ВЕСТНИК
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК (Западно-Сибирское отделение)

Выпуск 15, 2013 г.

Редакционная коллегия

Академики РАЕН:
С.П. Мочалов (отв. редактор)
М.В. Темлянцев (зам. отв. редактора)
К.Г. Громов
В.Г. Лукьянов
В.Н. Нестеров
Е.В. Пугачев
А.В. Ремезов
В.М. Самаров
П.С. Чубик

Член-корреспондент РАЕН
С.М. Простов

Печатается по решению Президиума Западно-Сибирского отделения Российской академии естественных наук

© Российская академия естественных наук, Западно-Сибирское отделение, 2013

© Издательский центр Сибирского государственного индустриального университета

Адрес редакции: 654007 г. Новокузнецк, ул. Кирова, 42, Сибирский государственный индустриальный университет тел. 8-3843-78-44-55 http: www.sibsiu.ru

ISBN 978-5-7806-0390-0

СОДЕРЖАНИЕ

В.В. Агаджанян, И.М. Устьянцева
Практическое значение научных исследований ФГБЛПУ «НКЦОЗШ» 4

ГЕОТЕХНОЛОГИЯ И ГЕОМЕХАНИКА 11

С.М. Простов, А.В. Покатилов
Закономерности изменения физико-механических свойств грунтов при электрохимическом закреплении 11

С.М. Простов, А.В. Покатилов
Алгоритмы расчета параметров крепления выработок с использованием технологии электрохимического закрепления 16

А.В. Ремезов, В.В. Климов, Л.М. Коновалов
Закономерности проявления опорного горного давления при отработке запасов угля в восточном крыле уклонного поля 18-2 пласта Толмаческий в границах шахтного поля шахты «Полысаевская» ОАО «СУЭК-Кузбасс» в нисходящем порядке отработки выемочных столбов 20

В.В. Климов, А.В. Ремезов
Исследование влияния опорного давления, формируемого очистным забоем на состояние прилегающих горных выработок в условиях отработки угольных пластов средней мощности на шахтах ОАО «СУЭК-Кузбасс» как в нисходящем, так и в восходящем порядке на примере отработки запасов угля в границах шахтного поля шахты «Полысаевская» 30

В.В. Климов, А.В. Ремезов
Результаты инструментальных наблюдений за сближением кровли и почвы пласта Толмачевского в границах шахтного поля шахты «Полысаевская» ОАО «СУЭК-Кузбасс» в конвейерном штреке 18-8 при отработке выемочного столба 18-10 38

Е.В. Пугачев, П.А. Корнеев
Исследование энергоемкости процессов разрушения горных пород при проведении выработок 50

В.С. Забуга, В.Г. Лукьянов
Роль контурного взрывания в процессе проведения горизонтальных горных выработок 53

РАЗРАБОТКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ И ГАЗА 56

В.В. Ростовцев, В.Н. Ростовцев
Россия нуждается в ускоренном воспроизводстве запасов нефти и газа 56

И.Г. Ященко, Ю.М. Полищук
Закономерности размещения трудноизвлекаемой нефти на территории России и особенности ее физико-химических свойств 65

С.И. Панычев
Современное состояние нефтегазодобывающего комплекса Томской области 74

А.Ю. Дмитриев, В.В. Малышев, Д.В. Худяков
Проектирование объектов нефтегазового комплекса с применением компетентностного подхода 84

В.И. Исаев
О генезисе залежей нефти и стратегии их поисков в доюрском основании центральной части Западной Сибири (на примере Красноленинского свода) 89

С.Н. Харламов, Р.Е. Терещенко
Теплообмен при ламинарном течении нефти и нефтепродуктов с аномальной реологией в трубопроводах большой протяженности.....96

С.Н. Харламов, А.В. Филатова
Моделирование эффектов взаимозависимости химических реакций и тубулентности при движении реагирующих смесей в трубопроводах.....101

В.Г. Лукьянов, А.А. Провоторов
Средства огнезащиты и пожарной безопасности. Стратегия обеспечения корпоративной безопасности на месторождениях ОАО «Томскнефть» ВНК.....104

В.В. Ростовцев, В.Н. Ростовцев
Роль горных инженеров Сибири в формировании нефтегазового потенциала страны.....107

В.И. Хижняков, П.А. Жендарев
Перезащита – фактор образования и роста стресс-коррозионных трещин на катоднозащищаемой поверхности газонефтепроводов в процессе их длительной эксплуатации 111

МЕТАЛЛУРГИЯ.....120

С.А. Невский, В.Д. Сарычев, В.Е. Громов
Двухфазная модель пластической деформации материалов.....120

Е.М. Запольская, М.В. Темлянцев, К.Е. Костюченко
Анализ основных направлений повышения энерготехнологической эффективности стендов высокотемпературного разогрева футеровок сталеразливочных ковшей 128

А.Т. Росляк, П.Н. Зятиков
Современное состояние развития техники воздушно-центробежной классификации микропорошков 134

АГРОТЕХНОЛОГИИ 142

В.М. Самаров, О.В. Анохина
Чечевица – новая зернобобовая культура.....142

В.М. Самаров, Н.Н. Чуманова
Обоснованное чередование культур как фактор регулирования сорнякового компонента ценоза и биологической активности почвы...144

О.И. Просянникова, Т.П. Клевлина, Т.В. Сладкова
Баланс цинка при возделывании яровых зерновых культур в лесостепи и степной части Кузнецкой котловины.....148

В.М. Важов
Способы посева и нормы высева гречихи на чернозёмах выщелоченных лесостепи 150

Д.М. Панков
Особенности опылительной деятельности медоносных пчёл на посевах энтомофильных культур 155

А.П. Гришкова, Н.А. Чалова, Н.Л. Третьякова
Внедрение новых селекционных приемов и методов в племенной работе по совершенствованию продуктивных качеств свиней крупной белой породы.....162

Л.Я. Макаренко, Г.В. Макаренко
Не признанный, но экономически эффективный, ценный источник минерального питания сельскохозяйственных животных Кузбасса.....167

БИОМЕДИЦИНА И ЭКОЛОГИЯ.....170

В.И. Мяленко, Н.С. Бондарев
Эколого-экономические регулирования в техногенном регионе 170

В.В. Агаджанян, И.М. Устьянцева, А.А. Пронских
Клинико-патогенетические аспекты синдрома полиорганной дисфункции при критических состояниях.....174

Ю.А. Григорьев, С.В. Соболева, О.И. Баран
Биологическая безопасность и здоровье населения в современных условиях.....180

Н.М. Жилина, Г.И. Чеченин, Е.В. Клементьева, А.А. Шумкин
Электронные базы данных в выявлении проблем службы скорой медицинской помощи г. Новокузнецка за период 2004-2012 гг.....192

В.В. Захаренков, А.М. Олещенко, В.В. Кислицына, Т.Г. Корсакова, Д.В. Суржиков
Оценка риска профессиональных заболеваний работников угольных разрезов юга Кузбасса.....200

ВЫСШАЯ ШКОЛА И ЭКОНОМИКА.....205

В.А. Быстров
Повышение эффективности доменного производства за счет упрочнения воздушных фурм.....205

В.А. Быстров
Использование инновационных технологий для повышения эффективности производства проката.....214

В.А. Быстров
Стабилизации гранулометрического состава агломерата путь к снижению стоимости чугуна.....220

Е.В. Пугачев, Т.В. Иванова, А.С. Иванов
Взаимодействие вуза и ссуза, как определяющий фактор повышения качества профессиональной подготовки конкурентоспособного специалиста.....226

ЮБИЛЕИ.....232
Виктор Евгеньевич Громов (к 65-летию).....232

ХРОНИКА.....235
Отчет о работе Западно-Сибирского отделения Российской Академии естественных наук за 2011 год.....235
Решение общего собрания Западно-Сибирского Отделения РАЕН (12.10.2012 г.).....239

РЕФЕРАТЫ.....240

УДК 001.89:61

В.В. Агаджанян, И.М. Устьянцева

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ФГБЛПУ «НКЦОЗШ»

Федеральное государственное лечебно-профилактическое учреждение «Научно-клинический центр охраны здоровья шахтеров» осуществляет развитие творческого и научного потенциала врачей, направленное на лечение, предупреждение и выявление заболеваний граждан, содействие в разработке новых методов лечения и диагностики, а также ежегодно разрабатывает научно-обоснованные программы, организует и проводит Всероссийские научно-практические конференции и выставки.

Целью научно-исследовательской работы является развитие науки в области медицины, возможность достижения существенных положительных результатов в решении комплексных проблем, направленное на увеличение объема и качества оказания научно-обоснованной и квалифицированной медицинской помощи в сфере охраны здоровья шахтеров, а также пропаганды здорового образа жизни среди населения Кузбасса.

Научно-клинический центр охраны здоровья шахтеров – это крупное многопрофильное специализированное лечебное, научное и учебное учреждение Кузбасса, в составе которого 26 клинических отделений на 840 коек, поликлиники для взрослых и детей на 1000 посещений, профпатологический центр, бригады постоянной готовности областного центра медицины катастроф, протезный комплекс, патологоанатомическое отделение.

В настоящее время в центре работают 1566 человек, из них 215 врачей (9 докторов (3 – имеют научное звание профессора, 1 – академик РАЕН, 3 – члена-корреспондента РАЕН) и 32 кандидата медицинских наук), 7 – имеют почетное звание «Заслуженный врач РФ», 1 – «Заслуженный работник здравоохранения РФ», 5 – присвоено звание «Отличник здравоохранения», 682 медицинских сестры, 63 специалиста с высшим техническим образованием.

На сегодняшний день в центре работают 9 докторов (из них 3 – профессора, 1 – академик РАЕН, 3 – члена-корреспондента РАЕН) и 32 кандидата медицинских наук, 7 врачей имеют почетное звание «Заслуженный врач РФ», 1 – «Заслуженный работник здравоохранения РФ».

Центр является учебной базой, где действуют кафедры последипломного образования «Интегративная травматология» и «Профпатология» ГБОУ ВПО «Кемеровская государственная медицинская академия» МЗ России.

На протяжении всего периода деятельности центра большое внимание уделяется высокому уровню технического оснащения центра. Применение передовых высоких технологий – это основной принцип работы коллектива.

В полную мощь в настоящее время функционируют: спиральный компьютерный и магнитно-резонансный томографы, спирограф, аппараты искусственной вентиляции легких, эндоскопическое, лабораторное оборудование, что позволило значительно сократить дефицит потребности населения в высокотехнологичной медицинской помощи и приблизить ее к пациенту. Использование высокотехнологичной операционной для проведения микрохирургических и эндоскопических вмешательств с использованием навигационных систем и компьютерного моделирования позволяет ежемесячно проводить свыше 70 операций.

Завершена работа по подготовке новой операционной для проведения операций по эндоваскулярной хирургии, приобретено новое оборудование для рентгенологического отделения (цифровой стационарный флюорограф, аппарат КТ для обследования пациентов по экстренным показаниям, передвижной палатный рентгенаппарат), эндоскопическое оборудование для проведения бронхо- и колоноскопий.

В клинико-диагностической лаборатории установлено уникальное лабораторное оборудование – автоматический анализатор cobas 6000 SWA (Биохимический и Иммунохемилюминесцентный анализаторы нового поколения) – модульная конфигурируемая платформа, которая позволяет на базе одной системы выполнять более 95 % работы лаборатории в области биохимии и иммунохимии, а также новый автоматический анализатор гемостаза STA Compact, который позволяет выполнять диагностику свертывающей системы одновременно по 30 параметрам.

Еще с 1994 года ФГБЛПУ «НКЦОЗШ» осуществляет научно-исследовательскую программу, направленную на решение актуальных для Сибири медико-биологических проблем.

Основными направлениями научных исследований центра были и остаются вопросы организации системы мониторинга здоровья работников угольной промышленности, разработка новых методов диагностики и лечения политравм, заболеваний сердечно-сосудистой и бронхолегочной систем, профессиональной патологии шахтеров.

В рамках основных направлений осуществляется работа по трем комплексным фундаментально-прикладным научно-исследовательским темам:

1. Разработка новых организационных технологий оказания медицинской помощи и эффективных способов диагностики, лечения, реабилитация при политравмах (№ 01200903895 от 2009.06.18);

2. Оптимизация системы профилактических мероприятий профессиональных и производственно-обусловленных заболеваний у работников угольной промышленности (№ 01200903896 от 2009.06.18);

3. Изучение патогенетических механизмов формирования и разработка новых методов диагностики, лечения и профилактики наиболее распространенных заболеваний взрослого и детского населения (№ 01200903894 от 2009.06.18).

В стенах клиники впервые разработаны и внедрены новые технологии, которые прошли апробацию и показали высокую клиническую эффективность.

Впервые в России на базе ФГБЛПУ «НКЦОЗШ» в течение 15 лет (1996-2011 гг.) разработана и внедрена комплексная система организационных и лечебно-диагностических мероприятий, направленных на повышение эффективности лечения больных с политравмой с учетом региональных особенностей Кузбасса и внедрением в широкую клиническую практику.

Основные концепции медицинской помощи при политравме включают максимально быструю транспортировку пострадавших лечебно-транспортными бригадами в лечебное учреждение, где выполняются все виды диагностики, интенсивной терапии, хирургического лечения и специальная реабилитация.

При этом успехи в лечении политрамы обусловлены изменением системы организации медицинской помощи, разработкой эффективных методов оценки тяжести состояния, диагностики, лечения и реабилитации. Предложен алгоритм этапного ведения больных с политравмой.

Учитывая возрастающую потребность в переводе больных с политравмой, нами разработана система транспортировки больных по системе «клиника-клиника» лечебно-транспортными бригадами постоянной готовности, которые входят в состав ре-

гиональной службы «Медицина катастроф» и осуществляют один из этапов лечения пострадавших. Они принимают участие при ликвидации последствий крупных производственных катастроф на шахтах, доставляя шахтеров практически со всех аварий с обрушением кровли, завалами и взрывами газа («Ульяновской», «Юбилейной», «Распадской» и т. д.). За год бригады центра совершают более 400 выездов за пострадавшими в разные точки области.

Использование транспортировки специализированными лечебно-транспортными бригадами привело к уменьшению временного интервала доставки пациентов в специализированный центр, что позволило избежать госпитализации в больницы более низкого уровня, а также повысить эффективность догоспитального лечения.

В лечении пострадавших с политравмой ведущую роль играет правильно выбранная хирургическая тактика. Опыт показал, что основными принципами экстренных хирургических вмешательств при политравмах должны являться максимально быстрое проведение хирургического вмешательств на поврежденных органах и сокращение времени проведения операций.

Использование принципа срочного хирургического лечения при политравмах включало: первоочередное проведение оперативного лечения доминирующего повреждения, угрожающего жизни больного; максимально возможное проведение оперативных вмешательств при скелетной травме шокогенного характера; сокращение времени проведения операций.

Хирургическими приоритетами при удалении компрессирующих внутричерепных субстратов при черепно-мозговой травме является использование малоинвазивных нейрохирургических методик для уменьшения травматичности операций и снижения риска послеоперационных осложнений. Из доставленных больных с политравмой 70 % пострадавших были прооперированы в первые сутки после травмы: наложение фрезевых отверстий и эндокраниоскопия проведены 59 %, а расширенная декомпрессивная трепанация черепа 41 %.

При подозрении на травму органов брюшной полости пациентам с политравмами, находящимся в тяжелом состоянии, была выполнена лапароскопия, что позволило в 37% избежать проведения расширенных оперативных вмешательств.

В клинике внедрен метод торакоскопии в качестве лечебно-диагностической манипуляции, которая проводится у пациентов с травмой грудной клетки по экстренным показаниям не только для детализации повреждений, но и для определения возможности проведения гемостаза, точной установки дренажей, эвакуация жидкости из плевральных полостей. Опыт проведения торакоскопий в условиях противошоковой палаты позволяет говорить о высокой эффективности метода.

Ключевыми моментами в успешном лечении пострадавших с политравмами в отделении интенсивной терапии являются: адекватное восполнение кровопотери, ингибирование иммуносупрессии, сокращение времени проведения ИВЛ и пребывания в ОИТ, рациональное использование антибиотикотерапии, профилактика полиорганной недостаточности, раннее начало парентерального и энтерального питания, тщательный уход за больными.

Для повышения качества проводимой противошоковой терапии у пострадавших с политравмами обязательным условием является использование методов аппаратной аутогемотрансфузии при кровопотере более 1000 мл. Средний объем собранной крови составил 3880 мл, а возвращенной эритромассы 1550 мл.

При использовании интраоперационной аутогемотрансфузии в периферической крови больных политравмой содержание гемоглобина значительно превышало контрольные показатели в течение 5 суток после операции.

Применение методов аппаратной аутогемотрансфузии позволило снизить летальность вследствие острой кровопотери с 16 до 4 % и расширить возможности использования оперативных методов лечения.

В качестве эффективного средства в терапии острого повреждения легких у пациентов с политравмой может явиться проведение искусственной вентиляции легких в положении на животе с использованием разработанной нами оригинальной технологии. При этом у пациентов отмечали снижение степени гидратации легочной ткани в дорсальных отделах легких.

Предложенная и апробированная в Кузбассе на базе центра оптимизированная комплексная организационная и лечебно-диагностическая система, с внедрением новых медицинских технологий, позволила достигнуть положительных функциональных результатов в 90 %, сократить сроки стационарного лечения на 39 % (с 56 до 34 койко-дней), существенно снизить летальность в 2 раза (с 35 до 15,4 %), уменьшить первичную инвалидность на 20 % (с 35 до 28 %).

Нами были проведены исследования для установления клинической значимости пороговых значений некоторых неспецифических маркеров воспаления у больных с политравмой и бронхо-легочными заболеваниями с учетом тяжести «синдромов сепсиса». Выявленные закономерности могут быть использованы с целью патогенетического выбора направленности лечебных мероприятий и оценки их эффективности. Установленные количественные изменения уровней липополисахаридсвязывающего протеина (ЛПС-СП), первичных и вторичных медиаторов воспаления характеризуют выраженность воспалительной реакции и бактериальной инвазии и могут использоваться в качестве ранних диагностических и прогностических маркеров развития осложнений.

Полученные данные позволили расширить существующие представления о патогенетических механизмах развития церебро- и кардиоваскулярной патологии у лиц молодого возраста. Выявленные особенности метаболических и реологических нарушений при ишемическом инсульте и инфаркте миокарда у лиц в возрасте до 50 лет составляют основу для осуществления комплексного подхода к профилактической и терапевтической стратегии данных заболеваний. Выделены параметры, позволяющие оценить степень тяжести и возможный функциональный исход ишемического инсульта у пациентов в возрасте до 50 лет (в первом случае – гомоцистеин, во втором случае – фибриноген и гомоцистеин).

Результаты проведенного исследования показали, что оценку риска развития сердечно-сосудистой патологии у детей необходимо проводить с помощью алгоритма, включающего исследование липидного спектра (холестерин липопротеидов низкой и высокой плотности, аполипопротеин-А1, аполипопротеин-В), углеводного обмена (глюкоза, инсулин, индекс инсулинорезистентности), электролитов (натрия, магния), гомоцистеина, витамина B_{12} и фолиевой кислоты.

Определена возможность использования концентраций гомоцистеина, инсулина и мочевой кислоты для диагностики артериальной гипотензии и гипертензии у подростков.

Результаты оценки влияния витамина B_{12} и фолиевой кислоты на уровень гомоцистеина, общего холестерина, холестерина в липопротеидах низкой плотности, аполи-

попротеина-В и мочевой кислоты позволили рекомендовать их применение для профилактики сердечно-сосудистой патологии.

Полученные данные могут быть использованы в дальнейшем для оценки степени риска и прогноза развития церебро- и кардиоваскулярной патологии у лиц молодого возраста, а также для разработки программ индивидуальных профилактических мероприятий.

В центре широко внедрен метод углубленных профессиональных осмотров на угольных предприятиях Кузбасса. Помимо детального изучения заболеваемости рабочих угольных предприятий, цеховая служба обеспечивает проведение комплексных медицинских осмотров горняков, страдающих различными болезнями с учетом профессиональных признаков. Бригады врачей выезжают на угольные предприятия для проведения углубленных осмотров работников. Ежегодно процент охвата периодическими медицинскими осмотрами работников угольных предприятий составляет 98,8 %, непосредственно на шахтах выполняется более 90 выездов, консультаций свыше 12 тысячам работникам угольных предприятий. В результате отбора на месте получают лечение свыше 3 тысяч шахтеров.

Помимо углубленного изучения заболеваемости рабочих угольных предприятий, цеховая служба обеспечивает проведение комплексных медицинских осмотров с детальным исследованием контингентов лиц, страдающих различными болезнями с учетом профессиональных признаков. При сопоставлении с аналогичными предприятиями угольной отрасли, не входящими в зону обслуживания Центра, достигнуто снижение показателей заболеваемости до 15 %.

С 2002 года профпатологический центр ФГБЛПУ НКЦОЗШ имеет статус межрегионального и осуществляет контроль за уровнем профессиональных заболеваний по угольной отрасли Кузбасса.

В отделениях ФГБЛПУ «НКЦОЗШ» внедрены новые технологии, разработанные в стенах клиники, которые прошли апробацию и показали высокую клиническую эффективность. Выборочно можно представить некоторые из современных технологий:

- Совершенствование организации экстренной помощи, диагностики и лечения больных с политравмой.
- Мониторинг отека головного мозга с помощью метода импедансометрии у пациентов с тяжелой травмой мозга.
- Сотрудниками отделения анестезиологии и реанимации разработана и внедрена в практику система оказания помощи пациентам, находящимся в критическом состоянии на догоспитальном и межгоспитальном этапе,
- Разработан новый вариант режима искусственной вентиляции легких у пациентов с тяжелой черепно-мозговой травмой для предотвращения и лечения легочных осложнений.
- Эндопротезирование дефектов костей черепа пластиной из титана.
- Использование эндоскопического оборудования в нейрохирургической практике.
- Тотальное эндопротезирование в подростковом возрасте.
- Ремплантация сегмента конечности.
- Пластика обширных дефектов мягких тканей лоскутом на микроанастомозах.
- Эндоскопические методы лечения, применяемые нейрохирургии, ортопедии, хирургии и гинекологии с использованием микрохирургической техники.
- Тромболитическая терапия в лечении больных острым инфарктом миокарда.

- Электростимуляция скелетных мышц в лечении больных осложненным инфарктом миокарда и тяжелой хронической сердечной недостаточностью.
- Чреспищеводная ЭХО-кардиография в диагностике внутрисердечных образований.
- Интраоперационная аппаратная реинфузии эритроцитов в программе инфузионно-трансфузионной терапии.
- Внедрен метод предоперационной заготовки компонентов аутокрови при реконструктивных операциях у пациентов в ортопедии и травматологии.
- Разработано и внедрено новое устройство для проведения костно-хрящевой мозаичной пластики.
- Транскраниальная магнитная стимуляция, аудиовизуальная стимуляция, электромагнитная стимуляции вилочковой железы у больных дисциркуляторной атеросклеротической энцефалопатией.
- Лабораторная диагностика нарушений свертывающей системы с помощью автоматического анализатора гемостаза STA Compact (Франция), что позволяет выполнять диагностику свертывающей системы одновременно более чем по 30 параметрам. Стало возможным проводить исследование всех звеньев системы гемостаза, начиная от основных скининговых тестов, заканчивая уточняющими диагноз современными высокоточными методами (д-димер, активность факторов и т.д.), которые позволяют установить характер нарушений в системе свертывания или обнаружить уже существующий в кровеносной системе тромб.
- Лабораторная диагностика на автоматическом анализаторе cobas 6000 SWA – модульная конфигурируемая платформа, которая позволяет на базе одной системы выполнять более 95 % работы лаборатории в области биохимии и иммунохимии. При этом исследования выполняются из одного образца одним оператором через одно соединение с ЛИС (лабораторная информационная система).
- Эндоскопическая резекция слизистой желудочно-кишечного тракта с использованием устройств.
- Панхромоэндоскопия слизистой оболочки толстой кишки
- Герниопластика сетчатым имплантантом вентральных грыж.
- Определение тонуса вен нижних конечностей.
- Остеосинтез при компрессионных переломах мыщелков большеберцовой кости.
- Двухэтапная пластика – реваскуляризация кисти после полной потери кожных покровов кисти и пальцев.

Разработана и внедрена программа обеспечения качества медицинской помощи, организован отдел экспертизы качества лечения, что позволило сократить финансовые потери по медицинским причинам с 3 % по обязательному медицинскому страхованию до 0,04 %, по добровольному медицинскому страхованию до 0,14 %.

Разработана, внедрена и постоянно совершенствуется система персонифицированного обеспечения пациентов лекарственными средствами, что позволило контролировать использование медикаментозной терапии в соответствии с лекарственным формуляром и сэкономить 20 % денежных средств.

Также значительно модернизирована информационная система центра, установлены новые системные блоки в отделениях центра, отвечающие самым современным требованиям. Наличие своего сайта дало возможность пациентам, находясь дома, получать бесплатную информацию по любым интересующим направлениям работы врачей.

Разработана и внедрена система менеджмента качества применительно к оказанию экстренной и плановой стационарной и амбулаторно-поликлинической медицинской помощи в соответствии с требованиями международного стандарта ИСО 9001:2008. Сертификат соответствия, регистрационный № РОСС RU.ИФ09.К00006.

С 1994 года на базе центра выполнены и защищены 11 докторских и 74 кандидатских диссертаций, опубликовано 6 монографий, свыше 4500 научных работ, получено 135 Патентов РФ, организованы и совместно Президиумом СО РАМН проведены 16 Всероссийских научно-практических конференций, материалы которых изданы в виде ежегодных Сборников материалов конференций (ISBN 978-5-904-430-18-4).

В 2006 г. создан и ежеквартально выходит в свет научно-практический рецензируемый журнала «Политравма». 19 февраля 2010 решением ВАК Минобразования и науки РФ журнал «Политравма» включен в «Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертации на соискание ученой степени доктора и кандидата наук.

Сотрудники ФГБЛПУ «НКЦОЗШ» – постоянные участники врачебных форумов, конгрессов, симпозиумов, конференций различного уровня от регионального до международного.

Центр является учебной базой, где действуют кафедры последипдомного образования «Интегративная травматология» и «Профпатология» ГБОУ ВПО «Кемеровская государственная медицинская академия» МЗ России, которые были созданы в 1998 г. для осуществления последипломного образования врачей РФ и СНГ по травматологии, ортопедии и смежным медицинским дисциплинам, профпатологии. В период с 1993 по 2012 гг. на кафедрах прошли обучение более 500 врачей не только из Кемеровской области, но и различных регионов России.

Для освещения многофункциональной лечебной, практической, научно-исследовательской, педагогической и организационной деятельности центра активно работает и постоянно совершенствуется и обновляется информационный продукт – сайт ФГЛПУ «НКЦОЗШ» (www.mine-med.ru). Издан Проспект «ФГБЛПУ «Научно-клинический центр охраны здоровья шахтеров» Минэнерго РФ».

Сохранение из года в год инновационного развития науки и практики, традиций высокого уровня сервиса, постоянное стремление подняться на ступень выше прошлых достижений – эти характеристики относят центр охраны здоровье шахтеров в разряд лидирующих учреждений здравоохранения региона.

УДК 624.131.4

С.М. Простов, А.В. Покатилов

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГРУНТОВ ПРИ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОМ ЗАКРЕПЛЕНИИ

Проведены комплексные исследования физико-механических свойств песчано-глинистых грунтов при электрохимическом закреплении (ЭХЗ) по двух- и однорастворной схемам. Исследования проводились на двух опытных полигонах, схемы установок и основные полученные результаты геолого-маркшейдерского и геофизического мониторинга подробно приведены в работах [1, 2]. Основные технологические параметры экспериментального ЭХЗ грунтов приведены в таблице.

Таблица – Параметры экспериментального ЭХЗ грунтов

Плотность компонентов			Вид закрепления (время гелеобразования T, ч)	Плотность тока j, А/м^2	Максимальная сила тока I, А	Объем инъецируемого раствора V, м^3	Время инъецирования τ, ч	Максимальное напряжение на электродах, В	Общее количество электродов	Объемное соотношение инъецируемого раствора
жидкого стекла γ_c, г/см^3	кремнефтористоводородной кислоты $\gamma_к$, г/см^3	хлористого кальция $\gamma_х$, г/см^3								
1,20	–	1,08	двухрастворное	9,74	30	0,06+ 0,033	60+ 30	150	6	–
1,06	1,037	–	однорастворное (45)	16,67	30	0,035	50	120–160	2	1:9
1,06	1,03	–	однорастворное (60)	8,33	15	0,16	50	70–110	6	1:9

Ранее проведенные исследования позволили установить, что участок активного воздействия при ЭХЗ включает следующие основные зоны, принципиально различающиеся по происходящим в их пределах физико-химическим процессам:

- электроосмоса (происходит фильтрация природной влаги в катодную область с последующим ее удалением через катод);
- электрохимической обработки (происходит насыщение анодной области раствором через основной электрод);
- средняя (переходная между двумя выше указанными зонами).

При двухрастворном ЭХЗ физико-механические свойства грунта определялись путем лабораторных испытаний образцов, отобранных из этих зон, причем пробы отбирались в следующие основные моменты времени: до начала эксперимента, через 7 и 14 сут после его окончания. Графики изменения основных физико-механических параметров образцов (сцепления C, влажности W и коэффициента внутреннего трения f), приведены на рисунке 1.

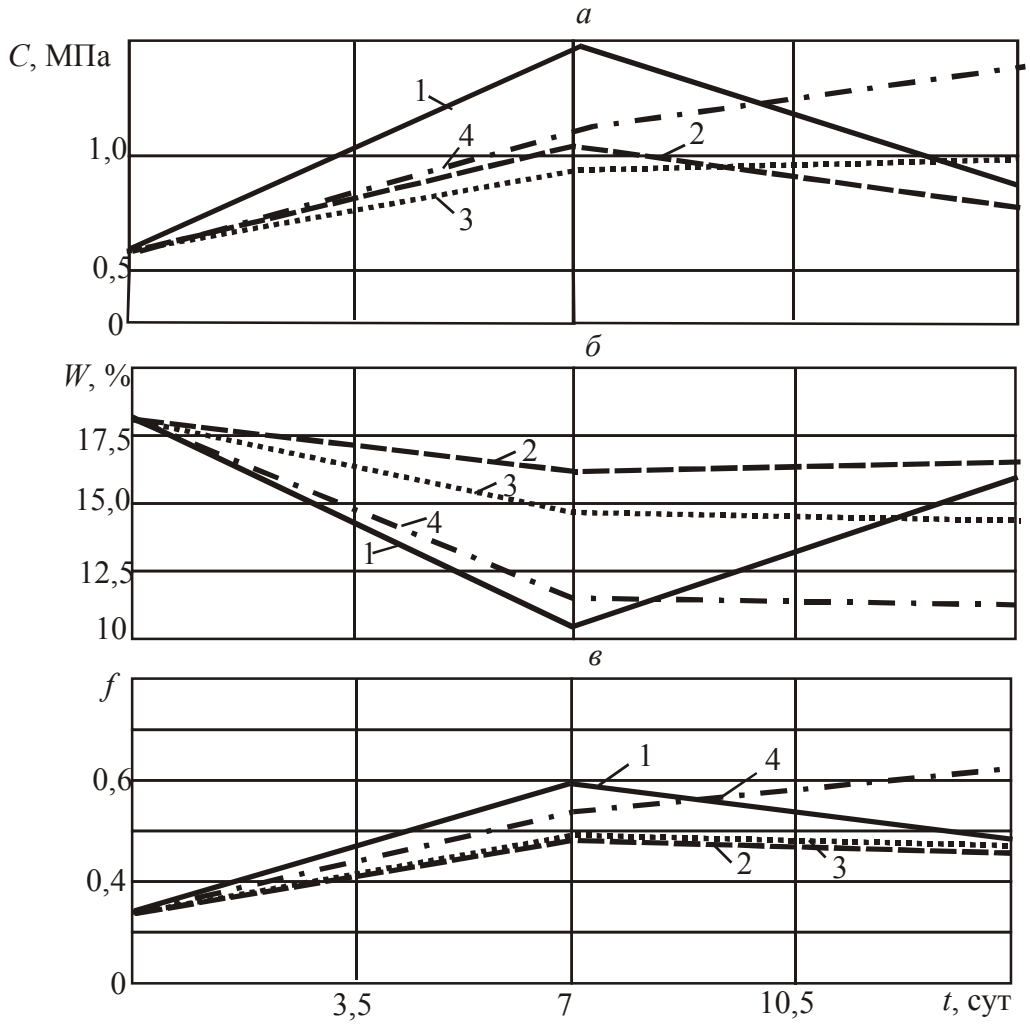


Рисунок 1 – Изменение сцепления грунта С (а), влажности W (б) и коэффициента внутреннего трения f (в) во времени:
1 – зона электроосмоса; 2 – средняя зона; 3 – зона электрохимической обработки при γ_c = 1,05 г/см^3; 4 – зона электрохимической обработки при γ_c = 1,2 г/см^3

Установлено, что в зоне электрохимической обработки сцепление *C* грунта увеличилось, причем при использовании жидкого стекла при γ_c = 1,2 г/см^3 в диапазоне от 0,65 МПа до 1,4 МПа, а при γ_c = 1,05 г/см^3 – от 0,65 до 1 МПа. В зоне электроосмотического осушения по сравнению с первоначальным значением 0,65 МПа сцепление грунта выросло до 1,5 МПа, но через 14 сут после окончания обработки оно снизилось до 0,85 МПа. В средней зоне величина *C* занимает промежуточное положение, а через 14 сут тоже снижается (рисунок 1, *а*).

Естественная влажность грунта составляла W_0 = 18,23 %, после проведения ЭХЗ состояние массива существенно изменилось. Во всех зонах через 7 сут после отключения установки наблюдалось снижение уровня *W*, причем наиболее интенсивно – в зоне электроосмотического осушения. Через 14 сут влажность у катода (в зоне электроосмоса) увеличилась за счет процессов вторичного увлажнения грунтовыми водами и атмосферной влагой (рисунок 1, *б*). Величина коэффициента внутреннего трения *f* выросла по сравнению с первоначальным значением во всех закрепляемых зонах, причем в период *t* = 7–14 сут она стабилизировалась на уровне *f* = 0,46–0,64 (рисунок 1, *в*).

При однорастворном закреплении использовались составы с различной плотностью кремнефтористоводородной кислоты (таблица): $\gamma_к$ = 1,037 г/см^3 (время гелеобразования Т = 45 ч) – состав № 1; $\gamma_к$ = 1,030 г/см^3 (Т = 60 ч) – состав № 2;

Анализ результатов, полученных по данным лабораторных испытаний образцов и представленных в графическом виде на рисунках 2 и 3, позволил сделать следующие основные выводы:

- в зоне однорастворного закрепления составом № 2 величина сцепления С и угла внутреннего трения φ в зоне ЭХЗ меньше, чем при использовании состава № 1 в 1,52 и 1,1 раза соответственно, что обусловлено в основном различием во времени гелеобразования; в промежуточной зоне и зоне электроосмотического осушения величины сдвиговых характеристик при использовании обоих составов увеличились по отношению к начальному в диапазонах: φ – в 1,6–2 раза; С – в 4,8–6,3 раза; максимальное увеличение сцепления грунта С наблюдалось в зоне ЭХЗ при составе № 1 и составило 15,42 раза по отношению к начальному;
- диапазоны модуля деформации глинистого массива Е, полученные по результатам лабораторных испытаний, имеют различия, характерные для трех основных зон ЭХЗ, при этом в ходе закрепления № 2 в зоне ЭХЗ увеличение модуля деформации Е по отношению к начальному составило 2,86 раза, а при закреплении № 1 – 3,9 раза; в промежуточной зоне произошло увеличение Е при закреплении № 1 в 1,86 раза, а при закреплении № 2 в 1,78 раза, данное незначительное увеличение связано с тем, что в эту зону проникло недостаточно укрепляющего раствора, поэтому процессы коагуляции глинистых частиц протекали менее интенсивно; в зоне электроосмоса отмечено монотонное увеличение Е с течением времени, что связано с постепенным насыщением этой зоны поровой жидкостью и положительно заряженными ионами закрепляющего раствора.

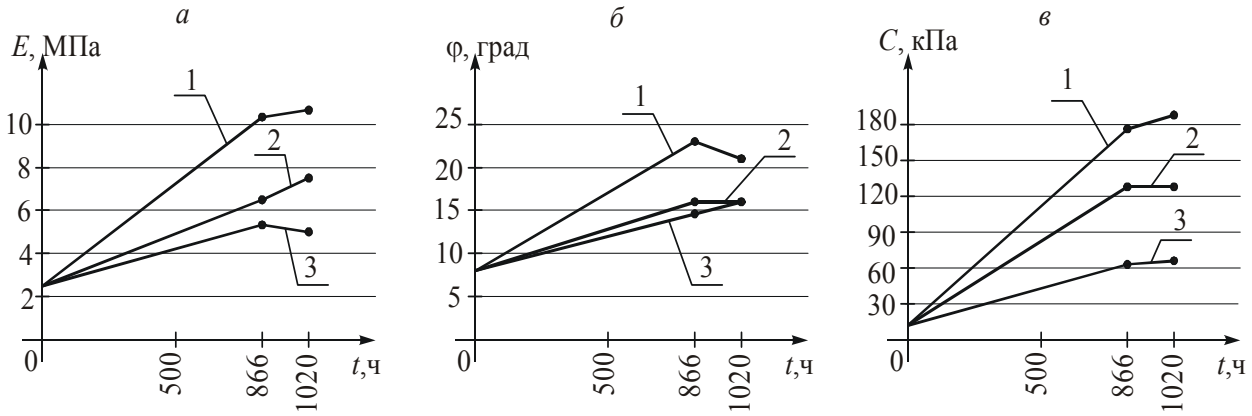


Рисунок 2 – Изменение модуля деформации Е (а), угла внутреннего трения φ (б) и сцепления С (в) грунта в ходе закрепления № 1 (время гелеобразования состава Т = 45 ч): 1 – зона ЭХЗ; 2 – зона электроосмоса; 3 – промежуточная зона

Важной дополнительной характеристикой физического состояния влагонасыщенных глинистых грунтов, определяющей их пластичность, является консистенция I_L. Анализ графиков изменения параметра I_L в различных зонах однорастворного ЭХЗ (рисунок 4) позволил выявить следующие закономерности: начальное значение консистенции I_L соответствует полутвердым грунтам; через 1020 ч от начала обработки при закреплении № 1 величина I_L уменьшилась в 4,08 раза, что соответствует перехо-

ду грунта в твердое состояние; на момент окончания эксперимента величина I_L при закреплении № 1 в 1,23 раза больше, чем при закреплении № 2.

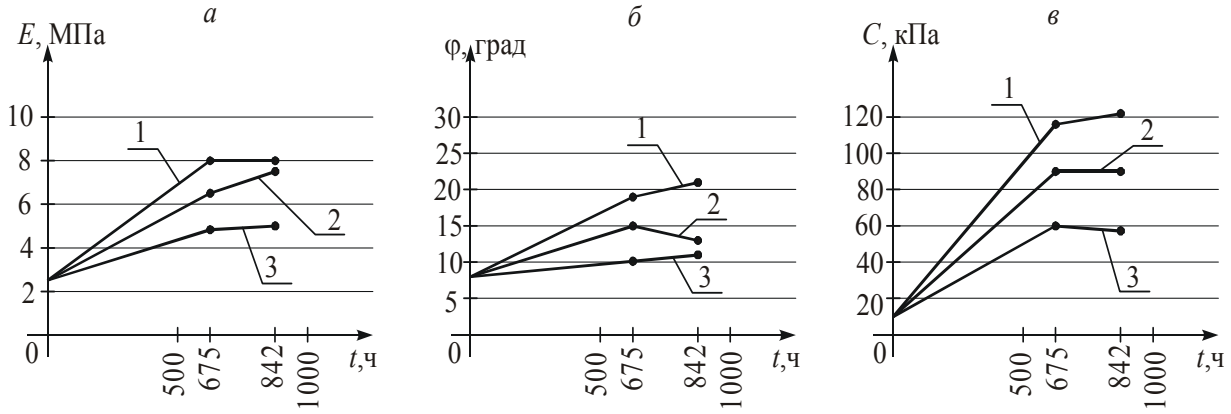


Рисунок 3 – Изменение модуля деформации Е (а), угла внутреннего трения φ (б) и сцепления С (в) грунта в ходе закрепления № 2 (Т = 60 ч):
1 – зона ЭХЗ; 2 – зона электроосмоса; 3 – промежуточная зона

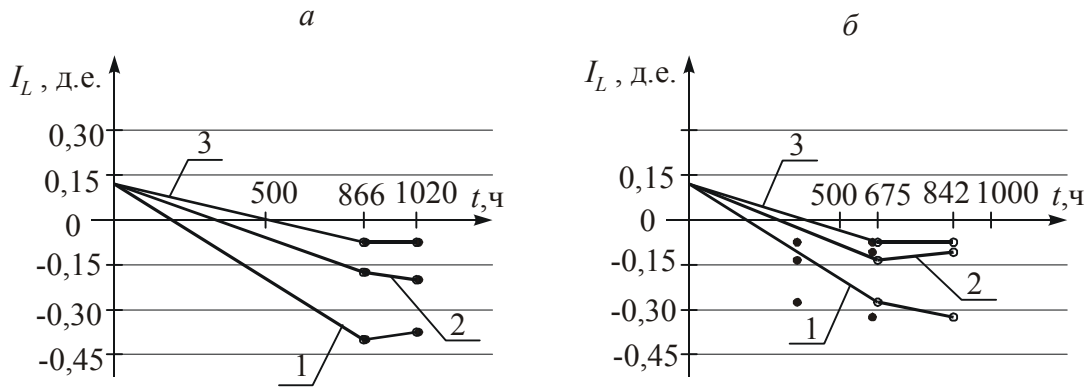


Рисунок 4 – Изменение показателя консистенции грунта I_L в ходе закрепления № 1 (а) и № 2 (б): 1 – зона ЭХЗ; 2 – зона электроосмоса; 3 – промежуточная зона

При проведении испытаний грунтов статическим зондированием с использованием аппаратуры ТЕСТ-К2 вдавливание зонда осуществлялось буровой установкой с постоянной скоростью. По измеренному сопротивлению грунта под острием и по боковой поверхности вдавливаемого в грунт зонда были получены характеристики свойств массива глинистых грунтов: модуль деформации *E*, угол внутреннего трения φ, сцепление *C*.

В целом результаты статического зондирования (рисунок 5) качественного подтверждают результаты лабораторных испытаний. С учетом полученных количественных диапазонов установлены следующие особенности:

- максимальное увеличение модуля деформации Е наблюдалось в зоне ЭХЗ, при этом относительное увеличение через 818 ч после начала ЭХЗ составило в 3,5 раза; конечные значения Е в зонах электроосмоса при использовании обоих составов имеют незначительное увеличение в 1,1 раза; в зоне электроосмоса величина Е

через 818 ч уменьшилась составила 2,8 МПа, данное уменьшение произошло вследствие увлажнения прикатодной зоны;

- изменения показателей угла внутреннего трения φ и сцепления грунта С повторяют закономерности изменений значения модуля деформации Е; при закреплении № 1 значение φ в зоне ЭХЗ через 148 ч после начала ЭХЗ увеличилось в 1,42 раза, а через 818 ч – в 1,65 раза по сравнению с начальным; при закреплении № 1 увеличение составило 1,33 раза через 215 ч, а через 626 ч – 1,38 раза.

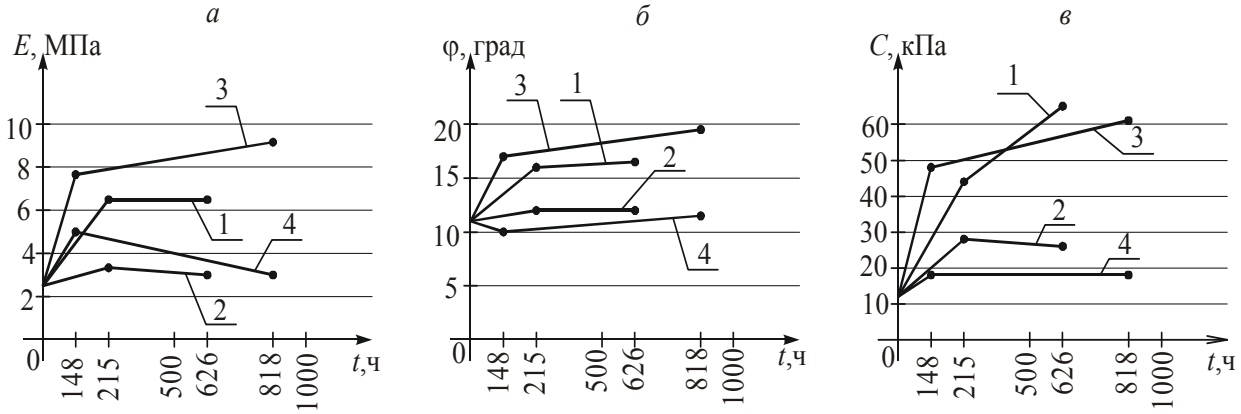


Рисунок 5 – Изменение модуля деформации (а), угла внутреннего трения (б) и сцепления (в) при основном и пробном закреплении, полученные по результатам статического зондирования:
1, 2 – зоны ЭХЗ и электроосмоса закрепления № 2; 3, 4 – зоны ЭХЗ и электроосмоса закрепления № 1

Основной практический вывод из анализа полученных результатов комплексных исследований состоит в следующем: при укреплении методом ЭХЗ прочностные и деформационные параметры могут быть улучшены в требуемых для обеспечения устойчивости сооружений пределах как при двух-, так и при однорастворной технологии, причем в последнем случае время гелеобразования закрепляющего раствора должно быть меньше времени электрообработки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Покатилов, А. В. Контроль изменения физико-механических свойств массива глинистых грунтов при электрохимическом закреплении / А. В. Покатилов, С. М. Простов // Вестник КузГТУ. – 2006. – № 4. – С. 10–14.

2. Экспериментальное однорастворное электрохимическое закрепление глинистых грунтов / Н. Ю. Никулин, А. В. Плотников, А. В. Покатилов, С. М. Простов // Вестн. КузГТУ. – 2011. – № 5. – С. 12–17.

УДК 622.281

С.М. Простов, А.В. Покатилов

АЛГОРИТМЫ РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ КРЕПЛЕНИЯ ВЫРАБОТОК С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО ЗАКРЕПЛЕНИЯ

Полученные в результате лабораторных и производственных экспериментальных исследований данные о закономерностях пространственно-временных изменений и диапазонах прочностных и деформационных свойств горных пород, упрочненных методом электрохимического закрепления (ЭХЗ), позволяют перейти к обоснованию параметров крепления выработок с использованием данной технологии.

Физические предпосылки и теоретические основы расчета основных параметров комбинированного крепления подземных выработок, включающего традиционную (железобетонную, металлическую, анкерную) крепь и несущую оболочку из упрочненных пород, рассмотрены в работах [1–3]. Доказано, что целесообразно рассматривать два основных случая расчета и проектирования подобной комбинированной крепи:

- при относительно малых нагрузках на крепь (строительство подземных выработок на глубинах до 50 м, при отсутствии аномальных по напряженно-деформированному состоянию зон в виде тектонических нарушений, плывунов или карстов) следует использовать для расчета методы теории упругости и критерии прочности в локальной зоне конструкции;
- при относительно высоких нагрузках, соизмеримых с прочностными параметрами материала несущей оболочки (подземные выработки на глубине более 50 м, на сопряжениях, пересечениях с пластами, в зонах повышенных тектонических напряжений), следует использовать условия предельного равновесия и критерий в форме паспорта прочности породы.

Ниже рассмотрены алгоритмы, реализующие указанные выше методические подходы.

Циклический алгоритм расчета толщины упрочненной оболочки в упругом режиме приведен на рисунке 1. Основные операции состоят в следующем:

- задают параметры нагрузки γ, H, λ; γ, H принимают по результатам инженерно-геологических изысканий и данных о сооружениях, создающих дополнительную нагрузку; за основное расчетное значение λ принимают λ=1,0, в отдельных неблагоприятных случаях рассматриваются величины в диапазоне λ = 1,0–0,7;
- задают прочностные свойства закрепленных пород C, φ, $\sigma_{сж}$;
- определяют безразмерную (относительную) прочность материала породной оболочки при сжатии
- по специальным зависимостям или номограмме по значениям σ и λ находят безразмерную толщину породной оболочки δ/a и абсолютное значение δ;
- определяют реакцию капитальной крепи $q_к$ с использованием рекомендаций методики [4] и изменение прочности материала породной оболочки;
- повторяют циклы вычисления; в случае малых значений $q_к$ по сравнению с вертикальной нагрузкой $q_в = \gamma H$ влиянием крепи можно пренебречь, в противном случае расчет продолжается до выполнения условия $\sigma_к \to 0$ ($\sigma_к \le \sigma_{к\,min}$).

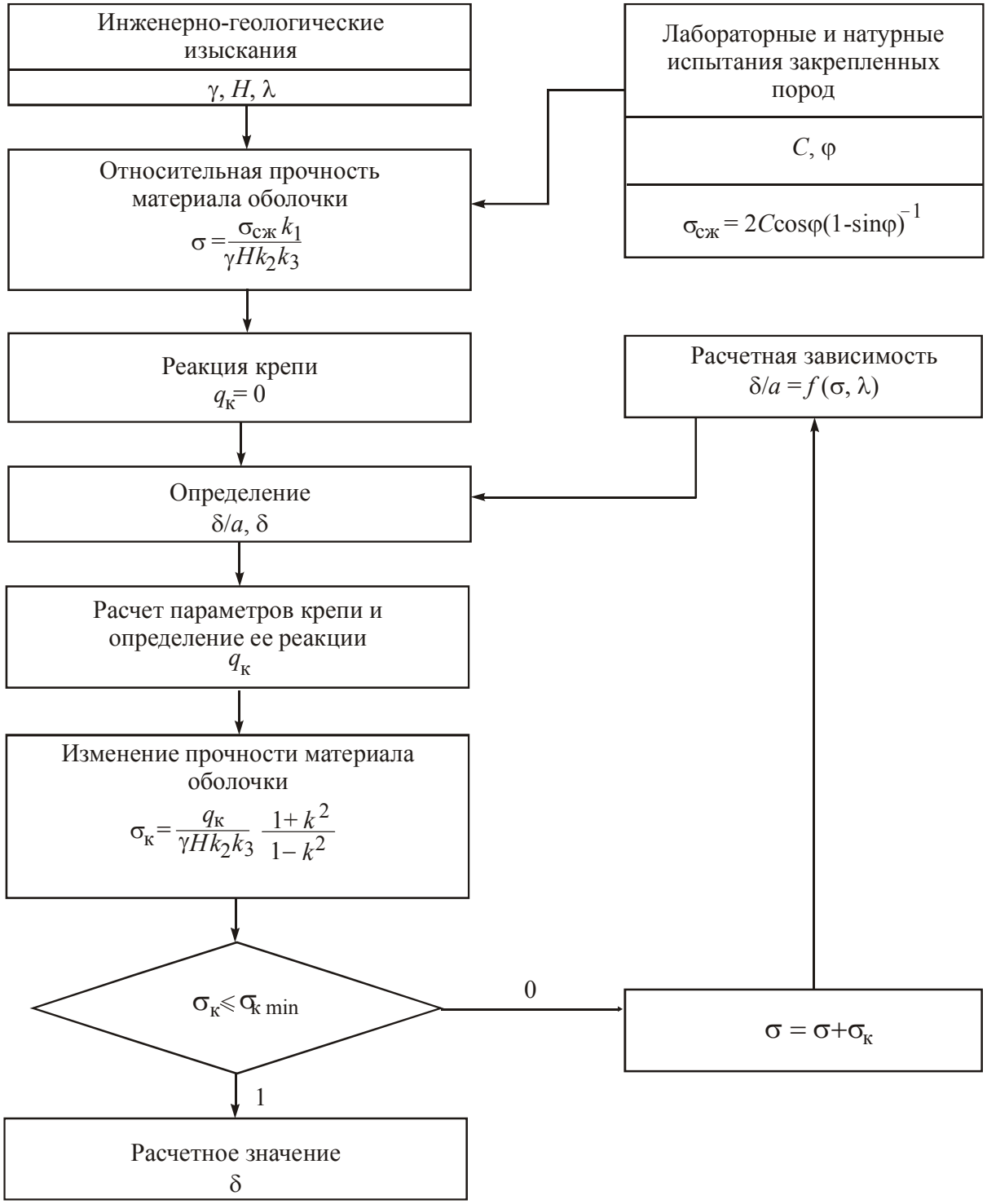


Рисунок 1 – Алгоритм расчета толщины δ породной оболочки в упругом режиме:

γ – усредненный удельный вес пород; H – глубина заложения выработки; λ – коэффициент бокового распора; k_1, k_2, k_3 – безразмерные нормативные коэффициенты (k_1, ≤ 1; k_2, = 1,1–1,5; k_3 = 1,2–1,3); δ – толщина закрепленной оболочки; a – приведенный радиус выработки; k – отношение внешнего и внутреннего диаметров оболочки; $\sigma_{к\,min}$ – минимальное значение $\sigma_к$ (погрешность расчета)

Сущность расчета комбинированной крепи по упруго-пластической схеме состоит в том, что породная оболочка, переходя в состояние предельного равновесия, воспринимает некоторую часть внешней нагрузки *q*, а оставшаяся часть передается на крепь

в виде нагрузки $q_к$. Следует найти такие параметры породной оболочки, при которых нагрузка на крепь станет равной ее несущей способности.

Расчет толщины породной оболочки при заданной реакции крепи и нахождение нагрузки на крепь при заданной толщине породной оболочки реализуется с помощью общего алгоритма, включающего следующие операции (рисунок 2):

- задают проектную конструкцию крепи и определяют ее несущую способность $q_к$; возможно экспериментальное определение $q_к$ по результатам стендовых испытаний крепи;
- определяют величину расчетной вертикальной нагрузки $q = \gamma H k_2 k_3$ и относительную безразмерную величину несущей способности крепи $q_к/q$;
- вводят характеристики прочности породной оболочки – C, φ, $\sigma_{сж}$ и остаточной прочности материала породной оболочки в запредельной стадии – $C_{ост}$, $\sigma_{ост}$;
- по специальным расчетным зависимостям определяют толщину породной оболочки δ.

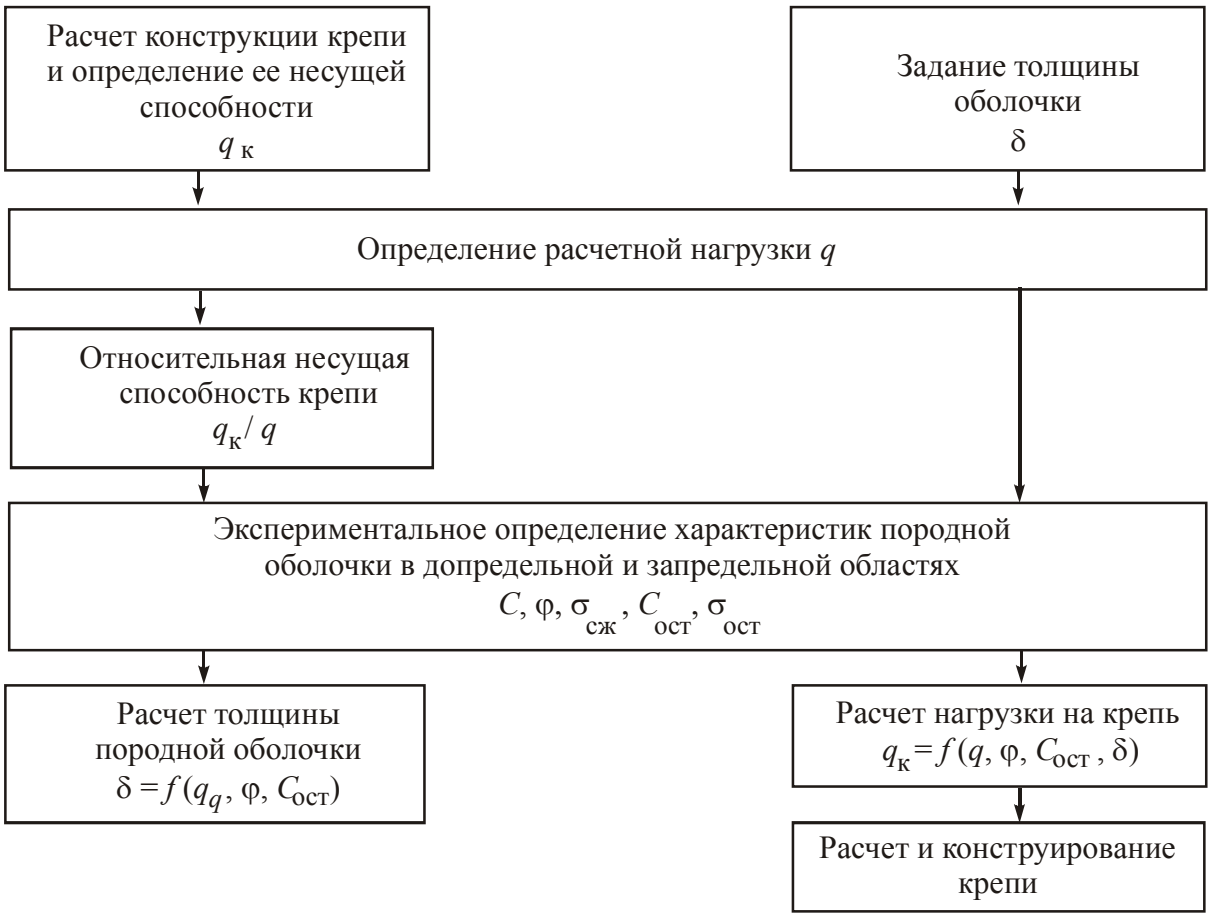


Рисунок 2 – Алгоритм расчета толщины δ породной оболочки в упруго-пластическом режиме:
$C_{ост}$, $\sigma_{ост}$ – остаточные сцепление и предел прочности при сжатии

Если толщину породной оболочки δ считают известной, то определение расчетной нагрузки на крепь $q_к$ выполняют в обратном порядке:

- задают толщину породной оболочки δ и определяют расчетную нагрузку q.
- вводят расчетные характеристики прочности материала породной оболочки в допредельной и запредельной стадиях;

- по специальным зависимостям определяют относительную нагрузку на крепь $q_к/q$ и ее абсолютное значение $q_к$;
- по величине $q_к$ производят расчет и конструирование крепи.

Для проектирования технологии ЭХЗ обводненных неустойчивых глинистых грунтов необходимо определять следующие параметры: толщину оболочки из закрепленных пород; радиус распространения закрепляющего раствора; расстояние между электродами; плотность тока; напряжение на электродах; плотность и концентрацию компонентов закрепляющего раствора; продолжительность электрообработки грунта. Общий алгоритм проектирования основных технологических параметров ЭХЗ приведен на рисунке 3.

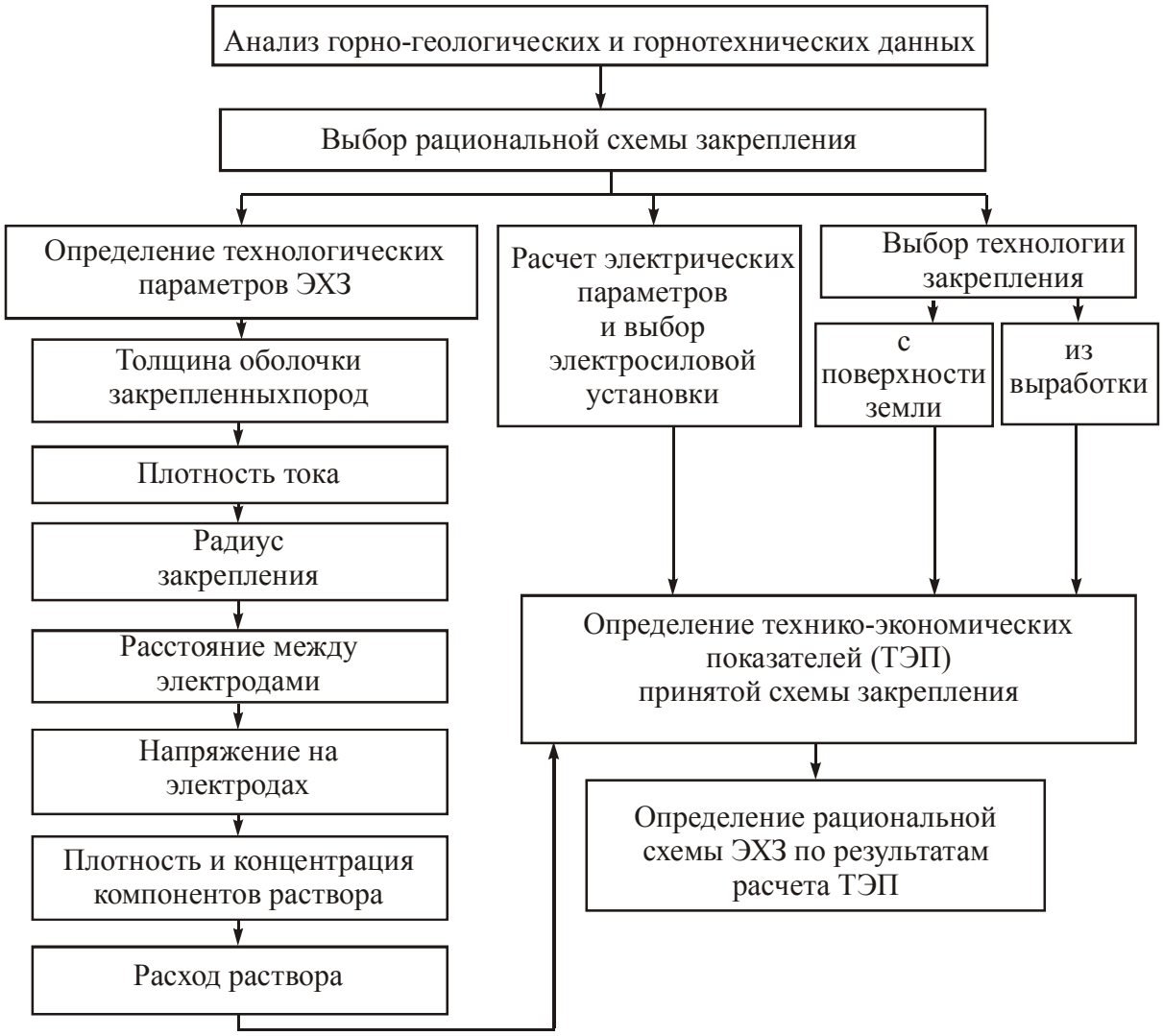


Рисунок 3 – Алгоритм проектирования ЭХЗ

Поскольку технология ЭХЗ является экспериментальной, при проектировании ЭХЗ целесообразно использовать опытно-расчетный метод. Так, радиус закрепления целесообразно определять опытным путем в натурных условиях или при моделировании электрохимической обработки грунта в лабораторных условиях. Удельный расход закрепляющего раствора в зависимости от пористости пород может достигать 350 л/м^3. Пористость суглинков и глин в зависимости от их плотности может достигать 50 %, при этом коэффициент фильтрации составляет 10^{-6}–10^{-7} м/с. Объем закрепляемого

грунта вокруг выработки определяют по площади сечения закрепляемой зоны и длине заходки. При этом форма заходки зависит от выбранного расположения скважин (параллельно выработке или под углом к ее оси) и может принимать вид полого цилиндра или усеченного конуса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Глазков, Ю. Ф. Физические предпосылки расчета параметров крепи выработок при электрохимическом закреплении глинистых наносов / Ю. Ф. Глазков, С.М. Простов, Д.И. Рудковский // Вестник КузГТУ. – 2007. – № 5. – С. 44–48.

2. Глазков, Ю.Ф. Обоснование параметров закрепленной породной оболочки вокруг выработок в упругом режиме / Ю. Ф. Глазков, С. М. Простов, Д. И. Рудковский // Вестник КузГТУ. – 2007. – № 6. – С. 4–10.

3. Глазков, Ю.Ф. Обоснование параметров комбинированной крепи в упругопластичном режиме / Ю. Ф. Глазков, С. М. Простов, Д. И. Рудковский // Вестник КузГТУ. – 2007. – № 6. – С. 10–15.

4. Баклашов, И. В. Механика подземных сооружений и конструкций крепей / И. В. Баклашов, Б. А. Картозия. – М.: Недра, 1992. – 543 с.

УДК 622:831.22

А.В. Ремезов, В.В. Климов, Л.М. Коновалов

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПРОЯВЛЕНИЯ ОПОРНОГО ГОРНОГО ДАВЛЕНИЯ ПРИ ОТРАБОТКЕ ЗАПАСОВ УГЛЯ В ВОСТОЧНОМ КРЫЛЕ УКЛОННОГО ПОЛЯ 18-2 ПЛАСТА ТОЛМАЧЕСКИЙ В ГРАНИЦАХ ШАХТНОГО ПОЛЯ ШАХТЫ «ПОЛЫСАЕВСКАЯ» ОАО «СУЭК-КУЗБАСС» В НИСХОДЯЩЕМ ПОРЯДКЕ ОТРАБОТКИ ВЫЕМОЧНЫХ СТОЛБОВ

Безаварийная и стабильная работа предприятия по добыче угля как показывает практика, напрямую зависит от состояния прилегающих к выемочному участку горных выработок, их устойчивости к влиянию опорного давления, развиваемого очистным забоем, а также горно-геологических и горнотехнических факторов.

Исследование влияния опорного давления, формируемого очистным забоем на состояние прилегающих горных выработок в условиях отработки угольных пластов средней мощности рассмотрим на примере отработки одной из шахт ОАО «СУЭК-Кузбасс» – шахты «Полысаевская», выкопировка с плана горных работ (рисунок 1).

Применяется схема подготовки угольных пластов – панельная, двукрылая. Подготовка выемочных участков длинными столбами по простиранию. Отработка выемочных столбов производится в обратном направлении, от границ шахтного поля к участковым главным выработкам.

Охрана оконтуривающих выемочные столбы горных выработок производится целиками угля. Сечение оконтуривающих выемочные столбы горных выработок – прямоугольное, крепление – анкерное. В зоне опережающей очистной забой опорного

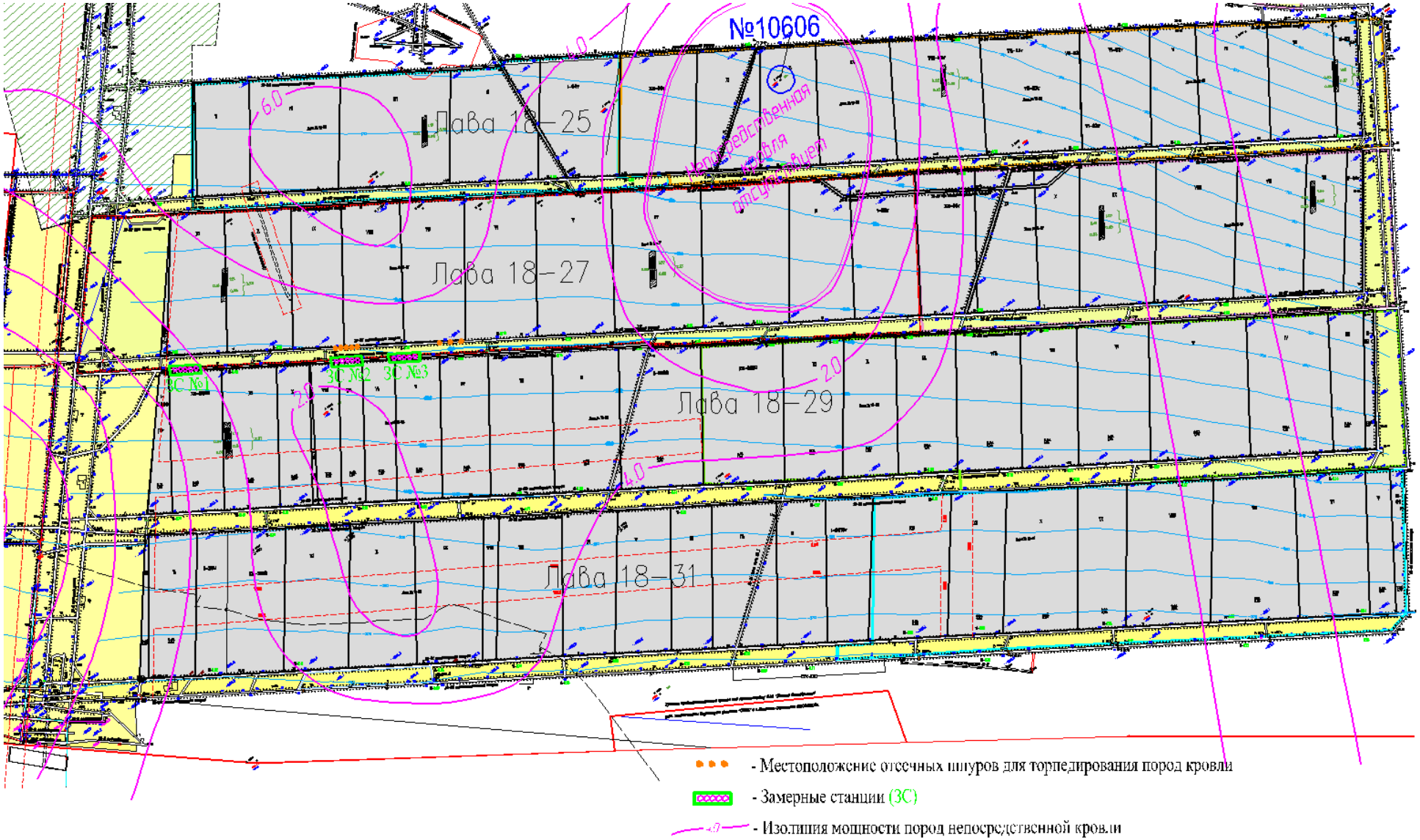


Рисунок 1 – Шахта Полысаевская. Пласт Толмачевский. Восточная часть уклонного поля 18-2

горного давления крепление оконтуривающих горных выработок усиливается согласно требованию ПБ 05-618-03 в угольных шахтах.

Вентиляционные штреки отрабатываемых выемочных столбов частично сохраняются для управления газовыделением из отработанного пространства при помощи газоотсасывающих установок, установленных на вертикальные скважины.

В данной статье рассмотрена отработка пл. Толмачевского в уклонном поле 18-2 (рисунок 1). Вначале отработка выемочных столбов на данном участке шахтного поля проводилась в нисходящем порядке. Первым был отработан выемочный столб 18-25. всего в этой части шахтного поля было отработано 4 выемочных столбов от 18-25 до 18-31. угол залегания пласта по падению в очистных забоях изменяется от 14 º до 7-8 º.

Глубина отработки выемочных столбов от 310 до 460 м на уровне выемочного столба 18-31.

При отработке очистного забоя 18-25 горное давление от этого забоя стало через целик в 17 м оказывать влияние на состояние вентиляционного штрека 18-27: отслаивание угля с боков выработки на глубину до 1,0 м; проседание, опускание кровли до 0,5–0,7 м, пучение почвы по выработке до 1,2 м. Намеченные меры усилению крепления кровли 18-27 вентиляционного штрека положительных результатов не дали.

Особенно неудовлетворительное состояние вентиляционного штрека проявились на расстоянии 420 м, в зоне сопряжения разрезной печи 18-27. На основании визуального обследования и произведенных замеров было принято решение о проведении параллельно 18-27 вентиляционному штреку 18-27^{бис} с оставлением между ними целика 35 м.

Для того чтобы не получить результат проявления горного давления подобным аварийному состоянию 18-27 вентиляционного штрека, начиная со сбойки № 5, т.е. разрезной печи 18-29, для сохранения 18-29 вентиляционного штрека целик между ним и конвейерным штреком 18-27 увеличили до 26 м. Также было принято решение произвести инструментальные наблюдения за деформированием массива пород, которые проводились с помощью трех замерных станций, а также при визуальных наблюдениях за состоянием контура и крепи выработки, охраняемой по способу массив – целик угля осуществлялись согласно разработанной методике проведения шахтных измерений в определенном порядке.

Замерная станция № 1 (ПК 12-15) была установлена 26.09.06 г. Начальный отсчёт на замерных пунктах и первичное расстояние от замерных пунктов до очистного забоя № 18-27 составили (таблица 1).

Таблица 1 – Измерения замерной станции № 1 (ПК 12-15)

Замерные пункты	Начальный отчёт, мм	Расстояние от замерных пунктов до очистного забоя № 18-27 в плане, м
ЗП 1	2551	165
ЗП 2	2630	159
ЗП3	2543	153
ЗП 4	2407	146
ЗП 5	2485	140

На основании инструментальной регистрации значений изменения вертикальной конвергенции с помощью конвергометра на 4.10.06 г. выявлено следующее:

Средние значения скорости вертикальной конвергенции показали – средневзвешенная скорость вертикальной конвергенции на ЗС №1 составила 0,14 мм/сут. (за недельный период от начального времени заложения станций), а среднее значение общих смещений составило 1,2 мм (рисунок 2).

Очистной забой № 1827 на 4.10.06 находился на удалении (95 – 120 м) от замерных пунктов ЗС № 1, т.е. подвигание составило 45 м.

Согласно статистическому анализу данных измерений вертикальной конвергенции за период с 26.09.06 по 20.02.07 (которые производились с недельной периодичностью) были сделаны следующие выводы:

Максимальное (среднее по пяти замерным пунктам) значение скорости вертикальной конвергенции составило 0,21 мм/сут. за месячный период измерений, в то же время положение очистного забоя № 18-27 относительно ЗС№ 1 было практически на одной линии в плане, т.е. ЗС № 1 находилась в зоне влияния очистной выработки. При дальнейшем удалении очистного забоя от ЗС№ 1 до границы доработки в плане, данные измерений показали степень снижения вертикальной конвергенции и стабилизации до уровня 0,08 мм/сут за период 5 месяцев.

По величине смещений и скорости смещений пород кровли оценивалось проявление горного давления в пространстве и во времени.

Анализ графических зависимостей построенных в результате инструментального контроля на замерных станциях выявил следующее:

Активное влияние динамических нагрузок на участке ЗС№ 1 зарегистрировано с 31.10.2006 (расстояние на данный момент времени от ЗС №1 до лавы № 18-27 составило 21 м) по 12.12.2006 (расстояние на данный момент времени от ЗС № 1 до лавы № 18-27 составило 110 м – остановка лавы на границе отработки).

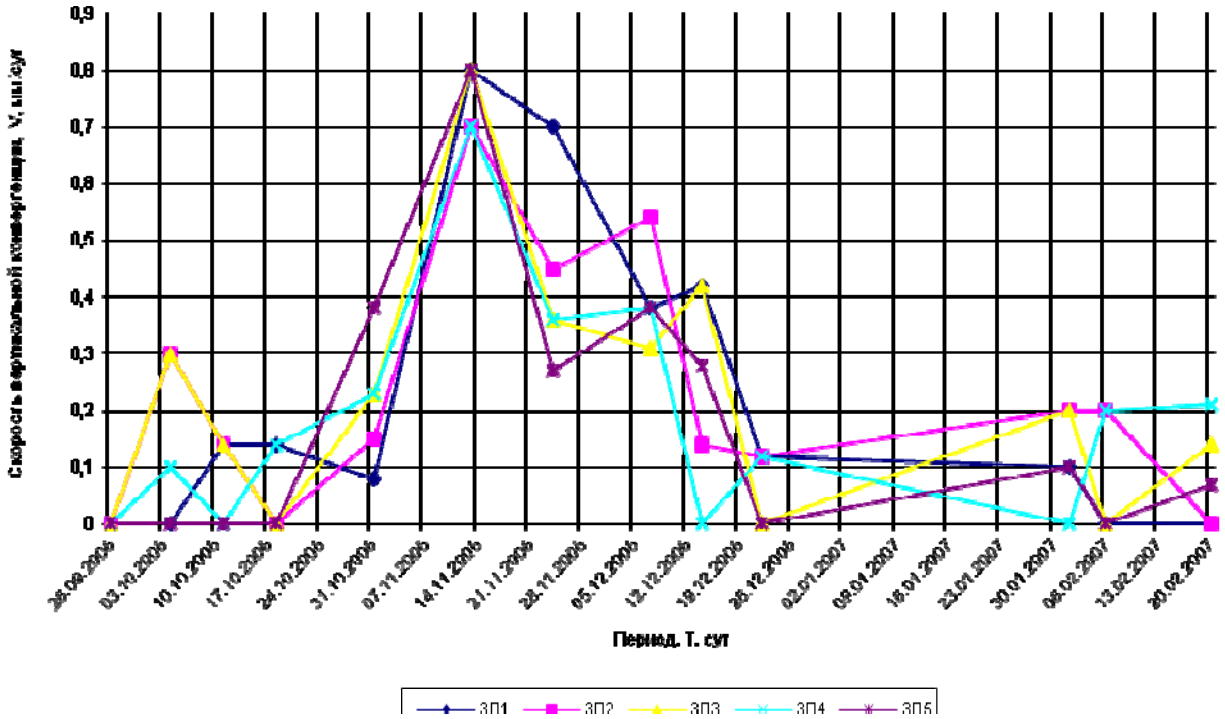


Рисунок 2 – Графическая зависимость скорости вертикальной конвергенции от времени наблюдений на ЗС № 1

На основании анализа результатов оперативной визуальной оценки состояния контура и крепи вентиляционного штрека 18-29 на участке ЗС № 1от 11.10.06 г. можно сделать следующее заключение:

Изменения интенсивности проявлении горного давления за период наблюдения 5 месяцев практически не выявлено, что может быть обусловлено эффективностью предварительного торпедирования пород кровли в зоне опережающего опорного давления, вероятно, это повлияло на уровень динамических нагрузок, вследствие разупрочнения пород кровли и, следовательно, произошло их уменьшение.

Замерная станция № 2 (ПК 34-40) была установлена 19.09.06 г. Начальный отсчёт на замерных пунктах и первичное расстояние от замерных пунктов до очистного забоя № 18-27 составили (таблица 2).

Таблица 2 – Измерения замерной станции № 2 (ПК 34-40)

Замерные пункты	Начальный отчёт, мм	Расстояние от замерных пунктов до очистного забоя № 18-27 в плане, м
ЗП 1	2404	-68
ЗП 2	2549	-78
ЗП 3	2432	-88
ЗП 4	2475	-98
ЗП 5	2443	-108

На основании инструментальной регистрации значений изменения вертикальной конвергенции, с помощью конвергометра на 26.09.06 г. было выявлено следующее:

Средние значения скорости вертикальной конвергенции: Средневзвешенная скорость вертикальной конвергенции на ЗС № 2 составляла 0,42 мм/сут. за недельный период наблюдений, а среднее значение общих смещений составило 3,0 мм.

Очистной забой лавы № 18-27 на 4.10.06 г. находился на удалении (–116 – 156м) от замерных пунктов ЗС № 2.

Согласно статистическому анализу данных измерения вертикальной конвергенции за период с 19.09.06 по 20.02.07 (которые производились с недельной периодичностью) были сделаны следующие выводы:

Максимальное (среднее по пяти замерным пунктам) значение скорости вертикальной конвергенции составило 0,42 мм/сут. за 5 месячный период, в то же время положение забоя лавы № 18-27 относительно ЗС № 2 было –120 м. При дальнейшем удалении очистного забоя от ЗС № 2 в плане данные измерений показали степень снижения вертикальной конвергенции и стабилизации до уровня 0,04 мм/сут за период 5 месяцев.

На основании анализа результатов оперативной визуальной оценки наблюдений состояния контура и крепи вентиляционного штрека 18-29 на протяжении ЗС № 2 от 11.10.06 г. можно сделать следующее заключение:

На протяжении участка от ПК 34 до ПК 40, (начальном участке заложения замерных пунктов ЗС № 2) выявлено расслоение обнажений левой замковой части выработки на величину до 0,1 м, что показывает степень активного проявления горного давления у замка выработки, результате зависание части породной консоли, не разупрочненной предварительным торпедированием в конвейерном штреке 18-27 и как следствие изменение начальных параметров вентиляционного штрека № 18-29.

Возможно, следствием такого характера горного давления является зона влияния очистного забоя при нисходящем порядке отработке выемочных участков и это отразилось в отслоениях пород краевой части выработки (рисунок 4).

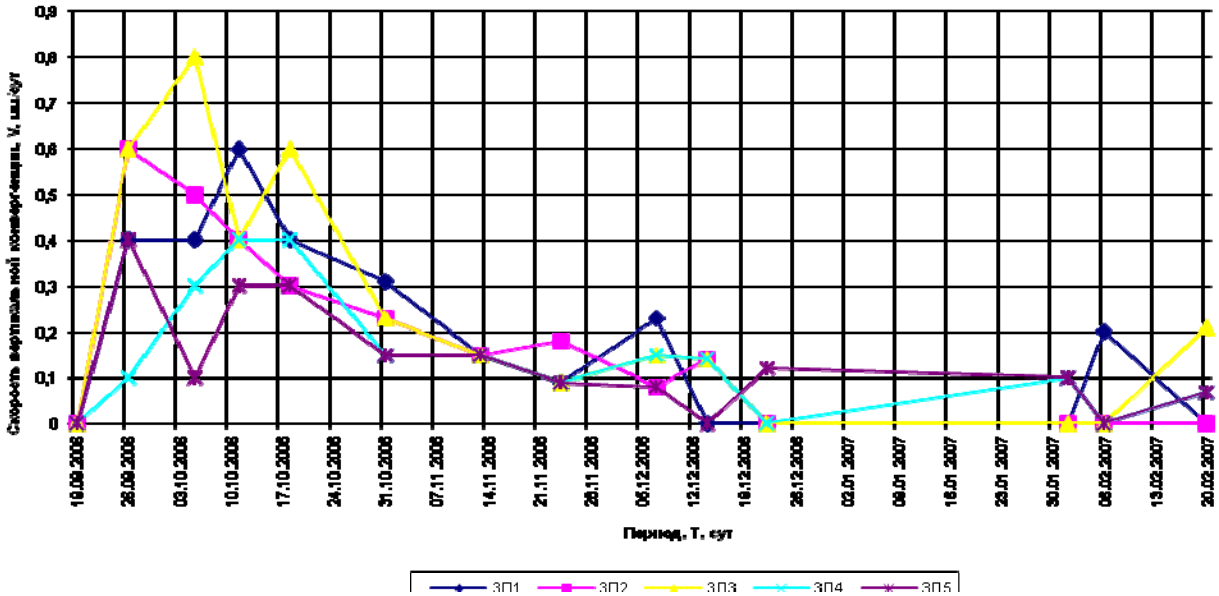


Рисунок 3 – Графическая зависимость скорости вертикальной конвергенции пород от времени наблюдений на ЗС № 2

Рисунок 4 – Состояние участковой подготовительной выработки при нисходящем порядке отработки выемочных участков пласта Толмачевский (отслоение пород краевой части выработки со стороны охранного целика)

Замерная станция № 3 (ПК 48 - 52) была установлена 19.09.06 г. Начальный отсчёт на замерных пунктах и первичное расстояние от замерных пунктов до очистного забоя № 18-27 составили (таблица 3).

Таблица 3 – Измерения замерной станции № 3 (ПК 48 - 52)

Замерные пункты	Начальный отчёт, мм	Расстояние от замерных пунктов до очистного забоя № 1827 в плане, м
ЗП 1	2592	-169
ЗП 2	2453	-179
ЗП3	2316	-189
ЗП 4	2522	-199
ЗП 5	2467	-230

На основании инструментальной регистрации значений изменения вертикальной конвергенции с помощью конвергометра на 5.10.06 г. выявлено следующее:

Средние значения скорости вертикальной конвергенции показали: Средневзвешенная скорость вертикальной конвергенции на ЗС № 3 составила 0,18 мм/сут (за недельный период от начального времени заложения станций), а среднее значение общих смещений составило 2,4 мм.

Очистной забой № 18-27 на 5.10.06 находился на удалении (–218 – 258) м от замерных пунктов ЗС № 3.

Согласно статистическому анализу данных измерения вертикальной конвергенции за период с 19.09.06 по 20.02.07 гг. (которые производились с недельной периодичностью) были сделаны следующие выводы:

Максимальное (среднее по пяти замерным пунктам) значение скорости вертикальной конвергенции составило 0,18 мм/сут за 5 месячный период, в то же время положение очистного забоя № 18-27 относительно ЗС № 3 в плане составило расстояние -240 м. При дальнейшем удалении очистного забоя от ЗС № 3 данные измерений показали степень снижения вертикальной конвергенции и стабилизации до уровня 0,042 мм/сут за период 5 месяцев.

На основании анализа результатов оперативной визуальной оценки наблюдений состояния контура и крепи вентиляционного штрека 18-29 на участке ЗС № 3 от 11.10.06 г. можно сделать следующее заключение:

Характер проявлений горного давления выражен в локальных отслоениях пород левой замковой части выработки на величину до 0,1 м (на участке заложения замерной станции № 3 выработки).

В результате анализа установлено, что интенсивность горного давления (влияние динамических нагрузок) на участке ЗС № 2 стабилизировалась раньше, чем на других замерных станциях. Это свидетельствует об эффективности мероприятий по разупрочнению породных консолей в конвейерном штреке № 18-27.

Максимальное значение общих смещений выявлено на участке ЗС № 1 и составило в 31 мм (среднее значение по пяти замерным пунктам). Это объясняется тем, что данная замерная станция заложена перед очистным забоем вне влияния опорного давления и на ней зарегистрированы значения смещений вне зоны опорного давления, в зоне динамического опережающего опорного давления, в зоне динамического опорного давления за лавой, в зоне стабилизации смещений (статическая составляющая опорного давления). В то же время напротив ЗС № 1 не производилось шпуровое взрывание в конвейерном штреке № 18-27.

Максимальное значение скорости вертикальной конвергенции зарегистрировано на участке ЗС № 1 и на одном замерном пункте ЗС № 2, составило 0,8 мм/сут.

В целом состояние выработки было удовлетворительное.

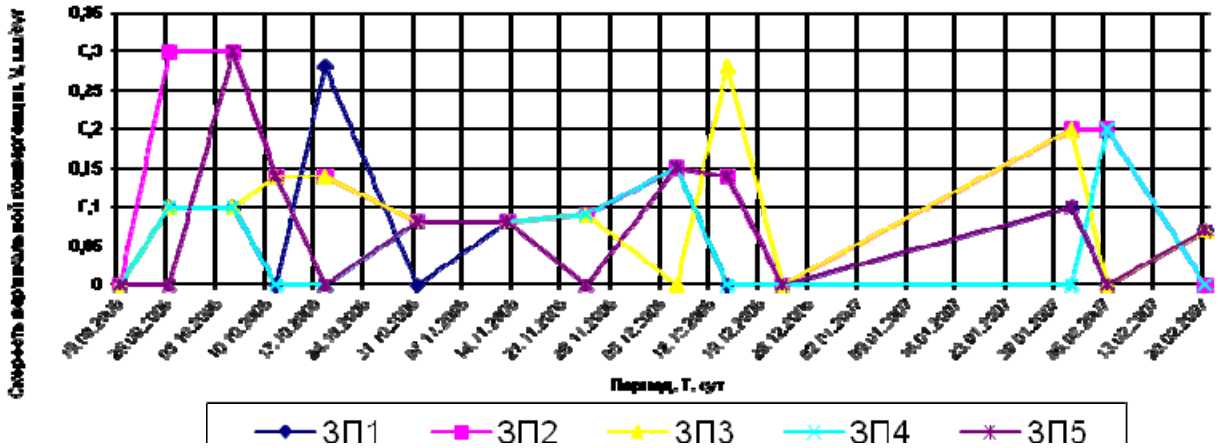


Рисунок 5 – Графическая зависимость скорости вертикальной конвергенции от времени наблюдений на ЗС № 3

По истечению четырех месяцев после отработки очистного забоя 18-27 был обследован № 18-29 вентиляционный штрек. Результатами обследования был установлен следующий характер проявления и интенсивность горного давления: на участке выработки примерно в 820 м (от устьевой части ПК 12 до ПК 94) почти повсеместно присутствуют локальные отслоения замковых частей выработки на величину от 0,05 м до 0,15, локальное отслоение бока на величину от 0,1 м до 0,5, кроме этого в отдельных местах со стороны левого бока выработки интенсивные отжимы на величину до 0,6м, вывал пород кровли на величину от 0,2 до 1,0 м, деформация (прогиб) швеллера № 8. На протяжении следующего участка вентиляционного штрека (от разрезной печи до монтажной камеры № 18-29 увеличена ширина опорного целика и составляет 26 м), после визуальных наблюдений, отжимов, отслоений, вывалов и т.д. не обнаружено. Состояние выработки удовлетворительное.

Учитывая негативное влияние горного давления со стороны отрабатываемого очистного забоя при подготовке выемочного столба 18-27 с оставлением межштрекового охранного целика в 20 м, было принято решение об увеличении охранного межштрекового целика между 18-27 конвейерным и 18-29 вентиляционным штреками до 26 м, и впоследствии между 18-29 конвейерным и 18-31 вентиляционным штреками до 31 м.

При визуальном наблюдении за выработанным пространством со стороны конвейерного штрека было обнаружено, что со стороны конвейерного штрека в отработанном пространстве на длительном расстоянии кровля не обрушалась и не заполняла отработанное пространство. Это наблюдалось и по восстанию пласта примерно на величину до 30 секций.

Анализ этих наблюдений, а также используя данные каротажа пород кровли пласта Толмачевский, было обнаружено, что характеристика основной кровли изменилась, породы основной кровли стали более крепкими, их мощность увеличилась, основная кровля приобрела свойства труднообрушаемой в нижней части отработанного пространства очистного забоя. Основная кровля стала зависать на значительной площа-

ди; на охранный целик и ниже проведенный вентиляционный штрек стало проявляться повышенное горное давление. Под действием образовавшегося горного давления межштрековый целик стал разрушаться (проседать), в результате чего возросла скорость вертикальной конвергенции на замерных пунктах замерной станции № 3.

На основании полученных результатов значительной конвергенции кровли в 18-29 вентиляционном штреке было принято решение о проведении эксперимента с целью образования искусственного трещинообразования в консоли основной кровли и обрушения зависающей консоли (по отсечению образовавшейся консоли основной кровли) при помощи буровзрывных работ по нижнему борту 18-27 конвейерного штрека. Паспорт БВР составлялся по геологическим данным – состав пород кровли был уточнен по данным геофизических исследований в шпурах (каротажу), который представлен на рисунке 6 по скважинам 10623, 10605, 10559, расположенным вдоль столба лавы 18-29.

