момент времени деревни только с их кодом ОКТМО. Исчезнувшие деревни при отсутствии близко расположенных к болотам существующих деревень естественно записываются без такого кода.

Для визуального представления местоположения месторождений с площадью в границе промышленной глубины торфяной залежи более 10 га в базу данных внесены скриншоты обзорных и детальных снимков, сделанных с космических спутников. При создании электронного кадастра торфяных месторождений используются современные картографические сервисы. Чаще все-

го нами используется программа Google Earth Pro из-за возможности определять площадь болота, используя формулы расчета площади многоугольника. В случае неудовлетворительного качества спутникового снимка применяются Яндекс-карты и Bing. Однако эти сервисы пока не дают возможность автоматически находить площадь болота, представленного многоугольником.

На обзорном снимке или схеме с Яндекс-карт выделяется конкретное месторождение и соответствующий районный центр области. Это выполнялось следующим образом. При помощи программы Google Earth Pro находим город или деревню, указанную в информационной таблице, откладываем необходимое расстояние до болота, ставим отметку и выделяем границы. Далее это изображение переносим в базу данных и, пользователь, используя гиперссылку под словом «Да» в информационной таблице данного месторождения, может открыть данное изображение. Обзорный снимок позволяет увидеть расположение данного месторождения относительно районного центра, транспортные магистрали и др.

На детальном снимке показаны ближайшие к месторождению деревни (если они сохранились), контуры месторождения в виде многоугольника и подсчитанная площадь при помощи программы Google Earth Pro. При нахождении торфяного месторождения фиксируются географические координаты примерно центра болота с округлением до секунд, и эти данные заносятся в информационную таблицу. Знак «←» в таблице означает, что площадь месторождения в границах промышленной залежи менее 10 га и для него скриншот космоснимка не выполнялся.

С учетом требований Инструкции по разведке торфяных месторождений СССР (1983 г.) [2], Дополнений и изменения к Инструкции [3], Разъяснений к основным требованиям при установлении категорий изученности запасов и ресурсов торфа (1985 г) и Классификации видов и категорий торфяного сырья [4] в кадастре предусмотрены гиперссылки на файлы, в которых описаны категории торфяного сырья на этих болотах. При заинтересованности торфодобывающей или торфоперерабатывающей компании в конкретном торфяном сырье в электронном кадастре производится поиск соответствующих категорий сырья и далее сотрудники Восточно-Европейского института торфяного дела смогут оценить экологические и инвестиционные риски при разработке данного торфяного месторождения и при благо-

приятном прогнозе запроектировать его разработку и выпуск соответствующих видов торфяной продукции.

Библиографический список

1. Женихов, Ю.Н. *Торфяные ресурсы Тверской области: (сохранение, использование и возобновление) [Текст]: монография / Ю.Н. Женихов, В.И. Суворов, В.В. Панов. 2-е изд., перераб. и доп.* Тверь: ТГТУ, 2011. – 116 с.
2. *Инструкция по разведке торфяных месторождений СССР. Мин. геологии СССР, Москва, 1983 г.*
3. *Дополнения и изменения к Инструкции по разведке торфяных месторождений СССР, Мин. геологии СССР, Москва, 1987 г.*
4. Лиштван, И.И. *Основные свойства торфа и методы их определения [Текст] / И.И. Лиштван, Н.Т. Король. Минск: Наука и техника, 1975. – 320 с.*

УДК 504.062

СОЗДАНИЕ ЦИФРОВОГО КАДАСТРА ТОРФЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ИВАНОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Иванов В.Н.

Тверской государственный технический университет

В статье приведено описание электронной базы данных торфяных месторождений Ивановской области. Поиск информации по торфяному месторождению может осуществляться по различным признакам: по административному району области, по наименованию, по номеру, по типу торфяной залежи, по площади в границе промышленной глубины торфяной залежи более 10 га и другим.

Ивановская область по числу торфяных месторождений из 17 областей Центрального федерального округа России уступает только Тверской и Брянской областям [1]. Значительные запасы торфяных ресурсов способствовали образованию в 1929 г. Ивановской Промышленной области. Ивановская энергосистема, полностью работающая на торфяном топливе, внесла существенный вклад в обеспечении электроэнергией экономики центра страны в период ВОВ.

Для рационального и ресурсосберегающего использования торфяных ресурсов Ивановской области необходимо создание цифровой базы данных, в которой будет храниться вся необхо-

дима информация о них. В качестве исходной информации используются материалы, изданные по результатам разведок торфяных месторождений данной области [2]. В этих данных в информации о местонахождении торфяных месторождений описывалось их расположение в административном районе области, расстояние в направлении основном (север, юг, запад, восток) или промежуточном (северо-запад, северо-восток, юго-запад, юго-восток) от районного центра, а также от двух или более (для крупных болот) ближайших сельских населенных пунктов.

В Ивановской области торфяные ресурсы распространены по административным районам крайне неравномерно. Часть районов обладает минимальным количеством месторождений. Например, Пучежский – 1, Юрьевецкий – 4, Вичугский – 8 торфяных месторождений. Правда, часть месторождений были затоплены Горьковским водохранилищем в 1956 г.: Пучежский район – 4, Юрьевецкий район – 16. Лидерами по числу торфяных месторождений являются Ивановский, Ильинский, Тейковский и Комсомольский районы, на территории которых в каждом располагаются свыше полутора сотни месторождений.

Торфяные месторождения при создании кадастра отдельно заносятся в таблицы по административным районам области (табл. 1).

Таблица 1 – Торфяные месторождения Заволжского района Ивановской области (фрагмент)

№ по справочнику	Название	Географические координаты: северная широта, восточная долгота	Показ космоснимка	
			обзорный	детальный
1	Лентоевское	57°37'36", 41°38'35"	Да	Да
3	Калачево	57°38'16", 41°49'47"	Да	Да
4	Тазовское	57°34'02", 41°37'34"	Да	Да
5	Голубишное 2	57°35'08", 41°38'47"	Да	Да
6	Голубишное	–	–	–
7	Белое	–	–	–
958	Дичево	57°36'32", 42°29'04"	Да	Да

Сегодня возникают трудности при поиске конкретных торфяных месторождений по материалам геологических разведок. С момента привязки болот геологами к деревням многие из них за прошедшие десятки лет прекратили свое существование. При исчезновении сразу всех близлежащих деревень поиск удаленных от райцентра небольших болот по направлению в пределах 45° является непростой задачей. Поэтому в цифровой кадастр было принято записывать существующие на данный момент времени деревни только с их кодом ОКТМО. Исчезнувшие деревни при отсутствии близко расположенных к болотам существующих деревень естественно записываются без такого кода.

Для визуального представления местоположения месторождений с площадью в границе промышленной глубины торфяной залежи более 10 га в базу данных внесены скриншоты обзорных и детальных снимков, сделанных с космических спутников. При создании электронного кадастра торфяных месторождений используются современные картографические сервисы. Чаще всего используется программа Google Earth Pro из-за возможности определять площадь болота, используя формулы расчета площади многоугольника. В случае неудовлетворительного качества спутникового снимка применяются Яндекс-карты и Bing. Однако эти сервисы пока не дают возможность автоматически находить площадь болота, представленного многоугольником.

На обзорном снимке или схеме с Яндекс-карт выделяется конкретное месторождение и соответствующий районный центр области. При помощи программы Google Earth Pro находим город или деревню, указанную в информационной таблице, откладываем необходимое расстояние до болота, ставим отметку и выделяем границы. Далее это изображение переносим в базу данных и, пользователь, используя гиперссылку под словом «Да» в информационной таблице данного месторождения, может открыть данное изображение. Обзорный снимок позволяет увидеть расположение данного месторождения относительно районного центра, транспортные магистрали и другую информацию.

На детальном снимке показаны ближайшие к месторождению деревни (если они сохранились), контуры месторождения в виде многоугольника и подсчитанная площадь при помощи программы Google Earth Pro. При нахождении торфяного месторождения фиксируются географические координаты примерно центра болота с округлением до секунд, и эти данные заносятся в информационную таблицу. Знак «←» в таблице означает,

что площадь месторождения в границах промышленной залежи менее 10 га и для него скриншот космоснимка не выполняется.

Цифровой кадастр может быть использован инвесторами, желающими вложить свободные капиталы в производство продукции на основе того или иного торфяного сырья.

Библиографический список

1. Женихов, Ю.Н. *Торфяные ресурсы Тверской области: (сохранение, использование и возобновление) [Текст]: монография / Ю.Н. Женихов, В.И. Суворов, В.В. Панов. 2-е изд., перераб. и доп. Тверь: ТГТУ, 2011. – 116 с.*

2. *Торфяные месторождения Ивановской области по состоянию изученности на 1 января 1971 г. М.: Мингео РСФСР, протест Геолторфразведка. 1972. – 406 с.*

УДК 528.44

АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ 3D-КАДАСТРА ЗА РУБЕЖОМ

Король В. В., Мельников А. В.