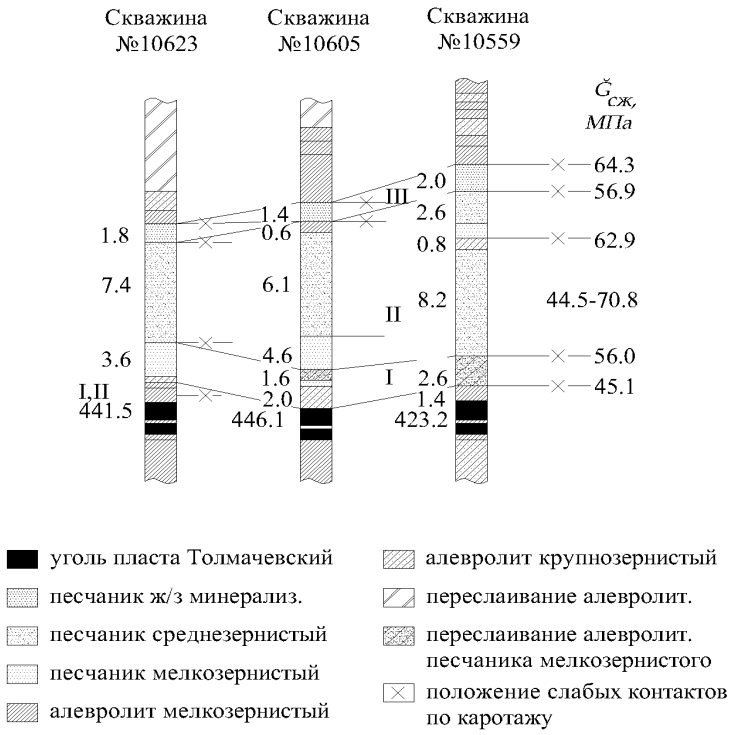


Рисунок 6 – Геологическое строение кровли пласта Толмачевский

Оценка кровли по нагрузочным свойствам производится по отношению

$$h_{ë.î}/m \qquad (1)$$

где $h_{ë.î}$ – суммарная мощность легкообрушающихся слоев пород, м; m - вынимаемая мощность угольного пласта, м.

По данным разреза $h_{ë.î}/m$ = 0 – 1,4/2,28 = 0 – 0,6, следовательно, согласно п.1,4 [1], кровля пласта Толмачевского по нагрузочным свойствам относится к тяжелой. Наиболее сложные условия по проявлению горного давления на крепь следует ожидать на участке середины столба лавы, где $h_{ë.î}$ = 0 м.

Положение слабых контактов в разрезе следует приурочить к естественным трещинам и резким переходам между литотипами.

Заключение

1. Проведенная исследовательская работа показывает, что с увеличением глубины разработки угольных пластов особенно сильное горное давление испытывают выработки, охраняемые угольными целиками. Охранный целик угля шириной менее 20-25 м оставляемый между выемочными столбами в условиях глубины разработки 450 м, не обеспечивает нормального эксплуатационного состояния охраняемой выработки и за срок поддержания ее приходится многократно производить ремонт крепления, усиливать крепь. Согласно рекомендациям ВНИМИ, для условий глубины разработки угольного пласта 450 м - ширина охранного целика должна быть равной не менее 30 м.

2. Инструментальные наблюдения показали, что с момента заложения замерных станций в вентиляционном штреке смещение пород кровли в штреке составило до 40 мм, эти смещения были обусловлены воздействием смежной лавой, зона опорного давления которой отмечалась начиная с 20 м впереди забоя. Смещения пород преимущественно замковой части выработки со стороны охранного целика происходило в 2 раза интенсивнее, чем со стороны массива. Это происходит вследствие активного воздействия консоли пород на охранный целик, а также, что напротив данного участка выработки не проводилось предварительное разупрочнение пород кровли.

3. Применение технологии предварительного разупрочнения пород кровли оказывает положительный эффект – в результате изменение скорости конвергенции пород в 2-3 раза менее интенсивнее, чем в условиях, где не проводилось разупрочнение пород кровли. Однако, что при фактическом строении пород основной кровли эффект её разупрочнения был недостаточным, вследствие не правильного выбора схем расположения скважин и параметров их заложения. Показания изменений на участке замерной станции № 1 вентиляционного штрека утверждает предварительные предположения (увеличение колебаний вертикальной конвергенции) о не рациональном выборе схемы расположения скважин.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Технология подземной разработки пластовых месторождений /А.А.Борисов, С.Г. Андрушкевич, Д. Ф. Борисов и др. – М.: Недра, 1972.

2. Правила безопасности в угольных шахтах (ПБ 05-618-03). Серия 5. Выпуск 11 / колл. авт.– Москва, 2007.

3. Указания по рациональному расположению, охране и поддержанию горных выработок на угольных шахтах СССР. М., ВНИМИ,1978.

4. Механика горных пород и массивов, М.: Недра, 1980.

5. Борисов А.А. Механика горных пород и массивов, М.: Недра, 1980. – 360 с.

6. Чельцова Н. М. Автореферат. Геомеханические основы выбора способов эффективного поддержания и рационального расположения подготовительных выработок при труднообрушаемых кровлях в условиях Интинского месторождения. Ленинград, 1988.

7. Коновалов Л. М. Совершенствование способов управления горным давлением в повторно используемых выработках шахт Ленинского района Кузбасса. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Кемерово, 1994.

8. Исследование эффективности мероприятий по снижению влияния горного давления лавы 18-27 / В.М.Ануфриев, А.В.Ремезов, Л.М.Коновалов, А.В.Рогачков // Вестник КузГТУ. – 2007. – № 4 (62). – С. 17–22.

9. Инструкция по выбору способа и параметров разупрочнения кровли на выемочных участках. ВНИМИ, Ленинград, 1982.

10. Справочник взрывника. Под редакцией Б. Н. Кутузова. М.: Недра, 1988.

11. Чельцова Н. М. Автореферат. Геомеханические основы выбора способов эффективного поддержания и рационального расположения подготовительных выработок при труднообрушаемых кровлях в условиях Интинского месторождения. Ленинград, 1988.

УДК 622.831.22

В.В. Климов, А.В. Ремезов

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ОПОРНОГО ДАВЛЕНИЯ, ФОРМИРУЕМОГО ОЧИСТНЫМ ЗАБОЕМ НА СОСТОЯНИЕ ПРИЛЕГАЮЩИХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК В УСЛОВИЯХ ОТРАБОТКИ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ СРЕДНЕЙ МОЩНОСТИ НА ШАХТАХ ОАО «СУЭК-КУЗБАСС» КАК В НИСХОДЯЩЕМ, ТАК И В ВОСХОДЯЩЕМ ПОРЯДКЕ НА ПРИМЕРЕ ОТРАБОТКИ ЗАПАСОВ УГЛЯ В ГРАНИЦАХ ШАХТНОГО ПОЛЯ ШАХТЫ «ПОЛЫСАЕВСКАЯ»

Краткие сведения об изучаемом объекте и исследуемом вопросе

ОАО «СУЭК-Кузбасс» осуществляет добычу угля открытым (3 разреза) и подземным способом (9 шахт), при этом из 9 угольных шахт – абсолютное большинство предприятий – 8 шахт, что составляет 88 %, работают по схеме «шахта – лава», т.е. в постоянной работе только один очистной забой. В условиях требования рынком стабильной отгрузки и поставки угля шахтами, возникает необходимость: 1. – минимизировать сроки перемонтажа механизированного комплекса; 2. – обеспечить безаварийную работу предприятия по добыче угля.

Сокращение сроков на перемонтаж механизированного комплекса может быть достигнуто не только за счет четкой организации труда при ведении работ по демонтажу, перевозке и монтажу механизированного комплекса, но и за счет правильного решения по выбору способа формирования, типа крепления и места заложения демонтажной камеры.

Безаварийная работа предприятия по добыче угля как показывает практика, напрямую зависит от состояния прилегающих к выемочному участку горных выработок, их устойчивости к влиянию горно-геологических и горнотехнических факторов.

Отдельные предприятия компании имели серьезные проблемы, связанные с данным фактором, к примеру, из-за значительного горного давления, оказанного на выемочные выработки, в результате отработки смежных выемочных участков и невозможности их дальнейшего поддержания и нормальной эксплуатации на шахтах «Полысаевской» и «им. С. М. Кирова» возникла необходимость проведения дополнительно параллельных выработок, а в отдельных случаях увеличения межштрековых целиков.

В настоящее время угольные шахты ОАО «СУЭК-Кузбасс» осуществляют добычу угля на 17-ти пластах.

Применяется схема подготовки угольных пластов – панельная. Применяются как однокрылые, так и двукрылые панели. Подготовка выемочных столбов, в большинстве случаев, производится длинными столбами по простиранию. Отработка выемочных столбов производится в обратном направлении, от границ шахтного поля к участковым главным выработкам.

Охрана оконтуривающих выемочные столбы горных выработок производится целиками угля.

Сечение оконтуривающих выемочные столбы горных выработок – прямоугольное, крепление – анкерное. В зоне опережающей очистной забой опорного горного давления крепление оконтуривающих горных выработок усиливается согласно требованию ПБ 05-618-03 в угольных шахтах.

В отдельных случаях, в зависимости от применяемого способа проветривания и газоуправления, вентиляционные штреки отрабатываемых выемочных столбов частично сохраняются для управления газовыделением из отработанного пространства при помощи газоотсасывающих установок, установленных на вертикальные скважины.

Исследование влияния опорного давления, формируемого очистным забоем на состояние прилегающих горных выработок в условиях отработки угольных пластов средней мощности, рассмотрим на примере отработки одной из шахт ОАО «СУЭК-Кузбасс» – шахты «Полысаевская».

Поле шахты «Полысаевская» расположено в центральной части Ленинского угольного района. В административном отношении шахта входит в состав города Полысаево Кемеровской области. Промплощадка шахты удалена от города на 3,0 км к югу. Шахта «Полысаевская» граничит с шахтами: «им. 7 Ноября», «Октябрьская», «Заречная», «Комсомолец», «Кузнецкая». Поле шахты «Полысаевская» приурочено к центральной и самой крупной Ленинской синклинали. В геологическом строении месторождения принимают участие продуктивные отложения ильинской и ерунаковской подсерии кольчугинской серии и относятся к ленинской и грамотеинской свитам. Повсеместно продуктивные отложения шахтного поля перекрываются четвертичными аллювиальными и делювиальными отложениями, мощность которых изменяется от 2 до 60 м. Вмещающие породы сложены мелко-, средне- и крупнозернистыми песчаниками, мелко-, средне- и крупнозернистым алевролитами, аргиллитами, углистыми алевролитами и аргиллитами. Глинистые разности пород приурочены, в основном, к кровле и почве угольных пластов. Песчаники и крупнозернистые алевролиты слагают центральные части междупластий.

В тектоническом отношении залегание пластов спокойное, региональный Южно-Журинский взброс влияния на тектонику шахтного поля не оказывает. В юго-западной части шахтного поля встречено нарушение 1-1 типа согласного взброса. При отработке угольных пластов не было отмечено даже мелкоамплитудных нарушений. В преобладающем большинстве угли шахты разбиты нормально-секущими системами трещин. Более отчетливо выражена система трещин, падающих под углом 75–85° с азимутом падения 45–75°, вторая система с азимутом падения 320–330° под углом 82–87°. Расстояние между трещинами в углах 0,01–0,05 до 0,25 м, во вмещающих породах 0,10–0,3 до 0,5 м. По сложности геологического строения поле шахты отнесено к I группе.

В границах горного отвода шахты Полысаевская находятся пять рабочих пластов Надбайкаимский, Байкаимский (гор.+120 м), Бреевский, Толмачевский, Емельяновский (гор. –30 м).

Шахта Полысаевская сдана в эксплуатацию в 1940 году. В разные годы добыча осуществлялась при одновременной работе 2–4 очистных забоев. До 2000 года шахта «Полысаевская» имела два рабочих горизонта: гор.+120 м и гор.–30 м. В 1999 г. гор.+120м ликвидирован, добыча угля ведется только на горизонте –30 м. В настоящий момент предприятие работает с производственной мощностью 2200 тыс. т угля в год с одним выемочным участком («шахта – лава»).

Из-за большой протяженности шахтного поля (более 6 км) угольные пласты по простиранию разделены на блоки № 1, № 2 и № 3. Блок № 1 расположен у северо-западной границы шахтного поля в районе главных стволов, блок № 2 расположен в центральной части шахтного поля, блок № 3 расположен у северо-восточной границы шахтного поля. Запасы блока № 1 по пластам Бреевскому и Толмачевскому отработаны полностью. Блок № 3 шахтой не отрабатывался, ведутся подготовительные работы по пласту Бреевскому. Подготовка пластов – панельная. В границах блока располагается по одной двукрылой панели. Размер панели по простиранию изменяется от 2600 до 4000 м, по падению от 1500 до 2000 м.

С 2003 года очистные работы ведутся по пласту Толмачевскому в уклонном поле 18-2, при следующих технологических решениях:

- система разработки длинными столбами по простиранию с полным обрушением кровли, отработка выемочных столбов осуществляется в обратном порядке от границ шахтного поля к центральным уклонам
- порядок отработки в восточной части панели – нисходящий – выемочные участки 18-25, 18-27, 18-29 и 18-31, в западной части панели – восходящий – выемочные участки 18-10, 18-8, и 18-6
- длина выемочных участков 270–300 м,
- длина выемочных столбов составляет в западной части панели около 1500 м и в восточной части панели около 2300 м;
- схема подготовки выемочных столбов – проведение спаренных выемочных штреков;
- схема проветривания выемочных участков комбинированная с изолированным отводом метановоздушной смеси через все выработанное пространство за счет общешахтной депрессии или газоотсасывающей установки, движение воздуха по лавам – восходящие;
- крепление подготовительных выработок – сталеполимерная анкерная крепь;
- вынимаемая мощность пласта Толмачевский с учетом породных прослоев и ложных кровли и почвы 2,40 – 2,58 м. Пласты вынимаются на полную мощность.

Технология ведения работ и план горных работ по пласту Толмачевскому приведен на рисунке 1.

За период 2003–2012 г.г. в уклонном поле 18-2 уже отработана большая часть промышленных запасов (12560 тыс. т) – завершена отработка запасов в восточной части панели – нисходящим порядком – выемочные участки 18-25, 18-27, 18-29 и 18-31 (2003–2011 гг.), началась отработка правой (западной) части уклонного поля 18-2 пласта Толмачевского в восходящем порядке – выемочные участки 18-10, 18-8 – отработаны, 18-6 – в работе.

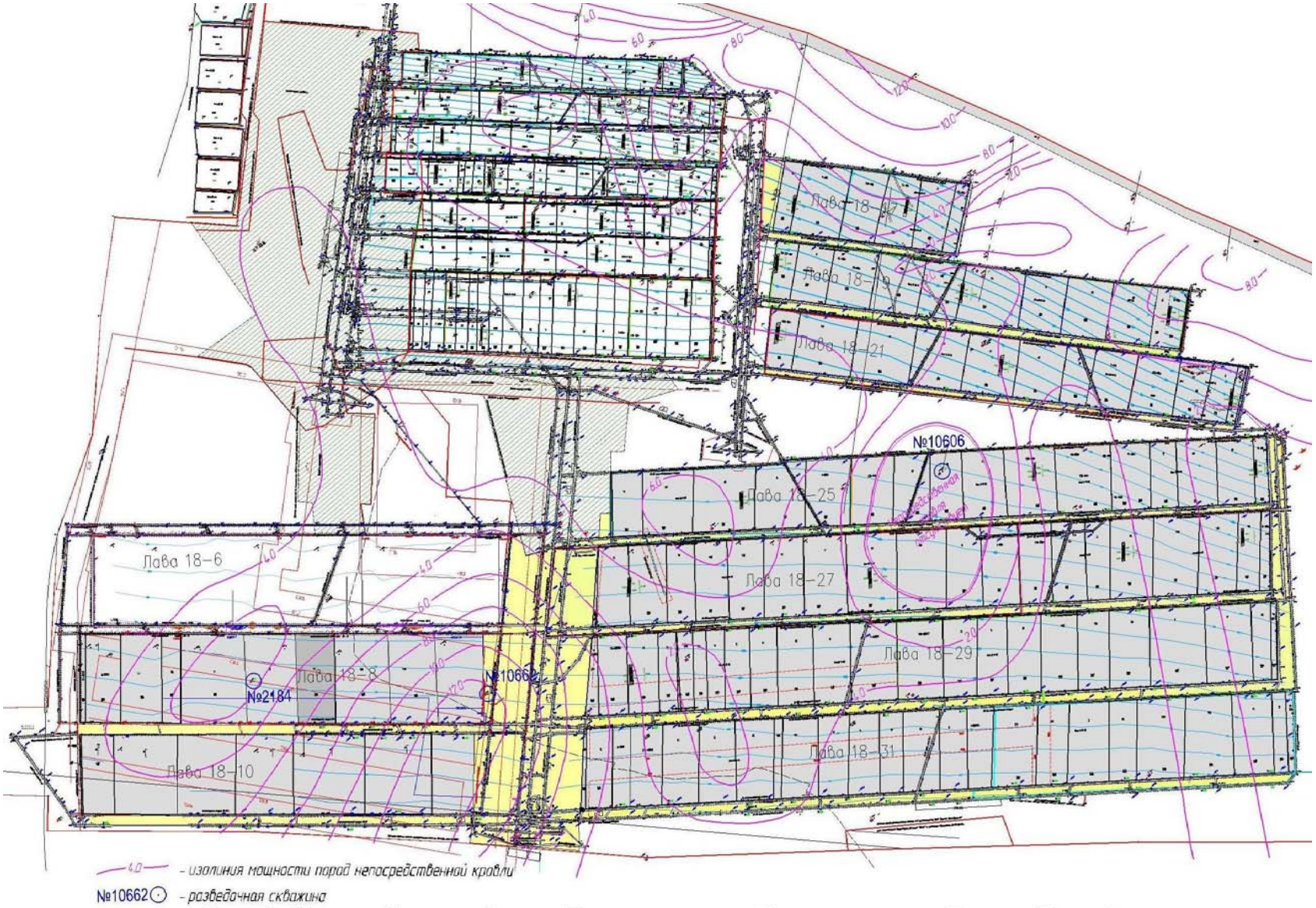


Рисунок 1 – Шахта Полысаевская. План горных работ по пласту Толмачевский

При отработке запасов предприятие было вынуждено решать определенные проблемы, выявленные в ходе ведения очистных работ нисходящим порядком, прежде всего в части обеспечения нормируемого (расчетного) сечения выработок вентиляционных штреков на весь период их эксплуатации и поддержания. Так, после отработки выемочных участка 18-25, в пройденном ниже (при охранном целике в 20 метров) – вентиляционном штреке 18-27, под влиянием горного давления отработанной смежной лавы, пришлось выполнять комплекс восстановительных работ: поддир почвы и усиление крепления на протяжении 1200 метров, а также проведение дополнительной параллельной выработки 18-27 пром. вентиляционного штрека длиной около 500 метров в 35 метрах ниже 18-27 вентиляционного штрека вдоль участка выработки с критическими деформациями крепления. В целях снижения влияния горного давления смежных лав, было принято решение об увеличении размеров охранных целиков: между смежными лавами 18-27 и 18-29 с 20 м до 26,5 м, а между лавами 18-29 и 18-31 с 26,5 м до 30 м. Данное техническое решение привело к дополнительным потерям угля при отработке выемочных участков 18-29 – 27750 тыс. т, 18-31 -36960 тыс. т, но не решило вопросов безаварийного ведения очистных работ – при работе вышеуказанных лав на отдельных участках вентиляционных штреков 18-29 и 18-31, впереди линии очистного забоя в зоне опережающего горного давления были зафиксированы проявления горного давления имеющего значительную силу, по величине смещений и скорости смещений пород кровли сопровождавшаяся активным вспучиваем пород почвы, значительной деформацией крепления – вертикальная конвергенция доходила до 1,1–1,6 м. Горные работы велись по специально разработанным мероприятиям в части применения дополнительного усиления крепления вентиляционного штрека – с установкой на «лежаны» органных рядов из деревянных стоек в несколько рядов под непрерывный подхват, переразмещения оборудования (энергопоезда) на штреке и снижения скорости движения забоя.

Проблемные участки были отмечены не только при ведении работ в зоне повышенного горного давления (влияние оставленных охранных целиков по пласту Бреевскому), но в зонах с измененными характеристиками пород кровли, а именно при значительном уменьшении мощности непосредственной и увеличении основной кровли (приобрела свойства труднообрушаемой в нижней части отработанного пространства очистного забоя). Основная кровля стала зависать на значительной площади; на охранный целик и ниже проведенный вентиляционный штрек стало проявляться повышенное горное давление. Было также принято решение о проведении буровзрывных работ с целью образования искусственного трещинообразования в консоли основной кровли и обрушения зависающей консоли.

Средняя (общая) горно-геологическая характеристика пласта Толмачевского в пределах поля шахты «Полысаевская» выглядит следующим образом:

Пласт Толмачевский имеет сложное строение, внутри его содержится от 1 до 4 невыдержанных по площади и по мощности породных прослойков. На участке между разведочными линиями 8-9 и 11-11 общая мощность пласта (вместе с прослойком) изменяется от 2,10 м. до 2,50 м. В этом интервале преобладает в основном 1 прослоек, разделяющий пласт угля примерно пополам. Средняя мощность его 0,25 м. За разведочной линией 11-11 пласт Толмачевский расщепляется на два: пл. Толмачевский и пл. Толмачевский-Случайный. В интервале от разведочной линии 11-11 и до юго-восточной границы шахтного поля мощность пл. Толмачевского колеблется в пределах от 1,10 до 1,40 м.

Уголь пласта блестящий и полублестящий с тонкими прослойками матового. Уголь кларенового типа с содержанием витринита 88 %. В угольных пачках и прослойке хорошо развиты трещины кливажа. Средняя мощность пласта около 2,15 м (вместе с высокозольной пачкой в почве пласта М = 2,16 м.). Падение пласта на выходах под наносы достигает 50 º в северо-западной части и 20 º в юго-восточной части поля. Большая часть пласта имеет падение в 5-6 º. Дизъюнктивная нарушенность пласта в пределах горного отвода шахты отсутствует. Пликативная нарушенность, как по падению, так и по простиранию, имеет место и выражается в виде пологих мелкоамплитудных мульд. Глубина зоны выветривания 20 м от поверхности коренных пород. Повсеместно в угольных пачках встречаются линзы «колчеданов» от небольших кусков до 1,3×0,3×0,8 м. Глубина залегания пласта в пределах горного отвода шахты 60–470 м.

Уголь пласта имеет следующие прогнозные характеристики: марка – «Г», зольность пластовая – 14–27 %, зольность угольных пачек 8–9 %, влажность материнская – 4,4 %, содержание летучих – 41,4 % пластометрия – у = 13 мм. – Х=27 мм, сера – 0,7–0,8 %, теплотворная способность – 28–34 МДж/кг (7775 ккал), природная газообильность – 8–18 $м^3$/т.

Ложная кровля представлена весьма неустойчивым углистым аргиллитом или темно-серым трещиноватым алевролитом. Непосредственная кровля представлена мелко и средне-зернистым трещиноватым алевролитом средней устойчивости. Иногда непосредственная кровля может быть представлена песчаником. Основная кровля представлена среднезернистым песчаником. Обрушаемость основной кровли при отработке лав механизированными комплексами в основном труднообрушаемая и среднеобрушаемая. Основная почва сложена в основном мелкозернистым алевролитом. По данным разведки на отдельных участках непосредственно ниже почвы пласта залегает глинистый песчаник. Пласт не опасен по самовозгоранию, опасен по взрывчатости угольной пыли и газа метана, с глубины 230 м. угрожаем по горным ударам. По внезапным выбросам угля и газа опасен с глубины 560 м. Гидрогеологические условия в основном благоприятные. Горные работы на пласту Толмачевский ведутся под ранее отработанными пластами Полысаевский-1 и Полысаевский-2, Надбайкаимский, Байкаимский и Бреевский при отработке которых водовмещающие песчаники в основном осушены. Поэтому при отработке очистных забоев и в подготовительных выработках приток воды составит 2–5 $м^3$/час. Общий приток по пласту Толмачевский составляет 25–40 $м^3$/час.

При более детальном изучении различных геологических материалов определено, что горно-геологическая характеристика пласта Толмачевского в пределах уклонного поля 18-2 очень различается, особенно в части состава пород кровли (по мощности и крепости в таблице 1). Сравнительная характеристика средних показателей по пласту с данными по отдельным разведочным скважинам представлена на рисунке 2. К примеру, даже в составе одного выемочного участка – 18-8, показатель мощности пород непосредственной кровли варьируется от 1,5 м (скважина № 2184) до 13 м (скважина № 10606) при расстоянии межу разведочными скважинами в 800 м (рисунок 1).

По факту ведения очистных работ выявлено, что характеристика вмещающих пород является одним из ключевых факторов, оказывающих влияние опорным давлением, формируемым очистным забоем на состояние прилегающих горных выработок. С этой целью в вентиляционных и конвейерных штреках с помощью замерных станций производились инструментальные наблюдения за смещением пород кровли и почвы.

Таблица 1 – Горно-геологическая характеристика пласта Толмачевского в пределах уклонного поля 18-2

№ слоя	Описание пород	Сопр. сжатию, МПа	Сопр. растяжению МПа	Объемная масса, т/м^3	Коэф. разрыхления	Склонность к пучению	Сопр. почвы вдавливанию	Коэфф. крепости, f
1	**Основная кровля:** Песчаник мелко-зернистый, слоистый. (Алевролит мелкозернистый). Среднеобрушаемая (местами труднообрушаемая)	60 35-40	6,9 3,5	2,5 2,5	2,2 2,0	- -	- -	6 3-4
2	**Непосредственная кровля:** Алевролит мелкозернистый, трещиноватый. Неустойчивая.	35-40	3,5	2,5	2,0	-	-	3-4
3	**Ложная кровля:** Трещиноватый алевролит, реже углистый аргиллит.	15-20	1,0	1,8	1,8	-	-	1,5-2
4, 6	**Уголь каменный:** Марка «Г», трещиноватый.	13	0,9	1,28 по ЧУП	1,4	-	-	1,3
5	**Прослоек**, представлен мелкозернистым алевролитом и глинистым песчаником.	20-30	3	2.3	1,8	-	-	3
7	**Ложная почва:** Переслаивание угля сажистого и углистого аргиллита	15-25	1,0	2,0	1,7	-	-	1-1,5
8	**Непосредственная почва:** Алевролит мелкозернистый. НМ= 4-6 м.	29-37	3,7-4,3	2,5	1,8	Склонна	1,5-2,5	2,9-3,7

В настоящий момент началась отработка правой (западной) части уклонного поля 18-2 пласта Толмачевский в восходящем порядке, в связи с чем, возникла возможность, после тщательного изучения всех нюансов, сравнить варианты отработки выемочных столбов в двух различных направлениях по пласту, в том числе с учетом влияния процессов формирования горного давления, вызванного работой очистного забоя в зонах напряженного горного давления, формируемого оставленного на выше лежащем пласте Бреевский охранными целиками.

Выводы

1. Характеристика вмещающих пород является одним из ключевых факторов, оказывающих влияние на опорное давление, формируемое очистным забоем, на состояние прилегающих горных выработок.

2. Планирование горных работ (выбор размеров охранных целиков, тип и плотность крепления выработок и др.) должно выполнятся по факту досконального изучения имеющихся геологических материалов (заключений ВНИМИ, геологоразведки и

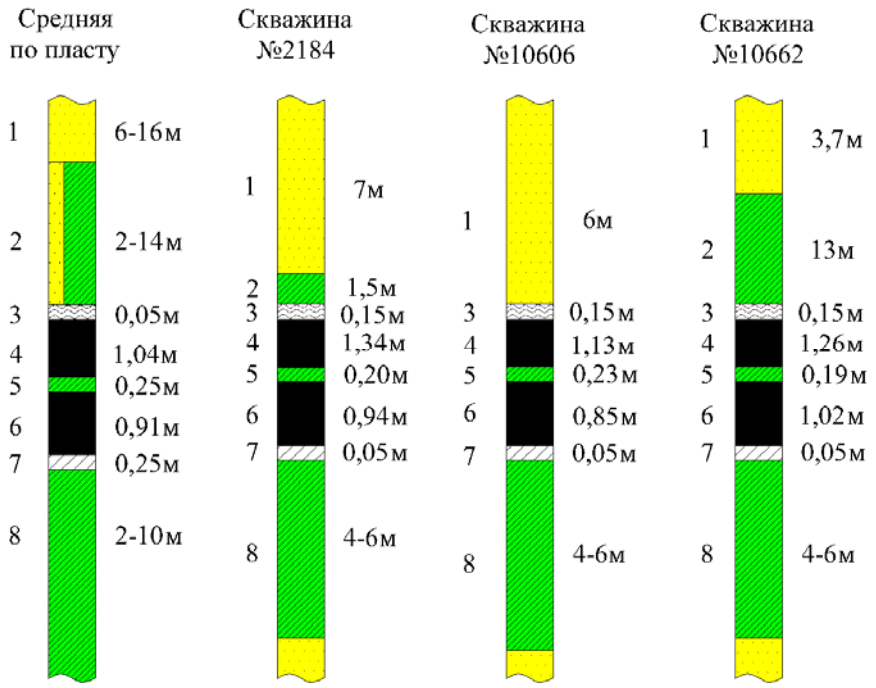


Рисунок 2 – Литологические колонки по пласту Толмачевский в границах поля шахты Полысаевская

др.) в соответствии с конкретными данными горно-геологической характеристики пласта по каждому выемочному участку.

3. В целях стабилизации при ведении горных работ, а также выбора оптимального способа ведения очистных и подготовительных работ необходимо проведение инструментальных наблюдений за смещением пород кровли и почвы и дополнительное изучение влияния процессов формирования горного давления, в том числе за счет пучения почвы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Правила безопасности в угольных шахтах (ПБ 05-618-03). Серия 5. Выпуск 11 / колл. авт. – Москва, 2007.

2. Указания по рациональному расположению, охране и поддержанию горных выработок на угольных шахтах СССР. М.: ВНИМИ, 1978.

3. Механика горных пород и массивов, М.: Недра, 1980.

4. Борисов, А. А. Механика горных пород и массивов, М.: Недра,1980. – 360 с.

5. Чельцова Н. М. Автореферат. Геомеханические основы выбора способов эффективного поддержания и рационального расположения подготовительных выработок при труднообрушаемых кровлях в условиях Интинского месторождения. Ленинград, 1988.

6. Коновалов, Н. М. Совершенствование способов управления горным давлением в повторно используемых выработках шахт Ленинского района Кузбасса. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Кемерово, 1994.

7. Исследование эффективности мероприятий по снижению влияния горного давления лавы 18-27 / В. М. Ануфриев, А. В. Ремезов, Л. М. Коновалов, А. В. Рогачков // Вестник КузГТУ. – 2007. – № 4 (62). – С. 17–22.

УДК 622.831.2

В.В. Климов, А.В. Ремезов

РЕЗУЛЬТАТЫ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА СБЛИЖЕНИЕМ КРОВЛИ И ПОЧВЫ ПЛАСТА ТОЛМАЧЕВСКОГО В ГРАНИЦАХ ШАХТНОГО ПОЛЯ ШАХТЫ «ПОЛЫСАЕВСКАЯ» ОАО «СУЭК-КУЗБАСС» В КОНВЕЙЕРНОМ ШТРЕКЕ 18-8 ПРИ ОТРАБОТКЕ ВЫЕМОЧНОГО СТОЛБА 18-10

Традиционно отработка запасов угля по пласту Толмачевского в границах шахтного поля шахты Полысаевская производилась в нисходящем порядке. Глубина ведения горных работ постоянно увеличивалась, при отработке левосторонней части уклонного поля 18-2 при отработке последних пяти выемочных столбов глубина отработки возрастала до 480 метров, что в свою очередь повлекло к увеличению межстолбовых целиков до 30 м. Кроме того, непосредственная кровля была замещена на значительной площади основной кровлей, что в свою очередь привело к зависанию большой консоли основной кровли в сторону конвейерного штрека и усилению горного давления на межстолбовой охранный целик и вентиляционный штрек ниже подготавливаемого выемочного столба.

С переходом ведения горных работ по добыче угля в правую (западную) часть уклонного поля 18-2 с отработкой выемочных столбов в восходящем порядке (рисунок 1) представилась реальная возможность исследовать зависимость влияния опорного давления от очистного забоя на поддерживаемые и оконтуривающие выемочный столб выработки при смене направления отработки уклонного поля. Первоначально охарактеризуем горно-геологические и горнотехнические особенности поддержания исследуемой подготовительной выработки конвейерного штрека № 18-8.

Конвейерный штрек № 18-8 проведен по пласту Толмачёвскому правосторонней части панели уклонного поля 18-2. Выработка в пределах пласта Толмачёвского мощностью 2,28 м находится на глубине 415-422 м от дневной поверхности. Выработка закреплена сталеполимерной анкерной крепью – анкерные стержни типа А20В для крепления кровли длиной 2,2 м и 1,6 м для крепления боков выработки соответственно; основной опорный элемент верхняк типа «штрипс» толщиной 1,5 мм, длиной 4 м; по ширине выработки установлено 5 анкеров в ряду или с опорными шайбами размерами 100×100×8: шаг крепления 0,8 м; перетяжка кровли осуществляется решетчатой затяжкой размером 1,2×1,0 м с замком соединения; на локальных участках, расположенных в зонах повышенного горного давления (ПГД) кровля выработки усилена анкерами типа А20В длиной 2,2 м в промежутках между верхняками по 2 анкера в ряду установленные в отдельные опорные плитки размером 300×300×8 мм. Фактическая высота выработки 2,6 м, ширина 4,0 м.

Ожидаемые смещения пород в конвейерном штреке № 18-8 Uоб обусловлены непосредственно проходкой выработки Uпр., действием опорного давления впереди забоя соседней очистной выработки (лава № 18-10) Uо.с. и позади нее в зоне активного сдвижения и обрушения подработанных пород Uа.с., а также действием остаточного опорного давления соседней очистной выработки Uост.с. и опорного давления впереди забоя собственной очистной выработки

$$U_{об}=U_{пр}+U_{о.с.}+U_{а.с.}+U_{ост.с.} \quad (1)$$

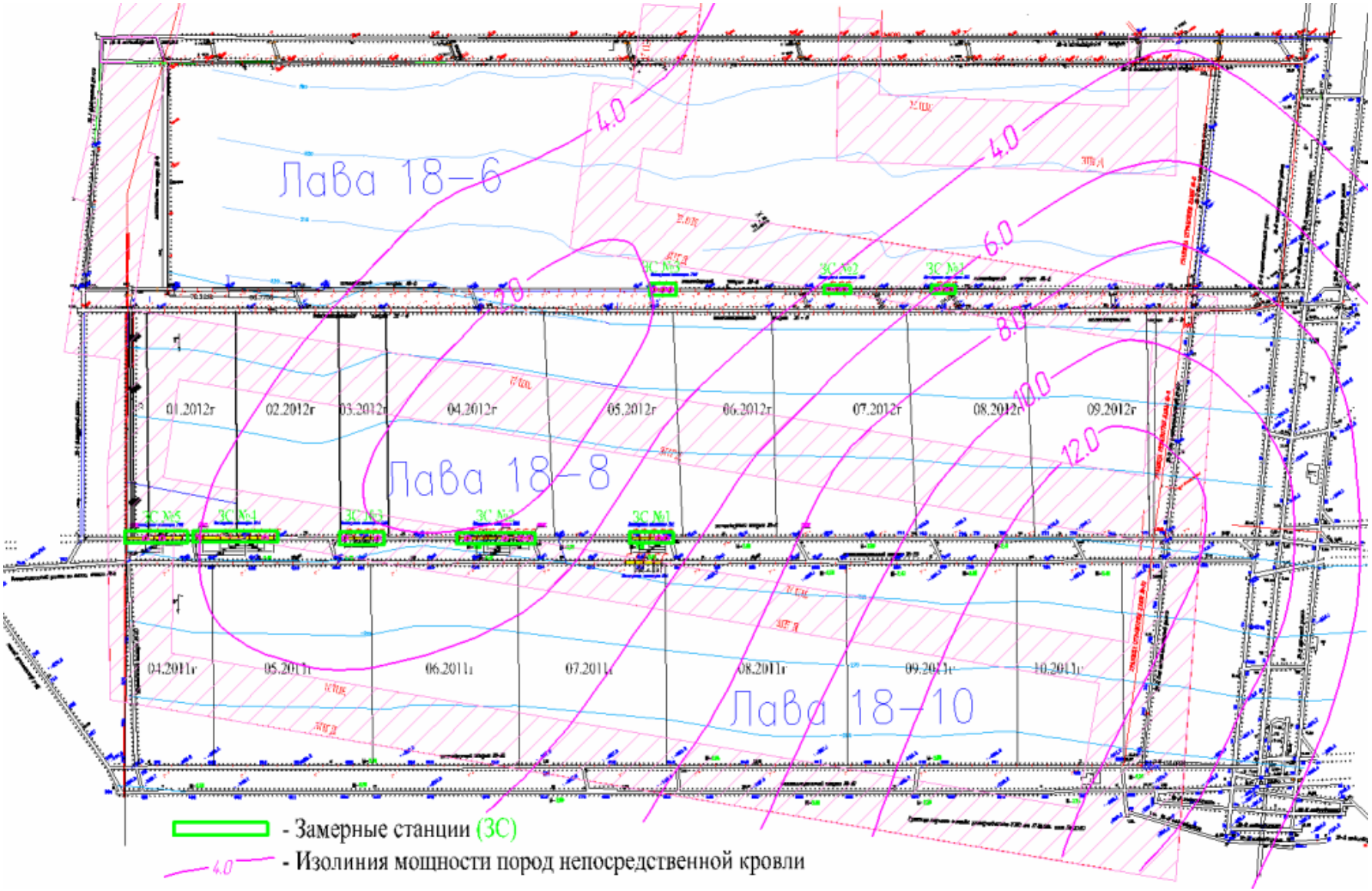


Рисунок 1 – Шахта Полысаевская. Пласт Толмачевский. Западная часть уклонного поля 18-2

Инструментальные наблюдения за деформированием массива пород проводились с помощью пяти замерных участков, а также при визуальных наблюдениях за состоянием контура и крепи выработки, охраняемой по способу массив – целик угля осуществлялись согласно разработанной методики проведения шахтных измерений в следующих начальных условиях.

Заложение 5 замерных станций (далее по тексту – замерных участков – ЗУ) в конвейерном штреке 18-8 было осуществлено 29.03.11 г. Лава 18-10 находилась на расстоянии от 75 до 0 м по отношению к 1 замерному участку. Следует отметить, что на расстоянии ухода лавы от монтажной камеры до 30 м произошла первичная посадка основной кровли очистного забоя 18-10 (схема расположения замерных участков показана на рисунке 1).

Средняя скорость подвигания очистного забоя №18-10 на момент начала наблюдений достигала 8 м/сут. На начало наблюдений 29.03.11 очистной забой находился на участке ПК 132 конвейерного штрека 18-8, что составило в среднем 520-525 м от фактического расположения ЗУ №1.

Каждый замерный участок, включающий в себя от 5 до 10 замерных пунктов был расположен как в зоне влияния ПГД, так и вне зоны ПГД (таблица 1).

Таблица 1 – Показания 5 замерных станций в конвейерном штреке 18-8

Наименование	№ Замерного участка (замерной станции)				
	1	2	3	4	5
Местоположение замерных участков в плане горных работ, пикеты (10 м между пикетами)					136-132
Расстояние до следующего замерного участка, м	70	50	45	15	-
Протяженность замерных участков, м	50	100	50	90	60
Расстояние между замерными пунктами	10	10	10	10	10
Глубина от дневной поверхности в районе заложения замерных станций, м	422	421	421	420	420

Замерные участки, состоящие от 5 до 10 замерных пунктов представляющие собой почвенные реперы – металлические стержни длиной 0,5 м устанавливались в почву выработки по центру (осевая часть выработки). Кровля пласта Толмачевского представлена алевролитом мелкозернистым, трещиноватым и с обугленными отпечатками растений, под решетчатой затяжкой породы кровли локально отслаиваются на величину 0,05-0,1 м по трещинам или скоплениям растительных остатков, отжимов со стороны боков выработки на момент установки станций не выявлено, состояние выработки удовлетворительное, (стадия деформирования Д = 1,2).

Измерения производились деревянным конвергометром, который одним концом устанавливался на торец репера в почве, а другим концом и до выступающих хвостовиков первого, второго анкеров по кровли выработки. Отчет регистрировали с точностью до миллиметра. Схема измерения конвергенции показана на рисунке 2.

Замерный участок № 5, состоящий из 6 замерных пунктов (ПК 136-132) был установлен 29.03.11 г. Начальный отсчёт на замерных пунктах и первичное расстояние от замерных пунктов до линии очистного забоя № 18-10 показаны в таблице 2.

Обработанные данные, полученные с момента начало работы лавы 18-10, за $2^{х}$-недельный период ее подвигания показали, что средневзвешенная скорость верти-

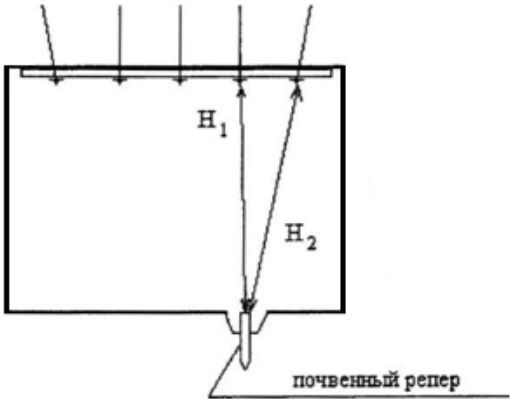


Рисунок 2 – Схема измерения конвергенции на замерных участках № 1, № 2, № 3, № 4, № 5 в конвейерном штреке № 18-8, где H_1 и H_2 - измеряемая вертикальная конвергенция

кальной конвергенции на ЗУ № 5 замерного пункта № 1 составила 0,33 мм/сут. Частное максимальное значение скорости вертикальной конвергенции пород было установлено на 15 сутки наблюдений от начала наблюдений и составило 2 мм/сут. (рисунок 4). Необходимо отметить, что на графических зависимостях представлены данные изменения сближения пород кровли и почвы по центральным реперам (Н2).

Таблица 2 – Показания замерного участка № 5, состоящего из 6 замерных пунктов (ПК 136-132)

Конвергенция	Замерные пункты, начальный отчет, мм					
	1	2	3	4	5	6
Н1	3211	3018	3225	3175	3290	2560
Н2	2812	2625	3113	2697	2833	2686
Н3	2569	2609	2917	2520	2614	2796

По результатам текущих инструментальных наблюдений изменения вертикальной конвергенции в конвейерном штреке 18-8 с помощью деревянного конвергометра на замерном участке № 5 за период с 29.03.11-02.08.11 г. можно отметить следующее.

Установлено, что максимальное частное значение общих смещений было отмечено на 1 замерном пункте и составило 52 мм. Это объясняется расположением 1 го замерного пункта от линии подвигания лавы 18-10 на расстояние до 75 м, а также активным влиянием на охранный целик и конвейерный штрек 18-8 зависающей консоли пород кровли. По данным технологической службы шахты первичная посадка основной кровли в лаве 18-10 произошла на расстоянии 30 м от монтажной камеры 18-10.

Результаты обработанных общих смещений на 02.08.11 г. приведены в таблице 3. Среднее значение общих смещений по всем 6 замерным пунктам замерного участка № 5 составило 34 мм.

Анализ графических зависимостей скоростей сближения пород кровли и почвы участка конвейерного штрека 18-8 от подвигания лавы 18-10 показывает, что максимальная скорость конвергенции пород была достигнута на 1 м замерном пункте. Эти результаты были получены на 5 суток ранее, чем на 2 м замерном пункте.

Таблица 3 – Результаты обработанных общих смещений на 02.08.11 г. ЗУ № 5

	1	2	3	4	5	6
Замерные пункты, смещения, мм	32	19	40	30	15	43
	44	38	43	31	16	33
	52	27	35	26	10	33

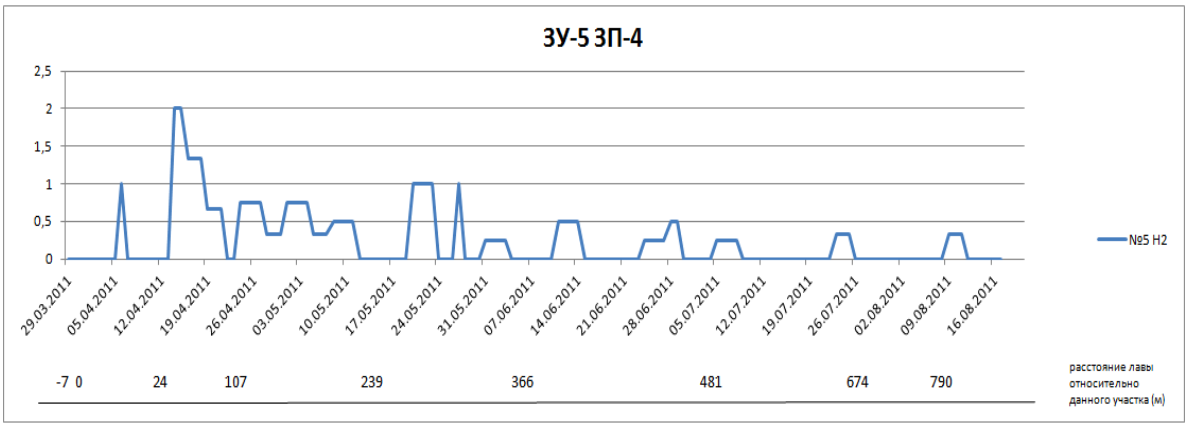


Рисунок 3 – Изменение скорости вертикальной конвергенции на ЗУ № 5

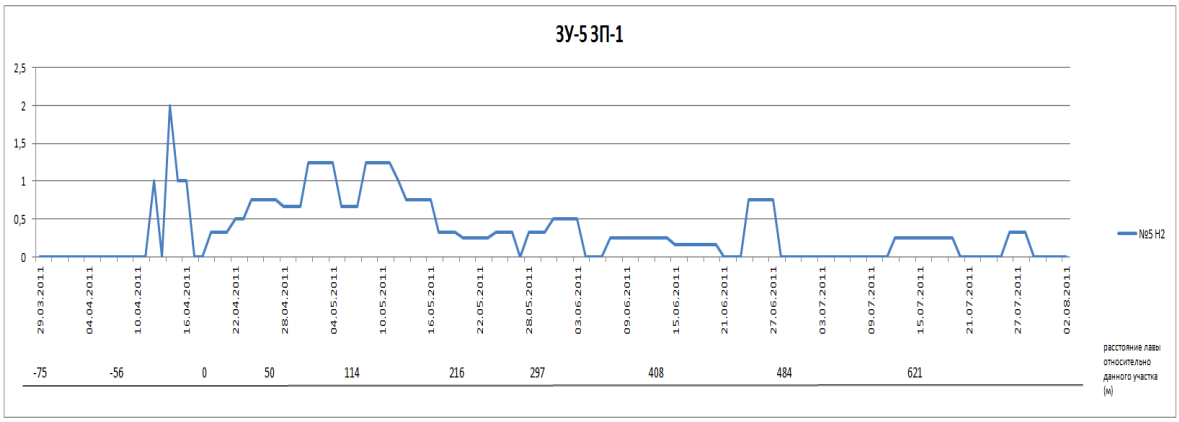


Рисунок 4 – Скорости сближения пород кровли и почвы на замерном участке № 5 (замерный пункт № 1)

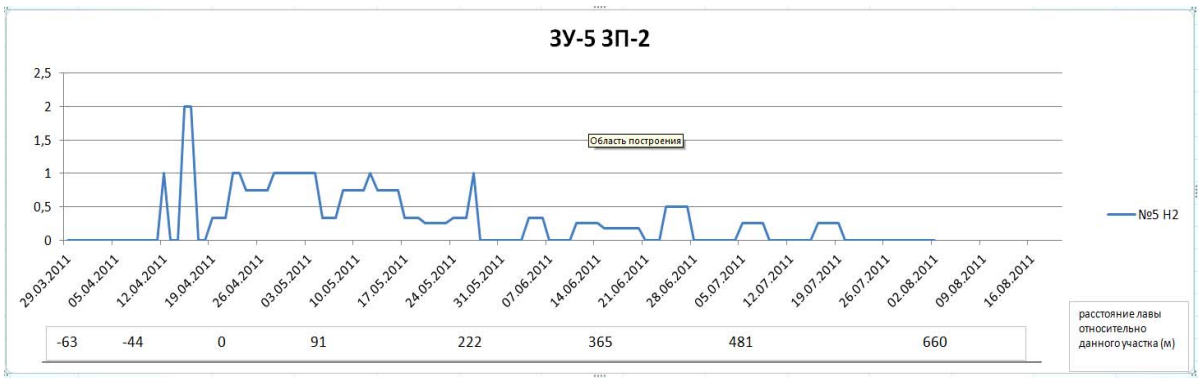


Рисунок 5 – Скорости сближения пород кровли и почвы на замерном участке № 5 (замерный пункт № 2)

Анализ результатов визуальной оценки состояния контура и крепи конвейерного штрека 18-8 на участке ЗУ, № 5 от 12.05.11 г. позволил сделать следующее заключение:

1. на участке выработки в 40 м по ходу от монтажной камеры 18-8 было отмечено локальное расслоение пород кровли (вывал) между верхняками у краевой части выработки на глубину до 0,6 м, при этом разрушенные породы лежали на решетчатой затяжке;

2. на участке выработки в 45 м от монтажной камеры 18-8 и на протяжении 30 м были отмечены деформации (прогибы) опорных шайб верхняков. Более 15 опорных шайб 100×100×8 мм деформированы в основном в центральной части и краевой части выработки (со стороны охранного целика между лавами), также наблюдались локальные прогибы решетчатой затяжки на величину до 0,3 м;

3. на локальном участке в 50 м от монтажной камеры 18-8 был отмечен порыв верхняка у одного из отверстия со стороны краевой части целика;

4. на локальном участке в 52 м от монтажной камеры 18-8 было выявлено отслоение пород кровли на величину до 0,4 м между верхняками;

5. на локальном участке 60 м от монтажной камеры 18-8 было выявлен локальный порыв верхняка типа «штрипс» на 3 анкере с правой стороны, при этом локальные отслоения пород кровли составляли 0,3 м;

6. на других участках выработки состояние контура и крепи было в удовлетворительном состоянии. Деформаций элементов крепи не выявлено. Пучение пород почвы также не выявлено.

Следует отметить, что на фотографии, сделанной на участке конвейерного штрека 18-8, расположенного в зоне ПГД видны критические деформации опорных элементов анкерной крепи. В дальнейшем технологической службой шахты было принято решение о своевременной замене деформированных элементов крепи на данном участке (рисунок 6).

Рисунок 6 – Состояние конвейерного штрека 18-8, расположенного в зоне ПГД на 12.05.11 (замерный участок № 5)

Замерный участок № 4, состоящий из 9 замерных пунктов был установлен 29.03.11 г. Начальный отсчёт на замерных пунктах показан в таблице 4.

Таблица 4 – Показания замерного участока № 4, состоящего из 9 замерных пунктов

Конвергенция	Замерные пункты, начальный отчёт (мм)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Н1	2850	2671	2914	2952	2399	2459	2474	2389	2504
Н2	2544	2423	2615	2648	2691	2422	2517	2433	2280
Н3	2519	2471	2518	2552	3152	3117	3190	3042	2574

Анализ результатов инструментальных наблюдений изменения вертикальной конвергенции в конвейерном штреке 18-8 на замерном участке № 4 за период с 29.03.11 по 02.08.11 гг. показал следующее.

Средние значения скорости вертикальной конвергенции пород на ЗУ № 4 составила 0,14 мм/сут (за полгода наблюдений от начального № 4 времени заложения замерного участка), а фактическое среднее значение общих смещений составило 31 мм.

Очистной забой № 18-10 на 16.04.11 – на момент регистрирования максимальной скорости конвергенции пород до 2 мм/сут (замерный пункт 9) находился на расстоянии 36 м относительно расположения замерного пункта 9 (рисунок 7).

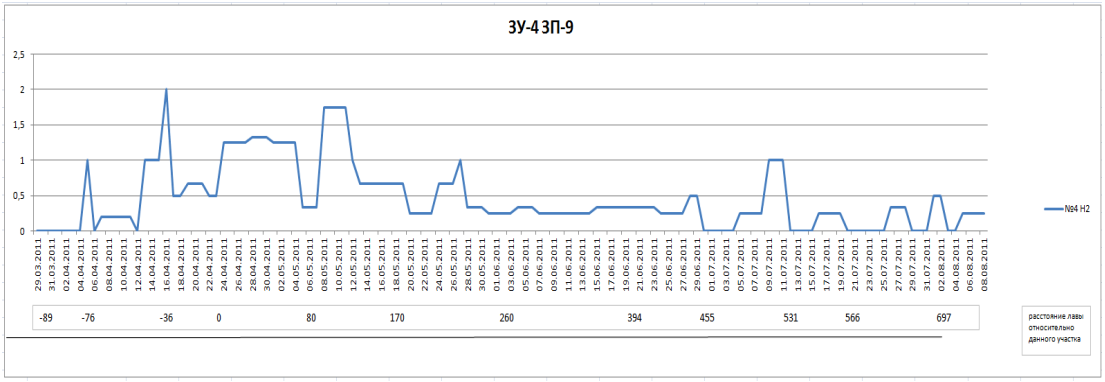


Рисунок 7 – Скорости сближения пород кровли и почвы на замерном участке № 4 (замерный пункт № 9)

Результаты обработанных общих смещений на 02.08.11 г. приведены в таблицу 5. Среднее значение общих смещений по всем 9 замерным пунктам замерного участка № 4 составило 31 мм.

Таблица 5 – Результаты обработанных общих смещений на 02.08.11 г. ЗУ № 4

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Замерные пункты, смещения, мм	33	42	27	17	19	16	16	21	43
	40	46	30	18	20	16	29	28	61
	53	42	31	20	1 8	17	28	38	56

Было установлено, что максимальное частное значение общих смещений было отмечено на 9 замерном пункте и составило 56 мм. Это объясняется расположением 9-го замерного пункта в зоне ПГД (целик вышерасположенного пласта Бреевского).

Как видно из приведенной графической зависимости (рисунок 8) максимальная скорость конвергенции пород до 1 мм/сут., установленной на замерном участке № 8, была отмечена на расстоянии до 80 м от приближающейся линии очистного забоя 18-10.

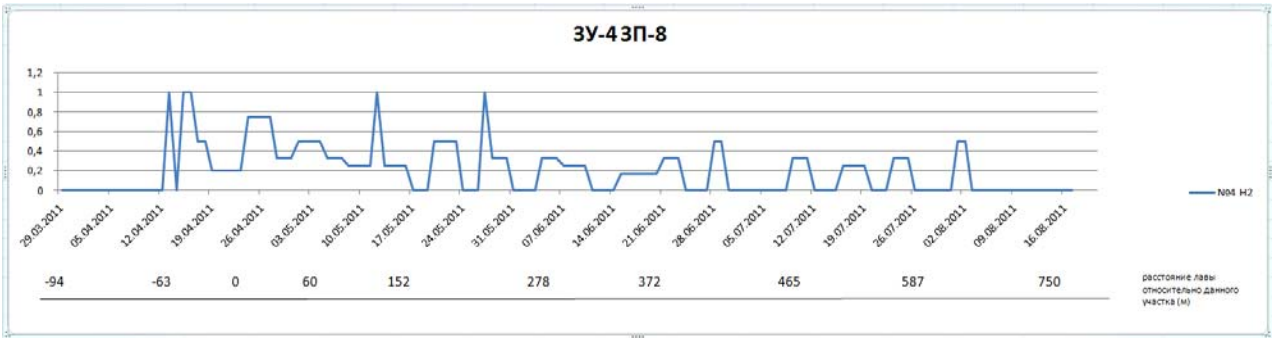


Рисунок 8 – Скорости сближения пород кровли и почвы на замерном участке № 4 (замерный пункт № 8)

При визуальном обследовании замерного участка № 4 не было выявлено видимых расслоений или обнажений пород ни в краевой части выработки со стороны охранного целика ни со стороны массива. Контур выработки выдержанный, состояние элементов крепи удовлетворительное.

Возможно, что удовлетворительное состояние контура и крепи конвейерного штрека № 18-8 практически на всем протяжении замерного участка № 4 было достигнуто благодаря ведению горных работ с восходящим порядком отработки правосторонней части панели пласта Толмачевского.

Замерный участок № 3, состоящий из 5 замерных пунктов был установлен 29.03.11 г. Начальный отсчёт на замерных пунктах показан в таблице 6.

Таблица 6 – Показания замерного участка № 3, состоящий из 5 замерных пунктов

Конвергенция	Замерные пункты, начальный отчёт (мм)				
	1	2	3	4	5
H1	3054	2951	3028	2932	3003
H2	2754	2721	2644	2759	2783
H3	2708	2673	2581	2751	2720

Результаты инструментальных наблюдений изменения вертикальной конвергенции пород в конвейерном штреке 18-8 на замерном участке № 3 за период с 29.03.11 по 02.08.11 гг. были следующими.

Средневзвешенное значение общих смещений по всем 5 замерным пунктам замерного участка № 3 составило 58 мм.

Максимальное (среднее по пяти замерным пунктам) значение скорости вертикальной конвергенции пород составило 0,46 мм/сут за 6 месячный период измерений.

Было установлено, что скорость вертикальной конвергенции пород начинала возрастать до 1 мм/сут. при подходе лавы 18-10 на расстояние 330 м. При дальнейшем приближении лавы и удалении ее от ЗУ № 3 в плане горных работ, данные измерений показали, что скорость вертикальной конвергенции пород увеличивается до уровня 1,5 мм/сут, а с течением времени постепенно снижается.

Таблица 7 – Результаты обработанных общих смещений ЗУ № 3

	1	2	3	4	5
Замерные пункты, смещения мм	51	60	56	-	-
	56	64	62	-	-
	53	59	62	-	-

На 4 и 5 замерных пунктах не было получено достоверной информации по причине технологических операций, связанных с монтажом конвейерного става.

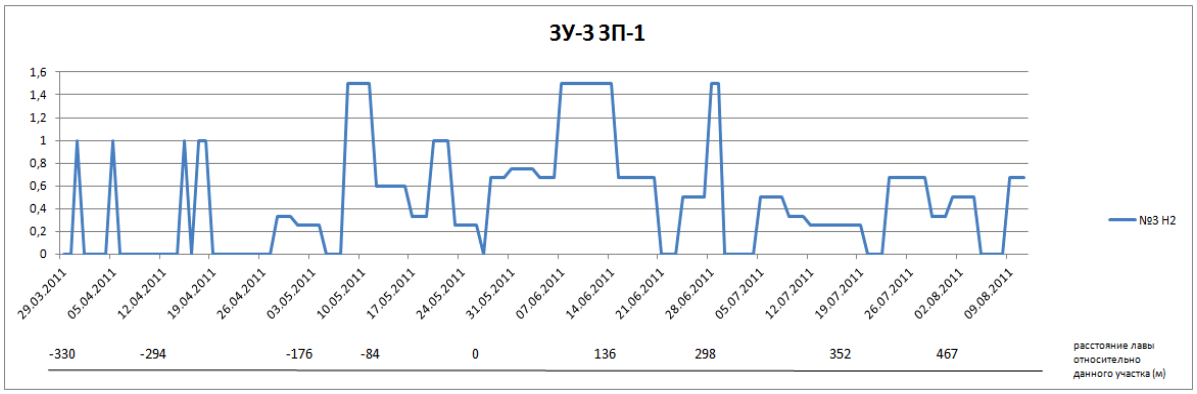


Рисунок 9 – Скорости сближения пород кровли и почвы на замерном участке № 3 (замерный пункт № 1)

Состояние выработки и контура крепи на момент визуального обследования от 02.08.11 г. можно охарактеризовать как удовлетворительное.

Замерный участок № 2, состоящий из 10 замерных пунктов был установлен 29.03.11 г. Начальный отсчёт на замерных пунктах показан в таблице 8.

Таблица 8 – Результаты замерного участка № 2, состоящего из 10 замерных пунктов

Конвергенция	Замерные пункты, начальный отчёт (мм)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Н1	3009	3104	2989	3139	2992	2991	3100	2986	3067	3066
Н2	2632	2807	2613	2783	2668	2696	2625	2631	2764	2696
Н3	2491	2634	2486	2654	2603	2602	2492	2547	2765	2603

Результаты обработанных общих смещений на 02.08.11 г. приведены в таблицу 9. Среднее значение общих смещений по всем 10 замерным пунктам замерного участка № 2 составило 28 мм.

Согласно статистическому анализу данных измерения вертикальной конвергенции пород за период с 29.03.11 по 02.08.11 г. были сделаны следующие выводы.

В результате анализа установлено, что интенсивность горного давления (влияние динамических нагрузок) на ЗУ № 2 стабилизировалась раньше, чем на других замерных участках. Это свидетельствует об эффективности мероприятий по выбору рационального порядка отработки правосторонней части панели пласта Толмачевского.

Таблица 9 – Результаты обработанных общих смещений на 02.08.11 г. ЗУ № 2

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Замерные пункты, смещения мм	35	27	23	-	23	27	37	35	26	32
	38	26	20	-	22	23	40	36	25	31
	35	25	16	-	18	22	37	31	23	26

Максимальное (среднее по пяти замерным пунктам) значение скорости вертикальной конвергенции пород составило 0,29 мм/сут. за 6 месячный период измерений. Максимальное частное значение скорости конвергенции пород до 2,5 мм/сут. было отмечено после прохода лавы 18-10 замерного пункта № 1 на расстоянии 120 м. В момент, когда положение очистного забоя № 18-10 относительно ЗУ № 2 было практически на одной линии в плане, т.е. ЗУ № 2 находился в зоне влияния очистной выработки максимальная скорость конвергенции составляла менее 1 мм/сут. (рисунок 10). В то же время на замерном пункте № 2 скорость конвергенции пород не превышала 0 мм/сут. (рисунок 11).

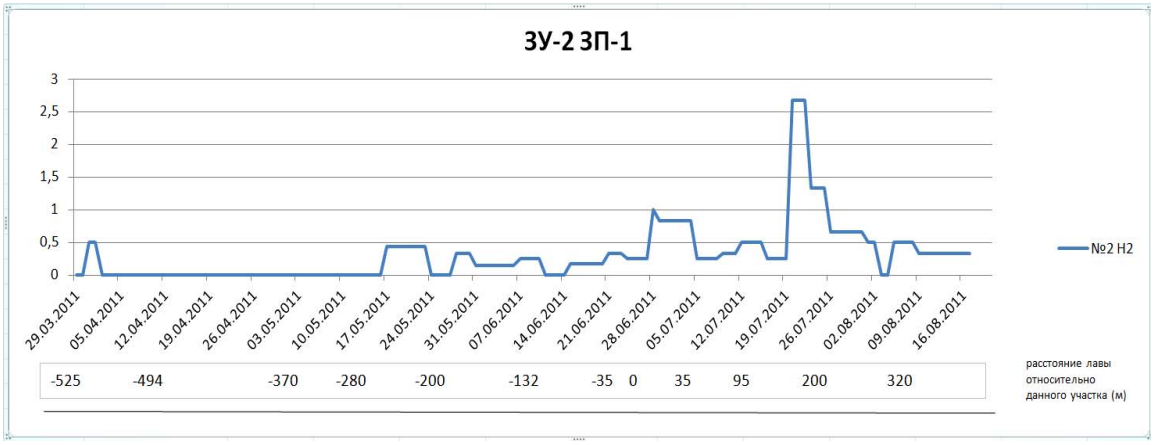


Рисунок 10 – Скорости сближения пород кровли и почвы на замерном участке № 2 (замерный пункт №1)

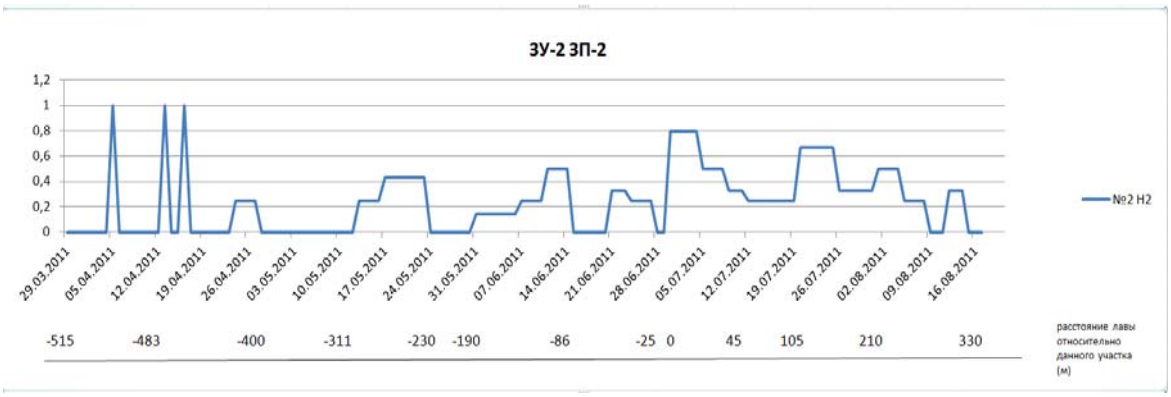


Рисунок 11 – Скорости сближения пород кровли и почвы на замерном участке № 2 (замерный пункт №2)

Состояние выработки и контура крепи на момент визуального обследования от 02.08.11 г. удовлетворительное.

Замерный участок № 1, состоящий из 5 замерных пунктов был установлен 29.03.11 г. Начальный отсчёт на замерных пунктах показан в таблице 10.

Таблица 10 – Результаты замерного участка № 1, состоящего из 5 замерных пунктов

Конвергенция	Замерные пункты, начальный отчёт (мм)				
	1	2	3	4	5
Н1	2984	3118	3025	2944	3022
Н2	2805	2819	2788	2726	2714
Н3	2784	2774	2733	2680	2617

Результаты инструментальных наблюдений изменения вертикальной конвергенции пород в конвейерном штреке 18-8 на замерном участке № 1 за период с 29.03.11 по 02.08.11 гг. были следующими (таблица 11).

Таблица 11 – Результаты обработанных общих смещений на 02.08.11 г. ЗУ № 1

	1	2	3	4	5
Замерные пункты, смещения мм	-	39	92	-	-
	-	42	37	-	-
	-	41	30	-	-

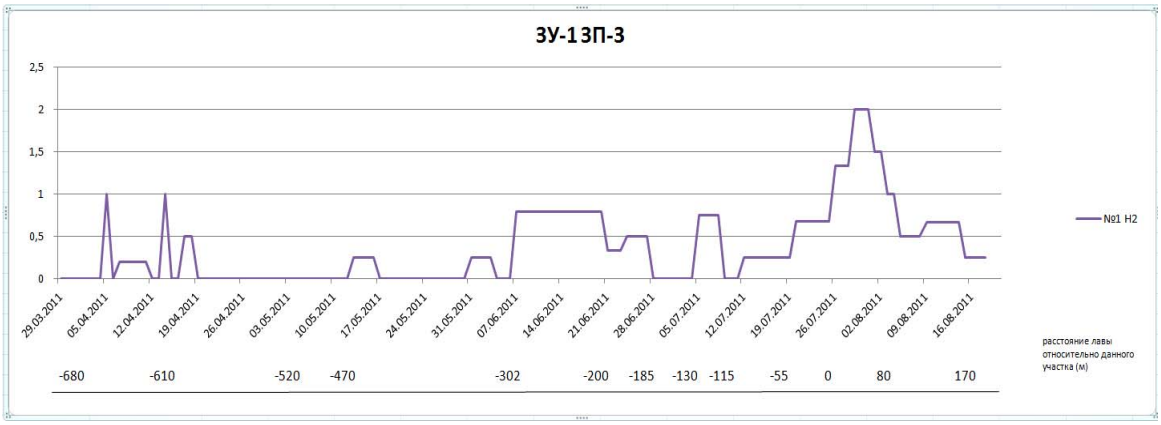


Рисунок 12 – Скорости сближения пород кровли и почвы на замерном участке № 1 (замерный пункт № 3)

Среднее значение общих смещений по всем 5 замерным пунктам замерного участка № 1 (с учетом отсутствия последних данных по 1, 4, 5 замерным пунктам) составило 46 мм.

При визуальном обследовании выработки на замерном участке № 1 проявлений горного давления не отмечено. Состояние контура и крепи выработки на 02.08.11 г. оценивалось как удовлетворительное.

Для сравнения полученных результатов приведем результаты исследования натурных наблюдений проявления горного давления в вентиляционном штреке № 18-29 в зоне влияния опорного давления от работающего очистного забоя 18-27 при нисходящем порядке отработки выемочных столбов пласта Толмачевского.

Выводы

В целом инструментальные наблюдения за смещением пород кровли и почвы в конвейерном штреке № 18-8 показали что, влияние опорного давления вызванного работой соседнего очистного забоя № 18-10 численно выразилось в уровне общих смещений пород кровли равных в среднем 40-50 мм за 6 месячный период наблюдений, при следующих условиях:

1. Ширина охранного целика между выемочными участками составляла 26 м;

2. На участках конвейерного штрека 18-8, расположенного в зонах ПГД было дополнительно усилено основное крепление выработки с увеличением плотности анкерования пород не менее чем в 2 раза.

Установлено, что за весь текущий период инструментальных наблюдений максимальная скорость сближения кровли и почвы (вертикальной конвергенции пород) на замерных участках (№ 4, № 5), расположенных в зоне ПГД была достигнута на расстоянии 30 – 40 м от расположения лавы 18-10 и составляла до 2 мм/сут.

3. На замерных участках, расположенных вне зоны ПГД средняя скорость конвергенции пород изменялась на расстоянии от лавы до 500 м и составляла 1 мм.

4. Среднее максимальное значение общих смещений выявлено на участке ЗУ № 3 и составило в 58 мм (среднее значение по пяти замерным пунктам). При этом средневзвешенная скорость конвергенции пород составила 0,46 мм/сут. за период 6 мес. наблюдений. Это объясняется тем, что данная замерная станция заложена перед лавой вне влияния опорного давления и на ней зарегистрированы значения смещений в зоне опорного давления, в зоне динамического опережающего опорного давления, в зоне динамического опорного давления за лавой, в зоне стабилизации смещений (статическая составляющая опорного давления.

5. В настоящий момент ведется обработка данных, полученных ходе отработки выемочного участка 18-8, с замерных станций, установленных в 18-6 конвейерном штреке, но уже сейчас, по факту отработки двух выемочных участков 18-10 и 18-8 в восходящем порядке, можно сделать предварительные выводы: 1. – отработка в восходящем порядке была осуществлена при наличии уменьшенных на 5метров межстолбовых целиках, по сравнению с выемочными участками 18-31 и 18-29, отработанных нисходящим порядком на одинаковой глубине залегания, в аналогичных горно-геологических условиях, 2. – при восходящем порядке отработки было обеспечена надежная сохранность части вентиляционного штрека (частичное поддержание) и как следствие – стабильное газоуправление

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Технология подземной разработки пластовых месторождений / А.А. Борисов, С.Г. Андрушкевич, Д. Ф. Борисов и др. – М.: Недра,1972.

2. Правила безопасности в угольных шахтах (ПБ 05-618-03). Серия 5. Выпуск 11 / колл. авт. – Москва, 2007.

3. Указания по рациональному расположению, охране и поддержанию горных выработок на угольных шахтах СССР. – М.: ВНИМИ,1978.

4. Механика горных пород и массивов, М.: Недра, 1980.

5. Штумпф Г.Г., Рыжков Ю.А. и др. Физико-технические свойства горных пород и углей Кузнецкого бассейна. Справочник. – М.: Недра, 1994.

6. Борисов А.А. Механика горных пород и массивов. – М.: Недра, 1980. – 360с.

7. Чельцова Н.М. Автореферат. Геомеханические основы выбора способов эффективного поддержания и рационального расположения подготовительных выработок при труднообрушаемых кровлях в условиях Интинского месторождения. – Ленинград, 1988

8. Коновалов Н.М. Совершенствование способов управления горным давлением в повторно используемых выработках шахт Ленинского района Кузбасса. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Кемерово, 1994.

9. Исследование влияние краевой части отрабатываемого очистного забоя 1825 и 1827 на состояние охранного целика и охраняемой части выработки / В.М. Ануфриев, А.В. Ремезов, Л.М. Коновалов, А.В. Рогачков, К.А. Бубнов / Материалы Межрегиональной научно-практической конференции «Системный подход к созданию высокоэффективных угледобывающих предприятий с использованием наукоемких технологий», 17 апреля 2008 г., Киселевск.

10. Исследование эффективности мероприятий по снижению влияния горного давления лавы 18-27 / В.М. Ануфриев, А.В. Ремезов, Л.М. Коновалов, А.В. Рогачков // Вестник КузГТУ. – 2007. – № 4 (62). – С. 17-22.

УДК 622.236.22

Е.В. Пугачев, П.А. Корнеев

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭНЕРГОЕМКОСТИ ПРОЦЕССОВ РАЗРУШЕНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ВЫРАБОТОК

Разрушение горных пород является одним из основных процессов, сопровождающих разработку месторождений полезных ископаемых. При проведении горных работ в Российской Федерации за год извлекается несколько миллиардов кубических метров пород, при этом расходуется около 30 % электроэнергии, ежегодно вырабатываемой в России, миллионы тонн износостойких сталей и сплавов [1].

К настоящему времени накоплен значительный теоретический и практический материал в области исследования энергоемкости процессов разрушения горных пород с использованием дисков, шарошек, высоконапорных водяных струй, взрывчатых веществ и невзрывчатых разрушающих составов. При этом установлено, что наиболее перспективным способом среди них является механическое разрушение исполнительными органами проходческих комбайнов.

Очевидно, что снижение удельных энергетических затрат на тонну добытого угля является основным условием успешного развития любого горнодобывающего предприятия, в связи с чем разработка энергосберегающих технологий представляется актуальной научно-практической задачей.

Из практики эксплуатации горных выработок известно, что при увеличении глубины залегания пластов происходит усложнение проходки горных выработок и их поддержания в виду увеличения горного давления на крепь и породы, окружающие выработки, что непосредственно приводит к росту склонности пород к обрушению и выдавливанию. Использование особенностей напряженно-деформированного состояния горных пород, является одним из перспективных направлений снижения энерго-

емкости при проведении проходческих работ. Основная идея предлагаемой технологии заключается в направленном первоочередном разрушении исполнительным органом комбайна неустойчивых горных пород, склонных к выдавливанию.

Для выполнения исследований в указанном направлении разработана лабораторная установка для определения энергоемкости процессов разрушения горных пород при проведении горных выработок (рисунок 1).

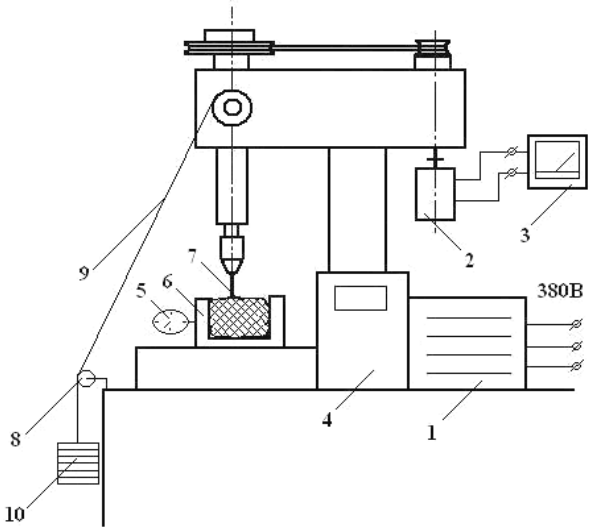


Рисунок 1 – Лабораторная установка для исследования энергоемкости процессов разрушения горных пород при проведении выработок комбайновым способом

Экспериментальная установка смонтирована на базе сверлильного станка СН15-Ш1 и включает в себя трехфазный трансформатор 1, тахогенератор 2 с тахометром 3, трехфазный счетчик активной энергии 4, динамометры 5, струбцину 6, сверло с алмазной напайкой 7, а также механизм изменения величины подачи, состоящий из ролика 8, троса 9 и груза 10.

Лабораторные испытания осуществляются следующим образом. Испытуемый образец горной породы помещается в струбцину 6. Регулирование грузом 10 и величиной обжатия образца струбциной производится задание усилия подачи породоразрушающего инструмента и степени напряженно-деформированного состояния образца. Вычисление энергоемкости разрушения исследуемой горной породы осуществляется посредством деления энергии, затраченной на разрушение, определенной по счетчику электроэнергии 4, на объем разрушенной горной породы. В процессе проведения эксперимента осуществлялась фиксация следующих параметров:

- Бокового давления в струбцине $\sigma_{сж.}$, кг;
- Усилия подачи породоразрушающего инструмента F, кг;
- Скорости вращения двигателя $V_{тг.}$, об/мин;
- Потребляемой активной энергии на разрушение W, кВт·ч;
- Объема образовавшегося отверстия при разрушении V, мм^3;
- Массы разрушенной породы, гр.;
- Энергоемкости процесса разрушения H_w, кВт.

Тестирование узлов лабораторной установки осуществлялось посредством определения энергоемкости разрушения кубических образцов 100×100×100 мм, изготовленных из мелкозернистого бетона с использованием цемента марки М400. Соотношение песка и воды в бетоне составляло 1,5:1. Предел прочности при сжатии образцов опре-

делялся через 3 суток после изготовления (рисунок 2). При проведении механических испытаний использовался сертифицированный испытательный комплекс ИК-500.01.

Результаты проведенных измерений показали, что средняя энергоемкость разрушения испытуемого образца с пределом прочности на одноосное сжатие $\sigma_{сж.одн.}$= 4,3 мПа сверлением составила 1531 кВт·ч/м^3.

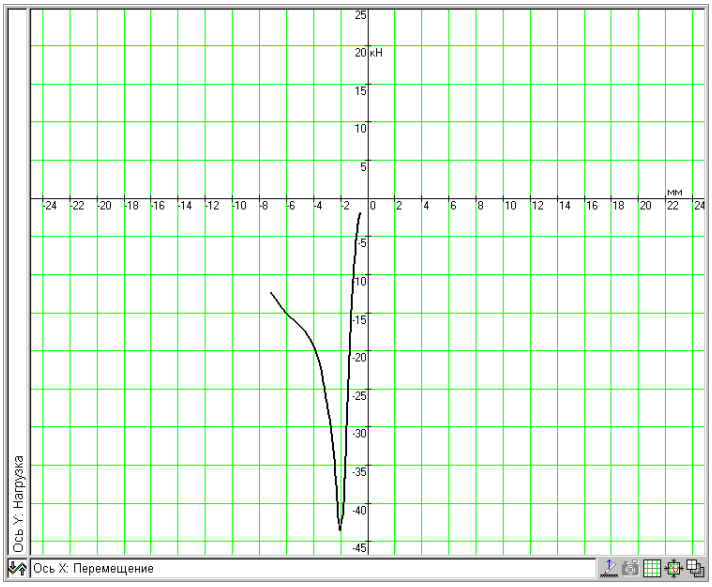


Рисунок 2 – График напряжение-деформация
при испытании образца

Полученное значение энергоемкости значительно превосходит данный показатель работы проходческого комбайна, составляющий в среднем 0,2 – 1,7 кВт·ч/м^3 [2]. Это объясняется отсутствием физического моделирования скола в лабораторной установке которое сопровождает разрушение горной породы шарошкой, а также не соответствием ряда параметров разрушения реальному процессу.

Помимо определения энергоемкости разрушения, при проведении тестирования лабораторной установки определялась степень влияния усилия подачи сверла на энергетические параметры процесса для случаев сверления образца в напряженно-деформированном состоянии и без сжатия (рисунок 3). В качестве комплексного показателя энергоёмкости процесса разрушения был принят ток нагрузки двигателя лабораторной установки.

В процессе проведения экспериментов был выявлен рост уровня тока нагрузки асинхронного двигателя лабораторной установки, при увеличении усилия подачи сверла. При этом количественное сопоставление данных величин для образца, находящегося в напряженно-деформированном состоянии, и для образца без сжатия позволяет утверждать о наличии влияния степени обжатия образца на энергоемкость его разрушения, что в конечном итоге подтверждает возможность снижения энергетических затрат при проведении проходческих работ посредством предварительного расчета геомеханических параметров разрушаемого массива.

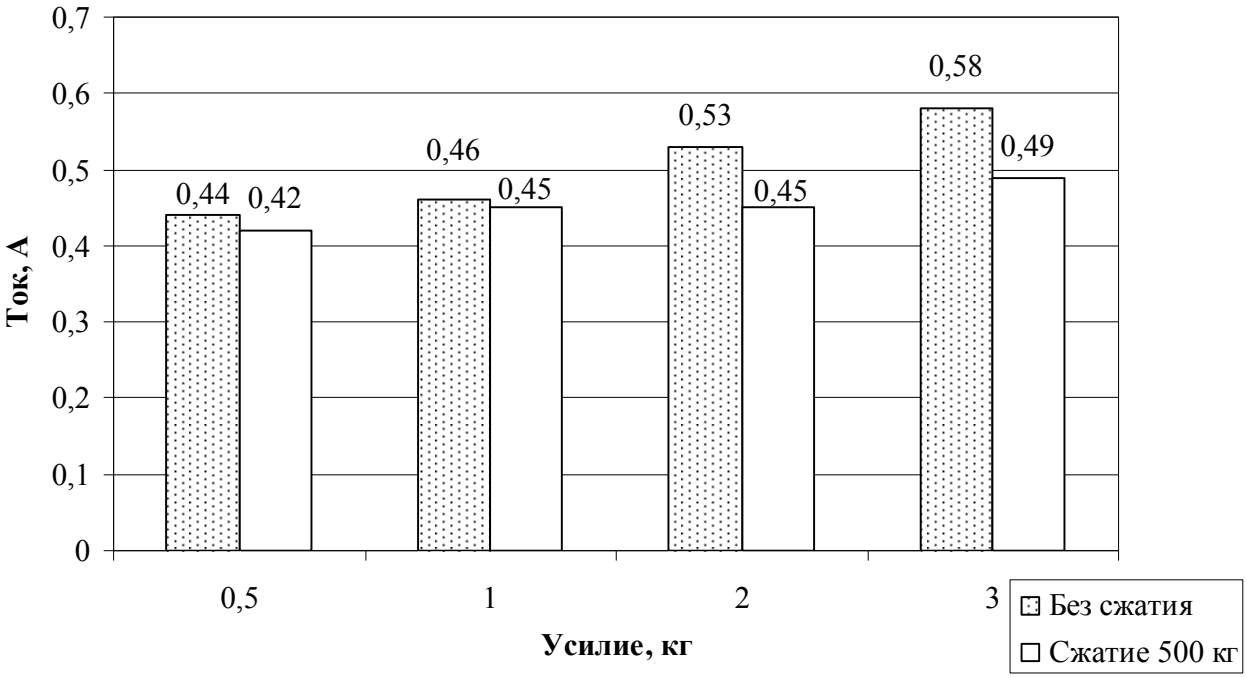


Рисунок 3 – Зависимость тока двигателя лабораторной установки от величины усилия на сверло

Дальнейшее исследование выявленных тенденций с привлечением математического моделирования позволит осуществить количественную оценку снижения удельных энергетических затрат и разработать алгоритм энергоэффективного функционирования проходческих машин.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Протасов Ю.И. Разрушение горных пород. – М.: МГГУ, 2002. – 453 с.
2. Бритаев В.Л., Замышляев В.Ф. Горные машины и комплексы. – М.: Недра, 1984. – 288 с.

УДК 624.21:624.19

В.С. Забуга, В.Г. Лукьянов

РОЛЬ КОНТУРНОГО ВЗРЫВАНИЯ В ПРОЦЕССЕ ПРОВЕДЕНИЯ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

Различают два метода взрывных работ при проведении горных выработок – обычное взрывание и контурное. Обычное взрывание получило чрезвычайно широкое распространение, несмотря на серьезные недостатки. Так, фактические контуры полостей выработок, как правило, не соответствуют проектным. Имеют место большие переборы и чрезмерные нарушения трещинами законтурного массива. Трещинообразование в законтурном массиве отрицательно влияет не только на прочность и устойчивость пород кровли и стенок горных выработок, но на безопасность работ, особенно в

призабойном пространстве. Трещины – аккумулятор ядовитых газов, образующихся при взрывных работах. Переборы породы являются причиной увеличения объемов работ по погрузке и транспортировке породы и забутовке закрепного пространства, а при монолитной бетонной крепи – больших перерасходов бетона.

Контурное взрывание – способ производства взрывных работ, при котором достигается максимальное приближение фактического профиля выработок и выемок к проектному при сохранности сплошности массива горных пород.

Для проведения горных выработок контурным взрыванием необходимо выполнять следующие мероприятия:

а) высокоточная реализация параметров, указанных в паспортах буровзрывных работ, т. е. надо точно размечать шпуры, а при бурении строго выдерживать углы наклона шпуров к поверхности забоя выработки;

б) уменьшение в 2…4 раза против обычной энергии взрыва в оконтуривающих шпурах;

в) применение особого метода расчета параметров зарядов и расположения шпуров.

Перед началом работ по проведению выработки контурным взрыванием должен быть разработан и скорректирован паспорт буровзрывных работ.

Анализ применения контурного взрывания [1, 2] показал следующее. Уменьшение концентрации взрыва на 1 м шпура достигается за счет применения ВВ с высокой (360-450 см^3) работоспособностью в патронах малого (21-24 мм) или применения ВВ в патронах обычного (32-36 мм) диаметра, но малой (260-300 см^3) работоспособности, а также комбинации двух первых способов. Благодаря увеличенному зазору между диаметром шпура и патроном ВВ снижается плотность заряжания и связанное с этим давление газа на стенки шпура. При контурном взрывании применяют три типа конструкций заряда – с радиальным, осевым и радиально-осевым зазором. Заряды с радиальным зазором применяют при использовании ВВ в патронах малого диаметра, с осевым – при использовании ВВ в патронах диаметром 32-36 мм; заряды с радиально-осевым зазором применяются в случаях, когда ВВ имеют большую работоспособность, но малый диаметр патрона. Применение контурного взрывания уменьшает глубину трещин в породном массиве в 4-7 раз, перебор породы примерно в 3 раза и заметно снижает затраты на крепление 1 м выработок – в 1,5 раза.

В работах [1, 2] приводится зависимость расстояния между оконтуривающими шпурами в горизонтальных выработках от коэффициента крепости пород по шкале проф. М.М. Протодьяконова. Так, например, при f = 3 это расстояние составляет 75 см, а при f = 10 уменьшается до 45 см. Исследования в работе [3] зависимости влияния контурного взрывания на скорость проходки выработок при различных условиях показали следующее: при использовании контурного взрывания возникает необходимость в бурении дополнительного числа шпуров, изменяемого для различных условий в пределах 19…28 % для выработки с S = 10 м^2 или 17…24 % для выработки с S = 20 м^2, причем с увеличением f имеет место относительное сокращение прироста числа оконтуривающих шпуров. Скорость проходки выработки с S = 10 м^2 при контурном взрывании снизится в 1,14 раза при f = 10 и в 1,18 раза при f = 20. Для выработки с S = 20 м^2 указанные показатели составят соответственно 1,1 и 1,24 раза. Более интенсивное сокращение скорости проходки при повышении f можно объяснить снижением в этом случае производительности бурового оборудования. Удвоенная производительность средств бурения позволяет не только компенсировать снижение скоро-

сти при контурном взрывании, но и получить, при более высоких значениях f ее приращение.

Для выработки с S = 10 м^2 при использовании бурового оборудования с производительностью, увеличенной в два раза, скорость проходки при контурном взрывании при f = 14…16 равна, а при f = 18…20 превышает на 26…41 % скорость проходки выработки обычным взрыванием; для выработки с S = 20 м^2 использование контурного взрывания с бурением шпуров более производительным оборудованием обеспечивает увеличение скорости проходки от 7% при f = 10 до 26% при f = 20 [3].

Использование контурного взрывания позволило: отказаться от тяжелых крепей из монолитного бетона и металлических арок, а вместо них применить набрызг-бетон и анкерную крепь; практически ликвидировать процессы трещинообразования в законтурном массиве, устойчивость которого резко возросла.[4]

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Смирняков В.В., Вихарев В.И., Очкуров В.И. Технология строительства горных предприятий. – М.: Недра, 1989. – 573 с.

2. Насонов И.Д., Федюкин В.А., Шуплик М.Н. Технология строительства подземных сооружений. – М.: Недра, 1983. – 233 с.

3. Харин С.А., Коваленко В.В. Оценка влияния контурного взрывания на скорость проходки горизонтальных выработок – Донецк: 2009. – 239 с.

4. Шевцов Н.Р., Таранов П.Я., Левит В.В., Гудзь А.Г. Разрушение горных пород взрывом: Учебник для вузов. – 4-е издание переработанное и дополненное – Донецк: 2003. – 253 с.

5. Лукьянов В. Г., Комащенко В. И., Шмурыгин В. А. Взрывные работы: учебник; Томский политехнический университет (ТПУ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2008. – 402 с.: ил. – Библиогр.: С. 396–397.