Тульский государственный университет

В статье приведен анализ использования 3D-кадастра на примере опыта зарубежных стран. Выделяются и описываются характерные особенности разработки и внедрения такой системы. Выявлены недочеты в системе регистрации 3D-кадастра в зарубежных странах

Мир, в котором мы живем, с каждым годом все больше развивается. Это развитие коснулось всех сфер нашей жизни.

Плотная городская застройка, развивающийся бизнес, наука, социальная инфраструктура привели к возникновению многоуровневых архитектурных конструкций, части которых могут располагаться на разных высотных отметках земельных участков. В подобных ситуациях остро встает вопрос об учете и регистрации прав на недвижимое имущество и, как следствие, регулирования земельных отношений.

Интенсивное использование земли (как объекта рыночного оборота и правоотношений) и земельных ресурсов в крупных городах и центрах привело к проблеме повышению требований к качеству и количеству информации об объектах недвижимости, четкости отображения объектов недвижимости на планово-картографическом материале и надлежащей регистрации право-

вого статуса. Все это ведет к необходимости изменения подачи и хранения информации на государственном уровне, разработке новых кадастровых систем. Решением данного вопроса может стать внедрение трехмерных кадастровых систем.

Трехмерный кадастр – это модель кадастра, учитывающая объект недвижимости как замкнутую фигуру, которая определена в трехмерных координатах и имеет фиксированную границу [5].

Преимуществами такой системы в регулировании земельных ресурсов является уточнение налогооблагаемой базы и за счет этого увеличение бюджетных доходов, мобилизация инвестиций на рынок недвижимости, формирование результативного комплекса обеспечения прав и гарантий правообладателей объектов недвижимости, размещенных на разных высотных отметках земельных участков.

Значимость и влияние кадастровой системы сложно переоценить, т.к. рационально сформированная система является основой рынка недвижимости государства. К счастью, развитие информационных технологий последних лет обеспечило благоприятные условия для масштабного внедрения трехмерной системы кадастра и способно удовлетворить возникающие потребности государства в регистрации трехмерных прав, которые в полной мере не могут быть удовлетворены традиционными методиками двухмерного кадастра.

На современном этапе технология трехмерного кадастра используется во многих странах Евросоюза [5]. При внедрении этой технологии большое значение отводится использованию зарубежных достижений науки и техники, опыту их применения на практике.

В рамках исследования был проанализирован опыт использования 3D-кадастра в Австралии, Норвегии, Нидерландах и Швеции. Это наиболее развитые кадастровые системы имеющие опыт ведения трехмерного кадастра.

Современные архитектурные объекты и инженерные коммуникации часто располагаются на территории нескольких земельных участков и поэтому имеют свои уникальные трехмерные характеристики такие как: высота, глубина объекта, протяженность, уклон и т.д.

Выполнено сравнение следующих параметров:

- функции 3D-кадастра;
- особенности многоуровневых объектов;

– вероятность разработки удостоверяющего требованиям трехмерного кадастра;

– основные недочеты и изъяны, в нынешней регистрации 3D-кадастра.

Регистрация многоуровневых сооружений в собственность в различных странах происходит по - разному. Проблема регистрации трехмерного расположения напрямую зависит от оригинальности правовых систем, вида и структуры нынешней кадастровой регистрации.

Нидерланды одна из первых стран, взявших себе на вооружение многоуровневую кадастровую систему и успешно перешли к ней.

Основными функциями кадастровой системы Нидерландов являются:

1. Обеспечение прав граждан на объекты недвижимости;
2. Обеспечение сбора налогов;
3. Максимальная открытость информации в целях стимулирования рынка недвижимости;
4. Формирование специального информационного продукта, отвечающего интересам конкретного клиента [1].

В Нидерландах существует автоматизированная многоцелевая кадастровая система, в которую включают информацию об объектах недвижимости, зарегистрированных правах, разрешенном использовании, площади, стоимости и т.п.

В Нидерландах функции по учету, регистрации прав на землю осуществляет Топографическая служба кадастра.

Для создания благоприятных условий для внедрения трехмерного кадастра в Нидерландах производилась разработка различных проектов. С мая 2010 г. по июнь 2011 г. проводился проект по созданию трехмерной модели города Роттердама, в котором принимали участие многие государственные, муниципальные и более 65 частных, научных и общественных организаций. Первым этапом при создании трехмерной модели Роттердама было конвертирование карт в трехмерные модели, затем были добавлены ортофото-изображения. В конечном счете была построена объектно-ориентированная трехмерная модель, дающая больше возможностей, чем обычная визуализация данных об объекте. По каждому из объектов можно получить пространственную и юридическую информацию [2, 4].

В стране достаточно длительное время действует система, в которой полномочия на собственность напрямую связаны с гра-

ницами земельных территорий. По этой причине собственники ограничены во владении вертикальным пространством, в случае если иное не предусмотрено законом и не зарегистрировано документально. Данные о зарегистрированных правах на квартиры, земельные участки, подземные объекты, здания, сооружения и объекты незавершенного строительства, а также стоимость, все это относится к объектам, которые заносятся в трехмерный кадастр.

Чтобы поддерживать достоверные сведения земельного кадастра на современном уровне необходимо ведение 3D – кадастра. В кадастре Нидерландов предусматривается землепользование путем регистрации обременения, ограниченных из-за охраны памятников культуры, условий рельефа. Система Нидерландов не обладает серьезными недочетами.

Динамично развивающаяся отрасль строительства Швеции и как следствие, возрастающие обороты рынка недвижимости этой страны привели к формированию в ней многоуровневого кадастра. В 2004 году Швеция приняла закон о трехмерной недвижимости и ввела поправки в законодательство. В соответствии с Законом о формировании недвижимости, формирование трехмерных объектов недвижимости осуществляется по кадастровой процедуре, и получают одобрение в соответствии с требованиями земельного законодательства.

Создания трехмерного кадастра Швеции включило в себя следующие основные функции кадастрового учета:

1. Обеспечение прав граждан на объекты недвижимости;
2. Контроль эффективного использования земельных ресурсов;
3. Предоставление информации о земле для регистрации прав на землю, сбора земельного налога, улучшения условий для использования собственности в качестве залога при получении кредита [3].

Структура шведской кадастровой единой информационной системы (land information system) представляет собой:

- 1 Реестр объектов недвижимости (Real property register);
- 2 Земельный реестр (Land register);
- 3 Реестр зданий (Building register);
- 4 Реестр квартир и комнат (Apartment register).

Кадастровый учет в Швеции осуществляет государственный орган, ответственный за формирование реестра недвижимого имущества и географической информации, кроме того он имеет территориальные управления в каждом округе и местные отде-

ления в муниципальных образованиях. Регистрацию прав и обновление единую земельную информационную систему производят специальные местные суды.

Частные лица не участвуют ни в процессе кадастрового учета и регистрации прав, ни в процессе кадастровой съемки, однако могут принимать участие в качестве консультантов или советников заявителя в конкретных случаях.

В Австралии с целью образования трехмерных единиц собственности и их дальнейшей кадастровой регистрации была дополнена действующая правовая система, в соответствии с действующим законодательством [6].

Права собственности, и земельный участок фиксируется, как будто «участок, образован согласно параметрам строительной модели» [5]. Данная модель разрабатывается исключительно, в случае если нужен правовой титул на объемные пространственные объекты. База сведений титулов, и кадастровая база сведений действуют раздельно, ее преобразование - это часть последовательной процедуры. В заключении подчеркнем, что в большинстве случаев модели внешне изображают собой сканированные чертежи.

Решение о введении трехмерного кадастра в устройство уже действующего кадастра в Норвегии было принято в 1995 г. Это было сделано для того чтобы упростить регистрацию таких объектов, которые находятся прямо под землей (туннели, паркинги, инженерные сооружения); строений находящихся на столбах в воде; сооружений и зданий возведенных над железными и автомобильными дорогами.

В процессе воплощения многомерного кадастра правительством страны было доработано действующее земельное законодательство, туда были добавлены новые характеристики объектов недвижимого имущества с описанием объектов находящихся выше или ниже земельного угодья. Новое законодательство в системе 3D – кадастре разрешает, чтобы объект пересекал несколько границ земельных территорий и при этом не выходил за рамки своих собственных границ. Но в этой системе есть свои технические недочеты, которые кроются в невозможности приобщения трехмерной информации в действующую публичную кадастровую карту.

В заключении подчеркнем, что 3D – кадастр является многоуровневой и многоцелевой системой информации зарегистрированных прав, куда занесены сведения о административно – тер-

риториальном образовании, о земельных и водных участках, подземных объектах, зданиях, квартирах. Недочет кадастровой системы состоит в том, что нереально захватить всю трехмерную структуру, потому что объектом этой структуры может быть только новый, вновь возведенный объект.