УДК 622.323

В.В. Ростовцев, В.Н. Ростовцев

РОССИЯ НУЖДАЕТСЯ В УСКОРЕННОМ ВОСПРОИЗВОДСТВЕ ЗАПАСОВ НЕФТИ И ГАЗА

Нефть и газ России – мощный фундамент её экономического развития и политической стабильности. Начиная с 1999 года, объемы добычи нефти и конденсата в России постоянно растут. Более того, в 2011 году по этому показателю Россия, добыв более 500 миллионов тонн нефти и конденсата, вышла на первое место в мире, обогнав Саудовскую Аравию. Несмотря на такой успех, многие ученые и специалисты с тревогой обращают внимание на то, что темпы прироста добычи, начиная с 2004 года, неуклонно падают [1]. В 20011 году прирост добычи составил чуть больше одного процента. По мнению доктора геолого-минералогических наук генерального директора ОАО «СибНАЦ» А.М. Брехунцова, член корреспондента РАН И.И. Нестерова, безусловно, выдающихся геологов России, этот рост добычи происходит без существенного увеличения капитализации ведущих фирм страны. Такое, по их мнению, возможно только за счет снижения противодавления на устье скважин, что ведет к преждевременному истощению и росту обводненности природных залежей нефти [2]. Более того, они пишут: «По нашим расчетам из традиционных коллекторов годовой уровень добычи нефти в Западной Сибири к 2020-2030 гг. снизится до 50 млн.т, а потребность в стране составит не менее 500 млн. т/год. Это катастрофа!» [2]. Не меньшую озабоченность по этому вопросу высказывает и кандидат технических наук Н.М. Байков [3]. Он подчеркивает, что Россия обладает значительными ресурсами нефти, но начальные запасы нефти уже выработаны более чем на 50 %. Степень выработанности запасов крупных месторождений приближается к 60 % [3]. Исходя из этого, он считает: «Однако реальное положение дел с добычей нефти не дает оснований рассчитывать на сохранение ее текущего уровня, не говоря о её наращивании, как предусматривает «ЭС-203» [3]. Форсированный отбор нефти приводит не только к преждевременному обводнению скважин, но и значительно снижает коэффициент извлечения нефти. По имеющимся данным, на западно-сибирских месторождениях он составляет 20-25 %, вместо проектных 45 % [3]. В последние 15 лет, свою озабоченность по вопросам нефтедобычи, и особенно, не опережающих темпах прироста запасов, являющихся основой для увеличения темпов прироста добычи, высказывали: Ф.К. Салманов [4], Е.А. Козловский [5], А.Н. Дмитриевский [6], Н.К. Байбаков [7], В.А. Скоробогатов [8], М. Белонин, О. Прищепа [9], и многие другие. Одна из причин непростого положения в нефтедобывающей отрасли, по мнению большинства геологов, сложилась из-за ликвидации Министерства геологии и его структур, обеспечивающих планомерный прирост запасов, опережающий объемы добычи. Надежды на то, что нефтегазовые компании, работая на площадях распределенного фонда, ограниченных по площади, с выявленными залежами в определенных стратиграфических интервалах смогут обеспечить необходимый прирост новых запасов, не оправдались. «Лоскутное одеяло» российских недр значительно осложнило региональные научные геологические обобщения. На наш взгляд, выход из этого критического положения один – необходимо резко увеличить геологоразведочные работы, направленные на поиски крупных по величине запасов месторождений нефти и газа за счет целевых отчислений на воспроизводство мине-

рально-сырьевой базы страны. Это не возврат в прошлое, а это – проверенный, надежный путь создания мощной ресурсной базы России. Эти средства должны оставаться под полным контролем государственной структуры сопоставимой с Министерством геологии СССР. Встает вопрос, где такие месторождения могут быть открыты. На первый взгляд наиболее привлекательными являются шельфы наших северных и дальневосточных морей. Экологическая катастрофа в Мексиканском заливе и гибель буровой установки в Охотском море свидетельствуют о сложности освоения шельфа, особенно в северном полушарии, где более 8 месяцев господствуют дрейфующие льды. Если эти месторождения будут открыты и начнется их освоение, остро встанет вопрос о рентабельности этой нефти в сравнение с ближневосточной. Большие перспективы ряд ученых связывают с землями Красноярского края, Иркутской области, Якутии и, возможно, с землями Дальнего Востока. Эти территории огромны по площади и лишены нормальной нефтегазовой инфраструктуры. Если даже завтра приступить к изучению этой территории потребуется не менее 20 – 25 лет для эффективного освоения этих территорий. Ярким примером длительности процесса освоения огромных территорий может служить Западная Сибирь. Планомерные, широкомасштабные геолого-разведочные работы на нефть и газ здесь были начаты в 1948 году. В 1953 году был получен первый промышленный приток газа, а в 1960 году первый промышленный приток нефти. Существенные приросты добычи нефти были достигнуты, начиная с 1966 года, после ввода в эксплуатацию нефтяного гиганта Самотлора и его ближайших спутников. Даже при плановой экономике, когда страна могла централизовано, бросить огромные средства и людские ресурсы на освоение слабо обжитых территорий потребовалось более 18 лет. Конечно, для освоения недр Восточной Сибири можно привлечь нефтяные компании КНР, но тогда будет дальнейшее усиление сырьевой направленности экспорта, что естественно не отвечает интересам России.

Не менее сложная ситуация просматривается и в северо-западной европейской части России. В своё время М. Белонин и О. Прищепа прямо ставили вопрос: «Прирастет ли богатство России Северо-Западом?» [9]. Они для Северо-Запада вскрыли все болевые точки характерные для всех регионов России. Во-первых, они подчеркнули, что, не смотря на имеющиеся в регионе ресурсы, даже простое воспроизводство запасов нефти и газа добывающие компании не обеспечат в пределах распределенного фонда, не говоря о возможности открытия новых крупных по запасам залежей в силу объективных причин. Во-вторых, основные интересы государственных органов, отвечающих за недропользование и лицензирование, и нефтегазодобывающих компаний не совпадают, и это приводит к отставанию подготовки новых запасов в нужных объемах. В-третьих, они показали, что для прироста запасов в объеме от 682,0 до 912,4 млн. тонн условного топлива в течение 17 лет (по ценам 2004 г.) соответственно потребуется финансирование геологоразведочных работ в объеме от 101,9 до 132,7 млрд. рублей, при этом от 92,6 до 120,6 млрд. рублей должно лечь на плечи недропользователей. В этом случае, себестоимость одной тонны условного топлива составит 149 – 132,1 рубля. Опыт последних 20 лет показывает, что реализовать такие программы недропользователям не под силу.

В значительной степени решение этой задачи можно упростить, используя новейшие достижения науки и техники, создав технологию, способную на огромных территориях выявлять границы прогнозируемых месторождений. Это позволит эффективно намечать границы лицензионных участков государственным органам занимающимся вопросами недропользования, а самим недропользователям минимизировать риски поисковых работ.

Такая технология создана учеными Томска. Она основана на квантово-оптической фильтрации фотографического снимка. Наиболее информативным является космоснимок.

Эта технология позволяет в любой точке мира, после квантово-оптической фильтрации космоснимка интересующей нас территории наметить границы прогнозируемого месторождения, определить его площадь, удельные запасы и распределение их плотности. Для проведения таких работ в Томске была создана лаборатория для квантово-оптической фильтрации и получен патент на этот способ исследований.

Теоретические основы технологии были сформулированы в 90-х годах учеными академических институтов, которые начали заниматься изучением низкочастотных электромагнитных сигналов литосферного происхождения. (Соболев Г.А., Дедов В.П., Левшенко В.Т., Шуман В.Н., Тарновский Е.Т и др).

Экспериментально было установлено, что литосфера способна генерировать электромагнитные возмущения. На границе раздела «Земля–атмосфера» они создают сложную структуру электромагнитных полей, несущих информацию о процессах в земной коре, её строении и свойствах. На дневную поверхность проецируется трехмерная интерференционная картина геологического строения литосферы.

Регистрируемый съемочной аппаратурой искусственных спутников Земли отраженный от дневной поверхности солнечный свет модулируется низкочастотными электромагнитными и сейсмомагнитными сигналами, коррелированными с геологическим строением литосферы, в состав которой входят нефтяные и газовые месторождения. Электромагнитные возмущения нефтяных и газовых месторождений возникают за счет термобарических условий, в которых они находятся, от приливных и отливных воздействий других планет солнечной системы и десятков других нам пока неизвестных условий. На границе раздела «Земля-атмосфера» формируется сложная пространственно-временная голографическая информационная структура электромагнитных полей. Задача сводится к выделению из этой сложной интерференционной картины той части, которая сформирована под воздействием наличия залежей углеводородов.

Оказалось, что характеристическая электромагнитная волна большого количества нефти и газа фиксируется определенным образом на космическом снимке и это открыло путь к выявлению уже открытых и пока еще неизвестных месторождений.

Для проведения измерений используются мульти- и гиперспектральные спутниковые снимки, в зависимости от поставленных задач и изучаемой территории. Спектральный диапазон, охватываемый снимком, должен составлять от 0,6 до 3 микрометров.

Обработка полученных данных проводится по специальной программе, разработанной специалистами различных университетов города Томска и Новосибирска. Увязка данных космоснимков с топографическими картами производится также автоматически при помощи специальной программы.

Критерием истины является практика.

Поэтому технология первоначально была апробирована на десятке хорошо изученных месторождениях в различных уголках мира и в различных горно-геологических условиях. К примеру, на Мыльджинском месторождении в Томской области (рисунок 1).

На приведенном рисунке 1 отчетливо видно, что интенсивность сигнала от газоводянного контакта к центральной части месторождения усиливается по мере увеличения плотности запасов.

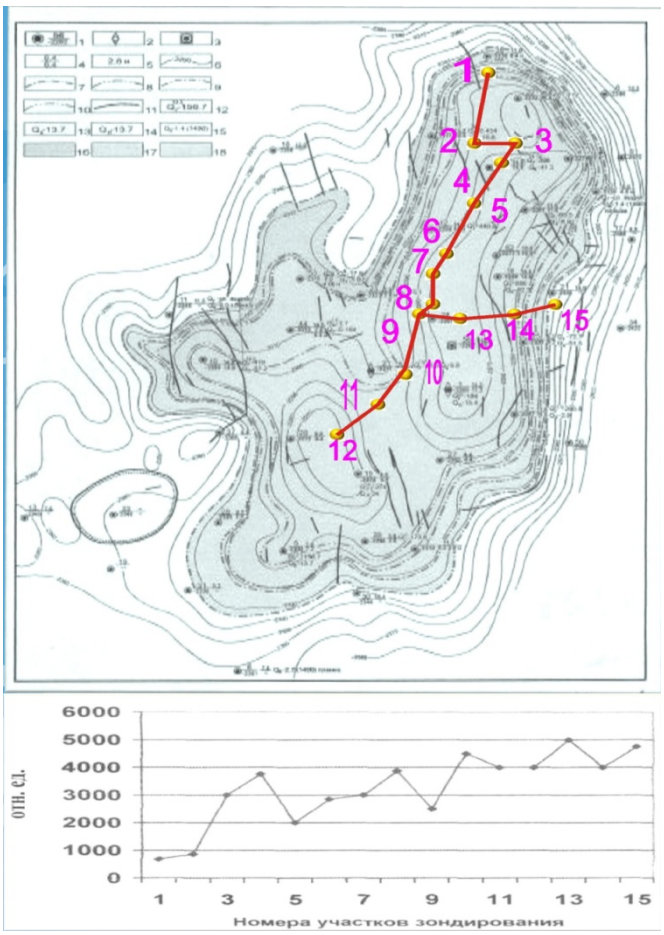


Рисунок 1 – Апробация технологии на Мыльджинском НГК месторождении. Томская область

Такая же картина наблюдается и от точки номер 8 к точке номер 16, хотя судя по карте интенсивность сигнала должна падать. Этого не происходит, в связи с тем, что на восточном борту Мыльджинского месторождения залегают неокомские литологически ограниченные залежи газа которые и усиливают интенсивность сигнала, несмотря на газоводянной контакт юрской залежи. Это дает основание предполагать, что данная технология позволяет не только выявлять границы месторождения, но и судить о его особенностях геологического строения. Апробация на шельфе была проведена в зоне месторождения Белый Тигр расположенного в Южно-Китайском море (рисунок 2)

На этом месторождении изменение интенсивности сигнала тесно коррелируется с геологическим строением основной нефтяной массивной залежью этого месторождения. Интенсивность сигнала меняется пропорционально изменению плотности запасов, что мы часто наблюдаем в массивных залежах.

Здесь приведены 2 конкретных примера, но во всех случаях апробации были получены положительные результаты. После этого был осуществлен поиск прогнозируемых месторождений в Томской, Омской областях, в Красноярском крае, на Дальнем Востоке, в Ливане, Сирии выявлено более 50 прогнозируемых месторождений. Также приведем два примера выявления ранее неизвестных месторождений. На рисунке 3 приведены результаты изучения территорий Ливана, Сирии. На этом рисунке границы месторождений отмечены желтым цветом, а красным зоны с повышенной плотностью запасов в пределах этих выявленных прогнозируемых месторождений. На рисунке 4

показаны результаты обработки космоснимка охватывающего территорию северной части Омской области. При этом месторождения границы которых обозначены желтым цветом уже открыты глубоким бурением они также отчетливо фиксируются после квантово-оптической фильтрации космоснимка. Границы прогнозируемых месторождений показаны на рисунке 4 желтым цветом.

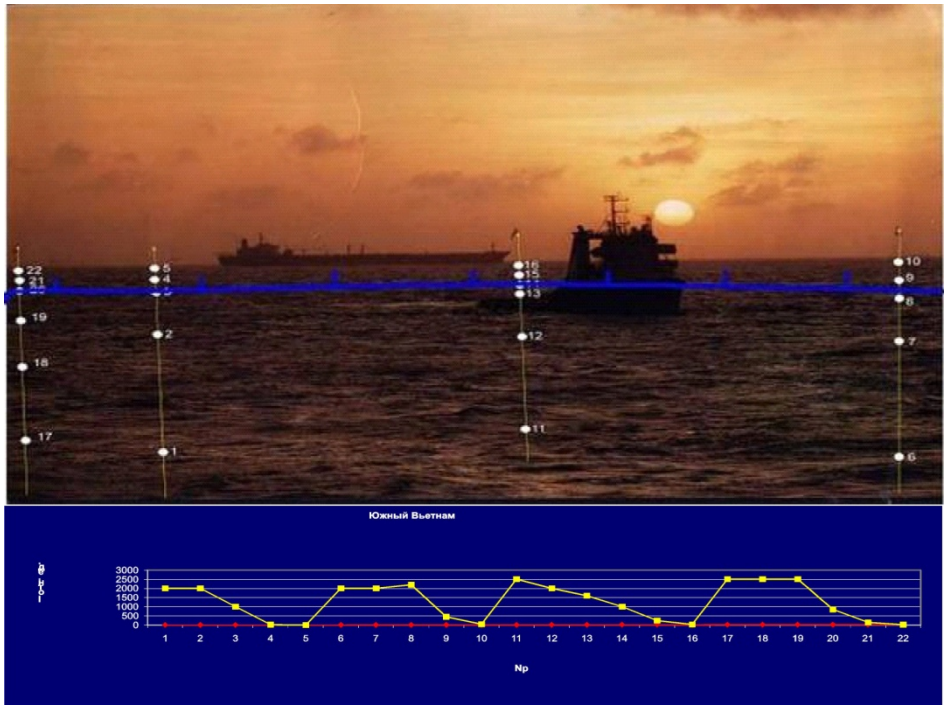


Рисунок 2 – Апробация технологии на месторождении Белый Тигр. Вьетнам

Их размеры и количество однозначно свидетельствуют о высоких перспективах нефтегазоносности Омской области. По нашим данным официально принятая ресурсная база Омской области значительно занижена. Учитывая её географическое положение относительно магистрального нефтепровода ВСТО, её развитую инфраструктуру и наличие нефтеперерабатывающих мощностей, считаем необходимым, в этой области возобновить поиски нефти и газа. Более того, по нашим данным, на юге Омской области после обработки серии космоснимков мы наблюдаем три крупных зоны нефтегазонакопления которые требуют дополнительной обработки космоснимков с целью выделения границ конкретных месторождений.

Там где этой технологией были выявлены прогнозируемые месторождения, и проводилось бурение, открыты одно нефтяное (Камовское) и два газовых месторождения (Богучанское, Абаканское) в Красноярском крае. Абаканское месторождение было открыто почти через три года после публикации в открытой печати о наличии этого месторождения, выявленного этой технологией [9]. В Томской области поисковая скважина, заложенная в основном по данным этой технологии в пределах Трубачевского лицензионного участка, земли которого более 50 лет считались бесперспективными, вскрыла 8 потенциально продуктивных горизонтов от палеозоя до кровли сеномана.

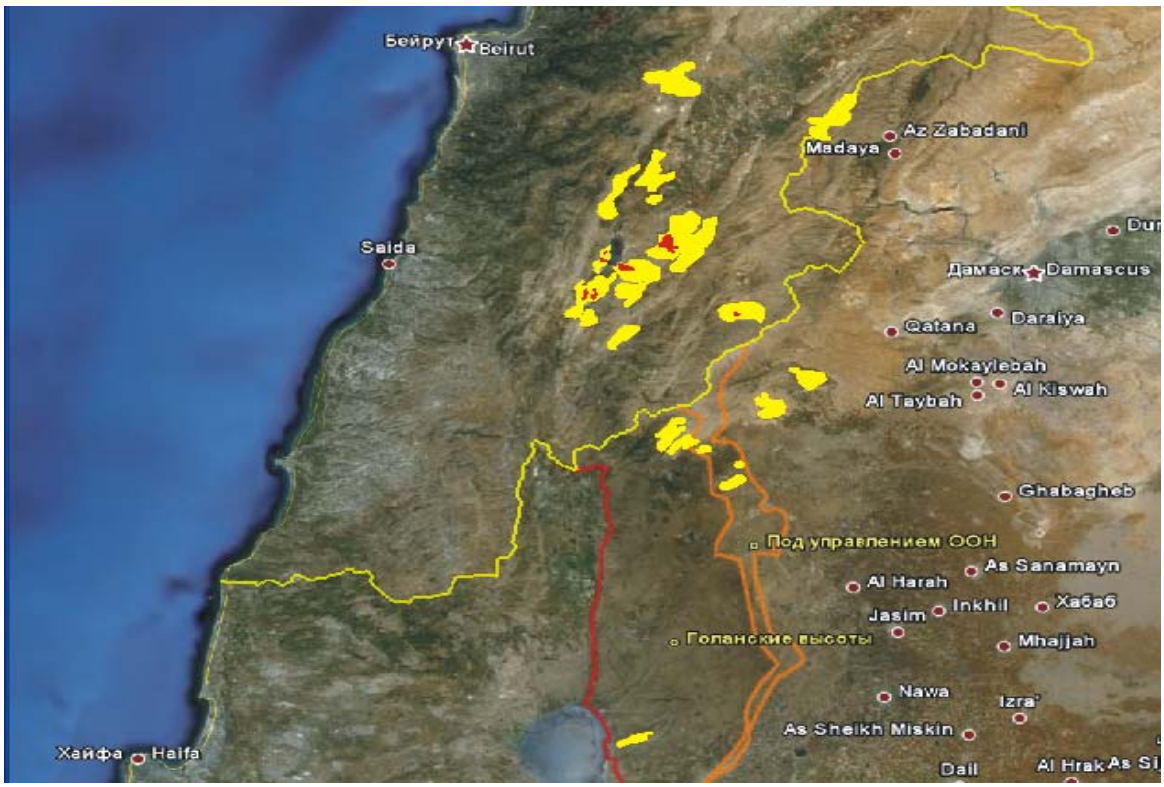


Рисунок 3 – Выявленные с помощью квантово-оптической фильтрации космоснимка прогнозируемые месторождения на территории Ливана и Сирии

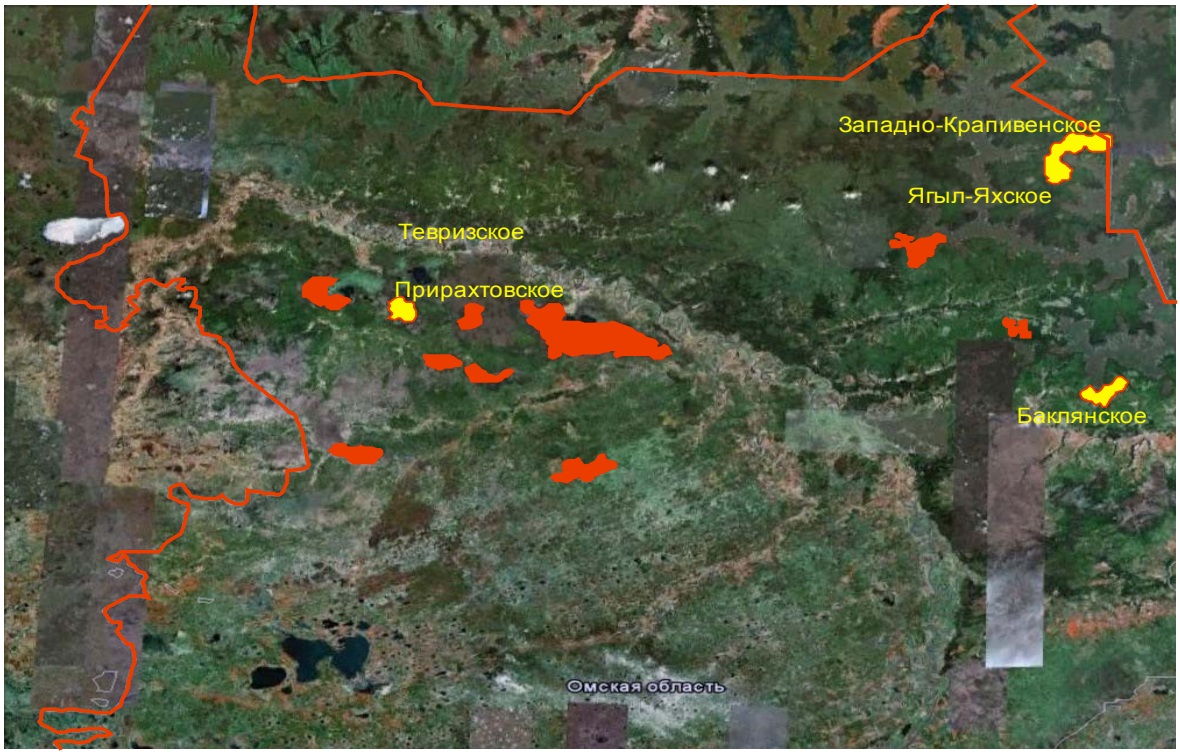
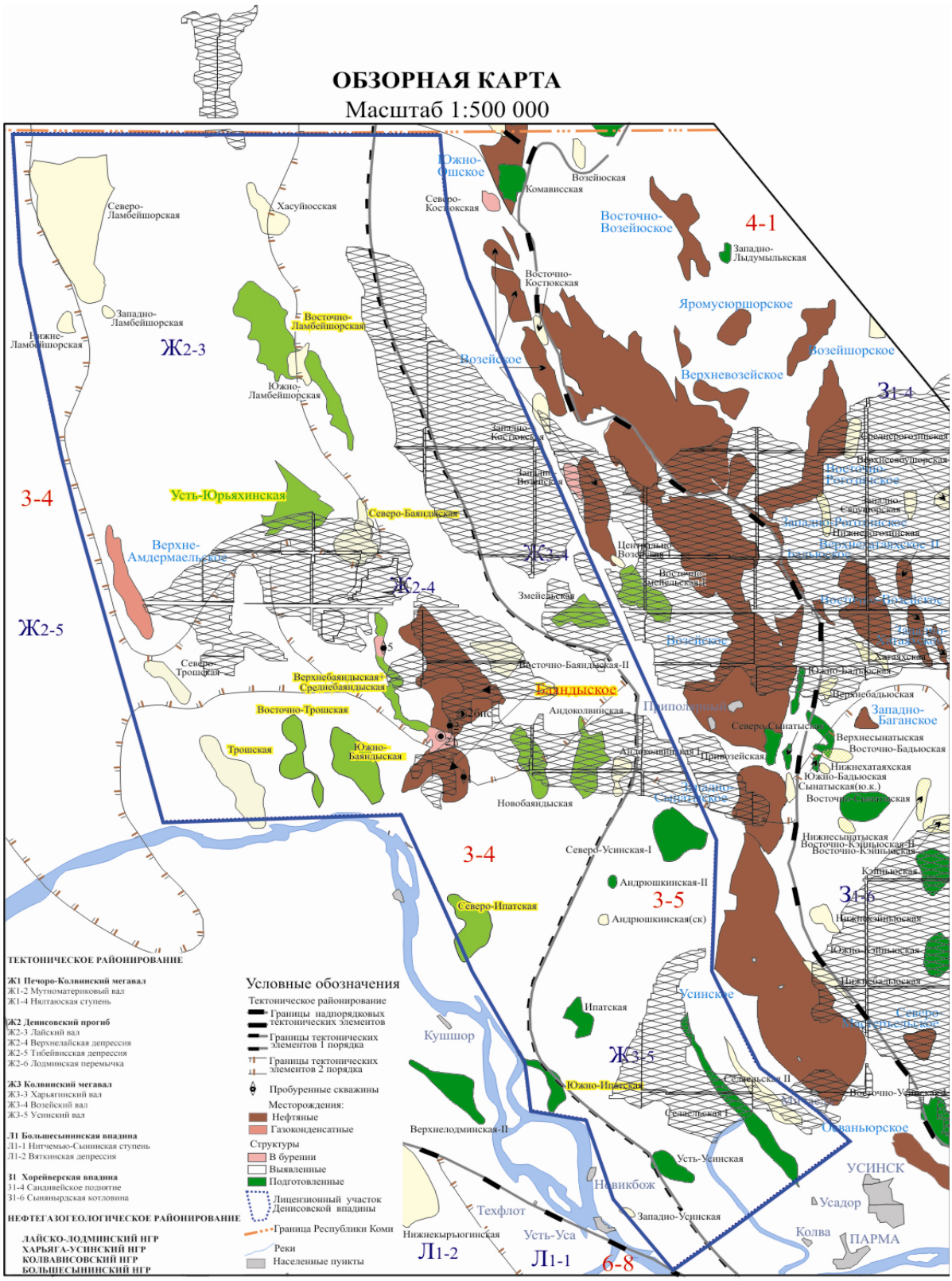


Рисунок 4 – Выявленные с помощью квантово-оптической фильтрации космоснимка месторождения и прогнозируемые месторождения на территории севера Омской области



Прогнозируемые месторождения углеводородов по данным квантово-оптической фильтрации космоснимка (ТОМКО)

Рисунок 5 – Карта сопоставления результатов полученных по данным квантово-оптической фильтрации космоснимков с данными сейсмики и глубокого бурения

Эффективность этой технологии была проверена и на землях севера Европейской части России в пределах лицензионного участка НК «ЛУКОЙЛ» в зоне Денисовской впадины. Специалистами нефтяной компании ставилась задача с помощью этой тех-

нологии выявить открытое ими, но пока неизвестное геологической общественности нефтяное месторождение и дать оценку перспективам нефтегазоносности остальной части лицензионного участка. После квантово-оптической фильтрации серии космоснимков, охватывающих территорию лицензионного участка, были получены, с нашей точки зрения уникальные результаты. На рисунке5 приведено сопоставление наших результатов с данными специалистов НК «ЛУКОЙЛ».

Во-первых, совершенно очевидно, что по данным этой технологии намечены границы месторождения открытого нефтяной компанией. При этом по нашим прогнозам площадь прогнозируемого месторождения на 10–15 % больше чем это считают нефтяники. Во-вторых, по нашим данным более 70 % площади лицензионного участка малоперспективны для поисков нефти и газа. В-третьих, в пределах участка выявлены границы прогнозируемых месторождений со значительной площадью, особенно в северо-восточной части участка, где очевидно еще не проводились сейсморазведочные работы, но где их надо проводить в первую очередь. В-четвертых, 9 подготовленных структур в пределах участка, по нашим данным не контролируют залежи и являются малоперспективными. В-пятых, только пять подготовленных структур по нашим данным контролируют месторождения и должны быть первоочередными объектами для постановки глубокого бурения.

За пределами лицензионного участка на первый взгляд наблюдается некоторое не совпадение наших данных с данными нефтяников, особенно в южной части расположенной севернее города Усинска и на севере в районе Возейского месторождения. На примере рисунка 2 отчетливо видно, что в пределах месторождений, выделяемых нефтяниками, фактически не зафиксирован электромагнитный сигнал от нефтяной залежи. Это и понятно. Эти зоны интенсивно выработаны и нефть находится в движении по пласту, что не дает сформироваться стабильному, устойчивому сигналу вертикально к поверхности земли. Зато с помощью этой технологии отчетливо видны не выработанные мелкие зоны, которые естественно представляют интерес для недропользователей. Кроме того, к западу от реки мы наблюдаем узкую полосу хорошего сигнала, которая практически параллельно оси месторождения протягивается с юга на север. По нашим представлениям этот узкий нефтяной фронт сформирован в результате воздействия нагнетательных скважин. Надеемся, что приведенный анализ опытных, даже не детальных работ свидетельствует об эффективности данной технологии на территории севера европейской части России. Представьте себе, сколько средств, сил и времени недропользователь мог сэкономить, имея данную информацию перед входом с геологоразведочными работами на этот лицензионный участок. На рисунке 6 приведены результаты квантово-оптической обработки одного из космоснимков территории прилегающей к городу Усинску. С одной стороны эти данные свидетельствуют о возможности открытия здесь еще ни одного крупного месторождения, а с другой, что более 65 % изученной территории малоперспективны. Имея такие данные трудно согласиться с М.В. Чертенковым [10], что в зоне действия ООО «ЛУКОЙЛ-Коми» больших открытий ждать не следует. Крупные по запасам месторождения еще будут открыты на землях Коми. Этот тезис подтверждает рисунок 6, где на обработанном космоснимке отчетливо видны огромные перспективные зоны северо-восточнее города Усинска. На этом рисунке характеристический электромагнитный сигнал с определенной фазово-частотной характеристикой свойственный углеводородам выделен красным крапом. Это все огромные нефтегазоносные зоны. Вместе с тем, совершенно очевидно, что огромная часть этой территории мало перспективна. На малоперспективных землях мы не видим целесообразности проводить широкомасштабные геоло-

горазведочные работы на нефть и газ Их необходимо сконцентрировать в нами выделенных перспективных зонах. Чтобы в этих зонах выделить границы прогнозируемых месторождений необходимо обработать более крупномасштабные космоснимки.

Открыть крупные месторождения в короткие сроки, можно только опираясь на инновационные технологии поиска, одной из таких технологий является технология квантово-оптической фильтрации космоснимков. Без преувеличения можно сказать, что эта технология открывает новый путь ускоренного воспроизводства запасов нефти и газа в России. Для того чтобы она стала широко использоваться ей еще самой надо пройти тернистый путь и преодолеть косность нашего мышления.

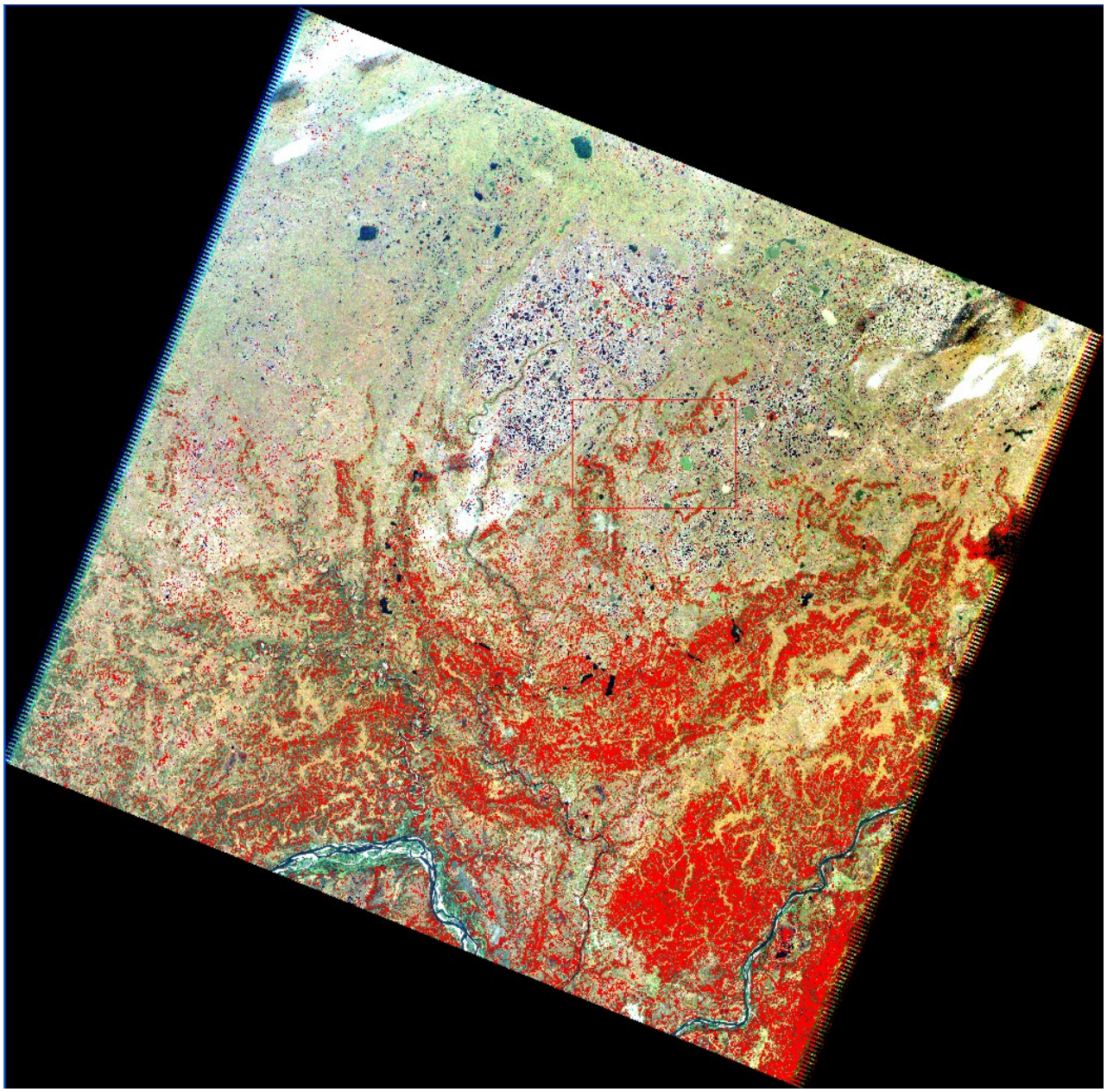


Рисунок 6 – Обработанный космоснимок района города Усинска с выявленными перспективными зонами

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Нефтедобыча: шаткое благополучие // Нефтегазовая вертикаль. – 2010. – № 5. – С. 28–39.

2. Брехунцов А.М., Нестеров И.И. Нефть битуминозных глинистых, кремнисто-глинистых и карбонатно-кремнисто-глинистых пород // Горные ведомости. – Тюмень, 2011. – С. 30–61.

3. Байков Н.М. Об Энергетической стратегии России на период до 2030 года // Нефтяное хозяйство. – 2010. – № 4. – С. 34–36.

4. Салманов Ф.К. Наш опыт первопроходцев поможет освоению всей Западной Сибири // Геология нефти и газа. – 2000. – № 5. – С. 61–63.

5. Козловский Е.А. Национальная безопасность // Российские недра. – 28.12.2011 – № 19 (130). – С. 4–5.

6. Дмитриевский А.Н. Фундаментальный базис новых технологий нефтяной промышленности // Нефтяное хозяйство. – 1997. – № 11. – С. 2–5.

7. Байбаков Н.К. О повышении нефтеотдачи пластов // Нефтяное хозяйство. – 1997. – № 11. – С. 6–9.

8. Скоробогатов В.А. Геостратегические основы восточного направления энергетической политики России в первые десятилетия XXI века // Газовая геология России. Вчера. Сегодня. Завтра. – М.: ВНИИГАЗ, 2000. – С. 64–81.

9. Белонин М.Д., Прищепа О. Прирастет ли богатство России Северо-Западом? // Нефть России. – 2004. – № 8. – С. 11–115.

10. Чертенков М.С. Больших открытий ждать не следует // Нефть России. – 2004. – № 8. – С. 82–83.

УДК 553.982

И.Г. Ященко, Ю.М. Полищук

ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ ТРУДНОИЗВЛЕКАЕМОЙ НЕФТИ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ И ОСОБЕННОСТИ ЕЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ

Введение

Согласно [1 - 11], мировые извлекаемые запасы тяжелой и вязкой нефти имеют 5-ти кратное превышение ресурсов запасов «легкой» нефти с малой и средней вязкостью. Известно, что из добытой в России нефти в 2011 г. (510 млн. т) более 70 % составила нефть с высоким содержанием парафинов. Постоянное увеличение в общем объеме добываемой нефти доли парафинистой нефти ставит перед нефтяниками ряд сложных технических проблем [9]. Так, отложения парафинов в призабойной зоне пласта и на поверхности нефтепромыслового оборудования является одним из серьёзных осложнений при эксплуатации скважин и трубопроводного транспорта [10, 11]. Поэтому трудноизвлекаемые нефти, к которым относятся тяжелые, вязкие, парафинистые и высокосмолистые нефти, рассматривают в качестве основного резерва мировой добычи нефти в ближайшей перспективе.

В связи с этим целью данной работы явилось проведение анализа закономерностей размещения вязких и парафинистых нефтей, составляющих основной объем трудноизвлекаемой нефти на территории России. Анализ проведен с использованием созданной в Институте химии нефти СО РАН глобальной базы данных по химии нефти, которая постоянно пополняется новой информацией о физико-химических и геохимических свойствах нефти, ее географическом местоположении, геологических и термобарических условиях залегания [12 – 14]. В настоящее время база данных (БД) включает описания более 21200 образцов нефти, в которой содержится 2278 образцов нефти, относящихся к вязкой (вязкость более 35 мм^2/с) нефти и 2274 описаний образцов парафинистой (содержание парафинов более 6 %) нефти.

Анализ распределения ресурсов вязкой нефти и особенностей ее свойств

Россия обладает большими ресурсами вязкой нефти (ВН). Их общая доля составляет более 11 % общемировых ресурсов. Рассмотрим далее особенности распределения ресурсов ВН на территории России. Всего в БД выявлено 518 месторождений с вязкой нефтью, которые встречаются почти во всех нефтегазоносных бассейнах (НГБ) России. Однако на территории семи бассейнов среднебассейновая вязкость нефти при 20 °С превышает уровень 35 мм^2/с – предел, выше которого нефть относится к ВН. Это Волго-Уральский (ВУНГБ), Днепровско-Припятский, Енисейско-Анабарский, Охотский, Прикаспийский, Северо-Кавказский и Тимано-Печорский (ТПНГБ) бассейны.

Анализ распределения ВН по основным НГБ России показывает (таблица 1), что в Волго-Уральском бассейне сосредоточено почти 70 % месторождений российской вязкой нефти, в Западно-Сибирском бассейне (ЗСНГБ) находится 52 месторождения (почти 10 %) ВН России. Меньше всего образцов вязкой нефти в Енисейско-Анабарском и Балтийском бассейнах. Из таблицы 1 следует, что в среднем самой вязкой в России является ВН Тимано-Печорского (более 4194 мм^2/с). А вязкая нефть Лено-Тунгусского бассейна имеют наименьшую в среднем вязкость (91 мм^2/с).

Таблица 1 – Характеристика информации в БД

Нефтегазоносный бассейн	Количество месторождений с ВН	Объем всей выборки ВН	Средне-бассейновое значение вязкости ВН при 20 °С, мм^2/с
Волго-Уральский	363	1125	395,94
Западно-Сибирский	52	150	228,60
Тимано-Печорский	42	103	4194,41
Северо-Кавказский	26	63	1240,66
Лено-Тунгусский	15	55	91,33
Охотский	14	49	124,00
Енисейско-Анабарский	3	3	183,57
Балтийский	3	3	98,77

Распределение уникальных и крупных месторождений России по их запасам приведено в таблице 2.

Основными российскими центрами добычи вязкой нефти являются Волго-Уральский, Западно-Сибирский и Тимано-Печорский нефтегазоносные бассейны. Извлекаемые запасы вязкой нефти в ВУНГБ составляют 33,5 % общероссийских запасов, в ЗСНГБ – 37,1 %, в ТПНГБ – 14,3 %. Суммарные запасы вязкой нефти Волго-Уральского, Западно-Сибирского и Тимано-Печорского бассейнов составляют около

85 % общероссийских ВН как по нашим данным, так и по оценкам других экспертов [4 – 8].

Таблица 2 – Распределение по запасам основных месторождений с вязкой нефтью на территории России

Месторождение	Нефтегазоносный бассейн	Среднее значение вязкости нефти по месторождению, мм^2/с
Уникальные (более 300 млн. т нефти)		
Ромашкинское	Волго-Уральский	25,24
Ван-Еганское	Западно-Сибирский	294,70
Чаяндинское	Лено-Тунгусский	43,71
Приобское	Западно-Сибирский	31,87
Усинское	Тимано-Печорский	2588,44
Мамонтовское	Западно-Сибирский	39,22
Макаровское	Волго-Уральский	86,45
Новохазинское	Волго-Уральский	35,73
Русское	Западно-Сибирский	583,42
Федоровское	Западно-Сибирский	37,70
Арланское	Волго-Уральский	31,69
Ярегское	Тимано-Печорский	11988,48
Крупные (от 30 до 300 млн. т нефти)		
Новопортовское	Западно-Сибирский	11,17
Верхнечонское	Лено-Тунгусский	27,83
Наульское	Тимано-Печорский	123,61
Комсомольское	Западно-Сибирский	22,83
Мало-Балыкское	Западно-Сибирский	15,20
Верхнеуратьимское	Волго-Уральский	75,60
Тагульское	Западно-Сибирский	58,20
Возейское	Тимано-Печорский	17,83
Вятское	Волго-Уральский	30,87
Харьягинское	Тимано-Печорский	16,76
Юсуповское	Волго-Уральский	43,40
Малгобек-Горское	Северо-Кавказский	40,14
Чайво-Море	Охотский	46,32
Новоелховское	Волго-Уральский	51,87
Имени Р. Требса	Тимано-Печорский	87,85
Аксубаево-Мокшинское	Волго-Уральский	438,50
Гремихинское	Волго-Уральский	79,02
Преображенское	Лено-Тунгусский	25,19
Даниловское	Лено-Тунгусский	46,32
Средне-Ботуобинское	Лено-Тунгусский	54,06
Чутырско-Киенгопское	Волго-Уральский	43,74
Усть-Балыкское	Западно-Сибирский	42,33
Охинское	Охотский	87,55
Сюрхаратинское	Тимано-Печорский	293,75
Западно-Тэбукское	Тимано-Печорский	19,89
Радаевское	Волго-Уральский	90,10
Степноозерское	Волго-Уральский	132,17
Якушинское	Волго-Уральский	58,99
Мишкинское	Волго-Уральский	74,00
Аксеновское	Волго-Уральский	88,50
Фестивальное	Западно-Сибирский	2115,51
Бавлинское	Волго-Уральский	1002,54
Торавейское	Тимано-Печорский	11210,92

Продолжение таблицы 2

Месторождение	Нефтегазоносный бассейн	Среднее значение вязкости нефти по месторождению, мм^2/с
Лянторское	Западно-Сибирский	69,47
Ербогаченское	Лено-Тунгусский	204,93
Осинское	Волго-Уральский	28,47
Новошешминское	Волго-Уральский	74,72
Архангельское (Татарстан)	Волго-Уральский	3000,65
Хасырейское	Тимано-Печорский	83,24
Быстринское	Западно-Сибирский	73,16
Майское	Западно-Сибирский	36,49
Нурлатское	Волго-Уральский	77,92
Ареляхское	Лено-Тунгусский	23,75
Павловское	Волго-Уральский	45,79
Москудьинское	Волго-Уральский	94,78

Рассмотрим изменение свойств вязкой нефти в зависимости от термобарических условий и глубины залегания нефтина основе данных таблицы 3. Как видно из этой таблицы, западно-сибирская вязкая нефть находится в пластах с повышенными температурой и давлением. Эти пласты в основном приурочены к глубине от 2000 до 3000 м, где пластовая температура превышает почти в 3 раза температуру в пластах ВУНГБ и ТПНГБ. Это может служить объяснением, почему западно-сибирская ВН по своим характеристикам существенно отличается от тимано-печорской и волго-уральской: она менее тяжелая и вязкая, с меньшим содержанием серы, смол, асфальтенов и кокса (почти в 2 раза). Следовательно, сравнительный анализ свойств ВН рассматриваемых трех НГБ подтверждает выявленную нами ранее закономерность [13], а именно: чем ниже глубина залегания, тем меньше плотность и вязкость, концентрация серы, смол и асфальтенов и тем выше содержание парафинов в ВН. Содержание нефтяного газа

Таблица 3 – Свойства вязкой нефти российских НГБ, глубина и термобарические условия ее залегания

Физико-химические показатели	Западно-Сибирский НГБ	Тимано-Печорский НГБ	Волго-Уральский НГБ
Плотность, г/см^3	0,8836	0,9279	0,9130
Вязкость, мм^2/с	228,60	4194,41	395,94
Содержание серы, %	1,17	1,81	2,90
Содержание парафинов, %	5,13	4,08	4,23
Содержание смол, %	9,25	16,53	20,29
Содержание асфальтенов, %	2,17	7,31	5,89
Фракция н.к. 200 °С, мас. %	13,55	12,63	15,74
Фракция н.к. 300 °С, мас. %	31,56	30,33	31,32
Фракция н.к. 350 °С, мас. %	39,62	33,00	36,58
Газосодержание в нефти, м^3/т	63,12	40,87	19,15
Содержание кокса, мас. %	4,48	8,98	7,43
Термобарические условия залегания			
Температура пласта, ^{0}С	75,53	25,78	28,16
Пластовое давление, МПа	22,53	13,50	14,52
Глубина залегания, м			
	Более 73 % находится на глубине от 2000 м до 3000 м	Более 75 % находится на глубине от 1000 м до 2000 м	Более 78 % находится на глубине до 1000 м

для западно-сибирских залежей также более высокое, чем в нефтях других НГБ. Так, оно превышает в 3 раза содержание газа в вязкой нефти ТПНГБ. Содержание дизельных фракций ВН всех трех бассейнов не имеет значительных отличий.

Большинство залежей (52,8 %) находится в верхнемеловых отложениях, в среднеюрских пластах размещается почти 15 % вязкой нефти, такая же доля приходится на палеозойские залежи. Самыми глубоко залегающими (3000 – 3500 м) являются вязкие нефти Майского, Северо-Калинового, Урманского и Фестивального месторождений в Томской области.

Распределение ресурсов ВН по субъектам РФ, данное на рисунке 1, показывает, что более половины запасов ВН России расположены в Ханты-Мансийском АО и в Татарстане.

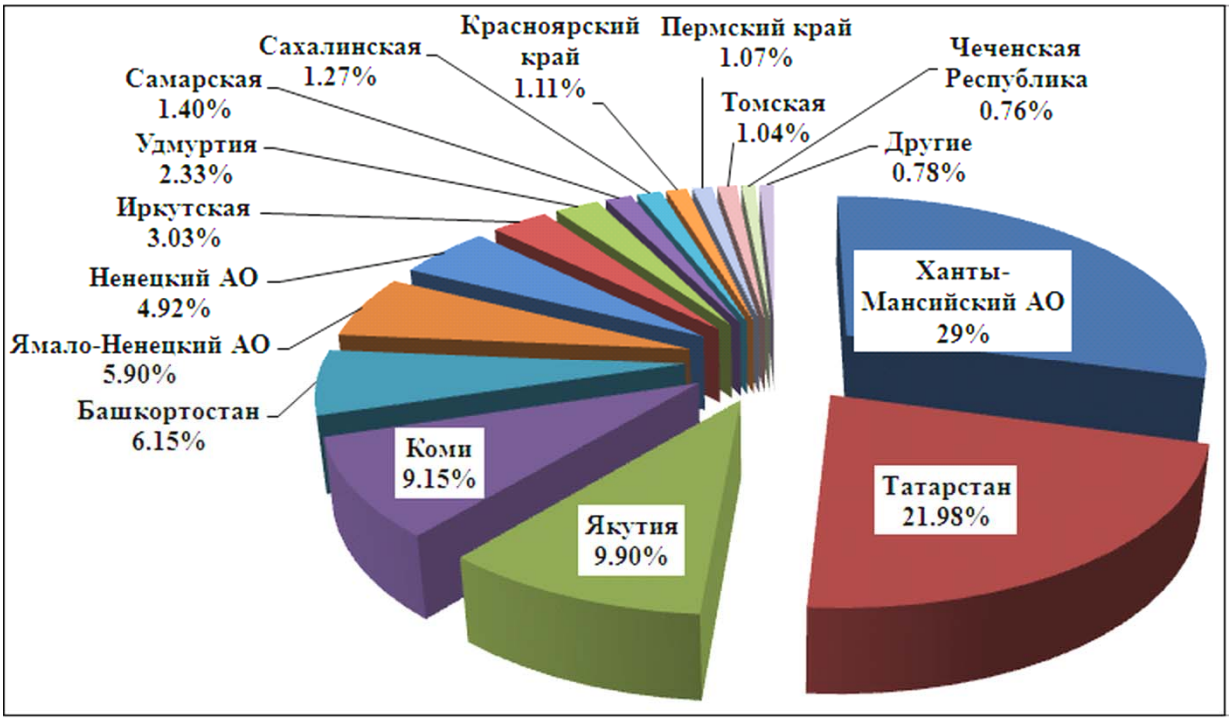


Рисунок 1 – Распределение ресурсов вязкой нефти по субъектам Российской Федерации

Анализ распределения ресурсов парафинистой нефти и особенностей ее свойств

Всего на территории России находится 426 месторождений с парафинистой нефтью (ПН). Наибольшая их часть расположена в Волго-Уральском и Западно-Сибирском нефтегазоносных бассейнах (33 и 32 % соответственно). Остальные месторождения ПН распределяются следующим образом: приблизительно 20 % из них относится к Северо-Кавказскому бассейну, к Тимано-Печорскому бассейну – более 8 % и почти 7 % находится в остальных НГБ (Анадырско-Наваринский, Балтийский, Енисейско-Анабарский, Лено-Вилюйский, Лено-Тунгусский, Охотский и Пенжинский).

Распределение запасов ПН по нефтегазоносным бассейнам России представлено в виде диаграммы на рисунке 2, из которой видно, что наибольшие их запасы находятся в ЗСНГБ и ТПНГБ – в совокупности почти 83 % общероссийских ресурсов парафинистой нефти. В Волго-Уральском бассейне располагается более 15 % российских ресурсов ПН.

Следовательно, в этих трех основных бассейнах сосредоточено около 98 % российских запасов ПН.

Распределение уникальных и крупных месторождений с ПН по объемам запасов нефти в трех основных НГБ приведено в таблице 4. Отметим, что общий объем запасов только в уникальных месторождениях трех НГБ составляет около 92 % всех российских запасов ПН.

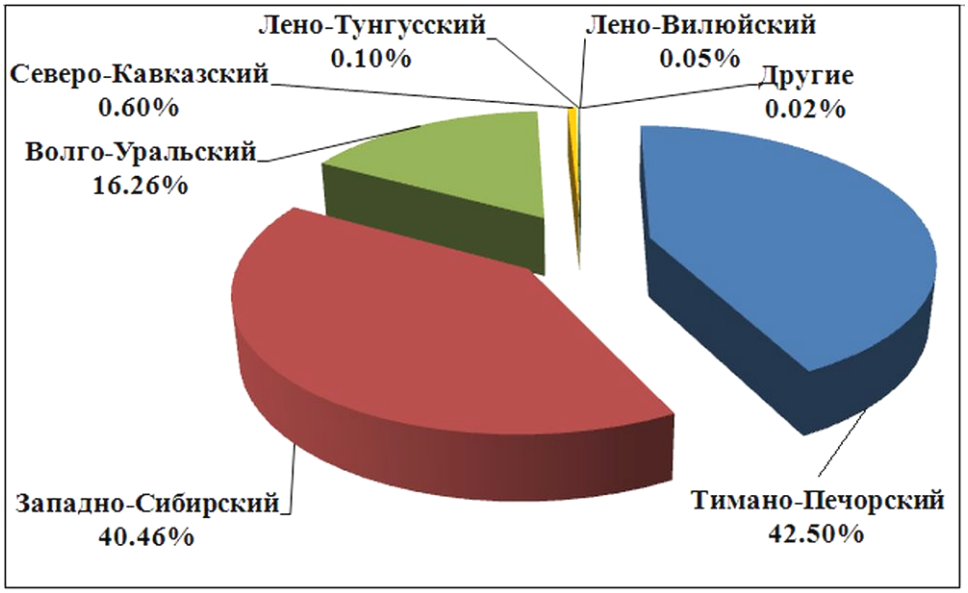


Рисунок 2 – Распределение запасов парафинистых нефтей по нефтегазоносным бассейнам России

Как отмечено выше (рисунок 2), основные запасы ПН в России сосредоточены в ТПНГБ, ЗСНГБ и ВУНГБ. На территории Тимано-Печорского бассейна 36 месторождений содержат нефть с высоким содержанием парафинов, что составляет более 26 % месторождений бассейна (135), представленных в БД. Следовательно, каждое четвертое месторождение характеризуется высокой концентрацией парафинов в нефти. В ВУНГБ месторождения с парафинистой нефтью составляют более 18 % общего их количества. На территории ЗСНГБ наибольшими запасами ПН обладают Уренгойское, Самотлорское, Советское и Салымское месторождения.

Распределение разведанных запасов парафинистой нефти по субъектам Российской Федерации представлено в виде круговой диаграммы на рисунке 3. Как видно из этой диаграммы, наибольшие ресурсы ПН сосредоточены в Республике Коми и Ямало-Ненецком АО, в совокупности там находится около 75 % всех российских запасов ПН.

В таблице 5 приведена общая характеристика информации из БД о физико-химических свойствах парафинистой нефти на территории трех основных российских бассейнов. Анализ данных таблицы 5 показал, что наименьшее содержание парафинов имеет парафинистая нефть ВУНГБ. Установлено также, что она наименее вязкая, с меньшим содержанием пластового газа, но с большим содержанием серы, смол, асфальтенов, дизельных фракций и кокса по сравнению с нефтью Западно-Сибирского и Тимано-Печорского бассейнов. Залегают волго-уральские ПН в пластах, имеющих низкие пластовые температуры и давление.

Таблица 4 – Распределение по запасам основных месторождений парафинистой нефти Волго-Уральского, Западно-Сибирского и Тимано-Печорского бассейнов

Месторождение	Нефтегазоносный бассейн	Среднее значение содержания парафинов в нефти по месторождению, мас. %
Уникальные (более 300 млн. т нефти)		
Северо-Кожвинское	Тимано-Печорский	11,40
Уренгойское	Западно-Сибирский	4,13
Чайкинское	Волго-Уральский	5,09
Ромашкинское	Волго-Уральский	4,68
Самотлорское	Западно-Сибирский	2,69
Усинское	Тимано-Печорский	2,76
Советское	Западно-Сибирский	4,15
Арланское	Волго-Уральский	4,17
Салымское	Западно-Сибирский	3,87
Крупные (от 30 до 300 млн. т нефти)		
Новопортовское	Западно-Сибирский	5,28
Салекаптское	Западно-Сибирский	20,30
Среднемессояхское	Западно-Сибирский	7,85
Ватьеганское	Западно-Сибирский	3,12
Возейское	Тимано-Печорский	6,49
Сугмутское	Западно-Сибирский	3,62
Харьягинское	Тимано-Печорский	15,43
Новоелховское	Волго-Уральский	4,23
Имени Р. Требса	Тимано-Печорский	10,00
Тазовское	Западно-Сибирский	5,28
Южно-Лыжское	Тимано-Печорский	21,30
Радаевское	Волго-Уральский	5,91
Якушкинское	Волго-Уральский	5,96
Пашнинское	Тимано-Печорский	4,26
Фестивальное	Западно-Сибирский	15,49
Сузунское	Западно-Сибирский	6,55
Бавлинское	Волго-Уральский	4,60
Осинское	Волго-Уральский	4,46
Хасырейское	Тимано-Печорский	9,50
Быстринское	Западно-Сибирский	5,35
Западно-Лугинецкое	Западно-Сибирский	3,98
Майское (Томская)	Западно-Сибирский	9,83
Верх-Тарское	Западно-Сибирский	4,20
Рыбальное	Западно-Сибирский	6,10

Западно-сибирские ПН имеют наименьшее содержание серы, смол и асфальтенов (примерно в 2 раза по сравнению с парафинистой нефтью ВУНГБ). Выявлено, что ПН Западно-Сибирского бассейна отличается от волго-уральской и тимано-печорской ПН более низкой плотностью, наименьшим содержанием дизельных фракций и кокса в нефти. В среднем парафинистая нефть ЗСНГБ имеет среднюю плотность и является вязкой (вязкость более 35 мм^2/с), малосернистой (менее 0,5 %), малосмолистой (менее 8 %), малоасфальтенистой (менее 3 %), со средним содержанием дизельных фракций. Залегает парафинистая нефть бассейна в среднем в пластах с высокими пластовыми температурой и давлением и в большинстве случаях на глубинах ниже 2000 м (таблица 5).

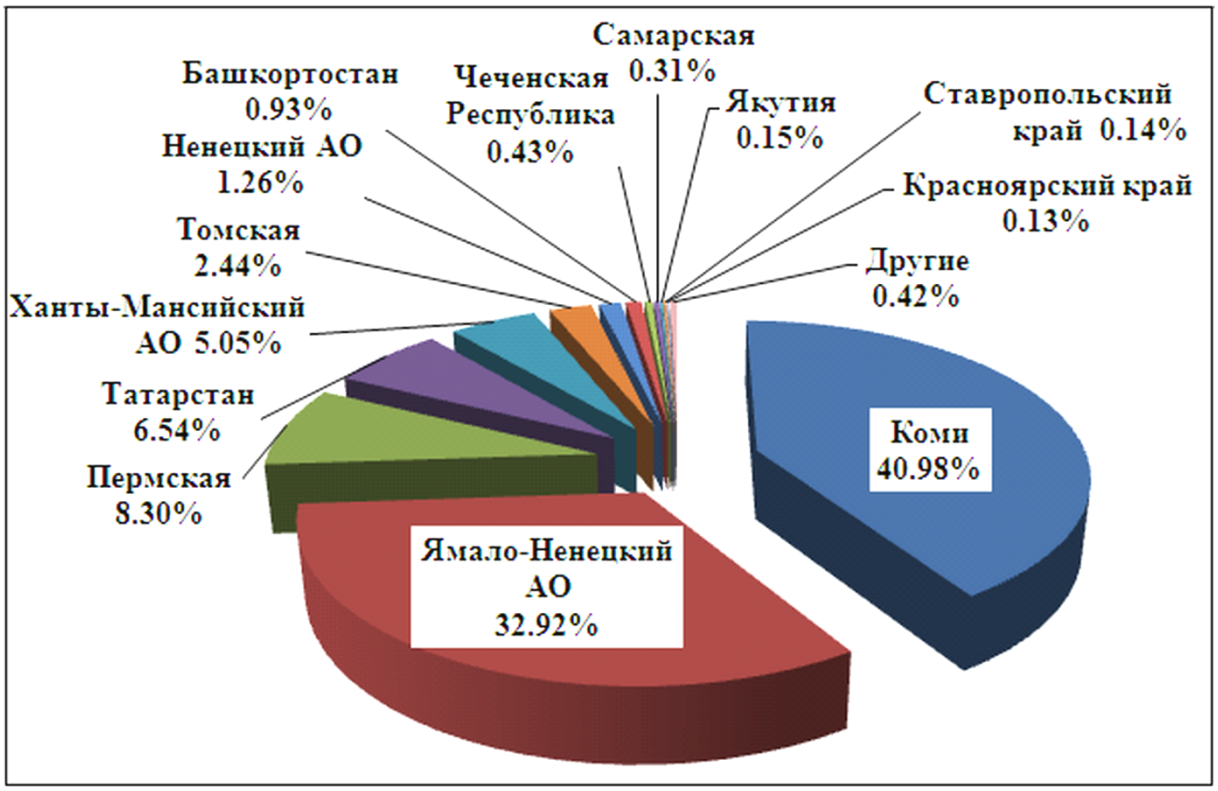


Рисунок 3 – Распределение ресурсов парафинистой нефти по субъектам Российской Федерации

Таблица 5 – Физико-химические свойства парафинистой нефти основных бассейнов России и условия их залегания

Физико-химические показатели	Западно-Сибирский НГБ	Тимано-Печорский НГБ	Волго-Уральский НГБ
Плотность, г/см^3	0,8427	0,8458	0,8536
Вязкость, мм^2/с	36,66	98,07	23,63
Содержание серы, %	0,36	0,68	1,46
Содержание парафинов, %	10,86	13,55	8,10
Содержание смол, %	5,04	6,08	9,49
Содержание асфальтенов, %	1,18	1,54	2,15
Фракция н.к. 200 °С, мас. %	20,58	21,44	25,71
Фракция н.к. 300 °С, мас. %	40,36	38,73	44,58
Фракция н.к. 350 °С, мас. %	52,87	54,03	53,25
Газосодержание в нефти, м^3/т	95,22	113,97	70,53
Содержание кокса, мас. %	1,25	2,10	3,29
Термобарические условия залегания			
Температура пласта, ^{0}С	91,73	62,23	38,63
Пластовое давление, МПа	30,11	28,27	18,85
Глубина залегания, м			
	Почти 90,9 % находится на глубине ниже 2000 м, от 1000 м до 2000 м – 8,8 %	69 % находится на глубине ниже 2000 м, от 1000 м до 2000 м – 27 %	Около 24 % находится на глубине ниже 2000 м, от 1000 м до 2000 м – 73 %

Заметим, что анализ данных таблицы 5 выявляет важную закономерность в изменении свойств ПН, состоящую в том, что чем меньше парафинов в нефти, тем боль-

шую концентрацию серы, смол, асфальтенов, дизельных фракций и кокса, но меньшее содержание газа имеют такие нефти.

Заключение

Возрастающая необходимость добычи и переработки в недалеком будущем вязкой и парафинистой нефти определяет актуальность изучения закономерностей территориального распределения таких нефтей и особенностей физико-химических свойств и условий их залегания. В работе изучены закономерности размещения рассматриваемой нефти по нефтегазоносным бассейнам и регионам России. Проведен анализ изменения свойств вязкой и парафинистой нефти в зависимости от глубины залегания и их территориального расположения. Показано, что наибольшие запасы вязкой и парафинистой нефти сосредоточены в трех НГБ (Волго-Уральском, Западно-Сибирском и Тимано-Печорском).

Изучены особенности химического состава вязких и парафинистых нефтей. Показано, что западно-сибирские ПН имеют наименьшее содержание серы, смол и асфальтенов, наименьшее содержание дизельных фракций и кокса в нефти. Залегает парафинистая нефть бассейна в среднем в пластах с высокими пластовыми температурой и давлением и в большинстве случаях на глубинах ниже 2000 м. Установлено также, что западно-сибирская вязкая нефть по своим характеристикам отличается от тимано-печорской и волго-уральской: она менее тяжелая и вязкая, с меньшим содержанием серы, смол, асфальтенов и кокса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Макаревич В.Н., Искрицкая Н.И., Богословский С.А. Ресурсный потенциал тяжелых нефтей Российской Федерации: перспективы освоения // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2010. – Т. 5. – № 2. – [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.ngtp.ru/rub/6/29_2010.pdf

2. Суханов А.А.. Петрова Ю.Э. Ресурсная база попутных компонентов тяжелых нефтей России // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2008. – Т. 3. – № 2. – URL: http://www.ngtp.ru/rub/9/23_2008.pdf (дата обращения: 12.12.2011).

3. Полищук Ю.М., Ященко И.Г. Тяжелые нефти: закономерности пространственного размещения // Нефтяное хозяйство. – 2007. – № 2. – С. 110 – 113.

4. Антониади Д.Г. Состояние добычи нефти методами повышения нефтеизвлечения в общем объеме мировой добычи / Д.Г. Антониади, А.А. Валуйский, А.Р. Гарушев // Нефтяное хозяйство. – 1999. – № 1. – С. 16 –23.

5. Назьев В. Остаточные, но не второстепенные // Нефтегазовая вертикаль. – 2000. – № 3. – С. 21 – 22.

6. Гаврилов В.П. Концепция продления «нефтяной эры» России // Геология нефти и газа. – 2005. – № 1. – С. 53 – 59.

7. Запивалов Н.П. Геолого-технологические особенности освоения трудноизвлекаемых запасов // Нефтяное хозяйство. – 2005. – № 6. – С. 57 – 59.

8. Максутов Р., Орлов Г., Осипов А. Освоение запасов высоковязких нефтей в России // Технологии ТЭК. – 2005. – № 6. – С. 36 – 40.

9. Борисов Д.Н., Фахретдинов П.С., Романов Г.В. Синтез аммониевых соединений на основе децена-1 и их влияние на вязкость высокопарафинистой нефти // Нефтегазовое дело. 2007. – http://www.ogbus.ru/authors/Borisov/Borisov_1.pdf

10. Насыров А.М. Способы борьбы с отложениями парафина. – М.: ВНИИОЭНГ, 1991. – 44 с.

11. Персиянцев М.Н. Добыча нефти в осложненных условиях. – М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2000. – 653 с.

12. Ан В.В., Козин Е.С., Полищук Ю. М., Ященко И.Г. База данных по химии нефти и перспективы ее применения в геохимических исследованиях // Геология нефти и газа. – 2000. – № 2. – С. 49 – 51.

13. Полищук Ю.М., Ященко И.Г. Физико-химические свойства нефтей: статистический анализ пространственных и временных изменений. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал «Гео», 2004. – 109 с.

14. Козин Е.С., Полищук Ю.М., Ященко И.Г. База данных по физико-химическим свойствам нефтей // Нефть. Газ. Новации. – 2011. – № 3. – С. 13–16.

УДК 622.276.6

С.И. Панычев

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ НЕФТЕГАЗОДОБЫВАЮЩЕГО КОМПЛЕКСА ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Общие сведения

Нефтегазовый комплекс Томской области состоит из четырёх основных нефтегазодобывающих регионов. Старейший из них, Стрежевской, начал осваиваться 50 лет назад. В последующие годы разработка месторождений и добыча нефти стали осуществляться в Васюганском и Лугинецко-Пудинском районах. Наиболее молодой, Южно-Васюганский нефтедобывающий район (рисунок 1).

Транспортировка нефти на территории области осуществляется по магистральному нефтепроводу Александровское-Анжеро-Судженск. Пропускная способность этого нефтепровода составляет 50 млн.т. в год.

Транспортировки газа осуществляется по магистральному газопроводу Нижневартовск-Парабель-Кузбасс, пропускной способностью 10 млрд. куб.м. в год.

18 августа 1962 года на Советском месторождении Томской области был получен первый промышленный приток нефти, когда на одной из скважин ударил нефтяной фонтан мощностью 500 тонн в сутки. Начало промышленной добычи нефти стало поворотным моментом в новейшей истории региона. Область, в которой основой народного хозяйства был лес, вошла в десятку нефтедобывающих территорий страны. Это имело мощный мультипликативный эффект: начал развиваться транспорт, строиться речные порты, преображаться областной центр, возводиться жилье и социальные объекты.

В 60-е и последующие годы стала укрепляться база вузов и научных учреждений, появились новые научно-исследовательские институты. Они провели огромную работу по фундаментальным и прикладным исследованиям, разрабатывали новые технологии добычи углеводородного сырья, создавали новые материалы для рационального природопользования и экологии.

Сегодня нефтегазовый комплекс имеет исключительное значение для экономики Томской области. Рост доходов областного бюджета, привлечение инвестиций, вложе-

ния в социальные программы – всё это возможно благодаря тому, что полвека назад регион стал нефтедобывающим.

Промышленная добыча газа в Томской области начата в 1999 году. ОАО «Востокгазпром», генеральным директором которого в то время был ныне действующий Губернатор Томской области С.А. Жвачкин, ввёло в эксплуатацию Мыльджинское газоконденсатное месторождение.

Рисунок 1 – Схема расположения нефтегазодобывающих районов Томской области

Состояние геологоразведочных работ

В Томской области создана серьезная сырьевая база нефтяной и газовой промышленности. Начальные разведанные запасы категорий А+В+С1 составляют: нефти 676 млн.т.; свободного и растворённого газа – 357 млрд.м³; конденсата – 34 млн.т.

На территории Томской области открыто 129 месторождений нефти и газа, из них в разработке находятся – 56. В нераспределенном фонде недр находится 14 месторождений.

Геологоразведочные работы и добычу нефти и газа в области осуществляют 42 предприятия, из них 36 имеют лицензии с правом добычи. Добычу осуществляют 22 предприятия. Всего в настоящее время действует 99 лицензий на право пользования недрами.

Накопленная добыча достигла: нефти 309 млн.т.; свободного и растворённого газа – 78 млрд. м³; конденсата – 6 млн.т.

Река Обь делит Томскую область, практически, на две равные части. Подавляющее большинство открытых месторождений расположено на левобережье реки Оби. На

правобережье проводятся региональные исследования за счёт средств федерального бюджета.

Крупнейшим недропользователем является ОАО «Томскнефть» ВНК, находящееся в корпоративном подчинении НК «Роснефть» и НК «Газпромнефть». С середины 90-х годов стабильно функционирует ОАО «Востокгазпром» – дочерняя компания ОАО «Газпром». Кроме того, начиная с 2004 года, освоением нефтяных запасов области активно занимаются такие компании как «РуссНефть», Империал Энерджи, ООО «Газпромнефть-Восток». В 2012 году в числе недропользователей томской области появились 4 новые компании, получившие лицензии на геологическое изучение, разведку и добычу углеводородов – «Сибирь Петролеум»; на геологическое изучение – ООО «Муромское», ООО «ПетроСтрим», ООО «НацГеоРесурс» В геологическое изучение и разработку месторождений, вкладывается британский, шведский, германский, венгерский, индийский, казахстанский капитал.

Объем частных инвестиций в Томской области с целью геологического изучения, разведки и добычи углеводородного сырья в 2012 году составил 5,2 млрд.руб., что несколько ниже по сравнению с предыдущим годом (в 2011 году – 5,8 млрд.руб.).

В 2011 году в Томской области было открыто 6 нефтяных месторождений. В 2012 году на территории Томской области открыто 3 месторождения (Верхне-Ларьеганское, Саканварское, Западно-Майское) и 4 продуктивные залежи на Проточном, Урманском, Соболином и Федюшкинском месторождениях. «Авторство» открытий принадлежит таким компаниям, как Альянснефтегаз, Газпромнефть-Восток, Матюшкинская вертикаль. Неплохо поработали также Томскгеонефтегаз и Томская нефть.

Ожидаемый прирост запасов нефти в 2012 году составил 16 млн.т. (рисунок 2).

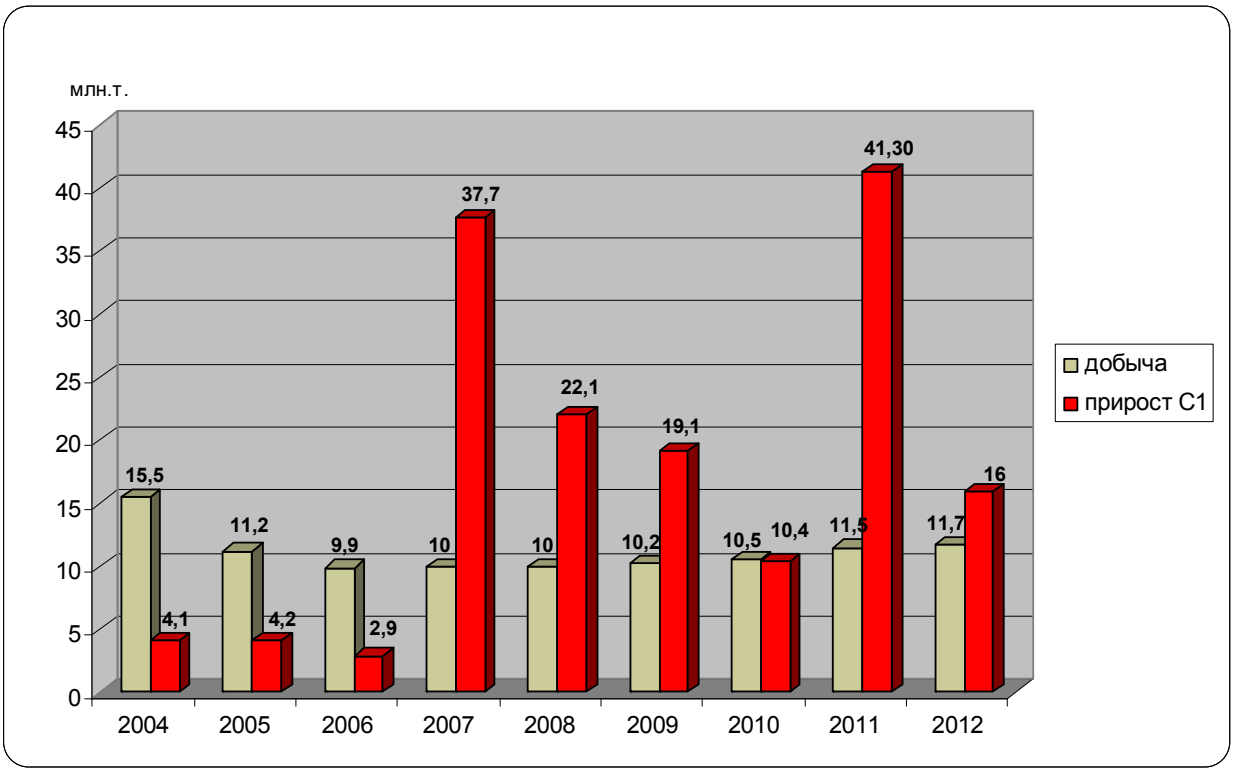


Рисунок 2 – Динамика добычи и прироста запасов, млн.т

Динамика уровней добычи нефти и прироста запасов показывает, что с 2007 года наблюдается начало возрождения геологической отрасли после длительного кризиса.

Например, в 2011 году достигнут наибольший уровень прироста запасов нефти (41 млн.т.), что более чем в 3 раза больше годового уровня добычи нефти.

Динамика добычи углеводородного сырья

Добыча нефти за 2012 год по Томской области составила 11 745 тыс.тонн. Ожидаемая добыча в 2013 году составит 11 726 тыс. тонн нефти. 60 % добываемой на территории Томской области нефти приходится на долю ОАО «Томскнефть» ВНК. Динамика добычи нефти с 2003 года по настоящее время отражена на рисунке3.

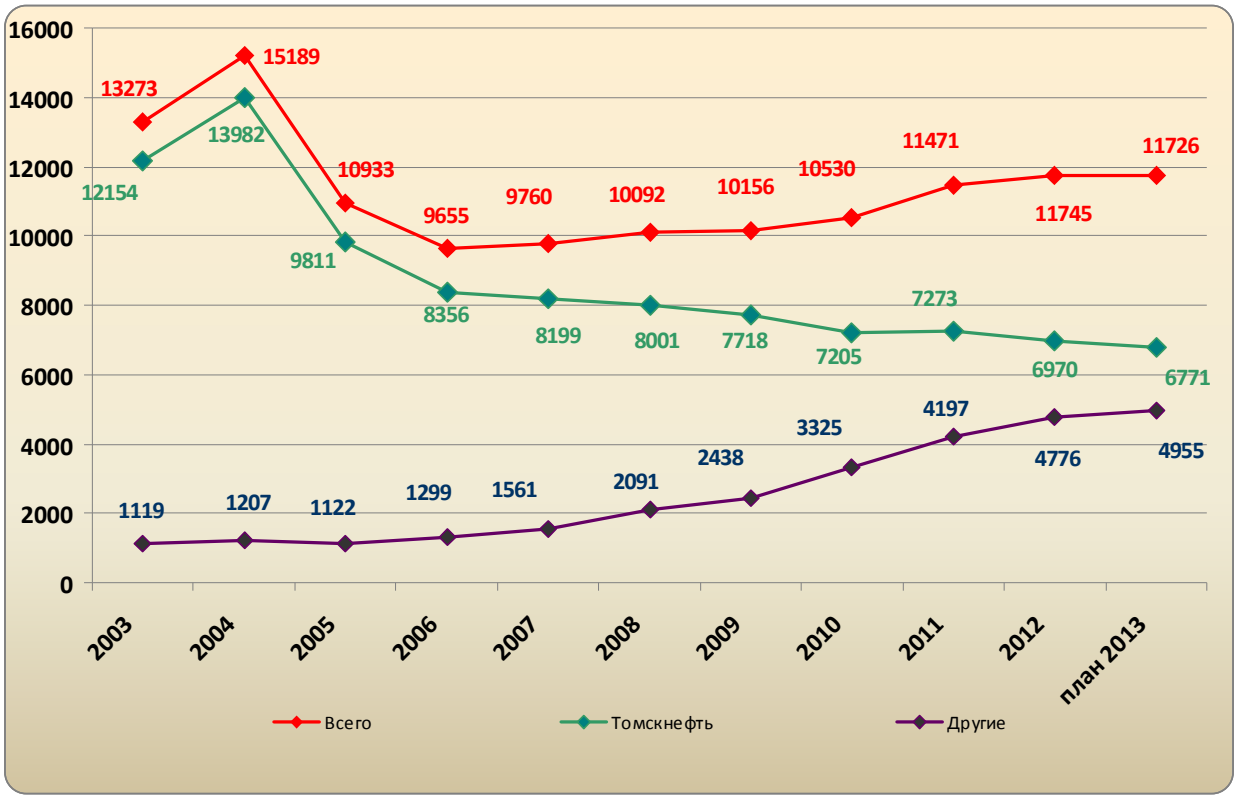


Рисунок 3 – Динамика объемов добычи нефти, тыс.т.

Динамика уровней добычи нефти показывает, что в 2012 году темпы роста добычи нефти по области замедлились. Совокупная добыча нефти на территории области составила 11 млн. 745 тыс. тонн – это на 2 процента больше по сравнению с 2011 годом. Задача стояла превысить планку в 12 млн. тонн – эта цифра сложилась из суммарных планов нефтедобывающих предприятий. По итогам работы за 2011 год прирост добычи составлял 108,9 %.

Основной причиной снижения темпов роста является дальнейшее снижение добычи у основного недропользователя Томской области – ОАО «Томскнефть» ВНК. Добыча нефти ОАО «Томскнефть» ВНК за 2012 год снизилась на 293 тыс.т., по сравнению с 2011 годом. Доля основного недропользователя в общей добыче медленно, но неудержимо снижается. Еще недавно малые компании добывали треть всей томской нефти, а сегодня их вклад вырос до 40 процентов. Тем самым они продолжают компенсировать спад добычи ОАО «Томскнефть» ВНК.

Кроме того, существенно (на 170 тыс.т) снизились объёмы добычи у недропользователей ООО «Норд Империал» и ООО «Альянснефтегаз» – дочерних компаний Империал Энерджи в Томской области.

По итогам 2012 ещё 3 компании стали «миллионерами», преодолев знаковый рубеж по годовой добыче в миллион тонн. Это Томскгазпром, Газпромнефть-Восток и Русс-Нефть в лице томских дочерних структур. Последняя компания совершила наибольший прирост, 50 процентов. А лучший результат по добыче среди «малых» – у компании Газпромнефть-Восток, 1191,5 тыс. тонн нефти.

Динамика добычи природного газа и конденсата приведена на рисунках 4, 5.

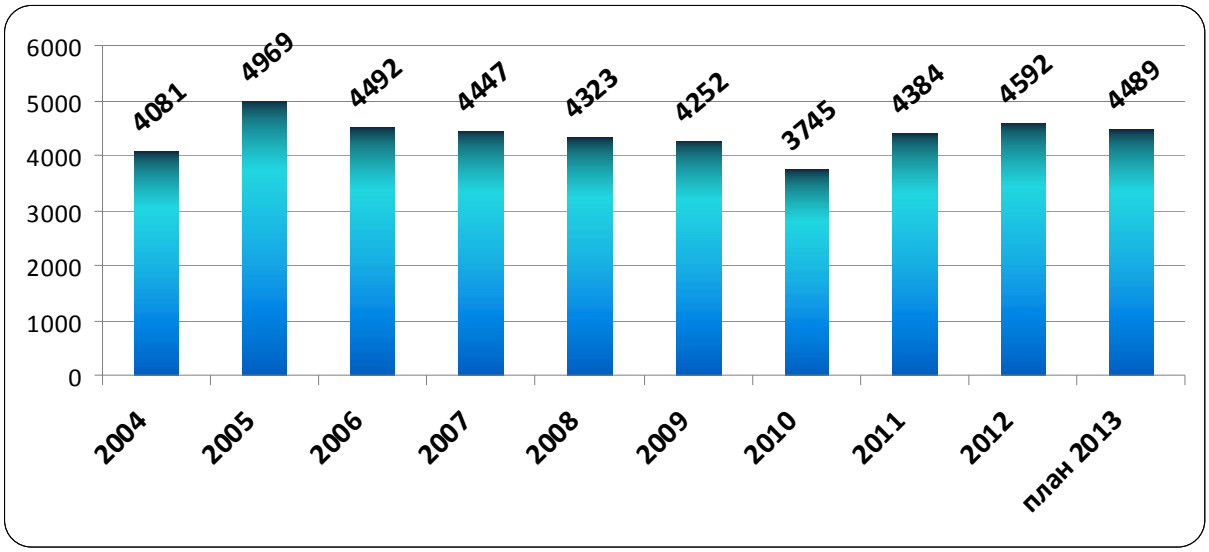


Рисунок 4 – Добыча природного газа, млн. м³

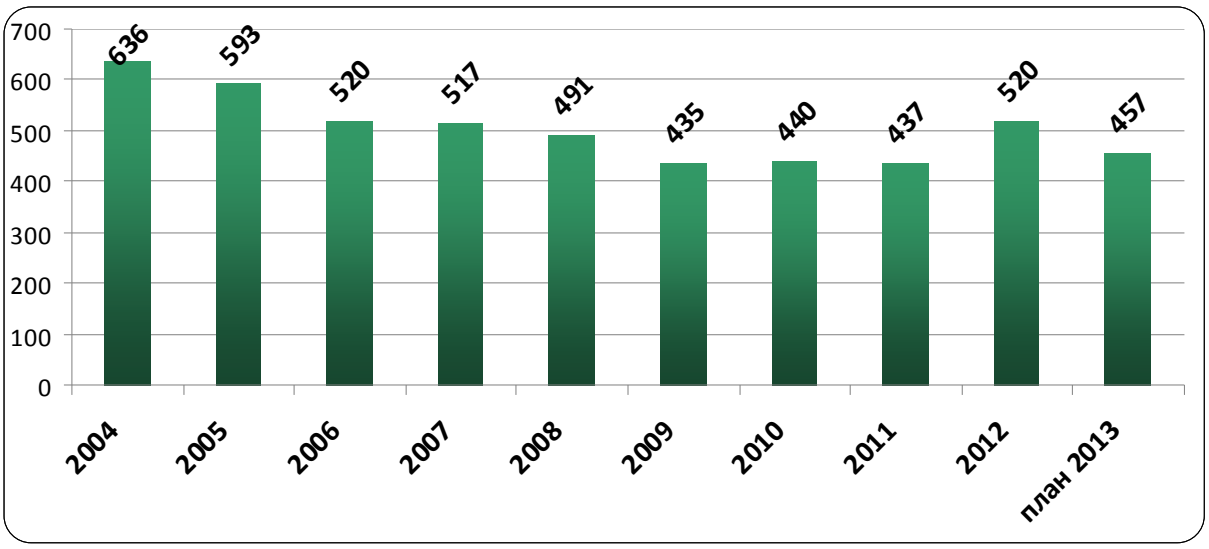


Рисунок 5 – Добыча конденсата, тыс.т.

Суммарная добыча газа по Томской области за 2012 год составила 4592 млн. м³, по конденсату – 520 тыс.т. Основная доля добываемого сырья приходится на ОАО «Томскгазпром».

Обе позиции выросли по сравнению с 2011 годом, добыча, благодаря успешной деятельности компании ОАО «Востокгазпром».

Валовая добыча газа ОАО «Востокгазпром» составила 3400 млн.м³ (108,8 % к уровню 2011 года). При этом объём газа сепарации, т.е. природного газа, добытого с Мыльджинского и Северо-Васюганского месторождений, составил 2866 млн. м³ (98,7 % к уровню 2011 года).

Прирост валовой добычи сдачи газа в ОАО «Востокгазпром» получен за счёт использования попутного нефтяного газа в объёме 534 млн. кубометров (в 2 раза больше, чем в 2011 году), транспортируемого по новому газопроводу с Казанского месторождения и подготовленного на Мыльджинской установке комплексной подготовки газа (УКПГ).

Реализация программы повышения эффективности использования попутного нефтяного газа в ОАО «Востокгазпром» позволила довести уровень использования попутного газа за 2012 год до 70 %. За 2011 год этот показатель составлял 44 %.

Объем и структура инвестиций в основной капитал (капитальных вложений)

Фактическое освоение капитальных вложений за 2012 год составляет 27,2 млрд. руб. Планируемый объем капитальных вложений в отрасли по 2012 году составлял 30,9 млрд. рублей.

Снижение объёма капитальных вложений на 3,7 млрд рублей и является основной причиной того, что снизились объёмы эксплуатационного бурения и обустройства месторождений. Соответственно, годового рубежа добычи нефти по Томской области в 12 млн.т. в 2012 году достичь не удалось.

Динамика инвестиций в основной капитал (капитальных вложений) показана на рисунке 6.

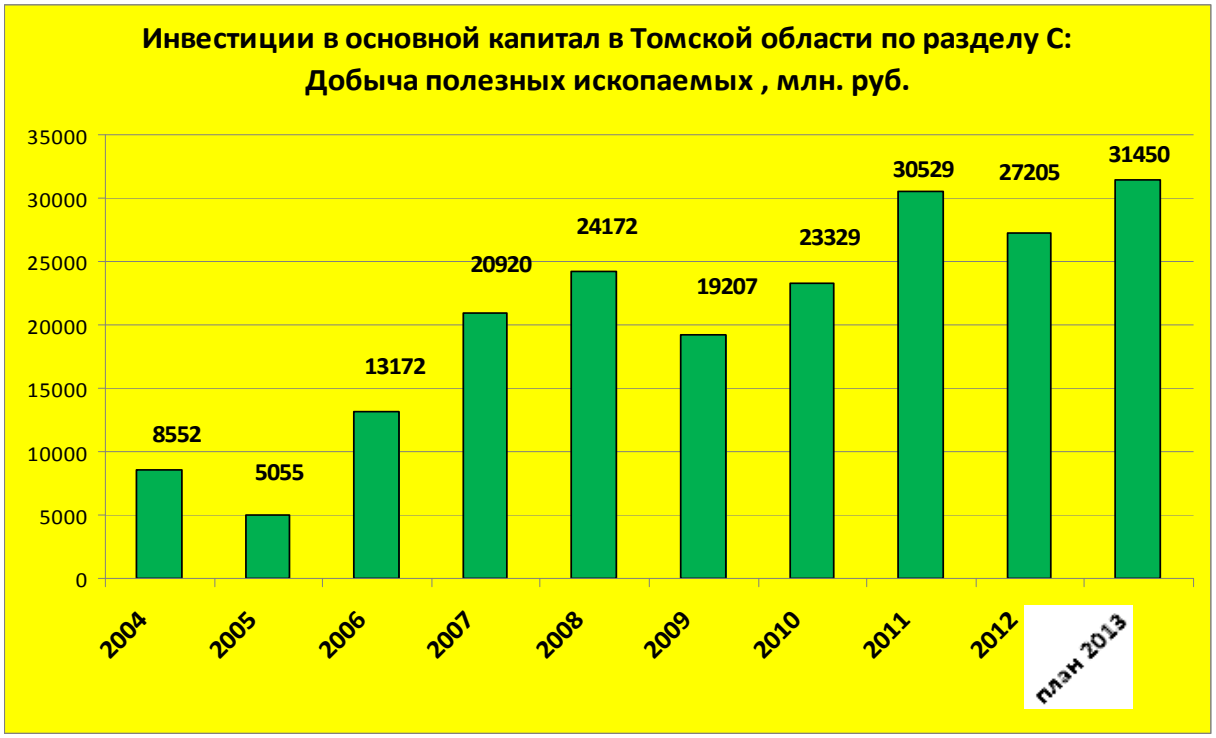


Рисунок 6 – Динамика инвестиций в основной капитал Томской области по разделу С: Добыча полезных ископаемых, млн.руб

Планируемый объем освоения капитальных вложений на 2013 году составляет 31,4 млрд. рублей.

Наиболее затратными направлениями капитальных вложений недропользователей являются бурение скважин и обустройство месторождений, на которые приходится 94 % инвестиций предприятий (рисунок 7).

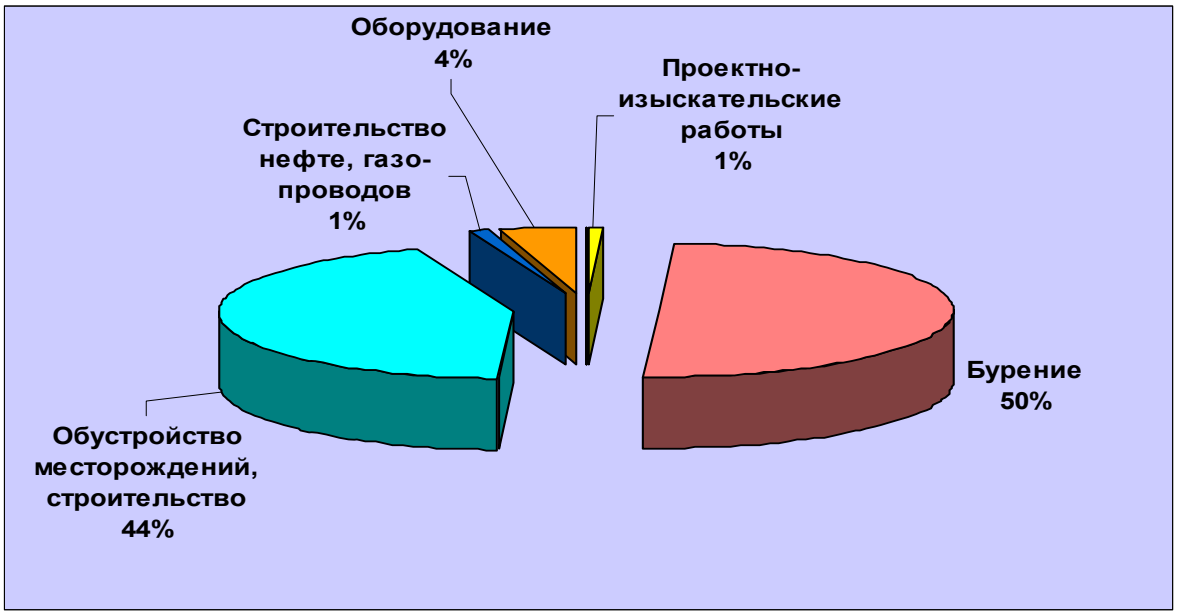


Рисунок 7 – Направления вложений в основной капитал недропользователей

Объемы эксплуатационного бурения

Объёмы эксплуатационного бурения за 2012 год составили 923403 пог. м – 811795 пог.м. Наибольший объём эксплуатационного бурения осуществлён на месторождениях ОАО «Томскнефть» ВНК – 378307 пог. м. Значительные объёмы эксплуатационного бурения на месторождениях ООО «Газпромнефть Восток» – 152220 пог. м.; ОАО «Томскгазпром» – 140145 пог. м,; дочерних компаний НК «Русснефть» – 114484 пог.м. В 2012 году из эксплуатационного бурения введены в эксплуатацию 388 скважин, из них 102 скважины ОАО «Томскнефть» ВНК, 51 скважина ООО «Газпромнефть-Восток», 100 – ОАО «Томскгазпром» и др. Планируемый объём эксплуатационного бурения на 2013 год составляет 812 тыс. пог. м. Планируется ввод в эксплуатацию 352 новых скважин.

Динамика объёмов эксплуатационного бурения и ввода новых скважин, начиная с 2006 года, представлены на рисунках 8, 9.

Рисунок 8 – Динамика объёмов эксплуатационного бурения, тыс. пог. м

Рисунок 9 – Динамика ввода новых скважин, шт.

Объемы добычи и использования попутного нефтяного газа

По состоянию на 01.01.2013 г. на месторождениях углеводородного сырья Томской области уровень использования ПНГ в среднем составил 70 %. Всего за этот период было добыто 3092 млн. м³, объем использованного ПНГ составил 2157 млн. м³. Средний уровень использования попутного нефтяного газа за 2012 год по области составил 70 % (за 2011 год этот показатель был равен 63 %).

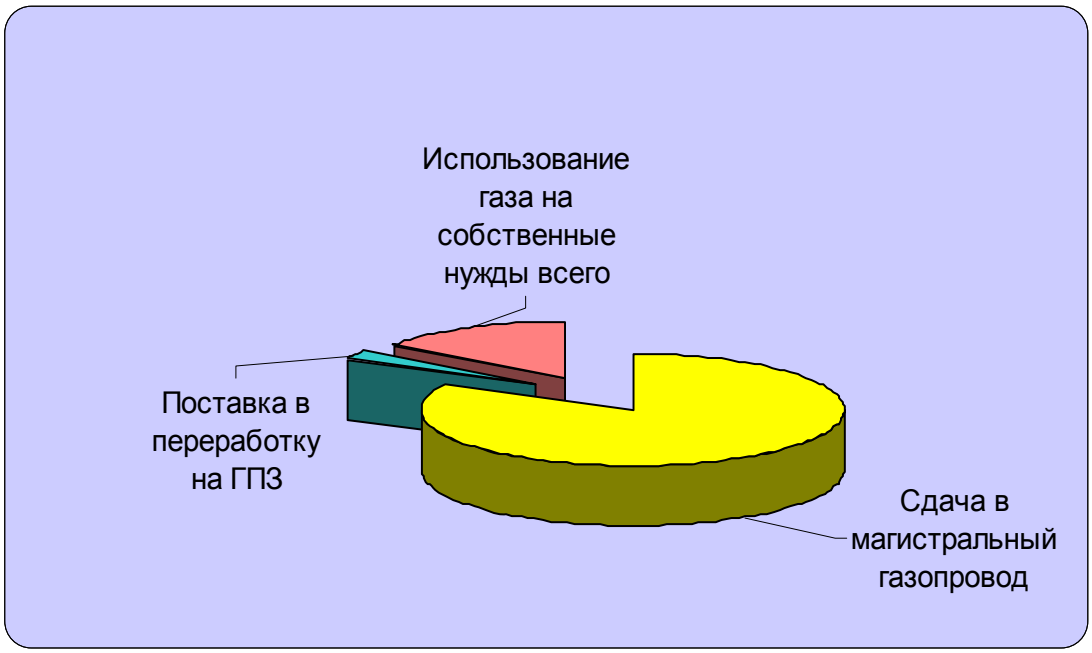


Рисунок 10 – Основные направления использования ПНГ за. 2012 г, млн. м³

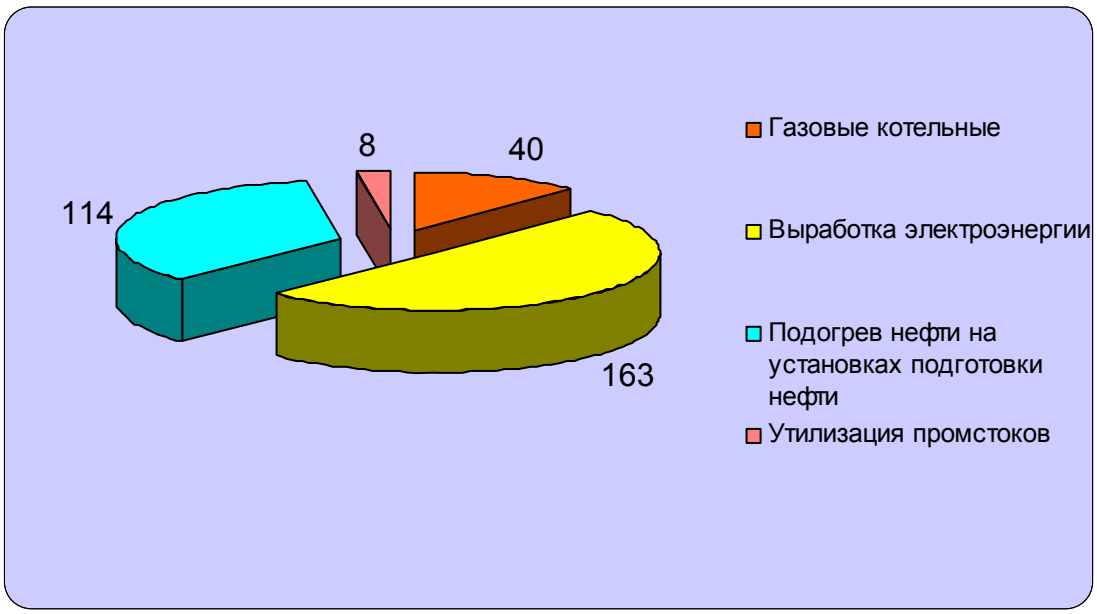


Рисунок 11 – Использование газа на собственные нужды, млн. м³

В 2013 году на территории Томской области планируется добыть 3 016 млн. м³ попутного нефтяного газа и достичь уровня его использования более 75 %.

Лидерами в сфере полезного использования попутного нефтяного газа, ставшей одной из приоритетных после известных правительственных распоряжений, остаётся Томскнефть (84 %). Недопустимо низким остаётся уровень использования ПНГ в ООО «Газпромнефть-Восток» (19 %), ООО «Норд Империал» и ООО «Альянснефтегаз» (37 %) и недропользователей НК Русснефть в Томской области (7 %).

С 1 января 2012 года вступило в действие постановление Правительства Российской Федерации от 8 января 2009 года № 7, подписанное председателем Правительства РФ В.В. Путиным «О мерах по стимулированию сокращения загрязнения атмосферного воздуха продуктами сжигания попутного нефтяного газа на факельных установках».

В соответствии с этим Постановлением установлен целевой показатель сжигания попутного нефтяного газа на факельных установках на 2012 год и последующие годы в размере не более 5 процентов от объема добытого попутного нефтяного газа. С 1 января 2012 г. плата за выбросы вредных (загрязняющих) веществ, образующихся при сжигании попутного нефтяного газа на факельных установках, рассчитывается:

- для объема, соответствующего значению целевого показателя, – в соответствии с пунктами 2 – 4 Порядка определения платы и ее предельных размеров за загрязнение окружающей природной среды, размещение отходов, другие виды вредного воздействия, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 28 августа 1992 г. N 632;

- для объема, превышающего значение целевого показателя и определяемого как разница между объемом сожженного попутного нефтяного газа и объемом попутного нефтяного газа, соответствующего значению целевого показателя, – в соответствии с пунктом 5 указанного Порядка как за сверхлимитное загрязнение. В этом случае при расчете к нормативам платы применяется дополнительный коэффициент, стимулирующий хозяйствующих субъектов к сокращению загрязнения атмосферного воздуха продуктами сжигания попутного нефтяного газа на факельных установках, равный 4,5. С 1 января 2012 г. при отсутствии средств измерения и учета, подтверждающих фактический объем образования, использования и сжигания на факельных установках

попутного нефтяного газа, значение указанного дополнительного коэффициента принимается равным 6.

Таким образом, в настоящее время лицензионные соглашения по освоению месторождений предусматривают сжигание на факелах не более 5 % попутного газа. В соответствии с постановлением Правительства РФ на уровень использования 95 % от объема добытого газа необходимо перейти к 2011 году. В реальности же до этого ещё далеко.

В заключение следует отметить, что главным перспективным направлением дальнейшего развития Томской области является освоение новых территорий, которыми являются территории Правобережья р. Оби, с которым связано увеличение минерально-сырьевой базы углеводородного сырья и, соответственно, его добычи. В настоящее время здесь проводятся региональные работы по изучению геологического строения территории за счет средств федерального бюджета.

К настоящему времени за счет средств федерального бюджета на территории Правобережья пробурено 4 параметрические скважины глубиной до 5000 м и отработано порядка 7000 пог. км региональных сейсмопрофилей. Отмечено газопроявление при бурении Западно-Тымской скважины, получены притоки обильной пленки нефти на пластовой воде в Южно-Пыжинской скважине из пластов средней юры; положено начало геологического изучения допалеозойских и палеозойских параплатформенных отложений Предъенисейской нефтегазоносной субпровинции, определены ее границы на территории Томской области; закончено изучение Райгинско-Ажарминской гряды и Зоны сочленения Усть-Тымской впадины с Пайдугинским мегавалом с целью выделения возможных зон нефтегазонакопления и выявления структурно-литологических ловушек для дальнейшей постановки параметрического и, возможно, поискового бурения. Хорошие результаты дало изучение сейсморазведочными работами в комплексе с геохимическими исследованиями Тегульдетской впадины и сопредельных с ней структур. Дальнейшее изучение этого района позволит сократить площадь бесперспективных земель Томской области.

По последним оценкам ведущих научно-исследовательских институтов извлекаемые прогнозные ресурсы Д1+2 территории Правобережья Томской области оцениваются примерно в 3 млрд.т условных углеводородов.

Результаты проведённых геологоразведочных работ на Правобережье р. Оби свидетельствуют о значительных перспективах дальнейшего проведения геологического изучения территории Томской области в плане открытий новых месторождений углеводородного сырья, развития геологоразведочного производства с привлечением новых методов и технологий, увеличения минерально-сырьевой базы нефти и газа промышленных категорий и, соответственно увеличения добычи углеводородов.

УДК 005.551:622.276

А.Ю. Дмитриев, В.В. Малышев, Д.В. Худяков

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОБЪЕКТОВ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА С ПРИМЕНЕНИЕМ КОМПЕТЕНТНОСТНОГО ПОДХОДА

Развитие персонала любой компании в современном мире, когда ускорение научно-технического прогресса значительно убыстряет процесс устаревания профессиональных знаний и навыков, является важнейшим условием ее успешного функционирования. Ключевым моментом в управлении профессиональным развитием является определение областей знаний, в которых необходимо развивать сотрудников организации. Современная практика управления знаниями, свидетельствует о том, что более 70 % современных крупных производственно-хозяйственных систем разработали и активно применяют системы развития компетенций персонала, занятого в основных производственных циклах. Не исключением в данной производственной среде является процесс проектирования объектов нефтегазового комплекса. Это сложный, командный процесс, успешным конечным результатом которого является эффективная работа каждого члена команды, задействованного в работе.

В процессе формирования коллектива сотрудников, задействованных в процессе проектирования объектов нефтегазодобывающего комплекса, остро встает вопрос оптимального подбора состава специалистов, которые наиболее удовлетворяют, с точки зрения своих компетенций, поставленным задачам и могут в оптимальный срок качественно выдать лучший результат.

Оптимальным инструментом, в решении поставленной задачи является оценка технических компетенций специалистов методом тестирования на этапе формирования команды сотрудников для решения необходимых задач.

При всем разнообразии подходов к определению профессиональной компетенции, можно согласиться со следующим определением. Компетенция – это способность успешно действовать на основе практического опыта, умений и знаний при решении задач профессионального рода деятельности. В данной случае, речь идет об успешном решении задачи проектирования объектов нефтегазодобывающего комплекса (разведка, бурение, обустройство и разработка месторождений). Отсюда профессиональная компетентность специалиста, это личностная способность сотрудника решать определенный класс профессиональных задач.

Безусловно, среди разнообразия методик оценки компетенций специалистов, метод тестирования, возможно, не самый оптимальный вариант, но достаточно объективный, позволяющий в значительно короткие сроки организовать процесс формирования необходимой команды за счет:

- выявления ключевых компетенций специалистов для решения конкретных производственных задач;
- тестирования по основным производственным задачам;
- проведения экспертной оценки уровня знаний будущих членов команды;
- ранжирования по уровню знаний для последующего собеседования с экспертами и определения навыков;
- аттестации персонала по результатам оценки с целью дальнейшего принятия решений.

В свою очередь, определение профессиональных знаний и умений, способностей и мотивов более качественно можно оценить с помощью специальных тестовых заданий. Тестовые задания, в данном случае, носят специфический характер и отражают требования к различным уровням знаний специалистов, которые будут в дальнейшем задействованы по своим направлениям деятельности в проектной команде.

Последовательность основных этапов оценки профессиональных знаний и навыков специалистов будущей проектной команды представлена на рисунке 1.

На первом этапе создания комплексной оценки профессиональной компетентности специалистов, которые будут задействованы в проектировании объектов нефтегазового комплекса, является формирование ключевой задачи проектной команды, матриц и профиль компетенций каждого специалиста команды. Работы в данном направлении осуществляются экспертной группой, главным инженером проекта, руководителем работ.

Рисунок 1 – Этапы оценки профессиональных знаний и навыков специалистов при формировании проектной команды

При этом использовался следующий понятийный аппарат.

На основании представленных к решению задач, матриц и профилей компетенций, формируются индивидуальные (специфичные) профили компетенций каждого сотрудника будущей проектной команды, которые служат основой для разработки спецификаций, кодификаторов и тестовых заданий по каждой компетенции.

Профиль профессиональных компетенций по каждой должности отражает уровень требований к знаниям и навыкам отдельного специалиста, занимающего ту или иную позицию в проектной команде. При этом используется как трех уровневая, так и четырех уровневая шкала: начинающий сотрудник, специалист, опытный специалист и эксперт, в зависимости от поставленных задач при выполнении проекта.

Кодификаторы фиксируют преемственность между модулями компетенций, профилями компетенций по подразделениям и должностям специалистов, содержанием тестовых заданий. Таким образом, кодификатор отражает содержание тестовых заданий и включает контролируемое содержание компетенций, перечень контролируемых элементов и обосновывает необходимость включения того или иного тестового задания в общий блок вопросов, таблица 1.

Таблица 1 – Пример профиля оценки профессиональных знаний и навыков специалистов при формировании проектной команды

Область знаний	Компетенции	Директор программы	Ведущий менеджер программы	Менеджер проекта	Специалист проекта
Стандарт Компании по управлению крупными проектами в области разведки и добычи	Принципы управления крупными проектами. Этапы управления крупными проектами	3	3	3	3
Структура управления проектами	Общие сведения об управлении проектами	3	3	3	2
	Жизненный цикл проекта	3	3	3	2
Управление интеграцией	Разработка паспорта (устава) проекта	3	3	2	1
	Разработка плана управления проектом	3	3	2	1
	Управление исполнением проекта	3	3	2	1
	Мониторинг и контроль над работами проекта	3	3	2	1
	Общее управление изменениями	3	3	2	1
	Закрытие проекта	3	3	2	1
Управление содержанием	Сбор требований	3	3	3	2
	Определение содержания	3	3	3	2

Современные подходы разработки моделей компетенций требуют обязательное включение в элементы модели экспертизу и анализ тестовых заданий. В качестве экспертов могут выступать внешние аудиторы, ведущие специалисты в данной области имеющие опыт работы. Экспертная оценка необходима для повышения уровня каче-

ства, гибкости системы оценки и более широкого анализа и варьирования профессиональных компетенции.

После экспертизы тестовых заданий, кодификаторов и спецификаций, производится пробное тестирование специалистов согласно предлагаемым модулям компетенций.

Для повышения эффективности применяемой системы оценки технических компетенций специалистов проектной команды, целесообразно использовать специализированные программные продукты, непосредственно разработанные или адаптированные для проведения тестирования и оценки, рисунок 2.

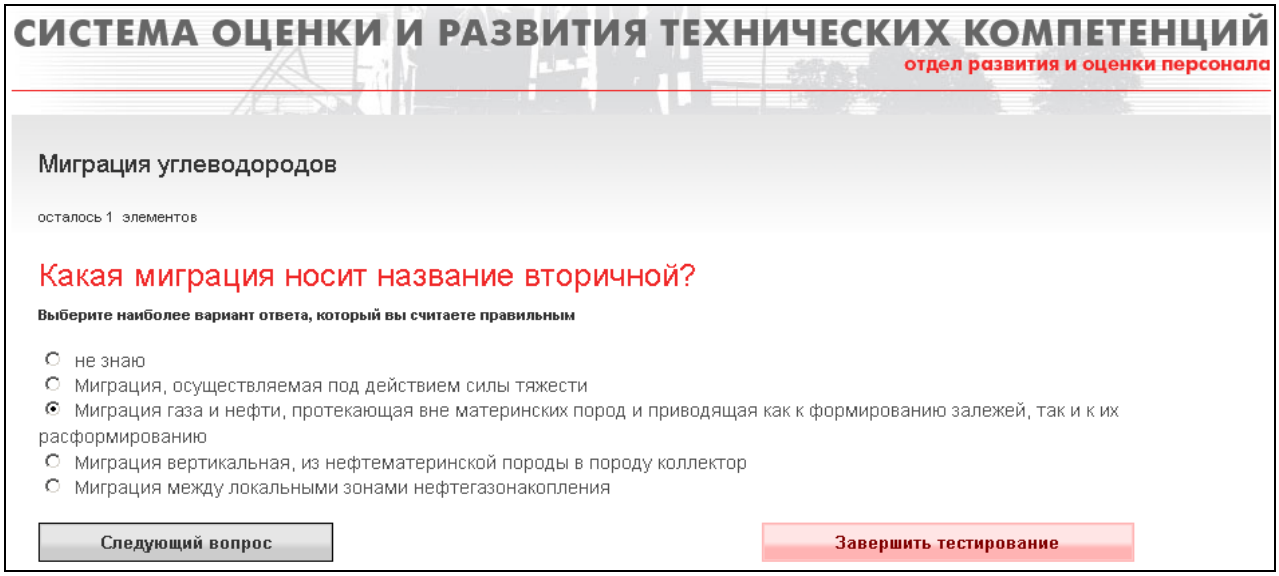


Рисунок 2 – Пример тестирования в специализированном программном продукте

Логическим завершением внедрения системы оценки является формирование проектной команды, способной решать поставленную задачу, а так же формирование планов и программ повышения квалификации в тех областях, где выявлены пробелы в знаниях, есть потенциал сотрудников, и нет возможности в кратчайшие сроки подобрать равноценную замену, рисунок 3.

Кроме того, специализированный программный продукт позволяет проводить отбор кандидатов в проектные команды из числа сотрудников, показавших наилучшие результаты при прохождении оценки, рисунок 4.

При этом оценка технических компетенций специалистов проектных команд может преследовать и другие цели, желание узнать, в каком состоянии находятся сотрудники после обучения, оценить глубину усвоенных сотрудниками знаний, для того, чтобы иметь в дальнейшем возможность поручить им новые, более ответственные задания.

Таким образом, основной характеристикой компетенции выступает то трудовое поведение, которое отличный работник проявляет чаще, чем обычный. Методология изучения и оценки компетенций работников основана на применении методов выявления эффективных и успешных способов мышления и поведения, формирование на их основе идеальных профилей компетенций.

Описанный выше подход к формированию команд для проектирования объектов нефтегазодобывающего комплекса на основе оценки технических компетенций методом тестирования, успешно реализуется Центром профессиональной переподготовки специалистов нефтегазового дела Института природных ресурсов Национального исследовательского Томского политехнического университета и внедрен в ряд нефтегазодобывающий компаний России.

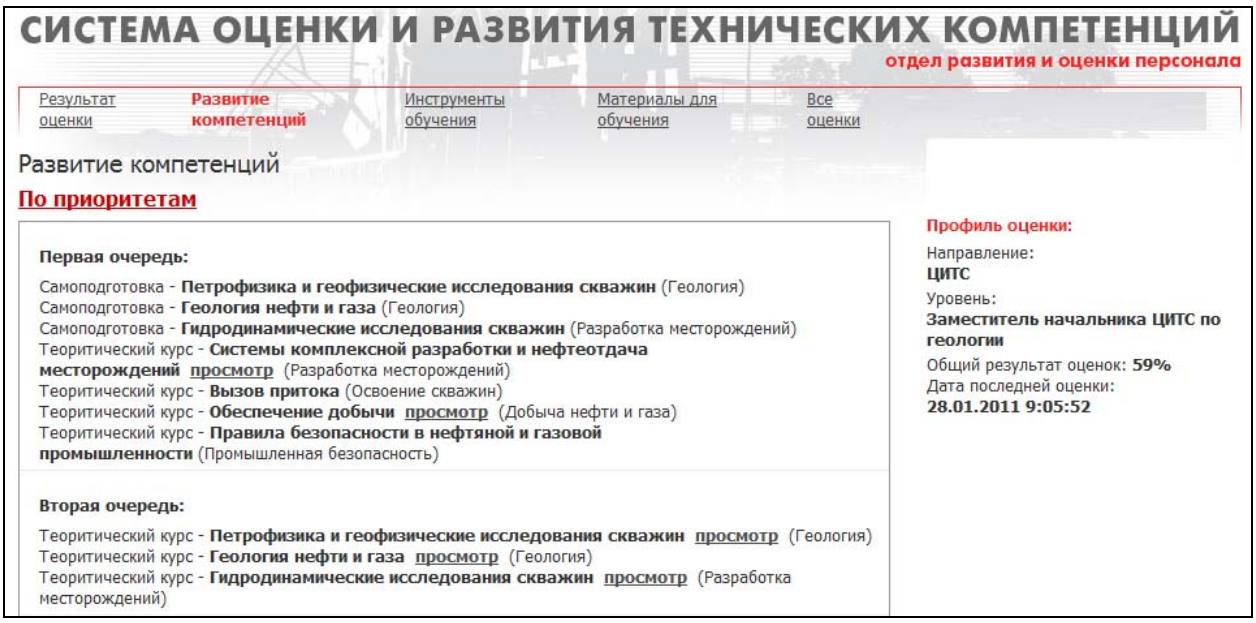


Рисунок 3 – Пример программы обучения сотрудника, полученной в специализированном программном продукте

Направление	Раздел	Результат	
Разработка месторождений	Аналитические методы оценки технологических показателей разработки пласта		
	Нурмухаметов Фанис Нагимович	3,000000	Добавить
	Дулкарнаев Марат Рафаилевич	3,000000	Добавить
	Демин Владимир Юрьевич	3,000000	Добавить
Разработка месторождений	Гидродинамические исследования скважин		
	Демин Владимир Юрьевич	2,285714	Добавить
Разработка месторождений	Ликвидация и консервация скважин при эксплуатации месторождений		
	Демин Владимир Юрьевич	3,000000	Добавить
	Дулкарнаев Марат Рафаилевич	3,000000	Добавить
	Галимов Фарит Шабибрахманович	3,000000	Добавить
	Кагирова Алла Григорьевна	3,000000	Добавить

Рисунок 4 – Пример отбора сотрудников, показавших лучшие результаты по разделам знаний

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дмитриев А.Ю., Малышев В.В., Худяков Д.В., Воробьева Л.В. Аспекты оценки технических компетенций специалистов нефтегазодобывающих компаний // Вестник Российской академии естественных наук. Западно-Сибирское отделение. – 2012. – Вып. 14 – С. 101–107.

2. Воробьева Л.В., Дмитриев А.Ю., Малышев В.В., Худяков Д.В. Качественный отбор, набор и повышение потенциала кадров как фундамент для успеха нефтегазодобывающих компаний. // Горный журнал. – 2012 – №. Специальный выпуск. – С. 15–18.

3. Дульзон А.А., Васильева О.М., Волостнов И.В., Истигечева Л.А. Резерв кадров: планирование, отбор, развитие и оценка. – Томск: Изд-во ТПУ, 2009. – 292 с.

УДК 553.98

В.И. Исаев

О ГЕНЕЗИСЕ ЗАЛЕЖЕЙ НЕФТИ И СТРАТЕГИИ ИХ ПОИСКОВ В ДОЮРСКОМ ОСНОВАНИИ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ (НА ПРИМЕРЕ КРАСНОЛЕНИНСКОГО СВОДА)*

Постановка задачи

Изученность и степень освоения юрских и неокомского нефтегазоносных комплексов (НГК) Западной Сибири предопределяют актуальность оценки перспектив и освоения объектов в доюрском основании. Стратегии изучения и поисков в доюрском основании строятся на критерии «зон разуплотнения» и концепции «главного источника» углеводородов (УВ).

Относительно первого критерия разночтений у специалистов нет. Это «зоны массированной трещиноватости» триасовых отложений, «тектонически ослабленные зоны» отложений палеозоя, «зоны дезинтеграции», «зоны активных тектонических и гидротермальных процессов» и т.п., формирующие вторичные коллекторы (резервуары).

Относительно концепции «главного источника» продолжается дискуссия. Высказываются и обосновываются два варианта концепции: 1) нефть поступает снизу и заполняет резервуары палеозоя и триаса; 2) нефть генерируется потенциально материнскими юрскими отложениями и из юры поступает в резервуары триаса и палеозоя.

По данных одних исследователей [10 и др.] основным источником УВ для залежей зон дезинтеграции является рассеянное органическое вещество (РОВ) отложений юрских горизонтов, погруженных в главную зону нефтеобразования (ГЗН). По данным других специалистов [8 и др.] нефть в юру поступает из триаса, а не наоборот. Полагается, что от того, какой вариант концепции «главного источника» становится доказанным, такие и следуют выводы (рекомендации) относительно стратегии поисков в доюрском фундаменте.

Рогожниковский лицензионный участок (ЛУ) предложен и используется как полигон для определения перспектив нефтегазоносности доюрских отложений, для «разработки системных подходов», апробации критериев и концепций поисков [8]. На Рогожниковском ЛУ пробурено порядка 100 скважин, вскрывших доюрские отложения. Пройдено более 10 км доюрских пород и почти 30 % из них являются коллекторами. Из кислых вулканитов доюрского комплекса и терригенных отложений триаса получены промышленные притоки нефти.

Цель настоящей статьи – информировать специалистов о результатах применения данных гравиразведки и геохимии на Красноленинском своде, где расположен Рогожниковский ЛУ. Данные гравиразведки применены для выявления в доюрском основании зон разуплотнения, а данные геохимии – для определения источника нефтяных углеводородов в доюрском комплексе пород.

Выявление зон разуплотнения в доюрском основании

В 2005 г. вдоль регионального сейсмопрофиля XIII, пересекающего Западно-Сибирскую плиту с востока на запад на широте 62 º, выполнено геоплотностное моделирование [4, 7]. Для геоплотностного моделирования использованы аномалии си-

* Исследования выполнены в рамках Госзадания «Наука».

лы тяжести в редукции Граафа-Хантера (ошибка ±0,6 мГал), а также стратиграфические разбивки «реперных» скважин, вскрывших доюрские отложения, и литологическое описание керна.

В западной части моделируемый геотраверс включает Красноленинский свод (рисунок 1). На траверсе Красноленинского свода выявлены (рисунок 2): зона разуплотнения меловых отложений, разуплотнения кровли доюрских отложений и в целом крупная обособленная зона разуплотнения доюрского комплекса до глубины 7 км.

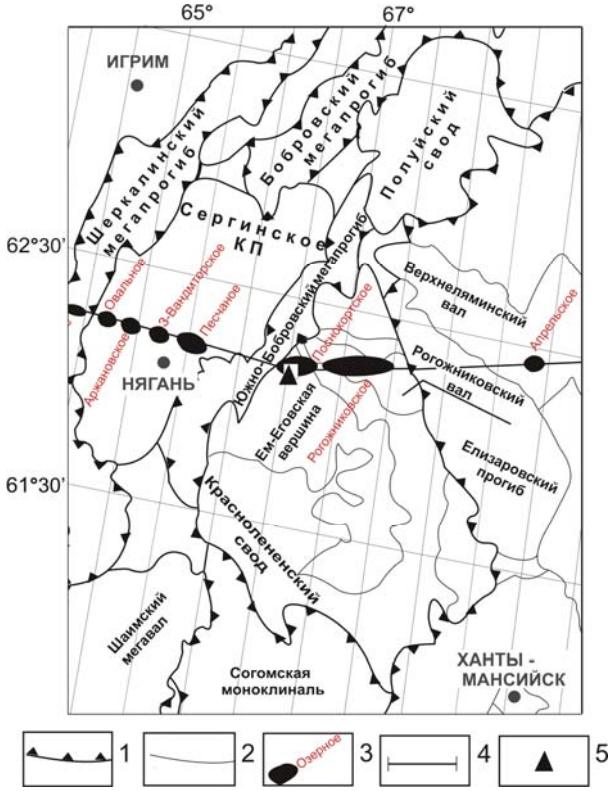


Рисунок 1 – Обзорная схема на основе фрагмента из [1]: 1) границы тектонических элементов I порядка; 2) границы внутреннего районирования; 3) месторождение УВ на линии геотраверса; 4) линия моделируемого геотраверса; 5) «реперная» скважина Поснокортская 831

Нефтегеологическая интерпретация геоплотностной модели на участке Красноленинского свода (рисунок 3) заключается в следующем [5]. Над зоной разуплотнения всего доюрского комплекса северо-восточной части Красноленинского свода находится Рогожниковское нефтяное месторождение с залежами почти во всех НГК юры и неокома. Основным источником нефти этих залежей являются материнские породы баженовской свиты (bg) – J_3t-K_1b-br. По глубине положения баженовская свита вошла в «нефтяное окно». Разуплотненная структура послеюрских отложений способствовала миграции нефти в ловушки викуловской свиты ($ВК_1$) – K_1a. Непосредственное примыкание к материнским отложениям пластов абалакской свиты (пласт $Ю_1^0$) – J_3o-km и верхней подсвиты тюменской свиты (пласт $Ю_2$) – J_2bt способствовало миграции нефти в ловушки этих пластов. Отсутствие нижнеюрских отложений позволило нефти мигрировать в ловушки зоны контакта осадочного чехла и фундамента (Tr). Масштабная зона разуплотнения доюрского комплекса на участке Рогожниковского вала представляется сосредоточением резервуаров и генерирующих толщ (подводящих каналов?) в слабометаморфизованных палеозойских терригенно-карбонатных породах

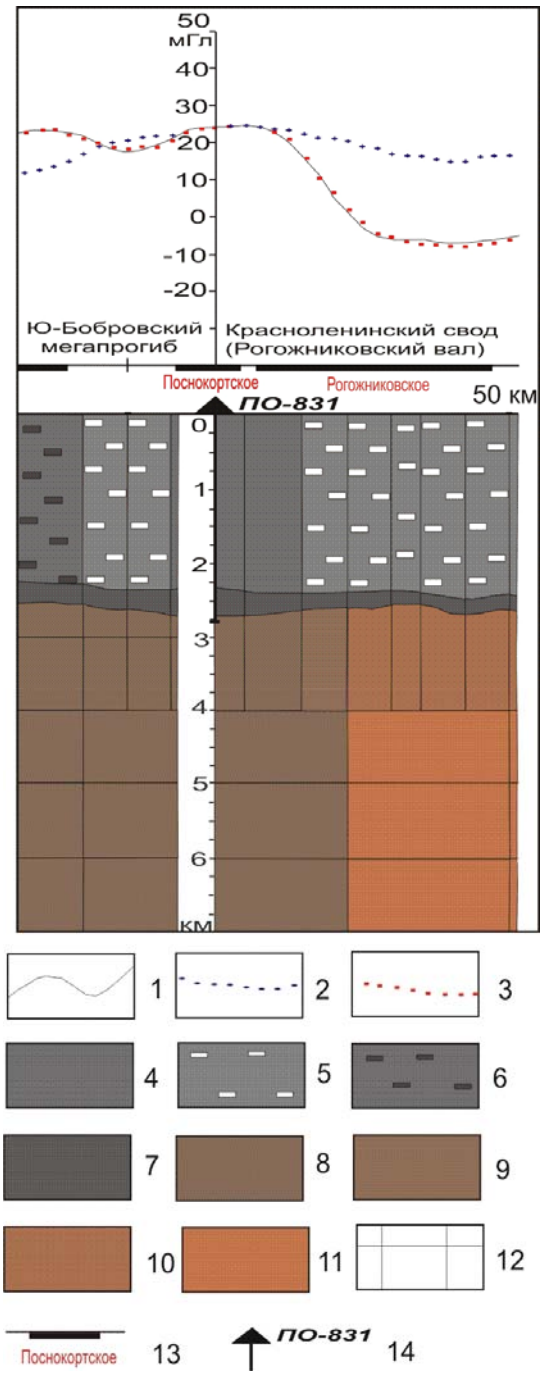


Рисунок 2 – Фрагмент геоплотностной модели вдоль траверса Красноленинский свод – Ляпинский мегапрогиб [5]: графики силы тяжести – 1 – наблюденного поля, 2 – априорного разреза, 3 –расчетного разреза; 4 – послеюрские отложения; разуплотнения (5) и уплотнения (6) послеюрских отложений, до 0,05 г/см^3; 7 – юрские отложения; 8 – доюрские отложения; разуплотнения доюрских отложений (9–11) до 0,05, на 0,05–0,10 и 0,10–0,15 г/см^3 , соответственно; 12 – блокировка разреза при моделировании; 13 – месторождение УВ и его название; 14 – «реперная» скважина

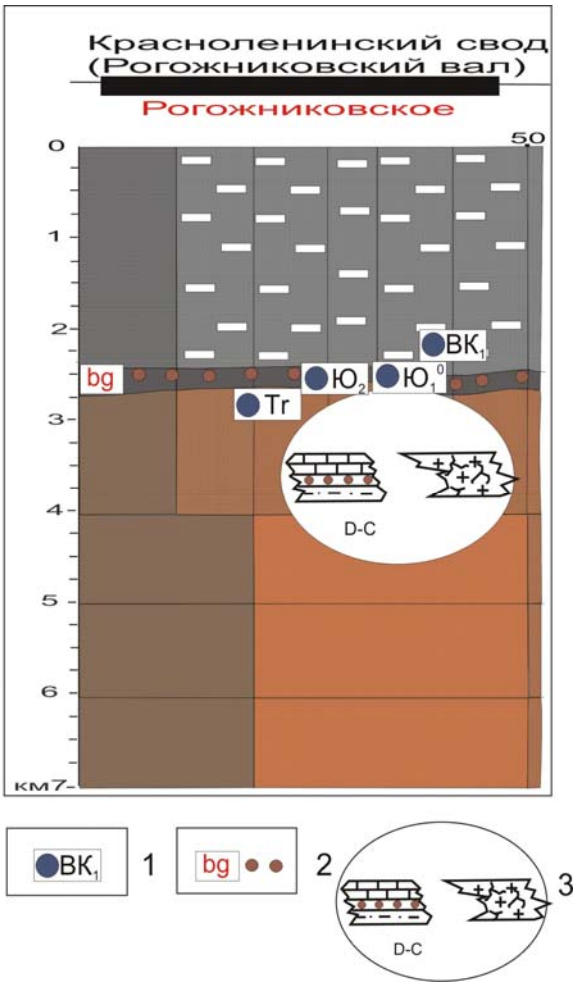


Рисунок 3 – Схема нефтегеологической интерпретации геоплотностной модели на участке Красноленинского свода [5]: 1 – нефтеносные комплексы; 2 – материнские отложения; 3 – прогнозируемая зона нефтегазонакопления и ее литолого-петрографическая интерпретация с качественной оценкой генерационного потенциала. Остальные условные обозначения те же, что на рисунке 2

(D-C) или в трещиновато-кавернозных магматических породах. Здесь резерв расширения ресурсной базы Красноленинского нефтегазоносного района с нефтяными, газоконденсатными и газовыми залежами в доюрском разрезе на глубинах 2,5–4,5 км.

Можно констатировать, что зона разуплотнения в доюрском основании, выявленная геоплотностным моделированием по данным гравиразведки, и последующее интерпретационное заключении о сосредоточении резервуаров в доюрских отложениях вполне согласуются с результатами геологоразведочных работ на Рогожниковском ЛУ.

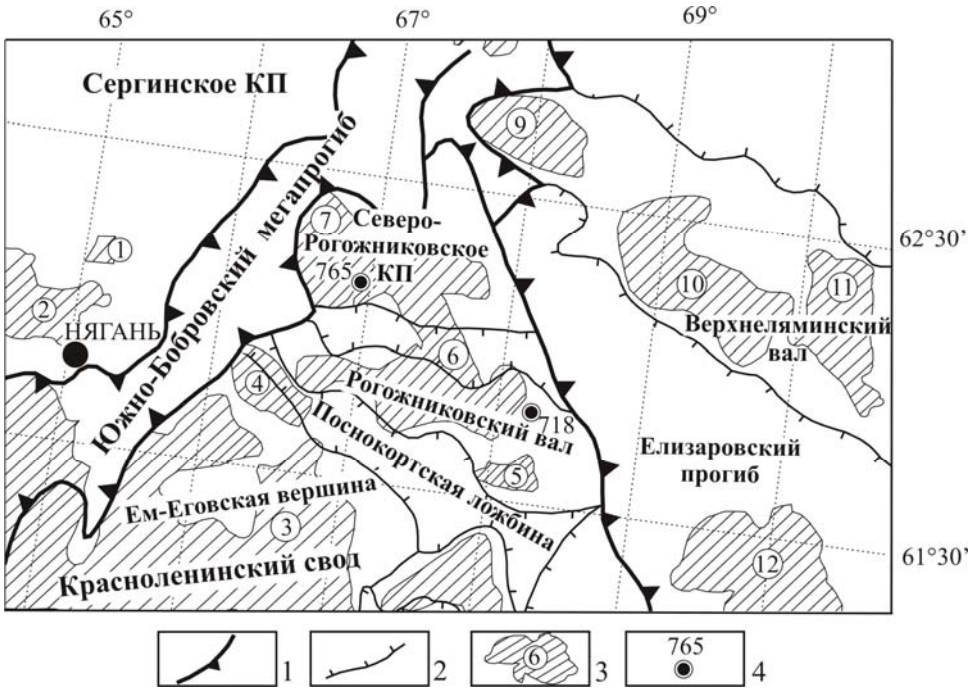


Рисунок 4 – Положение Рогожниковского и Северо-Рогожниковского месторождений на схематической тектонической карте центральной части Западно-Сибирской плиты, на основе [1]: 1 – границы тектонических структур I порядка; 2 – границы внутреннего районирования; 3 – разрабатываемое месторождение углеводородов и его номер; 4 – исследуемая скважина и ее номер. Месторождения: 1) Каремпостское; 2) Песчаное; 3) Красноленинское; 4) Поснокортское; 5) Южно-Рогожниковское; 6) Рогожниковское; 7) Северо-Рогожниковское; 8) Большое; 9) Центральное; 10) Назымское; 11) Апрельское; 12) Средненазымское

Определение источника нефтяных углеводородов в доюрском комплексе пород

Установление перемещения УВ-флюидов от «источника» (материнских пород, залежи) в вышележащие и нижележащие отложения выполнено [2] на основе детального послойного изучения над- и подпродуктивных отложений, вскрытых разведочными скважинами (рисунок 4), на содержание и молекулярно-массовое распределение (ММР) компонентов. Изучался керновый материал продуктивной Северо-Рогожниковской скважины 765 (20 образцов из средне- и верхнеюрского, апт-сеноманского комплексов и палеозойского осадочно-вулканогенного образования) и непродуктивной Рогожниковской скважины 718 (8 образцов апт-сеноманского комплекса и палеозойских отложений). Навеску образца 40–50 г дважды экстрагировали смесью н-гексан : хлороформ (80:20 об. %). Из объединенного экстракта на анализ отбирали аликвоту, которую концентрировали до 1 мл. Анализ экстрактов проведен на хромато-масс-спектрометре фирмы PerkinElmer Clarus 500MS.

В качестве индикаторов миграции приняты концентрации УВ в интервале состава C_8–C_{40}, с числом ароматических колец в молекуле 1-3, типичные для нефтяных систем, средние по полярности и адсорбционной способности на породе в составе нефтяных флюидов, наиболее устойчивые к выветриванию и окислению в приповерхностных отложениях [6, 9]. Принятая методика исследования [3] позволяет установить в породе содержание и ММР подвижных УВ нефтяного ряда и по направленности их изменения выявить межпластовую миграцию УВ.

В разрезе скважин к нефтематеринским толщам, активно реализующим свой генерационный потенциал, отнесены нижняя часть тюменской свиты и тутлеймские (баженовские) аргиллиты.

Результатом послойного изучения ММР нефтяных УВ явилось составление схематичной геохимической модели меж- и внутрипластовой вертикальной миграции. На рисунке 5 приведен фрагмент геохимической модели для среднеюрских и палеозойских отложений, имеющей следующие особенности.

Зона юрского нефтепроявления сформирована в результате активных межпластовых перетоков из низов тюменской свиты и из баженовской (тутлеймской) свиты. Миграция из низов тюменской свиты происходит как в нижележащие палеозойские отложения, так и в вышележащие пласты, заполняя углеводородами юрский комплекс до абалакской свиты. Мигрирующие УВ богаты легкими гомологами C_9–C_{21} алкилбензолов, нафталинами C_{10}–C_{12}. Расстояние нисходящей миграции нефти составляет 150–300 м в палеозойские слои (далее фиксируются фоновые концентрации сингенетичного битумоида). Расстояние проходимое восходящими потоками до абалакской свиты составляет около 100 м. Выше абалакского флюидоупора в юрской зоне нефтепроявлений начинает доминировать органика тутлеймской свиты.

Наиболее вероятная форма нисходящего перемещения веществ в палеозойские отложения – диффузия в виде свободной парогазовой фазы с опережающим перемещением легких УВ $C_{9–22}$ на расстояние до 300 м. Ряд тяжелых УВ при этом также перемещается вниз, но отслеживается на расстояние до 150 м.

Можно констатировать, что на Рогожниковском ЛУ экспериментально установлена миграция нефтяных УВ из юрских в нижележащие палеозойские отложения.

Выводы

Результаты геоплотностного моделирования, выполненного по данным гравиразведки, позволили выявить на траверсе Рогожниковского ЛУ масштабную зону разуплотнения палеозойского комплекса пород, отождествленную с вторичными коллекторами (резервуарами).

Установленная на Рогожниковском ЛУ дальность миграция нефтяных УВ из юрских в нижележащие палеозойские отложения согласуется с концепцией о юрском генезисе нефтей в резервуарах доюрского основания.

Результаты исследований на полигоне Рогожниковского ЛУ позволяют рекомендовать следующую стратегию поисков залежей нефти в доюрском основании центральной части Западной Сибири. Первоочередными участками поисков являются территории сосредоточения уже известных богатых залежей в нижних этажах осадочного чехла. Именно на этих территориях необходимо ставить работы по выявлению возможных зон разуплотнения в фундаменте. Если здесь зона разуплотнения выявляется, то это первоочередной объект детализации поисков залежей в фундаменте. Надежным и недорогим методом выявления зон разуплотнения в фундаменте является геоплотностное моделирование по данным гравиразведки.

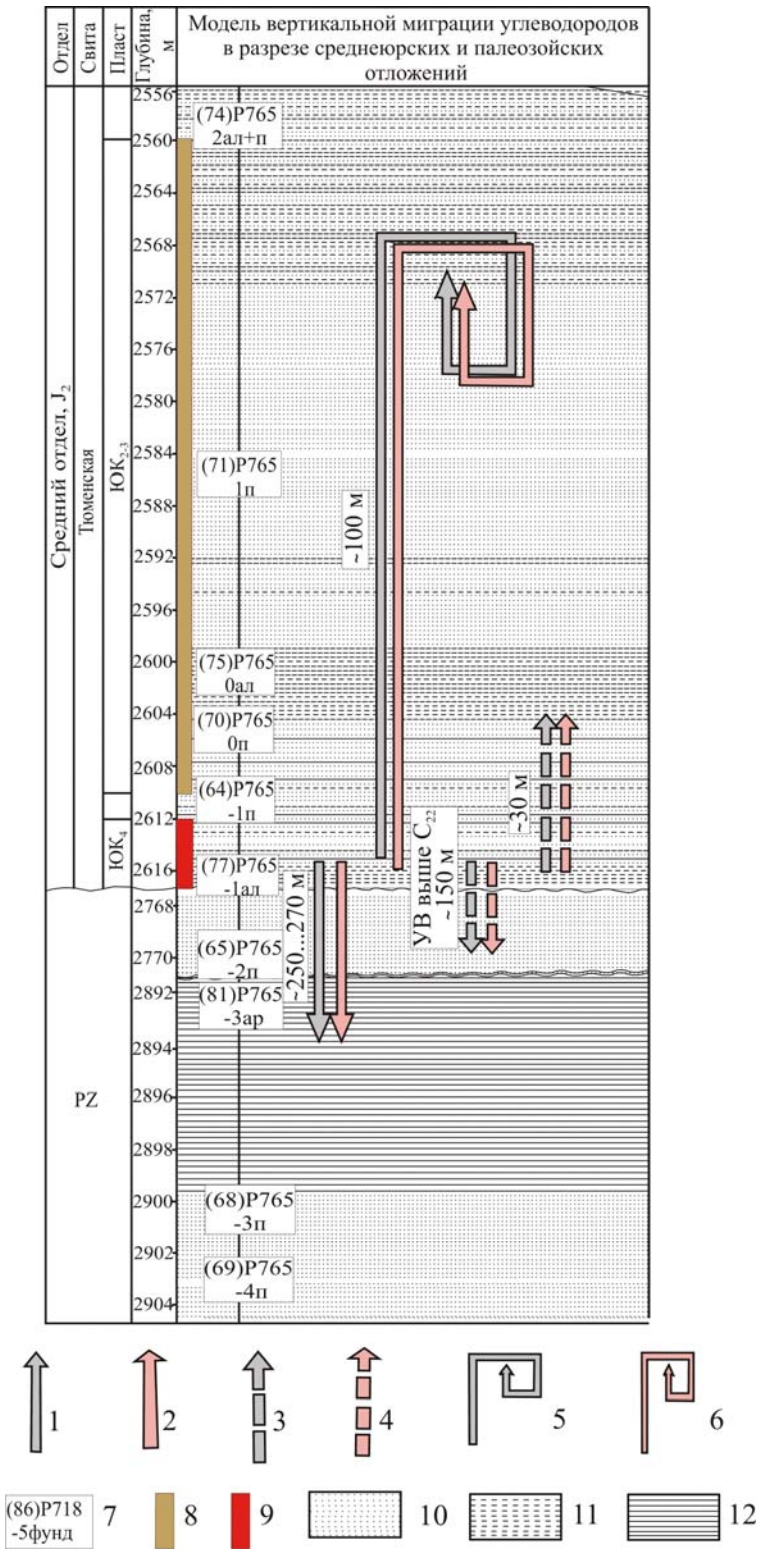


Рисунок 5 – Геохимическая модель вертикальной миграции углеводородов в разрезе Рогожниковского ЛУ: 1 – межпластовая фильтрация насыщенных УВ; 2 – межпластовая миграция ароматических УВ; 3 – межпластовая диффузия насыщенных УВ; 4 – межпластовая диффузия ароматических УВ; 5 – внутрипластовая миграция насыщенных УВ; 6 – внутрипластовая миграция ароматических УВ; 7 – шифр образца; 8 – продуктивный пласт; 9 – материнские отложения; 10 – песчаник; 11 – алевролит; 12 – аргиллит

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Атлас «Геология и нефтегазоносность Ханты-Мансийского автономного округа» // под ред. Э.А. Ахпателова, В.А. Волкова, В.Н. Гончаровой, В.Г. Елисеева, В.И. Карасева, А.Г. Мухер, Г.П. Мясниковой, Е.А. Теплякова, Ф.З. Хафизова, А.В. Шпильмана, В.М. Южакова – Екатеринбург: ИздатНаукаСервис, 2004. – 148 с.

2. Жильцова А.А., Исаев В.И., Коржов Ю.В. Вертикальная геохимическая зональность нефтегазоносных комплексов (на примере Рогожниковского и Северо-Рогожниковского месторождений) // Известия Томского политехнического университета. – 2013. – Т. 322. – № 1. – С. 63–74.

3. Иванова Л.И., Исаев В.И., Коржов Ю.В. Методика лабораторных исследований тяжелых углеводородов при нефтепоисковой геохимии // Изменяющаяся геологическая среда: пространственно-временные взаимодействия эндогенных и экзогенных процессов. – Казань: Изд-во Казанского гос. ун-та, 2007. – С. 356–360.

4. Исаев В.И. Плотностная модель доюрских отложений вдоль регионального сейсмопрофиля XIII (центральная часть Западно-Сибирской плиты) // Углеводородный потенциал фундамента молодых и древних платформ: Матер. Междунар. конф. – Казань: Изд-во Казанского ун-та, 2006. – С. 106–108.

5. Исаев В.И. Прогноз зон нефтегазонакопления на траверсе Красноленинский свод – Ляпинский мегапрогиб (по результатам геоплотностного моделирования) // Известия Томского политехнического университета. – 2008. – Т. 312. – № 1. – С. 26–33.

6. Исаев В.И., Коржов Ю.В., Романова Т.И., Бочкарева Н.М. Оценка продуктивности локальных ловушек по составу тяжелых углеводородов в приповерхностных отложениях центральной части Западно-Сибирской плиты // Геофизический журнал. – 2006. – Т. 28. – № 6. – С. 58–74.

7. Исаев В.И., Лобова Г.А. Корреляция плотностной структуры доюрских отложений и зон нефтегазонакопления вдоль регионального сейсмопрофиля XIII (центральная часть Западно-Сибирской плиты) // Геофизический журнал. – 2008. – Т. 30 – № 1. – С. 3–27.

8. Коровина Т.А., Кропотова Е.П., Минченков Н.Н., Батурин А.Ю., Николаева Е.В. Доюрское основание (ПСЭ) в Западной Сибири – объект новых представлений на природу нефтегазоносности (из опыта исследований и практического освоения Рогожниковского ЛУ) // Пути реализации нефтегазового и рудного потенциала Ханты-Мансийского автономного округа – Югры. Том 1. – Ханты-Мансийск: ИздатНаукаСервис, 2009. – С. 214–218.

9. Курчиков А.Р., Белоносов А.Ю., Тишманов Р.И. Динамика концентраций ароматических углеводородов С6-С8 в приповерхностных средах в связи с прямыми геохимическими поисками залежей нефти // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2010. – № 4. – С. 44–48.

10. Медведев Н.Я., Кос И.М., Ларичев А.И., Смирнов Л.В., Бострикoв О.И., Фомичев А.С. Прогноз нефтегазоносности в зонах дезинтеграции доюрского фундамента на Сургутском своде и прилегающих территориях // Пути реализации нефтегазового и рудного потенциала Ханты-Мансийского автономного округа – Югры. Том 1. – Ханты-Мансийск: ИздатНаукаСервис, 2007. – С. 189–196.

УДК 519.876.5 : 532.516

С.Н. Харламов, Р.Е. Терещенко

ТЕПЛООБМЕН ПРИ ЛАМИНАРНОМ ТЕЧЕНИИ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ С АНОМАЛЬНОЙ РЕОЛОГИЕЙ В ТРУБОПРОВОДАХ БОЛЬШОЙ ПРОТЯЖЕННОСТИ*

I. Введение. Транспорт нефти и нефтепродуктов по промысловым, технологическим и магистральным трубопроводам осложняется тем, что в зависимости от фракционного состава перекачиваемой жидкости и теплогидродинамических характеристик течения, перекачиваемая жидкость может проявлять свойства, характерные для всех классов неньютоновских жидкостей. Например, течения парафинистых нефтей и нефтепродуктов при температурах, близких к температуре их застывании и ниже, могут быть отнесены к пластичным или псевдопластичным жидкостям, а при достаточно высоких температурах — к ньютоновским жидкостям. Эта особенность связана с высоким содержанием парафина в таких нефтях. При высокой температуре основное количество парафина, содержащегося в нефти, находится в растворенном состоянии. В этих условиях нефть является ньютоновской жидкостью. При снижении температуры из нефти начинает выкристаллизовываться парафин, что влечет за собой изменение структуры жидкой фазы нефти. Сущность этого изменения заключается в упорядоченности расположения молекул растворенного вещества за счет снижения их теплового движения. По мере охлаждения раствора способность молекул растворителя удерживать в рассеянном и изолированном состоянии молекулы парафина снижается, т. е. снижается растворяющая способность растворителя. При дальнейшем снижении температуры концентрация парафина в углеводородной среде достигает такого уровня, при котором раствор становится насыщенным. Однако кристаллизация парафина при этом не начинается, и необходимо некоторое перенасыщение раствора, которое создает возможность появления достаточно крупных кристаллов парафина. При приближении температуры охлаждения к температуре застывания число и размеры кристаллов настолько увеличиваются, что они образуют пространственную структурную решетку по всему объему нефти, иммобилизуют жидкую фазу нефти. Нефть приобретает свойства псевдопластичных, а затем и пластичных жидкостей. Некоторые высокопарафинистые нефти обладают еще и свойствами тиксотропных жидкостей. Помимо этого, течения жидкостей с аномальной реологией сопровождаются сложным комплексом взаимосвязанных и взаимозависимых гидродинамических, тепловых и физико-химических процессов. Выделение тепла при течении подобного класса жидкостей может быть обусловлено диссипацией кинетической энергии движения а так же экзотермическими химическими реакциями. Поэтому при течении неньютоновских жидкостей существует ярко выраженная зависимость между тепловыделением, химическим превращением и гидродинамической картиной течения, которая определяет установление стационарного режима течения, или же развитие нестационарных тепловых процессов.

Прогресс в изучении особенностей течения неньютоновских сред в огромной степени связан с экспериментальными исследованиями, которые позволили определить

* Работа выполнена в Международной научно-образовательной лаборатории «Нефтегазовая гидродинамика и тепломассоперенос» при Национальном Исследовательском Томском политехническом университете

технические характеристики для течений, представляющих практический интерес. Однако в большинстве случаев полномасштабные опыты чрезмерно дороги и часто невозможны. Поэтому, для решения задач тепломассопереноса, оценки потерь энергии на трение и теплоотдачу при транспортировке углеводородных сред, необходимо развитие и внедрение математических моделей движения реологически сложных систем в практику прикладных расчетов.

В рамках данной статьи основное внимание уделено проблемам моделирования гидродинамики при ламинарном течении неньютоновских жидкостей.

II. Постановка задачи и основные результаты исследований. Для решения задачи о ламинарном неизотермическом напорном течении несжимаемых вязких жидкостей в трубах круглого сечения удобно воспользоваться уравнениями неразрывности, движения и энергии, записанными в цилиндрических координатах [2,3]:

$$\frac{\partial u}{\partial x}+\frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial r}(rv)=0 \tag{1}$$

$$\rho\left(\frac{\partial u}{\partial t}+u\frac{\partial u}{\partial x}+v\frac{\partial u}{\partial r}\right)=-\frac{\partial p}{\partial x}+\frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial r}\left(r\tau_{rx}\right)+\frac{\partial \tau_{xx}}{\partial x} \tag{2}$$

$$\rho\left(\frac{\partial v}{\partial t}+u\frac{\partial v}{\partial x}+v\frac{\partial v}{\partial r}\right)=-\frac{\partial p}{\partial r}+\frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial r}\left(r\tau_{rr}\right)+\frac{\partial \tau_{rx}}{\partial x} \tag{3}$$

$$\rho C_p\left(\frac{\partial T}{\partial t}+u\frac{\partial T}{\partial x}+v\frac{\partial T}{\partial r}\right)=\frac{\partial}{\partial x}\left(\lambda\frac{\partial T}{\partial x}\right)+\frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial r}\left(\frac{\partial T}{\partial r}\right)+\Phi(x,y) \tag{4}$$

Составляющие девиатора тензора напряжений (τ) и квазиньютоновская вязкость в обобщенном реологическом уравнении (B) вычисляются по формулам:

$$\tau_{xx}=2B\frac{\partial u}{\partial x},\ \tau_{rr}=2B\frac{\partial v}{\partial x},\ \tau_{rx}=B\left(\frac{\partial u}{\partial r}+\frac{\partial v}{\partial x}\right), \tag{5}$$

$$B=\frac{\tau_0(T)}{h}+k(T)h^{1/m-1} \tag{6}$$

В уравнении энергии $\Phi(x,y)$ определяет величину внутренних источников теплоты, которые могут быть следствием химических реакций, наложения электрических полей, выделения теплоты трения, а также других причин [4]. Если другие источники теплоты, кроме выделения теплоты трения, отсутствуют, то $\Phi(x,y)=\mathrm{Bh}$, где

$$h=\left\{2\left[\left(\frac{\partial v}{\partial r}\right)^2+\left(\frac{v}{r}\right)^2+\left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)^2\right]+\left(\frac{\partial u}{\partial r}+\frac{\partial v}{\partial x}\right)^2\right\}^{1/2} \tag{7}$$

где h – интенсивность скоростей деформации.

Математическая постановка задачи течения и теплообмена в трубах основывается на трехконстантном уравнении нелинейно-вязкопластической среды, которое распространяется на случай пространственного движения с учетом температурной зависимости реологических констант:

$$\tau_{ik}=-p\delta_{ik}+2\left[\frac{\tau_0(T)}{h}+k(T)h^{1/m-1}\right]\dot{e}_{ik} \tag{8}$$

где $\tau_0(T)=k_0\exp\frac{E_0}{RT}$; $k(T)=k^*\exp\frac{E}{mRT}$.

Особенностью градиентного изотермического течения подобных жидкостей является наличие в центре трубы ядра течения, в котором аксиальная скорость постоянна ($\frac{\partial u}{\partial r} = 0$). На границе ядра в отношении температуры решается сопряженная задача равенства температуры и ее производной.

На границе теплообмена с внешней средой задаются граничные условия первого ($T_w = \text{const}$), второго ($q_w = \text{const}$) и третьего ($T_{cp} = \text{const}, \alpha_2 = \text{const}$) рода. Как показано в [2], они охватывают практически весь круг задач, которые встречаются в инженерной практике.

Основные результаты численных расчетов, описание метода решения и экспериментальные данные изложены в [1]. Здесь приводятся только избранные результаты.

На рисунках 1 – 6 представлены результаты расчета профилей скорости и температуры. Сопоставлены данные, дающие представление о роли пластических свойств неньютоновских жидкостей. Изменение профилей скорости определяется влиянием переменных реологических свойств жидкости на гидродинамические параметры течения во внутренних системах. При охлаждении, вязкость в тепловом пограничном слое увеличивается, что приводит к снижению аксиальной составляющей скорости у стенки трубы и росту ее в ядре потока (рисунок 3). Радиальная составляющая скорости в этом случае отрицательна и направлена к центру трубы (рисунок 1). Возникновение радиальной составляющей способствует охлаждению ядра потока. В связи с этим, несмотря на снижение интенсивности охлаждения в сравнении с постоянными свойствами, температура в ядре потока примерно одинакова.

С развитием теплового пограничного слоя по длине трубы этот эффект уменьшается, величина радиальной составляющей падает и на некотором расстоянии от входа меняет знак у стенки трубы, а затем и по всему сечению. При этом профиль аксиальной скорости начинает приближаться к параболическому. Обратное «перетекание» жидкости от центра к стенке трубы способствует снижению интенсивности охлаждения ядра потока по сравнению со случаем постоянных свойств. Это наглядно подтверждается характером распределения температуры по сечению при $\frac{1}{\text{Pe}}\frac{x}{d} = 10^{-2}$ и особенно при $\frac{1}{\text{Pe}}\frac{x}{d} = 10^{-1}$ [2, 3].

При нагревании жидкости аксиальная составляющая скорости увеличивается у стенки и уменьшается в ядре потока, радиальная составляющая в этом случае положительна и направлена к стенке трубы. По абсолютной величине она меньше, чем при охлаждении; кроме того, изменение направления радиальной составляющей происходит на более близком расстоянии от входа, чем при охлаждении.

Из рассмотрения профилей температур следует, что деформация профиля скорости приводит к более быстрому нагреву жидкости по сравнению с постоянными свойствами. При малых приведенных значениях длины трубы эта разница не очень велика и становится существенной при больших $\frac{1}{\text{Pe}}\frac{x}{d}$.

По данным рисунков 1-6 можно оценить относительную величину радиальной составляющей скорости, она не превышает 1 % от аксиальной при малых $\frac{1}{\text{Pe}}\frac{x}{d}$ [2, 4, 8].

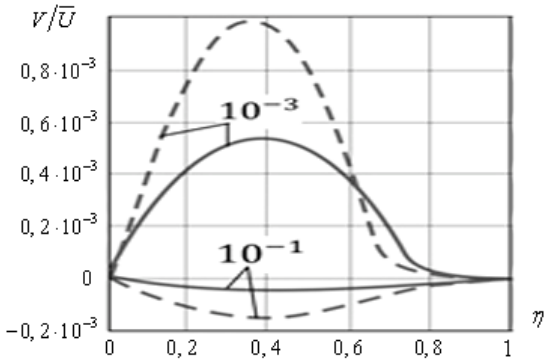


Рисунок 1 – Профиль радиальной составляющей скорости при охлаждении для различных приведенных длин (сплошные кривые – a=0; штриховые кривые – a=0,5)

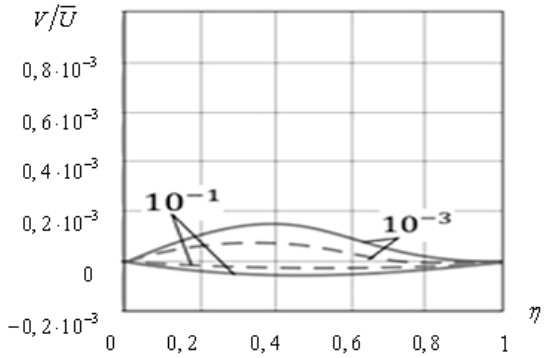


Рисунок 2 – Профиль радиальной составляющей скорости при нагревании для различных приведенных длин (сплошные кривые – a=0; штриховые кривые – a=0,5)

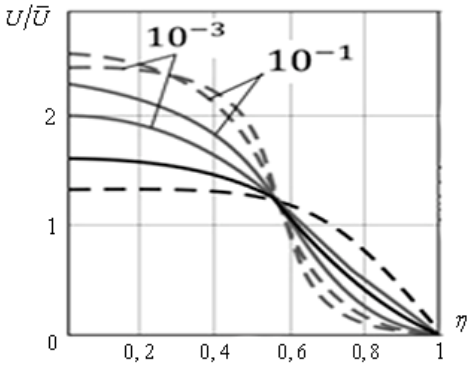


Рисунок 3 – Профиль аксиальной составляющей скорости при охлаждении для различных приведенных длин (сплошные кривые – a=0; штриховые кривые – a=0,5)

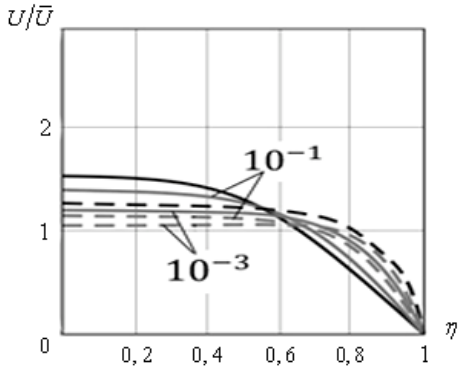


Рисунок 4 – Профиль аксиальной составляющей скорости при нагревании для различных приведенных длин (сплошные кривые – a=0; штриховые кривые – a=0,5)

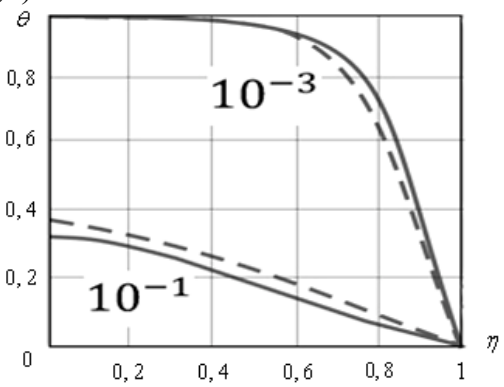


Рисунок 5 – Профиль температуры при охлаждении для различных приведенных длин (сплошные кривые – a=0; штриховые кривые – a=0,5)

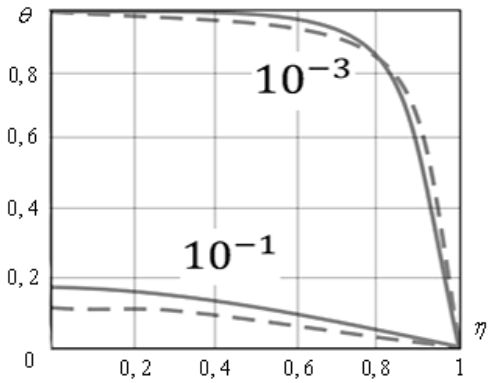


Рисунок 6 – Профиль температуры при нагревании для различных приведенных длин (сплошные кривые – a=0; штриховые кривые – a=0,5)

Согласно рисунку 7, по мере увеличения длины трубы наблюдается тенденция к стабилизации теплообмена. Это можно объяснить тем, что зависимость вязкости от температуры носит экспоненциальный характер, а деформация скоростного поля оп-

ределяется не абсолютным значением вязкости, а величиной изменения ее по сечению потока [2, 5].

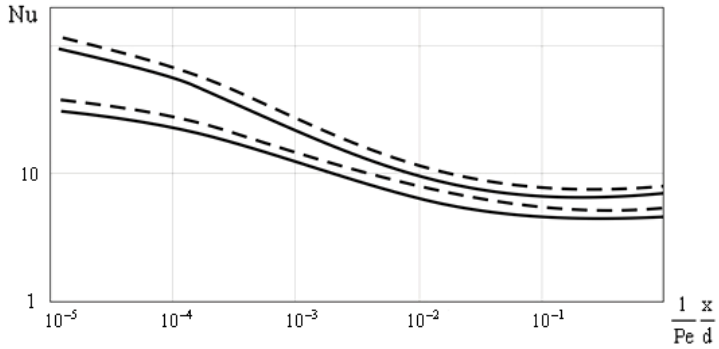


Рисунок 7 – Изменение числа Nu по длине трубы (сплошные кривые – a=0; штриховые кривые – a=0,5)

При переменных реологических свойствах скоростное поле оказывается непосредственно связанным с распределением температуры, соответственно изменяются и градиенты скорости [2, 7, 8]. Функцией температурного поля и градиента скорости является также вязкость жидкости. В связи с этим диссипативная функция изменяется по сечению и длине трубы, что определяется изменением как градиента скорости, так и вязкости. Направление теплового потока оказывает существенное влияние на распределение градиента скорости, причем градиенты скорости на стенке растут при нагревании и уменьшаются при охлаждении по сравнению со случаем постоянных свойств. Изменяется и характер распределения градиента температуры, так же как и вязкости, по сечению трубы. Если при нагревании сохраняется такая же общая закономерность изменения распределения температуры и вязкости, как и при постоянных свойствах, то при охлаждении эта закономерность существенно различается. Поскольку при выделении теплоты трения изотермический режим течения вообще не наступает, эти закономерности сохраняются и в сечениях трубы, близких к выходу.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Харламов С.Н., Терещенко Р.Е. Исследование конвективного теплообмена при сложном течении неньютоновских сред в трубах. Труды пятой национальной конференции по теплообмену. – М.: МЭИ, 2010.

2. Фройштетер Г.Б. Течение и теплообмен неньютоновских жидкостей в трубах. – Киев: «Наукова Думка», 1990.

3. Шульман З.П. Конвективный тепломассоперенос реологически сложных жидкостей. – М.: «Энергия», 1975.

4. Седов Л.И. Механика сплошной среды. – М.: «Наука», 1973.

5. Bird R.B., Armstrong R.C. and Hassager O. Dynamics of Polymeric Liquids. Fluid Dynamics, 2nd edition, Vol. 1. – Wiley, New York, 1987.

6. Carreau P.J. Dekee D. and Chabra R.P. Rheology of Polymeric Systems: Principles and Applications. – Hanser, Munich, 1997.

7. Уилкинсон У.Д. Неньютоновские жидкости. – пер. с англ. / Под ред. акад. А.В. Лыкова. – М.: Мир, 1964.

8. Смольский Б.М., Шульман З.П., Гориславец В.М. Реодинамика и теплообмен нелинейно-вязкопластичных материалов. – Минск: Наука и техника, 1970.

УДК 536.24 : 622.32

С.Н. Харламов, А.В. Филатова

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭФФЕКТОВ ВЗАИМОЗАВИСИМОСТИ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ И ТУБУЛЕНТНОСТИ ПРИ ДВИЖЕНИИ РЕАГИРУЮЩИХ СМЕСЕЙ В ТРУБОПРОВОДАХ*

Введение

Вопросы повышения безопасности, эффективности, экологичности объектов ТЭК, систем их управления, выяснения условий повышения функционирования деталей и узлов, обеспечивающих транспортировку сложных химически реагирующих сред по трубопроводам являются ключевыми для рационального и экономического развития предприятий, снижения доли их вредного воздействия на окружающую среду. Хорошо известно, что газо- и трубопроводы высокого давления, устройства интенсификации тепло- и массобменных процессов в нефтяной и химической промышленности, в теплоэнергетике работают в условиях высоких энергозатрат, в том числе на транспорт природного сырья, в режимах устойчивых и переходных ламинарно-турбулентных эффектов, усиления и замедления смешения химически реагирующих компонент и требуют подробного анализа гидрогазодинамики и тепломассообмена в замкнутых и открытых системах. В связи с этим актуальность проблем численного и физико-математического моделирования гидро- и газодинамики, тепло- и массообмена в инертных и химически реагирующих гомогенных и гетерогенных системах, обоснование методов расчета различных по структуре сред в устройствах с произвольной границей области течения (например, в газотурбинных установках, вихревых камерах, сложных трубопроводах) представляется достаточно высокой и имеет большое прикладное значение при получении оценок реальных процессов в работе топливно-энергетических и других аппаратов и систем. Кроме того, создание и использование соответствующих турбулентных моделей и методик, кодов и пакетов программ широкого назначения к анализу гидро- и газодинамики, тепло- и массопереноса на промышленных объектах ТЭК особенно актуально для российской науки, которая, к сожалению, пока еще отстает от зарубежного уровня.

Стоит заметить, что в отличие от движения инертных систем химические реакции способны существенно усложнять процесс течения. Так, высокий уровень пульсаций поля температуры и давления в рамках равновесных и неравновесных реакций способен значительно менять состав смеси. Последний вызывает новые изменения в динамической и тепловой структуре потока, что отразится на интегральных параметрах. В настоящее время отсутствуют результаты полного анализа данной проблемы.

В этой связи в работе поставлена ***цели:*** 1) построить модель горения многокомпонентной углеводородной газообразной смеси в рамках «глубокоравновесных» реакций; 2) проанализировать эффективность модели в процессах трубопроводного транспорта; 3) дать рекомендации по обобщению модели на класс неравновесных химических реакций.

* Работа выполнена в Международной научно-образовательной лаборатории «Нефтегазовая гидродинамика и тепломассоперенос» при Национальном Исследовательском Томском политехническом университете

Физико-математическая модель и кинетика химических взаимодействий

Хорошо известно [1-3], что турбулентные течения в сложных ТП неустойчивы, трёхмерны, многофазны. Полный учёт физических механизмов их функционирования сильно усложняет математическое моделирование. Поэтому в настоящей работе мы используем некоторые упрощения физической модели рассматриваемого явления. В частности, не учитывается перенос энергии излучением, движение природного газа считается стационарным, осесимметричным, однофазным, многокомпонентным.

Таким образом, рассматривается турбулентное течение химически реагирующей смеси на базе уравнений Рейнольдса (модель «узкого канала» [1]), энергии («энтальпийная форма» [2]), диффузии массы индивидуальной компоненты и сохранения массы смеси, состояния (смесь совершенных газов) [3]. Замыкание системы осуществляется с привлечением моделей второго порядка с дифференциальными уравнениями для компонентов полного тензора напряжений Рейнольдса и турбулентных скалярных потоков скалярной субстанции (тепла и массы) [2,3]. Предполагается, что в процессе движения природного газа, основным компонентом которого является метан, реакции идут по равновесной схеме [1,4]. Его содержание в природном газе достигает 98 %. Кроме метана присутствуют горючие газы – пропан, бутан и этан. Опираясь на молекулярно-кинетическую теорию движения сплошных сред, представляем рабочую смесь, как совокупность слабо взаимодействующих частиц (молекул или атомов), находящихся в непрерывном хаотическом (тепловом) движении со стандартной энтальпией диссоциации [1]. Заметим, что энтальпия диссоциации характеризует определенную связь в молекуле. Ее численная величина зависит от того конкретного химического окружения, в котором находится рассматриваемая связь. Например, в молекуле метана имеются четыре связи С–Н, и, следовательно, для метана можно определить четыре энтальпии диссоциации связи [4-6]. Они называются соответственно первой, второй, третьей и четвертой энтальпией диссоциации связи и характеризуются соответствующими реакциями и численными значениями:

Первая: CH_4(г.) → CH_3(г.) + H(г.), $\Delta H^{\circ}_{диcc_1,m}(298\ K) = +\ 425$ кДж/моль

Вторая: CH_3(г.) → CH_2(г.) + H(г.), $\Delta H^{\circ}_{диcc_2,m}(298\ K) = +\ 470$ кДж/моль

Третья: CH_2(г.) → CH(г.) + H(г.), $\Delta H^{\circ}_{диcc_3,m}(298\ K) = +\ 416$ кДж/моль

Четвертая: CH(г.) → C(г.) + H(г.), $\Delta H^{\circ}_{диcc_4,m}(298\ K) = +\ 335$ кДж/моль

Заметим также, что подобные явления имеют место при разработке высокоэффективных топливных элементов, которые в течение последних десятилетий активно внедряется в мировую практику, и потенциально дают возможность построения экологически чистых, тихих и сверхэффективных электрогенераторов [7]. В частности, использование неравновесной плазмы позволяет проводить такие химические реакции даже при низких температурах благодаря активным частицам, генерируемым быстрыми электронами. Использование неравновесной плазмы позволяет объединить высокую удельную производительность, свойственную плазменным методам и низкие удельные затраты энергии, характерные для традиционных каталитических методов.

Библиографический анализ проблем разложения метана (например, под действием разряда) показывает [1-8], что в результате действия разряда на смесь, в начальный момент происходит диссоциация метана со степенью диссоциации α.

$$CH_4 \rightarrow \alpha\, CH_3 + \alpha\, H + (1-\alpha)\, CH_4 \qquad 0 \le \alpha \le 1 \qquad (1)$$

В данной работе исследовалось влияние скорости распада метана на производство водорода, причем расчет компонентного состава, степени диссоциации α осуществлялся по этапам.

1. Для получения компонент – модифицированное уравнение диффузии индивидуальной компоненты смеси, записанное для равновесного случая по модели Лайтхилла [1, 2].

2. Для учета эффектов взаимовлияния химии и турбулентности в определении компонентного состава классическая модель Лайтхилла обобщается в соотношения типа Гульдберга-Вааге [1, 4].

Известно [7-9], что для гомогенного реактора («безразрядного» конвектора) оптимальный режим для получения максимума водорода температура потока T=1500–2000 K. С ростом температуры до ~ 1700 K происходит уменьшение времени наработки и увеличение количество H_2 примерно линейно, после ~1700 K наблюдается уменьшение времени наработки. Влияние начальной степени диссоциации CH_4 сказывается на величину времени индукции зажигания в виде дополнительного вклада энергии (примерно 300-400 K при росте на 25 % диссоциации CH_4) и на время наработки (примерно при росте на 25 % диссоциации CH_4 время уменьшается в 2-5 раз), но практически не сказывается на количество H_2.

Расчеты пространственных процессов для плазмохимического реактора («разрядного» конвектора) показывают, что объемный разряд снижает температуру протекания химических реакций. Последняя в большей степени зависит от скорости распада компонент, температуры потока. Также установлено, что скорость протекания, конечный состав плазмохимических реакций зависит от скорости распада компонент и температуры потока начального состава. Оптимальный режим для получения максимума водорода определяется скоростью распада компонент, температурой потока и начальным составом входящей смеси.

Заключение. Результаты численного исследования показывают, что химические реакции в замкнутых системах, трубах, каналах, вызванные разрядом, способны существенно влиять на гидродинамику, тепловой режим устройств, обеспечивающих транспорт природного сырья по трубопроводу. Кроме того, детальный анализ процессов переноса в сложном сдвиговом потоке позволяет говорить, что в сравнении со случаем инертного движения тепломассоперенос в трубопроводе существенно осложнен нелинейными вязкими эффектами, изменениями в турбулентной структуре. Установлено, что эффекты взаимовлияния консервативны по отношению к трению, но существенно интенсифицируют тепломассоперенос в областях течения с переменным поперечным сечением.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Харламов С.Н. Комаровский Л.В., Бубенчиков А.М. Математические модели течения и теплообмена во внутренних задачах динамики вязкого газа. – Томск: Изд-во ТГУ, 1993. – 183 с.

2. Харламов С.Н. Математические модели неоднородной анизотропной турбулентности во внутренних течениях. – Томск: Изд–во ТГУ, 2001. – 447 с.

3. Kharlamov S.N. Mathematical Modelling of Thermo- and Hydrodynamical Processes in Pipelines. Rome, Italy: Publ. House «Ionta», 2010. – 263 p.

4. Гиршфельдер Дж. Молекулярная теория газов и жидкостей: пер. с англ. / Дж. Гиршфельдер, Ч. Кертисс, Р. Берд. – М.: Изд-во иностранной литературы, 1961. – 929 с.

5. Захаров Н.Д. Об основных понятиях термодинамики / Н. Д. Захаров. – М.: Воениздат, 2005. – 31 с.

6. Стромберг А.Г. Физическая химия: учебник для вузов / А.Г. Стромберг, Д.П. Семченко: Под ред. А.Г. Стромберга. – 5-е изд., испр. – М.: Высшая школа, 2003. – 527 с.

7. Цыганов Д.Л. Некоторые аспекты проектирования гомогенных и плазмохимических конверторов. – МФТИ. – 2009. – № 2. – С. 134–142.

8. Русанов В.Д., Этьеван К., Бабарицкий А.И. и др. Эффект плазменного катализа на примере диссоциации метана на водород и углерод. – ДАН. – 1997. – Т. 354, № 2. – С. 213–215.

9. Потехин С.В., Потанкин Б.В., Деминский М.А. и др. Эффект плазменного катализа при разложении метана. – ХВЭ. – 1997. – Т.33, №1. – С. 59–66.

УДК 614.84+699.81

В.Г. Лукьянов, А.А. Провоторов

СРЕДСТВА ОГНЕЗАЩИТЫ И ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ. СТРАТЕГИЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КОРПОРАТИВНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ОАО «ТОМСКНЕФТЬ» ВНК

Впервые за 45-летнею историю Томской нефтяной промышленности сделана попытка создания каталога «Средства огнезащиты и пожарной безопасности» для разработки стратегии обеспечения корпоративной безопасности на месторождениях ОАО «Томскнефть» ВНК. Необходимость разработки каталога обусловлена многообразием в настоящее время средств огнезащиты и пожаротушения, рассредоточением в различных информационных источниках; справочниках, и другой научно-технической литературе. Зачастую информация по оборудованию является устаревшей. Выражается это в указании отменных ГОСТов, ОСТов, ТУ, оборудования, снятого с производства и т.д. В связи с этим цель настоящего каталога состоит в том, чтобы систематизировать эти средства в едином издании, отражающем наиболее полные технико-экономические показатели оборудования.

Данная научно-исследовательская работа выполнена в соответствии с программой НИОКР ОАО «Томскнефть» при согласовании с комитетом по развитию нефтегазодобывающего комплекса Администрации Томской области.

Впервые за 45-летнею историю Томской нефтяной промышленности сделана попытка создания каталога «Средства огнезащиты и пожарной безопасности» для разработки стратегии обеспечения корпоративной безопасности на месторождениях ОАО «Томскнефть» ВНК.

Необходимость разработки каталога обусловлена многообразием в настоящее время средств огнезащиты и пожаротушения, рассредоточением в различных информационных источниках; справочниках, и другой научно-технической литературе. Зачастую информация по оборудованию является устаревшей. Выражается это в указании отменных ГОСТов, ОСТов, ТУ, оборудования, снятого с производства и т.д.

В связи с этим цель настоящего каталога состоит в том, чтобы систематизировать эти средства в едином издании, отражающем наиболее полные технико-экономические показатели оборудования.

Решения вопросов обеспечения пожарной безопасности, безусловно, является одной из первоочередных задач для каждого нефтедобывающего предприятия. Ключевые позиции в решении вопроса предупреждения аварий можно обеспечить только путем применения современных средств огнезащиты и пожаротушения, внедрения новых средств пожарной сигнализации и автоматики на пожароопасных объектах. В нефтедобывающем предприятии ОАО «Томскнефть» ВНК выработана корпоративная стратегия обеспечения безопасности на месторождениях. Основой развития стратегии послужило создание Регионального центра пожарной безопасности и аварийно-спасательных работ ОАО «Томскнефть» ВНК, направленного на усиление мер по предупреждению и предотвращению возможных аварийных ситуаций. В российской нефтедобывающей промышленности за ее более чем вековую историю накоплен колоссальный опыт, использование которого является насущной необходимостью для каждого предприятия. Обладая успешным опытом работы, основанным на внедрении и использовании передовых отечественных и зарубежных технологий в области пожарной безопасности, ОАО «Томскнефть» ВНК совместно с Томским политехническим университетом проведена огромная работа по сбору и обобщению информации с целью доведения до самых отдаленных регионов деятельности предприятия. В данном издании приведена информация о современных средствах огнезащиты, пожарной сигнализации, автоматики и пожаротушения для обеспечения безопасной работы на производственных объектах и в административных зданиях нефтедобывающих предприятий. Даны основные технические характеристики оборудования, установок и модулей, средств ограничения распространения пожара, систем контроля. Приведены сведения об огнетушащих веществах и знаках пожарной безопасности, видах пожаротушения, противопожарном водоснабжении и средствах радиосвязи. Это определило актуальность работы, которая заключается в представлении новейшей достоверной информации от непосредственных производителей современных огнетушащих веществ и материалов для огнезащиты различных конструкций и изделий, электрических кабелей и аппаратуры на нефтепромыслах, подробных характеристик эффективных технических средств пожарной и охранно-пожарной сигнализации, автоматических систем различных видов пожаротушения, а так же основных типах пожарных автомобилей, вездеходов, наиболее подходящих для нефтепромыслов Томской области судоходных и авиационных средств пожаротушения.

На основе существующих современных средств огнезащиты и пожаротушения научно обоснованы и согласованы с производственниками ОАО «Томскнефть» ВНК наиболее эффективные из них для местных условий.

В результате анализа современных средств огнезащиты и обеспечения пожарной безопасности, проведенной систематизации и оценки эффективности в разработанном каталоге дана необходимая информация и рекомендации по рациональному применению их для обеспечения корпоративной безопасности на месторождениях ОАО «Томскнефть» ВНК.

Содержание разработанного каталога «Средства огнезащиты и пожарной безопасности» и его объем согласованы с заказчиком.

Каталог включает следующие разделы:

- Основные понятия о пожаре, огнетушащих веществах и знаках пожарной безопасности. Виды пожаротушения для различных объектов нефтяных месторождений.
- Средства огнезащиты и ограничения распространения пожара.
- Технические средства пожарной и охранно-пожарной сигнализации.

- Пожарные автомобили, мотопомпы, вездеходы, судоходные и авиационные средства
  пожаротушения.
- Тушения пожаров в резервуарах с легковоспламеняющимися жидкостями и на нефтеперекачивающих станциях.
- Установки и модули пожаротушения.
- Щиты и фонари пожарные. Огнетушители. Одежда пожарного и костюм газовика-нефтяника.
- Противопожарное водоснабжение.
- Средства радиосвязи.

По каждому типу оборудования в каталоге приведены основные технические характеристики, область применения, код оборудования, ГОСТ или ТУ, завод-изготовитель. Отраслевая принадлежность заводов-изготовителей приводится по состоянию до 1 января 2007 года.

Каталог «Средства огнезащиты и пожарной безопасности» содержит 176 страниц.

Разработанный каталог по информативности не уступает отечественным и зарубежным аналогам и максимально учитывает потребности региона.

Результаты данной НИР опубликованы в вестниках Российской академии естественных наук (Кемерово, 2004, 2005 гг.); в материалах межрегиональной научно-практической конференции «Проблемы и перспективы развития минерально-сырьевой базы и предприятий ТЭК Сибири» (Томск, 2005); в докладах 9-ой, 10-ой и 11-ой международных научно-практических конференциях «Природные и интеллектуальные ресурсы Сибири» (Издательство Томского государственного университета 2003, 2004, 2005 гг.); в национальном отраслевом журнале «Нефтегазовая вертикаль» (Москва, 2005 г. № 17); в журнале «Академия энергетики» (Санкт-Петербург, 2006 г. № 1).

Работа 2 раза докладывалась на техническом совете «ТомскНИПИнефть» и ОАО «Томскнефть». Каталог демонстрировался на выставке НК ЮКОС «Нефть и газ – 2004» и награжден медалью «Сибирские Афины» в номинации «Новые научные разработки и технологии». В 2004 г. каталог был представлен на 4-ой межрегиональной специализированной выставке-ярмарке «Газофикация – 2004»; в 2005 г. – на выставке «Сибнедра – 2005» (г. Новосибирск); в 2006 г. на выставке «Металлы Сибири – Сибнедра – 2006», Горное дело Сибири, Сибнефтегаз, оборудование для нефтегазового комплекса (г. Новосибирск).

Каталог «Средства огнезащиты и пожарной безопасности» награжден дипломом конкурса «Сибирские Афины» в номинации «Новые научные разработки и технологии» на специализированной выставке-конгресс «Нефть, Газ, Геология» 2006 г. Каталог награжден Золотой медалью отборочного этапа Межрегионального конкурса «Лучшие товары и услуги Сибири ГЕММА-2006» по Томской области. Каталог также награжден Золотой медалью финалистов конкурса «Сибирские Афины» в номинации «Новые научные разработки и технологии» на 10 Международной выставке-конгресс, ноябрь 2007 г., Томск, а также доложен и опубликован в материалах Всероссийской научно-технической конференции «Нефть и газ Западной Сибири», Тюмень, 2007 г.

Специалисты различного уровня отмечают актуальность, своевременность и полезность выполненной работы.

В целом, широкое внедрение результатов выполненной работы будет способствовать решению вопросов обеспечения пожарной безопасности объектов нефтегазодобычи ОАО «Томскнефть» и других предприятий Томской области, а также предпри-

ятий межрегиональной ассоциации «Сибирское соглашение». Для технических работников нефтегазовой отрасли, а также может использоваться в качестве учебного пособия для студентов всех форм обучения вузов и техникумов нефтегазового дела.

Данная работа является первым вариантом каталога «Средства огнезащиты и пожарной безопасности» для разработки стратегии обеспечения корпоративной безопасности на месторождениях ОАО «Томскнефть» ВНК. Предусматривается доработка и периодическое переиздание.

УДК 622.276(571.17)

В.В. Ростовцев, В.Н. Ростовцев

РОЛЬ ГОРНЫХ ИНЖЕНЕРОВ СИБИРИ В ФОРМИРОВАНИИ НЕФТЕГАЗОВОГО ПОТЕНЦИАЛА СТРАНЫ

Энергетические ресурсы один из «краеугольных камней» в общей концепции развития российского государства в первой половине XXI века. Трудно не согласиться с В.А. Скоробогатовым (ВНИИГАЗ) который подчеркивал: «Обладание, контроль и возможности использования в национальных интересах минерально-энергетических ресурсов, прежде всего, нефти, газа и угля были и останутся в обозримом будущем одной из главных доминант мировой геополитики» [1]

Прежде чем обладать, контролировать и использовать минерально-энергетические ресурсы необходимо в первую очередь найти их, а затем и освоить. Эти сложнейшие, многогранные задачи, в первую очередь, решают горные инженеры и горные инженеры – геологи. К сожалению, в последние 20 лет, в силу ряда причин, проблемы прироста запасов государство возложило на плечи недропользователей. Ни в одной структуре современного правительства мы не видим ответственного звена за воспроизводство запасов. В структурах приближенных к этой тематике преобладает понятие пользования недрами. Великое слово М.В. Ломоносова – «прирастать» исчезло из нашего лексикона.

Из-за ошибочности такого мировоззрения, если оно в ближайшие 2–3 года не поменяется, Россия столкнется с огромными проблемами сохранения целостности и суверенитета. Последние 8 лет фундаментом подъема всестороннего авторитета государства Российского являлись её минерально-энергетические ресурсы, подготовленные горными инженерами. Огромный вклад в формирование минерально-энергетических ресурсов страны внесли горные инженеры Сибири, и в первую очередь выпускники Томского политехнического. Но их достижения в формировании углеводородной базы страны остались мало освещенными и поэтому не достаточно оцененными. Эта одна из немногих работ, направленная на демонстрацию очень маленькой частички этого вклада.

В общественном сознании укоренилось представление о том, что первым на перспективы нефтегазоносности Западной Сибири обратил внимание академик, крупный организатор нефтяных дел России Иван Михайлович Губкин.

Действительно переоценить роль этого исследователя в вопросе организации работ по поиску нефти и газа в Западной Сибири и в целом в СССР не возможно. В своем

докладе «Горючие ископаемые Кузбасса» он дал совершенно новую оценку Кузбасса как возможного угленефтяного района.[2] В то же время, ради справедливости и исторической достоверности необходимо отметить, что первые печатные труды, в которых были описаны выходы нефти в Сибири, сделаны бывшем пленным, капитаном шведской армии Филиппом Таббертом в 1730 году.

М.В.Ломоносова, в 1741 году описывая коллекцию горных пород, хранившуюся в минералогическом кабинете Академии наук, обратил особое внимание на привезенное с берегов Енисея каменное масло. В одной из своих работ он записал «Каменное масло Сибирское в великом множестве при Енисее находится». В 1894 году признаки нефти в сорока верстах от Иркутска обнаружил горный инженер В.А. Обручев, впоследствии организатор подготовки первых горных инженеров Сибири и Дальнего Востока при Томском технологическом институте. На кафедре у В.А. Обручева в 1902 – 1907 году работал старшим лаборантом горный инженер В.Д. Рязанов, который был уверен, что в недрах Сибири есть крупные месторождения нефти и много работал над их поиском.

Каждое лето он выезжал на поисковые работы и привлекал к этому делу студентов политехников. После нескольких полевых сезонов, летом 1906 года В.Д. Рязанов заложил на берегу Байкала несколько скважин на нефть.

Это были первые буровые работы, связанные с поисками нефти в Сибири, начатые горными инженерами Томского политехнического.

Помощником у В.Д. Рязанова работал студент М.А. Усов. В 1920 году М.А.Усов при оценке перспектив нефтегазоносности Сибири отметил, что: «Месторождения нефти скорее можно встретить в достаточно мощных, но не сильно дислоцированных эпиконтинентальных отложениях Сибири, относящихся к палеозойской группе» [3]. Фактически эта первая научно обоснованная точка зрения на нефтегазоносность Сибири.

К проблемам нефтегазоносноности Сибири в целом и к Западной Сибири в частности на государственном уровне вернулись в начале 30-х годов прошлого столетия. Выступая на Всесоюзном совещании Госплана СССР по размещению производительных сил на вторую пятилетку в 1932 году с докладом «Подготовка минерально-сырьевой базы для второй пятилетки», И.М. Губкин поставил вопрос о необходимости работ в Западно-Сибирской низменности, прямо указав: «В ближайшие годы необходимо приступить к выяснению строения Западно-Сибирской равнины» [4]. Далее он отмечал: «Одним словом, будущее нефтяной промышленности всецело зависит от развития разведочных работ, смелых и решительных, без боязни риска»

Как актуальны эти слова и мысли для Российского правительства образца 2008 года. Что необходимо сделать, чтобы они были услышаны?