Проанализировав опыт использования 3D – кадастра на примере Австралии, Норвегии, Нидерландов и Швеции, было выявлено: проблема регистрации в системе 3D – кадастра у большинства стран вызвала затруднение, а связано это с тем, что первоначально система разрабатывалась под двумерные объекты недвижимости. Стадия перехода к трехмерному кадастру на данный момент зависит от оригинальности государственного законодательства, а также от структуры и вида действующей кадастровой регистрации. Так как уровень развития кадастра в вышеупомянутых странах пока не на высшей ступени, то по сей день нет страны, радикально перешедшей к 3D – кадастру.

Библиографический список

1. Гура Д.А., Везубов Е.А. Мобильному миру - мобильные сканирующие системы // Сборник трудов конференции: Науки о земле на современном этапе. VIII Международная научно-практическая конференция. 2013. – С. 56–58.
2. Гура Д.А., Шевченко Г.Г., Карслян А.М., Петренков Д.В. Особенности воздушного лазерного сканирования в теории и на практике на примере линейных объектов // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. 2016. № 8. – С. 109–116.
3. Маслова Л.А., Белякова Е.А., Ищужева А.И. 3D-кадастр: состояние и перспективы внедрения. Региональная архитектура и строительство. 2016. № 4 (29). С. 173-177.
4. Снежко И.И. Сравнительный анализ создания 3d-кадастра в России и Нидерландах. Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. 2013. № 4. С. 100-104.
5. Шумаева К. В., Хлевная А. В., Мисюгина Е. Н. Зарубежный опыт применения 3D кадастра недвижимости// Лучшая научная статья 2016. — 2016. — № 7 (1). — С. 389–394.
6. Jantine EstherStoter. 3D Cadastre (2004) [Электронный ресурс] – Англ. – Режим доступа: [://www.itc.nl/library/Papers_2004/phd/stoter.pdf/](http://www.itc.nl/library/Papers_2004/phd/stoter.pdf)

УДК 332.2+332.7

ОСОБЕННОСТИ ГОСУДАРСТВЕННОГО КАДАСТРОВОГО УЧЁТА ОБЪЕКТОВ ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО КОМПЛЕКСА МОСКВЫ И МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Снежко И.И.

*Национальный исследовательский Московский государственный
строительный университет*

Одним из основных институтов, необходимых для обеспечения устойчивого развития городов, является государственный кадастровый учёт. Несмотря на то, что учётная процедура проводится на общих принципах и по единой технологии на всей территории страны, в Москве и Московской области за последние годы сформировалась своя правоприменительная практика.

Во всём мире вопросы управления территориями и недвижимостью в городах приобретают с каждым годом всё большую актуальность. По данным Всемирной организации здравоохранения в 2014 году уровень городского населения составил 44%, по сравнению с 1960 годом этот показатель увеличился на 11%. Переломный момент произошёл в 2007 году, когда городское население значительно превысило количество сельских жителей и был зафиксирован «урбанистический миллиум». По прогнозам Организации Объединённых Наций, к 2050 году уже 68% населения мира будут жить в городах [1]. Урбанизация, сопровождаемая многоэтажным строительством, появлением многофункциональных объектов недвижимости со сложной инфраструктурой, активным освоением подземных пространств в условиях ограниченности земельных ресурсов, является главным направлением градостроительного развития многих стран, не исключением является и Российская Федерация. Особенно данные процессы характерны для крупных городов и городских агломераций.

Уровень развития услуг городского хозяйства напрямую зависит от правильного и обоснованного управления системами жизнеобеспечения города, что в свою очередь определяет уровень качества жизни населения. Являясь первоосновой жизнеобеспечения города, городское хозяйство имеет многоотраслевую структуру, в которую входит жилищно-коммунальный комплекс (ЖКК).

К объектам жилищно-коммунального комплекса относятся здания, сооружения, инженерные сети и технологические звенья производственного цикла. Таким образом, в ЖКК включают жилой и нежилой фонд и объекты инженерной инфраструктуры (водоснабжения и водоотведения, тепло-, электро-, газоснабжения и т.д.). В свою очередь ЖКК разделяется на три сектора: жилищный комплекс, коммунальный комплекс и комплекс благоустройства [2].

В числе основных институтов, которые необходимы для обеспечения устойчивого развития растущих городов, управления городским хозяйством и жилищно-коммунальным комплексом, именно кадастровые системы выходят на первый план, обеспечивая в условиях формирования рынка недвижимости должную защиту интересов и прав субъектов земельно-имущественных отношений, а также пополнение доходов бюджетов всех уровней.

Объекты недвижимости являются объектами права. Они могут быть в собственности, стать предметом сделки купли-продажи, аренды, залога и т.п. Для того, чтобы объект недвижимости стал объектом права и налогообложения, его необходимо учесть в Едином государственном реестре недвижимости (далее – ЕГРН). Само действие по внесению сведений в ЕГРН или их изменению называется государственным кадастровым учётом, который проводится на основании заявления правообладателя и приложенных документов, подготовленных кадастровым инженером [3]. Согласно Федеральному закону от 13.07.2015 г. №218-ФЗ такими документами являются межевой план, технический план и акт обследования [4].

Несмотря на то, что кадастровый учёт проводится на общих принципах и по единой технологии на всей территории страны, в Москве и Московской области за последние годы сформировалась своя практика осуществления данной процедуры.

Относительно жилищного комплекса следует отметить, что при постановке на кадастровый учёт многоквартирного дома (МКД) подготавливается технический план здания, в который включаются основные и дополнительные сведения о всех входящих в его состав помещениях. Такими помещениями в МКД являются квартиры, машино-места, нежилые помещения, относящиеся к имуществу общего пользования (лифтовые шахты, лестничные пролёты), а также помещения вспомогательного использования: подвалы, бойлерные, котельные. Технический

план подготавливается перед выдачей разрешения на ввод объекта в эксплуатацию. Застройщик непосредственно передаёт техплан в уполномоченный орган государственной власти, который выдаёт разрешение на ввод объекта в эксплуатацию. В Москве таким органом является Комитет государственного строительного надзора города Москвы (Мосгосстройнадзор), в Московской области – Министерство жилищной политики. По системе межведомственного взаимодействия Мосстройнадзор (или Минжилполитики МО) передаёт техплан и разрешение на ввод объекта в эксплуатацию в Росреестр для постановки объекта недвижимости на кадастровый учёт. Такая возможность появилась в связи с внесением изменений в закон о кадастре [5], согласно которым постановка на кадастровый учёт МКД стала обязанностью органа государственной власти. Ранее застройщик сам сдавал техплан в Росреестр после ввода объекта в эксплуатацию. Хотя поправки и были внесены в законодательство в 2015 году, однако, данная норма не действовала до середины 2017 года.

Многоквартирные дома, которые были поставлены на кадастровый учёт до 2015 года (преимущественно вторичное жильё), зачастую не имеют описания мест общего пользования в кадастровой базе данных. На тот момент внесение сведений в кадастр недвижимости о таких помещениях не являлось обязательным, что и привело к отсутствию информации в государственном реестре.

Особым типом объектов, которые относятся к коммунальному комплексу, являются инженерные сети. Как правило, кадастровый учёт инженерных сетей – это необходимое условие для регистрации прав, без которого сетевые организации не принимают их на обслуживание. В законодательных актах чётко не прописано какие именно сети подлежат постановке на кадастровый учёт. В Москве, например, ставят на учёт кабельные линии по 0,4 кВ. Практика проведения кадастровых работ в отношении инженерных сетей показывает, что кадастровому учёту подлежат все объекты, которые содержатся в проектной документации. Обычно это электричество, водопровод, дождевая канализация, канализация бытовая, газопровод и телефон. На каждую сеть отдельно готовится технический план сооружения. В отношении подземного сооружения, если кадастровый инженер не может достоверно определить его параметры и расположение, при подготовке техплана можно воспользоваться испол-

нительной документацией [6], которую сдают в отдел подземных сооружений ГБУ «Мосгоргеотрест». Однако некоторые объекты, которые подлежат постановке на кадастровый учёт, не имеют документации такого типа, так как были введены в эксплуатацию до момента введения соответствующей нормы в Градостроительный кодекс РФ (ГрК РФ) [7]. Даже в случае наличия «исполнительной схемы», она не всегда соответствует действительному положению объектов или их частей в связи с невыполнением «контрольной исполнительной съёмки» [8].

По Московской области инженерные сети на кадастровый учёт практически не ставятся. Процедуры кадастрового учёта подлежат только те объекты, которые перечислены в разрешении на строительство.