Борьба за нефть Западной Сибири была не простой. Достаточно привести фрагмент из работы профессора Н.С. Шацкого, чтобы понять накал научных страстей. Он писал: «третичные породы и особенно верхнеюрские и меловые представлены и по склонам Урала и по окраине Таймыра, а также и в районе среднего течения Оби (Громов) типичными эпиконтинентальными осадками, глауконитовыми песками, глинами, нахождение первичной нефти в которых по аналогии с соответствующими породами русской платформы исключаются». [5]

Эти взгляды маститых московских геологов резко расходились с представлением томских горных инженеров-политехников. В 1936 году Вестник Западно-Сибирского геологического треста (ЗСГУ) опубликовал передовую статью, которая в самом названии отражала главнейшую задачу сибиряков геологов. Она называлась «Геологи на

борьбу за сибирскую нефть». Тем не менее, статьи А.М. Усова и Р.И. Ильина редакционная коллегия рекомендовала рассматривать как дискуссионные, так как в них впервые говорилось о возможной нефтегазоносности Западно-Сибирской низменности и в мезозойских отложениях, что было в то время революционно новым.

Таким образом, статья М.А.Усова 1936 года [6] была первой научной работой обосновывающей с общих геологических позиций высокие перспективы нефтегазоносности Западной Сибири как в палеозойских так и в юрских и в меловых отложениях. Ученик М.А. Усова М.К. Коровин в 1940 году на научно-практической конференции, посвященной сорокалетнему юбилею учебно-научной деятельности Томского политехнического (индустриального) института Выступил с докладом: «О структурах Сибири в связи с её нефтегазоносностью».

В своем докладе М.К. Коровин отмечал: «Во всяком случае, в настоящее время нет сомнений, что лагунно-морские фации древнего и среднего палеозоя платформы продолжаются к западу от р. Енисей». Исходя из этих представлений, в районах восточной части области эти отложения должны быть высоко перспективными для поисков нефти и газа.» Относительно Западно-Сибирской плиты М.К. Коровин говорил: «Стабилизация ее шла с востока на запад, с постепенным отступлением в том же направлении морских, возможно, нефтяных формаций в переходной шельфовой зоне платформы».

В 1945 года на заседании Западно-Сибирского филиала АН СССР с большим докладом выступил М.К. Коровин на тему: «Перспективы нефтегазоносности Западной Сибири».

Рассмотрев всю совокупность геологических данных, М.К. Коровин сделал ряд выводов. В них он наиболее перспективными назвал районы, в пределах которых были открыты гигантские месторождения Западной Сибири. Он подчеркнул главную тенденцию нефтегазоносности низменности сделав ряд важных выводов: «Таким образом, нефтеперспективные районы Западной Сибири нарастают по числу и площади к северу; к югу, наоборот, они уменьшаются».

4 мая 1945 года комиссия по нефти и газу при Президиуме Академии наук СССР под председательством профессора И.А. Кудрявцева приняла решение, в котором полностью поддержала предложения М.К. Коровина. Взгляните на обзорную карту нефтегазоносности Западно-Сибирской низменности и вы увидите насколько пророческим были выводы горного инженера, профессора, томского политехнического, М.К. Коровина, достойного ученика В.А. Обручева и М.А. Усова. М.К. Коровин горный инженер томской школы стал с группой товарищей первым Лауреатом Ленинской премии за открытие крупнейшей в мире Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции. Не менее важным делом М.К. Коровина было открытие по его инициативе в 1952 году, за год до получения первого промышленного притока газа в Западной Сибири, кафедры горючих ископаемых, в Томском политехническом институте.

Впервые, за Уралом, была начата подготовка специалистов по поиску месторождений нефти и газ. Первым, заведующим этой кафедры стал, ученик М.К. Коровина Александр Васильевич Аксарин. Первыми преподавателями кафедры стали профессор И.В. Лебедев, доценты Б.А. Богачев, В.И. Шишигин, М.Г. Цуканова, позже в эту замечательную когорту влились выпускники первого выпуска кафедры Л.А. Пухляков, В.Л. Кокунов. Удивительные люди и специалисты.

Не возможно оценить тот вклад, который внесли ученики этой кафедры в формирование нефтегазового потенциала страны и даже мира. Тысячи её выпускников разъе-

хались по всему миру. Остановимся лишь на результатах нескольких выпускников 1963 года этой кафедры.

Сегодня нет сомнений, что среди величайших имен первооткрывателей Западно-Сибирской нефти и газа таких как Ю.Ю. Эрвье, Л.И. Ровнин, Ф.К. Салманов, В.Т. Подшибякин и многих других в нефтяную и социальную жизнь этого края будет вписано имя выпускника кафедры горючих ископаемых Томского политехнического института, горного инженера-геолога Анатолия Михайловича Брехунцова. Он непосредственный участник героических событий связанных с открытием и оценкой крупных запасов нефти за полярным кругом на Новопортовском месторождении и практически всех газовых гигантов заполярья Западной Сибири. Он прошел путь от техника геолога до генерального директора ПГО «Уренгойнефтегазгеология», от студента ТПИ до доктора геолого-минералогических наук. Он создал империю из группы компаний, объединив их в Сибирский аналитический центр (СибНАЦ). Именно он сегодня является хранителем великих имен нефтяных и газовых первопроходцев покоривших Западную Сибирь. Их портреты достойно украшают стены головного офиса СибНАЦа. Этот пример свидетельствует о том, что из простых «деревенских» парней сибирская школа горных инженеров готовила не только высококлассных специалистов, но и достойных граждан и патриотов великой России.

В северо-западной Европейской части России из выпускников этой когорты в формировании базы энергетических ресурсов страны активное участие принимал Юрий Алексеевич Россихин – генеральный директор ПГО «Архангельскнефтегазгеология». В годы его руководства были сделаны наиболее крупные открытия в шельфовой части северных морей России. К сожалению, он рано ушел из жизни, но благодарные его современники увековечили его имя, в одном из новых месторождений назвав его Россихинским. В Тимано-Печерской нефтегазоносной провинции свой яркий след в наращивании запасов энергетических ресурсов оставил Алексей Семенович Головань, долгие годы возглавлявший геологическую службу в этом регионе. В Оренбургской области долгие годы (1988-2001) геологической службой региона руководил Заслуженный геолог России Кутеев Юрий Михайлович.

В Красноярском крае крупным геофизическим предприятием руководил Немков Юрий Александрович. Под его руководством специалисты Богучанского геофизического треста подготовили десятки перспективных структур на нефть и газ.

На Сахалине и Вьетнаме активно наращивали ресурсную базу страны и Вьетнама староста группы 258 выпуска 1963 года Герман Николаевич Белянин и его одногруппник Михаил Сивоус. Доктор геолого-минералогических наук, профессор Обжиров Анатолий Иванович избороздил почти все океаны мира и используя подводную газовую съемку подготовил ряд перспективных объектов на нефть и газ.

Именно он сегодня находится на самых передовых рубежах изучения газогидратных залежей морских и океанических бассейнов, основы энергетики будущего. Под руководством академика РАЕН, заслуженного геолога РФ Ростовцева Валерия Николаевича, группой специалистов Томска создана квантово-оптическая технология фильтрации космических снимков. Она позволяет, используя космический снимок определить в любой точке мира наличие или отсутствие месторождений углеводородов. Это технология XXI века.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1.Скоробогатов В.А. Геостратигические основы восточного направления энергетической политики России в первые десятилетия XXI века // Газовая геология России:

Сборник научных трудов ОАО «ГАЗПРОМ», ООО «ВНИИГАЗ». – Москва, 2000. – С. 64 – 81.
2. Губкин И.М. Горючие ископаемые Кузбасса. – М.: Издательство АН , 1933. – 52 с.
3. Усов М.А. Геология каустобиолитов. – Томск, 1920.
4. Губкин И.М. Избранные сочинения. – Москва: Издательство АН СССР, 1953., Т. 2. – С. 294.
5. Шацкий Н.С. Проблемы нефтеносности Сибири // Нефтяное хозяйство – М.: ОНТИ, Нефтяное издательство НКТН, 1932 г. – сС. 131–140.
6. Вестник ЗСГУ. – Новосибирск, 1936. – № 3. – С. 1.

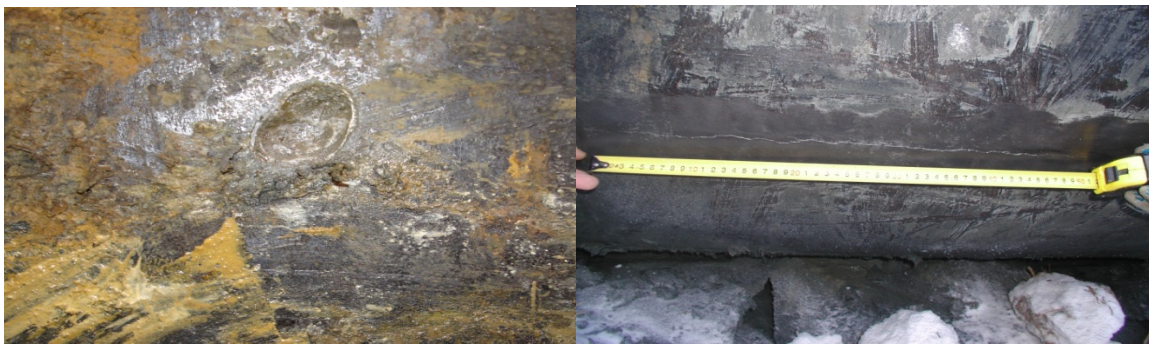
УДК 620.193.004.2

В.И. Хижняков, П.А. Жендарев

ПЕРЕЗАЩИТА – ФАКТОР ОБРАЗОВАНИЯ И РОСТА СТРЕСС-КОРРОЗИОННЫХ ТРЕЩИН НА КАТОДНОЗАЩИЩАЕМОЙ ПОВЕРХНОСТИ ГАЗОНЕФТЕПРОВОДОВ В ПРОЦЕССЕ ИХ ДЛИТЕЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Опыт эксплуатации и результаты внутритрубной диагностики свидетельствуют о том, что в зависимости от состояния изоляционного покрытия и эффективности электрохимической защиты, а также от напряженно-деформированного состояния участков магистральных газонефтетрубопроводов в процессе их длительной эксплуатации более 94 % коррозионных и стресс-коррозионных дефектов обнаруживаются на внешней катоднозащищаемой поверхности (КЗП), из них 31,7 % – коррозионные язвы (рисунок 1, а) и 68,3 % – стресс-коррозионные трещины (рисунок 1, б).

Коррозионные дефекты на внешней КЗП трубопроводов образуются когда плотность тока катодной защиты $j_{к.з.}$ не достигает плотности предельного тока по кислороду $j_{пр}$: $j_{к.з.} < j_{пр}$, или когда $j_{к.з.} = 0$. Стресс-коррозионные трещины на наружной КЗП образуются по воздействием катодного водорода, когда плотность тока катодной защиты существенно, в 5…10 и более раз, превышает плотность предельного тока по кислороду: $j_{к.з.} >> j_{O_2}$ (таблица 1).



а) б)

Рисунок 1 – Коррозионные язвы – а) коррозионные язвы и б) стресс-коррозионные трещины на внешней КЗП трубопровода после 32-х лет эксплуатации

Таблица 1 – Зависимость остаточной скорости коррозии ($K_{ост.}$) и объема выделившегося водорода (V_{H_2}) от соотношения между плотностью тока катодной защиты и плотностью предельного тока по кислороду: $j_{к.з.} / j_{пр}$

$j_{к.з.} / j_{пр}$	$K_{ост.}, мм/год$	$V_{H_2}, мл/см^2$
0	$0{,}032 \pm 0{,}005$	0
0,3	$0{,}03 \pm 0{,}004$	0
0,5	$0{,}022 \pm 0{,}005$	0
0,7	$0{,}017 \pm 0{,}003$	0
1,0	$0{,}013 \pm 0{,}003$	0
3,0	$0{,}01 \pm 0{,}003$	$1 \pm 0{,}5$
5,0	$0{,}007 \pm 0{,}002$	7 ± 1
7,0	$0{,}008 \pm 0{,}003$	9 ± 1
10,0	$0{,}006 \pm 0{,}003$	16 ± 2
20,0	$0{,}008 \pm 0{,}002$	33 ± 3
50,0	$0{,}007 \pm 0{,}003$	49 ± 5
100,0	$0{,}006 \pm 0{,}003$	58 ± 7

Представленная в таблице 1 совокупность экспериментальных результатов свидетельствует о том, что когда $j_{к.з.} = 0$ скорость коррозии образцов из трубной стали 17ГС в 0,5 %-ном NaCl достигает 0,032±0,005 мм/год. При $j_{к.з.} = j_{пр}$, коррозионный процесс подавляется до значений не превышающих 0,013±0,003 мм/год при практически полном отсутствии выделения на КЗП катодного водорода. Заметное выделение водорода на КЗП начинается когда плотность тока катодной защиты превышает плотность предельного тока по кислороду в 5…7 раз: $j_{к.з.} / j_{пр} = 5…7$. Ток катодной защиты является сильнейшим восстановителем и процесс диссоциативного захвата электронов молекулами воды на внешней КЗП: $H_2O + 2e \rightarrow 2H_{адс} + 2OH^-$ аналогичен действию водорода, диссоциированного при давлении в тысячи атмосфер. В условиях постоянной во времени катодной перезащиты, когда $j_{к.з.} / j_{пр} = 10…100$, твердофазная диффузия подповерхностных адатомов водорода $H_{адс}$ приводит к адсорбционному понижению прочности сталей вблизи катоднозащищаемой поверхности (эффект Ребиндера). Трубная сталь вблизи КЗП, на глубине ≈ 0,15…0,3 мм под воздействием катодного водорода охрупчивается. Очаги стресс-коррозионного предразрушения практически повсеместно находятся вблизи КЗП, на глубине ≈ 0,15…0,3 мм, там, где обнаруживается максимальная концентрация водорода. При одновременном воздействии катодной перезащиты и пульсирующего давления в трубопроводе на КЗП появляется сетка стресс-коррозионных трещин без видимых следов коррозии (рисунок 1, б).

Рассмотренные факты указывают на необходимость при выборе потенциалов катодной защиты напряженно-деформированных подземных газонефтепроводов в процессе их длительной эксплуатации дополнительно определять величину безразмерного критерия $j_{к.з.} / j_{пр}$. Дополнительные электрохимические измерения позволят исключить или свести к минимуму образование коррозионных дефектов, когда $j_{к.з.} < j_{пр}$, и предотвратить образование стресс-коррозионных дефектов, когда $j_{к.з.} > 10\ j_{пр}$. При $3 \leq j_{к.з.} / j_{пр} \leq 7$ коррозионный процесс подавляется до значений 0,005…0,007 мм/год при практическом отсутствии электролитического наводороживания стенки трубопровода, что дает основание рекомендовать этот критерий для практической реализации.

Плотность тока катодной защиты в дефектах катоднозащищаемого трубопровода определяли по величине тока катодной защиты, протекающего через рабочий электрод почвенного зонда, который после погружения в грунт на уровень укладки подземного трубопровода через контрольно-измерительный пункт (КИП) подключали трубопроводу. В этом случае рабочий электрод зонда с известными размерами имитировал сквозной дефект изоляции на трубопроводе. Плотность предельного тока по кислороду определяли с помощью аппаратно-программного комплекса «Магистраль» [1] путем снятия катодной потенциодинамической кривой со скоростью развертки потенциала 5 мВ/мин, по которой определяли диапазон потенциалов, в котором реализуется площадка предельного тока по кислороду. Затем на электрод подавали потенциал, соответствующий середине площадки предельного тока кислорода и, по истечении 3…5 мин, фиксировали установившееся во времени значение предельного тока по кислороду. В отсутствии площадки предельного тока по кислороду на поляризационной кривой, потенциал рабочего электрода зонда смещали от стационарного в катодную область на 0,25 В и по истечении 3 мин фиксировали установившееся значение катодного тока, соответствующее предельному току по кислороду. В ходе проведения комплексного обследования систем противокоррозионной защиты магистральных газонефтепроводов центральной части Западной Сибири было установлено, что в области потенциалов катодной защиты минус 1,5…3,5 В по м.с.э (с омической составляющей) плотность тока катодной защиты ($j_{защ.}$) превышает плотность предельного тока кислорода ($j_{пр}$) в 20…80 раз и более (таблица 2). В полевых условиях, в зависимости от типа грунта и глубины укладки магистрального газонефтепровода (глубины погружения зонда) плотность предельного тока по кислороду, измеренная на рабочем электроде из стали 17ГС диаметром 3,0 мм, изменялась в пределах 0,08…0,38 А/м^2, а плотность тока катодной защиты при потенциалах с омической составляющей от 1,5…3,5 В по м.с.э., измеренная на этом же электроде, достигала значений 4…13 А/м^2. Анализ распределения соотношения $j_{защ.}$ / $j_{пр}$ вдоль трассы действующего магистрального нефтепровода Д$_у$ 1220 мм и действующего магистрального газопровода Д$_у$ 1020 мм свидетельствует о существенном (в десятки раз) превышении плотности тока катодной защиты над плотностью предельного тока по кислороду.

Выше было показано, что катодная защита надежно подавляет течение коррозионного процесса до значений не превышающих 0,007…0,01 мм/год, когда $j_{защ.}$ / $j_{пр}$ = 3…5. Экспериментальные результаты свидетельствуют о том, что плотность тока катодной защиты может быть определена по формуле: $j_{защ.} = j_{пр}\,\Delta\varphi/0{,}059$. Из приведенной формулы следует, что $j_{защ.}$ превышает $j_{пр}$ в 3…5 раз, когда величина катодной поляризации достигнет значений 0,177…0,295 В. При трех-пятикратном превышении $j_{защ.}$ над $j_{пр}$ плотность тока катодной защиты практически во всех грунтах с различной влажностью изменяется в пределах от 0,4…2,6 А/м^2. Полученные результаты свидетельствуют о том, что в различных грунтах, где скорость коррозии лимитируется катодной реакцией электовосстановления кислорода, плотность тока катодной защиты не должна превышать максимальных значений – 2,6 А/м^2. Реально наблюдаемые плотности тока при потенциалах катодной защиты от 1,5 до 3,5 В по м.с.э. изменяются в пределах от 1,5 до 13 А/м^2 и более. Устанавливать и поддерживать плотность тока катодной защиты более 2,6 А/м^2 вряд ли целесообразно, так как это не приводит к заметному подавлению коррозионного процесса при одновременном увеличении объема выделившегося катодного водорода на защищаемой поверхности. Присутствие на КЗП адатомов водорода в процессе длительной эксплуатации трубопровода приводит к снижению пластичности трубной стали и замедленному разрушению трубопровода

Таблица 2 – Соотношение между плотностью тока катодной защиты и плотностью предельного тока по кислороду на трассе магистрального нефтепровода $Д_у$ 1220 мм и магистрального газопровода $Д_у$ 1020 мм

Трасса, км	Величина защитного потенциала с омической составляющей, В, по м.с.э.	Поляризационный потенциал, В, по м.с.э.	Суммарное смещение потенциала (смещение потенциала при включении), мВ	Величина катодной поляризации (смещение потенциала при выключении), мВ	Омическое падение потенциала на изоляционном покрытии, мВ	Плотность тока катодной защиты, А/м^2	Отношение плотности тока катодной защиты к плотности предельного тока по кислороду
Линейная часть магистрального нефтепровода $Д_у$ 1220 мм							
173,45	-1,34	-1,16	482	311	171	2,593	7,41
173,46	-1,44	-1,22	409	278	131	2,377	6,29
173,47	-1,34	-1,18	472	304	168	3,793	7,26
173,48	-1,24	-1,10	561	380	181	3,850	9,5
173,45	-1,20	-1,08	505	315	190	3,783	8,42
174,35	-1,15	-1,01	324	217	107	2,486	5,4
174,36	-1,27	-1,15	270	69	201	2,270	4,5
174,37	-1,26	-1,09	292	76	216	2,275	4,7
688,3	-2,17	Нет ЭНЕС	1352	1156	196	5,623	20,61
689,3	-2,03	-1,39	1340	1152	188	5,276	21,27
690,6	-2,19	Нет ЭНЕС	1350	1197	153	10,25	22,5
690,3	-2,26	Нет ЭНЕС	1358	1196	162	10,15	20,89
691,5	-1,82	Нет ЭНЕС	1123	936	187	15,616	18,72
760	-2,79	-2,17	1156	997	159	13,703	81,3

Трасса, км	Величина защитного потенциала с омической составляющей, В, по м.с.э.	Поляризационный потенциал, В, по м.с.э.	Суммарное смещение потенциала (смещение потенциала при включении), мВ	Величина катодной поляризации (смещение потенциала при выключении), мВ	Омическое падение потенциала на изоляционном покрытии, мВ	Плотность тока катодной защиты, А/м^2	Отношение плотности тока катодной защиты к плотности предельного тока по кислороду
760,3	-2,52	-2,08	1702	1519	183	9,404	71,7
Линейная часть магистрального газопровода Д$_у$ 1020 мм							
*	- 3,1	- 2,95	1610	1100	510	12,6	63
	- 2,8	- 2,6	1425	1080	345	11,0	55
	- 2,75	- 2, 55	1356	1150	206	10,3	51
	- 2,6	- 2,45	1345	910	435	10,1	51
	- 2,5	- 2, 4	1340	995	345	9,8	49
	- 2,45	- 2, 4	1326	998	328	9,5	48
	- 2,4	- 2,35	1325	1050	295	10,5	52
	- 2,2	- 2,1	1290	1100	190	10,3	51
	- 2,35	- 2,15	1285	985	300	9,7	48
* Трасса магистрального газопровода Д$_у$ 1020 мм проходит в одном техническом коридоре с магистральным нефтепроводом Д$_у$ 1220 мм							

вследствие образования на КЗП трубопровода сетки трещин КРН (рисунок 1, б). Локальное снижение прочности трубной стали происходит в результате взаимодействия диффузионно-подвижного водорода (протонов) с дефектами кристаллической решетки трубной стали, границами зерен, дислокациями и вакансиями. Проведенные многочисленные исследования по электролитическому наводороживанию сталей ферритно-перлитного класса свидетельствует об отсутствии остаточного водорода в образцах при их длительной катодной защите в области потенциалов катодной защиты, когда величина катодной поляризации не превышала 0,2…0.25 В, а отношение плотности тока катодной защиты к плотности предельного тока по кислороду не превышало 3…5. Полученный результат подтверждают выводы работ [2–7], где определены давление водорода в порах стальных образцов и решеточная концентрация водорода при различных плотностях катодного тока (тока электролитического насыщения). Заметное количество остаточного водорода в образцах после длительной катодной поляризации было отмечено, когда величина катодной поляризации превышала 0,25 В. Дальнейшее увеличение величины катодной поляризации приводит к резкому возрастанию плотности тока катодной защиты, существенно (в десятки раз) превышающую плотность предельного тока по кислороду. Резкое увеличение $j_{защ.}$ связано с началом протекания на КЗП следующей электродной реакции – реакции катодного разложения воды с выделением водорода: $2H_2O + 2e \rightarrow H_2\uparrow + 2OH$. Начало протекания этой реакции объясняет тот факт, что дальнейшее превышение тока катодной защиты над предельным по кислороду не приводит к заметному подавлению коррозионного процесса.

На трассе действующего магистрального нефтепровода $Д_у$ 1220 мм и магистрального газопровода $Д_у$ 1020 мм были проведены дополнительные электрохимические измерения плотности тока катодной защиты при рабочих значениях защитного потенциала и сняты на уровне укладки трубопровода (у верхней образующей) катодные поляризационные кривые, с помощью которых определяли установившиеся во времени значения плотности предельного тока по кислороду. Соотношение между плотностью тока катодной защиты и плотностью предельного тока по кислороду представлены в таблице 2.

Результаты трассовых измерений, представленные в таблице 2, свидетельствуют о том, что реальная плотность тока катодной защиты превышает плотность предельного тока по кислороду в 10 раз и более. Это свидетельствует о том, что при реальных значениях плотности тока катодной защиты от 85 до 99 % электрической энергии расходуется не на подавление коррозионного процесса внешней КЗП действующих магистральных газонефтепроводов, а на катодное разложение воды с выделением на КЗП водорода. Прямым подтверждением сказанного является ход экспериментальной зависимости остаточной скорости коррозии и объема выделившегося при этом водорода на КЗП от степени превышения плотности тока катодной защиты над плотностью предельного тока по кислороду (таблица 1). Водород, отделяющийся от КЗП собирали в мерную бюретку с ценой деления 0,01 мл. Из экспериментальных зависимостей следует, что заметное выделение водорода на КЗП начинается когда $j_{защ.}$ превышает $j_{пр}$ в 5 – 7 раз. Дальнейшее увеличение защитного тока практически бесполезно. Поэтому в процессе длительной эксплуатации средств электрохимической защиты подземных газонефтепроводов необходимо учитывать электрическую энергию, затрачиваемую на подавление собственно коррозионного процесса и на протекание на КЗП электрохимических реакций, не связанных с подавлением коррозионного процесса. С этой целью по результатам коррозионных испытаний был рассчитан коэффи-

циент полезного использования тока катодной защиты (η) : $\eta = \frac{M_{max} - M_{ост}}{g j_{к.з.}}$, где g – электрохимический эквивалент Fe^{2+}, 1,042 г/А час; M_{max} – скорость коррозии образца без катодной защиты, г/см^2 час; $M_{ост}$ – скорость коррозии образца под катодной защитой, г/см^2 час. Одновременно был рассчитан защитный эффект (Z): $Z = \frac{K_{max} - K_{ост}}{K_{max}} \cdot 100\,\%$. В таблице 3 представлены значения коэффициента полезного использования тока катодной защиты и защитного эффекта от безразмерного критерия $K_{к.з.}$, равного отношению $j_{защ.} / j_{пр}$. При значении безразмерного критерия $K_{к.з.}$ = 5…7, как следует из таблицы 1, доля тока катодной защиты, расходуемая на подавление собственно коррозионного процесса составляет 0,36…0,27, остальная электрическая энергия расходуется на катодное разложение воды.

Таблица 3 – Значения η и Z при различных соотношениях между плотностью тока катодной защиты и плотностью предельного тока по кислороду: $j_{к.з.} / j_{пр}$

$j_{к.з.} / j_{пр}$	0,3	0,5	0,7	1	3	5	7	10	20	50	100
η	0,98	0,96	0,95	0,92	0,42	0,36	0,27	0,17	0,1	0,05	0,03
Z	38	53	67	82	86	88	91	93	94	96,3	97

Анализ результатов, представленных в таблице 3, свидетельствует о том, что чем больше плотность тока катодной защиты превышает плотность предельного тока по кислороду, тем большая доля электрической энергии расходуется бесполезно.

Следует отметить, что установить экспериментальную зависимость между величиной защитного потенциала и безразмерным критерием $K_{к.з.}$ не представляется возможным. При одинаковых потенциалах катодной защиты соотношение между плотностью тока катодной защиты и плотностью предельного тока по кислороду в различных грунтах неоднозначно, так как предельный ток по кислороду не зависит от потенциала (таблица 4). Результаты полевых измерений, представленные в таблице 4, свидетельствуют о том, что в различных грунтах, при одних и тех же значениях измеренного потенциала, плотность токов катодной защиты изменяются в зависимости от аэрации грунта. При одном и том же потенциале катодной защиты плотность тока катодной защиты в хорошо аэрируемых грунтах практически на порядок превосходит плотность тока катодной защиты в более плотных (плохо аэрируемых) грунтах. С другой стороны, кислородная проницаемость грунтов оказывает существенное влияние и на величину потенциалов коррозии. Чем легче осуществляется доставка кислорода к корродирующей стальной поверхности, тем более положительное значение имеет потенциал коррозии трубной стали.

Экспериментально установлено, что одной и той же величине катодной поляризации соответствует определенное значение безразмерного критерия $K_{к.з.}$. Установлено, что между величиной катодной поляризацией и соотношением между плотностью тока катодной защиты и плотностью предельного тока по кислороду, существует прямая пропорциональная зависимость $\Delta\varphi \approx \frac{RT}{4F} \cdot \frac{j_{защ.}}{j_{пр}}$, справедливая для всех типов исследо-

Таблица 4 – Зависимость безразмерного критерия $K_{к.з.}$ от защитного потенциала трубопровода, измеренного в полевых условиях (с омической составляющей)

	Значение измеренного потенциала катодной защиты (с омической составляющей) В по м.с.э.						
	0,85	0,95	1,0	1,5	2,5	3,0	3,5
$K_{к.з.}$ в торфяном грунте	1,13	2,2	6,5	12	32	57	86
$K_{к.з.}$ в глинистом грунте	1,5	3,2	12	26	69	83	110
$K_{к.з.}$ в песчаном грунте	1,2	2,5	7,4	9	31	62	93

ванных грунтов (торф, глина, песок, 0,5 %-ный NaCl). Это обстоятельство вызывает необходимость при выборе и регулировке защитных потенциалов подземных трубопроводов (так как величину катодной поляризации трубопровода измерить практически невозможно) дополнительно контролировать плотность тока катодной защиты в сопоставлении с плотностью предельного тока кислорода, что позволит количественно определять величину остаточной скорости коррозии при выбранном значении защитного потенциала и исключить, либо свести к контролируемому минимуму, протекание реакции выделения водорода на КЗП, сопровождаемой последующим отслаиванием изоляции и наводороживанием стенки трубопровода.

Максимальная плотность предельного тока кислорода на уровне укладки магистральных газонефтепроводов во влагонасыщенных грунтах центральной части Западной Сибири составляет 0,03…0,38 А/м^2. Реальная плотность тока катодной защиты как правило превышает 5…13 А/м^2 и более, то есть превышает плотность предельного тока кислорода более, чем в 10…50 раз и более. В связи с этим критерий катодной защиты $К_{к.з.}$ отвечает основному требованию, предъявляемому к катодной защите подземных стальных трубопроводов, предназначенных для транспорта нефти и газа: позволяет количественно определять скорость остаточной коррозии, максимально исключать электролитическое наводораживание стенки трубопровода и позволяет достигать максимальной экономии электрической энергии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хижняков В.И., Бархатов А.Ф. Современные методы диагностики дефектов коррозионного растрескивания под напряжением на подземных стальных трубопроводах // Вестник Российской Академии естественных наук. Западно-Сибирское отделение. – 2012. – № 14. – С. 142 – 154.

2. Хижняков В.И. Предупреждение выделения водорода при выборе потенциалов катодной защиты подземных стальных трубопроводов // Коррозия: материалы, защита. – 2009. – № 9. – С. 7 – 10.

3. Изотов В.И., Поздняков В.А., Филипов Г.А. Выявление и механизм образования хрупких микротрещин в ферритно-перлитной трубной стали при растяжении в усло-

виях наводороживания // Физика металлов и металловедение. – 2001. – Т. 91. № 5. – С. 84–90.

4. Кушнаренко В.М., Стеклов О.И., Климов М.И., Холзаков Н.В. К прогнозированию развития расслоений в конструкциях при наводороживании // Физико-химическая механика материалов. – 1988. – № 1. – С. 98 – 100.

5. Хижняков В.И. Жилин А.В. Определение инкубационного периода образования дефектов КРН на катоднозащищаемой поверхности подземных стальных трубопроводов // Практика противокоррозионной защиты. – 2009. – № 4. – С. 44–48.

6. Сергеева Т.К. Стресс-коррозионное разрушение магистральных газопроводов России // Безопасность трубопроводов. – 1995. – С. 139 – 159.

7. Мазур И.И., Иванцов О.М. Безопасность трубопроводных систем. – М., 2004. – С. 703.

УДК 669.017

С.А. Невский, В.Д. Сарычев, В.Е. Громов

ДВУХФАЗНАЯ МОДЕЛЬ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ МАТЕРИАЛОВ*

Введение

Согласно классическим представлениям физики конденсированного состояния пластическая деформация протекает неоднородно и в несколько стадий [1, 2]. Характерные масштабы неоднородностей согласно результатам двухэкспозиционной спекл-интерферометрии могут принимать значения от ~ 1 мкм до ~ 1 мм [3 – 5]. Результаты туннельной микроскопии [6, 7] показывают, что существуют пространственно-временные структуры с характерным размером ~ 10 нм. В первом случае в качестве примера можно привести движущиеся очаги локализации деформации со скоростью на порядок выше скорости траверсы [3 – 5], картина распределения которых зависит от стадии деформации, во втором – эффект «шахматной доски» [7]. Полученная в [3−5] зависимость смещения u от координаты x в виде кинка (или «ударного перехода») указывает на то, что в деформируемом материале имеются области, слабо вовлеченные в пластическое течение материала.

Исследования структуры материала, проведенные методами просвечивающей электронной дифракционной микроскопии, показали, что переход от одной стадии к другой сопровождается превращением одного типа субструктуры к другому [8, 9] и в процессе данного перехода могут существовать одновременно два типа субструктур.

К настоящему времени остается открытым вопрос о связи пространственно-временных структур пластической деформации с ее стадиями и с внутренней структурой материала, но экспериментальные данные позволяют сделать вывод, что в основе наблюдаемых закономерностей пластической деформации лежит коллективный характер изменений внутренней структуры [10]. Так поверхность материала является источником и стоком различных дефектов. С другой стороны рельеф поверхности является следствием, происходящих в объеме материала процессов. Поэтому пластическую деформацию невозможно полностью описать, привлекая только один структурно-масштабный уровень. Для описания коллективных изменений структуры материала применяются два подхода. Первый подход [11 – 15] предусматривает введение в качестве переменных скалярных плотностей дефектов. Функции источников определяются типом дефектов и характером взаимодействий между ними. Постановка задачи с использованием этого подхода требует введения большого числа переменных, что затрудняет ее решение. Второй подход предполагает введение параметров порядка [16 – 19], физический смысл которых определяется типом решаемой задачи. При описании пластической деформации, как с помощью первого, так и с помощью второго подхода, применяют систему уравнений «реакция-диффузия». Модели, разработанные на основании первого подхода, применялись для объяснения таких явлений как локализация пластической деформации в виде системы линий или полос скольжения [11 – 13], образования разориентированных дислокационных субструктур [14, 15, 20], взаимодействия дислокаций и дисклинаций. С помощью второй модели был

* Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект№ 11-02-91150-ГФЕН-а) и госзадания Минобрнауки № 2.4807.2011.

решен аналогичный спектр задач [16 – 19], кроме того дано теоретическое обоснование дисперсионному соотношению для автоволн пластичности [19]. Дальнейшее развитие данных моделей шло по пути усложнения аналитического вида функций источников [21, 22], так и введения перекрестной диффузии дефектов [23]. В большинстве случаев, когда решение задачи аналитическим методом найти не удается, прибегают к численным методам. Но для расчета необходимо знать константы, входящие в функции источников и значения коэффициентов диффузии. Для их нахождения обычно прибегают к экспериментальным данным либо к теории, учитывающей конкретный механизм взаимодействия дефектов. Так в [17, 18] учитывается термически активируемый механизм преодоления подвижной дислокацией стопоров.

Несмотря на различия, общим для обоих подходов является то, что деформируемый материал является открытой системой, которая разбита на две компоненты: подвижную и неподвижную. Взаимодействие этих подсистем приводит к образованию автоволн [24] и диссипативных структур.

В нашей работе для описания пластической деформации предлагается фильтрационный подход. Он получил широкое распространение в гидромеханике при изучении водонасыщенных грунтов, газовзвесей, суспензий и т.п. Такие системы моделируются двумя континуумами, то есть фазы фиктивно размазываются по всему объему, а их взаимодействие осуществляется путем обмена импульсом, массой, энергией и т.п. [25, 26].

Двухфазная модель пластического течения

При описании пластической деформации будем исходить из того, что согласно классическим представлениям физической мезомеханики элементарным актом пластичности является трансляционно-ротационный вихрь [27], который обеспечивает конвективное течение материала при больших пластических деформациях. Как известно, при таких деформациях, когда плотность дефектов достаточно высока, принято говорить о самосогласованном поведении когерентно связанных дефектов [28]. В этом случае становится возможной аналогия с гидродинамическим течением материала.

В предлагаемом подходе система разбивается на две подсистемы. Первая подсистема является возбужденной, она отвечает за перестройку системы, вторая – невозбужденная, не связанная со структурными изменениями. В этом случае пластическое течение поликристаллического материала осуществляется трансляционным скольжением и зернограничным проскальзыванием [28], т.е. его можно представить как течение двухфазной гетерогенной смеси [29]. После разбиения для каждой компоненты системы записываются законы сохранения импульса и массы. Будем использовать обозначения принятые в [25, 26]: $\rho_1 = \varepsilon\rho_1^{ист}$, $\rho_2 =(1-\varepsilon)\rho_2^{ист}$, $\tilde{\sigma}_1 = \varepsilon\tilde{\sigma}$, $\tilde{\sigma}_2 = (1-\varepsilon)\tilde{\sigma}$, где $\rho_1^{ист}$ и $\rho_2^{ист}$ – истинные плотности фаз, ε – объемная доля первой фазы, $\tilde{\sigma}$ – напряжения во всей смеси. Тогда законы сохранения примут вид:

$$\frac{\partial\rho_1}{\partial t} + \mathrm{div}\rho_1\vec{u}_1 = I_{21}; \tag{1}$$

$$\rho_1\frac{d_1\vec{u}_1}{dt} = \mathrm{div}\tilde{\sigma}_1 + p_{21} - I_{21}\vec{u}_1; \tag{2}$$

$$\frac{\partial\rho_2}{\partial t} + \mathrm{div}\rho_2\vec{u}_2 = I_{12}; \tag{3}$$

$$\rho_2 \frac{d_2\vec{u}_2}{dt} = \mathrm{div}\tilde{\sigma}_2 + p_{12} - I_{12}\vec{u}_2; \tag{4}$$

$$\frac{d_1}{dt} = \frac{\partial}{\partial t} + \vec{u}_1 \cdot \vec{\nabla}; \quad \frac{d_2}{dt} = \frac{\partial}{\partial t} + \vec{u}_2 \cdot \vec{\nabla},$$

где $\vec{p}_{21} = -\vec{p}_{12}$, $I_{21} = -I_{12}$ – интенсивности обмена импульсом и массой, соответственно, между фазами; $\tilde{\sigma}_{1,2}$ – средние напряжения в фазах; $\rho_{1,2}; \vec{u}_{1,2}$ – приведенные парциальные плотности и скорости фаз. Здесь уравнения (1), (3) представляют собой уравнения неразрывности, а (2), (4) – законы изменения импульсов. Интенсивность обмена импульсом между фазами может быть представлена в виде $\vec{p}_{21} = \vec{R}_{21} + I_{21}\vec{u}_{21}$, где R_{21} – межфазная сила, которая связана с силами трения, сцепления фаз, а $I_{21}\vec{u}_{21}$ – с фазовыми превращениями. Будем считать, что интенсивность обмена массой мала по сравнению интенсивностью обмена импульсом, а компоненты смеси взаимодействуют по схеме Рахматуллина [26]. Следовательно $\vec{p}_{21} = \vec{R}_{21}$, $\vec{R}_{21} = -p\nabla\varepsilon + \vec{F}_{21}$, где $F_{21} = \varphi(\vec{u}_2 - \vec{u}_1)$ связана со скоростной неравновесностью фаз, φ – переменная, вообще говоря, зависящая от ε. С учетом всех вышеуказанных фактов система (1) – (4) принимает вид:

$$\rho_1 \frac{d_1 u_1}{dt} = \varepsilon \mathrm{div}\tilde{\sigma} + \varphi(\vec{u}_2 - \vec{u}_1); \tag{5}$$

$$\frac{d_1\rho_1}{dt} + \rho_1 \mathrm{div}\vec{u}_1 = 0; \tag{6}$$

$$\rho_2 \frac{d_2 u_2}{dt} = (1-\varepsilon)\mathrm{div}\tilde{\sigma} - \varphi(\vec{u}_2 - \vec{u}_1); \tag{7}$$

$$\frac{d_2\rho_2}{dt} + \rho_2 \mathrm{div}\vec{u}_2 = 0, \tag{8}$$

где $\rho_1 = \varepsilon\rho_e = \frac{V_e}{V_e + V_s}\frac{m_e}{V_e}$, $\rho_2 = (1-\varepsilon)\rho_s = \frac{V_s}{V_e + V_s}\frac{m_s}{V_s}$; ρ_e, ρ_s – истинные плотности сжимаемой и несжимаемой фаз; V_e, V_s, m_e, m_s – их объемы и массы соответственно. Из физического содержания модели среды следует, что $\rho_e = \rho_s$, $\frac{d_2\vec{u}_2}{dt} \approx \frac{d_1\vec{u}_1}{dt}$ тогда $\rho_2 \frac{d_2 u_2}{dt} >> \rho_1 \frac{d_1 u_1}{dt}$. Сложение уравнений (5) и (8) приводит к следующему соотношению:

$$\varepsilon div\tilde{\sigma} = -\varphi(\vec{u}_2 - \vec{u}_1). \tag{9}$$

Это соотношение аналогично закону Дарси в теории фильтрации [26].

Перейдем к рассмотрению задачи в одномерной постановке. Как известно, напряжение в гетерогенной смеси связано с давлением по формуле $\tilde{\sigma} = -P$. Тогда (9) примет вид:

$$\varepsilon \frac{\partial P}{\partial x} = \varphi(\vec{u}_2 - \vec{u}_1). \tag{10}$$

Для получения уравнений движения подставим соотношение (10) в (7) и учтем в (7) и (8) условие несжимаемости второй среды (ρ_s = const) в итоге получим:

$$\frac{\partial u_2}{\partial t} + u_2 \frac{\partial u_2}{\partial x} = -\frac{1}{(1-\varepsilon)\rho_s}\frac{\partial P}{\partial x}; \tag{11}$$

$$\frac{\partial \varepsilon}{\partial t} + u_2 \frac{\partial \varepsilon}{\partial x} = (1-\varepsilon)\frac{\partial u_2}{\partial x}. \tag{12}$$

Уравнения (11) и (12) представляют собой законы сохранения импульса и массы. Уравнение состояния получим из (10), исходя из следующих соображений. Будем предполагать, что плотность сжимаемой фазы пропорционально давлению в среде $\rho_e = AP$, и выразим u_1 через P как $u_1 = u_2 - \frac{\varepsilon}{\varphi}\frac{\partial P}{\partial x}$. Тогда (6) запишется следующим образом:

$$\frac{\partial P}{\partial t} + u_2 \frac{\partial P}{\partial x} = -\frac{P}{\varepsilon}\frac{\partial u_2}{\partial x} + \frac{1}{\varepsilon}\frac{\partial}{\partial x}\left(B\varepsilon P \frac{\partial P}{\partial x}\right), \tag{13}$$

где $B = \varepsilon / \varphi$.

Построение решений в форме волны

Будем искать решение системы (11) – (13) в виде $P(x-u_0t)$; $u_2(x-u_0t)$; $\varepsilon(x-u_0t)$, тогда (11) – (13) принимают вид:

$$u_2'(u_2-u_0) = -\frac{1}{(1-\varepsilon)\rho_s}P' \tag{14}$$

$$\varepsilon'(u_2-u_0) = (1-\varepsilon)u_2' \tag{15}$$

$$P'(u_2-u_0) = -\frac{P}{\varepsilon}u_2' + \frac{1}{\varepsilon}(B\varepsilon PP')' \tag{16}$$

Первые интегралы (14) и (15) имеют вид:

$$\varepsilon = 1 - \frac{C_1}{u_2-u_0}, \qquad P = -C_1\rho_s u_2 + C_2, \tag{17}$$

где C_1 и C_2 – постоянные. Выражая u_2'/ε и ε'/ε через P и подставляя в (16) получаем уравнение, содержащее давление

$$P'(P-\alpha) + PP'\frac{P-\alpha}{P-\beta} - \frac{\beta-\alpha}{C_1}B\left(\frac{(\beta-\alpha)PP'^2}{(P-\alpha)(P-\beta)} + (PP')'\right), \tag{18}$$

где $\alpha = C_2 - C_1\rho_s u_0$, $\beta = C_2 - C_1\rho_s u_0 - C_1^2\rho_s$. Уравнение (18) приводится к линейному уравнению первого порядка с помощью замены $z = PP'$:

$$\frac{dz}{dP} = \frac{1}{D}(P-\alpha)\left(1+\frac{P}{P-\beta}\right) - \frac{(\beta-\alpha)z}{(P-\alpha)(P-\beta)}. \tag{19}$$

Решение уравнения (19) имеет вид:

$$z(P) = D\frac{P-\alpha}{P-\beta}\left(P^2 - \beta P + C_3\right). \tag{20}$$

Применение к (20) формулы $z = PP'$ приводит его к виду:

$$\frac{dP}{d\xi}=\frac{D}{P}\frac{P-\alpha}{P-\beta}\big((P-P_1)(P-P_2)\big), \tag{21}$$

где $D=\dfrac{C_1}{(\beta-\alpha)B}$, P_1 и P_2 соответствуют значениям давления на бесконечности, где производная от давления по координате равна нулю. Запишем граничные условия на концах образца x=0 и x=L (подвижный захват):

$$\begin{aligned}&u_2(0)=u_1=0,\, u_2(L)=u_2=u^*,\, \varepsilon(0)=\varepsilon_1,\, \varepsilon(L)=\varepsilon_2,\\&P(0)=P_1,\, P(L)=P_2,\, P'(0)=P'(L)=0,\, z(P_1)=z(P_2)=0.\end{aligned} \tag{22}$$

Используя граничные условия (22) и отнеся их на бесконечность, получим:

$$\begin{aligned}&-u_0(1-\varepsilon_1)=C_1;\;\; P_1=C_2;\, D\frac{P_1-\alpha}{P_1-\beta}\left(P_1^2-\beta P_1+C_3\right)=0;\\&\left(u^*-u_0\right)(1-\varepsilon_2)=C_1;\\&P_2=-C_1\rho_s u^*+C_2;\, D\frac{P_2-\alpha}{P_2-\beta}\left(P_2^2-\beta P_2+C_3\right)=0\end{aligned} \tag{23}$$

Решение системы этой системы имеет вид:

$$\begin{aligned}&C_1=\frac{u^*(1-\varepsilon_2)(1-\varepsilon_1)}{\varepsilon_1-\varepsilon_2};\quad P_1=(1-\varepsilon_1)\varepsilon_2 P_0;\; P_2=(1-\varepsilon_2)\varepsilon_1 P_0;\\&C_3=(1-\varepsilon_1)(1-\varepsilon_2)\varepsilon_1\varepsilon_2 P_0^2;\;\; \beta=P_0(\varepsilon_1+\varepsilon_2-2\varepsilon_1\varepsilon_2);\; u_0=\frac{(-1+\varepsilon_2)u^*}{\varepsilon_1-\varepsilon_2};\\&\alpha=P_0(1-\varepsilon_1\varepsilon_2),\end{aligned} \tag{24}$$

где u^* – скорость траверсы, $P_0=\dfrac{(1-\varepsilon_1)(1-\varepsilon_2)\rho_s u^{*2}}{(\varepsilon_2-\varepsilon_1)^2}$. Используя подстановку $P=P_0\big(-(\varepsilon_2-\varepsilon_1)u+\varepsilon_2(1-\varepsilon_1)\big)$ и последующие преобразования, получим:

$$\frac{du}{d\eta}=\frac{-1+\varepsilon_2}{u-1}-\frac{-1+\varepsilon_1}{u}+\frac{a}{(u+b)}. \tag{25}$$

где $b=\dfrac{-1+\varepsilon_2}{\varepsilon_1-\varepsilon_2}$, $a=\dfrac{(\varepsilon_1\varepsilon_2-1)(\varepsilon_1-\varepsilon_2)}{\varepsilon_1\varepsilon_2}$, $\eta=\dfrac{(\varepsilon_1-\varepsilon_2)^3}{\varepsilon_1\varepsilon_2}D\xi$.

Решение (25) имеет вид:

$$(1-\varepsilon_1)\ln u+(-1+\varepsilon_2)\ln(1-u)+a\ln(u+b)=\eta+C \tag{26}$$

График зависимости u от η имеет вид «ударного перехода» (рисунок 1).

Анализ данной зависимости показывает, что существуют два частных случая. В первом случае, при $u\ge 0$, тогда (26) принимает вид:

$$(1-\varepsilon_1)\ln u+a\ln b=\eta+C, \tag{27}$$

во втором случае, при $u\approx 1$ (26) примет вид:

$$(-1+\varepsilon_2)\ln(1-u)+a\ln(b+1)=\eta+C. \tag{28}$$

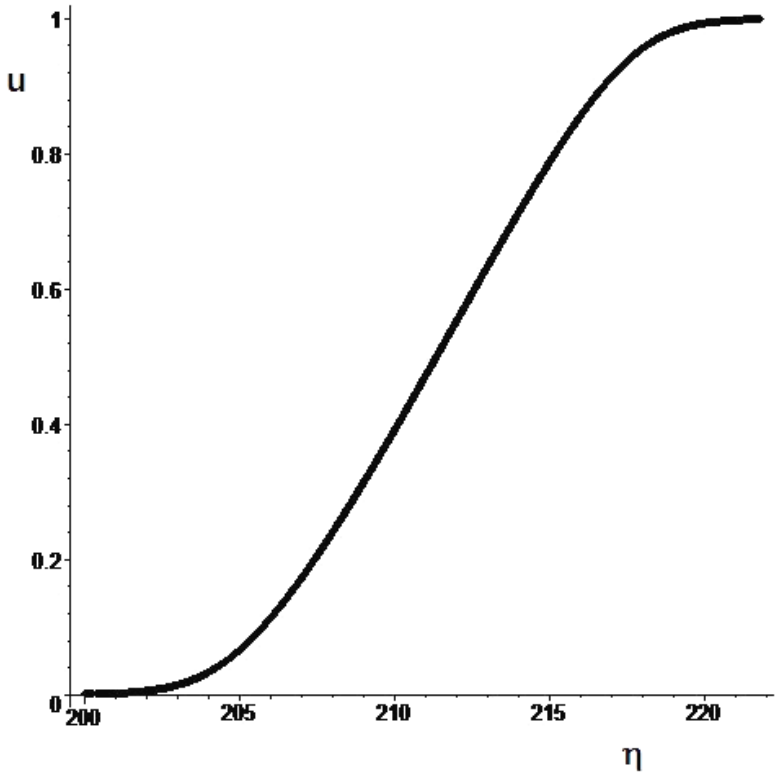


Рисунок 1 – Зависимость скорости движения второй среды от координаты

Соответствующие графики в полулогарифмических координатах приведены на рисунках 2 и 3. Установленные зависимости позволяют определить объемные доли первой фазы на неподвижном и подвижном захватах, что позволяет найти в свою очередь предельную скорость распространения «ударной» волны, которая определяется шестым уравнением системы (28) и сравнить ее с экспериментом.

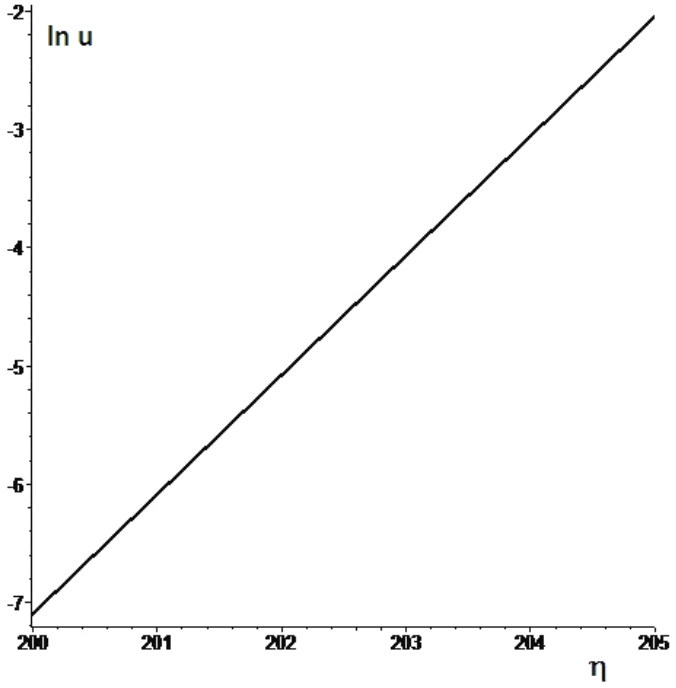


Рисунок 2 – Зависимость безразмерной скорости от координаты для неподвижного захвата $u \geq 0$

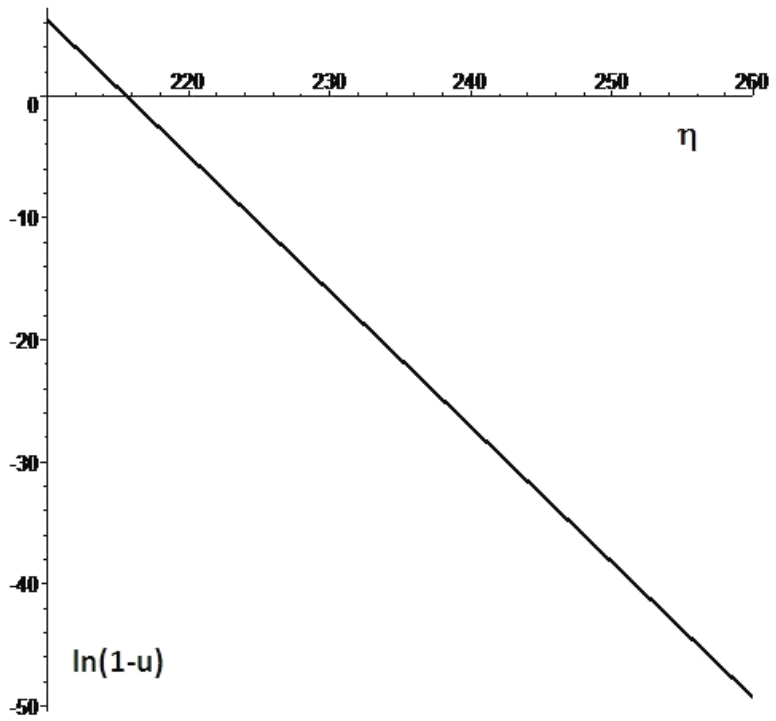


Рисунок 3 – Зависимость безразмерной скорости от координаты для неподвижного захвата $u \approx 1$

Используя данные эксперимента [3 − 5] и уравнения (27) и (28) определим объемные доли первой фазы на концах образца, которые принимают значения ε_1 =0,2; ε_2 =0,3 (для трансформаторной стали). Тогда $u_0 = 7u^*$, то есть ее значения на порядок выше скорости траверсы, что соответствует эксперименту. Оценим ширину «ударного перехода». Постоянная *D*, входящая в (19) есть обратная величина к ширине «ударного перехода», тогда

$$\lambda = \frac{(1-\varepsilon_2)(1-\varepsilon_1)B\rho u^*}{\varepsilon_2 - \varepsilon_1}. \qquad (33)$$

При вышеуказанных значениях ε_1и ε_2 ширина «ударного перехода» принимает значение ~ 0,23 мм, что согласуются с указанными выше характерными значениями масштабов неоднородности.

Вывод

Модельное представление о деформируемом материале, как о гетерогенной среде, позволяет объяснить наличие в нем областей, не вовлеченных в пластическую деформацию, что демонстрирует решение уравнений модели в форме «ударного перехода». Выявлены два частных случая решения уравнения, содержащие скорость второй среды, которые позволяют нам найти объемные доли подвижной фазы на концах образца.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хоникомб, Р. Пластическая деформация сплавов / Р. Хоникомб. – М.: Мир, 1972 – 408 с.

2. Кооперативные деформационные процессы и локализация деформации / Под ред. В.В. Немошкаленко. – Киев: Наукова думка, 1989. – 320 с.

3. Зуев Л.Б., Данилов В.И., Баранникова С.А. Физика макролокализации пластического течения. – Новосибирск: Наука, 2008. – 328 с.

4. Зуев Л.Б., Хон Ю.А., Баранникова С.А. Дисперсия автоволн локализованного пластического течения // Журнал технической физики. − 2010. − Т. 80. − № 7. − С. 53 – 59.

5. Данилов В.И., Орлова Д.В., Зуев Л.Б., Болотина И.О. О локализации пластической деформации на стадии предразрушения и возможности прогнозирования места и времени вязкого разрыва // Журнал технической физики. − 2011. − Т. 81. − № 2. – С. 51 – 57.

6. Панин, В. Е. Поверхностные слои как синергетический активатор пластического течения тела // МиТОМ. – 2005. – № 7. – С. 62–68.

7. Панин, В.Е. Эффект поверхностного слоя в деформируемом твердом теле // Физическая мезомеханика. – 2005. – Т. 8. –№ 5. – С. 7–15.

8. Конева Н.А., Козлов Э.В. Физическая природа стадийности пластической деформации // Известия вузов. Физика. – 1990.− №2. – С. 89–106.

9. Козлов Э.В., Тришкина Л.И., Попова Н.А. и др. Место дислокационной физики в многоуровневом подходе к пластической деформации // Физическая мезомеханика. – 2011. – Т. 14. – № 3. – С. 95–110.

10. Олемской А.И., Кацнельсон А.А. Синергетика конденсированной среды. – М.: УРСС, 2010. – 336 с.

11. Малыгин Г.А.Процессы самоорганизации дислокаций и пластичность кристаллов // УФН. – 1999. – Т. 181. – 1129 – 1156.

12. Киселев С.П. Дислокационная структура полос сдвига в монокристаллах // ПМТФ. – 2006. − № 6. – С. 102 – 113.

13. Pontes J., Walgraef D., Aifantis E.C. On dislocation patterning: Multiple slip effects in the rate equation approach // International Journal of Plasticity. − 2006. − V. 22. − № 8. − P. 1486-1505.

14. Сарафанов Г.Ф., Перевезенцев В.Н. Экранирование полей напряжения мезодефектов ансамблем движущихся дислокаций и формирование областей разориентации при пластической деформации металлов // Письма о материалах. – 2011. – Т. 1. – С. 19 – 24.

15. Сарафанов Г.Ф., Перевезенцев В.Н. Моделирование процессов зарождения и формирования оборванных субграниц // Вопросы материаловедения. − 2007. − Вып.1(49). − С. 5−19.

16. Бутенко А.В., Каминский П.П., Хон Ю.А. Локализация деформации в иерархических системах // Физическая мезомеханика. – 2004. – Т. 7. – Ч 1. − С. 153 – 156.

17. Каминский П.П., Хон Ю.А., Бутенко А.В. Самоорганизация иерархического типа в деформируемых средах // Физическая мезомеханика. – 2006. – Т.9. − Спец. выпуск. − С. 25 – 28.

18. Каминский П.П., Хон Ю.А. Параметры порядка и стадийность пластического течения структурно-неоднородных сред // Физическая мезомеханика. – 2000. – Т.3. − № 2. – С. 37 – 46.

19. Kaminskii P.P., Khon Yu.A. Kinetic theory of low-temperature microscopic crack nucleation in crystals // Theoretical and Applied Fracture Mechanics. − 2009. − V. 51. − P. 161 – 166.

20. Малыгин Г.А., Огарков С.Л., Андрияш А.В. Дислокационно-кинетическая модель формирования и распространения интенсивных ударных волн в кристаллах // ФТТ. – 2013. – Т. 55. – Вып. 4. – С. 721 – 728.

21. Попов Л. Е., Слободской М. И., Колупаева С.Н. Моделирование элементарного скольжения в ГЦК металлах // Известия Вузов. Физика. – 2006. – № 1. – С. 57–68.

22. Попов Л.Е., Пудан Л.Я., Колупаева С.Н. и др. Математическое моделирование пластической деформации. – Томск: Изд-во Томского университета, 1990. – 184 с.

23. Walgraef D., Aifantis E.C. On certain problems of deformation-induced material instabilities. International Journal of Engineering Science. – 2012. – V. 59. – P. 140–155.

24. Кернер Б.С., Осипов В.В. Самоорганизация в активных распределенных средах // УФН. – 1990. – Т. 160. – Вып. 9. – С. 2 – 73.

25. Нигматуллин Р.И. Динамика многофазных сред. – М.: Наука, 1987. – Т.1. – 464 с.

Киселев С.П., Руев Г.А., Трунев А.П. и др. Ударно-волновые в двухфазных и двухкомпонентных средах. – Новосибирск: Наука, 1992. – 261 с.

26. Панин, В. Е. Волновая природа пластической деформации твердых тел // Известия вузов. Физика. – 1990. – № 2. – С. 4–18.

27. Панин В.Е., Гриняев Ю.В., Панин А.В. Полевая теория многоуровневого пластического течения // Физическая мезомеханика. – 2007. – Т. 10.– № 5. – С. 5 – 16.

28. Сарычев В.Д., Петрунин В.А. Фильтрационная модель пластической деформации // Известия вузов. Черная металлургия. – 1993. – № 2. – С. 29 – 33.

УДК 536.7:669.046

Е.М. Запольская, М.В. Темлянцев, К.Е. Костюченко

АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СТЕНДОВ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО РАЗОГРЕВА ФУТЕРОВОК СТАЛЕРАЗЛИВОЧНЫХ КОВШЕЙ

Перед приемом жидкого металла просушенную футеровку сталеразливочных ковшей подвергают разогреву, который преследует две основные цели: снижение скорости охлаждения жидкой стали вследствие аккумуляции тепла кладкой; уменьшение интенсивности теплового удара, который испытывают огнеупоры при заливке расплава. В настоящее время наибольшее распространение получил высокотемпературный разогрев футеровки до температуры 1100 – 1200 °С, для осуществления которого применяют либо газовые стенды, отапливаемые природным газом, либо электрические стенды с неметаллическими нагревателями [1, 2].

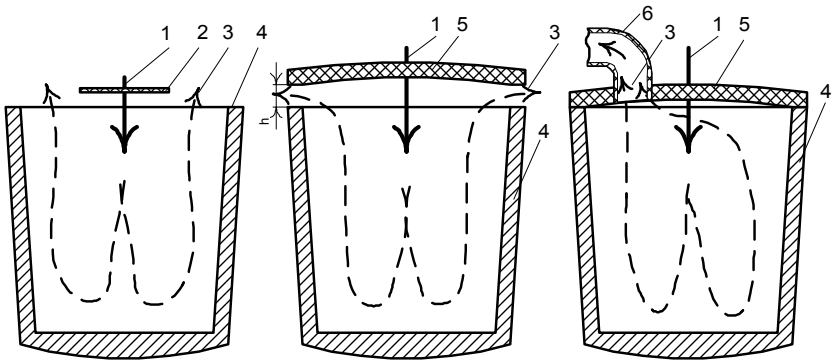
Конструкции стендов, эксплуатируемых в 70 – 80-е гг. прошлого века были весьма несовершенны. Как правило они обеспечивали разогрев футеровки всего до температуры 800 – 900 °С, не предусматривали подогрев воздуха, подающегося на горение, не были оборудованы крышкой, или она представляла собой стальную теплоотражающую плиту без теплоизоляции, продукты сгорания удалялись в пространство между крыш-

кой и ковшом непосредственно в помещение цеха. Коэффициент полезного действия (КПД) стендов такой конструкции обычно не превышал 10 – 20 % [3].

По мере развития ковшевой металлургии произошел переход на применение в футеровке ковшей новых, более стойких огнеупоров – сначала пекодоломитовых, периклазоизвестковых, а в 2000-х гг. углеродсодержащих (периклазоуглеродистых и алюмопериклазоуглеродистых безобжиговых огнеупоров) [4], значительные изменения претерпели и конструкции стендов. Помимо достижения необходимых параметров (скорости, равномерности, конечной температуры разогрева) качества нагрева футеровки конструкции стендов развивались в направлении повышения энергоэффективности, коэффициента полезного действия, а также сокращения расхода топлива. Сформировался ряд путей для реализации этого направления: применение теплоизолированных крышек; подогрев дуть; обогащение дутья кислородом; применение системы автоматизации и управления температурным, а также тепловым режимом разогрева; применение импульсного отопления; совершенствование горелочных устройств (в целях минимизация химического недожога, вредных выбросов в атмосферу, повышения равномерности нагрева футеровки) и др. Рассмотрим наиболее подробно основные из них.

Применение теплоизолированных крышек

На начальном этапе развития стенды обычно оборудовали стальными крышками без теплоизоляции, которые в процессе разогрева нагревались до температур 700 – 800 °С. Они выполняли роль теплоотражающих экранов (рисунок 1, *а*). Такая конструкция характеризуется высокими потерями тепла с излучением от футеровки через открытое пространство между крышкой-экраном и ковшом, а также непосредственно от самого экрана. Последний, разогретый до указанных температур, в процессе эксплуатации часто деформировался, окислялся и имел малый срок службы.



а *б* *в*

1 – горелка, 2 – стальной теплоотражающий экран без теплоизоляции, 3 – продукты сгорания, 4 – ковш, 5 – теплоизолированная крышка, 6 – дымопровод

Рисунок 1 – Различные варианты конструкции крышек и организации удаления продуктов сгорания

Позже распространение стали получать футерованные или теплоизолированные крышки (рисунок 1, *б*). Они имеют стальной каркас, который внутри футерован легковесным бетоном или теплоизолирован волокнистыми материалами. В такой конструкции продукты сгорания удаляются в пространство между крышкой и ковшом, расстояние *h* между которыми обычно равно 200 – 300 мм. При этом часть тепла футеровки теряется излучением через зазор, а часть тепла – теплопроводностью через

крышку. Тем не менее, эти потери значительно меньше, чем при использовании конструкции, представленной на рисунке 1, *а*.

Наиболее перспективной является конструкция, представленная на рисунке 1, *в*. Ее особенностью является герметичное прилегание крышки к ковшу и соответственно полное отсутствие зазора между ними. Продукты сгорания удаляются через футерованный дымоотводящий тракт в крышке. При такой конструкции потери тепла излучением практически равны нулю.

По данным работы [5] переход от конструкции стендов представленной на рисунке 1, *а* к конструкции, рассматриваемой на рисунке 1, *в*, позволяет повысить КПД примерно с 10 до 55 – 65 % и сократить расход топлива на разогрев почти в 4 раза.

Подогрев окислителя

Рассматриваемое предложение хорошо известно и широко используется в нагревательных печах. При всей очевидности его эффективности на стендах подогрев окислителя активно начал применяться только в последние время. Для подогрева окислителя подаваемого на горение используют рекуператоры, устанавливаемые в дымоотводящий тракт. На некоторых стендах применяют горелки, предусматривающие подогрев окислителя. Температура $t_{ок}$ подогрева окислителя составляет 100 – 400 °С [6]. Использование рекуперации тепла отходящих газов обеспечивает экономию топлива от 15 до 25 % [5].

Обогащение дутья кислородом

Применительно к нагревательным печам [7] обогащение дутья кислородом хорошо изучено, однако для стендов получило ограниченное распространение. Для отопления стендов применяют топливо-кислородные (газо-кислородные) или топливо-воздухо-кислородные горелки [5, 8, 9]. Обогащение дутья кислородом уменьшает объем и расход продуктов сгорания, повышает калориметрическую температуру горения топлива, увеличивает содержание трехатомных газов в продуктах сгорания. Последнее повышает степень черноты газов, приводит к интенсификации теплообменных процессов, увеличивает КПД стенда, снижает удельный B и общий Q расходы топлива на разогрев. Однако экономическая эффективность этого решения в значительной степени зависит от соотношения стоимостей газа и кислорода. Не маловажным фактом является то, что многие топливо-кислородные или топливо-воздухо-кислородные горелки (например, типа Pyretron) являются водоохлаждаемыми. При этом потери тепла с охлаждающей водой могут достигать 10 %. Это в ряде случаев фактически полностью нивелирует положительный эффект снижения расхода топлива и повышения тепловой эффективности стенда от обогащения дутья кислородом.

Тепловую эффективность различных мероприятий зачастую трудно сравнивать, поскольку они реализованы для различных стендов, конструкций футеровок и режимов разогрева. В настоящей работе на базе комплексной, детерминированной математической модели тепловой работы стендов для разогрева футеровок сталеразливочных ковшей [10] проведено исследование влияния применения теплоизолированных крышек, подогрева окислителя и обогащения дутья кислородом на технико-экономические показатели работы стенда.

Многовариантные расчеты осуществляли на примере разогрева 350-т сталеразливочного ковша, футеровка которого состояла из 4-х слоев: рабочего толщиной 200 мм, выполненного из алюмопериклазоуглеродистого огнеупора с содержанием углерода 8 %; арматурного толщиной 100 мм из огнеупора марки МКРКП-45; между ра-

бочим и арматурным слоями находится буферная засыпка марки ВГБМ-80 толщиной 25 мм; теплоизоляционного слоя толщиной 10 мм, выполненного из материала МКРКГ-400; стальной брони ковша толщиной 40 мм. В расчетах моделировали тепловую работу стендов двух видов: оборудованных водоохлаждаемой горелкой (расход воды на охлаждение горелки составляет 10 м^3/ч), с обогащением дутья кислородом и без водяного охлаждения, в которых в качестве окислителя используется атмосферный воздух. Химический состав природного газа, используемого для отопления стенда, следующий: 91,50 % CH_4; 3,07 % C_2H_6; 1,73 % C_3H_8; 0,9 % C_4H_{10}; 2,34 % N_2; 0,45 % CO_2; 0,01 % O_2. Коэффициент расхода окислителя принимали равным 1,1. В качестве основного расчетного режима приняли разогрев с постоянной, максимально допустимой по условиям трещинообразования скоростью увеличения температуры поверхности рабочего слоя, которая по рекомендациям производителей огнеупоров алюмопериклазоуглеродистых марок находится на уровне 50 – 60 °С/ч. Соответственно время τ разогрева (от 0 до 1200 °С) предварительно высушенной футеровки приняли 24 ч. Исследуемые варианты нагрева и их основные параметры представлены в таблице.

Анализ полученных результатов показывает, что наименее экономичным, как и следовало ожидать, является нагрева *1*. При отсутствии теплоизолированной крышки, подогрева воздуха и обогащения дутья кислородом КПД стенда составил 21,7 %, средний расход топлива на разогрев равен 496 м^3/ч, а общий расход топлива – 11902 м^3. При максимальных расходах топлива не более 450 – 500 м^3/ч (на рисунке 2 показан пунктирной линией) на эксплуатируемых в настоящее время стендах, с постоянной скорость увеличения температуры поверхности футеровки, разогрев по такому варианту возможен только первые 13 – 14 ч, при этом температура поверхности составит порядка 800 °С (рисунок 2). Для дальнейшего сохранения постоянной скорости разогрева расхода топлива B, м^3/ч и тепловой мощности стенда будет недостаточно. Потери тепла излучением через открытое пространство ковша достигают 26,4 %. Подогрев воздуха до температуры 400 °С (нагрева *5*) повышает КПД до 28,1 % и несколько снижает расход топлива, однако это обеспечит нагрев футеровки с постоянной скоростью только до 950 °С.

Применение герметичной теплоизолированной крышки является эффективным энергосберегающим мероприятием. Для нагрева *6* даже при отсутствии подогрева воздуха КПД возрастает до 51,2 %, средний расход топлива снижается до 209 м^3/ч, а общий расход – до 5006 м^3, т.е. в 2,4 раза меньше, чем при нагреве *1*. Основной энергосберегающий эффект достигается за счет ликвидации расходной статьи $Q_{изл}$.

Применение конструкции крышки, представленной на рисунке 1, *б*, также достаточно эффективно, однако потенциал энергосбережения зависит от величины зазора между крышкой и ковшом. Так при величине h = 50 мм потери тепла излучением составляют порядка 1 %, а при h = 300 мм – возрастают до 7 – 8 %. Для нагрева *21* без подогрева воздуха и при величине h = 300 мм КПД составляет 42,6 %, средний расход топлива равен 251 м^3/ч, а общий расход – 6011 м^3, это почти в 2 раза меньше чем при варианте *1*. При такой конструкции стенда тепловой мощности будет достаточно, чтобы разогреть футеровку до 1200 °С с постоянной скоростью (рисунок 2).

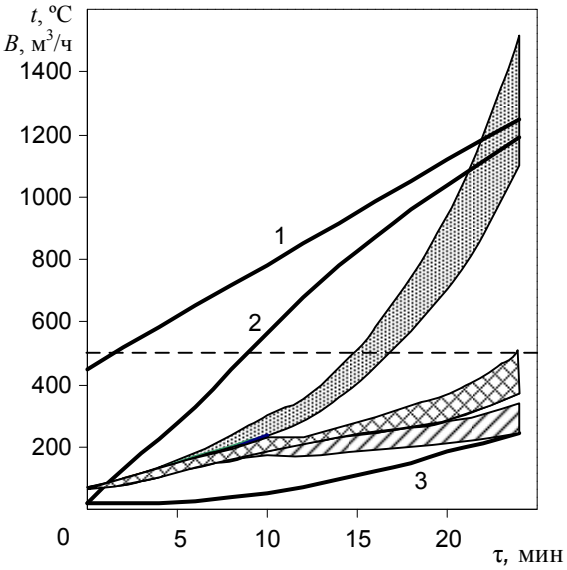
Подогрев воздуха способствует повышению тепловой эффективности стендов, однако его эффект гораздо меньше, чем от применения теплоизолированных крышек. Так для всех исследованных вариантов нагрева подогрев воздуха от 10 до 400 °С повышает КПД не более чем на 14 – 15 %, при этом экономия топлива достигает порядка 30 %.

Таблица – Параметры и характеристики исследуемых вариантов нагрева

Нагрев	Состав окислителя, %		h, мм	$t_{ок}$, °С	КПД, %	Вср, $м^3$/ч	$G_г/G_к$, $м^3$	Статьи теплового баланса, %								
								Приход			Расход					
	N_2	O_2						$Q_{тх}$	$Q_{ок}$	$Q_{об}^{х}$	$Q_{акк\cdot ф}$	$Q_д$	$Q_{теп}$	$Q_{изл}$	$Q_{вод}$	ΣQ
1	79	21	б/к	10	21,7	496	11902/0	98,9	0	1,1	21,4	44,5	1,8	26,4	0	5,9
2				100	23,0	465	11164/0	95,1	3,7	1,2	22,1	42,9	1,8	27,2	0	6,0
3				200	24,6	434	10412/0	91,6	7,2	1,2	22,7	41,2	1,9	28,0	0	6,2
4				300	26,3	405	9730/0	88,1	10,7	1,2	23,4	39,5	1,9	28,8	0	6,4
5				400	28,1	380	9113/0	84,7	14,0	1,3	24,0	38,0	2,0	29,6	0	6,4
6	79	21	г/к	10	51,2	209	5006/0	97,3	0	2,7	50,1	39,4	4,1	0	0	6,4
7				100	54,3	197	4717/0	93,7	3,6	2,7	51,4	37,9	4,2	0	0	6,5
8				200	58,0	184	4420/0	90,1	7,1	2,8	52,7	36,4	4,3	0	0	6,6
9				300	61,8	173	4149/0	86,6	10,5	2,9	54,0	34,9	4,4	0	0	6,7
10				400	65,7	163	3901/0	83,4	13,7	2,9	55,2	33,5	4,5	0	0	6,8
11	79	21	50	10	50,0	213	5123/0	97,4	0	2,6	49,0	39,6	4,0	1,0	0	6,4
12				100	53,1	201	4826/0	93,7	3,6	2,7	50,2	38,1	4,1	1,0	0	6,6
13				200	56,7	188	4522/0	90,2	7,1	2,7	51,5	36,5	4,2	1,1	0	6,7
14				300	60,4	177	4243/0	86,7	10,5	2,8	52,8	35,1	4,3	1,1	0	6,7
15				400	64,2	166	3989/0	83,4	13,7	2,9	54,0	33,6	4,4	1,1	0	6,9
16	79	21	150	10	47,3	226	5422/0	97,5	0	2,5	46,4	40,0	3,8	3,4	0	6,4
17				100	50,2	213	5106/0	93,9	3,6	2,5	47,5	38,6	3,9	3,5	0	6,5
18				200	53,6	199	4782/0	90,3	7,1	2,6	48,8	37,0	4,0	3,6	0	6,6
19				300	57,1	187	4486/0	86,8	10,5	2,7	50,0	35,5	4,1	3,7	0	6,7
20				400	60,8	176	4216/0	83,6	13,7	2,7	51,2	34,0	4,2	3,8	0	6,8
21	79	21	300	10	42,6	251	6011/0	97,8	0	2,2	41,9	40,8	3,4	7,5	0	6,4
22				100	45,3	236	5657/0	94,1	3,6	2,3	43,0	39,3	3,5	7,7	0	6,5
23				200	48,4	221	5294/0	90,6	7,1	2,3	44,2	37,7	3,6	7,9	0	6,6
24				300	51,6	207	4962/0	87,1	10,5	2,4	45,3	36,2	3,7	8,1	0	6,7
25				400	55,0	194	4661/0	83,7	13,8	2,5	46,4	34,7	3,8	8,3	0	6,8
26	75	25	150	10	42,8	251	6026/3013	97,8	0	2,2	42,1	32,7	3,5	3,2	11,4	7,1
27	70	30			46,7	231	5560/5005	97,6	0	2,4	45,9	26,8	3,9	3,6	12,3	7,5
28	60	40			51,4	212	5097/7137	97,3	0	2,7	50,4	19,5	4,5	4,0	13,4	8,2
29	50	50			54,1	203	4870/8278	97,1	0	2,9	53,0	15,3	4,8	4,3	14,0	8,6
30	50	50	г/к	400	62,4	176	4225/7182	90,6	6,3	3,1	57,1	14,0	5,2	0	15,1	8,6
31	50	50	г/к	400	78,2	141	3373/5754	89,9	6,3	3,8	70,9	14,0	6,4	0	0	8,7

Примечание: б/к – без крышки; г/к – с герметичной теплоизолированной крышкой; $Q_т^х$ – химическое тепло топлива; $Q_{ок}$ – физическое тепло окислителя; $Q_{об}^х$ – химическое тепло обезуглероживания огнеупора; $Q_{ак.ф}$ – тепло, аккумулируемое футеровкой; $Q_д$ – потери тепла с уходящим дымом; $Q_{теп}$ – потери тепла теплопроводностью через футеровку в окружающую среду; $Q_{изл}$ – потери тепла излучением через зазор между крышкой стенда и ковшом; $Q_{вод}$ – потери тепла с охлаждающей водой; ΣQ – сумма остальных расходных статей (неучтенные потери), включающая потери тепла в результате химического недожога и пр.

Обогащение дутья кислородом при условии применения водоохлаждаемой горелки, даже в случае подогрева окислителя до температуры 400 °С (нагрев *30*) по энергоэффективности уступает нагреву *10*. КПД первого составляет 62,4 %, второго – 65,7 %. Это связано со значительными потерями тепла с водой, которые достигают 15 %. Однако, если применять обогащение дутья кислородом в комплексе с горелка-



1 – температура греющей среды; *2* – температура поверхности футеровки; *3* – температура кожуха; области изменений расходов газа во времени, соответствующих нагревам ⊡ *–1 – 5*; ▨ *– 6 – 10*; ⊠ *– 21 – 25*

Рисунок 2 – Температурный режим и изменение расхода газа во времени для различных вариантов разогрева

ми, в которых отсутствуют водоохлаждаемые элементы (нагрев *31*), то это обеспечивает существенную экономию топлива. Так при подогреве окислителя до температуры 400 °С при переходе от нагрева *30* к *31* КПД возрастает с 62,4 до 78,2 %, при этом средний расход топлива снижается с 176 до 141 м^3/ч, т.е. на 25 %. Целесообразность обогащения дутья кислородом в значительной степени зависит от цен на природный газ и кислород и соответственно экономической эффективности этого мероприятия.

Выводы. На основе проведенного исследования установлено, что первоочередным и наиболее эффективным мероприятием, обеспечивающим повышение тепловой эффективности работы стендов является применение теплоизолированной крышки. Во вторую очередь рекомендуется применение подогрева воздуха. Целесообразность обогащения дутья кислородом зависит от экономических факторов, а его эффективность максимальна в случаях применения горелок без водоохлаждаемых элементов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вихлевщук В.А. Ковшевая доводка стали / В.А. Вихлевщук, В.С. Харахулах, С.С. Бродский. – Днепропетровск: Системные технологии, 2000. – 190 с.

2. Бершицкий И.М. Энергосберегающие и экологически безопасные установки для электрической сушки и подогрева футеровки ковшей / И.М. Бершицкий, А.В. Тарарышкин // Сталь. – 2010. – № 2. – С. 24, 25.

3. Лоренц В. Фирма «Mapeko» на мировом рынке оборудования для сушки, разогрева и термостатирования металлургических ковшей и желобов доменных печей / В. Лоренц, А. Локтев, В. Гартен, Д. Бехманн // Новые огнеупоры. – 2007. – № 12. – С. 19 – 27.

4. Темлянцев М.В. Анализ особенностей тепловой обработки периклазоуглеродистых и алюмопериклазоуглеродистых футеровок сталеразливочных ковшей / М.В. Темлянцев, М.В. Матвеев, К.Е. Костюченко, М.Ю. Лосицкая // Вестник Российской академии естественных наук. Западно-Сибирское отделение: Сборник научных трудов. – Кемерово: Кузбассвузиздат, 2012. – Вып.14. – С.137 – 142.

5. Лоренц В. Фирма «Mapeko» на мировом рынке оборудования для сушки, разогрева и термостатирования металлургических ковшей и желобов доменных печей / В. Лоренц, А. Локтев, В. Гартен, Д. Бехманн // Новые огнеупоры. – 2007. – № 12. – С. 19 – 27.

6. Чайкин Б.С. Современные установки для сушки и высокотемпературного нагрева ковшей / Б.С. Чайкин, Г.Е. Марьянчик, Е.М. Панов и др. // Новые огнеупоры. – 2006. – № 10. – С. 21 – 25.

7. Ревун М.П., Гранковский В.И., Байбуз А.Н. Интенсификация работы нагревательных печей. – Киев: Техніка, 1987. – 136 с.

8. Лоренц В. Современные пути решения технологических и технических проблем сушки, разогрева и термостатирования металлургических ковшей / В. Лоренц, А. Локтев, В. Гартен, Д. Бехманн // Сталь. – 2007. – № 11. – С. 74 – 77.

9. Kelly J. Oxygen-Enhanced ladle preheatingsystem: improved tap-to-tap cycle time and operating cost reductions / J. Kelly, F. Dentella, A. Recanati et al. // Iron & Steel Technology. – 2011. – № 5. – P. 307 – 311.

10. Матвеев М.В. Разработка математической модели тепловой работы стендов разогрева футеровок сталеразливочных ковшей / М.В. Матвеев, М.В. Темлянцев, Е.М. Запольская, К.Е. Костюченко // Сб. науч. тр. Вестник Горно-металлургической секции РАЕН. Отделение металлургии. – 2013. – Вып. 31. – С. 31 – 44.

УДК 621.926 +621.928

А.Т. Росляк, П.Н. Зятиков

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ РАЗВИТИЯ ТЕХНИКИ ВОЗДУШНО-ЦЕНТРОБЕЖНОЙ КЛАССИФИКАЦИИ МИКРОПОРОШКОВ

Введение

Развитие нанотехнологий является закономерным следствием все более широкого применения в различных отраслях науки, промышленности, народного хозяйства тонкоизмельченных твердых материалов, обнаружением качественно новых свойств материалов и изделий, полученных на основе субмикронных порошков [1].

В основе получения и применения микропорошков твердых материалов лежат, как правило, механические процессы измельчения, классификации на отдельные по крупности частиц фракции, сушки, смешивания, транспортировки, пылеулавливания,

прессования, напыления порошков. Ключевым свойством порошков во всех этих технологических процессах является характерный размер частиц, или точнее гранулометрический состав, то есть распределение частиц по размерам. Требуемый гранулометрический состав обеспечивается процессами классификации частиц по размерам. Причем, для современного этапа развития техники классификации характерно повышение требований, как к среднему размеру частиц, так и к диапазону разброса размеров частиц в пределах одной фракции. Все это требует разработки новых высокоэффективных методов классификации микропорошков по размерам частиц.

Анализ научно-технической литературы показывает [2], что задаче высокоэффективной классификации микропорошков на отдельные по крупности частиц фракции наиболее полно отвечают методы воздушно-центробежной классификации. Однако реализовать методы воздушно-центробежной классификации практически можно целым рядом способов и устройств. Отсюда, в частности, вытекает большое разнообразие конструкций воздушно-центробежных классификаторов (ВЦК). В связи с этим возникает проблема выбора оптимальной конструкции ВЦК, удовлетворяющей определенным технологическим задачам.

Современное состояние развития техники классификации порошкообразных материалов характеризуется определенным противоречием между, большим количе-ством разработанных способов и аппаратов и весьма ограниченным применением в промышленности нескольких типов классификаторов в основном устаревших конструкций [3]. Одна из причин такого противоречия заключается в том, что до сих пор не проведен достаточно полный анализ и систематизация всех методов классификации с объективной оценкой эксплуатационных и технических характеристик разработанных аппаратов [3].

Анализ научно-технической литературы и патентных исследований показал, что для порошков с размерами частиц, менее 100 мкм, в настоящее время наиболее перспективными являются методы воздушно-центробежной классификации (ВЦК). Этот вывод подтверждается тем, что ВЦК составляют наиболее многочисленную как по разнообразию конструкций, так и по количеству запатентованных технических решений по способам и устройствам в технике разделения порошков.

Механизм воздушно-центробежной классификации частиц представляет собой весьма сложный процесс, зависящий от ряда физических, конструктивных и эксплуатационных характеристик. В основу математического описания процесса может быть положено представление о движении совокупности взаимодействующих между собой, с несущим потоком и со стенками сепарационного элемента частиц различных размеров, причем это движение носит как детерминированный, так и случайный характер. Однако в настоящее время создать полную модель процесса с учетом полидисперсности порошкообразного материала, концентрации гетерогенной среды, вращений частиц, их взаимодействия между собой и со стенками канала, турбулентных пульсаций, обратного влияния частиц на несущий поток пока не представляется возможным [4]. Поэтому при описании процесса центробежной сепарации частиц в воздушном потоке приходится идти на ряд физически обоснованных допущений. Так в большинстве случаев рассматривают отдельно движение несущего потока во вращающемся сепарационном элементе и движение одиночной частицы в несущем потоке с известными аэродинамическим характеристиками.

Систематизация методов воздушно-центробежной классификации порошков

Принцип классификации порошкообразных материалов, лежащий в основе всех методов, и заключается в том, что на сепарируемые частицы воздействуют двумя или несколькими силами, находящиеся в различной функциональной зависимости от размеров частиц таким образом, чтобы влияние всех основных факторов на частицы граничного размера было равнозначным. Отсюда наиболее логичной представляется систематизация всех методов классификации по физической природе факторов, воздействующих на частицы. Такому подходу к систематизации полностью удовлетворяет классификация пневматических аппаратов, предложенная Р. Нагелем [5], которая в настоящее время получила широкое признание.

Однако воздействие определенными физическими факторами на классифицируемые частицы практически можно реализовать целым рядом способов и устройств. Отсюда, в частности, вытекает большое разнообразие конструкций аппаратов, реализующих какой-то один метод классификации. Поэтому дальнейшая систематизация аппаратов по конструктивным признакам приводит к большому количеству групп [3], выбрать из которых аппарат наиболее приемлемый с точки зрения эксплуатации для конкретного производства бывает затруднительно.

Рассмотрим все известные конструкции воздушно-центробежных классификаторов с точки зрения наиболее общих признаков, характерных для преобладающего числа аппаратов [3] (рисунок 1). Исходя из классификации Р.Нагеля, все воздушно-центробежные классификаторы можно разбить на две группы по способу создания центробежных сил. В первую группу (по Р. Нагелю группа 3) войдут аппараты, в которых центробежная сила генерируется механическим путем, т.е. закрутка пылегазового потока обеспечивается вращающимися элементами. Назовем эту группу аппаратов ротационными.

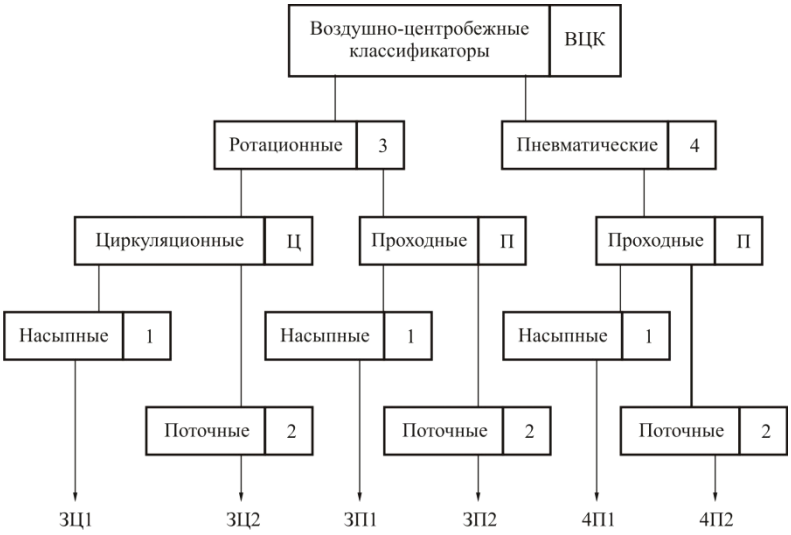


Рисунок 1 – Систематизация воздушно-центробежных классификаторов по общим функциональным и конструктивным признакам

Во вторую группу (группа 4) войдут аппараты, в которых для создания центробежных сил используется энергия несущего потока, т.е. пневматические. Характерным отличием пневматических аппаратов от ротационных является отсутствие в них вращающихся элементов и приводов. Генерация центробежных сил обеспечивается

неподвижными элементами (лопатками, криволинейными каналами, жалюзи, тангенциальным вводом и т.д.).

Следующим существенным признаком, присущим всем воздушно-центробежным классификаторам является характер движения рабочей среда (газа) в аппарате. По этому признаку все ВЦК могут быть разбиты на два класса: проходные и циркуляционные. В проходных классификаторах движение воздуха через аппарат обеспечивается внешними дутьевыми устройствами (компрессоры, воздуходувки, вакуумнасосы). В циркуляционных аппаратах воздух с помощью встроенного вентилятора движется по замкнутому контуру внутри классификатора и с внешней средой не сообщается.

По способу подачи исходного материала на разделение воздушно-центробежные классификаторы могут быть разделены также на две группы: насыпные и поточные. В насыпных аппаратах исходный порошок с помощью дозирующих устройств подается непосредственно в зону сепарации. Для поточных классификаторов характерна подача исходного материала в несущем потоке рабочего газа.

Таким образом, принимая во внимание вышеперечисленные признаки, все ВЦК можно разделить по классам в соответствии со схемой рисунка 1. В предложенной схеме отсутствует группа пневматических циркуляционных аппаратов, так как характерным признаком циркуляционных аппаратов является внутренняя циркуляции воздуха, которую в пневматических аппаратах согласно их определению принципиально осуществить невозможно.