В связи с последними изменениями в законодательстве существенно изменился порядок проведения учёта объектов, относящиеся к комплексу благоустройства. С 1 сентября 2018 года вступили поправки в Градостроительный кодекс РФ, внесенные Федеральным законом от 03.08.2018 №342-ФЗ, которые в числе прочего закрепили судебную практику о том, что такие сооружения как заборы, площадки и подобные объекты не относятся к ОКС, а являются составными частями земельного участка, его неотделимыми улучшениями [9]. В частности, такие объекты благоустройства, как насыпь, альпийская горка, замощение, галечная или асфальтированная дорожка и т.п. теперь нельзя считать отдельной недвижимой вещью в обороте, хотя они и попадают под понятие объекта недвижимости в Гражданском кодексе РФ (их невозможно перенести без несоизмерного ущерба) [10]. Однако такие объекты до вступления в силу соответствующих поправок были учтены в кадастре недвижимости. Кадастровый учёт и последующая регистрация прав на данные объекты давала право их собственникам выкупить расположенный под ними земельный участок и далее распоряжаться по своему усмотрению. В итоге такие ситуации приводили к оспариванию решений местных администраций о предоставлении земельных участков в суде. Таким образом и была сформирована судебная практика по данному вопросу.

Очевидно, что получение надёжной, точной, объективной и наглядной кадастровой информации об объектах городского хозяйства и жилищно-коммунального комплекса повышает эффективность управления территориями.

Совершенствование законодательства, основанное на анализе правоприменительной практики и проблемных вопросов в осуществлении учёта различных объектов недвижимости, внедрение новых технологий кадастра предоставляет необходимые гарантии прав собственникам зданий и сооружений, что в свою очередь способствует повышению инвестиционной привлекательности региона, получению экономического и социального эффекта.

Библиографический список

1. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.un.org/development/desa/en/news/population/2018-revision-of-world-urbanization-prospects.html>

2. Экономика и управление жилищно-коммунальным хозяйством: учебник / под ред.: П. Г. Грабового, А. Н. Кирилловой ; Нац. исслед. Моск. гос. строит. ун-т. - Москва : АСВ ; Просвещение, 2018. – 672с.

3. [Электронный ресурс]. URL: <https://cadastre.ru>.

4. Федеральный закон от 13.07.2015 №218-ФЗ «О государственной регистрации недвижимости» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 15.10.2019 г.)

5. Федеральный закон от 24.07.2007 №221-ФЗ «О кадастровой деятельности» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 15.10.2019 г.)

6. Приказ Минэкономразвития России от 18.12.2015 №953 «Об утверждении формы технического плана и требований к его подготовке, состава содержащихся в нем сведений, а также формы декларации об объекте недвижимости, требований к ее подготовке, состава содержащихся в ней сведений» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 15.10.2019 г.)

7. Градостроительный кодекс РФ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 15.10.2019 г.)

8. Снежко И.И. Направления развития кадастрово-регистрационных систем в свете лучших мировых практик: пример подземных объектов недвижимости / В.Л. Беляев, В.М. Романов, И.И. Снежко // Изв. вузов «Геодезия и аэрофотосъемка». 2018. Т. 62. №5. С. 523-531

9. Федеральный закон от 03.08.2018 №342-ФЗ «О внесении изменений в Градостроительный кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 15.10.2019 г.)

10. Гражданский кодекс РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 15.10.2019 г.)

УДК 332.363

САМОРЕГУЛИРОВАНИЕ КАДАСТРОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ: ВАЖНЫЙ ИНСТРУМЕНТ РАЗВИТИЯ ЗЕМЕЛЬНО-ИМУЩЕСТВЕННЫХ ОТНОШЕНИЙ

Тесаков Н.Е.

Тульский государственный университет

Рассматриваются предпосылки формирования института саморегулирования кадастровой деятельности в Российской Федерации, проводится анализ основных направлений саморегулирования, исследуются материалы официальной статистики.

Вопросы регулирования учетно-регистрационных процессов, осуществляемых в отношении объектов недвижимого имущества, имеют важное значение, поскольку выступают, с одной стороны, гарантом прав и законных интересов собственников таких объектов, с другой стороны – являются действенным инструментом реализации фискальной функции государства. В качестве механизма регулирования кадастровой деятельности в Российской Федерации выступает саморегулирование.

Институт саморегулирования – относительно молодая правовая система, зародившаяся в Российской Федерации с принятием Федерального закона от 01.12.2007 № 315-ФЗ «О саморегулируемых организациях» (далее – Закон о СРО). Согласно статье 2 Закона о СРО саморегулирование – это вид деятельности, характеризующийся инициативностью и самостоятельностью, проводимый участниками профессионального сообщества содержанием которого выступают процессы разработки и установления соответствующих профессиональных стандартов и правил, а также осуществление контрольных мероприятий, направленных на соблюдение обязательных требований [2].

Применительно к кадастровой деятельности как самостоятельной экономической отрасли саморегулирование выступает обязательным условием выполнения работ кадастровыми инженерами. Действительно, согласно статье 29 Федерального закона от 24.07.2007 № 221-ФЗ «О кадастровой деятельности» (далее – Закон о кадастровой деятельности), кадастровым инженером является физическое лицо, которое состоит в соответствующей саморегулируемой организации кадастровых инженеров [1].

Саморегулирование представляется неким аналогом государственной системы контроля профессиональной деятельности, выражающейся в лицензировании отдельных видов деятельности. И действительно, если рассмотреть некоторые направления, такие как оценочная и аудиторская деятельность, выполнение инженерных изысканий для целей строительства, то можно отметить, что саморегулирование указанных направлений пришло на смену государственной системе лицензирования.

Ряд исследователей, в числе которых В.А. Кондратьев, определяют группу особенностей, отождествляющих саморегулирование и лицензирование. Так, для осуществления определенных видов деятельности в обоих случаях требуется специальное разрешение: членство в саморегулируемой организации, либо лицензия. В обоих случаях к соискателям предъявляются закрепленные положениями нормативно-правовых актов требования [5].

В подтверждение данного тезиса можно привести положения пункта 2 статьи 29 Закона о кадастровой деятельности, который жестко закрепляет обязательные условия принятия кадастрового инженера в члены саморегулируемой организации: наличие гражданства Российской Федерации; наличие высшего образования по определенному перечню специальностей или направлений подготовки; профессиональный стаж выполнения работ в роли помощника кадастрового инженера не менее двух лет; успешное прохождение тестирования, подтверждающего наличие у соискателя профессиональных знаний, необходимых для выполнения кадастровых работ [1].

Вопросам регулирования кадастровой деятельности долгое время не уделялось должного внимания. Так, например, с момента закрепления понятия «кадастровый инженер» в нормах Закона о кадастровой деятельности в 2007 году до введения в 2010 году обязательной аттестации, кадастровую деятельность могли осуществлять любые лица. Однако, даже несмотря на появление системы аттестации кадастровых инженеров, требо-

вания к получению аттестата долгое время оставались достаточно мягкими. Различные аналитические исследования показывают, что именно в течение указанного выше периода в Единый государственный реестр недвижимости (ранее – Государственный кадастр недвижимости) было внесено значительное количество недостоверных сведений. Представляется, что именно данное обстоятельство послужило стимулом к созданию в 2016 системы саморегулирования кадастровой деятельности [3].

Кроме того, в качестве предпосылок для формирования института саморегулирования кадастровой деятельности можно выделить специфичность и узкую направленность процесса учета объектов недвижимого имущества, общий объем учетно-регистрационных действий, совершаемых ежегодно в Российской Федерации (более 17 млн.), а также суммарное количество лиц, осуществляющих кадастровую деятельность – так, согласно сведениям государственного реестра в настоящее время в Российской Федерации насчитывается более 36 000 аттестованных кадастровых инженеров – членов саморегулируемых организаций.

Анализ положений Закона о кадастровой деятельности позволяет сделать вывод о том, что государство посредством создания института саморегулирования переложило лишь часть функций по регулированию и контролю за осуществлением кадастровой деятельности на саморегулируемые организации кадастровых инженеров, при этом не устранилось из рассматриваемого направления целиком, а лишь сократило свое присутствие. Так, согласно пункту 3 статьи 30.5 Закона о кадастровой деятельности государство, в лице Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии, осуществляет мероприятия по контролю и надзору за деятельностью саморегулируемых организаций кадастровых инженеров, обладая при этом механизмами привлечения к мерам административной ответственности, а также специальным правом обращения в порядке арбитражного судопроизводства с требованием об исключении саморегулируемой организации из реестра.

К сожалению, процесс развития института саморегулирования кадастровой деятельности замедляет отсутствие законодательно закрепленного порядка привлечения саморегулируемых организаций к административной ответственности, что порождает парадоксальную ситуацию: законодательно такая ответственность предусмотрена, однако механизмов ее реализации по-прежнему нет.

Одной из ключевых функций саморегулируемых организаций кадастровых инженеров, прямо вытекающих из подпункта 3 пункта 8 статьи 30 Закона о кадастровой деятельности, представляется возможность применения к своим членам мер дисциплинарной ответственности. Перечень мер дисциплинарного воздействия закреплен в статье 10 Закона о СРО и включает в себя: предписание, предупреждение, наложение штрафа и исключение из саморегулируемой организации [2].

Таким образом, саморегулируемая организация вправе осуществлять проверку и оценку качества выполняемых работ, и при наличии нарушений положений Закона о кадастровой деятельности привлекать своих членов к дисциплинарной ответственности.

Эффективность данных мер представляется неоднозначной. Обусловлено это самой сущностью саморегулирования - саморегулируемая организация финансово зависит от своих членов, поскольку за счет взносов формируется имущество организации, выплачивается заработная плата руководству, сотрудникам соответствующих структурных подразделений [4]. Статистические данные также не позволяют сделать однозначных выводов касательно эффективности мер дисциплинарного воздействия саморегулируемых организаций. Так, согласно данным Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии в период с января по июнь 2019 года территориальными Управлениями направлена информация в саморегулируемые организации о нарушениях законодательства Российской Федерации в отношении 2527 кадастровых инженеров (8,6% от общего количества). По результатам проверочных мероприятий к дисциплинарной ответственности привлечены 575 кадастровых инженеров (22,5% от общего числа выявленных нарушений). Ранее в период с января по июнь 2018 года было выявлено 1873 факта нарушения законодательства кадастровыми инженерами. Из них дисциплинарное наказание понесли 417 кадастровых инженеров (21,5% от общего числа выявленных нарушений) [6]. Таким образом, лишь четвертая часть нарушителей привлекается к мерам дисциплинарной ответственности.

В целом создание института саморегулирования позволило повысить качество кадастровых работ: членам оказывается помощь по вопросам текущей деятельности, осуществляется разработка стандартов и правил. В то же время, вопросы эффективности контроля за деятельностью кадастровых инженеров и

самих саморегулируемых организаций по-прежнему остаются не до конца решенными.

Библиографический список

1. *О кадастровой деятельности: Федеральный закон от 24.07.2007 № 221-ФЗ // РГ. – 2007. – № 165.*

2. *О саморегулируемых организациях: Федеральный закон от 01.12.2007 № 315-ФЗ // РГ. – 2007. – № 273.*

3. *О внесении изменений в Федеральный закон «О государственном кадастре недвижимости» и статью 76 Федерального закона «Об образовании в Российской Федерации» в части совершенствования деятельности кадастровых инженеров: Федеральный закон от 30.12.2015 № 452-ФЗ // РГ. – 2016. – № 2.*

4. *Егорова, М. А. Концепция совершенствования механизмов саморегулирования: pro et contra: монография. / М. А. Егорова. – М.: Юстицинформ, 2017. – 180 с.*

5. *Кондратьев, В. А. Саморегулирование кадастровой деятельности / В. А. Кондратьев // Имущественные отношения в Российской Федерации. – 2018. – № 10. – С. 50-55.*

6. *Увеличилось количество привлекаемых к дисциплинарной ответственности кадастровых инженеров [Электронный ресурс] // Федеральная служба государственной регистрации, кадастра и картографии: официальный сайт. URL: <https://rosreestr.ru/site/press/news/velichilos-kolichestvo-privlekaemykh-k-distiplinarnoy-otvetstvennosti-kadastryvykh-inzhenerov/>.*

УДК 622.063.44

СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ИЗВЛЕЧЕНИЯ КАЛИЙНОЙ РУДЫ

Сиренко Ю.Г., Волчок М.С., Шмигельский Д.А.

Санкт-Петербургский горный университет

В настоящее время во многих странах мира возрастает спрос на продукцию сельскохозяйственной отрасли. В связи с этим возрастает спрос на минеральные удобрения. Одним из крупнейших поставщиков хлористого калия на мировой рынок является ОАО «Беларуськалий». В работе приведена общая информация об калийных удобрениях, о необходимости их применения. Представлены основные этапы получения минерального сырья, начиная с процесса извлечения руды и заканчивая флотационным процессом обогащения. Описаны применяемые на руд-

никах ОАО "Беларуськалий" системы разработки. Предложен способ повышения эффективности процесса извлечения руды. В работе также предложено частичное решение экологической проблемы, связанной с засолением земельных угодий при формировании отвалов пустых пород. Приведены результаты экономического расчета. Сделаны выводы по результатам проведенных исследований.

ОАО "Беларуськалий" – крупнейшее в мире предприятие по выпуску калийных удобрений различного ассортимента. Его история берёт начало с открытия в 1949 году Старобинского месторождения калийных руд, расположенного в 130 км южнее г. Минска около поселка городского типа Старобин. Благоприятное географическое положение, развитая инфраструктура, наличие трудовых ресурсов предопределили бурный рост производства хлористого калия в этом Минском регионе.

Концентрат хлористого калия является основным продуктом деятельности объединения ОАО «Беларуськалий».

Калий постоянно выносится из почвы, поэтому его запасы необходимо своевременно пополнять. С помощью удобрений можно удвоить объёмы производства сельскохозяйственной продукции. Качественные калийные минеральные удобрения – гарантия высокого урожая различных сельскохозяйственных культур. В промышленности калийные минеральные удобрения на основе КСI используются для приготовления сложных удобрений.

Хлористый калий – универсальное высококонцентрированное калийное удобрение, содержащее 58-60% калия в пересчете на K_2O , получаемое в результате переработки калийных руд либо галургическим, либо флотационным методами.

Хлористый калий обычно применяют для предпосевного внесения на всех основных типах почв под овощные культуры и картофель, многолетние плодово-ягодные насаждения и декоративные культуры (песчаные почвы, лёгкие суглинки), а также на торфянистых болотистых почвах.

Особенностью строения пластов, отрабатываемых в настоящее время на четырёх рудниках ОАО «Беларуськалий» является то, что они состоят из продуктивных слоев сильвинита мощностью до полутора метров, разделенных прослоями галита мощностью около одного метра. При использовании валовой технологии сильвинитовые слои всегда извлекаются вместе с прослоем галитовой породы, объем которой составляет при очистной выемке до 30 % от выдаваемой на поверхность горной массы. Это приводит к значительным дополнительным затратам на

транспортирование руды по горным выработкам протяженностью до десятков километров, подъему ее на поверхность (до 700-1000 м) и флотационную или галургическую переработку на обогатительной фабрике. Кроме того, при этом, увеличиваются площади солеотвалов и “засоление” окружающих земельных угодий, ухудшается общая экологическая обстановка в регионе [4].

На всей площади отработки II и III калийных горизонтов в условиях рудоуправлений, обрабатывающих Старобинское месторождение, применяются, в основном, три системы разработки: камерная (в настоящее время около ~10 %) при управлении кровлей с использованием ленточных целиков (как жестких, так и податливых), массово –столбовая, с управлением состоянием горного массива (УСГМ) полным обрушением кровли, и в небольших объемах комбинированная.

Потери полезного компонента, тогда ещё по РУП ПО “Беларуськалий” в 2003-2004 годах, составляли от ~ 43 % до ~ 60 % при столбовой системе разработки и до ~ 80 % при камерной системе разработки с управлением кровлей поддержанием её на жестких целиках. В среднем же по горизонту потери составляли ~ 51–52 %. В настоящее время, благодаря постоянному совершенствованию основной, столбовой системы разработки, потери составляют ~10–15 %.

Одним из наиболее перспективных направлений решения основной проблемы больших потерь при камерной системе разработки, при большой производительности добычного оборудования комбайнов избирательного барабанного типа, является селективная выемка пласта короткими очистными забоями.

Отработка участков ограниченных размеров длинными столбами всегда экономически неэффективна. В тоже время, применение камерной системы разработки в виде ранее применяемых вариантов сплошной выемки нецелесообразна, с точки зрения больших потерь полезного ископаемого и низкого качества калийной руды. Применение же селективной выемки, даже при камерной системе разработки короткими очистными забоями, позволяет достичь сравнимых и даже более высоких технологических и экономических показателей, чем при традиционной столбовой системе разработки. Экономический эффект при этом достигается за счет оставления пустой породы (галита) в емкостях отработанных камер и от его нетранспортирования по конвейерной сети от очистных забоев до солеотвалов. Экологический эффект достигается также за счет сохранения больших площадей

сельскохозяйственных угодий, не занимаемых солеотвалами.

Нами была разработаны несколько схем селективной выемки мощных калийных пластов (рис. 1, 2) при камерной системе разработки с разработкой короткими очистными забоями с использованием высокопроизводительного проходческого комбайна типа Continuous Miner Model 30 M BLR компании Joy Mining Machinery или Cat.