Анализ всех известных из литературы и патентных материалов конструкций ВЦК показывает, что любой известной аппарат можно отнести к одной из шести обозначенных в схеме групп: 3Ц1, 3Ц2, 3П1, 3П2, 4П1, 4П2. Рассмотрим типичные конструкции аппаратов в каждой из указанных групп.

Рассмотрим группу 3Ц1. На рисунке 2 представлена схема классического циркуляционного классификатора с подачей исходного материала непосредственно в зону сепарации, широко применяемого за рубежом в различных отраслях производства, особенно в цементной промышленности [6]. Исходный материал подается на вращающуюся рассеивающую тарелку I, с которой соединены система лопастей 2 и вентиляторное колесо 3. В этих аппаратах используется принцип комбинированной гравитационной и центробежной классификации. Мелкий продукт выносится циркулирующим в аппарате воздухом во внешний бункер, а крупный продукт выгружается

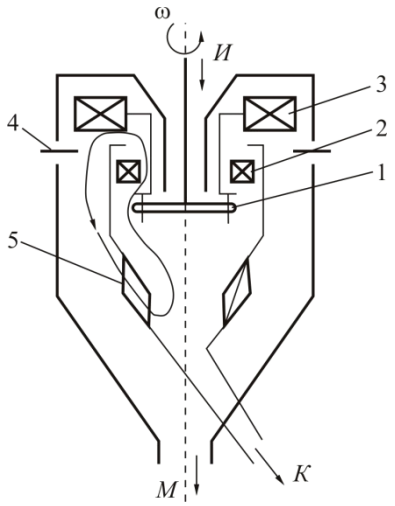


Рисунок 2 – Циркуляционный насыпной классификатор группы 3Ц1

через внутренний бункер. Жалюзи 5 служат для отделения мелкой фракции от воздуха и дополнительной продувки крупной фракции.

Регулирование границы разделения производится поворотом или изменением количества лопастей 2, а также дросселированием 4 циркуляционного потока. Аппараты группы ЗЦ1 отличаются высокой производительностью (до 150т/ч), но из-за низкой степени улавливания мелких частиц не обеспечивают высокую эффективность разделения в области размеров частиц менее 100 мкм.

Поточные циркуляционные классификаторы ЗЦ2 отличаются от представленного на рисунке 2 только тем, что исходный материал подается на классификацию с помощью дополнительного потока воздуха. В этом случае имеется возможность выводить мелкую фракцию из аппарата избыточным потоком воздуха, эффективно улавливать ее в специальных устройствах и, таким образом, повысить качество разделения мелких частиц.

Наиболее характерным представителем ротационно-проходного насыпного классификатора ЗП1 является широко известный классификатор «Микроплекс» фирмы «Альпине» [7]. Исходный материал подается в зону сепарации, ограниченную направляющими лопатками 1 (рисунок 3) и вращающимися дисками 2. Крупный продукт снимается с периферии зоны сепарации ножом 3 и выгружается шнеком. Мелкая фракция вместе с воздухом через вентиляторное колесо 4 выносится из классификатора в пылеотделительные устройства. Регулирование границы разделения производится изменением угла установки направляющих лопаток. Классификаторы типа «Микроплекс» отличаются достаточно высокой эффективностью в области размеров частиц менее 100 мкм, однако при повышении расходной концентрации материала в потоке до 1кг/кг качество разделения резко падает в связи с перегрузкой исходным материалом и крупной фракцией периферии зоны сепарации.

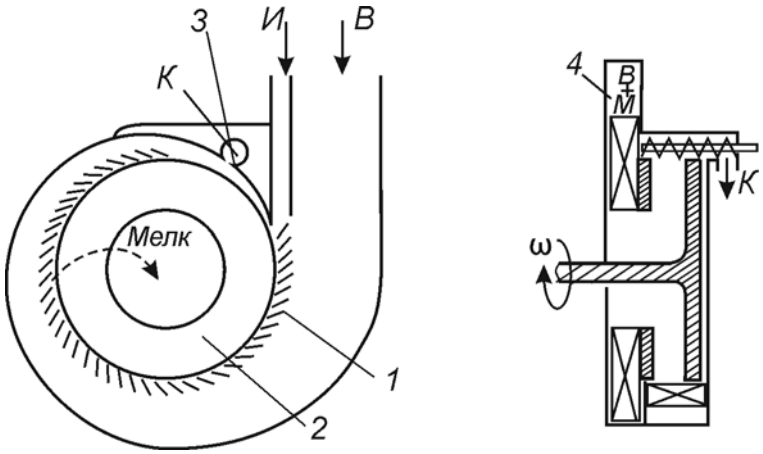


Рисунок 3 – Ротационно-проходной насыпной классификатор «Микроплекс» фирмы «Альпине»

К группе ЗП2 относится ВЦК (рисунок 4), который разработан авторами настоящей работы [8]. Исходный материал вместе с воздухом подается в зону сепарации, образованную вращающимся обтекателем ротора 1, профилированным диском 2 и набором дисков 3. Мелкая фракция вместе с воздухом выносится из аппарата через внутреннюю часть ротора с помощью вентиляторного колеса 4 в пылеотделительное устройство. Крупная фракция через кольцевую щель между профилированным диском 2 и направляющей воронкой 5 выбрасывается в бункер 6. Регулирование границы разде-

ления производится изменением скорости вращения ротора и расхода газа. Как показали испытания представленный аппарат по своим характеристикам не уступает классификатору «Микроплекс», а эффективность разделения для граничных размеров менее 100 мкм при расходной концентрации больше 1 кг/кг выше.

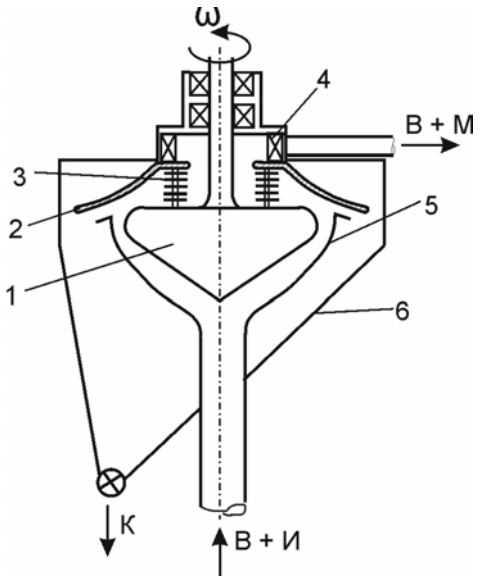


Рисунок 4 – Ротационный проходной поточный воздушно-центробежный классификатор

Классификатор, схема которого приведена на рисунке 5 может быть отнесен к группе пневматических проходных насыпных аппаратов 4П1, т.к. первичный воздух служит только для подачи исходного материала в зону сепарации.

В принципе, в данный аппарат исходный материал может засыпаться любым другим способом, а мелкая фракция выводиться из аппарата частью вторичного воздуха. По данным [9], аппарат обеспечивает разделение в диапазоне 60 – 500 мкм, однако эффективность разделения не превышает Е = 0,4.

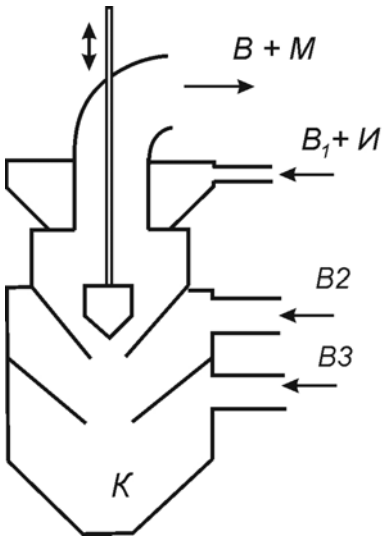


Рисунок 5 – Проходной насыпной ВЦК типа 4П1

Типичным представителем пневматического проходного поточного классификатора 4П2 является так называемый проходной сепаратор (рисунок 6). Воздух вместе с исходным материалом поступает через аксиально установленный патрубок снизу и закручивается в верхней части аппарата направляющими лопатками. Крупная фракция отделяется от несущего потока во внешний бункер, а мелкая проходит вместе с воздухом к выводному патрубку. Регулирование границы разделение производится изменением угла поворота лопаток и глубины погружения выводного патрубка.

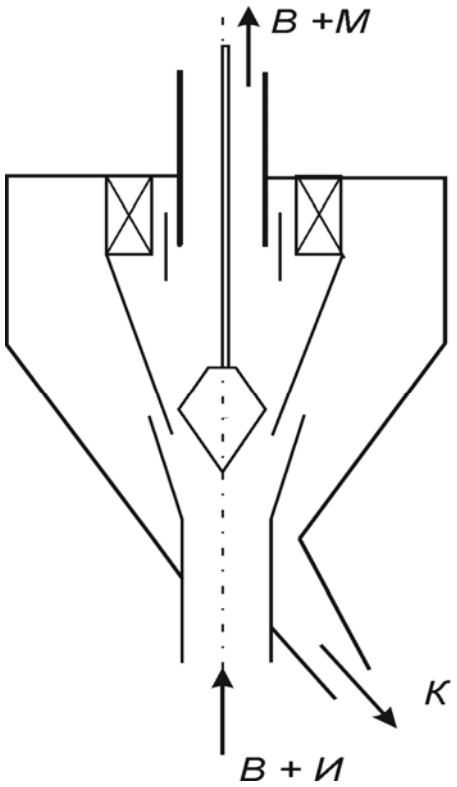


Рисунок 6 – Проходной поточный ВЦК группы 4П2

Несмотря на простоту, разнообразие конструкций и широкое распространение в промышленности строительных материалов и энергетике, применение данной группы аппаратов для диапазона размеров частиц менее 100 мкм малоперспективно из-за низкой степени извлечения мелкой фракции из исходного материала.

Из анализа основных технических характеристик представленных здесь аппаратов, приведенных в таблице, видно, что задаче высокоэффективной классификации порошков с размерами частиц менее 160 мкм наиболее полно удовлетворяют ротационные проходные классификаторы. Это объясняется тем, что в данных аппаратах можно наиболее оптимально организовать аэродинамику пылегазового потока во вращающейся зоне сепарации, интенсифицировать процесс противоточно-центробежной сепарации частиц, использовать высокоэффективные пылеулавливающие устройства.

Кроме того, ротационно-проходные классификаторы обладают широкими возможностями регулирования процесса разделения. Применение насыпных или поточных классификаторов определяется, прежде всего, технологией производства, в котором они устанавливаются.

Таблица – Основные технические характеристики аппаратов

Группа	Тип аппарата	Диапазон границ разделения, мкм	Производительность, кг/ч	Острота сепарации [1]
3Ц1	«Polysius» Тур 4,8 [9]	40 – 100	85000	0,63
3П1	Микроплекс 400 МР 800МР	3 – 300	500 – 2500 1000 – 5000	0,7
3П2	ВЦК-9 ВЦК-1000 [3]	5 – 200 20 – 300	30 – 100 1000 – 3000	0,80 0,67
4П1	«Saint Jacques»	> 100	60000	0,4
4П2	ЦКТИ ∅1,2	60 – 500	5000	0,

В данной работе рассмотрены только некоторые типичные конструкции аппаратов из каждой группы предложенной системы воздушно-центробежных классификаторов. Однако предложенная систематизация, исходя из конкретных требований производства, позволяет предварительно провести выбор нужной группы аппаратов, а затем анализировать только конструкции, удовлетворяющие общим принципам данной группы. Такой подход обеспечивает эффективный выбор оптимальной конструкции для данного производства, исключает ошибки в применении аппаратов, принципиально не удовлетворяющих поставленным требованиям.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Новые материалы / Под ред. Ю.С. Карабасова, – М.:МИСИС, 2002. – 736 с.

2. Росляк А.Т., Зятиков П.Н. Воздушно-центробежная классификация микропорошков. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2010. – 230 с.

3. Росляк А.Т., Бирюков Ю.А., Пачин В.Н./ Пневматические методы и аппараты порошковой технологии. – Томск: Изд-во Томск. ун-та, 1990. – 272 с.

4. Бабуха Г. Л., Шрайбер А. А. Взаимодействие частиц полидисперсного материала в двухфазных потоках. – Киев, Наукова Думка, 1972.

5. Nagel R. Klassifizierung der Windsichter // Staub-Reinhalt Luft. – 1968. – Bd. 28. – № 6.

6. Кайзер В. Новые конструкции насыпных воздушных сепараторов – В кн.: Труды европейского совещания по измельчению. – М.: Стройиздат, 1966. – С. 529–552.

7. Электронный ресурс. URL:www/hmicronpowder.com.

8. А.с. № 740305. МПК В07В7/083 Центробежный классификатор / Шваб В.А., Росляк А.Т., Зятиков П.Н., Бирюков Ю.А., Лаврентьев Л.Н., Никульчиков В.К. // опубл., Б.И. № 22, 15.06.80.

9. Mayer F. W. Die Treunscharfe von Sichtern – Zement – Kalk – Gips. – 1966. – N. 6. – S. 259 – 268.

УДК 631.16: 633.35

В.М. Самаров, О.В. Анохина

ЧЕЧЕВИЦА – НОВАЯ ЗЕРНОБОБОВАЯ КУЛЬТУРА

Чечевица (Lens esculenta Moench) – одна из самых древних растений, выделываемое и используемое человеком. До 1914 года Россия удовлетворяла почти 80% мировой потребности в чечевице. Основными производящими районами товарной чечевицы были Саратовская, Самарская, Пензенская, Нижегородская губернии, степные районы Западной Сибири [1]. Почти вся производимая чечевица шла на экспорт.

В 30 – е годы площади посевов в нашей стране составили более 1 млн. га. На мировом рынке чечевица экспортных кондиций оценивается в 3 – 4 раза дороже лучших сортов пшеницы [2]. В последние 20 – 30 лет посевы чечевицы резко сократились, эту культуру практически забыли. Предполагается, что в последние годы она занимает площадь посева примерно 10 – 15 тыс. га, это около 1,0 – 1,3 % от общей площади посева зернобобовых культур в России [3].

Ценность чечевицы состоит в том, что она является отличным предшественником для всех сельскохозяйственных культур, культура очень слабо поражается вредителями и болезнями, не полегает, является отличным кормом для всех видов животных, а также ценная пищевая культура [4, 5].

Экспериментальная часть работы проведена в степной зоне Среднего Поволжья (Самарская область, Нефтегорский район). Почвенный покров участка типичен для этой зоны и представлен черноземом в обыкновенном малогумусным, среднемощным, тяжелосуглинистым. Мощность гумусового горизонта колеблется от 20 до 23 см, содержание гумуса – 4,2 %, реакция почвенного раствора близко к нейтральной pH 6,6. Содержание подвижного фосфора и обменного калия составляет соответственно 78 и 175 мг/кг почвы. Это лучшие пахатно – пригодные почвы района недостаточного увлажнения [4].

Плотность почвы в слое 0,5 м составляет 1,1 г/м^3, твёрдой фазы соответственно равна 2,6 – 2,7 г/м^3, наименьшая влагоемкость почвы в верхнем полуметре составляет 25, 8 %, а для слоя 0,5 – 1,0 метра 20,1 %.

Средний многолетний показатель увлажнения для района исследований ГТК – составляет 0,6. 2009 – 2010 годы были засушливые ГТК составил 0,4 и 0,1. 2011 год среднеувлажнённый ГТК составил – 0,8.

Урожайность – важный экономический показатель, но он не дает полного представления о затратах и полученных экономических прибавках. В последние годы широкое распространение получила оценка эффективности того или иного технологического приема по окупаемости затрат дополнительной продукцией.

Однако с переходом на полный хозяйственный расчет, самофинансирования при учете многоукладности в сельском хозяйстве России все большее распространение получает оценка эффективности технологических приемов по биоэнергетическим показателям. Это требует от специалистов знание основ расчета биоэнергетической эффективности.

При возделывании сельскохозяйственных культур технологические приемы необходимо оценивать в биоэнергетических величинах, что способствует более объективной оценке.

Как показывает анализ таблицы 1 ранний срок посева чечевицы при рядовом и черезрядном способах дал положительный результат. Самый высокий прирост общей энергии оказался при рядовом способе посева с нормами высева 3,0 – 3,5 млн/га всхожих семян, прирост составил от 7,17 до 9,96 ГДж с каждого гектара. При завышенных нормах высева 4,0 – 4,5 млн/га всхожих семян он был в 5 – 6 раз ниже, составив всего 0,92 ГДж/га при норме 4,5 млн/га и 2,25 ГДж/га при норме высева 4,0 млн/га. А черезрядный при норме высева 1,8 – 2,0 млн/га составили от 2,47 до 8,11 ГДж/га.

Таблица 1 – Биоэнергетическая оценка технологических приемов возделывания чечевицы на зерно

Норма высева, млн./га	Урожайность, т/га	Затраты совокупной энергии, ГДж/га	Совокупный сбор общей энергии, ГДж/га	Прирост общей энергии, ГДж/га
Срок посева 10 мая – рядовой посев				
3,0	1,07	14,87	22,04	7,17
3,5	1,22	15,17	25,13	9,96
4,0	0,86	15,47	17,72	2,25
4,5	0,81	15,77	16,69	0,92
Срок посева 10 мая – черезрядный посев				
1,5	0,58	13,92	14,00	0,08
1,8	0,82	14,42	16,89	2,47
2,0	1,11	14,76	22,87	8,11
2,3	0,90	15,06	17,44	2,38

При позднем сроке и рядовом посеве (20 мая) положительный прирост общей энергии оказался только при норме высева 3,5 млн/га 1,52 ГДж/га. При черезрядном способе посева положительный прирост общей энергии оказался только в вариантах 1,8 – 2,0 млн/га и составил 0,59 до 1,51 ГДж/га (таблица 2).

Таблица 2 – Биоэнергетическая оценка технологических приемов возделывания чечевицы на зерно

Норма высева, млн./га	Урожайность, т/га	Затраты совокупной энергии, ГДЖ/га			Совокупный сбор общей энергии, ГДЖ/га	Прирост общей энергии, ГДЖ/га
		Возделывания, уборка	Семена, очистка, сушка	Общие		
Срок посева 20 мая – рядовой посев						
3,0	0,63	12,97	2,31	15,28	15,29	0,01
3,5	0,83	12,97	2,61	15,58	17,10	1,52
4,0	0,52	12,97	2,91	15,88	10,92	-4,96
4,5	0,46	12,97	3,21	16,18	9,68	-6,50

Продолжение таблицы 2

Норма высева, млн./га	Урожайность, т/га	Затраты совокупной энергии, ГДЖ/га			Совокупный сбор общей энергии, ГДЖ/га	Прирост общей энергии, ГДЖ/га
		Возделывания, уборка	Семена, очистка, сушка	Общие		
Срок посева 20 мая – черезрядный						
1,5	0,43	12,97	1,25	14,22	9,04	-5,18
1,8	0,63	12,97	1,52	14,49	15,22	1,51
2,0	0,75	12,97	2,10	15,07	15,66	0,59
2,3	0,72	12,97	2,47	15,44	15,02	-0,42

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Васякин Н.И. Зернобобовые культуры в западной Сибири / Н.И. Васякин. – Новосибирск, 2002. – 184 с.

2. Барулина Е.И. Чечевица Культурная флора СССР / Е.И. Барулина. – М.: Л., 1937. – Т. 4 – С. 127 – 167.

3. Коломейченко В.В. Растениеводство / В.В. Коломейченко. – М.: Агробизнесценрт, 2007. – 600 с.

4. Казаков Г.И., Авраменко Р.В. Севообороты в Среднем Поволжье / Г.И. Казаков, Р.В. Авраменко. – Самара, 2003. – 136 с.

5. Ермошин Ю.И., Неклюдов А.Ф. Экономическая и биологическая оценка применения удобрений / А.Ф. Неклюдов, Ю.И. Ермошин. – Омск, 1994. – 43 с.

6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Колос, 2011. – 352 с.

УДК: 631.582

В.М. Самаров, Н.Н. Чуманова

ОБОСНОВАННОЕ ЧЕРЕДОВАНИЕ КУЛЬТУР КАК ФАКТОР РЕГУЛИРОВАНИЯ СОРНЯКОВОГО КОМПОНЕНТА ЦЕНОЗА И БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ПОЧВЫ

Экологическая ситуация в Кемеровской области несмотря на общее сокращение производства химической, металлургической и угольной отраслей промышленности остаётся напряжённой. Биологический контроль за окружающей средой включает две основные группы методов: биоиндикацию и биотестирование. Биотестирование – процедура установления токсичности среды с помощью тест – объектов, сигнализирующих об опасности независимо от того, какие вещества вызывают изменение функций у тест – объектов. Применение в качестве биоиндикаторов растений (редис, кресс-салат) позволяет проводить биомониторинг почвы [5].

Яровая мягкая пшеница в структуре посевных площадей, как в России, так и Кемеровской области занимает доминирующее положение. В 2011г. Площадь посева в области составила 470 тыс. га, при средней урожайности около 20 ц/га. К сожалению, урожайность по годам нестабильна, и одной из причин этого может быть не соблюдение звена системы земледелия – предшественника. Известно, что при монокультуре неизбежно наступает прогрессирующая утрата плодородия, что связано с нарастающим токсикозом плодородного слоя обусловленного накоплением колинов (чаще фенольных) и приводящих к снижению урожайности культур [2].

В этой связи необходима оценка биологической активности почвы после различных предшественников по всхожести и ростовым показателям тест – культур и фитосанитарное состояние посевов пшеницы – что и было целью наших исследований.

Объект и методика исследований.

В качестве объектов исследования служили:

- почвенные образцы после предшественников (чистый пар, однолетние травы, пшеница);
- сорт яровой мягкой пшеницы Новосибирская 29 (с нормой высева 6,0 млн.всх.семян);
- сорная флора агрофитоценоза.

Исследования проводились в 2010г в хозяйстве СПК «Ариничевский» Ленинск – Кузнецкого района Кемеровской области. В период исследований проводились следующие учёты и наблюдения с использованием общепринятых методик:

- определение видового состава сорняков, их численности и формировании типа засоренности количественным методом в фазы кущения и созревания [1];
- фенологические наблюдения и определение элементов структуры урожая по методике Государственного сортоиспытания (М., 1985);
- биологическая активность почвы методом биотестирования с использованием семян и проростков тест – культур (редис, кресс-салат) [4].

Результаты исследования

К факторам, приводящим к снижению урожайности, относится наличие в посевах сорных растений. В настоящее время на полях Западной Сибири насчитывается около 300 видов сорных растений, 100 из которых редкие или случайные, а остальные массовые. Сорные растения являются обязательным (или почти обязательным) компонентом агрофитоценозов, которые при контролируемой численности вида не снижают урожая и стабилизируют обстановку в агрофитоценозе и видовым составом. Размер потерь определяется уровнем засоренности и видовым составом. Сорняки расходуют влагу и элементы питания, резерваторы болезней и вредителей [7]. Для успешного контроля над численностью сорного компонента в современном сельскохозяйственном производстве успешно применяется чередование культур в севообороте. Известно, что бессменное возделывание любой культуры приводит к увеличению количества многолетних сорных растений. Засоренность посевов в севооборотах зависит от удельной доли зерновых культур.

Обследование пшеничного агрофитоценоза проводилось дважды – в фазу кущения и в фазу созревания. Нами выявлено 16 видов сорняков, представленных как малолетними – 62,5 %, так и многолетними сорняками – 37,5 %. Максимальное число сорняков в фазу кущения наблюдалось в посевах пшеницы по однолетним травам – 27 шт/м^2. Численность сорняков в ценозе пшеницы по чистому пару не превышает

порога вредоносности. В фазу созревания фитосанитарное значение предшественников сохраняется (таблица 1).

Таблица 1 – Численность сорняков в посевах пшеницы по различным предшественникам, шт/м^2

Предшественник	Фаза кущения			Фаза созревания		
	малолетн.	многолетн.	всего	малолетн	многолетн.	всего
Чистый пар	8	1	9	7	1	8
Однолетние травы	19	8	27	16	6	22
Пшеница	15	8	23	8	4	12

Доминирование в посевных культурах яровых ранних и корнеотпрысковых сорняков позволяет нам сделать вывод о формировании ярово-корнеотпрыскового типа засоренности и что предшественник на формирование типа засорённости не влияет, только на численность.

Показателем биологической активности почвы является всхожесть и ростовые реакции тест – культур. Оценка степени почвоутомления по всхожести семян редиса и салата показала, что поля после различных предшественников имеют низкую степень почвоутомления, что свидетельствует о целесообразности их использования. Всхожесть семян редиса варьировала от 80 % до 92 %, семян салата от 74 % до 96 %. Средней степенью почвоутомления характеризуется предшественник однолетние травы при всхожести семян салата – 74 %. Проращивание семян тест-культур и длина корешков в почвенных вытяжках почв также показала низкую степень почвоутомления. Максимальный рост корней наблюдали на контроле (вода) – 8,0 см, на втором месте – длина корней в почвенной вытяжке после парового поля 7,5 см (таблица 2).

Таблица 2 – Оценка степени почвоутомления полей по всхожести и ростовым показателям тест-культур, 2010 г.

Предшественник	Всхожесть семян		Степень почвоутомления		Длина корешков см	Степень почвоутомления
	редис	салат	редис	салат		
Контроль (вода)	98	97	-	-	8,0	-
Чистый пар	92	76	низкая	низкая	7,5	93,7
Однолетние травы	80	74	низкая	средняя	6,8	85,0
Пшеница	34	86	низкая	низкая	6,5	81,2

Получение высокого урожая высокого урожая пшеницы стандартного качества возможно только при соблюдении всех элементов технологии, в том числе и предшественника. Многие исследователи отмечают роль паровых предшественников, как на формирование элементов продуктивности, так и на биологический фактор плодородия почвы [3; 6].

Низкая степень почвоутомления, наименьшая численность сорняков в посевах пшеницы после парового предшественника позволила сформировать и высокую урожайность сорту Новосибирская 29, она составила 28,3 ц/га. Урожайность пшеницы по однолетним травам сформировалась на уровне 23,1 ц/га. Максимальные показатели

элементов структуры урожая (количество сохранившихся растений, количество продуктивных стеблей на растение, число зёрен в колосе, масса 1000 зёрен) культурный компонент также формировал по предшественнику чистый пар (таблица 3).

Таблица 3 – Урожайность пшеницы и элементы её структуры, 2010 г.

Элемент структуры урожая	Предшественник		
	Чистый пар	Однолетние травы	Пшеница
Количество взошедших растений, шт/м^2	524	506	482
Количество сохранившихся растений, шт/м^2	404	398	363
Количество продуктивных стеблей, шт/м^2	414	410	399
Продуктивная кустистость	1,09	1,04	1,02
Число зёрен в колосе, шт.	24	22	22
Масса 1000 зёрен, г	35	31	30
Урожайность, ц/га	28,3	23,1	21,8

Выводы

1. Регулятором фитосанитарного состояния посева и низкой почвоутомляемости выступает чистый пар.
2. Численность сорняков в посевах возрастает от чистого пара к зерновому предшественнику. Наблюдается формирование ярово-корнеотпрыскового типа засорённости.
3. Максимальную урожайность сорт пшеницы Новосибирская 29 формировал по предшественнику чистый пар.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Доспехов Б.А. Практикум по земледелию / Б.А. Доспехов, И.П. Васильев, А.М. Туликов. – М.: Агропромиздат, 1987. – С. 220-257.
2. Иванов А.И. Оценка почвоутомления в севообороте / А.И. Иванов, А.П. Стаценко // Земледелие. – 2010. – № 2. – С.18-19.
3. Каличкин В.К. Роль предшественников в формировании агроценозов яровой пшеницы / В.К. Каличкин, М.В. Зобина // Главный агроном. – 2004. – № 1. – С.31–33.
4. Маячкина Н.В. Особенности биотестирования почв с целью их экотоксилогической оценки / Н.В. Маячкина, М.В. Чугунова // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. – 2009. – № 1. – С. 83 – 93.
5. Мелихов О.П. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование /О.П. Мелихов, Е.И. Егорова. – М.: Академия, 2007. – 288 с.
6. Стрижкова Ф.М. Влияние предшественника на формирование качества зерна яровой пшеницы / Ф.М. Стрижкова, Ю.Н. Титов // Сибирский вестник с.-х. науки. – 2007. – № 4. – С.37 – 39.
7. Чулкина В.А. Агротехнический метод защиты растений. – М.: Маркетинг, 2000. – С. 225–292.

УДК 631.81

О.И. Просянникова, Т.П. Клевлина, Т.В. Сладкова

БАЛАНС ЦИНКА ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЯРОВЫХ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В ЛЕСОСТЕПИ И СТЕПНОЙ ЧАСТИ КУЗНЕЦКОЙ КОТЛОВИНЫ

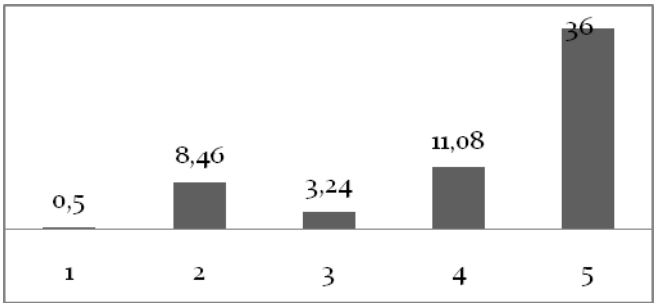
При возделывании сельскохозяйственных культур необходимо обращать внимание на сбалансированность, как макроэлементов, так и микроэлементов. Баланс микроэлементов в почве – это количественное выражение процесса, учитывающего все источники их поступления и расхода в течение определенного промежутка времени. Он включает в себя приходную и расходную части [1].

Нами произведен расчет баланса цинка при возделывании яровых зерновых по почвенным округам лесостепи и степной части Кузнецкой котловины. Планируемая урожайность принята, исходя из фактической урожайности, полученной в лучший год по климатическим условиям (за последние пять лет), по основной группе хозяйств, входящих в почвенные округа [2].

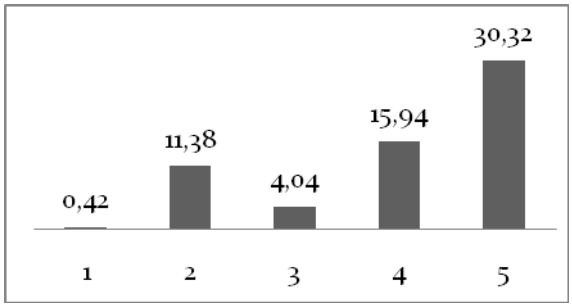
В приходную часть баланса входят следующие источники их поступления: органические и минеральные удобрения, посевной материал, пожнивные и корневые остатки, поступление с атмосферными осадками (жидкие и твердые). Поступление Zn в почву с удобрениями в лесостепи составляет 15,1 %, в степной части – 19,0 %, из них большая часть поступает с органическими удобрениями 14,3 % и 18,3 % соответственно; с корневыми и пожнивными остатками поступает 18,7 % и 25,7 % соответственно (рисунок 1).

Коэффициенты выхода корневых и пожнивных остатков относительно урожая основной продукции взяты по видам культур [3].

Лесостепь Кузнецкой котловины



Степная часть Кузнецкой котловины



Условные обозначения: 1 – минеральные удобрения; 2 – органический удобрения; 3 – семена; 4 – пожнивные и корневые остатки; 5 – атмосферные осадки

Рисунок 1 – Приходные статьи Zn, %

Следующая статья прихода Zn в балансе – поступление с посевным материалом, в лесостепи 5,5 % и в степной части 6,5 %; с атмосферными осадками поступает наибольшее количество Zn и составляет 60,7 и 48,8 % соответственно (рисунок 1, таблица 1).

Расходные статьи включают: вынос Zn урожаем основной и побочной продукции, потери за счет эрозии, с поверхностный и внутрипочвенным стоком воды. Вынос Zn урожаем зерновых культур с учетом побочной продукции составил 55,61 г/га в лесо-

степи и 60,07 г/га в степной части Кузнецкой котловины; потери за счет эрозии составили 0,09 и 0,04 % соответственно. С поверхностным и внутрипочвенным стоком воды в лесостепи выносится 12,0 %, в степной части – 6,6 % (таблица 1).

Таблица 1 – Баланс цинка при возделывании яровых зерновых культур в лесостепи и степной части Кузнецкой котловины

Статьи баланса		Лесостепь Кузнецкой котловины		Степная часть Кузнецкой котловины	
		г/га	%	г/га	%
Приход	с удобрениями.:	9,0	15,1	11,8	19,0
	минеральные	0,50	0,8	0,42	0,7
	органические, в т.ч	8,46	14,3	11,4	18,3
	навоз	1,45	2,4	1,47	2,4
	солома	7,01	11,8	9,91	16,0
	с семенами	3,24	5,5	4,04	6,5
	с корневыми и пожнивными остатками	11,08	18,7	15,94	25,7
	с атмосферными осадками	36,0	60,7	30,32	48,8
	всего	59,28	100	62,10	100
Расход	вынос урожаем	55,61	87,9	60,07	93,4
	потери за счет эрозии	0,06	0,09	0,024	0,04
	поверхностный и внутрипочвенный сток воды	7,56	12,0	4,240	6,6
	всего	63,2	100	64,3	100
БАЛАНС		–3,95		–2,23	

Баланс Zn при возделывании зерновых культур в лесостепи и степной части Кузнецкой котловины складывается отрицательный –3,95 и –2,23 г/га. Приведённые цифры свидетельствуют о необходимости внесение Zn при возделывании зерновых культур по почвенным округам.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Минеев В.Г. Агрохимия. 2-е издание переработанное. – Изд-во Московского университета, изд-во «Колос», 2004. – 719 с.

2. Сельское, хозяйство Кузбасса (муниципальные образования). Стат. сб. часть 1,2 / Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Кемеровской области. – Кемерово, 2011. – 248 с.

3. Методические указания по определению баланса питательных веществ, азота, фосфора, калия, гумуса, кальция. – М.: Изд-во ЦИНАО, 2000. – 40 с.

УДК 633.12:631.445.4

В.М. Важов

СПОСОБЫ ПОСЕВА И НОРМЫ ВЫСЕВА ГРЕЧИХИ НА ЧЕРНОЗЁМАХ ВЫЩЕЛОЧЕННЫХ ЛЕСОСТЕПИ*

Гречиха посевная (Fagopyrum esculentum Moench) занимает особое место в земледелии Алтайского края ввиду хороших биологических, хозяйственных и агротехнических качеств. В последние годы на Алтае гречихой засевается 300 тыс. га и более. Однако промышленные объёмы производства зерна этой культуры возрастают медленно из-за низкой урожайности (0,6 – 0,8 т/га), несмотря на высокие биологические возможности (2,5 – 3,0 т/га). Получение низких урожаев гречихи связано с недостаточной изученностью отдельных элементов технологии её возделывания в местных условиях. В связи с этим, цель наших исследований предусматривала изучение влияния способов посева и норм высева на урожайность гречихи посевной в лесостепной зоне Алтайского края.

Полевые исследования проводились в 2009-2011 гг. в учебном хозяйстве ГОУ «ПУ 57» Целинного района Алтайского края. Объект исследований – гречиха посевная сорта Дикуль. Площадь учётной делянки – 64 м^2, повторность опытов – 4-х кратная.

Двухфакторный полевой опыт предусматривал изучение следующих вариантов: рядовой способ посева (0,15 м), черезрядный (0,30 м) и широкорядный (0,45 и 0,60 м). Нормы высева – 2,5; 3,5; 4,5 млн. всх. зёрен на 1 га. Контролем являлся вариант рядового способа посева с нормой высева 2,5 млн. семян. Фон удобрений – N30P30K30, срок сева 5–10.06. Для опыления цветков гречихи использовали медоносных пчёл из расчёта 2–3 семьи на 1 га.

Комплексное азотно-фосфорно-калийное удобрение вносили локально при посеве сеялкой СЗП-3,6. Учёты и наблюдения – общепринятые в земледелии и растениеводстве.

Почва опытного участка представлена чернозёмом выщелоченным маломощным среднесуглинистым, содержание гумуса – 5,9 %.

Гидротермические условия в годы проведения исследований можно охарактеризовать следующим образом: по данным ГУ (Алтайский ЦГМС) М – II Целинное сумма среднесуточных температур воздуха за период от всходов до созревания гречихи в 2009 г. составила 1212 °С, в 2010 г. – 1232, в 2011 г. – 1279, при среднемноголетнем значении 1324 °С; осадков выпало, соответственно – 166, 121, 103 мм, при норме 147 мм; ГТК составил 1,36; 0,98 и 0,80 при среднемноголетнем значении 1,09. Вегетационные периоды характеризовались: 2009 г. – как влажный, 2010 г. – средне влажный и 2011 г. – умеренно засушливый.

Полученные данные позволяют проанализировать агротехнические приёмы, влияющие на всхожесть семян, обеспечивающую рост и развитие растений, их сохранность и последующий урожай зерна [1]. Исследуя показатели полевой всхожести семян и сохранности растений гречихи посевной в зависимости от способов посева можно отметить их значительные колебания по всем вариантам опыта. Самая низкая всхожесть (58 %) характерна для широкорядного посева (0,60 м), самая высокая

* Данные, приведенные в статье, получены при выполнении темы НИР: «Совершенствование землепользования в лесостепи Алтайского края на основе биологических факторов», номер госрегистрации 01 2 01 154485. Исследования выполнены в агротехнической лаборатории ФГБОУ ВПО «Алтайская государственная академия образования им. В.М. Шукшина».

(71 %) – для рядового. Широкорядный (0,45 м) и черезрядный посевы имеют примерно одинаковые показатели – 63–65 %.

Анализируя данные по сохранности растений гречихи к уборке можно сказать, что широкорядные посевы более жизнеспособны, чем черезрядный и рядовой, соответственно – 76–78 % и 65–70 %. На широкорядных посевах растения формируются более мощными, они получают достаточное количество минеральных элементов и солнечной радиации, сорняки в начале фазы бутонизации уничтожаются гербицидами. Более плотный стеблестой гречихи по названным факторам проигрывает разреженному посеву, даже чистые от сорняков посевы самозатеняются, растения в них конкурируют за питание, бывают вытянутыми и тонкими, полегают, корни развиваются плохо, в результате этого жизнеспособность таких посевов уступает широкорядным.

В ходе проделанной работы установлено, что наиболее эффективными по полевой всхожести семян и сохранности растений являются нормы высева 3,5 и 4,5 млн. зёрен на 1 га, соответственно – 63–72 % и 79–80 %. Уменьшенная норма высева (2,5 млн. всх. зёрен на 1 га), значительно уступает другим вариантам, здесь цифры обсуждаемых показателей ниже – 56 % и 75 %. Очевидно, высокие нормы высева семян улучшают конкурентную способность всходов, они лучше противостоят сорнякам.

По мнению К.А. Савицкого [5] большое производственное значение имеют широкорядные посевы гречихи, на чистых от сорняков почвах они значительно эффективнее сплошных рядовых. Листовая поверхность гречихи на широкорядном посеве в 1,3–1,4 раза больше, чем на сплошном, что способствует повышению продуктивности фотосинтеза (Фч.пр.) у растений широкорядного посева в фазе плодообразования в 1,5–1,9 раза. Наши наблюдения подтверждают эти результаты, в зависимости от ширины междурядий площадь листьев возрастает в 1,4 раза в пользу разреженного посева, увеличение нормы высева так же способствует росту ассимиляционной поверхности примерно в 1,5 раза.

Формирование площади листьев гречихи в зависимости от способа посева и нормы высева показывает, что на протяжении всей вегетации наблюдается их влияние на размер листовой поверхности. К периоду начала плодообразования этот показатель быстро нарастает, а затем увеличивается, но не существенно. Наши наблюдения говорят о том, что в условиях лесостепи Алтайского края площадь листьев гречихи в фазу плодообразования составляет 48,9 – 69,8 тыс. м^2/га (таблица 1).

Таблица 1 – Площадь листьев и продуктивность фотосинтеза посевов гречихи (средняя за 2010–2011 гг.)

Вариант	Норма высева, млн. всх. зёрен на 1 га					
	2,5		3,5		4,5	
	площадь листьев, тыс. м^2/га	Фч.пр., г/м^2 сутки	площадь листьев, тыс. м^2/га	Фч.пр., г/м^2 сутки	площадь листьев, тыс. м^2/га	Фч.пр., г/м^2 сутки
Рядовой (контроль)	32,1	3,52	41,4	4,61	48,9	5,12
Широкорядный (0,45м)	43,2	4,76	56,7	5,83	67,4	6,91
Широкорядный (0,60м)	45,6	5,13	59,8	5,92	69,8	7,34

В связи с тем, что по урожайности зерна гречихи широкорядные посевы 0,60 м уступают таковым с междурядьями 0,45 м, можно предположительно судить: солнечная радиация и питательные вещества в разреженных посевах используются на создание вегетативной массы, а не зерна.

Таким образом, создавать близкую к оптимальной площадь листьев гречихи можно различными приёмами агротехники. Подбор лучших агротехнических условий, обеспечивающих развитие листовой поверхности, имеет важное практическое значение.

Гречиха – светолюбивое растение. Чем лучше освещены её листья, тем энергичнее и больше она усваивает из воздуха углекислоту, перерабатывает её в легкоусвояемые питательные вещества [3]. В условиях почвенной засухи рост гречихи прекращается, но развитие её продолжается, причем происходит оно быстрее, чем в нормальных условиях. В результате образуются карликовые растения, которые быстро отцветают и созревают, а урожай зерна резко снижается.

По мнению М.Н. Городнего [3], на загущенных посевах верхний ярус листьев гречихи поглощает только 60–70 % солнечной радиации. Средний и нижний ярусы получают третью часть и меньше общей энергии солнечного света. В среднем ярусе широкорядного посева проникающая радиация составляет 60–80 % общей падающей, а в нижнем – 50–70 %. Разреженный посев интенсивнее использует световой режим для процессов фотосинтеза по сравнению с загущенным. Лучший по количеству и качеству урожай зерна гречихи можно получить только в посевах, обладающих оптимальной по размерам площадью листьев 40–45 тыс. $м^2$/га при нормальном ходе её наращивания. В наших исследованиях лучшей ассимилирующей поверхностью гречихи является показатель 56,7 тыс. $м^2$/га, что подтверждается данными урожайности.

Основным показателем фотосинтетической деятельности растений считается чистая продуктивность фотосинтеза, так как она непосредственно связана с урожаем. Расчёты говорят о том, что в процессе фотосинтеза гречиха может формировать за сутки до 7,34 г сухой биомассы на 1 $м^2$ листовой поверхности. При этом лучшие показатели урожайности отмечаются при среднесуточной продуктивности фотосинтеза 5,83 г сухой биомассы на 1 $м^2$ листьев гречихи.

Таким образом, сравнение показателей ассимиляционной поверхности и фотосинтетической деятельности растений гречихи между вариантами, представляет возможность сделать вывод о том, что способы посева и нормы высева оказывают важное влияние на урожай зерна, эти агротехнические приёмы можно отнести к результативным.

Фотосинтетический потенциал посевов гречихи является обобщающим показателем воздействия многих агротехнических факторов, в том числе способа посева и нормы высева. Определение степени влияния каждого фактора на величину урожая имеет существенное значение для решения многих практических вопросов по возделыванию гречихи. Н.Д. Кумскова [4] считает, что фотосинтетический потенциал гречихи может составлять от 1076 до 1439 тыс. $м^2$ дней /га, в зависимости от вносимых удобрений.

Известно, что основная причина отмирания большей части репродуктивных органов гречихи заключается в слабом снабжении их пластическими веществами [3]. Невысокая озернённость культуры обусловлена плохим питанием её цветков из-за низкой облиственности растения и одновременного развития вегетативных и генеративных частей. Продукты синтеза перемещаются в растениях к тем местам, где они потребляются – в живые ткани, и в том количестве, в котором они используются. Чем активнее жизнедеятельность организма и чем он мощнее, тем большее количество

продуктов ассимиляции поступает в растение. Если образуется много растущих органов и общая потребность их в органическом веществе превысит синтетическую деятельность ассимиляционного аппарата растения, у такого растения наблюдается недостаток продуктов ассимиляции и его растущие части голодают. При этом больше страдают органы, которые растут менее интенсивно, еще не развиты, в которые органические вещества поступают слабее. Их рост приостанавливается, но если недостаток питания длителен или постоянен, растения гибнут.

В опытах Н.Д. Кумсковой [4] высокая облиственность растений и урожайность гречихи были на посевах нормой 3 млн. всх. зёрен на 1 га. При высеве 2 млн. семян снижается выход зерна из-за недостаточной густоты стояния растений, что приводит к неэффективному использованию пашни. Нормы высева 4 и 5 млн. зёрен нерациональны, так как в таких посевах формируется избыточная вегетативная масса. Наиболее высокая масса листьев гречихи, по отношению к массе растений, наблюдалась в фазу бутонизации. Затем облиственность растений к началу цветения снижалась более чем в два раза, достигала минимального значения в фазу созревания. На делянках удобренных азотом, снижение её более интенсивное, чем на контроле и других фонах. В этом варианте облиственность к моменту созревания равнялась 13,3 %, вместо 18,6 % на контроле. Полученные нами показатели не противоречат результатам исследований данного автора.

Наши наблюдения говорят о том, что максимального значения фотосинтетический потенциал гречихи достигает в разреженном травостое в фазу плодообразования. При широкорядном способе посева (0,45 м) нормой высева 3,5 млн. зёрен он составил 1,67 млн. м^2/сут. на 1 га (таблица 2).

Таблица 2 – Фотосинтетический потенциал и облиственность гречихи (средние за 2010-2011 гг.)

Вариант	Норма высева, млн. всх. зёрен на 1 га					
	2,5		3,5		4,5	
	фотосинт. потенциал	облиственность	фотосинт. потенциал	облиственность	фотосинт. потенциал	облиственность
Рядовой (контроль)	1,20	10,1	1,27	14,4	1,45	16,0
Широкорядный (0,45м)	1,43	11,6	1,67	15,7	1,79	17,2
Широкорядный (0,60м)	1,70	13,0	1, 86	17,3	1,87	19,8
Примечание: фотосинтетический потенциал в млн. м^2/сут. на 1 га; облиственность – в %.						

Более высокая масса листьев по отношению к массе растений гречихи отмечена нами в фазу бутонизации – 39,7–51,2 % в зависимости от способа сева и нормы высева. Во время цветения облиственность снижается примерно в 2 раза на всех вариантах и минимального значения достигает в фазу плодообразования – созревания. Её показатели в этот период не превышают 20 %.

Таким образом, урожай гречихи определяется благоприятным сочетанием метеорологических приёмов и агротехнических условий, в частности способом сева и нормой высева, наиболее подходящих биологическим потребностям этой культуры. По-

этому при правильной организации агротехнического комплекса можно получить высокие урожаи зерна вследствие хороших показателей фотосинтеза.

Анализ эффективности междурядий за годы исследований, говорит о преимуществе широкорядного посева гречихи (0,45 м) при всех изучаемых нормах высева [2]. На вариантах широкорядного посева (0,45 м), в зависимости от норм высева, получена лучшая прибавка урожая – от 0,22 до 0,38 т/га (21–36 %). Средняя урожайность зерна здесь составила 1,26 – 1,42 т/га, по годам исследований она существенно варьировала – от 1,08 т/га в 2009 г., до 1,69 т/га в 2011 г. Это объясняется сложившимися погодными условиями, которые оказали хорошее влияние на опылительную деятельность пчёл. Лучшее опыление гречихи отмечено в 2011 г., когда получен максимальный урожай зерна.

Изучение эффективности норм высева говорит о преимуществе вариантов 3,5 млн. всх. зёрен на 1 га на всех изучаемых способах посева. Прирост урожая в этом случае наиболее высокий и составил 0,16 – 0,38 т/га (15–36 %). На варианте 2,5 млн. всх. зёрен на 1 га получена прибавка от 0,13 до 0,22 т/га (11–17 %); на варианте 4,5 млн. зёрен – от 0,09 до 0,24 т/га (9–23 %).

Таким образом, проведенные исследования на чернозёмах выщелоченных в лесостепной зоне Алтайского края говорят о высокой эффективности широкорядного посева гречихи (0,45 м), нормой 3,5 млн. всх. зёрен на 1 га.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Важов, В.М. Вопросы агротехники гречихи в лесостепном земледелии Алтая / В.М. Важов // Вестник РАЕН. – 2012. – Вып. 14. – С. 171 – 178.

2. Важов, В.М. Влияние условий выращивания на урожайность гречихи в колочной лесостепи Алтая / В.М. Важов, А.В. Одинцев, В.Н. Козил // Международный журнал экспериментального образования. – 2012. – № 5. – С. 25 – 27.

3. Городний, Н.М. Ботаническая и биологическая характеристика гречихи / Н.М. Городний. – Киев, 1980 . – С. 6 – 45.

4. Кумскова, Н.Д. Гречиха / Н.Д. Кумскова. – Благовещенск, 2004. – С. 19 – 104.

5. Савицкий, К.А. Гречиха / К.А. Савицкий. – М.: Колос, 1970. – 312 с.

УДК 633.2.031/.033

Д.М. Панков

ОСОБЕННОСТИ ОПЫЛИТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ МЕДОНОСНЫХ ПЧЁЛ НА ПОСЕВАХ ЭНТОМОФИЛЬНЫХ КУЛЬТУР*

Известно, что посещая цветки для сбора нектара и пыльцы, насекомые-опылители выполняют одновременно и другую работу. Энтомофильные культуры для образования семян нуждается в опылении при помощи насекомых. Дикие насекомые, совершающие эту работу, не всегда и не везде обеспечивают полный урожай. Из диких опылителей растений наибольшую пользу приносят некоторые одиночные пчёлы и шмели. Однако семьи шмелей небольшие и количество их непостоянно. К тому же, готовясь к зиме, все рабочие особи отмирают, перезимовывает лишь плодная матка. Когда возникает необходимость опыления посевов энтомофильных культур, в шмелиной семье рабочих особей ещё очень мало. В литературе приводятся сведения о том, что шмели обеспечивают в среднем потребность растений в насекомых-опылителях лишь на четверть того количества, которое нужно для получения полного урожая.

Большая часть диких насекомых является слабыми опылителями, так как они собирают нектар и пыльцу для разового использования, поедают её немедленно и посещают цветки нерегулярно. Многие насекомые имеют гладкую поверхность тела, и цветочная пыльца к ним прилипает плохо. В ряде случаев диких опылителей в природе оказывается так мало, что если бы отсутствовали медоносные пчёлы, то хозяйственно значимый урожай семян перекрёстноопыляемых сельскохозяйственных культур получить было бы затруднительно. Хотя С.Г. Богоявленский с соавт. (1976) считают, что минимальным урожаем растения обязаны диким опылителям, поскольку они всегда находятся в поле и им принадлежит роль «первооткрывателей» в опылении цветка. Тем не менее, медоносные пчёлы, как опылители, имеют огромное преимущество перед дикими. Нами установлено, что культурные пчёлы выполняют более 80 %0 всей опылительной работы на посевах бобовых трав, гречихи. Следовательно, урожайность этих культур находится в прямой зависимости от интенсивности перекрёстного опыления растений медоносными пчёлами.

Наши выводы подтверждаются исследованиями С.Г. Богоявленского с соавт. (1976), которые также считают, что получение высокого урожая семян бобовых трав, в частности эспарцета, зависит от опылительной деятельности медоносных пчёл. По сведениям этих авторов, от самоопыления в лучших условиях можно получить 15–30 кг/га семян, так как нижняя граница обсеменённости эспарцета, выражающаяся при самоопылении, составляет 1–2 %, в то время как пчелоопыление способствует росту урожайности до 1500 кг/га и более. Кроме того, при самоопылении снижается качество семян и жизнеспособность сформировавшихся из них растений.

* Результаты исследований, приведённые в статье, получены при выполнении тем НИР:

- «Исследование зависимости продуктивности агрофитоценозов сельскохозяйственных культур от пчелоопыления на чернозёмах выщелоченных лесостепной зоны Алтайского края». Номер государственной регистрации 01 2 01 177175;
- «Совершенствование землепользования в лесостепи Алтайского края на основе биологических факторов», номер госрегистрации 01201154485.

На основании наших наблюдений можно сделать вывод о том, что среди насекомых, работающих на цветках эспарцета, лучшими опылителями являются медоносные пчёлы. Они при посещении цветка эспарцета, чтобы добраться до нектара, при помощи усилий конечностей отгибают лодочку и в этот момент в образовавшуюся полость в цветке помещают переднюю часть своего тела, при этом касаясь своим опушением генеративных органов цветка, спрятанных в лодочке. Подобную работу выполняют шмели. Отмечена особенность в работе медоносных пчёл на соцветиях, имеющих форму изгиба, что является следствием полегания травостоя – насекомые вскрывали не значительное количество цветков, при этом, приземляясь на край лодочки, собирали только пыльцу. При попытке раскрыть цветок, лодочка практически не смешалась, иногда зажимая насекомое между наружными частями цветка. Шмели также менее охотно посещали цветки данных соцветий.

Медоносные пчёлы благодаря общественной жизни, более выгодным условиям воспроизводства и низким энергетическим затратам на поиск пищи выигрывают у шмелей и одиночных пчёл. Кроме того, они, по сравнению с дикими опылителями, более адаптированы к сбору нектара с менее продуктивных растений (И.Н. Мишин, 2005).

Многие дикие перепончатокрылые, как правило, имеют меньший размер тела, чем культурные пчёлы. При посещении цветка эспарцета они в большинстве случаев, не сдвигая лодочку вниз, проникают в цветок до нектарников, либо, приземляясь на край лодочки, собирают пыльцу, в результате чего не происходит контакта тела насекомого с пестиком и тычинками цветка.

Чешуекрылые также практически не вскрывают цветки эспарцета. Без усилий добраться до нектара им позволяет длинный хоботок.

Мухи посещают в основном цветки эспарцета после обильной работы на них медоносных пчёл. Они, приземляясь на внутреннюю сторону паруса, собирают хоботком углеводную пищу, частички которой оставляют пчёлы при извлечении нектара из трубочки цветка.

Цветок у эспарцета является органом размножения. Наиболее важные части цветка – это завязь и тычинки. Завязь заключает в себе семяпочки, в которых скрыты микроскопические женские половые клетки. По направлению вверх завязь переходит в тонкую часть – столбик, который сверху образует расширение – рыльце, предназначенное для приёма цветочной пыльцы при опылении. Всё вместе взятое – завязь, столбик и рыльце – составляет пестик, представляющий собой женский орган цветка, из которого после оплодотворения развивается плод. Мужское начало в цветке представлено тычинками, на конце которых расположены мешкообразные пыльники, содержащие пыльцу (А.Ф. Губин, 1978; В.В. Жуков, 1990). Оплодотворение у эспарцета песчаного происходит следующим образом: после того, как пыльники созрели, они раскрываются и содержащаяся в них пыльца переносится на рыльце пестиков других растений эспарцета. Попав на рыльце, цветочная пыльца выпускает тонкую нитевидную трубочку, которая входит в рыльце, по столбику доходит до завязи и семяпочек. Затем мужское ядро, находящееся в пыльцевой трубочке, сливается с яйцеклеткой. Происходит оплодотворение, в результате которого развиваются плод и семена.

Привлекаемые нектаром насекомые при посещении цветков приходят в соприкосновение с пыльниками и рыльцами, причём пыльца вследствие липкости пристаёт к телу насекомых и разносится ими по другим цветкам. Эспарцет практически не завязывает семян при самоопылении, он требует обязательного опыления насекомыми,

без которых не даёт урожая семян, потому что цветочная пыльца эспарцета вследствие своей тяжести и липкости не может переноситься ветром (Е.Г. Пономарёва, 1973).

Для предупреждения самоопыления у эспарцета имеется ряд биологических механизмов, обеспечивающих перекрёстное опыление. Например, в то время как пыльники в цветке созрели, рыльце ещё не готово к приёму пыльцы, и, наоборот, к моменту зрелости рыльца, пыльники в том же цветке завядают. В результате оплодотворение у эспарцета оказывается возможным лишь при попадании пыльцы с других цветков. При этом разновременное созревание пыльников и рылец сопровождается перемещениями тычинок и столбика, место пыльника занимает рыльце. Насекомые, посещающие цветки в разных стадиях цветения, прикасаются благодаря этому перемещению одними и теми же частями своего тела, то к зрелым пыльникам, то к рыльцам более старых цветков. Тело пчёл покрыто волосками, что способствует прилипанию к ним пыльцы, поэтому нередко можно видеть пчёл, покрытых сплошь цветочной пыльцой. Исследования Е.В. Дейнеко (1985) показали, что у донника – бобовой культуре, по кормовой и нектароносной ценности малоуступающей эспарцету, в связи с его самофертильностью самоопыление также затруднено.

Цветки эспарцета имеют приспособления, которые заставляют задуматься о глубокой экологической связи, существующей между растениями и насекомыми. Рисунок 1 даёт представление такой связи между эспарцетом и пчёлами. На рисунке 1, а показан нераскрытый цветок эспарцета *1*, в лодочке которого скрыты генеративные органы цветка; цветок эспарцета после посещения медоносной пчелой *2*, лодочка которого, после раскрытия цветка, занимает своё первоначальное положение; *3* показано положение частей цветка в момент его посещения пчелой (в ходе эксперимента лодочка искусственно зафиксирована в положении как в случае посещения цветка пчелой). На рисунке 1, б демонстрируется работа медоносной пчелы на цветке эспарцета: в момент раскрытия цветка пчелой, чтобы добраться до нектара, пестик и тычинки *4* контактируют с телом насекомого. Такая особенность биологии цветка эспарцета не позволяет получить высокую завязываемость семян при искусственном опылении культуры.

а б

Рисунок 1 – Приспособление в цветке эспарцета песчаного, обеспечивающее перекрёстное опыление при помощи насекомых (фото Д.М. Панкова)

Успешность опыления находится в большой зависимости от внешних условий: в холодную погоду пыльца прорастает с трудом, а при ненастной погоде пыльцевые

зёрна быстро впитывают в себя воду и лопаются. Опыты А.Ф. Губина (1978), проведённые с эспарцетом песчаным, показали, что при опылении сухой пыльцой его успешность составила 38 %, опыление смоченной пыльцой снизило данный показатель до 11 %. Такие же результаты дало сравнение успешности опыления утром (от 7 до 8 ч.), когда в цветках сохраняется ещё ночная роса, и днём (от 15 до 16 ч.). Успешность опыления утром составила 14,9 %, днём – 25,2 %.

Нами установлено, что из насекомых, активно посещающих цветки эспарцета, первое место занимают медоносные пчёлы. В процентном соотношении это выглядит следующим образом: медоносные пчёлы – 82 %, шмели и одиночные перепончатокрылые – 14 %, прочие насекомые – 4 %.

Жуки, клопы, тли, трипсы и другие насекомые почти не производят опыление, а обычно причиняют вред, так как повреждают растения. Некоторую пользу приносят цветочные мухи – сирфиды и некоторые бабочки. Из перепончатых почти бесполезными являются короткохоботные осы, блестяки, орехотворки, наездники и пильщики. Настоящие осы и виды пчёл с короткими хоботками оказывают больше пользы, но всё же первое место в опылении принадлежит медоносным пчёлам. В таблице 1 приведены данные посещаемости пчёлами цветков эспарцета. Наблюдения проводили с 9 до 17 часов, то есть в момент, когда лётная деятельность пчёл наиболее активна. Кроме того, в этот промежуток времени эспарцет выделяет достаточное количество нектара, удовлетворяющее собирательную потребность пчёл-сборщиц.

По нашим подсчётам одна медоносная пчела в среднем за одну минуту посещает около 25 цветков эспарцета, что существенно выше, чем на травостоях люцерны – 18-19 цветков. На наш взгляд, это связано с затратами времени на раскрытие цветка люцерны и доступа насекомого к нектару, в то время как при работе на цветках эспарцета пчёлы такие трудности не испытывают.

Таблица 1 – Посещаемость медоносными пчелами цветков эспарцета песчаного в течение дня (средняя за одно наблюдение) (среднее 2000-2002 гг.)

Показатель	Время				
	9 ч.	11 ч.	13 ч.	15 ч.	17 ч.
Количество пчёл на 10 м^2 посева	341	382	395	353	302

По данным С.Г. Богоявленского с соавт. (1976), в условиях Украины продолжительность работы диких опылителей в течение дня на 1 час выше, по сравнению с медоносными пчёлами. В наших исследованиях подобной закономерности не отмечено.

По их сведениям часто можно наблюдать, когда под тяжестью шмеля, посещающего соцветие эспарцета, цветоносы пригибаются почти до поверхности земли. Шмель энергичными движениями передних лап очень быстро и последовательно раскрывает один цветок за другим, подбирая их под себя. После его посещения цветки приобретают помятый вид и медоносные пчёлы такие цветки посещают неохотно.

В наших исследованиях подобной закономерности не отмечено. Шмели при посещении цветков эспарцета не создают конкуренции медоносным пчёлам. В результате достигается необходимая кратность переноса пыльцы и, как следствие, возрастает вероятность оплодотворения цветка.

С.Г. Богоявленский с соавт. (1976) также отмечают, что относительно низкая температура воздуха в утренние, вечерние и другие часы дня, а так же ненастная погода в

меньшей степени влияют на посещаемость эспарцета шмелями, чем на работу медоносных пчёл. В наших исследованиях прослеживается подобная закономерность.

По нашим расчётам, для достаточной полноты опыления травостоев эспарцета нужно иметь пасеки из расчёта как минимум четыре-шесть пчелиных семей на каждый гектар посева. При организации опыления пчёлами полей эспарцета необходимо соблюдать следующие условия: использовать сильные пчелосемьи, подвозить пчёл к посевам цветущих растений в строго определённые сроки, содержать на опыляемом участке достаточное для опыления количество пчёл, правильно размещать их на посевах цветущих растений, учитывать особенности опыления эспарцета. Количество пчелиных семей и размеры пасек для опыления эспарцета зависят от его биологических особенностей и посевной площади, занятой им. Нужно, чтобы пчёлы посетили каждый опыляемый цветок не менее 6 раз для достижения возможностей избирательного оплодотворения и завязывания семян.

Подготовку пчёл к опылению эспарцета осуществляют по аналогии с подготовкой к медосбору. В семье должна быть плодная матка, разновозрастный расплод, достаточное количество кормов. Семьи необходимо подготовить сильными, чтобы они могли справиться с опылением. После зимовки пчелосемьи имеют разную силу. Поэтому в зависимости от развития пчелосемьи важно правильно выбрать способ их содержания. Это достигается за счёт разработанного нами «Способа повышения продуктивности работы пчёл (патент РФ № 2461190). В результате без особого труда можно нарастить силу пчелосемей, используемых для опыления энтомофильных сельскохозяйственных культур.

Пчёлы живут большими семьями, численность рабочих особей достигает к периоду цветения эспарцета нескольких десятков тысяч (50-80 тыс. шт. и более). Такие семьи способны собрать большое количество нектара и пыльцы для собственного питания, выращивания расплода и создания кормовых запасов на зиму, а также для получения товарного мёда. По сведениям С.Е. Чернышова (1995) за один вылет пчела облетает 90–150 цветков эспарцета, за день – до 4000, а все лётные рабочие пчёлы сильной семьи посещают до 50-60 млн. цветков в день. Это положительно сказывается на семенной продуктивности культуры.

Пчелиные семьи представляется возможным подвозить непосредственно к цветущим полям эспарцета, тем самым повышая эффективность их лётной деятельности, управляя процессом опыления.

Иногда можно обнаружить отсутствие бобиков в нижней зоне соцветий эспарцета. По мнению С.Г. Богоявленского с соавт., (1976), одной из причин этого является недостаток или отсутствие насекомых опылителей при неблагоприятной для их лёта погоде или запоздалой подвозке пчёл к посевам.

По данным Л.Л. Колосовой с соавт. (1979), опыление эспарцета при помощи медоносных пчёл повышает обсеменённость растений, как правило, до 50 %. Чаще всего остаётся необсеменённой верхняя часть соцветия. По мнению авторов это связано как с нехваткой питательных веществ, так и с работой пчёл на эспарцете. Большая обсеменённость соцветий верхнего яруса обусловливается, вероятно, как их мощностью, так и лучшим расположением для опыления пчёлами.

Следовательно, опыление пчёлами эспарцета является обязательным элементом агротехнического комплекса для получения высоких урожаев его семян и снижения себестоимости получаемой продукции.

Наиболее благоприятными для пчелоопыления гречихи являются температура воздуха +18…+23 °С, относительная влажность – 59–71 %. Слабо пчёлы посещают гре-

чиху при средней температуре воздуха ниже +15 °С и выше +23 °С, относительной влажности ниже 50 % и выше 80 %. Если в первую половину дня наблюдается туман, холодный ветер, низкая температура, высокая относительная влажность воздуха, пчёлы посещают цветки гречихи преимущественно с 13 до 16 час. В такие дни лёт пчёл на гречихе незначительный. Средняя масса обножки гречихи, собранная пчёлами в благоприятные годы составляет 10,1 мг, в неблагоприятные – только 7,0 мг (Рекомендации…, 1993). В лесостепи Алтая при благоприятных погодных условиях пчёлы активно посещают посевы гречихи в первую половину дня (таблица 2).

Таблица 2 – Посещаемость цветков гречихи медоносными пчелами, шт./10 м^2 посева (средняя за 2010-2011гг.)

Способ посева	Количество пчёл				
	8-9 ч.	11-12 ч.	13-14 ч.	15-16 ч.	17-18 ч.
Рядовой (контроль)	56	102	132	81	34
Черезрядный	63	145	167	124	45
Широкорядный (0,45)	76	237	253	210	53
Широкорядный (0,60 м)	82	251	268	231	60

Нами установлена определённая закономерность посещаемости пчёлами цветков гречихи в течение дня. Так, в ранние утренние часы количество насекомых не большое и почти не отличается по способам посева (56–82 особи). К полудню оно резко возрастает с существенными различиями по вариантам посева, достигая максимума в 13–14 часов (132–268 особей), затем уменьшается, особенно в вечерние часы.

Е.С. Чарыков (2004) приводит сведения, что фуражирующая активность медоносных пчёл и диких пчелиных в основных посевах находилась в высокой зависимости от динамики цветения растений гречихи r = 0,66–0,90. В промежуточных посевах лёт опылителей в посевах гречихи определялся погодными условиями, связи с динамикой цветения не установлено.

Таким образом, для получения высокого урожая зерна гречихи необходимо максимально вовлечь медоносных пчёл в опыление культуры, особенно в обеденные часы. В это же время наблюдается повышение температуры в улье, как правило, от воздействия прямых солнечных лучей на его стенки. В результате, существенная часть пчёл отвлекается на поддержание микроклимата в улье. Предложенный нами «Способ создания благоприятных условий для жизнедеятельности медоносных пчёл» (патент РФ № 2440722) снимает обозначенную проблему, что позволяет существенно увеличить урожайность зерна гречихи (до 4 ц/га) за счёт интенсификации пчелоопыления, при этом мёдопродуктивность улья возрастает до 40 %. Это положительно сказывается на рентабельности возделывания культуры.

Изучение закономерностей роста и развития фацелии (2011 г.) позволили отметить некоторые особенности в интенсивности работы медоносных пчёл на её посевах в зависимости от метеорологических условий. При сроке посева 1-5 июня на рядовом посеве (0,15 м) всходы отмечены 8 июня. Через 6 дней высота растений достигла 4-5 см, наблюдалось формирование 4 листочков. В начале третьей декады июня длина корня составила 5–6 см, стебля – 10–11 см, на котором развивалось 4 побега. В конце третьей декады длина корня превысила 10 см, стебля – 20 см, первых листьев 17 см, на стебле развивалось ещё 2 побега. В начале второй декады июля наступила фаза бутонизации, биометрические показатели фацелии характеризовались следующими значениями: длина корня – 12–13 см, стебля – 44–46 см, первых листьев – 40–42 см. На

стебле развивались 10 побегов. В начале третьей декады июля длина корня увеличилась до 22–24 см, стебля – до 70–75 см, первых листьев – до 80–83 см. На стебле формировалось 16 побегов. В середине этой декады наступила фаза цветения, изменения в биометрических показателях проявились в следующем: длина корня составила 25–26 см, стебля – 76–77 см, первых листьев – 90–91 см. На стебле развивалось 18 побегов. Обильное цветение отмечено 1 августа. При следующем измерении (10 августа) биометрические показатели составили, соответственно – 27–28 см; 78–80 см; 92–93 см и 19 побегов.

Наблюдения за посещаемостью медоносными пчёлами цветков фацелии (из расчёта 3–4 пчелосемьи на 1 га) проводили в безоблачную и безветренную погоду с температурой воздуха +25…+28 ºС (13 и 25 августа), в безоблачную и маловетреную (3 м/с) погоду с температурой воздуха +25…+28 ºС (21 августа) и в малооблачную ветреную (15 м/с) погоду с температурой воздуха +10…+15 ºС (18 августа) (таблица 3).

Таблица 3 – Посещение медоносными пчёлами цветков фацелии (на 1 соцветии шт./мин) (2011 г.)

Время наблюдения, ч	Погодные условия		
	безоблачная и безветренная погода с температурой воздуха +25…+28ºС	безоблачная и маловетреная погода с температурой воздуха +25…+28ºС	малооблачная ветреная погода с температурой воздуха +10…+15ºС
10	5	4	1
12	8	5	3
15	5	3	2
18	7	6	5

Дальнейшее изучение особенностей роста и развития фацелии позволило получить следующие показатели: 20 августа длина корня составила 28–29 см, стебля – 79–81 см, первых листьев – 94–95 см. Количество развитых побегов на стебле осталось прежним – 19. В конце третьей декады августа данные показатели существенно не изменились, составили, соответственно – 28–29 см; 80–81 см; 94–95 см и 19 побегов. На одном соцветии отмечено формирование 36–38 семян.

Таким образом, на интенсивность опылительной деятельности медоносных пчёл определённое влияние накладывают как природные факторы, так и вмешательство человека. Последнее, при правильном подходе, положительно сказывается не только на продуктивности пчелосемей, но и опылении энтомофильных растений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Богоявленский С.Г. Эспарцет и опыление его пчёлами [Текст] / С.Г. Богоявленский, С.А. Розов, А.К. Терещенко – М., 1976. – 345 с.

2. Мишин И.Н. Конкуренция между опылителями в медовом балансе пасеки [Текст] / И.Н. Мишин // Пчеловодство – 2005. – № 1. – С. 4-6.

3. Губин А.Ф. Наши медоносы – эспарцет [Текст] / А.Ф. Губин // Пчеловодство. – 1978. – № 2. – С. 11–13.

4. Жуков В.В. Раннеспелый медонос – эспарцет [Текст] / В.В. Жуков // Пчеловодство. – 1990. – № 5. – С. 16–18.

5. Пономарёва Е.Г. Кормовая база пчеловодства и опыление сельскохозяйственных растений [Текст] / Е.Г. Пономарёва. – М.: Колос, 1973. – 256 с.

6. Дейнеко Е.В. Исследование самофертильности в популяциях двух видов донников [Текст] / Е.В. Дейнеко // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 1985. – № 5. – С. 105–106.

7. Панков Д.М. Способ повышения продуктивности работы пчёл / Патент № 2461190 Российская Федерация МПК RU 2 461 190 C1 A01K 47/00 (2006.01) / Д.М. Панков, Р.В. Ломовских / патентообладатель Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Алтайская государственная академия образования имени В.М. Шукшина». – № 2011105652; заявл. 15.02.2011; опубл. 20.09.2012, Бюл. № 26.

8. Чернышов С.Е. Пчеловодное дело [Текст] / С.Е. Чернышов. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 1995. – 319 с.

9. Колосова Л.Д. Зависимость фертильности эспарцета песчаного от способов опыления [Текст] / Л.Л. Колосова, В.И. Коваленко, В.К. Шумный // Известия Сибирского отделения академии наук СССР: Серия биологических наук. Вып. 3. – Новосибирск: Изд-во «Наука» Сиб.отд-е, 1979. – № 15. – С. 44-49.

10. Рекомендации по технологии возделывания гречихи посевной как медоносной культуры. – СПб., 1993. – 29 с.

11. Чарыков Е.С. Хозяйственно-биологическая оценка сортов гречихи в основных и промежуточных посевах в условиях зоны неустойчивого увлажнения Ставропольского края [Текст]: дисс… канд. с.-х. наук 06.01.09. – растениеводство. – Ставрополь, 2004. – 167 с.

12. Панков Д.М. Способ создания благоприятных условий для жизнедеятельности медоносных пчёл / Патент № 2440722 Российская Федерация МПК RU 2 440 722 C2 A01K 47/00 (2006.01) / Д.М. Панков / патентообладатель Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Алтайская государственная академия образования имени В.М. Шукшина». – № 2010113464; заявл. 06.04.2010; опубл. 27.01.2012, Бюл. № 3.

УДК 636.4.082

А.П. Гришкова, Н.А. Чалова, Н.Л. Третьякова

ВНЕДРЕНИЕ НОВЫХ СЕЛЕКЦИОННЫХ ПРИЕМОВ И МЕТОДОВ В ПЛЕМЕННОЙ РАБОТЕ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ПРОДУКТИВНЫХ КАЧЕСТВ СВИНЕЙ КРУПНОЙ БЕЛОЙ ПОРОДЫ

Анализ исследований последних лет по использованию на промышленных предприятиях отечественных пород свиней показал, что в большинстве систем скрещивания в качестве материнской основы используется крупная белая порода свиней отечественной селекции, которая по своей стрессоустойчивости, крепости конституции и высоким воспроизводительным качествам превосходит многие отечественные и зарубежные породы (Клёмин В.П. и др., 2006; Соловых А. и др., 2007; Бекенев В.А. и др., 2012). В то же время является очевидным, что дальнейшее совершенствование этих животных в мясном направлении наряду с методами внутрипородной селекции допускает использование животных зарубежной селекции в вводном скрещивании и

обязательное испытание полученных популяций на сочетаемость с породами свиней мясного направления продуктивности в современных технологических условиях крупного промышленного комплекса. Таким образом, совершенствование откормочной и мясной продуктивности свиней крупной белой породы является первостепенной задачей при производстве высококачественной свинины с высокой ее рентабельностью.

В условиях племрепродуктора ООО СПК «Чистогорский» Кемеровской области создается новая популяция свиней крупной белой породы с улучшенными мясными и откормочными качествами. Совершенствование откормочных и мясных качеств свиней крупной белой породы осуществляется на основе вводного скрещивания с хряками пород йоркшир, крупной белой английской (PIC) и французской селекции, имеющих выраженный потенциал высокой откормочной и мясной продуктивности и хорошие воспроизводительные качества маток.

Экспериментальная часть исследований по созданию новой популяции свиней крупной белой породы с улучшенными мясными и откормочными качествами выполняется в условиях ООО СПК «Чистогорский» Кемеровской области в соответствии с разработанной схемой по вводному скрещиванию и целевого стандарта для создания новой заводской линии в крупной белой породе свиней. Для выполнения данной работы были приобретены чистопородные хряки породы йоркшир из племзавода «Юбилейный» Тюменской области в количестве 20 голов и хряки крупной белой породы английской (PIC) и французской селекции в количестве 10 голов соответственно из Польши и Франции.

При проведении вводного скрещивания отбор особей для дальнейшего использования осуществлялся в соответствии с требованиями целевого стандарта.

Целевой стандарт для заводской линии в крупной белой породе свиней

Показатели роста и развития животных	Хряки	Матки
Живая масса, кг	300–310	230–240
Длина туловища, см	180–183	160–165
Продуктивность маток		
Многоплодие , гол.	11,0	
Молочность, кг	56,0 и более	
Откормочная и мясная продуктивность		
Возраст достижения живой массы, дн.	160,0	
Затраты корма на 1 кг прироста, корм.ед.	2,70	
Среднесуточный прирост, г	850	
Толщина шпика над 6–7 грудными позвонками, мм	20,0	
Масса задней трети полутуши, кг	11,0	
Площадь «мышечного глазка», см^2	40,0	
Выход мяса в туше, %	60,0	

Выращивание ремонтного молодняка осуществляли на сбалансированных рационах. Развитие ремонтного молодняка оценивали по результатам взвешивания, взятия промеров туловища и измерения толщины шпика над 6–7 грудными позвонками шпикомером «RENKO» (ультрозвуковый сканер). Оценка ремонтного молодняка и

отбор для дальнейшего воспроизводства осуществляли по результатам собственной продуктивности с учетом скороспелости и толщины шпика.

Биометрическую обработку результатов исследований проводили по методике Е.К. Меркурьевой (1970). Полученные результаты обрабатывали при помощи пакета данных Excel.

К 2011 году сформирована генеалогическая структура стада нового создаваемого типа в крупной белой породе свиней. В результате проведенной работы структура стада состоит из 9 линий хряков, в том числе сохранены две линии чистопородных животных крупной белой породы отечественной селекции – Го и Свата. На основании использования хряков породы йоркшир созданы линии Йорка и Йомана, животных PIC – Пилота и Полюса, хряков французской селекции – Филина, Факела и Флокса.

Для разведения «в себе» отобраны помеси F_2, отвечающие требованиям целевого стандарта, которым предусматривалось получение животных с улучшенными показателями откормочной и мясной продуктивности и сохранении высоких адаптационных и воспроизводительных свойств, характерных для свиней крупной белой породы отечественной селекции.

Отбор ремонтного молодняка для дальнейшего использования осуществляется на основе использования селекционного индекса, в который включены два основных селекционируемых признака – скороспелость (возраст достижения животным массы 100 кг, дней) и прижизненная толщина шпика (на уровне 6-7 грудных позвонков, мм).

В 2011 году была проведена оценка собственной продуктивности 839 голов свиней создаваемого типа.

При пересчете всех показателей на единую живую массу 100 кг скороспелость в среднем по всем оцененным животным составила 203,1 дней, при этом толщина шпика и длина туловища получена на уровне 21,0 мм и 120,7 см соответственно (таблица 1). Наибольший размах по селекционному индексу получен в группе КБхPIC – 1,12, наименьший 0,79 у помесей от хряков французской селекции.

Таблица 1 – Оценка ремонтного молодняка по данным собственной продуктивности

Сочетание	Линия	Скороспелость, дней	Толщина шпика, мм	Длина туловища, см
КБхКБ	Го	203,2±3,24	20,2±0,63	121,3±0,61
n=230	Свата	203,7±1,47	20,3±0,43	121,4±0,36
В среднем по чистопородным		203,5	20,3	121,4
КБхЙ	Йомен	205,5±2,0	21,4±0,60	120,1±0,53
n=100	Йорк	205,7±4,21	23,8±1,80	117,8±0,73

Продолжение таблицы 1

Сочетание	Линия	Скороспелость, дней	Толщина шпика, мм	Длина туловища, см
В среднем по двум линиям		205,6	22,6	119,0
КБхРIС n=185	Полюс	202,8±1,92	22,9±0,47	119,7±0,43
	Пилот	211,5±1,79	21,7±0,60	120,0±0,38
В среднем по двум линиям		207,2	22,3	119,9
КБхКБф n=324	Филина	198,9±1,16	20,70±0,46	121,4±0,30
	Факела	199,3±2,07	19,7±0,60	121,2±0,40
	Флокса	200,5±2,04	21,5±0,53	119,4±0,48
В среднем по трем линиям		199,6	20,6	120,7
В среднем n=839		203,1±0,65	21,0±0,19	120,7±0,15

Наибольшую значимость для улучшения селекционных признаков имеют скороспелость и толщина шпика, селекционное давление по которым осуществляется не однозначно и составляет 20 % и 30 % соответственно.

При создании новой популяции животных разведение полученных помесей осуществляется с уровнем браковки 50 % свинок и 80 % хряков. Характеристика отобранного в 2011 году для дальнейшего воспроизводства молодняка представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Характеристика отобранного для воспроизводства молодняка свиней

Сочетание	Линия	Скороспелость, дней	Толщина шпика, мм	Длина туловища, см
КБхКБ n=126	Го	194,1±4,99	16,8±0,65	120,6±0,91
	Сват	199,5±1,85	16,5±0,40	121,7±0,49
В среднем по чистопородным		196,8	16,7	121,2
КБхЙ n=50	Йомен	201,3±2,5	17,1±0,51	119,8±0,74
	Йорк	206,5	17,8	116,5

Продолжение таблицы 2

Сочетание	Линия	Скороспелость, дней	Толщина шпика, мм	Длина туловища, см
В среднем по двум линиям		203,9	17,5	118,2
КБхРІС n=71	Полюс	195,2±2,25	18,4±0,57	120,6±0,81
	Пилот	203,2±2,30	16,3±0,63	121,5±0,58
В среднем по двум линиям		199,2	17,4	121,1
КБхКБф n=171	Филин	196,0±1,49	16,1±0,45	121,8±0,46
	Факел	194,0±2,46	16,4±0,58	121,6±0,51
	Флокс	194,9±2,74	18,4±0,56	119,5±0,71
В среднем по трем линиям		195,0	17,0	121,0
В среднем n=418		197,7±0,86	16,8±0,19	121,1±0,22

В среднем у всех отобранных в 2011 году (n=418 гол.) животных скороспелость составила 197,7 дней, толщина шпика – 16,8 мм, длина туловища – 121,1 см.

Лучшей скороспелостью характеризуются помеси, полученные от хряков крупной белой породы французской селекции (195 дней). Селекционный дифференциал (СД) по данному показателю составил у этих животных 4,6 дня. Хорошей скороспелостью характеризуются также потомство линий Го и Полюса – соответственно 194,1 и 195,2 дней.

Характеризуя отобранных животных по толщине шпика, следует отметить, что введенные для воспроизводства животные характеризуются тонким шпиком, в среднем 16,8 мм.

За восьмилетний период работы по созданию нового типа животных с улучшенными показателями откормочной и мясной продуктивности (таблица 3) видно, что возраст достижения живой массы 100 кг улучшился на 26 дней, толщина шпика снижена с 32,4 до 16,8 мм или на 15,6 мм (48,2 %).

Таким образом, использование в работе по совершенствованию откормочных и мясных качеств свиней крупной белой породы наряду с вводным скрещиванием и метода индексной селекции дает возможность получения и отбора для дальнейшего воспроизводства свинок, характеризующихся высокой скороспелостью и тонким шпиком.

Таблица 3 – Продуктивность ремонтных свинок по результатам преимущественной селекции за 8-летний период (выращивание до 100 кг)

Год	Оцененные			Отобранные		
	Голов	Скороспелость, дней	Толщина шпика, мм	Голов	Скороспе-лость, дней	Толщина шпика, мм
2004	653	233	34,8	318	224	32,4
2005	995	220	32,0	498	212	30,3
2006	797	206	31,2	395	193	29,5
2007	982	193	25,8	496	182	21,5
2008	828	202,8	18	394	199,1	14,1
2009	1210	200,5	22,4	604	197,8	18,2
2010	1174	200,2	19,9	587	194,1	15,7
2011	839	203,1	21,0	419	197,7	16,8

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бекенёв В.А. Результаты использования импортных мясных пород свиней при скрещивании в Сибири / В.А. Бекенев, В.И. Фролова, И.В. Боцан и др. // Достижения науки и техники АПК. – 2012. –№ 7. – С. 67–69.

2. Клемин В. Эффективность скрещивания свиноматок породы ландрас с хряками других пород / В. Клемин, А. Братчиков, И. Викторова // Свиноводство. – 2006. – № 6. – С. 2–3.

3. Меркурьева Е.К. Биометрия в селекции и генетике сельскохозяйственных животных. – М.: Колос, 1970. – 330 с.

4. Соловых А. Откормочные и репродуктивные качества некоторых пород свиней и их помесей / А. Соловых, А. Овчинников, О. Хренова // Главный зоотехник. – 2007. – № 2. – С. 31–33.

УДК 637.12

Л.Я. Макаренко, Г.В. Макаренко

НЕ ПРИЗНАННЫЙ, НО ЭКОНОМИЧЕСКИ ЭФФЕКТИВНЫЙ, ЦЕННЫЙ ИСТОЧНИК МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ КУЗБАССА

Организация полноценного кормления сельскохозяйственных животных является решающим фактором для достижения высокой продуктивности и увеличения объёма производства продуктов животноводства.

Особое внимание необходимо уделять сбалансированности рационов по основным элементам питания, где значительный удельный вес занимают минеральные вещества. Животные, имеющие высокий генетический потенциал продуктивных качеств, очень чувствительны к дисбалансу питательных и минеральных веществ, так как у них максимальный уровень обменных процессов. У высокопродуктивных коров с удоем 5 тыс. и более за лактацию выносится из организма до 9–10 кг только Са и 7–10

кг Р. Такая же тенденция отмечена и по другим элементам. Учитывая, что в Кемеровском АПК на 1.01.12 с такой продуктивностью от общего поголовья имеется 25 % коров, что на сегодняшний день стоит остро вопрос об обеспеченности животных элементами минерального питания.

Параллельно с этим, в условиях повышенной антропогенной деятельности промышленных предприятий нашего региона, остро стоит задача производства экологически чистых продуктов животноводства. Кузбасс является территорией со сложной техногенной обстановкой, поэтому первостепенной задачей сегодняшнего дня является использование в кормлении животных эффективных нетрадиционных минералов, позволяющих не только удовлетворить потребность животных в минеральных веществах, но и на этом фоне получать экологически чистую продукцию.

К тому же их транспортировка значительно повышает стоимость получаемой продукции. Вместе с тем, у нас в области на р. Пегас Крапивинского района имеются залежи природного цеолитового туфа (пегасина), открытого геологами ПГО «Запсибгеология» (г. Новокузнецк) в 1976 г. Общие ресурсы Кузбасского цеолитоносного района оцениваются в 506 млн. тонн. В них содержится более 40 минеральных элементов. В состав пегасина входят важные для организма животных элементы: марганец, медь, цинк, селен, сера и кобальт. Наибольший удельный вес занимают оксиды кальция, алюминия, железа, кремния, магния и натрия. Работа по вопросам целесообразности введения цеолита в рационы сельскохозяйственных животных проводилась по республиканским Н.Т.П. в 1987-1995 гг. (постановление Госплана РСФСР от 087.03; № 167 от 7.09.1985гг. и от 04.04.1990 за №15.) Головная организация Кемеровский НИИС.-Х. СОРАСХН.

Исследованиями КемНИИСХ и КемГСХИ, проведёнными в 1987–2003 гг. было установлено, что длительное использование пегасина в рационах крупного рогатого скота на фоне других минеральных добавок:

- активизирует метаболические процессы в рубце, обеспечивает рациональное использование аммиака для синтеза белкового азота и способствует повышению интенсивности окислительно-восстановительных реакций в организме, как растущего молодняка, так и высокопродуктивных животных;
- позволяет компенсировать дефицит серы, марганца, цинка, кобальта, селена;
- положительно влияет на усвоение фосфора, калия, натрия, серы, меди и кобальта;
- способствует выведению из организма избытка железа, цинка, марганца, никеля, свинца и кадмия.

Сравнительное изучение эффективности использования цеолита и монокальцийфосфата в рационах племенных тёлок со дня рождения до окончания 100 дней первой лактации показало, что минерал обеспечивает развитие молодняка на уровне класса элита-рекорд:

- положительно влияет на качество молозива;
- обеспечивает формирование животных с высокой молочной продуктивностью.

За 100 дней лактации от них получено на 327 кг молока больше, вследствие чего затраты кормов на 1 центнер молока сократились на 5,2 %.

Использование цеолита в количестве 6 % от сухого вещества рационов сверхремонтному молодняку с двух до одиннадцатимесячного возраста позволило сократить затраты кормов на 7,6 %, получить тяжеловесные туши с высоким убойным выходом.

При оценке качества продуктов убоя отмечено:

- снижение уровня тяжёлых и вредных металлов во внутренних органах. Концентрация кадмия в почках была ниже на 34,6 %, чем у бычков, получавших монокальцийфосфат;
- выведение из организма мышьяка, стронция и избытка железа позволяет получать экологически чистую продукцию.

Пегасин участвует в формировании костной ткани, что положительно влияет на толщину стенок трубчатых костей: разница по этому показателю в бедре (по сравнению с контролем составила 36,4 %; в плюсне – 58 %). Это обусловило высокую прочность изучаемых образцов. Плюсна опытных животных выдержала МАХ нагрузку на 400 кг – больше, бедренная кость на 11,1 %, была прочней, чем у бычков, получавших монокальцийфосфат.

Исследованиями КемГСХИ и КемНИИСХ установлено, что использование монокальцийфосфата на фоне цеолита Пегасского месторождения в качестве минеральной добавки не выгодно. Окупаемость одного рубля, вложенного на приобретение минерала составила 16,6 руб*.

Цеолит снижает концентрацию меди в молоке на 12,5 %; свинца на 1,2; мышьяка – 7,5; железа – 37,3 %; кадмия на 35 % , что позволяет получать экологически чистую продукцию.

Внесение 1 % цеолита при силосовании зелёной массы с влажностью более 80 % (кукуруза + подсолнечник) позволяет повысить энергетическую ценность готового силоса на 15,6 % , а содержание каротина на 18,3 %. На один рубль, израсходованный на приобретение и внесение цеолита в зеленую массу при силосовании, хозяйство получило прибыли 6,3** рубля за дополнительную продукцию, затраты корма снизились на 7,3 %. (Г.П.З. Октябрьский). В СХПК «Черкасовский» Прокопьевского р-на применение пегасина позволило повысить продуктивность молочного скота на 10 %, что дало 60** тыс. рублей прибыли хозяйству от дополнительной продукции.

Экономическая эффективность использования туфа Пегасского месторождения установлена на курах кросса «Заря-17»:

- затраты корма были ниже на 13,9 % при интенсивном выращивании до 120 дневного возраста. Разница по массе тушек составила 14,7 % по сравнению с контрольными.

Исследованиями, проведенными на курах-несушках, молодняке яичного и мясного направлений (п.ф. «Новокузнецкая», Кемеровская область, Коченевская п.ф. и п. с-х. «Нечаевский» Новосибирской области), установлено, что добавка пегасина в комбикорм (6 %) с суточного возраста повышает сохранность птицы на 5 %, увеличивает интенсивность роста на 4,7 %, снижает затраты корма на 5,6 %. В опыте на курах-несушках (в течение 6 мес.) 6 % добавка цеолита повысила яйценоскость на 13,2 %, сохранность поголовья (11200 гол.) на 3,7 %. Научно-хозяйственные опыты показали, что включение цеолита (Пегасского месторождения) в рационы птицы значительно повышает рентабельность птицеводства и экономический эффект от применения 1 кг пегасина составил от 8 до 14* руб.

В Кем НИИСХ проведена серия опытов на свиньях, которыми установлено, что включение в рацион поросят цеолита (пегасина) предотвращает расстройство желудочно-кишечного тракта молодняка, повышает усвоение корма до 35 % и сокращает кратность заболеваний, вызываемых дефицитом микроэлементов.

Сравнительная оценка цеолитов разных месторождений (Грузинских, Кемеровских, Читинских, Красноярских) в рационах цыплят бройлеров, проведённая СИБНИПТИЖем, показала высокую эффективность использования пегасина.