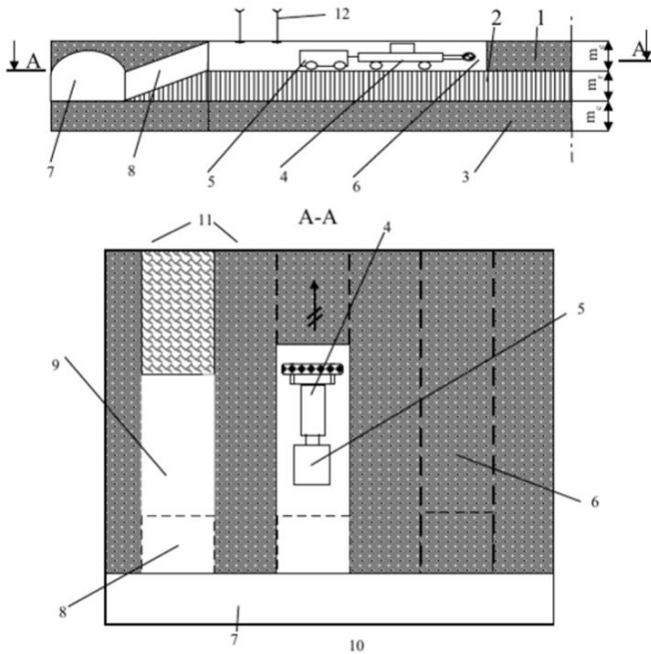


Рис. 1 – Селективный способ разработки мощных калийных пластов
 1 – верхний слой сильвинита; 2 – слой гипита; 3 – нижний слой сильвинита; 4 – добычной комбайн; 5 – транспортное средство; 6 – обрабатываемая камера; 7 – подготовительная выработка; 8 – заезд; 9 – ранее отработанная заложённая камера; 10 – контуры следующей к отработке камеры; 11 – податливые междукамерные целики; 12 – анкерная крепь;
 m_c – мощность сильвинитового слоя; m_e – мощность гипитовых прослоев

Отработку запасов блока очистными камерами ведут обычно проходческо-добычным комбайном избирательного действия на всю длину камеры, начиная с верхнего слоя сильвинита, при од-

новременном креплении кровли винтовыми анкерами, при этом отработанный галит используют для частичной закладки им пространств отработанных камер, в зависимости от мощности слоя галита и коэффициента его разрыхления, с возможным чередованием как уже заложённых, так и незаложенных камер) (рис. 1) [5].

Или при разработке калийных пластов с чередованием сильвинитовых и галитовых слоёв традиционно в начале ведут подготовку выемочного блока путём проведения подготовительных выработок комбайнами бурового (роторного) типа. Затем из подготовительной выработки проходческо-добычным комбайном (например, комбайном марки CAT CM 210 Continuous Miner) проходят по нижнему слою сильвинита мощностью m_c заезд и отработку камеры ведут послойно, в восходящем порядке заходками, начиная с нижнего слоя сильвинита до момента отработки заходки по длине камеры. Отбитую сильвинитовую руду доставляют на подготовительную выработку посредством самоходного вагона 5, на который отбитая горная масса поступает с добычного комбайна, и затем руда отправляется по сети транспортных конвейерных выработок и через скиповой подъём на поверхность. После отработки первой (нижней) заходки слоя сильвинита по длине, передвигают бункер-перегрузатель и добычной комбайн к забою среднего галитового слоя. Затем отрабатывают слой галита со складированием его непосредственно в пространство отработанной камеры с дальнейшей консолидацией его путем подачи твердеющего соле-цементного раствора через заранее установленные на почве камеры перфорированные трубы. Затем начинают отработку верхнего сильвинитового слоя, отбитый сильвинит грузят на конвейер и путем сети конвейерных выработок направляется на поверхность. После полной отработки запасов обрабатываемой камеры возможна ее дозакладка шламовыми отходами (рис. 2) [1, 2, 3].

Принимая во внимание то, что отбитая порода не выдвигается на поверхность, мы качественным методом повышаем содержание КСI в руде, поступающей на обогатительную фабрику. Тем самым сокращаем фактическую площадь складирования отвалов, а значит, достигаем не только экономического эффекта, но и, прежде всего, экологического.

Таким образом были нами разработаны эффективные технологические способы селективного доизвлечения запасов калийных руд с использованием самоходной техники, сущность которого заключается в селективной выемке сильвинита и галита

проходческо- добычными комбайнами барабанного типа. При этом производится последующее складирование галита в соседних отработанных камерах параллельно с отбойкой руды. Ожидаемый экономический эффект при реализации данного способа в условиях 1РУ ОАО «Беларуськалий» составил 236112 у.е на блок [6].

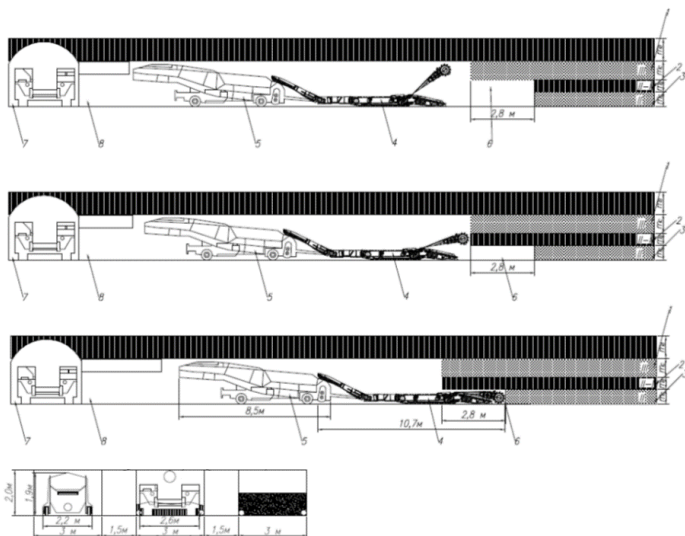


Рис. 2 – Селективный способ разработки послойного извлечения мощных калийных пластов:

1 – верхний слой сильвинита; 2 – слой галита; 3 – нижний слой сильвинита;
4 – добычной комбайн; 5 – транспортное средство; 6 – отработываемая камера; 7 – подготовительная выработка; 8 – заезд

В результате проведенного сравнения применения различных способов камерной системы разработки для 1РУ ОАО «Беларуськалий» установлено, что экономически целесообразно использование схем селективной выемки руды с помощью самоходной техники.

Библиографический список

1. Способ разработки мощных пологих калийных пластов пат. RU 2 585 318 C1 / Сиренко Ю.Г., Мозер С.П., Кузнецов Д.П., Волчок М.С., Головатый И.И., Санковский А.А.; заявитель

и патентообладатель Санкт-Петербург, Национальный минерально-сырьевой университет "Горный"; опублик. 27.05.2016

2. Способ разработки мощных пологих калийных пластов пат. RU 2 584 485 C1 / Сиренко Ю.Г., Мозер С.П., Кузнецов Д.П., Волчок М.С., Головатый И.И., Санковский А.А.; заявитель и патентообладатель Санкт-Петербург, Национальный минерально-сырьевой университет "Горный"; опублик. 30.05.2016

3. Способ разработки мощных пологих калийных пластов пат. RU 2 567 576 C1 / Сиренко Ю.Г., Мозер С.П., Кузнецов Д.П., Волчок М.С., Головатый И.И., Санковский А.А.; заявитель и патентообладатель Санкт-Петербург, Национальный минерально-сырьевой университет "Горный"; опублик. 10.11.2015

4. Смычник, А.Д. Технология и механизация разработки калийных месторождений: учеб. для вузов / А.Д. Смычник, Б.А. Богатов, С.Ф. Шемет, - 2-е изд., доп. И перераб. респ. – Минск: Юнипак, 2005

5. Сиренко, Ю.Г. Совершенствование селективной выемки калийных пластов короткими очистными забоями с частичной закладкой выработанных камер / Ю.Г. Сиренко, Е.Р. Ковальский // Горный журнал. – 2016 №1. – С. 24-26.

6. Сиренко Ю.Г. Организация селективной выемки мощных калийных пластов при камерной системе разработки / Ю.Г. Сиренко, А.Г. Протосеня, М.Ю. Брычков, И.В. Плескунов // «Записки Горного института. Современные проблемы горной науки» СПб, 2007. Т. 172. – с.113-116

УДК 622.06

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ВЫЕМКИ КАЛИЙНЫХ ПЛАСТОВ С КОМБИНИРОВАННОЙ ОТРАБОТКОЙ СЛОЁВ

Сиренко Ю.Г., Денисова А.И., Миронович М.П.
Санкт-Петербургский горный университет

Работа посвящена разработке технологии слоевой выемки калийных пластов со сниженными затратами на подготовку выемочных столбов. Был проведен поиск и анализ схожих по проблематике статей, патентов и результатов научно-исследовательских работ. Авторами предложен новый способ разработки калийных пластов, включающий опережающее проведение общих подготовительных вырабо-

ток, используемых верхней и нижней лавами. Применение способа позволяет повысить рентабельность горного предприятия, вовлечь в отработку запасы на глубоких горизонтах без потери качества добываемой руды.

В настоящее время в мировой практике наблюдается тенденция к увеличению доли пластов, разрабатываемых на полную мощность, что обусловлено как повышением производительности применяемого оборудования, так и большими расходами на подготовку выемочных столбов. Эти расходы включают в себя проведение выработок и их поддержание в течение срока службы, что особенно сложно и затратно при сложных горно-геологических условиях и значительной глубине ведения горных работ.

Вместе с тем, применение технологических схем со сплошной выемкой пластов сопряжено с повышением требований к мощности и надежности добычного и иного оборудования, что ведет к увеличению его стоимости. Для того чтобы такое оборудование окупалось, нужно обеспечить его высокопроизводительную работу. При этом его применение в сложных горно-геологических условиях и при малой мощности пласта не всегда целесообразно. Таким образом, возникает необходимость разработки технологических схем, сочетающих малые затраты на подготовительные работы и рациональное применение оборудования.

Остов технологической схемы образуют различные сочетания модификаций способа подготовки и системы разработки, которые оснащаются необходимыми решениями по технике и технологии ведения горных работ в конкретных горно-геологических условиях.

Определенный интерес представляют схемы отдельной и совместной отработки сближенных и весьма сближенных слоев пластов. Слои считаются сближенными, если для рациональной разработки необходимо учитывать их совместное залегание. Основным условием по применению таких технологических схем является возможность размещения отбитой породы междупластья в выработанном пространстве двухслойной лавы.

Откаточный панельный и вентиляционный штреки проводились по нижнему слою. Общие для сближенных слоев конвейерный и вентиляционный штреки лав проводились на общую мощность сближенных слоев, включая междупластье, и по мере проведения соединялись сбойками по нижнему слою с откаточным и вентиляционным штреками панели. Очистная выемка в верхнем слое велась с опережением забоя нижнего слоя на 3-4 м. По мере продвижения лавы отбивали породу

междупластья и размещали ее в выработанном пространстве лавы [1].

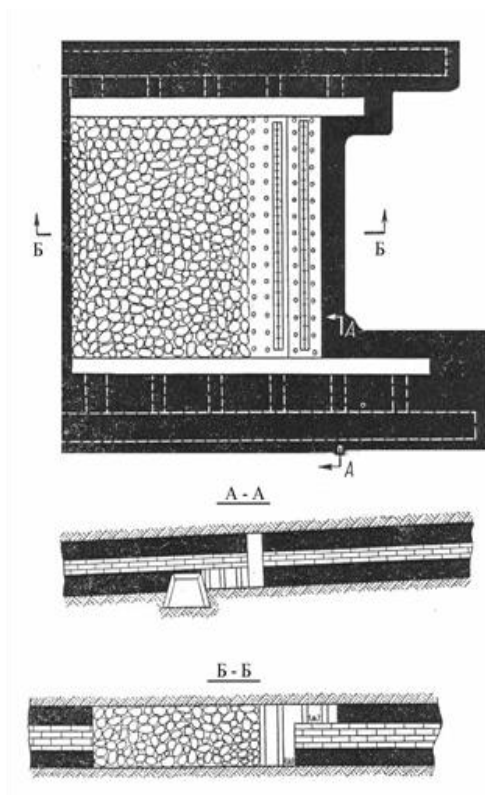


Рис. 1 – Технологическая схема разработки двух весьма сближенных пологих пластов

Существует технология разработки пологих газоносных мощных калийных пластов двумя слоями в нисходящем порядке [2] включающий проведение оконтуривающих слоевых выработок и одновременную отработку слоев с наработкой выработок нижнего слоя и с проведением вприсечку к выработанному пространству выемочного штрека в верхнем слое. Данный способ не находит широкого применения из-за больших затрат на поддержание присечной выработки, по которой подается свежий воздух и невозможности изолировать ее от поступления горю-

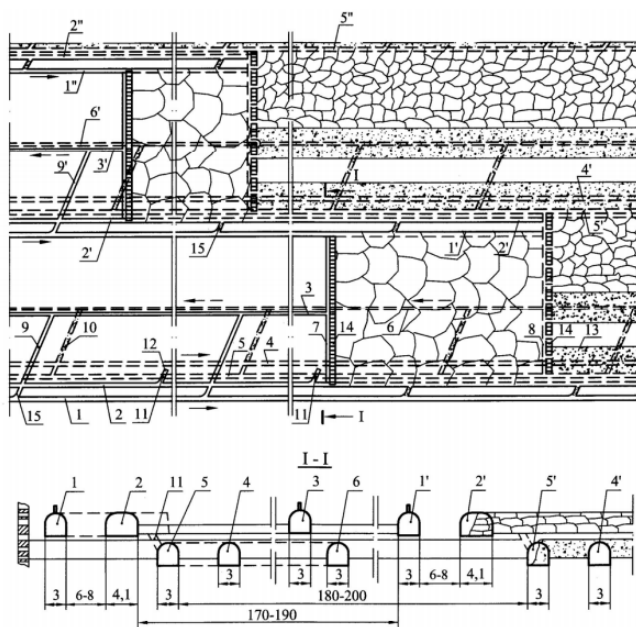
чих газов в рабочую зону лавы из выработанного пространства смежного столба. В зоне опорного давления целик шириной 2,5–3,5 м, отделяющий присечную выработку от выработанного пространства соседнего ствола, разрушается, и по сквозным трещинам горючие газы подсасываются за счет эжекторного эффекта из выработанного пространства на транспортный штрек верхней лавы и по нему поступают в забой.

Существует также технология разработки газообильных мощных пологих пластов, склонных к самовозгоранию, двумя наклонными слоями в нисходящем порядке длинными столбами с отработкой очистными забоями по падению, оставлением межстолбовых целиков и проведением в каждом слое подготовительных выработок [3]. Для подготовки каждого выемочного столба в нижнем слое проводят одну выработку, соединяя ее с выработками верхнего слоя сбойками, и при отработке слоев выемочного столба впереди очистного забоя верхнего слоя вприсечку к смежному отработанному выемочному столбу в нижнем слое проводят вторую выработку, соединяя ее со сбояками, пройденными ранее при подготовке смежного отработанного выемочного столба. Однако, при отработке соляных пластов с горизонтальным залеганием, горючие газы из смежного отработанного столба будут поступать в забои смежного столба.

В настоящий момент при отработке Третьего калийного горизонта применяется технологическая схема слоевой выемки с большим (свыше 400 м) опережением очистных работ в слоях и расположением панельных выработок в ненадработанном массиве. По сравнению с последовательной отработкой слоев, применение данной схемы позволяет повысить производительность панели при одновременной работе лав. К недостаткам схемы можно отнести большие потери запасов в междупанельных целиках и большой удельный объем подготовительных работ. Помимо этого, оставление широких целиков способствует образованию опасных завесаний пород, оказывающих динамическое воздействие на нижнюю лаву. Для борьбы с этими явлениями необходимо осуществлять специальные защитные мероприятия, что также увеличивает затраты.

Рассмотрим схему выемки длинными очистными забоями (лавами), которая предусматривает предварительную проходку подготовительных (бортовых) выработок лавы, как минимум – это конвейерный и вентиляционный штреки лавы. Подготовительные выработки лавы после прохождения лавы погашаются,

то есть происходит их обрушение. Кроме того, устойчивость выработок должна обеспечиваться с момента их проходки до погашения забоем лавы.



- 1, 1', 2, 3 - транспортные, конвейерный и вентиляционный штреки верхней лавы;
 4, 5, 6 и 5' - закладочный (транспортный), конвейерный (панельный),
 вентиляционный и повторно используемый панельный конвейерный штреки;
 7, 8 - забои верхней и нижней лав; 9, 10 - вспомогательные выработки верхней
 и нижней лав; 11 - рудоспуски; 12 - конвейерные сбойки; 13 - породные полосы;
 14 - забойная крепь; 15 - технологические сбойки

Рис. 2 – Слоевая выемка с большим опережением очистных работ

Также существенным моментом поддержания в безопасном состоянии бортовых штреков лавы является тот факт, что они должны обеспечивать устойчивость, как от проявления горного давления вышележащих пород, так и от опорного горного давления самой лавы.

Это условие не всегда выполнимо на глубоких горизонтах, а также на пластах имеющих слабые вмещающие породы (в условиях Старобинского месторождения это породы, содержащие множество глинистых прослоек).