УДК 332.142.4

В.И. Мяленко, Н.С. Бондарев

ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ РЕГУЛИРОВАНИЯ В ТЕХНОГЕННОМ РЕГИОНЕ

Кемеровская область относится к числу наиболее развитых регионов Сибири, имеющих ярко выраженную сырьевую специализацию, и занимает в Сибирском федеральном округе лидирующее положение в сфере добычи полезных ископаемых, основное из которых – уголь (таблица 1).

Таблица 1 – Рейтинг регионов СФО по добыче угля

Регион	Место, занимаемое в РФ
Сибирский федеральный округ	1
Республика Бурятия	15
Республика Тыва	17
Республика Хакасия	5
Алтайский край	22
Забайкальский край	3
Красноярский край	2
Иркутская область	6
Кемеровская область	1
Новосибирская область	13

Как видим, только 4 субъекта СФО не являются лидерами в добыче угля РФ, все остальные входят в шестёрку первых по РФ, соответственно, у данных регионов есть и общие проблемы, связанные с его добычей и использованием, прежде всего, это проблемы экологического плана.[1]

Добыча полезных ископаемых и их переработка – это около 70 % всех загрязнителей, в том числе и значительное количество твердых выбросов (таблица 2)

Таблица 2 – Величина наиболее распространенных выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, тыс.тонн

Регионы	Твердые вещества	Диоксид серы	Оксиды азота	Оксид углерода	Углеводороды
Сибирский федеральный округ	740,3	2567,1	427,4	1034,8	1040,0
Республика Алтай	2,2	0,4	0,4	3,1	0,0
Республика Бурятия	33,1	24,6	16,7	19,4	1,1
Республика Тыва	9,9	2,6	1,2	8,9	0,0
Республика Хакасия	21,6	21,2	6,3	44,2	1,7
Алтайский край	64,7	35,5	23,7	76,9	3,6
Забайкальский край	46,7	39,3	14,8	34,1	1,7
Красноярский край	141,8	2010,3	96,2	189,9	25,2
Иркутская область	114,5	198,3	102,9	141,1	37,9
Кемеровская область	158,1	112,7	71,4	270,1	784,4
Новосибирская область	53,4	46,5	37,7	64,9	19,0
Омская область	60,3	63,9	31,8	22,7	50,2
Томская область	34,0	11,8	24,4	159,5	115,1

Из вышеприведенных данных следует, что Кемеровская область является одним из лидеров по добывающему производству и лидером по уровню загрязнения территории, естественно предположить, что в области значительное количество средств направляется на охрану окружающей среды (таблица 3).

Таблица 3 – Инвестиции, направленные на охрану окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов, млн.руб.

Субъекты СФО	Всего	из них на:			
		охрану водных ресурсов	охрану атмосферного воздуха	охрану земель	охрану от воздействия отходов производства
Республика Алтай	2,4	0,3	-	2,0	-
Республика Бурятия	680,5	66,8	13,0	-	600,8
Республика Тыва	251,5	30,6	-	220,9	-
Республика Хакасия	267,3	190,4	14,3	61,1	-
Алтайский край	64,1	1,0	14,3	10,7	-
Забайкальский край	54,2	4,7	0,7	26,5	21,9
Красноярский край	4114,8	1705,3	493,2	175,7	1561,5
Иркутская область	807,4	480,4	184,7	123,5	14,8
Кемеровская область	714,9	251,2	292,5	118,2	48,7
Новосибирская область	604,7	447,2	22,8	89,7	31,1
Омская область	894,9	431,0	180,8	271,0	12,2
Томская область	523,6	57,8	38,6	92,1	335,1

Однако по данным таблицы, Кемеровская область занимает лишь четвертое место среди регионов СФО по финансированию экологии, естественно, что в итоге мы можем наблюдать неблагоприятную картину (рисунок 1).

Рисунок 1 – Типичная картина угольного разреза

Угледобывающая отрасль является главным источником негативного воздействия на окружающую среду. Последствия такого воздействия многообразны: изменение форм рельефа в результате горных разработок, загрязнение атмосферы, водных объектов, почвенного покрова и т. д.

За 2011 год добыто 192,118 млн.т угля, в том числе подземным способом 76,024 млн.т, открытым способом 116,094 млн.т. Ведущим способом добычи угля в Кемеровской области в 2011 году по-прежнему является открытый, его доля добычи угля экономичным открытым способом составила 60,4 % (в 2010 году – 72,5 %) от общего объема добычи угля. Открытый способ добычи угля имеет более высокую производительность и низкую себестоимость, а также наносит значительный ущерб экологии. [2]

Угольные предприятия расположены практически по всей области и представляют собой комплексный источник негативного воздействия на окружающую среду. Они загрязняют атмосферный воздух, водные ресурсы, нарушают земли (в особенности почвенный слой), размещают отходы (промышленные и бытовые).

Специфика влияния конкретного угольного предприятия на окружающую среду обусловлена геолого-геохимическими особенностями месторождения, применяемой техникой и технологией для его разработки.

Главные источники загрязнения атмосферного воздуха при добыче угля подземным способом: отвалы пустой породы, угольные склады, вентиляционные стволы шахт, через которые происходит выброс метана в процессе дегазации и проветривания. Большое количество породы, поступающей из шахт со значительным содержанием угля, приводит к самовозгоранию терриконов. Горение сопровождается выделением оксида углерода, сернистого газа и продуктов возгонки смолистых веществ.

Один из главных источников пыле- и газообразования в карьерах – буровзрывные работы. Пыль, образующаяся в угольных карьерах при различных технологических процессах, – основное вещество, поступающее в атмосферный воздух.

Экономическое регулирование природопользования осуществляется с целью создания равных экономических условий для природопользователей, использующих природные ресурсы, и формирования экономических стимулов по соблюдению природоохранного законодательства.

Основой экономического механизма управления природно-ресурсным комплексом являются фискальные платежи (налоги, сборы) за пользование природными ресурсами и негативное воздействие на окружающую среду.

Согласно статье 14 Федерального закона от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» (ред. от 29.12.2010), к методам экономического регулирования в области охраны окружающей среды относятся:

- разработка государственных прогнозов социально-экономического развития на основе экологических прогнозов;
- разработка федеральных программ в области экологического развития Российской Федерации и целевых программ в области охраны окружающей среды субъектов Российской Федерации;
- разработка и проведение мероприятий по охране окружающей среды в целях предотвращения причинения вреда окружающей среде;
- установление платы за негативное воздействие на окружающую среду;
- установление лимитов на выбросы и сбросы загрязняющих веществ и микроорганизмов, лимитов на размещение отходов производства и потребления и другие виды негативного воздействия на окружающую среду;

- проведение экономической оценки природных объектов и природно-антропогенных объектов;
- проведение экономической оценки воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду;
- предоставление налоговых и иных льгот при внедрении наилучших существующих технологий, нетрадиционных видов энергии, использовании вторичных ресурсов и переработке отходов, а также при осуществлении иных эффективных мер по охране окружающей среды в соответствии с законодательством Российской Федерации;
- поддержка предпринимательской, инновационной и иной деятельности (в том числе экологического страхования), направленной на охрану окружающей среды;
- возмещение в установленном порядке вреда окружающей среде;
- иные методы экономического регулирования по совершенствованию и эффективному осуществлению охраны окружающей среды.

Информация о поступлении платежей за пользование природными ресурсами и загрязнение окружающей среды в 2011 году представлена Управлением Федеральной налоговой службы по Кемеровской области (УФНС России по Кемеровской области), Управлением Федеральной службы по надзору в сфере природопользования (Росприроднадзор) по Кемеровской области (таблица 4).

Таблица 4 – Налоги, сборы и другие платежи за пользование природными ресурсами в 2011 году, тыс. руб.

Вид платежей, налогов и сборов	Поступления
Всего, в том числе:	5 870 795,5
Налог на добычу полезных ископаемых	4 328 197
Водный налог	128 115
Плата за негативное воздействие на окружающую среду	1 029 937
Плата за использование лесов	367 957

Обращает на себя внимание значительная величина платы за негативное воздействие на окружающую среду – угольные предприятия предпочитают производить платежи, а не участвовать в охранных мероприятиях.

Региональным властям есть о чем задуматься и в каком направлении приложить усилия для выравнивания эколого-экономической привлекательности.

В этой связи необходимо адекватно изменить экологическую политику региона, опираясь на утвержденные 30 апреля 2012 года Дмитрием Медведевым «Основы государственной политики в области экологического развития Российской Федерации на период до 2030 года».

В региональной экологической политике должны содержаться следующие положения, которые позволят в значительной степени усилить экологическую привлекательность региона:

- установление платы за негативное воздействие на окружающую среду с учётом затрат, связанных с осуществлением природоохранных мероприятий;
- замена практики взимания платы за сверхлимитное загрязнение окружающей среды на практику возмещения вреда, причинённого окружающей среде;

- стимулирование предприятий, осуществляющих программы экологической модернизации производства и экологической реабилитации соответствующих территорий, а также обеспечение широкого применения государственно-частного партнёрства при государственном финансировании (софинансировании) мероприятий по оздоровлению экологически неблагополучных территорий, ликвидации экологического ущерба, связанного с прошлой экономической и иной деятельностью;
- формирование рынка экологичной продукции, технологий и оборудования, а также природоохранных услуг;
- осуществление поддержки технологической модернизации, обеспечивающей уменьшение антропогенной нагрузки на окружающую среду, неистощительное использование возобновляемых и рациональное использование невозобновляемых природных ресурсов;
- развитие рыночных инструментов охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности.

Внедрение этих положений в региональное эколого-экономическое регулирование позволит в значительной степени заинтересовать угольные и иные предприятия в отношении охраны окружающей среды, а значит снизить ущерб природе, нанесенный их деятельностью.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. http://www.ecoguild.ru
2. http://www.gks.ru

УДК 616-008.64-092:616-08-039.74-02: 616-001-031.12/.14

В.В. Агаджанян, И.М. Устьянцева, А.А. Пронских

КЛИНИКО-ПАТОГЕНЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СИНДРОМА ПОЛИОРГАННОЙ ДИСФУНКЦИИ ПРИ КРИТИЧЕСКИХ СОСТОЯНИЯХ

За последние годы существенно изменилась структура травматических повреждений. Доминирующее значение приобрела политравма (множественные, сочетанные и комбинированные травмы) в связи с увеличением случаев производственного, бытового и дорожного травматизма.

Смертность от политравмы в России занимает второе место в мире и составляет 65,5 на 100000 населения [Миронов С.П., 2000], а инвалидность достигает 25–45 % [Селезнев С.А., Багненко С.Ф., Шапот Ю.Б., Курыгин А.А. , 2004]. Стоимость лечения пациента с политравмой по данным разных авторов составляет до 80 000$ [Vincent J-L, Ferreira F, Moreno R, 2000; Levy M M et al., 2003].

Политравма – это совокупность двух и более повреждений, одно из которых, либо их сочетание несет непосредственную угрозу для жизни пострадавшего и является непосредственной причиной развития травматической болезни. Она отличается особой тяжестью клинических проявлений, сопровождается значительным нарушением жизненноважных функций организма, трудностью диагностики, сложностью лечения.

Среди обследованных нами пострадавших с политравмой (n=2950), находившихся на лечении в ФГБЛПУ «Научно-клинический центр охраны здоровья шахтеров», только у 28 % не наблюдалось развитие осложнений, Острый респираторный дистресс-синдром (ОРДС) регистрировали у 15,2 % пострадавших, у 44,8 % течение травматической болезни осложнялось развитием различных гнойно-септических осложнений: из них наиболее частыми осложнениями явились пневмонии (14,3%), перитонит (6,5 %), нагноение ран (18,8 %), различные виды некрозов (6,7 %), остеомиелит (12,6 %), у 3,9 % пострадавших течение посттравматического периода сопровождалось развитием сепсиса. В половине случаев сепсис регистрировали на 2-3-й неделе после политравмы, когда наиболее вероятен пик истощения защитных функций иммунной системы. Несмотря на относительно небольшое число случаев сепсиса, высокий уровень летальности (40 %) и большая длительность лечения заставляют уделять этой проблеме повышенное внимание.

Клиническая картина осложнений многогранна, обусловлена токсическим поражением различных органов и тканей и может проявляться циркуляторными расстройствами, нарушениями свертывающей системы крови, кардио- и нефропатией, развитием токсического гепатита, неврологическими расстройствами и острой дыхательной недостаточностью. Указанные нарушения лежат в основе синдрома полиорганной дисфункции (СПОД) и опираются преимущественно на данные о закономерностях развития системной воспалительной реакции.

Данный процесс получил немалое число названий – полиорганная недостаточность, полисистемная органная недостаточность, недостаточность отдаленных органов и, совсем недавно, синдром полиорганной дисфункции (MODS/СПОД) [Bone R.C. et al., 1992]. На Согласительной конференции ACCP/SCCM было рекомендовано использовать термин СПОД для описания рассматриваемого процесса с двух позиций. Во-первых, физиологические нарушения СПОД представляли некую совокупность потенциально обратимой дисфункции. Во-вторых, было учтено, что данный процесс представляет собой определенный синдром – последовательность активации системного воспалительного ответа. Факторы, способствующие развитию СПОД: тяжелое метаболическое поражение после травмы; нарушения кровообращения; ограничения органной функции; развитие сепсиса. Однако на этой конференции не были даны специфические критерии для данного синдрома [Bone RC, Balk RA, Cerra FB, et al: ACCP/SCCM consensus conference. Chest 1992; 101:1644-55; Vincent J-L, Ferreira F, Moreno R, 2000].

В связи с этим, изучение патогенетической взаимосвязи системной воспалительной реакции и синдрома полиорганной дисфункции у больных в критическом состоянии, представляется наиболее актуальным.

Целью исследования явилось изучение патогенетической взаимосвязи системной воспалительной реакции и синдрома полиорганной дисфункции у больных в критическом состоянии для разработки и внедрения в медицинскую практику новых организационных технологий оказания медицинской помощи, эффективных методов диагностики, лечения и профилактических мероприятий, направленных на снижение развития осложнений при критических состояниях.

Основные результаты исследования

За последние пять лет в центре проведена оценка клинической и прогностической значимости критериев системной воспалительной реакции в прогрессировании сепсиса и «септических синдромов», в частности, связанных с формированием полиорган-

ных нарушений. Проведенное исследование показало, что количество признаков системной воспалительной реакции имеет важное прогностическое значение в развитии инфекции, клинического исхода и продолжительности лечения. У неинфицированных пациентов, в отличие от инфицированных, наличие более двух признаков системной воспалительной реакции связано с более высоким риском последующего прогрессирования, как тяжелого сепсиса, так и септического шока.

Однако, бактериемия присутствует только у небольшого числа больных с клиническими признаками СПОД. Нами было установлено, что всего 32 % больных имели подтвержденную бактериемию в кровотоке. Более того, бактериемия у критических больных обычно отражает наличие колонизации в сосудистом русле, нежели диссеминацию организмов из очага инфекции. Соответственно наличие сепсиса (наличие инфекции + системный ответ на нее) можно предполагать и без микробиологического подтверждения.

Изучение особенностей микробного пейзажа у пациентов с политравмой в критическом состоянии с учетом тяжести «синдромов сепсиса» (n=599), а также оценка клинической и прогностической значимости уровня липополисахаридсвязывающего протеина (ЛПС-СП) в сыворотке крови показало, что посттравматический период у 45 % пациентов к 8-10 суткам осложнялся развитием сепсиса, тяжелое течение которого характеризовалось присоединением полирезистентной условно-патогенной грамотрицательной микрофлоры (P.aeruginosa и Acinetobacter spp в ассоциации с K.pneumoniae и S.aureus).

Максимальное увеличение концентрации ЛПС-СП в сыворотке крови у пострадавших с политравмой отмечалось в 1-3 и 5-7 сутки после травмы, в то время как первые положительные результаты микробиологического исследования различных биоматериалов получены лишь на 5-7 сутки. Частота встречаемости диагностических уровней ЛПС-СП в сыворотке крови у пациентов септических групп на 1-3 сутки составила 84 %, на 5-7 сутки – 93 %. Однако только у 58 % из них удалось подтвердить факт инфицирования грамотрицательной микрофлорой. В более поздние сроки (11-14 и 17-21 сутки) частота положительных результатов обоих тестов совпала и составила, соответственно, 95 % и 100 %.

Таким образом, установленная высокая частота встречаемости диагностических уровней ЛПС-СП в сыворотке крови у пострадавших с сепсисом в ранние сроки наблюдения (1-3 и 5-7 сутки), до микробиологического подтверждения инфекции, позволяет использовать данный параметр в качестве раннего маркера развития гнойно-септических осложнений.

С помощью современных биохимических, гематологических, иммунологических, бактериологических и др. методов установлены общие закономерности, особенности метаболизма и морфофункционального состояния клеток крови, патогенетическая значимость изменений соотношения первичных и вторичных медиаторов воспаления при формировании системного воспалительного ответа у больных в критических состояниях.

Исследования метаболизма в посттравматическом периоде политравмы позволили выделить параметры, характеризующие течение травматической болезни и оценивающие степень как деструктивных, так и регенераторно-восстановительных процессов в клетках организма (Патент РФ № 2181488, № 2181489 от 20.04.2002; № 2187113 от 10.08.2002) (таблица 1).

Таблица 1 – Показатели метаболической активности, характеризующие течение травматической болезни у пациентов при политравме

Показатели	Форма проявления	Функциональное значение
α1-, α2-глобулины	↑	Активность воспалительного процесса
Апо-В	↑	Клеточная деструкция
Апо-А1/Апо-В	↓	
Активность процессов ПОЛ:		
ДК-	↑	
МДА	↑	
Активность ферментов:		
Цитозольные (КФК, ЛДГ, АСТ, АЛТ)	↑	
Микросомальные-ГГТ Мембраносвязанные-ЩФ	↑ ↑	Регенераторно-восстановительные процессы
ХС ЛПВП	↓	
ХС ЛПОНП	↑	
ХС ЛПНП	↑	
Кортизол	↓↑	Адаптационно-приспособительные механизмы

Динамическая оценка показателей неспецифической резистентности позволила сделать заключение о том, что гиперпродукция провоспалительных цитокинов приводит к нарушению вентиляционной способности легких, недостаточности кровообращения, синдрому полиорганной недостаточности паренхиматозных органов, септицемии и шоку. При этом выраженность повышения медиаторов воспаления в крови может определять степень тяжести больных в критических состояниях.

Установлена клиническая значимость и пороговые значения неспецифических маркеров воспаления у больных в критических состояниях с учетом тяжести «синдромов сепсиса».

Несмотря на то, что клиническое проявление системного воспаления при политравме многообразно, его метаболические характеристики могут быть более упорядоченными. Мы выявили повышение уровня липополисахарид, связывающего протеина, циркулирующих интерлейкинов ИЛ-1, ИЛ-2R, ИЛ-6, ИЛ-8, ИЛ-10, фактора некроза опухоли, фактора активации тромбоцитов, С-реактивного белка, аполипопротеина, церулоплазмина, гапто- и макроглобулина у пациентов с политравмой, соответствующих критериям синдрома системной воспалительной реакции (CCBP,SIRS) 1992 г.

Выявленная гиперпродукция провоспалительных цитокинов находится в тесной зависимости с вентиляционными нарушениями и клиническими проявлениями тяжести состояния при политравме. Наличие прямой взаимосвязи концентрации медиаторов воспаления (ИЛ-6, ИЛ-8, ИЛ-10, СРБ) и обратной корреляционной зависимости (ФНО-α, ИЛ-2R, ЛПС-СП) определяет выраженность системного воспалительного ответа организма и формирует клинические варианты течения политравмы.

Таким образом, последовательность патофизиологических процессов в становлении синдрома системного воспалительного ответа может быть представлена в следующем виде. При появлении в крови ЛПС, являющегося инициатором воспаления, активируется синтез макрофагами первичных медиаторов воспаления – цитокинов (ФНО-α, ИЛ-2R, ИЛ-6, ИЛ-8), запуская in vivo синдром системного воспалительного ответа. В свою очередь последние активируют синтез гепатоцитами белков острой

фазы – вторичных медиаторов воспаления (СРБ, α-1-глобулины, α-2-глобулины, γ-глобулины, фибриноген), действие которых направлено на ограничение очага воспаления и предотвращение системных проявлений воспаления. Как правило, такого генерализованного ответа вместе с локальной воспалительной реакцией оказывается достаточно для пресечения действия инфекционного патогена. Когда же липополисахаридсвязывающий протеин (ЛПС) чрезмерно воздействует на макрофаги, in vivo формируется синдром компенсаторной противовоспалительной защиты. Если же сдерживание воспаления оказывается неэффективным, большое количество первичных медиаторов воспаления (цитокинов) приводит к тяжелой интоксикации: нарушение вентиляционной способности легких, недостаточность кровообращения, синдром полиорганной недостаточности паренхиматозных органов, септицемия и шок, а выраженность повышения медиаторов воспаления в крови может определять степень тяжести течения политравмы.

В последующем, если это подтвердиться дальнейшими эпидемиологическими исследованиями, возможно, что использование чисто биохимических и иммунных показателей будет предпочтительнее для идентификации критериев системного воспаления, нежели клинические данные. Но для подтверждения данного заключения необходимы масштабные проспективные испытания.

Существенное значение имеют работы центра по оптимизации высокотехнологичной медицинской помощи и совершенствованию организационных аспектов оказания медицинской помощи больным в критических состояниях.

В ФГБЛПУ «НКЦОЗШ» в течение 15 лет (1996-2010 гг.) разработана и внедрена комплексная система организационных и лечебно-диагностических мероприятий, направленных на повышение эффективности лечения больных с политравмой с учетом региональных особенностей Кузбасса и внедрением в широкую клиническую практику.

Основные концепции медицинской помощи при политравме включают максимально быструю транспортировку пострадавших лечебно-транспортными бригадами в лечебное учреждение, где выполняются все виды диагностики, интенсивной терапии, хирургического лечения и специальная реабилитация.

При этом успехи в лечении политрамы обусловлены изменением системы организации медицинской помощи, разработкой эффективных методов оценки тяжести состояния, диагностики, лечения и реабилитации.

Использование транспортировки специализированными лечебно-транспортными бригадами привело к уменьшению временного интервала доставки пациентов в специализированный центр, что позволило избежать госпитализации в больницы более низкого уровня, а также повысить эффективность догоспитального лечения. Это подтверждалось высоким показателем первичной догоспитальной интубации, который составил 76 % и уменьшением числа пациентов с нестабильной гемодинамикой на 25 % .

Разработаны и внедрены: динамическая оценка тяжести состояния на основе балльной шкалы Pape H.C. (2005), программа инфузионно-трансфузионной терапии с использованием интраоперационной аутогемотрансфузии; искусственная вентиляция легких в положении на животе для профилактики и лечения острого повреждения легких, схемы интенсивной терапии развивающегося и прогрессирующего отека головного мозга с помощью интракаротидного введения ингибиторов синтеза простагландинов.

Использование принципа срочного хирургического лечения при политравмах включало: первоочередное проведение оперативного лечения доминирующего повреждения, угрожающего жизни больного; максимально возможное проведение опе-

ративных вмешательств при скелетной травме шокогенного характера; сокращение времени проведения операций.

Оправданность срочного хирургического лечения для данных пациентов подтверждалась отсутствием роста летальности на фоне увеличения показателя по шкале острого физиологического состояния. Мы избегали отсроченных хирургических вмешательств у наших пациентов с политравмой на 2-4 дни после травмы для предотвращения развития осложнений.

Проведенное нами исследование показало, сочетание новых методик Damage Control лапоротомии и ранней коррекции физиологических и коагуляционных нарушений с введением Damage Control реанимации с меньшим использованием кристаллоидов, позволяет повысить показатель выживаемости до 73,6 % у пациентов с абдоминальными повреждениями при политравме. Кроме того, данное исследование доказало, что Damage Control реанимации при соотношении свежезамороженной плазмы к эритроцитарной массе 1:1 в сочетании с меньшим использовании кристаллоидов является независимым фактором выживаемости пациентов с Damage Control лапоротомией.

Внедрены малотравматичные методы эндоскопической нейрохирургии при ушибах-размозжениях и сдавлениях головного мозга у больных тяжелой черепно-мозговой травмой, патогенетический подход к закрытию дефектов черепа с использованием новых технологий, хирургия травм позвоночника и спинного мозга.

Расширены показания к проведению органосохраняющих операций при размозжениях и отчленениях сегментов конечностей.

Эффективность научных разработок

Предложенная и апробированная в Кузбассе на базе ФГБЛПУ «Научно-клинический центр охраны здоровья шахтеров» оптимизированная комплексная организационная и лечебно-диагностическая система медицинской помощи при политравме позволила достигнуть положительных функциональных результатов в 90 %, среди больных, имеющих переломы таза, в 92 %, а через один год – 95 % случаев, сократить сроки стационарного лечения на 39 % (с 56 до 34 койко-дней), существенно снизить летальность в 2 раза (с 35 до 15,4 %), уменьшить первичную инвалидность на 20 %, уровень неблагоприятных рисков на 10 %.

Экономический эффект

Получены значительные экономические и социальные эффекты: уменьшение экономических затрат связанных с восстановлением утраченного здоровья, уменьшение социальной напряженности, вследствие повышения качества жизни пострадавших с политравмами, сохранение стоимости непроизведенной добычи угля на 1000 пострадавших составило 92 млрд. рублей.

В период с 1994 – 2011 гг. на базе Центра выполнены и защищены 11 докторских и 70 кандидатских диссертаций, опубликовано 6 монографий, свыше 3700 научных и учебно-методических работ, получено 129 патентов РФ. Проведено 16 Всероссийских научно-практических конференций, материалы которых ежегодно издаются в виде Сборников материалов конференций. Создан (2005 г.) и ежеквартально выходит в свет научно-практический рецензируемый журнал «Политравма». Результаты проводимых научных исследований регулярно докладываются на врачебных форумах различного уровня от регионального до международного.

Программа обучения специалистов по лечению пострадавших с политравмой в критическом состоянии реализуется на базе центра на кафедре интегративной травматологии ГБОУ ВПО КемГМА Минздравсоцразвития России, где прошли обучение свыше 200 слушателей.

Таким образом, улучшение качества лечения больных с политравмой может быть достигнуто при выполнении научно-обоснованных рекомендаций в медицинском учреждении, гарантирующем круглосуточную доступность ресурсов и своевременное выполнение современных стандартных мероприятий, организованный командный подход высококвалифицированного медицинского персонала, с дополнительной квалификацией, заинтересованного в устранении сложных проблем.

УДК 614.2:614.7

Ю.А. Григорьев, С.В. Соболева, О.И. Баран

БИОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Проблема биологической безопасности приобрела в настоящее время глобальный характер и не зависит от государственных границ. Для всех стран организация системы биологической безопасности стала неотъемлемой частью государственной политики [2, 3]. В России это в полной мере осознано только в последнее десятилетие, когда были разработаны соответствующие основополагающие законодательные акты. «Основы государственной политики в области обеспечения химической и биологической безопасности Российской Федерации на период до 2020 года и на дальнейшую перспективу» были утверждены Президентом РФ 4 декабря 2003 года №Пр-2194, а «Стратегия национальной безопасности Российской Федерации до 2020 года» утверждена Указом Президента РФ 12 мая 2009 года №537. Значительное расширение в последние десятилетия диапазона биологических угроз от различных патогенов, в том числе и от вновь возникших, является существенным фактором, влияющим на проблемы биобезопасности. Другими важными источниками обострения проблем биобезопасности являются политические, экономические, социальные и демографические факторы [2, 5].

В наступившую постгеномную эру наблюдаются эпохальные изменения как в прикладных областях, так и в фундаментальных биологических и медицинских исследованиях. В медицине развивается генная терапия, фармакогеномика, ведется поиск лекарств новых поколений – эндогенных биорегуляторов, новых (молекулярных) вакцин, реализуется точная диагностика генетической предрасположенности к болезням [8, 12]. Использование полученных знаний в области молекулярной биологии, микробиологии, иммунологии, генной инженерии, физико-химической биологии и других наук открыли путь к возникновению новой биотехнологии. Но необходимо признать, что новая биотехнология неоднозначна по своей природе. Она по сути принадлежит к числу двойных технологий, достижения которых могут быть использованы как в мирных, так и в военных целях. Принадлежность данного вида деятельности к разря-

ду двойных технологий предполагает двойственный характер организации системы биологической безопасности.

В данной статье рассмотрим основные биоугрозы для человека, проведем оценку опасности применения биологического оружия (БО), биотерроризма, покажем роль биологической и медицинской науки как важнейшего фактора биобезопасности. Проблема глобальных климатических изменений и неминуемый в связи с этим рост инфекционной заболеваемости рассмотрены нами в других публикациях [6, 7].

1. Биологическая безопасность и основные биоугрозы для человека

На протяжении второй половины XX века мир на планете Земля поддерживался во многом за счет опасности взаимного гарантированного уничтожения противостоящих сторон. Нынешний этап глобального развития можно назвать как «мир на основе взаимной зависимости». Использование биологического оружия делает государства зависимыми друг от друга, так как никто в мире не обладает достаточными собственными ресурсами в области стратегической разведки, обнаружения и системы раннего оповещения о биоугрозе, никто не имеет полного запаса вакцин, сывороток и медикаментов для самостоятельной ликвидации последствий применения данного оружия.

В Российской Федерации биологическую угрозу для человека, общества и государства представляют: 1) массовые вспышки инфекционных заболеваний, эпидемии, эпизоотии на территории страны и в сопредельных государствах; 2) естественные резервуары патогенных микроорганизмов; 3) ввоз и другие виды трансграничного перемещения на территории России патогенных микроорганизмов, представителей флоры и фауны, опасных для экосистем и человека; 4) аварии и диверсии на объектах, где ведется работа с патогенными микроорганизмами; 5) биологический терроризм; 6) возможность применения против РФ биологического оружия [2, 3]. Ведущие специалисты отмечают, что в нашей стране в связи с ростом биологических угроз отчетливо прослеживается снижение уровня защищенности населения и окружающей среды [2, 3, 5]. Необходимо признать и тот факт, что ратификация Конвенции о запрещении биологического и токсинного оружия не предотвратила работы в некоторых странах с возбудителями чумы, сибирской язвы, оспы и другими особо опасными инфекциями. Появляются новые заболевания (ВИЧ/СПИД, лихорадки Эбола и Марбурга). Происходит активизация ранее побежденных инфекций (туберкулез, малярия, полиомиелит, дифтерия). Новые возбудители заболеваний могут возникнуть в ходе эволюционной изменчивости микроорганизмов. Есть реальная опасность преднамеренного создания генетически модифицированных организмов с террористическими и военными целями.

Различные профессиональные группы населения в неодинаковой степени подвержены риску заболеваемости инфекционной патологией. В России в 1999 г. утвержден перечень работ, выполнение которых увеличивает указанный выше риск. В этот перечень включены работы в организациях по заготовке, хранению, обработке сырья и продуктов животноводства, полученных из хозяйств, неблагополучных по инфекциям, общим для человека и животных; работы по обслуживанию канализационных сооружений, оборудования и сетей; работы с больными инфекционными заболеваниями, а также с кровью и биологическими жидкостями человека. В данный перечень включены работы во всех типах и видах образовательных учреждений (школы, колледжи, институты, университеты), что значительно расширяет круг лиц (учащиеся, студенты, преподаватели), подверженных риску высокой инфекционной заболеваемости.

Данный Перечень дает возможность органам власти субъектов РФ и местным органам самоуправления располагать оперативной и долгосрочной информацией по нескольким направлениям. Во-первых, о числе предприятий, где работники имеют повышенный риск заражения высококонтагиозными инфекциями. Во-вторых, этот Перечень позволяет прогнозировать масштабность, скорость распространения и численность пораженных лиц в случае развития биологически опасного инцидента или чрезвычайной ситуации. В-третьих, данные о предполагаемой численности пораженных могут быть основой при профилактических мероприятиях, для создания резерва диагностических, лечебных и технических средств защиты работников опасных объектов и всего населения. Все указанные возможности прогнозирования могут быть реализованы только при наличии семейства компьютерных моделей развития эпидемиологического процесса по различным сценариям [1].

Под источниками биологической опасности подразумеваются биологические факторы, которые способны причинить ущерб здоровью людей, а также нанести урон обществу, экономике и национальной безопасности страны.

К основным источникам биологической опасности для человека, животных, растений и окружающей среды относятся патогенные микроорганизмы, то есть возбудители инфекционных заболеваний. Опасность представляют как природные, так и генетически модифицированные патогены. При этом некоторые патогены могут быть преднамеренно созданы с диверсионными целями. Расшифрованные геномы особо опасных патогенов, включая оспу и лихорадку Эбола, свободны к доступу на ВЭБ-сайтах Интернета. По заданию Пентагона в США в лабораторных условиях специально воссоздан вирус полиомиелита. Он был получен на основе общеизвестной информации о структуре вирусного генома с использованием доступных молекулярно-биологических методов. Этот факт свидетельствует о возможности наработки более сложных патогенов, чем достаточно простой вирус полиомиелита. Угрожающая перспектива создания и использования биологического оружия, в том числе в актах биологического терроризма, становится реальностью наших дней.

В РФ Указом Президента от 08.08.2001 г. №1004 утвержден Список возбудителей заболеваний (патогенов) человека, животных и растений, генетически измененных микроорганизмов, токсинов, оборудования и технологий, подлежащих экспортному контролю. Этот Список законодательно определяет существующие источники биологической опасности, так как они могут быть использованы при создании биологического и токсинного оружия. Особо опасные инфекции (оспа, чума, сибирская язва) чаще всего рассматриваются в качестве потенциального биологического оружия. При этом необходимо отметить, что ликвидация натуральной оспы к началу 80-х годов XX века и прекращение вакцинации против этой инфекции привели к увеличению прослойки людей с высоким риском инфицирования при встрече с данным возбудителем. По мнению многих специалистов, необходимо возобновить вакцинацию населения против натуральной оспы в связи с высокой вероятностью использования этого патогена в качестве биологического оружия.

Не менее важной проблемой является формирование полирезистентных форм микроорганизмов. Так, анализ лекарственной устойчивости M. tuberculosis в 35 странах показал приобретенную устойчивость к четырем противотуберкулезным препаратам первого уровня: изониазиду, рифампицину, этамбутолу и стрептомицину. Доля полирезистентных форм была определена от 5,3 % в Новой Зеландии до 100,0 % в России (Ивановская область) [3].

Еще несколько слов об известных инфекционных заболеваниях, которые называют «возвращающиеся» инфекции. В эту группу включают управляемые с помощью вакцинации инфекции, которые активизировались после некоторого периода эпидемиологического благополучия, а также инфекции, возникающие на новых территориях. Иногда этот феномен описывают понятием «вакцинозависимость человеческого сообщества». Возвращение управляемых детских инфекций наблюдали в России, Таджикистане, Украине, Грузии, Венесуэле, Колумбии, Японии, где были зарегистрированы эпидемии коклюша, полиомиелита, дифтерии, кори. Коклюшем в Японии (1975-1980 гг.) и дифтерией в России (1993-1996 гг.) заболели десятки тысяч детей. Значительную биологическую угрозу для человека представляют новые (Emerging) инфекции, которые вызываются ранее неизвестными патогенами. В течение последних десятилетий человек столкнулся со значительным числом новых патогенов, которые стали реальной угрозой для его жизни и здоровья. В этом перечне – вирусы, бактерии, простейшие, а также прионы [11].

2. Биологическое (бактериологическое) оружие

Известны попытки применения биологического оружия в первую мировую войну. Немецкие диверсанты заражали возбудителями сибирской язвы и сапа лошадей и скот, которые отправлялись из Южной Америки во Францию. Эффект от применения биологического оружия в те годы был незначительным.

Теоретические и практические проблемы применения современного биологического (бактериологического) оружия в военных целях стали разрабатываться в Японии в 20-х годах XX века. После оккупации Маньчжурии японцами в 1933 г. на этой территории были созданы центры подготовки бактериологической войны. Наиболее известен отряд № 731, но существовали и другие учреждения, где изучались возбудители и проводились опыты на людях. Кроме собственно разработок позже было подтверждено и использование бактериологического оружия Японией в военных целях на территории Китая (1940–1944 годы).

Разработкой биологического оружия занимались и другие страны. В США систематические работы по изучению возможностей использования в военных целях бактериальных средств начали проводиться с 1941 года. Была организована военно-исследовательская служба, построены специальные лаборатории в Форт-Детрике (штат Мэриленд), экспериментальные лаборатории в Паскагуле (штат Миссисипи), полигон в Дагуэйе (штат Юта), а также заводы по производству бактериальных средств – арсенал в Пайн Блафф (штат Арканзас).

Наиболее активно разработка биологического оружия велась до конца 60-х годов XX столетия. В это время в США, Великобритании и СССР осуществлялись программы, которые позволили сделать биологическое оружие реальностью. У всех разработчиков получены сходные военно-технические результаты. Биологические средства превратились в реальное оружие после разработки методов массового инфицирования людей. Способом, который удовлетворил военных стратегов, было аэрозольное инфицирование. При этом было установлено, что для поражения альвеолярного аппарата частицы аэрозоля должны быть размером 2-6 мкм. Бактериальные культуры, применяемые как БО, получают и хранят как в жидком виде, так и в виде лиофильно высушенного порошка. Жидкие культуры легче в производстве, но они имеют меньшую стабильность в аэрозоле и при хранении. Лиофильно полученные порошки лишены этих недостатков, но технология их получения гораздо сложнее (вакуум, низкие и сверхнизкие температурные режимы). Результатом данных работ

явилось принятие на вооружение боеприпасов, содержащих в качестве поражающего агента различные биологические рецептуры, а также разработка регламентов по их применению.

После принятия в 1972 г. Конвенции о запрещении биологического оружия его производство в большинстве стран было свернуто. Важно отметить, что БО могут производить не только страны, но и отдельные группы лиц при наличии финансовой и политической поддержки. Стандартные реакторы-ферментеры и другое оборудование для фармацевтической и биотехнологической промышленности могут быть легко использованы для производства БО. Такая возможность и представляется сегодня наиболее опасной. При этом необходимо учитывать, что по своему поражающему действию на человека БО намного превосходит химическое оружие и приближается к ядерным боезарядам.

Особенности биологического оружия. По сравнению с другими видами оружия массового поражения БО имеет ряд особенностей: 1) избирательность действия, связанная с особенностями биологических поражающих агентов (БПА); 2) тяжесть и длительность заболевания у человека, высокая летальность от некоторых БПА; 3) способность возбудителя быстро распространяться, вызывая эпидемию. Биологическое оружие обладает значительной проникающей способностью и поражающим действием на большой площади. Очаг биологического (бактериологического) поражения со временем может расширяться, охватывая большие территории и поражая на них людей. Для БО возможно скрытое применение, при котором возникает трудность обнаружения возбудителя во внешней среде. Этому способствует наличие инкубационного периода (до 30 суток). Для некоторых видов возбудителей нет вакцин (сап, грибковые заболевания, прионы). Применение БО создает сильный психологический эффект из-за естественного страха человека заболеть тяжелой болезнью. Необходимо отметить низкие издержки и простоту приготовления биологических поражающих агентов для БО. По имеющимся открытым зарубежным публикациям известно, что БО может применяться для массового поражения личного состава действующей армии и населения, ослабления военно-экономического потенциала, дезорганизации системы государственного и военного управления, нарушения работы тыловых объектов.

Способы применения биологического оружия. Эффективность действия БО зависит не только от поражающих свойств биологических средств (БС), но и от правильного выбора способов и средств их применения, включая условия применения. Выбор способов боевого применения БС зависит от путей проникновения патогенных микроорганизмов и токсинов в организм человека. Разработаны несколько способов поражения живой силы противника: аэрозольный, трансмиссивный, диверсионный.

Аэрозольный способ рассматривают как основной и наиболее эффективный, так как он позволяет внезапно и скрытно заражать биологическими средствами атмосферный воздух, местность и находящуюся на ней живую силу и технику. При этом в боевых целях можно использовать почти все виды БС, а защита человека при аэрозольном способе заражения является задачей гораздо более сложной, чем при других видах применения БО. Перевод биологических рецептур в аэрозоль осуществляется двумя способами: силой взрыва вспомогательного заряда или с помощью распылительных устройств. У первого метода достоинством является простота. Но при этом наблюдается гибель значительной части биологических средств. В распылительных устройствах перевод рецептуры в аэрозоль осуществляется либо в результате воздействия сжатого инертного газа (в механических генераторах аэрозолей), либо набе-

гающим воздушным потоком (используется в выливных авиационных приборах). После срабатывания распылительных устройств или биологических боеприпасов образуется облако аэрозоля, распространение которого зависит от направления и скорости ветра. Из других метеорологических факторов существенное влияние на поражающую способность биологического аэрозоля могут оказать степень вертикальной устойчивости приземного слоя атмосферного воздуха, относительная влажность, наличие осадков и солнечной радиации. В ущельях, лесных массивах, населенных пунктах с плотной жилой и промышленной застройкой, в местах с ограниченной циркуляцией воздушных масс и минимальной инсоляцией возможно затекание и застаивание облака биологического аэрозоля. При этом поражающие свойства БО сохраняются на более длительное время.

Таким образом, аэрозольный способ применения БПА представляет собой совокупность последовательных и взаимосвязанных процессов, которые включают диспергирование биологической рецептуры с целью создания аэрозоля с заданными характеристиками, формирование начального аэрозольного облака и распространение его в приземном слое атмосферы. Распространение же аэрозоля в слое атмосферы является процессом неуправляемым. Важным для прогноза применения потенциальным противником БО аэрозольным способом являются необходимые знания атмосферных явлений, метеорологических элементов, климатических факторов, а также свойств аэробиологических систем. В последнее время необходимыми элементами для прогнозирования применения БО становятся компьютерные модели и ГИС-технологии [9].

Трансмиссивный способ применения биологических средств заключается в преднамеренном рассеивании в заданном районе искусственно зараженных кровососущих переносчиков с помощью энтомологических боеприпасов. Для этих целей используются авиационные бомбы и контейнеры специальной конструкции. Использование трансмиссивного способа для распространения различных возбудителей менее вероятно по сравнению с аэрозольным. Применение потенциальным противником искусственно зараженных переносчиков наиболее вероятно при температуре от 15 °С и выше, относительной влажности не менее 60–70 %. Такие погодные условия характерны для теплого времени года.

Диверсионный способ применения биологических средств заключается в преднамеренном и скрытном заражении замкнутых пространств (воздуха и воды), а также продовольствия в районах расположения личного состава войск, а также в тыловых районах страны против гражданского населения. Диверсии были и остаются эффективным способом ведения вооруженной борьбы. Для решения диверсионных задач в армиях многих стран созданы подразделения специального назначения. Они могут быть использованы для скрытной доставки биологических средств на территорию противника и последующего его применения.

Компьютерное моделирование сценариев развития эпидемий. Компьютерное моделирование и прогнозирование эпидемий может быть использовано для представления оперативной и прогностической информации о возможных угрозах военным специалистам, политикам и руководству страны. Моделирование может также применяться для оптимизации систем раннего оповещения и установления карантина с целью предотвращения распространения заболеваний. Компьютерное моделирование эпидемий и вспышек опасных инфекционных заболеваний может быть использовано для оценки масштабов социально-экономических последствий актов биотерроризма, для оценки эффективности применения новых средств диагностики, профилактики и терапии [9]. Так, моделирование и прогнозирование виртуальной пандемии птичьего

гриппа A(H5N1) в 52 крупнейших городах показывает, что она продлится более 8,5 месяцев, при этом число зараженных гриппом людей на всех континентах составит около одного миллиарда человек, а количество летальных исходов – несколько миллионов человек. Таким образом, адекватная демографическая и иная необходимая для моделирования и прогнозирования эпидемий опасных инфекций информация, а также система сценариев появления патогенов (природная катастрофа, техногенная авария, использование БО или акт биотерроризма) вместе с компьютерным моделированием могут стать ценным научным инструментарием для оценки последствий, поиска и формирования адекватных стратегий противодействия на уровне города, территории, страны.

Специалисты считают, что для более эффективного продвижения в этом научном направлении необходим международный обмен данными компьютерного моделирования для сравнения качества, точности, а также прогностической ценности систем биозащиты и биобезопасности. Многие эксперты при этом утверждают, что доступ к данному программному обеспечению должен быть строго ограничен, так как компьютерные технологии и системы моделирования эпидемий могут быть использованы для поиска наиболее слабых мест в системах противодействия актам биотерроризма.

В компьютерном моделировании сценариев развития эпидемий важная роль принадлежит ГИС-технологиям. Под географическими информационными системами (ГИС) подразумевают не только конкретное приложение информатики, но и целую область, отражающую информационные технологии работы с пространственно распределенными данными. Такая система должна удовлетворять нескольким требованиям: 1) иметь объектную пространственную основу (электронную карту или схему в определенной системе координат); 2) быть связанной с пространственной базой атрибутивных данных; 3) обладать возможностью проведения анализа, выбора и поиска данных. Цифровая карта (атлас) в ГИС обладает таким рядом важных достоинств как надежность, наглядность, возможность быстрой передачи данных. В ГИС можно проводить исследования по разработанным правилам и методикам, использовать ее как справочную картографическую систему. При этом ГИС позволяет поддерживать данные об объектах на карте в актуальном состоянии. Электронные карты в ГИС создаются по отдельным слоям (темам). Это обеспечивает лучшее восприятие информации и позволяет произвольно комбинировать слои для получения дополнительной информации. В эпидемиологии ГИС-технологии позволяют прогнозировать различные сценарии развития техногенных катастроф, использования БО, в том числе при актах биологического терроризма [9].

3. Биотерроризм

Биотерроризм сегодня – реальность современного мира. Зафиксирована целая последовательность террористических акций с применением возбудителей инфекционных болезней и бактериальных токсинов. Непредсказуемость направлений биотеррористических атак, неготовность к их отражению заставляют руководство многих стран совершенствовать все элементы противодействия биотерроризму. В 2001 г. обнародованы рекомендации ВОЗ «Ответные меры системы общественного здравоохранения на угрозу применения биологического и химического оружия». В данном документе основное внимание уделяется национальным планам противодействия терроризму. Национальное здравоохранение нацеливается на обнаружение и ликвидацию последствий вспышки любого инфекционного заболевания. Системы эпиднадзора должны быть способны выявить, локализовать и ликвидировать вспышку ин-

фекционного заболевания вне зависимости от способа появления патогена (естественный путь или преднамеренное использование). В этих рекомендациях ВОЗ отмечается также, что методы обнаружения биологических агентов нуждаются в повышении чувствительности, быстроты и точности. Должный уровень профилактических мероприятий требует новых безвредных и эффективных вакцин, созданных с использованием современных методов биотехнологии.

Первый официально зафиксированный случай биологического терроризма имел место в США, штат Орегон (1972). Члены радикальной студенческой организации RISE были задержаны при попытке распыления возбудителей дифтерии, брюшного тифа, дизентерии с самолета. В 1984 г. религиозная секта Раджнишис совершила биотеррористический акт в штате (США). Имелись и другие факты использования биологических средств, что характеризовало уязвимость гражданского населения. Для совершенствования гражданской обороны в Центре исследований проблем нераспространения химического и биологического оружия при Институте Монтеррея (США) была создана компьютерная база данных по открытым источникам информации. В ней проанализированы все известные случаи приобретения или использования химических, биологических и радиоактивных материалов криминальными элементами и террористами. К настоящему времени база включает несколько сотен инцидентов. Были определены наиболее вероятные социальные типы тех, кто способен приобретать и использовать токсичные или инфекционные материалы.

Противодействие биотерроризму в США развернулось с середины 90-х годов XX века. В 1995 г. была издана секретная директива США, где предусматривалось повышение готовности страны на случай совершения терактов, в том числе и с применением биологических средств. В 1998 г. началась разработка комплексной стратегии борьбы с биотерроризмом. В 2000 г. Центр по контролю за инфекционными заболеваниями США опубликовал Национальный стратегический план по готовности к действиям в случаях биологического и химического терроризма. План предусматривал совместное участие в выявлении и ликвидации более десяти различных организаций. Основные разделы плана таковы: 1) профилактика; 2) надзор; 3) диагностика биологических и химических агентов; 4) принятие мер по ликвидации инцидента; 5) система оповещения и информационного обеспечения. Ключевым элементом плана предполагалось создание в США многоуровневой сети диагностических лабораторий для быстрого обнаружения, идентификации и оповещения служб здравоохранения территорий, штатов и городов о выявленных агентах биологической и химической природы. План был ориентирован на модернизацию существующих структур по борьбе с инфекционными болезнями на местном уровне. В 1999 году на борьбу с биотерроризмом различным организациям и ведомствам США были выделены значительные финансовые средства. С этого времени началась реализация программы по созданию запасов почти двух десятков новых вакцин, а также медикаментов и антибиотиков, предназначенных, в первую очередь, для профессиональных групп с высокой степенью риска (полиция, пожарные, медицинские работники). Были проведены учения, в которых моделировалось использование террористами особо опасных инфекционных агентов (оспы, чумы, сибирской язвы).

Можно считать, что к осени 2001 года в США уже была достаточная готовность к террористическим атакам с применением биологического и другого оружия массового уничтожения. Однако оказалось, что в результате серии биотеррористических атак с использованием возбудителей сибирской язвы система здравоохранения США не располагает возможностями для быстрой обработки большого числа пораженных, нет

достаточных площадей изоляторов для размещения инфекционных больных. Были и другие неожиданные проблемы. Обнаружилось, что наборы медицинских средств борьбы с инфекциями (диагностические тест-системы, вакцины, лекарства) устарели, их запасы недостаточны.

Сразу после серии биотеррористических атак в США были предприняты шаги по совершенствованию законодательной базы. в уже существующие законы были внесены поправки, ужесточающие наказание за терроризм. В январе 2002 года был подписан Закон о терроризме, в июне 2002 года – Закон о защите здоровья населения и реагировании на биотерроризм. Этот закон направлен на улучшение работы портовых инспекций, защиту продовольственных поставок, контроль биологических материалов и расширение возможностей реагирования системы здравоохранения в ответ на серьезное нападение. После подписания указанных законов на борьбу с биотерроризмом было дополнительно выделено 2,9 млрд. долларов. В федеральном бюджете на 2003 год на эти цели было выделено уже почти 6 млрд. долларов. Половина этих средств была направлена на развитие фундаментальных и прикладных исследований, призванных обеспечить эффективную защиту от биотерроризма. Для повышения эффективности борьбы как с инфекционными заболеваниями, так и с биотерроризмом в США было предложено организовать сеть из 15 региональных центров. Они должны располагать мощной амбулаторной и клинической базами, диагностическими лабораториями, эпидотрядами на правах службы эпидемиологической разведки.

Национальные планы противодействия биотерроризму совершенствуются и в Европе. С 2005 года функционирует Европейский центр по инфекционным заболеваниям. Европейский центр координирует научно-исследовательские работы, осуществляет надзор за инфекционными заболеваниями, проводит профессиональное обучение. Данный центр поможет оптимизировать деятельность уже существующих в Европе крупных национальных структур. К ним относится Институт Пастера (Франция), Каролинский институт (Швеция), Институт им. Р. Коха (Германия). Все это повысит готовность противодействовать угрозам биотерроризма в странах Европейского экономического сообщества.

4. Развитие биологической и медицинской науки как важнейший фактор обеспечения биобезопасности человека, семьи, общества и государства

Впечатляющие успехи экспериментальной биологии и генетики за последние несколько десятилетий обеспечили настоящий прорыв в исследованиях клеточного, субклеточного и молекулярного уровней организации живой материи. В результате расширились возможности использования фундаментальных исследований в прикладном плане как для мирных, так и для военных целей. Последнее создает принципиально новые угрозы для жизни. В перечень новых угроз можно внести результаты разработок по генной и клеточной инженерии, по клонированию живых организмов. При этом относительная простота реализации достижений фундаментальной биологии в практических сферах открывает возможность использования биологических средств в террористических целях. В этих условиях достижения науки должны стать необходимыми и для опережающего создания системы безопасности, которая будет адекватной как традиционным, так и принципиально новым угрозам. Речь здесь идет о явлениях и процессах, имеющих потенциальную возможность причинить ущерб здоровью человека, животным или растениям.

На основе анализа источников биологических угроз многие эксперты указывают на опасность неконтролируемого развития биотехнологии. Именно она является одним

из ключевых участков прорыва, определяющего научно-технический прогресс в медицине, биологии и сопряженных сферах деятельности. Интенсивное развитие биотехнологии открыло новые возможности по созданию биологического оружия. В этой связи даже изменилась классификация биологического оружия (БО), которая рассмотрена ниже.

1. Традиционное биологическое оружие – бактериологическое (микробиологическое) или токсинное. Все международные документы, которые касаются запрещения БО, относятся именно к этой категории оружия массового уничтожения. Традиционное БО нельзя игнорировать как устаревшее. Оно может быть использовано в военных конфликтах, в диверсионных и террористических целях.

2. Генно-модифицированные организмы. Это искусственно сконструированные методами генной инженерии патогены, против которых нет иммунитета, лекарств и средств диагностики. Методами генной инженерии возможно усиление действия и традиционного бактериологического оружия.

3. Усовершенствованные агенты. Такие патогены предназначены для избирательного воздействия на отдельные ткани и органы (например, на сердечно-сосудистую систему). Имеется принципиальная возможность для разработки БО, поражающего людей определенной расы или этнической группы. Это связано с тем, что наследственный полиморфизм человека был сформирован в течение длительного процесса эволюции. И индивидуальная чувствительность к биологическим факторам, поразному детерминированная у разных этнических групп, может быть использована для дифференцированного поражения.

Создание генетического оружия базируется на последних достижениях молекулярной биологии по расшифровке генома человека. В настоящее время известно большое количество генов-агрессоров человека, потенциально пригодных для использования в качестве основы генного оружия. К наиболее известным генам-агрессорам относят определенные аллели *BAX* (программируемая смерть, или апоптоз), *CFTR* и *α-1-AT* (ответственны за развитие муковисцидоза и наследственной эмфиземы), *RFLP* и *ApoE* (усиление развития атеросклероза и артериальной гипертонии). По механизму действия их можно разделить на четыре основные группы: гены, принимающие участие в процессе апоптоза; гены, экспрессия которых приводит к необратимым летальным изменениям в жизненно важных органах и системах; гены, обусловливающие предрасположенность к развитию хронических заболеваний; гены, вызывающие развитие онкологических заболеваний. Кроме того, существует группа генов-агрессоров, экспрессия которых сама по себе не приводит к каким-либо особым последствиям. Однако попадание в организм человека, который является носителем гена-агрессора, например, вируса ОРЗ способно привести его к гибели [10].

Решение фундаментальных проблем молекулярной биологии, направленное на снижение указанных рисков, возможно, что значительно сокращает возможность биоугроз. Так, при развитии популяционных исследований возможно картирование структуры населения по специфическим «слабым звеньям». Такое знание позволит разработать меры защиты. На основании подробных карт генома и данных о соответствующих белках возможно развитие самых разнообразных подходов, имеющих своей целью избирательное воздействие на генетический аппарат. Исследования по избирательному регулированию функционально важных генов означают возникновение новых подходов для изучения избирательного влияния на участки геномов у разных групп населения, для оценки адаптивных возможностей популяции и адаптивной значимости различных генетических маркеров.

Очень важным направлением обеспечения биологической безопасности является мониторинг эпидемиологической ситуации. Мониторинг – это форма организации сбора и комплексной оценки медико-экологической информации с целью выявления причин неблагополучия. Существующие системы государственного эпидемиологического надзора и борьбы с инфекционными болезнями должны быть способны выявить, локализовать и ликвидировать вспышку инфекционного заболевания. Вводимые в практику методы обнаружения биологических агентов базируются на молекулярных технологиях. В настоящее время имеется широкая панель антител к токсинам, вирусам, бактериям, что позволяет эффективно использовать иммуноферментный анализ, развивать другие методы иммуноанализа, такие как хемилюминесцентный, флуоресцентный, электрохемилюминесцентный. Индикация патогенов, основанная на струткурных особенностях нуклеиновых кислот, осуществляется методом полимеразной цепной реакции (ПЦР), который в настоящее время является самым чувствительным и высокоспецифичным. Развитие методов ПЦР-диагностики привело к созданию приборов ПЦР в реальном времени (online). Это позволяет одновременно определять значительное число патогенов. Следующий уровень развития диагностической базы – создание технологии биочипов и секвенирование последовательности патогенной ДНК. Высокая чувствительность и специфичность, простые процедуры выполнения анализа привели к широкому распространению биочиповых технологий. Данная технология может быть использована для выявления генно-модифицированных организмов, детекции инфекционных агентов в антитеррористических мероприятиях.

Приоритетным направлением в области обеспечения биологической безопасности является проведение лечебно-профилактических мероприятий. К научным задачам лечебно-профилактической деятельности относится проведение фундаментальных исследований в области микробиологии, вирусологии, иммунологии, генной инженерии в целях совершенствования существующих и создания новых средств и методов защиты от биологической опасности. Создание современных методов иммунопрофилактики и разработка вакцинных препаратов нового поколения невозможны без глубокого понимания механизмов развития иммунологических процессов в организме. Эффективность новых вакцин в значительной степени зависит от точного воспроизводства природных механизмов распознавания чужеродных антигенных субстанций. Перспективным направлением является разработка препаратов на основе белков теплового шока, которые могут в определенных условиях играть важную роль в активации Т-лимфоцитами антигенных полипептидов в составе главного комплекса гистосовместимости.

Актуальная задача обеспечения биологической безопасности страны не может быть эффективно решена без проведения целенаправленных фундаментальных и прикладных медико-биологических исследований. Эти исследования являются абсолютным приоритетом. Без их осуществления под сомнением может оказаться само существование страны даже в среднесрочной перспективе. Только на основе достижений медицинских и биологических исследований возможно создание эффективной системы предупреждения и ликвидации современных биологических угроз.

Российская Федерация в настоящее время вынуждена решать одну из важнейших задач национальной безопасности – проблему обеспечения биологической безопасности страны. Причин тому несколько. Это не только опасность международного биотерроризма, но и сложность эпидемиологической обстановки, которая связана с обострением ситуации по особо опасным инфекциям в природных очагах на территории

страны, активизацией международных торговых связей, усилением миграционных процессов, увеличением притока беженцев и временных рабочих из сопредельных государств, с участившимися природными стихийными бедствиями (землетрясения, ураганы, наводнения) и чрезвычайными ситуациями техногенного характера. Ввоз в Российскую Федерацию более половины необходимого продовольствия и еще большей доли лекарственных средств постоянно создает угрозы применения биологического оружия (в том числе генетического, возбудителей медленных инфекций – прионовых болезней). Все перечисленные выше обстоятельства делают нашу страну уязвимой для указанных угроз, которые могут привести к значительному ущербу для общественного здоровья.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андерсон Р. Инфекционные болезни человека. Динамика и контроль : [пер. с англ.] / Р. Андерсон, Р. Мэй. – М.: Мир, Научный мир, 2004. – 784 с.
2. Безопасность России. Правовые, социально-экономические и научно-технические аспекты. Биологическая безопасность. – М.: Знание, 2009. – 911 с.
3. Биологическая безопасность. – М.: Медицина, 2006. – 304 с.
4. Биотерроризм: национальная и глобальная угроза / Г.Г. Онищенко [и др.] // Вестник РАН. – 2003. – № 3. – С. 195–204.
5. Боровик Р.В. О биологической опасности, биобезопасности и биотерроризме / Р.В. Боровик // Биозащита и биобезопасность. – 2009. – № 3. – С. 28–37.
6. Григорьев Ю.А. Инфекционные и паразитарные болезни в условиях глобализации и изменения климата / Ю.А. Григорьев, С.В. Соболева, О.И. Баран // Здоровье населения и тактика управления здравоохранением на современном этапе : матер. науч.-практ. конф. – Кемерово: Примула, 2012. – С. 66–71.
7. Григорьев Ю.А. Климатические изменения и неминуемый рост инфекционной заболеваемости / Ю.А. Григорьев, С.В. Соболева, О.И. Баран // Демографическое настоящее и будущее России и ее регионов: матер. Всерос. науч.-практ. конф. Вып.2. – М.: Эконом-информ, 2012. – С. 79-82.
8. Жимулев И.Ф. Общая и молекулярная генетика / И.Ф. Жимулев. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2006. – 479 с.
9. Завальский Л.Ю. Система биологической безопасности как предмет исследования с помощью ГИС-технологий / Л.Ю. Завальский, Е.К. Кондрик, В.Я. Волков // Химическая и биологическая безопасность. – 2006. – № 4. – С. 3–12.
10. Пальцев М.А. Иммуногенетика человека и биобезопасность / М.А. Пальцев, Р.М. Хаитов, Л.П. Алексеев. – М.: Медицина, 2007. – 144 с.
11. Покровский В.И. Прионы и прионовые болезни / В.И. Покровский, О.И. Киселев, Б.Л. Черкасский. – М.: Изд-во РАМН, 2004 – 381 с.
12. Примроуз С. Геномика. Роль в медицине: [пер. с англ.] / С. Примроуз, Р. Твайман. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. – 277 с.

УДК 614.88:681.3(571.17)

Н.М. Жилина, Г.И. Чеченин, Е.В. Клементьева, А.А. Шумкин

ЭЛЕКТРОННЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ В ВЫЯВЛЕНИИ ПРОБЛЕМ СЛУЖБЫ СКОРОЙ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ Г. НОВОКУЗНЕЦКА ЗА ПЕРИОД 2004-2012 ГГ.

Актуальность

Скорая медицинская помощь (СМП) в нашей стране сложилась как система медицинской помощи при угрожающих здоровью и жизни состояниях, несчастных случаях и внезапных острых заболеваниях. Сегодня это мощная единая система, располагающая разветвленной сетью станций и больниц скорой помощи, санитарной авиацией и научно-исследовательскими институтами.

Целью её создания является *оказание экстренной, в том числе специализированной, врачебной помощи на месте происшествия, в пути следования, на дому, доставка по медицинским показателям больных в стационары*.

Врачам скорой помощи приходится быть универсальными специалистами по определению и лечению всех неотложных состояний, возникающих при терапевтических, хирургических, нейрохирургических, гинекологических, нервных, психических, травматологических и других заболеваниях.

Мощным скачком в развитии службы скорой помощи стало создание специализированных бригад. Скорая помощь стала обеспечиваться современным транспортом, однако широкое распространение такие бригады получили только в конце 50-х – начале 60-х годов. Наконец, в последние годы стали организовываться бригады интенсивной терапии, предназначенные для оказания высококвалифицированной экстренной помощи различным категориям тяжело больных и пострадавших. Необходимость создания таких бригад обусловлена относительно невысоким процентом профильности вызовов специализированных бригад – ситуацией, когда специализированные бригады используются без учета их возможностей.

В будущем, наряду с сохранением специализированных бригад, представляется целесообразным все, так называемые линейные бригады, поднять до уровня бригад интенсивной терапии.

Среди проблем структурного реформирования отрасли здравоохранения важнейшее значение имеет совершенствование службы скорой медицинской помощи. По данным ВОЗ, в мире около 20 % лиц погибает из-за отсутствия квалифицированной медицинской помощи на догоспитальном этапе. Анализ работы служб скорой медицинской помощи г. Новокузнецка за ряд лет позволяет выявить динамику основных причин обращения населения в службу скорой медицинской помощи по классам заболеваний и отдельным нозологическим формам (острый инфаркт миокарда, гипертоническая болезнь, пневмония и т.д.), распределение вызовов по профилям бригад, динамику числа безрезультатных выездов и т.д.

Основными проблемами на современном этапе деятельности ССМП являются рост обращаемости населения в ССМП за счет *хронических больных*; отсутствие *оперативной передачи* информации о больных из ССМП в ЛПУ (поликлиники). Проблемы успешнее решаются при совершенствовании информационного обеспечения. Например, в результате функционирования автоматизированной системы в г. Чите [1] с апреля 2002 г. обеспечена *передача информации об обратившихся за скорой медицинской помощью в поликлиники города по электронной почте*, что позволило стабили-

зировать обращаемость. В июле 2003 года внедрена *полноценная система доступа к базам данных СМП в реальном времени поликлиник на основе WEB сервера.* Анализ структуры вызовов ССМП г. Читы по заболеваниям: на первом месте – обращаемость по поводу *гипертонических кризов*; на втором – *атеросклероз*; на третьем месте – *ИБС, различные нарушения ритма*; на четвертом – *бронхиальная астма.* Врачи поликлиник г. Читы на участках обучили хроников снимать *гипертонические кризы*; провели индивидуальный подбор базисной терапии; повысили активность врачей-аллергологов в посещении на дому хронических больных *бронхиальной астмой.*

Эффективность организации службы скорой медицинской помощи определяется следующими факторами [2, 5]:

- оптимальным развитием и рациональным размещением сети станций и отделений СМП;
- четкой работой диспетчеров, осуществляющих прием вызовов и направление бригад соответствующего профиля в максимально короткий срок;
- отработанной системой госпитализации больных; научно обоснованным планированием и прогнозированием потребности различных групп населения в СМП, ресурсном обеспечении службы.

Материалы и методы

Исследование проведено на основе информации, содержащейся в персонифицированной базе данных (БД) *«Учет и анализ деятельности ССМП»*. БД прошла государственную регистрацию в *Научно-техническом центре «Информрегистр» Федерального агентства по информационным технологиям,* регистрационное свидетельство №11056 от 19 июля 2007 года.

В качестве входной информации системы используются «*Статистическая карта вызова скорой медицинской помощи*» (форма МЗ РФ 110/у), график бригад, график врачей, и график машин [2]. Для статистической обработки все БД были переведены в формат *SPSS Data Document.* Анализ данных выполнен в статистическом пакете *IBM SPSS Statistics (версия 19.0).*

Для определения статистической значимости различий показателей в динамике в трех и более группах применен критерий Фридмана (χ^2_r), для значимости тенденции показателей в динамике – критерий тау Кендалла (τ). Критический уровень значимости различий: p=0,05. Среднегодовые значения показателей приведены со стандартным отклонением (M±σ).

Результаты исследования

За период с 2004 по 2011 гг. всего в базы данных было введено 1 683 627 записей. Электронные персонифицированные данные за 2012 г. в связи с переходом службы скорой помощи г. Новокузнецка на новое программное обеспечение недостаточно полные, поэтому за 2012 год в исследовании использовалась только информация официальной отчетности (форма № 40).

Численность обслуживаемого населения, по данным годовой отчетной формы № 40, представлена на рисунке 1.

Из рисунка видно, что в 2011 г. численность обслуживаемого населения снизилась более чем на 15 тыс. человек, что может быть связано с уточнением структуры населения по данным последней переписи.

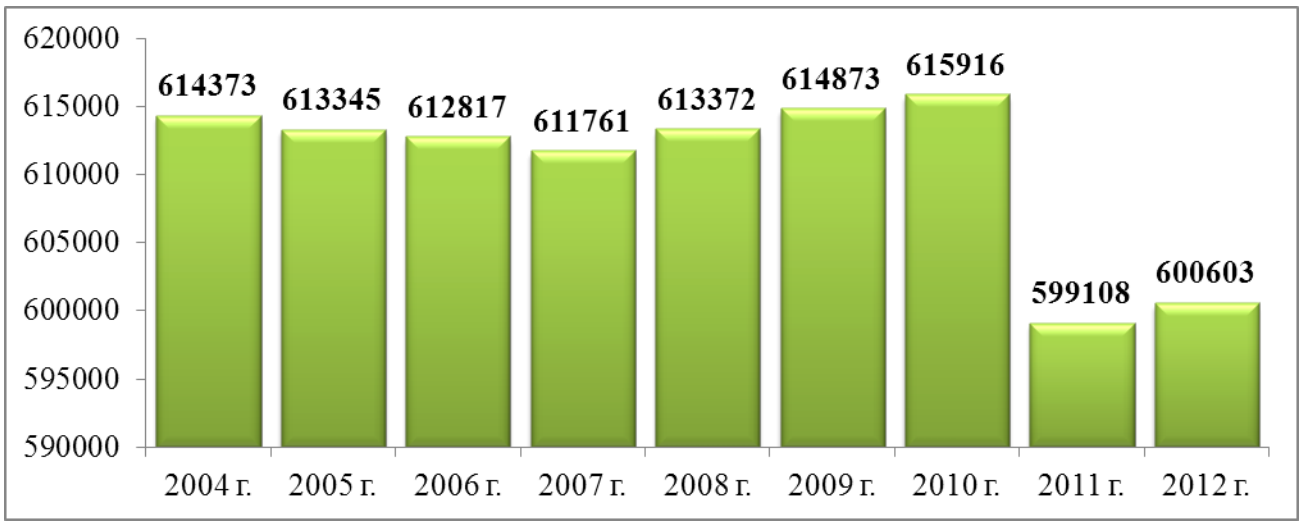


Рисунок 1 – Численность обслуживаемого городского и сельского населения ССМП г. Новокузнецка за 2004 – 2012 годы

Показатель обращаемости населения – это статистический показатель, представляющий собой количество обращений на 1000 человек обслуживаемого службой скорой медицинской помощи населения в течение календарного года.

Сравнивая показатели работы ССМП за девять лет (2004-2012 гг.), отмечаем тенденцию к росту обращаемости обслуживаемого населения: с 343,2 промилле в 2004 г. до 373,4 в 2012 г., темп прироста – 8,8 %.

Графическое изображение обращаемости населения представлено на рисунке 2.

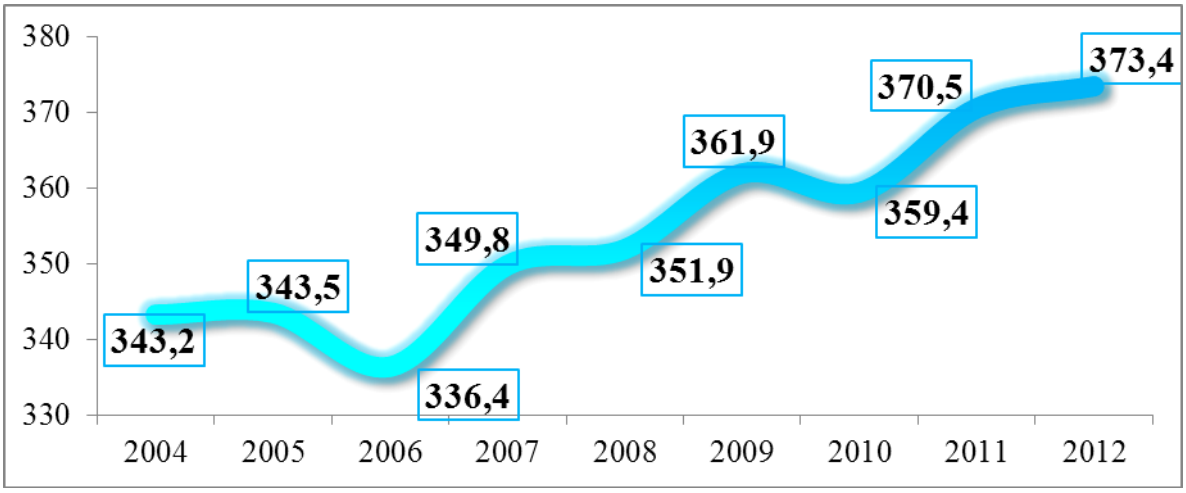


Рисунок 2 – Обращаемость населения городского и сельского в ССМП г. Новокузнецка с 2004 г. по 2012 г. (на 1000 человек)

Тенденция роста обращаемости населения в ССМП с 2004 по 2012 г. статистически значима, результаты применения критерия тау Кендалла: τ=0,778; уровень значимости различия меньше 0,05 (p=0,004).

Основные показатели работы ССМП по результатам годовой отчетной формы 40 приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Динамика обслуженных вызовов ССМП г. Новокузнецка с 2004 по 2010 гг.

Год	Всего обращений	Число лиц, которым оказана помощь при выездах (город+село)		Безрезультатные выезды		Перевозки	
		Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%
2004	210857	193 829	91,9	4 506	2,1	1 670	0,8
2005	210711	191 860	91,1	4 618	2,2	1 781	0,8
2006	206143	185 800	90,1	4 730	2,3	1 844	0,9
2007	214142	190 670	89,0	15 147	7,1	2 155	1,0
2008	215847	191 981	88,9	15 947	7,4	2 260	1,0
2009	222650	198 189	89,0	16 073	7,2	2 474	1,1
2010	221355	196 345	88,7	15 993	7,2	2 656	1,2
2011	221947	193 366	87,1	17 311	7,8	2 463	1,1
2012	224260	195 621	87,2	14 495	6,5	2 660	1,2
M±σ	**216435±6422**	**193073±3629**	**89,2±1,6**	**12091±5655,5**	**5,5±2,5**	**2218±379,1**	**1±0,15**

В среднем в 89,8±1,26 % случаев вызовов бригад ССМП пострадавшим оказана помощь при выездах, причем наблюдается снижение процента лиц, которым оказана помощь при выездах от обращений на ССМП с 91,9 % в 2004 году до 87,2 % в 2012 году, наряду с ростом на 7213 (3,4 %) обращений за последние 4 года.

При этом возросло число *безрезультатных вызовов* в 3,5 раза в 2007 году из-за того, что с 2007 г. расширился классификатор безрезультатных вызовов – в них стали входить такие ситуации как: *больной не найден на месте*, *отказ от помощи*, *адрес не найден*, *вызов ложный*, *бригада отозвана.* В среднем в год зафиксировано 5,5±2,5 % безрезультатных вызовов от общего числа обращений. С 2007 по 2011 г. число безрезультатных вызовов было более 7 %, в 2012 году наблюдается снижение процента безрезультатных выездов от общего числа обращений до 6,5 %.

В среднем, около 1 % (1±0,15 %) составляют выезды бригад ССМП, связанные с *перевозкой крови, лекарств, консультантов и больных*.

На рисунке 3 представлена динамика доли направленных на госпитализацию городских и сельских жителей в 2004–2012 гг. Данный показатель характеризует *тяжесть патологического процесса* по обращаемости в ССМП.

Резкий скачок показателя с 23,7 %; в 2011 г. до 28,9 % в 2012 требует детального анализа ситуации медицинскими специалистами.

Рисунок 3 – Процент направленных на госпитализацию городских и сельских жителей в 2004–2012 гг. от числа всех вызовов бригад ССМП г. Новокузнецка

На рисунке 4 представлен процент направленных на госпитализацию городских жителей по территориальным районам г. Новокузнецка, имеющим тенденцию к росту данного показателя.

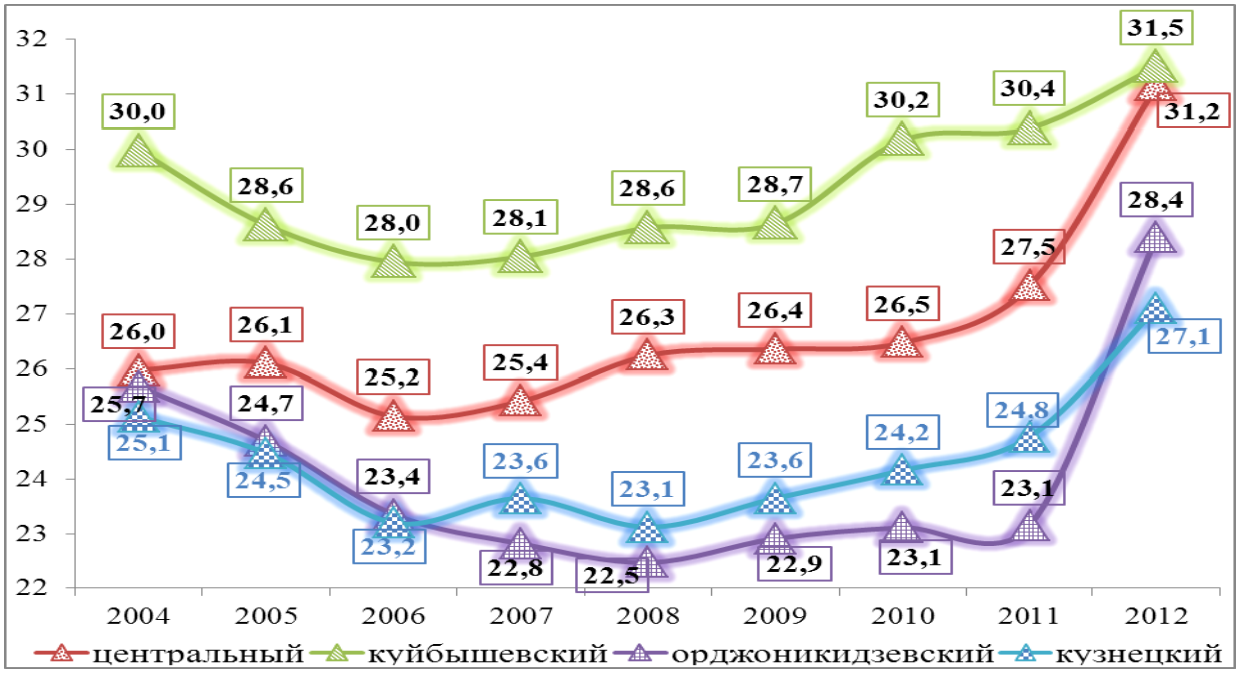


Рисунок 4 – Процент направленных на госпитализацию по Центральному, Куйбышевскому, Орджоникидзевскому и Кузнецкому районам г. Новокузнецка

График наглядно демонстрирует рост тяжести патологического процесса, выраженный в процентах направленных на госпитализацию *городских жителей* от числа обслуженных вызовов. По территориальным районам г. Новокузнецка наиболее высокая доля жителей, направленных на госпитализацию от количества принятых и обслуженных вызовов ССМП – в Куйбышевском районе. Самая низкая доля – в Орджоникидзевском районе, но с резким ростом в 2012 г., который характерен также для Центрального и Кузнецкого районов. Проведено сравнение показателя по районам с помощью критерия Фридмана в период 2007–2012 гг. Выявлены статистически значимые различия: $\chi_r^2 = 19{,}9$; уровень значимости различий p=0,001.

Районы г. Новокузнецка с нетипичной тенденцией показателя «направлено на госпитализацию» представлены на рисунке 5.

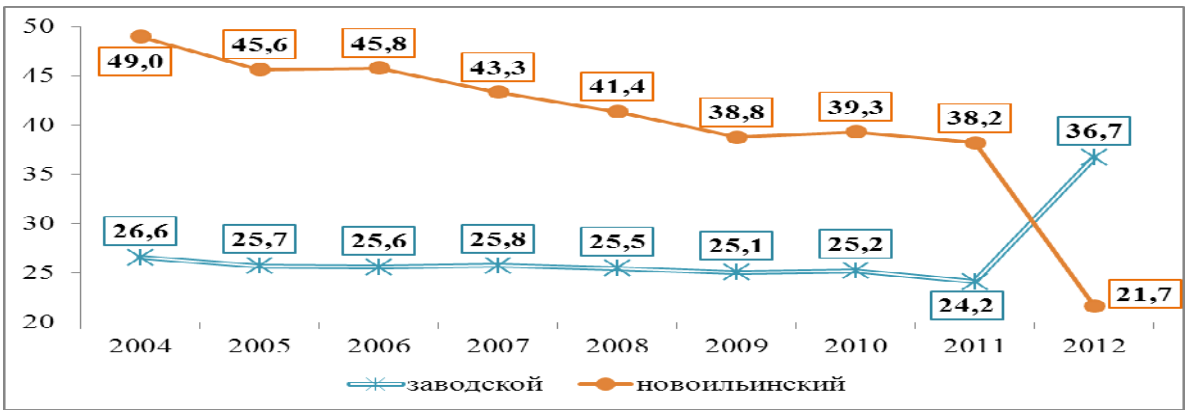


Рисунок 5 – Доля направлений на госпитализацию по Заводскому и Новоильинскому районам г. Новокузнецка (в % от числа вызовов СМП)

Наиболее высокий скачок показателя «направлено на госпитализацию» в 2012 году выявлен в Заводском районе: от 24,2 % в 2011г. до 36,7 %. А резкое снижение с 38,2 до 21,7 % отмечено в том же году в Новоильинском районе города.

Значимость изменения показателя по каждому району г. Новокузнецка в динамике с 2007 по 2012 гг. проверялась по критерию тау Кендалла, результаты показаны в таблице 2.

Таблица 2 –Значимость изменения тяжести патологического процесса по территориальным районам г. Новокузнецка в 2007-2012 гг.

Территориальные районы г. Новокузнецка		Значение
Центральный	тау-b Кендалла	1,0**
	Уровень значимости	<0,001
Куйбышевский	тау-b Кендалла	1,0**
	Уровень значимости	<0,001
Орджоникидзевский	тау-b Кендалла	0,87*
	Уровень значимости	0,015
Кузнецкий	тау-b Кендалла	0,87*
	Уровень значимости	0,015
Заводской	тау-b Кендалла	-0,2
	Уровень значимости	0,573
Новоильинский	тау-b Кендалла	-0,87*
	Уровень значимости	0,015
** – значимость на уровне 0,001; * – значимость на уровне 0,05		

Статистическая значимость увеличения тяжести патологического процесса в 2007-2012 гг. выявлена по всем районам города кроме Заводского и Новоильинского. В Новоильинском районе – значимое снижение показателя за счет резкого падения в 2012 г., что требует более детального изучения. По результатам анализа представлены рекомендации подстанциям ССМП г. Новокузнецка для выявления причин сложившейся ситуации.

На рисунке 6 представлена доля отказов в госпитализации от всех случаев направлений на госпитализацию бригадами ССМП.

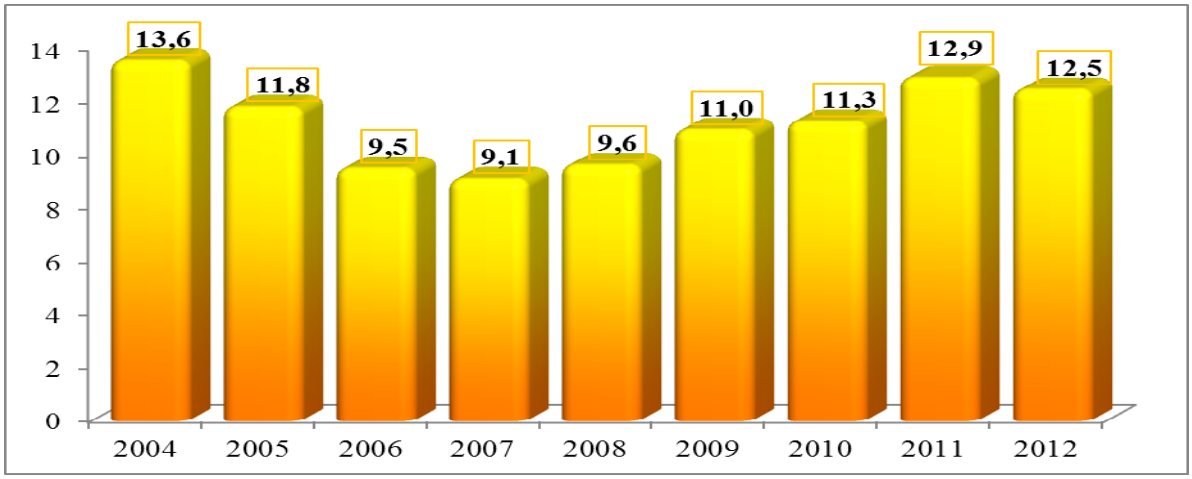


Рисунок 6 – Доля отказов в госпитализации от всех случаев направлений на госпитализацию бригадами скорой помощи г. Новокузнецка

В показателях «отказано в госпитализации» в 2004–2007 гг. выявлена тенденция к снижению процента от числа направленных с 13,4 до 9,4 %, а в период с 2008 по 2012 г. рост до 12,5 %; рост статистически значим: τ=0,867; p=0,015. Ситуация также требует более детального анализа причин руководством ССМП.

Поскольку доля отказов в госпитализации с 2007 по 2011 г. растет, соответственно статистически значимо снижается (τ=–0,867; p=0,015) в этот период процент госпитализированных от числа направленных на госпитализацию (рисунок 7).

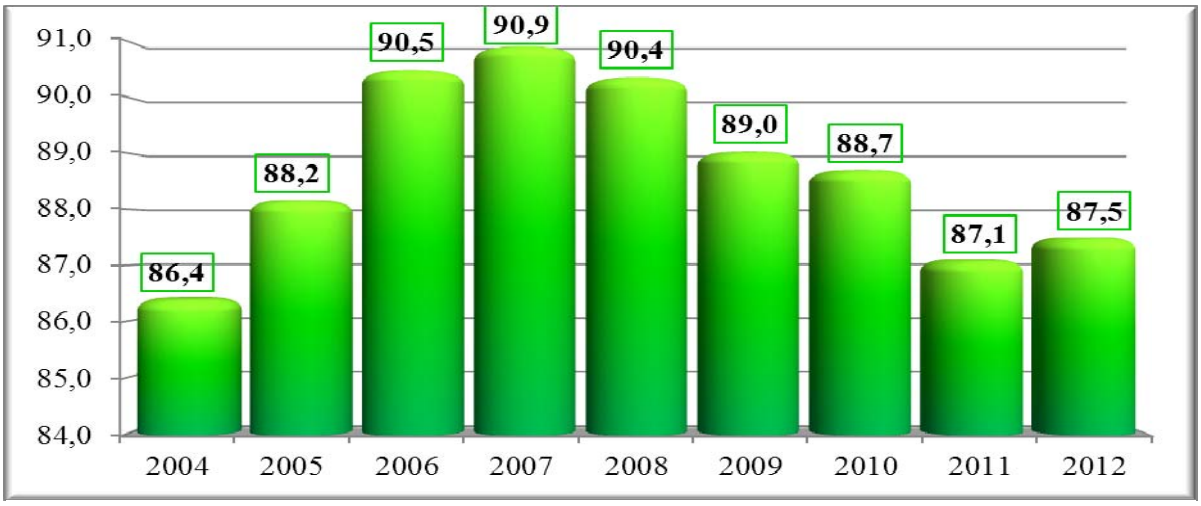


Рисунок 7 – Госпитализировано, процент от числа направленных на госпитализацию бригадами ССМП г. Новокузнецка городских и сельских жителей

По электронным базам данных и выходным формам АСУ «Горздрав» в Новокузнецке [3,4] специалистами Кустового медицинского информационно-аналитического центра ежемесячно готовится и в оперативном режиме передается руководителям здравоохранения и всех медицинских служб и учреждений *сигнальная информация* о состоянии здоровья населения и деятельности всех служб системы здравоохранения. По разделу службы скорой медицинской помощи за 2012 г. в сигнальной информации отмечено, что за последние два года в структуре обращений выявлено *снижение доли заболеваний* с 88,0 % (2011 г.) до 73,8 % (2012 г.). Снижение числа обращений по заболеванию характеризует улучшение работы первичного звена и, возможно, отсутствие эпидемий. Одновременно с этим, наблюдается рост вызовов по *поводу несчастных случаев* с 10,1 до 14,7 %, а доля вызовов по *поводу родов* – стабильна и равна 1,9 %. Отмечается положительная динамика по снижению уровня обращаемости на станцию СМП *детского и подросткового населения* (0–17 лет) – с 427,1 в 2011 г. до 328,5 в 2012 г.

Число *дорожно-транспортных происшествий* с 2011 по 2012 г. возросло на 382 случая (37,4 %) с 1022 до 1404 случаев; количество лиц, пострадавших в ДТП, которым оказана помощь, увеличилось на 219 чел. или 13,3 % (с 1647 чел., до 1866 чел.); а число пострадавших со смертельным исходом за последние два года стабильно – 63 человека.

В 1,1 % случаев *смерть больного наступает до прибытия бригад скорой помощи*. Это ежегодно, не дождавшись оказания медицинской помощи, гибнет в среднем более двух тысяч человек (2 151±108) в городе Новокузнецке и прилегающей к нему сельской местности. Смерть в присутствии бригады наступает в 0,1 % случаев (189±13 человек) от общего числа обращений на ССМП.

Обсуждение результатов анализа деятельности ССМП г. Новокузнецка за период 2004-2012гг.

Рост обращаемости населения в ССМП с 2007 г., возможно, обусловлен значительным сокращением дополнительного льготного лекарственного обеспечения. Также снижается обращаемость населения по заболеванию в поликлинические учреждения г. Новокузнецка, а несвоевременное обращение за медицинской помощью приводит к утяжелению патологических процессов. Растет и обращаемость за скорой медицинской помощью по поводу несчастных случаев, как в абсолютных, так и в относительных показателях. Кроме того, руководители лечебно-профилактических учреждений не принимают действенных мер по снижению нагрузки на службу ССМП, а так же, по перемещению части объема медицинских услуг со скорой медицинской помощи на амбулаторно-поликлинический уровень, особенно по лечению хронических заболеваний. Например, самый высокий показатель обслуженных вызовов в классе болезней органов кровообращения наблюдается с 8 до 18 часов, то есть в период работы поликлиник. Доля вызовов в часы работы поликлиник (с 8 до 18 часов) от всех вызовов в сутки составляет 47,7±0,7 %. Выявленные в результате проведенного исследования проблемы представлены руководству ССМП г. Новокузнецка для более детального изучения и выявления причин сложившейся ситуации.

Основные выводы:

1. Среднегодовое число обращений в службу скорой медицинской помощи г. Новокузнецка за период 2004-2012 г. составляет 216 435±6 424 и увеличилось с 211 тыс. в 2004 г. до 224 тыс. обращений – в 2012 году.

2. Численность обслуживаемого населения в 2011 г. значимо снизилась с 616 до 599 тыс. (на 16 тыс. человек), при этом *показатель обращаемости* (число обратившихся на 1000 населения) продолжает увеличиваться. Рост статистически значим: τ=0,778; p=0,004.

3. Процент направленных на госпитализацию жителей в среднем составил 25,2±1,6 %, из них: госпитализировано 88,7±1,6 %; отказано в госпитализации 11,3±1,6%.

4. В 2012 году произошёл резкий рост показателя «направлено на госпитализацию» на 5,2 %, то есть растет *тяжесть патологического процесса* по обращаемости в ССМП.

5. Статистическая значимость увеличения тяжести патологического процесса в 2007–2012 гг. выявлена по всем районам г. Новокузнецка кроме Заводского и Новоильинского. В Новоильинском районе – значимое снижения показателя за счет резкого падения в 2012 г., что требует более детального изучения.

6. В показателях «отказано в госпитализации» выявлена тенденция к росту от 9,4 % в 2007 г., до 12,5 % в 2012; рост статистически значим: τ=0,867; p=0,015.

7. За последние два года в структуре обращений отмечается *снижение доли заболеваний* с 88,0 % (2011 г.) до 73,8 % (2012 г.), что обусловлено ростом числа вызовов по *поводу несчастных случаев* как в абсолютных (с 19 тыс. до 26 тысяч случаев), так и в относительных показателях с 10,1 до 14,7 %.

8. Отмечается положительная динамика по снижению уровня обращаемости на станцию СМП *детского и подросткового населения* (0–17 лет) – с 427,1 в 2011 г. до 328,5 в 2012 г.