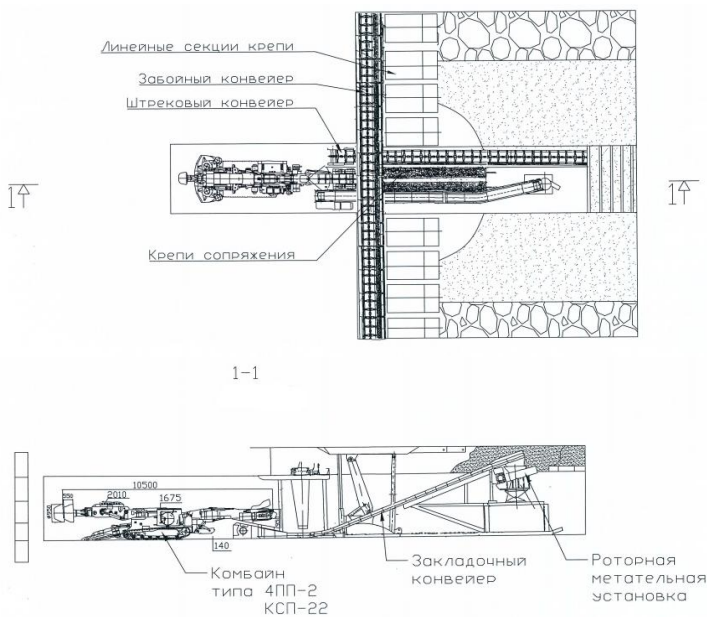


Рис. 3 – Размещение оборудования при предлагаемой схеме

Предлагается отказаться от проходки подготовительных выработок на уровне лавы по верхнему слою (IV). Для обеспечения технологического процесса выемки на концевых участках лавы размещают два проходческих комбайна с избирательными режущими органами. Комбайны при проходке разделяют ниши шириной до 3,8 м., высотой от почвы II сильвинитового слоя до почвы IV сильвинитового слоя и на длину L , где $L=L_k+U_{сут}$,

L_k – длина проходческого комбайна, м.,

$U_{сут}$ – суточное подвигание забоя верхней лавы, м/сут. (от 2 до 4 метров).

Руда от разделки ниш посредством закладочного конвейера 1 и метательной установки 2 складировается в отработанное пространство лавы в виде бутовых полос 3 на концевые уступы лавы-ниша шириной $b=4-5$ метров и над нишей, где извлечен IV

сильвинитовый слой, для чего на уступы лава-ниша устанавливают перекрытие, обеспечивающее сплошную затяжку п.

Таким образом, формируются искусственные податливые целики в виде бутовых полос, и ниши при этом трансформируются в конвейерный и вентиляционный штреки верхней лавы по IV сильвинитовому слою, которые будут поддерживаться в отработанной зоне лавы по IV слою (перекрытие кровли штреков предлагается выполнить из профиля СВП с затяжкой из полимерной сетки и полиэтиленовой пленки, что обеспечит сплошную надежную затяжку, с учетом имеющегося на глубоких горизонтах опыта применения аналогичной крепи).

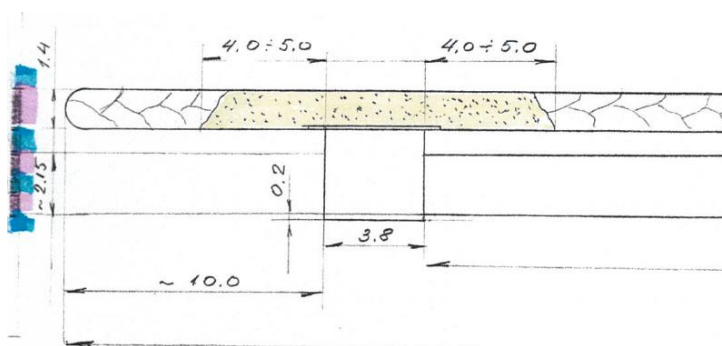


Рис. 4 – Предлагаемая схема, фрагмент разреза по забою

По конвейерному штреку подается свежий воздух в лаву, также производится отгрузка руды из лавы, вначале на штрековый скребковый конвейер, с последующей перегрузкой на штрековый ленточный конвейер. По вентиляционному штреку лавы производится отвод исходящей струи из лавы и выполняется доставка людей и грузов в лаву и проходческие забои.

Организация работ в лаве предусматривается следующим образом: три смены – производится выемка IV сильвинитового слоя лавой, в 4 смену (ремонтную) производятся регламентные работы по обслуживанию комплекса, проходка ниш (штреков) на длину предполагаемого суточного подвигания лавы, с одновременной закладкой и установкой перекрытия.

После выхода к границе отработки лавы по IV сильвинитовому слою демонтируется (или отгоняется на другой участок) комбайн на вентиляционном штреке. Демонтируются закладоч-

ные установки. Комбайн на конвейерном штреке лавы отгоняется на 15-20 м и под отработанной лавой по IV слою с его помощью проходят монтажный штрек для нижней лавы по выемке сильвинитовых слоев II и III, с галитовым прослоем II-III, с отгрузкой на конвейерную линию панели.

Лавы по выемке IV сильвинитового слоя перемонтируются в монтажный штрек нижней лавы для отработки сильвинитовых слоев II-III. То есть для выемки слоев II-III применяется то же оборудование, что и для выемки IV сильвинитового слоя (Например: телескопический конвейер с перегружателем, энергопоезд, комбайн типа SL-300/400, забойная крепь гидростойками двойной раздвижки в диапазоне 1,25 – 2,3 м). Лавы по выемке сильвинитовых слоев II-III ведут работу в обратном порядке с полным погашением выработок выемочного столба.

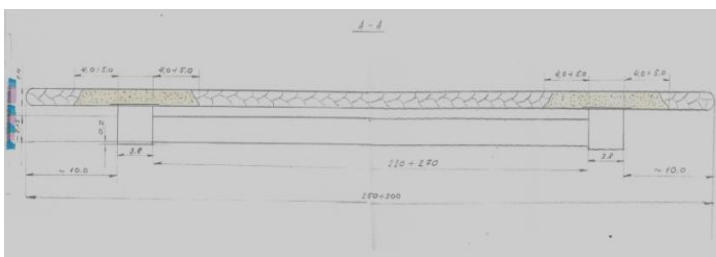


Рис. 5 – Предлагаемая технологическая схема, разрез по забою

Таким образом, предлагаемая технология позволяет существенно снизить затраты на подготовительные работы и при этом сохранить положительные черты слоевой выемки, такие как снижение разубоживания руды и т.д. Помимо этого, возникает возможность вовлечь в отработку запасы на глубоких горизонтах ниже 1000 м и сократить объем монтажно-демонтажных работ.

Разработанный способ слоевой выемки калийных пластов с опережающим проведением подготовительных выработок является технически осуществимым, обладает рядом значительных преимуществ. А комбинация сплошной системы отработки верхнего сильвинитового слоя и столбовой системы разработки нижнего сильвинитового слоя Третьего калийного пласта позволит ускорить начало очистных работ. По результатам данных

исследований авторами подана заявка на регистрацию патента на изобретение.

Библиографический список

1. Кузюков Ф.Ф., Мичков В.А., Подюков В.А., Карнилов В.Н. *Комплексная механизация и автоматизация производственных процессов на угольных шахтах.* – М., «Недра». – 1976. – 287 с.

2. *Анализ опыта отработки Третьего пласта в сложных горно-геологических условиях Старобинского месторождения. Отчет о НИР.* – Солигорск. – 2006. – 40 с.

3. Худин Ю.Л., Козловчунас Е.Ф., Носенко В.Д., Яковлев А.Н. *Некоторые результаты применения на шахтах России технологических схем высокопроизводительной отработки угольных пластов* // Уголь, № 10. – 2004. – С.9-15.

4. <http://www.findpatent.ru/patent/203/2039261.html>

5. <http://www.findpatent.ru/patent/205/2057934.html>

Научное издание

**СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ
И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ
ГОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ,
СТРОИТЕЛЬСТВА И ЭНЕРГЕТИКИ**

Сборник материалов
15-ой Международной конференции
по проблемам горной промышленности,
строительства и энергетики

*29–30 октября 2019 г.
Минск – Тула – Донецк*

В 4 томах

Том 2

Компьютерная верстка *И. А. Басалай*

Подписано в печать 24.12.2019. Формат 60×84 ¹/₁₆. Бумага офсетная. Ризография.
Усл. печ. л. 24,53. Уч.-изд. л. 19,18. Тираж 50. Заказ 894.

Издатель и полиграфическое исполнение: Белорусский национальный технический университет.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя
печатных изданий № 1/173 от 12.02.2014. Пр. Независимости, 65. 220013, г. Минск.