9. Число *дорожно-транспортных происшествий* с 2011 по 2012 г. возросло на 382 случая (37,4 %) с 1022 до 1404 случаев. Количество лиц, пострадавших в ДТП, кото-

рым оказана помощь, увеличилось на 219 человек или 13,3 % (с 1647 до 1866 человек).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сидоров А.И. «МИСС 03». 25-летний опыт разработки и внедрения / А.В. Сидоров // Роль медицинских информационно-аналитических центров в информатизации и управлении системой здравоохранения: *сборник научных трудов,* посвященный 30-летию Муниципального учреждения «Кустовой медицинский информационно-аналитический центр» / Под ред. профессора Г. И. Чеченина. – Новокузнецк: МОУ ДПО ИПК, 2006. – С. 83–95.

2. Ниненко Е.В. Основные этапы внедрения вычислительной техники в работу станции скорой медицинской помощи г. Новокузнецка: *сборник научных трудов,* посвященный 30-летию Муниципального учреждения «Кустовой медицинский информационно-аналитический центр» / Под ред. профессора Г. И. Чеченина. – Новокузнецк: МОУ ДПО ИПК, 2006. – С. 95–98.

3. Чеченин, Г.И. Концептуальные подходы к развитию информатизации в здравоохранении / Г.И. Чеченин, Н.М. Жилина // Общественное здоровье: стратегия развития в регионах Сибири : сб. материалов межрегиональной науч.–практ. конф., Новосибирск, 30-31 октября 2002. – С. 67-69.

4. Жилина Н.М. Информационные технологии поддержки управленческих решений в муниципальной системе охраны здоровья (на примере г. Новокузнецка) / Н.М. Жилина, Г.И. Чеченин // Проблемы управления здравоохранением. – М., 2006. – № 1. – 2006. – С. 10–19.

5. О повышении эффективности оказания скорой и неотложной медицинской помощи населению г. Москвы / Постановление Правительства Москвы от 3 сентября 1996 г. N 707 (Д).

УДК 613.62:622.27

В.В. Захаренков, А.М. Олещенко, В.В. Кислицына, Т.Г. Корсакова, Д.В. Суржиков

ОЦЕНКА РИСКА ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ РАБОТНИКОВ УГОЛЬНЫХ РАЗРЕЗОВ ЮГА КУЗБАССА

Кемеровскую область отличает от других регионов высокоразвитый промышленный сектор практически всех видов производств, ведущими из которых являются топливно-энергетическая (ТЭК), горно-металлургическая, химическая и машиностроительная. Основную долю ТЭК занимают угледобывающие предприятия, на которых добывается 192,1 млн. тонн угля, что составляет более 57 % общероссийской добычи. Открытый способ добычи является более высокопроизводительным и менее затратным. В Кузбассе доля добычи угля открытым способом составляет более 50 %. В регионе эксплуатируется 36 угольных разрезов, на которых в 2011 году было занято 107,9 тысяч человек. Угольная промышленность характеризуется сложными условиями труда, воздействием на горнорабочих целого комплекса неблагоприятных про-

изводственных факторов – шума, вибрации, запыленности, что определяет актуальность настоящего исследования [1, 2, 3].

В работе собраны и проанализированы данные по шести угольным разрезам юга Кузбасса. Методические подходы предусматривали комплексную гигиеническую оценку факторов производственной среды и трудового процесса на угольных разрезах с учётом горно-технических, природно-климатических особенностей региона, определение риска ущерба здоровью работников вследствие воздействия отдельных факторов производственной среды и трудового процесса, а также их комплексного действия; разработку модели прогноза и системы снижения рисков профессиональной заболеваемости работников угольных разрезов [4, 5]. В работе использованы гигиенические, социально-гигиенические, санитарно-химические, статистические методы.

Комплекс по гигиенической оценке условий труда включал оценку параметров микроклимата (750 замеров), уровней производственного шума (1500 измерений), локальной и общей вибрации (1200 замеров), загрязнения воздуха рабочей зоны угольно-породными аэрозолями (750 замеров) и токсическими веществами (250 анализов), среднесменных пылевых и шумовибрационных дозных нагрузок (125 смен), тяжести и напряженности труда по эргономическим показателям, параметры загрязнения атмосферного воздуха токсическими веществами (150 замеров) и аэрозолями (750 замеров) на территории угольных разрезов.

Риск заболеваемости работников оценивался в соответствии с «Руководством по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки» (Р. 2.2.1766-03), СанПиНом 2.2.3.570-96 «Гигиенические требования к предприятиям угольной промышленности и организации работ» и методическими рекомендациями «Расчет индивидуальных рисков профессиональных хронических заболеваний и отравлений, безопасного стажа работы», утвержденные ЦГСЭН в Кемеровской области 17.01.2003 г., «Оценка влияния производственной вибрации на здоровье шахтеров», утвержденные ЦГСЭН в Кемеровской области 05.02.2004 г.; вероятность хронической интоксикации рабочих определялась по методическим рекомендациям: «Оценка влияния производственных факторов на здоровье работающих на предприятиях угольной промышленности и теплоэнергетики», утвержденные ЦГСЭН в Кемеровской области 20.11.2003 г.

Условия труда на угольных разрезах определяют риск формирования профессиональной заболеваемости работников основных профессионально-производственных групп. Наиболее значимыми для профессионального риска являются такие факторы производственной среды как шум, вибрация, угольно-породистые аэрозоли, токсичные вещества с учетом тяжести и напряженности трудового процесса.

Высокий риск профессиональной тугоухости у работников угольных разрезов при стаже работы 25 лет отмечается у машинистов вспомогательной ж/д техники (16,36 %) (таблица 1).

Высокий риск неспецифической шумовой патологии при стаже работы 25 лет также отмечается у машинистов вспомогательной ж/д техники (0,117) и у машинистов тепловозов (0,077).

Наиболее высокий риск развития вибрационной болезни при стаже работы 25 лет отмечается у машинистов бульдозера (34,85 %) и машиниста экскаватора ЭШ (10,14 %) (таблица 2).

Таблица 1 – Риск профессиональной тугоухости у работников угольных разрезов (стаж работы 25 лет)

Профессионально-производственные группы	Эквивалентный уровень звука, дБА	Индивидуальный риск, %
Машинист экскаватора ЭКГ	81,67	3,13
Машинист экскаватора ЭШ	81,71	3,23
Машинист буровой установки	83,15	6,87
Машинист бульдозера	82,00	3,96
Машинист тепловоза	83,48	7,70
Водитель технологического автотранспорта	81,96	3,86
Машинист вспомогательной ж/д техники	86,9	16,36
Водитель колесной техники	80,52	0,22
Водитель линейного автотранспорта	82,05	4,09

Таблица 2 – Риск развития вибрационной болезни у работников угольных разрезов (при стаже работы 25 лет)

Профессионально-производственные группы	Эквивалентный уровень локальной вибрации (виброскорость), дБ	Индивидуальный риск, %
Машинист экскаватора ЭКГ	123,2	41,9
Машинист экскаватора ЭШ	123,8	43,8
Машинист бульдозера	133,3	74,7
Машинист тепловоза	115,1	17,1
Водитель технологического автотранспорта	118,9	27,8
Машинист вспомогательной ж/д техники	131,2	67,8
Водитель колесной техники	125,0	47,6
Водитель линейного автотранспорта	119,4	29,6

Наименьший безопасный стаж работы для возникновения профессиональной патологии от воздействия твердых частиц выявлен у машиниста вспомогательной ж/д техники (7,4 лет), машиниста тепловоза (7,5 лет) и водителя технологического транспорта (9,0 лет). Для водителей линейного автотранспорта и колесной техники безопасный стаж составляет 15,5 лет, а для других специальностей колеблется от 22 до 40 лет (таблица 3).

Наиболее высокий суммарный риск острых заболеваний и отравлений работников при максимальных концентрациях токсичных веществ в воздухе рабочей зоны выявлен у машинистов вспомогательной ж/д техники (60,2 %) и у водителей линейного автотранспорта (52,3 %). По воздействию взвешенных частиц наихудшие показатели риска отмечаются в этих же профессиональных группах. Во всех профессиональных группах риск от воздействия углерода оксида не имеет достоверных различий (2,3 %), за исключением машинистов буровых установок, где риск острой интоксикации составляет 3,6 %.

Таблица 3 – Риск профессиональной пылевой патологии органов дыхания у работников угольных разрезов (при величине приемлемого риска 0,001)

Профессионально-производственные группы	Экспозиционная доза, мг/смена	Индивидуальный риск, 10-3	Безопасный стаж работы, годы
Машинист экскаватора ЭКГ	31,32	1,30	30,60
Машинист экскаватора ЭШ	42,80	1,78	22,40
Машинист буровой установки	43,50	1,81	22,03
Машинист бульдозера	62,90	3,93	15,20
Машинист тепловоза	126,70	5,27	7,58
Водитель технологического автотранспорта	106,50	4,43	9,01
Машинист вспомогательной ж/д техники	128,64	8,04	7,46
Водитель колесной техники	64,22	4,01	14,95
Водитель линейного автотранспорта	66,24	4,14	14,50

Вероятность получения хронических заболеваний при работе на разрезе в течение 5-10 лет колеблется в пределах от 3,5 % до 11,2 % в зависимости от уровня нагрузки факторами риска. При постоянном воздействии токсичных веществ в течение 10–20 лет у 8,7–26 % работников угольного разреза могут проявиться симптомы хронических заболеваний. Максимальные значения ингаляционного риска отмечаются при экспозиции свыше 20 лет.

Ведущая роль в формировании риска хронических заболеваний принадлежит твердым частицам, вклад которых составляет от 41 до 78,5 % в зависимости от условий труда в профессии, за исключением машиниста буровой установки, где ведущим фактором выступает углерода оксид (50,5 %). Углерода оксид стоит на втором месте по влиянию на показатели заболеваемости для всех остальных профессий. Воздействие серы диоксида на показатели хронической заболеваемости незначительно и не превышает 1 % от суммарного уровня риска.

Оценка канцерогенного индивидуального риска проводилась по бенз(а)пирену, саже и формальдегиду. Наибольший канцерогенный риск приходится на формальдегид. При стаже 25 лет высокий канцерогенный риск отмечается у машинистов тепловозов, водителей колесной техники и водителей технологического автотранспорта.

На основе полученных результатов обоснована и внедрена система профилактических мероприятий, направленных на снижение рисков и сохранение здоровья работников угольных разрезов Кузбасса. Она включает оценку и мониторинг рисков для здоровья от воздействия производственных факторов, организационно-технические, санитарно-гигиенические и медико-профилактические мероприятия, определение и регулирование безопасной продолжительности работы на угольных разрезах, внедрение новых технологий ГСЭН по оценке рисков, моделированию санитарно-эпидемиологических ситуаций при освоении и реконструкции угольных разрезов, совершенствование медицинского обслуживания, пропаганду здорового образа жизни и меры социальной защиты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Данилов И.П. Мониторинг профессионального риска как инструмент охраны здоровья работающих во вредных условиях труда / И.П. Данилов, В.В. Захаренков, А.М. Олещенко // Гигиена и санитария. – 2007. – № 3. – С. 49-50.

2. Измеров Н.Ф. Оценка профессионального риска и управление им – основа профилактики в медицине труда / Н.Ф. Измеров // Гигиена и санитария. – 2006. – № 5. – С. 14-16.

3. Медико-биологическое исследование влияния угольной пыли как фактора интоксикации / Д.В. Фоменко, Е.В. Уланова, К.Г. Громов и др. // Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра СО РАМН. – 2009. – № 1. – С. 278-283.

4. Хронический профессиональный бронхит у работников угледобывающих предприятий Кузбасса: роль эндогенных факторов / Н.И. Гафаров, В.В. Захаренков, Н.И. Панёв и др. // Медицина труда и промышленная экология. – 2010. – № 3. – С. 37-40.

5. Шаяхметов С.Ф. Методические аспекты оценки профессионального риска работающих / С.Ф. Шаяхметов, М.П. Дьякович // Медицина труда и промышленная экология. – 2007. – № 6. – С. 21-26.

УДК 669.162.22

В.А. Быстров

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДОМЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА ЗА СЧЕТ УПРОЧНЕНИЯ ВОЗДУШНЫХ ФУРМ

Технологический уровень доменного производства во многом определяет работоспособность применяемых воздушных фурм. Проблемы повышения их стойкости, анализ условий их эксплуатации и причины выхода из строя являются одним из важнейших вопросов производства чугуна. Известно, что до 38 % простоев доменных печей приходится на замену фурм [1–5]. Срок службы воздушных фурм доменной печи составляет от нескольких часов до 250÷260 суток. Расположение воздушных фурм в доменной печи показано на рисунке 1.

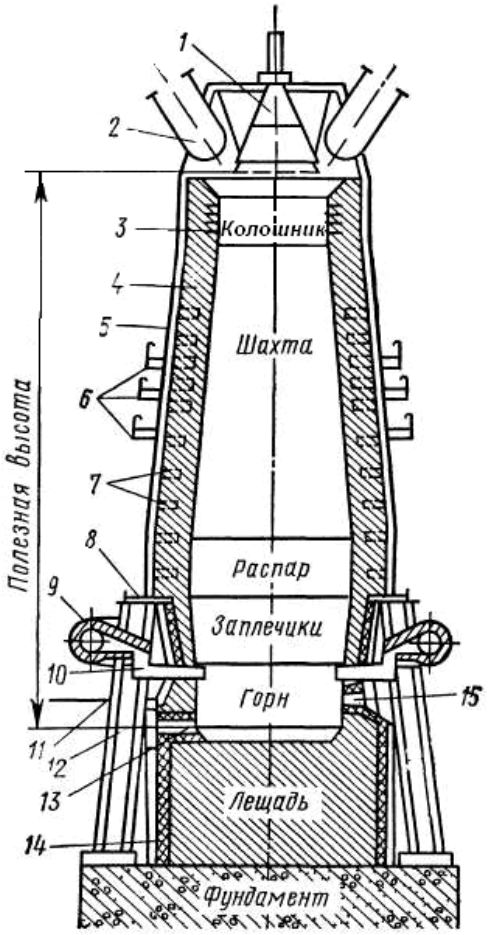


Рисунок 1 – Разрез доменной печи: 9 – фурменные приборы

Среди факторов, являющихся причинами аварийных остановок доменной печи, вызывающих нарушение стационарности доменного процесса, на первом месте стоит выход из строя воздушных фурм. Конструкция воздушных фурм определяет такие их функциональные характеристики, как скорость истечения дутья, эффективность смешивания дутья с вдуваемым топливом и потери тепла с охлаждающей фурму водой (рисунок 2). В этой связи стойкость воздушных фурм и их функциональные характе-

ристики являются важнейшими факторами, влияющими как на производительность доменной печи, длительность ее кампании, так и на удельный расход топлива и себестоимость выплавляемого чугуна.

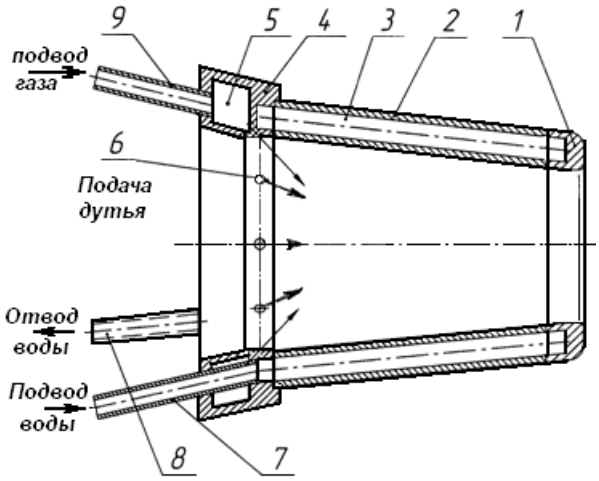


Рисунок 2 – Новая конструкция воздушной фурмы доменной печи

В настоящей работе исследованы основные причины выхода из строя воздушных фурм, проанализированы известные способы повышения их стойкости, экспериментально исследовано влияние на стойкость фурм различных покрытий, разработаны новые способы нанесения защитных покрытий, повышающих стойкость фурм, усовершенствована конструкция воздушной фурмы с целью улучшения ее функциональных характеристик. Эксплуатация фурм разработанной конструкции дала значительный экономический эффект за счет сокращения расхода кокса и увеличения стойкости фурм. Известно, что качественно изготовленные и правильно эксплуатируемые фурмы при стабильной технологии доменной плавки стоят более года. Разработано множество технических решений проблемы повышения стойкости воздушных фурм, методов обработки информации, с учетом критериев текущей стойкости и возрастной динамики выхода фурм из строя, тем не менее, для множества предприятий, производящих чугун вопрос повышения стойкости остается актуальным. Значительные потери, связанные с низкой стойкостью воздушных фурм требуют дифференцированного подхода к их конструкции с учетом объективных условий службы, поскольку увеличение затрат на производство или приобретение дорогостоящих фурм повышенной стойкости наиболее целесообразно при невысоком качестве шихтовых материалов и нестабильной технологии производства чугуна. При классификации характера разрушения фурм принято рассматривать три основные группы повреждений: трещины, износ и прогар.

На долю трещин (и разрывов) приходится порядка 30 % случаев повреждения фурм. Вероятность трещинообразования возрастает с увеличением температуры дутья и диаметра фурм. Другой причиной появлений трещин, помимо чрезмерной тепловой нагрузки, является наличие раковин, литейных складок, сильная разнотолщинность элементов фурмы и, особенно носка. Основная масса повреждений типа трещин и разрывов в случае применения качественных (кованных или штампованных) носков фурм приходится на сварные соединения, в основном у фланца и в месте приварки топливных труб, а также на сварные соединения разнотолщинных элементов фурмы.

Абразивному износу – механическому истиранию поверхности фурмы циркулирующими перед ней материалами подвержена, в основном, верхняя часть носка фурмы. При абразивном износе длина носка может уменьшаться на 40÷70 мм за 4 месяца,

одновременно увеличивается выходное сечение фурмы, особенно при вдувании порошков и пыли. Поэтому переднюю часть носка фурмы выполняют утолщенной, что не только увеличивает время ее износа, но и способствует эффекту «растекания тепла» при точечном контакте носка фурмы с каплями жидких продуктов плавки.

Основные причины прогара фурм – контакт поверхности фурмы с жидким чугуном. На долю прогаров приходится до 75 % случаев выхода фурм из строя. Эффективным способом борьбы с прогарами считается утолщение носка. Для повышения срока службы воздушных фурм необходимо исключить применение дефектных материалов при изготовлении фурм, соблюдать технологию изготовления и особенно сварки фурм. Кроме того, особое значение имеют технологический режим работы доменной печи и условия охлаждения фурм. При качественном изготовлении фурм их повреждение происходит чаще всего по причине расстройства хода печи: загромождение горна, сползание настылей и гарнисажа, подвисании шихты, похолодании печи и т.д. Практически любое расстройство хода печи является причиной повышения вероятности прогара фурм, что в свою очередь, приводит к поступлению в печь большого количества воды, а это влечет за собой еще более глубокое расстройство хода печи и дальнейшее увеличение вероятности повреждения установленных новых фурм уже через несколько суток и даже часов.

Для снижения уровня разрушающих воздействий на воздушную фурму необходимо определить ее оптимальную конструкцию, обеспечивающую в реальных условиях достаточную надежность работы. Перспективным способом противостояния критическим тепловым нагрузкам является также применение защитных покрытий на рабочей части фурмы. Значительное увеличение надежности работы воздушных фурм доменных печей обеспечивают защитные покрытия, состав и конструкции которых многообразны, равно как и технологии их нанесения на поверхность фурмы. Выбор типа покрытий определяют условия эксплуатации фурм, уровень и характер разрушающих воздействий, конструктивные особенности применяемых фурм, а также превалирующие причины выхода их из строя. Защитное покрытие должно быть достаточно термостойким и обеспечивать теплоизоляцию фурмы, снижать или, по меньшей мере, рассредоточивать тепловые удары, уменьшать теплопотери печи. Достаточно износостойкие покрытия, при ограниченных теплоизоляционных свойствах получают, используя металлические сплавы, металлокерамику и некоторые виды керамик, а также композиции этих материалов [2–5].

Во многих работах отмечается, что есть примеры изготовления фурм для доменного производства из различных материалов, в том числе из меди с покрытием. Попытки, предпринятые для защиты фурм от коррозионного действия шлака и прожигающего действия жидкого чугуна путём нанесения многослойных покрытий различными методами, в том числе пламенной металлизацией, оказались неэффективными, прежде всего из-за плохой адгезии покрытия к меди. От существующих в настоящее время методов нанесения покрытий выгодно отличается разработанная в Институте физики прочности и материаловедения СО РАН высокоэффективная технология электронно-лучевой наплавки (ЭЛН) в вакууме, позволяющая создавать многофункциональные покрытия [6–7]. Данная технология была опробована на доменных печах Западно-Сибирского металлургического комбината. Всего было наплавлено 50 рыльных частей воздушных фурм. За период освоения было установлено на двух доменных печах 42 фурмы с наплавленной «рыльной частью»: на доменной печи № 1 – 10 шт. и на доменной печи № 3 – 32 шт. Анализ появившихся за два года повреждений фурм показал, что по причине износа ни одна из наплавленных фурм не вышла из строя. По дру-

гим причинам (прогар, разрыв конуса) вышло из строя 19 фурм, т. е. средняя стойкость предлагаемых фурм составила более 2 лет.

За тот же период освоения на двух доменных печах «ЗСМК» вышло из работы 210 фурм без наплавленной рыльной части, из них по износу на доменной печи № 1 – 17,9 %, на доменной печи № 3 – 26,3 %, остальные – по прогару и разрыву конуса.

Определим среднюю стойкость обычных фурм за период освоения. Для этого воспользуемся данными о фактическом времени работы печей за этот период. Средняя стойкость обычных фурм составила

$$\grave{O}_{ñð} = \frac{(352{,}13 + 352{,}56) \times (112 - 42)}{210} = 234 \text{ пече-сут.}$$

За тот же период средняя стойкость фурм с напыленной рыльной частью составила

$$T_{ср} = \frac{(352{,}13 + 352{,}56) \times 42}{19 \times 2} = 779 \text{ пече-сут.}$$

Следовательно, изменение среднего срока службы фурм в результате упрочнения составило

$$\Delta T_{ср} = \frac{779 - 234}{234} \times 100 = 232{,}91 \ \%; \quad \Delta T_{ср} = \frac{779}{234} = 3{,}33 \text{ раза.}$$

Практика и исследования свидетельствуют о значительном влиянии направления воздухопроводящего канала фурмы на работу горна и печи в целом. Наиболее изученным представляется вопрос о применении наклонных фурм, отклоняющих струю дутья на определенный угол вниз относительно горизонта. Преимущества использования воздушных фурм с изменённым углом наклона:

- лучшее сгорание коксовой мелочи в нижней части фурменного очага;
- интенсифицируется обмен кокса в тотермане;
- отдув кокса и выгорание углубления в околофурменной полости, предотвращают стекание чугуна к торцу фурмы и его прогар снизу. Поэтому при выплавке доменных сплавов (от передельного чугуна до ферромарганца) стойкость наклонных фурм по сравнению с обычными резко возрастала;
- улучшение дренажной способности и газопроницаемости кокса в горне, обусловленное применением наклонных фурм, способствует выравниванию условий десульфурации чугуна, а также восстановления кремния и марганца, что имеет практическое значение при выплавке литейного чугуна и доменных ферросплавов.

Недостатки использования воздушных фурм с изменённым углом наклона:

- увеличение сопротивления воздухоподводящего тракта в результате появления дополнительного местного сопротивления – колена, образуемого соплом и наклонной фурмой, вызывающего затруднения в форсировании процесса;
- ухудшение радиального распределения газа в надфурменном пространстве печи.

Так, исследования газораспределения в горне и шахте печи показали, что переход на фурмы, отклоняющие струю дутья на 9 град. вниз, сопровождался сокращением окислительной зоны на 200÷300 мм, усилением периферийного и ослаблением осевого потока газов под уровнем засыпи [8]. Наибольшая неравномерность газораспределения наблюдалась при наклоне фурмы 18 град., наименьшая – при повороте оси фурмы на такой же угол вверх. Поэтому весьма проблематичной представляется рекомендация авторов работы увеличить угол наклона фурменного канала до 17÷20 град., особенно при существующих условиях обеспечения доменных печей дутьем и средствами загрузки шихты.

Для того чтобы свести к минимуму отрицательное воздействие наклонных фурм и в полной мере использовать их технологические преимущества, следует располагать резервом мощности воздуходувных средств и возможностями регулирования газопроницаемости центральной зоны печи изменением параметров загрузки, т.е. применять засыпные аппараты струйного типа, позволяющие эффективно регулировать газопроницаемость осевой зоны печи. В существующих на предприятии условиях при недостаточной мощности воздуходувных машин и использовании конусных засыпных аппаратов компромиссным решением может быть установление угла наклона канала фурмы в пределах 2÷6 град. как, например, в известных конструкциях комбината «Запорожсталь» и завода Фукуяма. Таким образом, рассмотрев два способа увеличения стойкости воздушных фурм, приходим к следующему выводу: на доменных печах предлагается установить фурмы с измененным углом наклона в 3 град и упрочнять их ЭЛН. Для расчета экономического эффекта и эффективности применения новых фурм используются данные технического отчета цеха, приведенные в таблице 1 [3, 9].

Таблица 1 – Технические показатели работы доменного цеха

Наименование	Всего
Полезный объём, $м^3$	6000
Производительность среднесуточная, т	13408
Производство за год, т	4648000
Текущие простои, сут.	11,84
Текущие простои, связанные с заменой воздушных фурм, ч.	38,66
Тихий ход, час/мин	-
Номинальное время работы, сут.	705,2
Фактическое время работы двух печей, сут.	693,32
Кап ремонт 3-го разряда, сут.	24,8
Воздушные фурмы, шт.	56
Заменено фурм всего, шт.	145
Заменено фурм по причине прогара, шт.	29

Текущие простои, связанные с заменой фурм составили

$$T_{ТП}^{ДП1} = \frac{16}{24 \times 349{,}14} \times 100 = 0{,}19\ \%, \qquad T_{ТП}^{ДП3} = \frac{22{,}66}{24 \times 356{,}06} \times 100 = 0{,}27\ \%.$$

Применяя рассмотренные выше технологии, можно продлить срок службы фурм в 3,33 раза и тем самым сократить выход из строя воздушных фурм, а следовательно, и время на их замену на 70 %.

Для доменной печи характерен прогар фурм, который составляет 17 %, износ – 50 % и 33 % фурмы с трещинами по сварным швам. Прогар можно разделить на два вида: прогар снизу и прогар сверху фурмы. Прогар снизу фурмы на ДП3 составляет 65 % (9 шт.) и прогар сверху фурмы составляет 35 % (5 шт.). Изменения угла наклона фурм на 3 % позволит избавиться от проблемы прогара снизу за счет отдува кокса и выгорания углубления в околофурменной полости, что предотвращает стекание чугуна к торцу фурмы, и сократить прогары сверху. Таким образом, сокращение времени текущих простоев на замену фурм доменной печи может дополнительно составить:

$\Delta T_{тп} = 0{,}17 \times 0{,}65 = 11{,}05$ %.

По условиям «Методики влияния качества сырья и технологических факторов на производительность и расход кокса в доменной печи», утвержденной МЧЦП РСФСР

от 1994 г., каждый процент снижения времени текущих простоев приводит к росту производительности печи на 1,5 %. Следовательно, увеличение объема производства за счет снижения времени текущих простоев печи составит [1–3, 9]

$$\Delta V_{ДП\ 1}^{Т.П} = \frac{2303720 \times 70 \times 0{,}19 \times 1{,}5}{100 \times 100} = 4595{,}92 \text{ т}; \quad \Delta V_{ДП\ 3}^{ТП} = \frac{2344280 \times 70 \times 0{,}27 \times 1{,}5}{100 \times 100} = 6646{,}03 \text{ т};$$

Доля времени текущих простоев связанных с заменой фурм после их упрочнения на доменной печи № 3 составит

$$Т_{ТП}^{ДП3} = \frac{22{,}66 \times 30}{24 \times 356{,}06 \times 100} \times 100 = 0{,}081 .$$

Дополнительный выпуск чугуна, обусловленный применением на доменной печи № 3 фурм с измененным углом наклона, составит

$$\Delta V_{ДП\ 3}^{Уг.н} = \frac{(2344280 + 6646{,}03) \times 11 \times 0{,}081 \times 1{,}5}{100 \times 100} = 314{,}2 \text{ т.}$$

Общее увеличение выпуска чугуна за счет применения фурм новой конструкции составит

$\sum \Delta V_{Нов.Ф} = 4595{,}92 + 6646{,}03 + 314{,}2 = 11556{,}15$ т.

Общее снижение длительности текущих простоев печи за счет применения упрочненных фурм с измененным углом наклона составит

$$\Delta Т_{ТП} = \frac{38{,}66 \times 70}{100} + \frac{22{,}66 \times 11 \times 70}{100 \times 100} = \frac{28{,}88}{24} = 1{,}2 \text{ сут.}$$

Условно-постоянные затраты в период освоения составили 941 527,52 тыс. руб. на весь выпуск или 202,57 руб./т, т. е. возможная величина снижения удельных условно-постоянных расходов $\Delta C^{УПР}$ составит:

$$\Delta C_{абс}^{упр} = 202{,}57 - \frac{941527520}{4648000 + 11556} = 0{,}51 \text{ руб./т.} \qquad \Delta C_{\%}^{упр} = \frac{0{,}51}{2392{,}97} \times 100 = 0{,}021 \text{ \%.}$$

Промышленные испытания показали, что применение фурм с изменённым углом наклона обеспечивает снижение расхода кокса на 1,5÷2 кг на тонну чугуна. Следовательно, общее снижение величины затрат на кокс составит:

$\Delta З_{кок} = 0{,}0015 \times 1142{,}4 \times 2344280 = 4\ 017\ 158$ руб.

Изменение себестоимости чугуна за счет изменения норм расхода кокса составит:

$$\Delta C_{абс}^{н.к} = \frac{\Delta З_{кок}}{V_г} = \frac{4017158}{4648000} = 0{,}86 \text{ руб./т.} \qquad \Delta Ñ_{\%} = \frac{\Delta Ñ_{àáñ}^{í.êîê}}{Ñ_{1ò.\div óã}} = \frac{0{,}86}{2392{,}97} \times 100 = 0{,}036 \text{ \%.}$$

Рассчитаем экономию от изменения расхода фурм с учетом разницы в ценах. Цена обычной медной фурмы равна 16400 руб., а цена напылённой фурмы – 20000 руб. Общий расход фурм в период освоения составил 145 шт. Расход фурм новой конструкции (N) составит:

$$N = \left[64 + \left(81 - 9\right)\right] \times 0{,}3 = 41 \text{ шт.}$$

Затраты на фурмы составляют

$З_{обыкн.} = 145 \times 16400 = 2\ 378\ 000$ руб., $З_{новой\ констр.} = 41 \times 20000 = 820\ 000$ руб.

Следовательно, экономия от снижения расхода фурм новой конструкции с учетом разницы в цене составит

$\Delta З_{Фурм} = 2378000 - 820000 = 1\ 558\ 000$ руб.,

Экономия в расчете на 1 тонну чугуна

$$\Delta C_{абс}^{р.ф} = \frac{1580000}{4648000} = 0{,}34 \text{ руб./т;} \qquad \Delta C_{\%}^{р.ф} = \frac{0{,}34}{2392{,}97} \times 100 = 0{,}014 \text{ \%.}$$

Общее снижение себестоимости за счет применения напыленных фурм и изменения их угла наклона составит

$\sum \Delta C^{Н.Ф}_{абс}$ = 0,51 + 0,86 + 0,34 =1,71 руб./т; $\sum \Delta Ñ_{\%} = \frac{1,71}{2392,97} \times 100 = 0,07$ %

Экономический эффект (Э) от практического применения фурм новой конструкции в условном году освоения (упущенная выгода) составит:

Э = (4648000 + 11556) × 1,71 = 7 967 841 руб.

Суммарное снижение себестоимости тонны чугуна в результате практической реализации обоих предложенных мероприятий с учетом роста объемов производства составит:

$\sum \Delta C_{абс}$ = 9,43 + 1,71 = 11,14 руб./т, $\Delta Ñ = \frac{11,14}{2392,97} \times 100 = 0,46\%$

Общий экономический эффект составит

$Э_{общ}$ = 44 633,4 + 7 967,8 = 52 600,8 тыс. руб.

Общее увеличение объемов производства чугуна по цеху составит:

$\sum \Delta V_{чуг}$ = 88312 + 11556 = 99 868 т, $\Delta V_{\%} = \frac{88312 + 11556}{4648000} \times 100 = 2,15$ %.

В результате роста объема производства и снижения себестоимости общая стоимость выплавленного чугуна ΔQ увеличится

ΔQ = (4648000 + 9 868) × (2392,97– 11,14) – 11122532000 = 186 089 878 руб.

Следовательно, при норме рентабельности 20 % прибыль увеличится

$\Delta П = \frac{186089878 \times 20}{100} = 37217976$ руб.

Изменение условно-постоянных расходов по переделу чугуна составит

$\Delta УР_{пост}$ = 3,78 + 0,51 + 0,34 = 4,63 руб./т, $\Delta УР_{пост} = \frac{4,63}{202,57} \times 100 = 2,29$ %.

Изменение доли $З_{УПР}$ в структуре себестоимости чугуна составит

$$\Delta УР_{пост} = \left(\frac{202,57}{2392,97} - \frac{202,57 - 4,63}{2381,83} \right) \times 100 = 0,16\%.$$

Изменение себестоимости при увеличении объёма производства:

$$\Delta C_{ВП} = \frac{C_{у.п} \cdot (ВП_2 - ВП_1)}{ВП_2},$$

где $\Delta C_{ВП}$ – величина снижения себестоимости единицы продукции, руб.; $C_{У,П}$ – размер условно-постоянных расходов в себестоимости единицы продукции до внедрения мероприятия, руб./т; V_1, V_2 – выпуск продукции в т./год, соответственно, до и после внедрения мероприятия по увеличению объёма производства.

$V_2 = V_1 + \sum \Delta V_{ЧУГ}$ = 4648000 + 99868 = 4 747 868 т/год;

$$\Delta C_{ВП} = \frac{202,6 \times 99868}{4747868} = 4,26 \text{ руб.}$$

Суммарная величина снижения себестоимости 1 т чугуна составит:

$\sum \Delta C_{1\,Т} = \Delta C_{УПР} + \Delta C_{ВП}$ = 11,14 + 4,26 = 15,40 руб./т.

Себестоимость 1 т чугуна после внедрения мероприятия составит:

$C_{ПР} = C_{БАЗ} - \sum \Delta C_{1\,Т}$ = 2393 – 15,40 = 2377,6 руб. /т.

Суммарный процент снижения себестоимости агломерата составит:

$\sum \Delta C_{\%} = (\sum \Delta C_{1\,Т} / C_{БАЗ}) \times 100$ = (15,4 / 2393) × 100 = 0,64 %

Показатель рентабельности взаимосвязан со всеми показателями эффективности производства, в частности, с себестоимостью продукции, фондоёмкостью продукции и скоростью оборачиваемости оборотных средств. На величину рентабельности, рас-

считанную по балансовой прибыли, влияют: прирост прибыли, уровень использования основного капитала и нормируемых оборотных средств. Рассмотрим более подробно влияние каждого фактора [1–4, 9]. Прибыль может возрасти в результате увеличения объема производства продукции, снижения себестоимости продукции, роста оптовых цен, при повышении качества выпускаемой продукции, что показано в таблице 2.

Таблица 2 – Данные для расчета прироста прибыли и рентабельности

Показатели	Обознач.	Базовые	Проект
Себестоимость 1 т чугуна, руб./т	$С_{1т}$	2393	2377,6
Цена 1 т чугуна, руб./т	$Ц_{1т}$	2967	2978,5
Годовой выпуск чугуна, т/год	$V_Г$	4648000	4747868
Объем производства в оптовых ценах, тыс. руб./год	$Q_Г$	13790616	14141525
Себестоимость годового выпуска продукции, тыс. руб.	$С_Г$	11122664	11288531
Прибыль балансовая (валовая), $П_{ВАЛ} = Q_Г – С_Г$, тыс.руб.	$П_{ВАЛ}$	2667952	2852994
Доля прибыли в стоимости валовой продукции, %	$\alpha_{ПР}$	19,3	20,18
Стоимость производственных фондов К=ОК+ОС, тыс. руб.	К	5057371	5057371
Среднегодовая стоимость основного капитала, тыс. руб.	ОК	2029535	2029535
Норматив оборотных средств, тыс. руб.	ОС	3027836	3027836
Рентабельность продукции, $R = П_{ВАЛ} \times 100/ (ОК + ОС)$, %	R	52,75	56,41
Абсолютный прирост прибыли, $ΔП=П_{ПР} – П_{БАЗ}$, тыс. руб.	$ΔП_{абс}$		185042
Относительный прирост прибыли, $ΔП\% = ΔП_{абс}/ П_{БАЗ}$, %	ΔП %		6,94

$ОК = К_{УД.КВ} \times V_Г = 436{,}65 \times 4648 = 2\ 029\ 535$ тыс. руб.

$$ОС = Т_Ц \frac{V_Г \cdot С_{1Т} \cdot k_{Н.З.}}{360 \cdot d_{Н.П}} = 1{,}2 \cdot \frac{4648 \cdot 2393 \cdot 0{,}98}{360 \cdot 0{,}02} = 3027836 \text{ тыс.руб.}$$

1. Прирост прибыли в результате увеличения объема производства продукции $ΔП_Q$ можно рассчитать по следующей формуле:

$$ΔП_Q = \left[\frac{(Q_{пл} - Q_{баз})}{100}\right] \cdot \alpha_{пр},$$

где $Q_{пл}$ и $Q_б$ – соответственно плановый и базовый объем производства в оптовых ценах предприятия, руб./год; $a_{пр}$ – прирост прибыли в стоимости валовой продукции в базисном периоде, в процентах.

$Q_Г = Ц \times V_Г$.

2. Среди факторов, влияющих на прирост прибыли, ведущая роль принадлежит снижению стоимости продукции.

$$ΔП_C = \left[\frac{(Q_{баз} - С_{баз}) \times Q_{пл}}{(Q_{баз} - С_{пл})}\right],$$

где $ΔП_с$ – прирост прибыли в результате снижения себестоимости продукции; $С_{баз}$, $С_{пл}$ – себестоимость продукции в базисном и плановом периоде.

3. При производстве продукции повышенного качества текущие издержки чаще всего возрастают. Однако в результате реализации этой продукции по повышенным ценам прибыль также может возрасти:

$$ΔП_K = \left[\frac{Q_{пл} \cdot \alpha_{пл}(R_q + ΔR_q - R_{пл})}{100}\right],$$

где $ΔП_K$ – прирост прибыли в результате роста оптовых цен из-за повышения качества выпускаемой продукции; $\alpha_{пл}$ – удельный вес продукции повышенного качества; R_q

– рентабельность продукции повышенного качества; ΔR_q – прирост рентабельности продукции повышенного качества, %; $R_{пл}$ – средняя рентабельность производства, %.

Влияние данных мероприятий на основные показатели эффективности доменного производства представлено в таблице 3.

Таблица 3 – Основные технико-экономические показатели эффективности доменного производства до и после реализации проекта

Показатели	Базовые	Проектные	Изменение	
			абсолют	%
Объем производства, т	4 648 000	4 747 868	99 868	2,15
Себестоимость, руб.	2 393	2 377,6	–15,4	–0,64
Текущие простои, сут.	11,84	10,64	–1,20	–10,14
Производительность, т/сут.	13 408,0	13 648,4	240,4	1,79
Коэффициент использования, т/т	0,448	0,453	0,005	1,04
Коэффициент экстенсивной загрузки	0,983	0,987	0,003	0,34
Коэффициент интенсивной загрузки	0,959	0,959	0,000	0,00
Коэффициент интегральной загрузки	0,943	0,946	0,003	0,34
Фондоотдача, руб./руб.	2,370	2,410	0,040	1,67
Фондоёмкость, тыс. руб./т	0,422	0,415	–0,007	–1,65

Таким образом повышение стойкости воздушных фурм ведет за собой сокращение затрат и времени на замену разрушенных фурм и, следовательно, к увеличению объема производства, так как каждый процент снижения времени текущих простоев приводит к росту производительности печи на 1,5 %. И как итог мероприятий по повышению стойкости воздушных фурм, мы получаем прирост прибыли в результате увеличения объема производства продукции, снижения себестоимости продукции и повышения ее качества. Динамика практически по всем показателям свидетельствует о повышении эффективности производства за счет реализации предложенных мероприятий. Суммарный годовой экономический эффект по доменному цеху за счет использования воздушных фурм новой конструкции составил 52 600 800 руб./год.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов: (Вторая ред.) / Министерство экономики РФ, Министерство финансов РФ; ГК по строительству, архитектуре и жилищной политике. – М.: Экономика, 2000. – 436 с.

2. Энциклопедический словарь по металлургии. Т.1 / Под ред. Н.П. Лякишева. – М.: Интернет Инжиниринг, 2000. – 468 с.

3. Бень Т.Г. Экономика доменного производства: учеб. пособие для вузов / Т.Г. Бень, В.С. Плевако; Под ред. В.С. Плевако. – М: Металлургия, 1983. – 134 с.

4. Доменное производство [Текст]: справочное издание / Под ред. Вегмана Е.Ф. – М.: Металлургия, 1989. – 496 с.

5. Китаев Б.И., Теплотехника доменного процесса: учеб. пособие для вузов / Б.И. Китаев, Ю.Г. Ярошенко, Е.Л. Суханов / Под ред. Е.Л. Суханова, – М.: Металлургия. 1978. – 248 с.

6. Панин В.Е. Электронно-лучевая наплавка в вакууме: оборудование, технология, свойства покрытий / В.Е. Панин, С.И. Белюк // Сварочное производство. – 2000. – № 2. – С. 34-38.

7. Старцева Е.Ю. Основные преимущества ЭЛН / Е.Ю. Старцева, В.А. Култышева, и др. // Известия вузов. Черная металлургия. – 1997. – № 7. – С. 11–12.
8. Колесник И.Л. О влиянии угла наклона фурм на интенсивность доменного процесса / И.Л. Колесник, П.К. Лебедь // Металлург.– 1974.– № 5.– С. 8–9.
9. Технико-экономические расчеты по организации, планированию и управлению металлургическим предприятием: учеб. для вузов / И.Н. Иванов, Б.П. Бельгольский, И.С. Соломахин, Под ред. И.Н. Иванова – М: Металлургия, 1993.– 446 с.

УДК 621.771

В.А. Быстров

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ПРОКАТА

На основе анализа существующего положения черной металлургии и стратегий развития на перспективу, разработанных Правительством России, объем видимого потребления готового проката к 2015 г. прогнозируется на уровне около 41,5 млн. т, при этом производство проката составит порядка 66 млн. т. В настоящее время в России принят ряд программ по развитию автомобилестроения, сельскохозяйственного машиностроения, судостроения, станкостроения, авиакосмической техники, реконструкция железных дорог. В реализации этих программ значительная роль отводится металлургии. Остается надеяться, что благодаря большим инвестиционным возможностям, которые в 2012–2015 гг. ожидаются на среднегодовом уровне 121 млрд. руб., модернизация металлургических предприятий заметно отразится на сортаменте и качестве продукции, что, в свою очередь, полностью удовлетворит любые требования потенциальных потребителей.

Изменения параметров развития отрасли отражают позитивные процессы в способах производства металла: последовательное улучшение соотношения выплавки стали и производства проката в результате внедрения непрерывной разливки стали, что привело к сокращению оборотных отходов в металлургии; увеличение глубины переработки металла; ускоренное развитие вторичной металлургии в России, что отразилось на изменении соотношения выплавки чугуна и стали. Производственно-технологические и структурные факторы совершенствования технологических процессов пока оказывали относительно небольшое позитивное влияние на изменение себестоимости продукции. Производство чугуна, стали, проката в данный период времени изменилось незначительно (рост на 5÷6 %), технологические нормы расходов имели тенденцию к незначительному снижению (в пределах 1,5÷3 %), в структуре затрат на сырье увеличивается доля металлолома, что снижает стоимость материальных затрат на 1 т продукции примерно на 30 %. В последнее время идет неуклонное, хотя и незначительное снижение удельных затрат по всему металлургическому переделу. Существенное снижение расхода стали на прокат произошло на ЗСМК (на 17,4 кг/т), что связано с вводом в работу слябовой МНЛЗ и увеличением отгрузки литой заготовки в 4,7 раза [1].

Прогноз развития черной металлургии до 2012 г. предусматривает увеличение производства товарной продукции на 30 % в основном за счет применения инновационных разработок. Инновационно-инвестиционная политика является составляющей финансовой политики в части использования денежных средств. Структура использования денежных средств по инвестиционной деятельности черной металлургии и промышленности в целом значительно различается. Высокая доходность подталкивает металлургию к увеличению инвестиционных вложений, одновременно затрудняя процесс интенсивного обновления, связанного с потерей прибыли от простоев действующих агрегатов во время ремонтов. Для более глубокой интеграции в мировую экономику, уверенного поведения на внешних рынках предприятиям металлургического комплекса России необходимо постоянное наступательное развитие. С нашей точки зрения, для металлургических предприятий актуальным становится переход к системе принятия управленческих решений на основе прогнозирования инновационной политики и критериев эффективности [1].

Одним из основных стратегических направлений, позволяющих повысить уровень конкурентоспособности металлургического предприятия и его товарной продукции, является инновационное технологическое развитие. Под инновационным технологическим развитием металлургического предприятия понимается повышение уровня эффективности производства посредством непрерывного усовершенствования технических устройств и технологических процессов на базе новых знаний, а также соответствующих организационных изменений, обеспечивающих коммерческую эффективность нововведений.

Сущность инновационной модели прогнозирования технологического развития заключается в непрерывном, комплексном и сбалансированном проектировании, освоении и контроле технических, технологических и социальных инноваций для достижения стратегической цели – долгосрочной конкурентоспособности на основе баланса интересов и ответственности взаимодействующих субъектов металлургического предприятия. Технико-технологические инновации создают новые возможности для повышения производительности, эффективности производства, социальные позволяют сформировать условия, необходимые для использования этих возможностей в полной мере.

Проектирование инновационного технологического развития – деятельность по разработке комплексно обоснованной совокупности технических и технологических инноваций, подлежащих внедрению на предприятии, а также соответствующих организационно-управленческих преобразований. Предполагает расчет инновационно-инвестиционных средств, их эффективности и описание действии по практической реализации инноваций.

Реализация инновационной модели технологического развития предусматривает моделирование новых свойств металлургических процессов в соответствии с требованиями рынка; определение дефектов во всех функциональных системах предприятия технической, технологической, организационной, управленческой, разработку программ инновационных изменений, определение структуры инвестиций, согласование норм и правил производственного взаимодействия для закрепления преобразований, формирование и поддержание баланса интересов и ответственности между взаимодействующими субъектами, что показано на рисунке 1. Основополагающими в этом процессе являются два контура:

- моделирование технологического развития предприятия;

- проверка преобразований по критерию баланса интересов и ответственности взаимодействующих субъектов.

Последовательное выполнение всех стадий позволяет достичь комплементарного производственного взаимодействия и эффективно осуществлять инновационное технологическое развитие по всем металлургическим переделам.

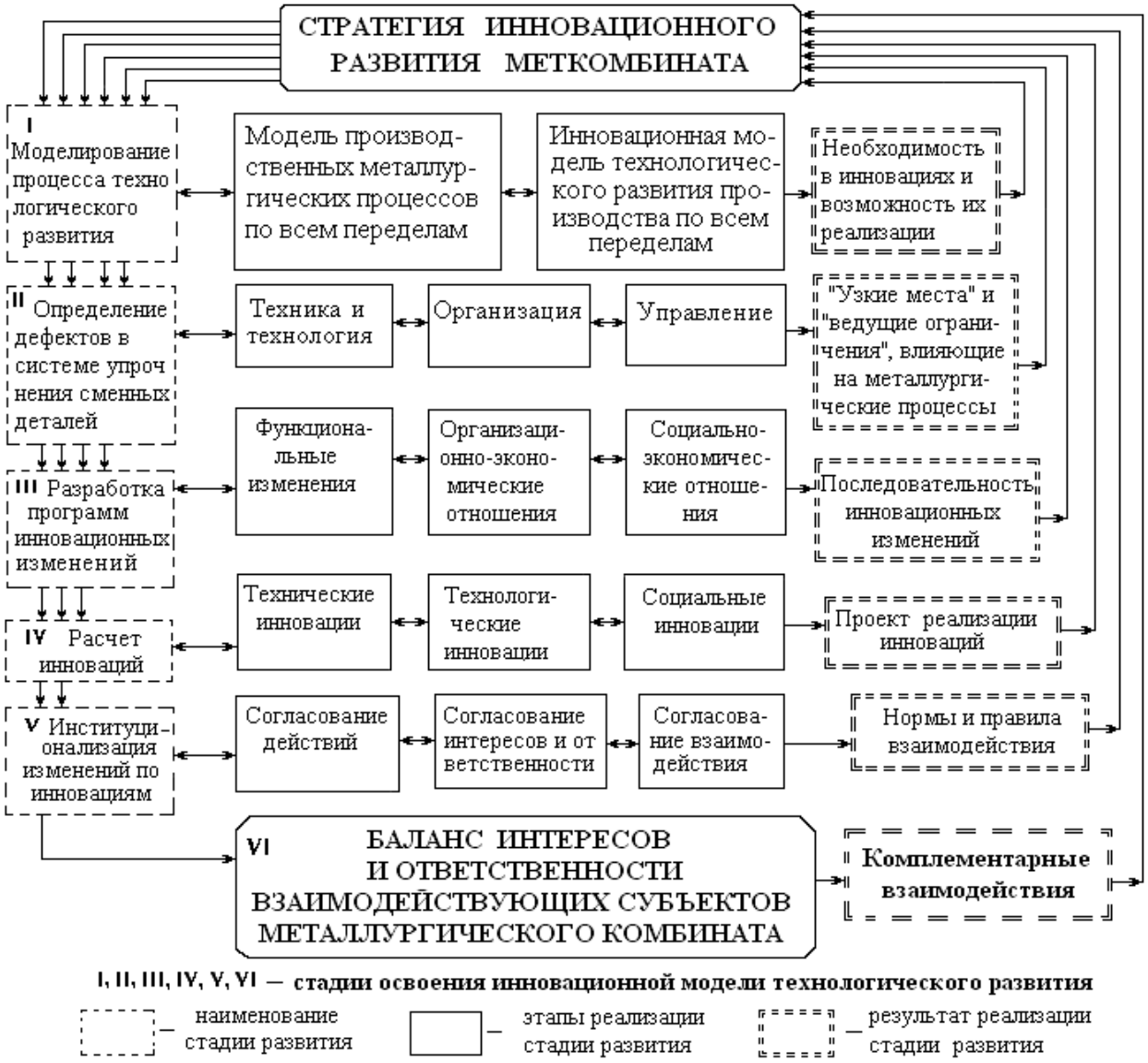


Рисунок 1 – Стратегия развития инновационных процессов на комбинате

Одной из важнейших мер, способствующих увеличению выпуска проката, улучшению качества металлопродукции и снижению расходов по переделу, является повышение стойкости прокатных валков – основного рабочего инструмента прокатных станов. Статистические данные, полученные как в нашей стране, так и за рубежом, достаточно красноречивы: 6÷8 % всей стоимости прокатного стана составляет стоимость прокатных валков; 20÷25 % времени работы прокатного стана уходит на перевалки валков; в общих расходах по переделу затраты на валки по стану горячей прокатки составляют примерно 15÷17 % [1].

Наиболее эффективным является применение бандажированных валков даже при однократном использовании оси, так как стойкость материала бандажа в 3÷4 раза выше, чем цельнокованых или литых, а применение твердых сплавов повышает износо-

стойкость валков в 8÷10 раз. Все большее применение находит также электрошлаковая наплавка с использованием плавящегося электрода (рисунок 2, а), жидкого (рисунок 2, б) и кускового присадочного металла (КПМ) (рисунок 2, в)

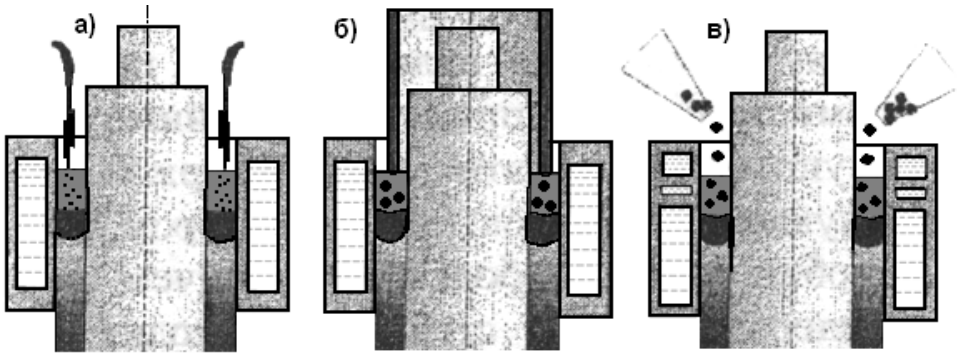


Рисунок 2 – Электрошлаковые технологии (ЭШТ) получения композитных валков

Популярность ЭШЛ связана с возможностью получения гораздо более мелкодисперсной структуры матрицы и карбидной фазы, чем при центробежном литье. Высокие скорости кристаллизации металла и возможность заливки присадочного металла при температуре, близкой к ликвидусу, обеспечивают благоприятную морфологию высоколегированных карбидов и их равномерное распределение в матрице (рисунок 3). В свою очередь, такая структура металла обеспечивает сверхвысокие эксплуатационные свойства прокатных валков, с лихвой оправдывающие затраты на их производство.

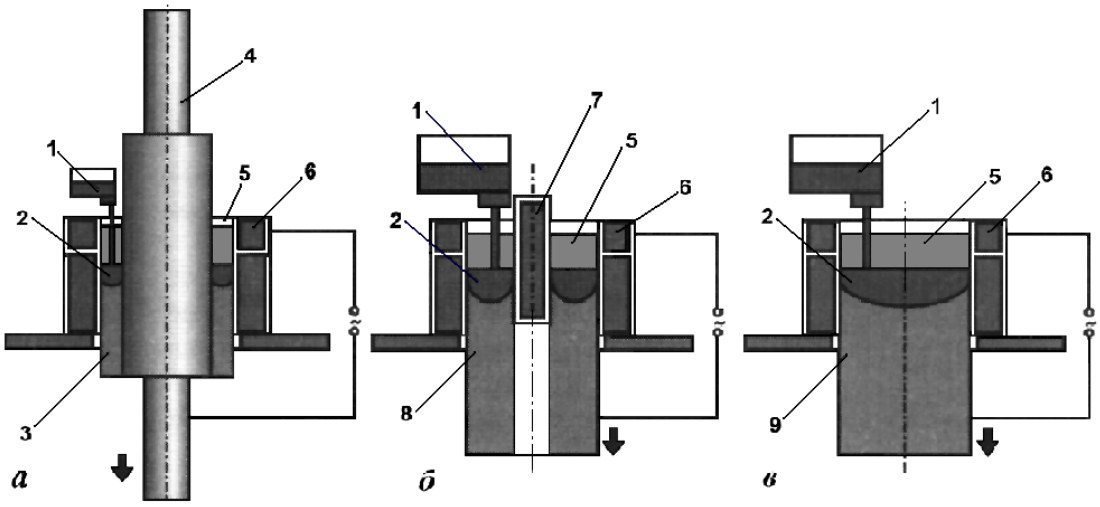


Рисунок 3 – Электрошлаковое литьё (ЭШЛ) композитных валков

Весьма эффективным, высокопроизводительным способом получения валка с вязкой и прочной сердцевиной и износостойким рабочим слоем бочки валка является электрошлаковая наплавка (ЭШН) композиционного сплава. Этот способ позволяет наплавлять твердый сплав на стальную ось валка, как показано на рисунке 4 [2].Схема электрошлакового литья получения бандажа, армированного частицами твердого сплава типа ТН 20, показана на рисунке 2, а. Устройство для получения армированного бандажа состоит из наружного *1* и внутреннего *2* водоохлаждаемых кристаллизаторов, армированного бандажа *3*, получаемого в результате ЭШН, неплавящихся графитовых электродов *4*, регулируемых щелевых дозаторов *5* для подачи частиц твердого

сплава *6*, промежуточного устройства *7* для накопления и слива жидкого присадочного металла *8*, подаваемого через шлаковую ванну *9* посредством сливного патрубка *10*, непосредственно в металлическую ванну *11* [2–5].

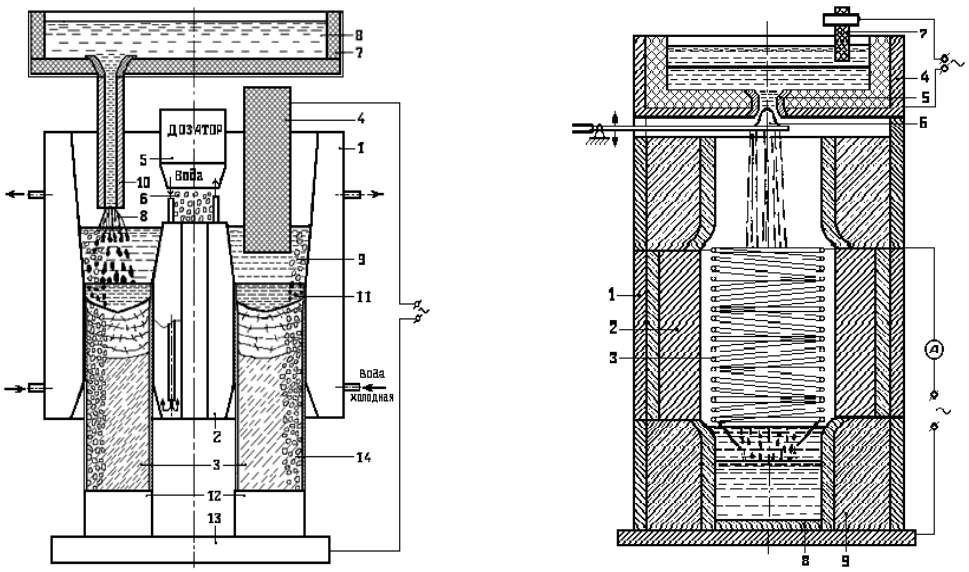


Рисунок 4 – ЭШН бандажированного валка прокатного стана
а) Схема ЭШН получения бандажа; б) Наплавка валка с бандажом;

Для максимально возможного уменьшения напряжений на контактной поверхности, вызываемых при передаче момента прокатки с оси на бандаж, и радиальных термических напряжений, возникающих при перепаде температур (в случае значительных отличий материалов оси и бандажа по теплофизическим свойствам), разработаны способ и устройство для изготовления биметаллических прокатных валков, показанные на рисунке 4, б [4].

Инновацией является применение электрода-соленоида, состыкованного из двух или нескольких частей витков, закрученных навстречу друг другу. Причем в качестве электрода-соленоида применяется порошковая проволока с шихтой, обеспечивающей получение в переходной зоне контактной поверхности ось–бандаж заданного металла. Таким образом, можно добиться определенной конфигурации проплавления внутренней контактной поверхности бандажа, и тем самым, снизить тангенциальные напряжения на контактной поверхности ось–бандаж [2–5].

Устройство позволяет надежно осуществлять электрошлаковое литьё биметаллических отливок бандажированных валков при скорости заливки жидкого металл 4–5 мм/с, гарантируя высокое качество сплавления, заданную конфигурацию проплавления контактной поверхности ось-бандаж, заданный химический состав металла переходной зоны контактной поверхности ось – бандаж за счет конструкции и заданного состава шихты порошковой проволоки электрода-соленоида, а следовательно, обеспечить требуемую износостойкость биметаллических прокатных валков и высокую производительность процесса.

Эффект образуется в результате повышения износостойкости бандажированных валков в 6 раз. Расчет экономического эффекта от повышения срока службы валков выполняется по формулам, приведенным в работе [1].

$$Э_{ОБЩ} = Э_{Т} + Э_{У.П.} + Э_{К.В.} + Э_{РЕМ}, \quad (1)$$

где $Э_{Т}$ – экономия на текущих расходах, руб./год;

$Э_Т = (С_{Баз} \times a – С_{УПР} \times b) \times n \times N$,

$Э_{У.П.}$ – эффект за счёт условно-постоянной части расходов руб./год;

$Э_{УП} = Р_{час} \times Т_{РЕМ} \times (a – b) \times С_{УСЛ.\ ПОСТ} \times N$,

$Э_{К.В.}$ – экономический эффект в результате экономии затрат по капитальным вложениям, руб./год;

$Э_{К.В} = Р_{час} \times Т_{РЕМ} \times (a – b) \times К_{УД.К.В} \times Е_Н$,

$Э_{РЕМ}$ – экономический эффект за счет сокращения затрат на ремонты.

$Э_{РЕМ} = Т_{РЕМ} \times С_{РЕМ} \times (a – b) \times N$;

$С_{Баз}$, $С_{УПР}$ – стоимость валков до и после упрочнения, руб.; a и b – число замен валков до полного износа до и после упрочнения; n и N – число валков в клети и количество клетей на стане; $Р_{час}$ – часовая производительность прокатного стана, т/ч; $Т_{РЕМ}$ – длительность замены комплекта валков одной клети, час; $С_{У.П}$ – условно-постоянная часть расходов в себестоимости, руб./т; $К_{УД.К.В}$ – удельные капвложения на 1 т металлопроката, руб./т; $С_{РЕМ}$ – стоимость ремонтных работ на замену валков одной клети.

Общий годовой экономический эффект от упрочнения бандажированных валков прокатного стана составил 8 155 319,3 руб./год. Поскольку нормы расхода у отечественных предприятий на 15÷20 % выше, чем у зарубежных производителей, следовательно, металлургические предприятия, уделяющие должное внимание снижению топливно-энергетических ресурсов за счет инновационных разработок, окажутся более конкурентоспособными, чем остальные компании. На величину рентабельности, рассчитанную по балансовой прибыли, влияют: прирост прибыли, уровень использования основного капитала и нормируемых оборотных средств. Влияние данных мероприятий на основные показатели эффективности прокатного производства представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Эффективность прокатного производства до и после реализации проекта

Показатели	Базовые	Проект	Изменение	
			абсолют	%
Объем производства, т / год	2860000	2875012	15012	0,52
Себестоимость, руб.	6078,67	6074,4	–4,27	–0,07
Фактический фонд времени, час /год	6748	6860,9	112,9	1,67
Текущие простои, час.	564,5	451,6	–112,9	–20
Производительность, т/час.	417,0	418,4	1,4	0,34
Рентабельность продукции, %	58,7	62,3	3,6	6,13
Фондоотдача, руб./руб.	11,370	11,410	0,040	0,35

Выводы

Эффект от повышения износостойкости бандажированных валков в 4÷6 раз образуется за счет сокращения числа замен, определяющих срок производительной работы всего прокатного стана, экономии средств на изготовление новых деталей, и сокращения затрат на проведение дополнительных ремонтов. Повышение износостойкости валков приведет к повышению производительности агрегатов на 1,5÷2,5% за счет увеличения межремонтного периода и сокращения времени простоя агрегата. Снижение себестоимости выпускаемой продукции образуется за счет экономии условно-постоянной части затрат расходов по переделу, в результате роста производительности и увеличении выхода годного.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Быстров В.А. Экономическая эффективность инноваций, направленных на повышение долговечности сменного металлургического оборудования [Текст] / В.А. Быстров, Н.И.Новиков, Д.А. Лубяной // Современное предпринимательство: монография / Под общ. ред. О.И. Кирикова. – Книга 18. – Воронеж: ВГПУ, 2007 г. – 320 с. (С. 289–318).

2. Быстров В.А. Новая технология изготовления бандажированных прокатных валков электрошлаковым литьём [Текст] / В.А. Быстров, Верёвкин В.И. // Изв. вуз. Черная металлургия. – 2001. – № 8. – С. 64–66.

3. Пат. 2190029 Россия, МКИ^7 B23K 25/00. Способ получения полых слитков электрошлаковой наплавкой / В.А. Быстров, В.И. Верёвкин / № 2000128373, Оп. 27.09.2002. Б.И. № 27. – С. 397.

4. Пат. 2183530 Россия, МКИ^7 B22D 19/16. Устройство для изготовления биметаллических прокатных валков / В.А. Быстров, В.И. Верёвкин, И.Ф. Селянин – № 2000128371, Оп. 20.06.2002. Б.И. № 17. – С. 248.

5. Пат. 2281186. Россия, МПК B22D 19/16. Способ изготовления биметаллических прокатных валков /В.И. Верёвкин, В.А. Быстров, Т.А. Атавин – № 2004116645, заявл. 01.11.04; опубл. 10.08.2007. Бюл. № 22.–7 с.

УДК 338(075.8):669.1:658

В.А. Быстров

СТАБИЛИЗАЦИИ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА АГЛОМЕРАТА ПУТЬ К СНИЖЕНИЮ СТОИМОСТИ ЧУГУНА

Современные доменные печи потребляют значительное количество шихтовых материалов. Так расход агломерата на 1 т выплавленного чугуна достигает более 1,5 т, а расход кокса составляет более 460 кг на 1 т чугуна, к тому же эти составляющие металлошихты являются наиболее дорогостоящими. Следовательно, первоочередной задачей должен стать поиск инновационных путей решения проблемы для снижения стоимости чугуна, за счет снижения норм расхода и повышения качества агломерата и их практическая реализация[1, 2].

Общий цикл инновационного развития можно представить в виде схемы, представленной на рисунке 1. При традиционной деятельности производства по схеме «деньги → природные ресурсы → инновации→ производство → деньги» получаемый финансовый результат P_1 является функцией затрат, вкладываемых в природные ресурсы (S_4), производство (S_5) и имеет тенденцию к снижению с увеличением времени эксплуатации производства [3].

Частичным решением этой проблемы может стать стабилизация гранулометрического состава агломерата за счет упрочнения бил роторных дробилок агломашин, что поможет улучшить физические свойства агломерата и, следовательно, обеспечить ровный, стабильный ход доменных печей, полноту протекания металлургических процессов, увеличить выплавку чугуна на 1,9 %, снизить удельный расход кокса на 0,95 %, улучшить качество чугуна [5, 6].

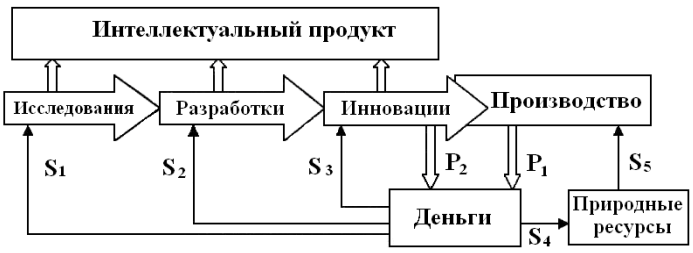


Рисунок 1 – Схема преобразования инвестиций и средств, использованных на проведение научных исследований, в получение финансовых результатов:
S_1 – финансовые средства, выделяемые на проведение научных исследований;
S_2 – финансовые затраты на разработку новых технологий и продуктов;
S_3 – финансовые средства для обеспечения инновационных процессов в производстве; P_1 – финансовый результат от традиционной деятельности предприятия;
P_2 – финансовый результат от реализации инноваций в производство и продажи нового наукоемкого товара

Роторная дробилка горячего агломерата предназначена для разрушения раскаленного агломерата ударным способом и получения кусков нужной фракции. Роторная дробилка состоит из ротора, с жестко закрепленными на нем билами таврового сечения серповидной формы, отражательного экрана, способствующего додрабливанию крупных кусков агломерата и окончательной стабилизации по фракциям и механической прочности. Ротор состоит из вала, на котором расположены 21 звездочка весом 485 кг, изготавливаемые из стали 110Г13Л (рисунок 2, а). Серповидная форма бил таврового сечения нужна для концентрации ударных нагрузок на определенной части аглоспека. Удар по агломерату наносится верхней частью била, чтобы отделить часть аглоспека и тавровым сечением разделить на 4 части для получения кусков сечением 20×40 мм.

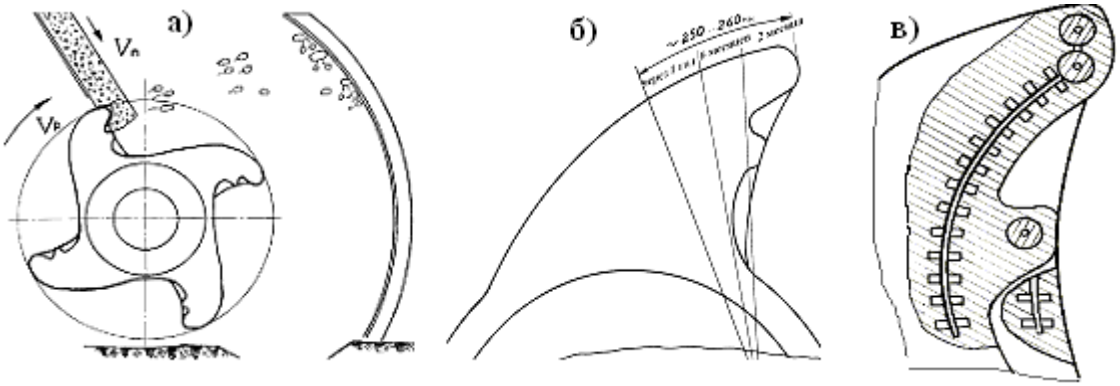


Рисунок 2 – Схема работы ротора: а) при дроблении аглоспека,
б) износ звездочки во времени и в) упрочнение била роторной дробилки спеченным твердым сплавом ТН 20

По мере износа таврового сечения рабочая часть била становится равновыпуклой (рисунок 2, б) и разделения отсеченного куска аглоспека уже не происходит, что приводит к нарушению стабилизации гранулометрического состава агломерата. При изменении коэффициента закругленности $K_3 = 1 – 7{,}9 \times \rho$ носка била где показатель $\rho = r_б / D_р$ ($r_б$ = 60 мм – радиус закругления носка била; $D_р$ = 1300 мм – диаметр ротора)

происходит снижение производительности агломашины. При начальном положении $К_З$ = 0,64 износ била на 50 мм приведет к уменьшению $К_З$ до 0,60. Экспериментально установлено, что уменьшение коэффициента закругленности на 0,01 вызывает снижение эффективности дробления агломашины на 10 %, таким образом, при износе била на 50 мм (за 68 суток) эффективность дробления может снизиться на 40 %. Но как считает автор разработанной дробилки И.К. Борискин [4], снижение эффективности дробления ротора от максимальной величины на 40 %, при тех же числах оборотов ротора, не грозит значительным снижением производительности агломашины, т. к. дробилка имеет трехкратный запас производительности. Но качество дробления будет падать, вследствие уменьшения ударного импульса, при этом увеличивается выход фракции более 80 мм на 35 % и фракции менее 5 мм на 15 % [5–6].

По результатам проведенных исследований длительность кампании неупрочненных звездочек ротора из стали 110Г13Л составляет 90 суток, а для звёздочек упрочненных твердым сплавом − 1548 суток, что в 17 раз выше. Тавровое сечение била, за счет упрочнения твердым сплавом ТН 20 (рисунок 2, в), сохраняет свою форму практически на весь период эксплуатации роторной дробилки. Следовательно, стабильность гранулометрического состава агломерата может быть обеспечена на всю кампанию агломашины, таким образом, обеспечивая стабильный и ровный ход доменной печи, что является условием экономической эффективности улучшения хода доменной печи [5–7].

По условиям «Методики влияния качества сырья и технологических факторов на производительность и расход кокса в доменной печи», утвержденной МЧЦП РСФСР от 1994 г. [1], на каждый процент снижения мелочи в скиповом агломерате, т.е. фракции менее 2,5 мм, расход кокса снижается на 0,5 %, а производительность доменной печи в номинальные сутки увеличивается на 1 % за счет повышения качества использования восстановительной способности колошникового газа, т.е. улучшения газопроницаемости шихты доменной печи за счет стабилизации гранулометрического состава агломерата (рисунок 3).

Ситовый состав скипового агломерата за усредненный период работы доменного цеха 2005–2210 гг. до и после упрочнения бил роторной дробилки твердым сплавом, приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Ситовый состав скипового агломерата доменного цеха

Периоды работы	Фракция агломерата, мм					
	0-5	5-10	10-25	25-40	40-60	> 60
Усредненные данные до мероприятия	12,4	24,3	27,5	18, 5	10,3	7
Усредненные данные после стабилизации гранулометрического состава агломерата	10,5	38	31,5	11,5	5,5	3

Из таблицы 1 видно, что после упрочнения бил роторной дробилки твердым сплавом, фракция агломерата менее 5 мм уменьшится на 15,32 %, а фракция, определяющая ровный ход доменной печи и обеспечивающая улучшение газопроницаемости шихты, увеличится на 34,17 %:

В результате стабилизации гранулометрического состава агломерата, за счет упрочнения бил роторной дробилки ТН 20, в доменном цехе ожидается:

а) увеличение производительности $\Delta Р_{ГАЗ.ПР}$ вследствие улучшения газопроницаемости шихты за счет стабилизации агломерата и уменьшения мелочи в шихте

$$\Delta Р_{ГАЗ.ПР} = (12,4 – 10,5) \times 1\ \% = 1,9\ \%; \quad (1)$$

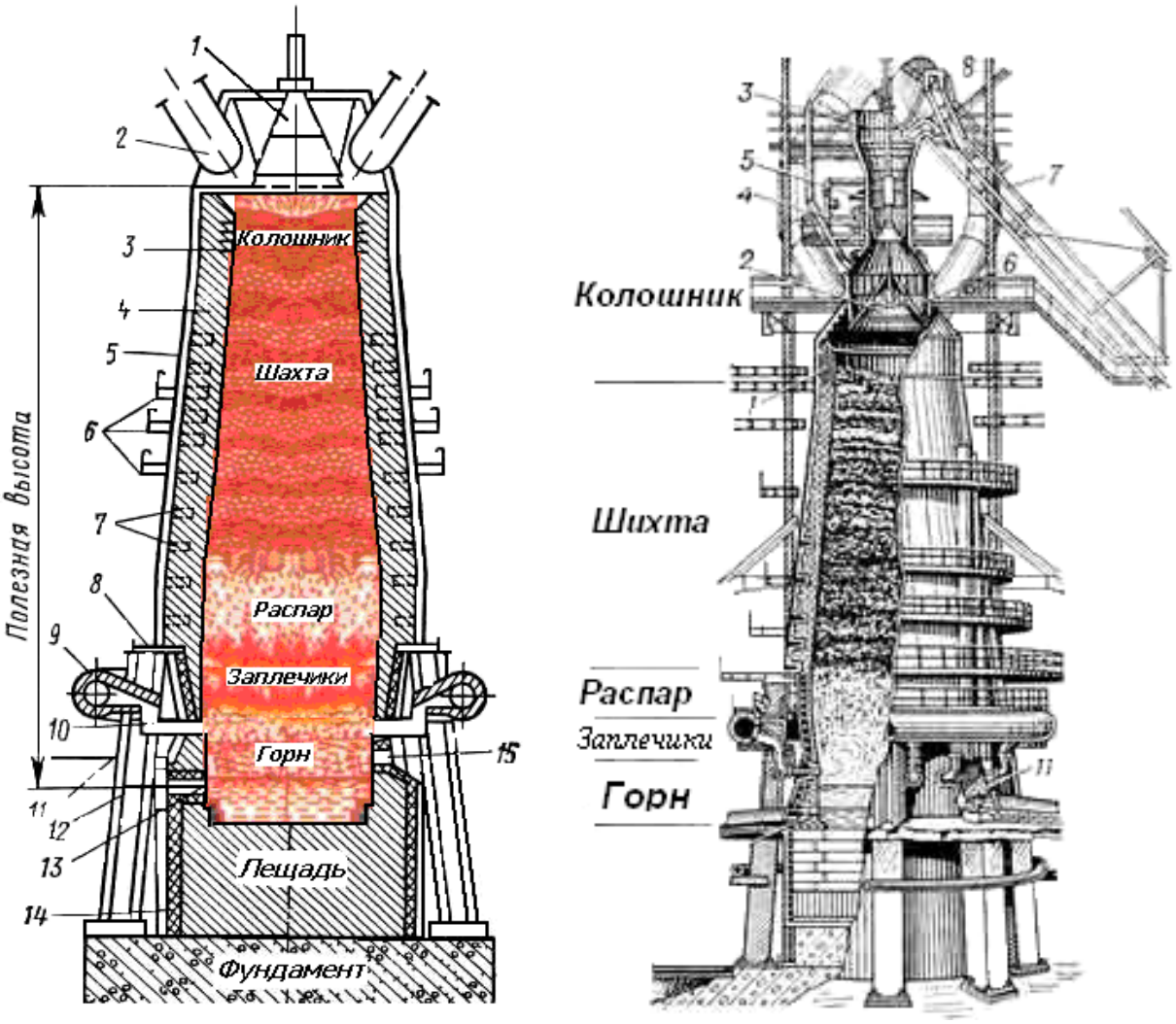


Рисунок 3 – Разрез и схема работы доменной печи

б) сокращение расхода кокса на 0,5 % $\Delta Н_{РАСХ.КОКС}$ при уменьшении в шихте агломерата фракции менее 5 мм

$\Delta Н_{РАСХ.КОКС} = (12,4 – 10,5) \times 0,5\% = 0,95$ %; (2)

в) снижение стоимости агломерата на 0,15 % за счет упрочнения звездочек роторной дробилки, износостойкость которых возросла в 4 раза.

Величина снижения общих затрат на производство чугуна $\Delta З^{ст.\ агл}_{общ}$ за счет снижения стоимости агломерата составит

$\Delta З^{ст.\ агл}_{общ} = Ц_{АГЛ} \times \Delta Ц_{АГЛ} \times k_{РАСХ\ АГЛ} \times V_{Г.\ ЧУГ} /100$, (3)

где $Ц_{АГЛ} = 964,83$ – цена агломерата, руб./т;

$\Delta Ц_{АГЛ} = 0,15$ – процент снижения цена агломерата, %;

$k_{РАСХ\ АГЛ} = 1,495$ – расход агломерата на 1 т чугуна; $V_{Г.\ ЧУГ} = 4648000$ – годовой выпуск чугуна, т/год.

$\Delta З^{ст.\ агл}_{общ} = 964,83 \times 0,15 \times 1,495 \times 4648000/100 = 10\ 002\ 255,6$ руб.

Снижение себестоимости 1 т чугуна $\Delta С_{АГЛ}$ за счет снижения стоимости агломерата в абсолютном и относительном значении составит [8]:

$$\Delta С_{агл} = \frac{\Delta З^{ст.агл}_{общ}}{V_{г.чуг}} = \frac{10002255,6}{4648000} = 2,15 \text{ руб./т},$$

$$\Delta C^{\%}_{агл} = \frac{\Delta C_{агл}}{C_{чуг}} = \frac{2,15}{2392,97} \times 100 = 0,09\ \%.$$

где $C_{ЧУГ}$ = 2392,97 – производственная себестоимость чугуна, руб./т.

Величина снижения общих затрат на производство $\Delta З^{кокс}_{общ}$ за счет сокращения расхода кокса составит:

$\Delta З^{кокс}_{общ} = k_{РАСХ.\ КОКС} \times \Delta Н_{РАСХ.КОКС} \times Ц_{КОКС} \times V_{Г.\ ЧУГ} /100$,

где $k_{РАСХ.\ КОКС}$ = 0,428 – норма расхода кокса на 1 т чугуна;

$\Delta Н_{расх.кокс}$ = 0,95 – сокращение расхода кокса при стабилизации агломерата;

$Ц_{КОКС}$ = 1142,4 – цена 1т кокса, руб./т.

$\Delta З^{кокс}_{общ}$ = 0,428 × 0,95 × 1142,4 × 4648000/100 = 21 590 076 руб.

Величина снижения себестоимости чугуна за счет сокращения расхода кокса $\Delta C_{кокс}$ в абсолютном и относительном значении составит:

$$\Delta C^{абс}_{кокс} = \frac{\Delta З^{кокс}_{общ}}{V_г} = \frac{21590076}{4648000} = 4,64\ \text{руб./т},$$

$$\Delta C^{\%}_{кокс} = \frac{\Delta C_{кокс}}{C_{чуг}} = \frac{4,64}{2392,97} \times 100 = 0,19\ \%.$$

Изменение объема производства чугуна $\Delta V_{ЧУГ}$ за счет роста производительности доменной печи составит:

$\Delta V_{ЧУГ} = V_Г \times \Delta P_{ГАЗ.ПР} /100$ = 4 648 000× 1,9 /100 = 88 312 т.

Условно-постоянные затраты составили 941527,52 тыс. руб. на весь выпуск или 202,57 руб./т, т.е. возможная величина снижения удельных условно-постоянных затрат составит:

$$\Delta УЗ_{усл.пост} = УЗ^{1т}_{усл.пост} - \frac{УЗ^{год}_{усл.пост}}{V_г + \Delta V_{чуг}} = 202,57 - \frac{941527520}{4648000 + 88312} = 3,78\ \text{руб./т},$$

где $УЗ^{1т}_{усл.пост}$ = 202,57 – условно-постоянные затраты на 1 т чугуна, руб./т;

$УЗ^{год}_{усл.пост}$ = 941527,52 – условно-постоянные затраты на годовой выпуск чугуна, руб./год;

$$\Delta C_{усл.пост} = \frac{\Delta УЗ_{усл.пост}}{C_{чуг}} = \frac{3,78}{2392,97} \times 100 = 0,16\ \%.$$

Определим общее снижение себестоимости в результате реализации мероприятия

$\sum \Delta C_{абс.}$ = 2,15 + 4,64 + 3,78 = 10,57 руб./т,

$\sum \Delta C_{\%}$ = 0,09 + 0,19 + 0,16 = 0,44 %.

Таким образом, стабилизация гранулометрического состава агломерата, улучшая ход доменной печи, обеспечила снижение себестоимости тонны чугуна на 0,44 % или за усредненный период – на 10,57 руб./т. Снижение себестоимости чугуна получено в результате [8]:

- снижения цены агломерата на 0,15 %, за счет увеличения срока службы звездочек роторных дробилок агломерата, что дает снижение себестоимости чугуна на 2,15 руб./т или 0,09 %;
- сокращения расхода кокса на 0,95 % , что приводит к снижению себестоимости чугуна на 4,64 руб./т или 0,19 %;

- увеличения производительности доменных печей на 1,9 %, что дает 3,78 руб./т или 0,16 % экономии себестоимости.

Интенсивность влияния факторов на снижение себестоимости 1 тонны чугуна оценивается процентом изменения себестоимости тонны чугуна при изменении фактора на 1 %, т.е.:

- снижение цены агломерата на 1% приводит к снижению себестоимости на 0,6 %;
- сокращение расхода кокса на 1 % приводит к снижению себестоимости на 0,47 %;
- увеличение производительности печи на 1 % приводит к снижению себестоимости на 0,08 %.

Наиболее интенсивным фактором, влияющим на снижение себестоимости 1 т чугуна, является дальнейшее снижение цены агломерата. Общий экономический эффект (Э) от практического применения упрочненных бил роторных дробилок в условном году (упущенная выгода) составил:

$Э_{общ} = \Delta З^{ст.\ агл}_{общ} + \Delta З^{кокс}_{общ} + УЗ^{1т}_{усл.пост} \times \Delta V_{ЧУГ} =$

$= 10\ 002\ 255{,}6 + 21\ 590\ 076 + 202{,}57 \times 88312 = 49\ 481\ 693{,}44$ руб./год;

$Э_г = (V_г + \Delta V_{ЧУГ}) \times \Delta С_{абс.} = (4648000 + 88312) \times 10{,}57 = 49\ 968\ 092$ руб./год.

Таблица 2 – Данные для расчета прироста прибыли и рентабельности

Показатели	Обозначения	До упрочнения	После упрочнения
Себестоимость 1 т чугуна, руб./т	$С_{1\,Т}$	2393	2377,35
Цена 1 т чугуна, руб./т	$Ц_{1\,Т}$	2967	2978,5
Годовой выпуск чугуна, тыс. т/год	$V_Г$	4648	4736,3
Объем производства в оптовых ценах, тыс. руб.	$Q_Г$	13790616	14107105
Себестоимость годового выпуска, тыс. руб.	$С_Г$	11122664	11259871
Прибыль балансовая (валовая), тыс.руб.	$П_{ВАЛ}$	2667952	2847234
Доля прибыли в стоимости валовой продукции,	$\alpha_{ПР}$	19,3	20,18
Стоимость производственных фондов, тыс. руб.	К	5057371	5057371
Среднегодовая стоимость капитала, тыс. руб.	ОК	2029535	2029535
Норматив оборотных средств, тыс. руб.	ОС	3027836	3027836
Рентабельность продукции,	R	52,75	56,30
Абсолютный прирост прибыли, тыс. руб.	$\Delta П_{абс}$		179282
Относительный прирост прибыли, %	$\Delta П$ %		6,72

Выводы

1. Таким образом, стабилизация гранулометрического состава агломерата привела к повышению содержания фракции 5÷25 мм на 34,17 %, снизила содержание мелочи в шихте доменной печи на 15,32 % и обеспечила снижение себестоимости чугуна на 0,44 %.

2. Наиболее интенсивным фактором, влияющим на снижение себестоимости 1 т чугуна, является дальнейшее снижение цены агломерата. Общий экономический эффект

(Э) от практического применения упрочненных бил роторных дробилок в условном году (упущенная выгода) составил 49 968 092 руб.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Энциклопедический словарь по металлургии. Т.1 / Под ред. Н.П. Лякишева. – М.: Интернет Инжиниринг, 2000. – 468 с.

2. Технико-экономические расчеты по организации, планированию и управлению металлургическим предприятием / И.Н. Иванов, Б.Н. Бельгольский, И. С. Соломахин // Под ред. И.Н. Иванова. – М.: Металлургия, 1993. – 443 с.

3. Селезнев Е.Н. Интеллектуальная составляющая рыночной стоимости продукции / Е.Н. Селезнев // Справоч. экономиста. – 2006. – № 10 (40). – С. 66 – 71.

4. Борискин И.К. Разработка основ технологии и внедрения комплекса интенсивных способов и устройств получения стабилизированного агломерата: Диссерт. … д-ра техн. наук. М.: МИСиС, 1987. – 444 с.

5. Быстров В.А. Основы электрошлаковых технологий упрочнения композиционными сплавами деталей, работающих при высокотемпературном износе. Диссерт. … д-ра техн. наук. Барнаул. АГТУ им. И.И. Ползунова, 2003. – 304 с.

6. Быстров В.А. Стабилизация гранулометрического состава агломерата путем упрочнения бил роторных дробилок / В.А. Быстров, И.К. Борискин, В.И. Верёвкин // Изв. вузов. Черная металлургия. – 1994. – № 4. – С. 6–9.

7. Быстров В.А. Электрошлаковые технологии упрочнения КМ деталей металлургического оборудования [Текст]/ В.А. Быстров, В.И. Верёвкин // Изв. вуз. Черная металлургия. – 2005. – № 6. – С. 28 – 32.

8. Быстров В.А. Экономическая эффективность инноваций, направленных на повышение долговечности сменного металлургического оборудования / В.А. Быстров, Н.И. Новиков, Д.А. Лубяной //Современное предпринимательство: монография / Под общ. ред. О.И. Кирикова. Книга 18. – Воронеж: ВГПУ. – 2007. – 320 с.

УДК 378.17.159.95

Е.В. Пугачев, Т.В. Иванова, А.С. Иванов

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ВУЗА И ССУЗА, КАК ОПРЕДЕЛЯЮЩИЙ ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОГО СПЕЦИАЛИСТА

Президентом России В.В. Путиным четко определены задачи, которые предстоит решать в ближайшие годы: – дальнейшая модернизация, повышение производительности труда, создание новых высокотехнологичных рабочих мест, переподготовка работников профессионального образования.

Кемеровская область является одним из наиболее развитых регионов Сибири, область занимает первое место по добыче и разведанным запасам угля в России. Экономика области ориентирована на экспорт. Более 80 % зарубежных поставок угля приходится на Кузбасс. Продукция востребована 85 странами.

Растущие информационные потоки и высокотехнологичные производства требуют специалистов с широким базовым уровнем образованности, что возможно только при повышении качества профессионального образования и его соответствия структуре потребностей рынка труда.

В новой образовательной политике особое значение придается укреплению связей между учреждениями среднего профессионального образования (СПО) и вузами. Это очень важно, поскольку СПО сегодня является одной из самых динамично развивающихся структур, но нуждается в существенно более глубоком реформировании, чем высшее образование. Речь идет об устаревших процедурах, которые отрицательно влияют на становление стандартов, разработку учебных программ и как следствие качество подготовки специалистов.

Участие ведущих ученых Кузбасса в обеспечении эффективного функционирования и развития системы СПО в конечном итоге должно способствовать повышению качества образования выпускников среднего профессионального образования.

Социологические исследования, проведенные среди работодателей Кемеровской области показали, что 40 % из них не довольны качеством подготовки специалистов системы СПО и 30 % качеством подготовки специалистов системы ВПО. Сотрудничество преподавателей системы высшего и среднего профессионального образования в условиях реализации ФГОС нового поколения, на наш взгляд, позволило бы решить эту проблему.

В системе СПО с большим трудом идет процесс реализации инновационных технологий в образовательной среде во всех предметных областях. Поэтому опыт преподавателей ведущих вузов Кузбасса мог бы быть весьма полезен. Речь идет не только о разработке профессиональных модулей, но и такой предметной области, как например, иностранный язык. В современных условиях разработка программ нового поколения по иностранному языку и в особенности создание методического, оценочного материала невозможно без экспертной оценки специалиста в той или иной профессиональной области, особенно, когда имеет место применение таких инновационных образовательных технологий, как метод проектов, метод кейс-стади, дебаты, развитие критического мышления через чтение и письмо.

Концепция обучения в течение всей жизни активно проникает в деятельность образовательных структур в форме различных инновационных моделей.

В рамках решения данной проблемы сотрудниками кафедры электромеханики СибГИУ и преподавателем Прокопьевского горного колледжа им. В.П. Романова разработана программа по иностранному языку, направленная на обучение профессиональному общению по специальности техническая эксплуатация и обслуживание электрического и электромеханического оборудования и активизацию способностей к саморазвитию обучающихся, что решает чрезвычайно актуальную проблему профессионального образования – проблему профессиональной мотивации, которая определяет позитивное или негативное отношение к избранной профессии.

Программа создана на основе разработанной авторами концепции подготовки специалистов в системах профессионального образования и ориентирована на применение инновационных образовательных технологий при организации аудиторной и самостоятельной работы обучающихся.

Анализ результатов психолого-педагогических исследований, проводимых нами на протяжении последних 15 лет свидетельствует о том, что обучающиеся в системах среднего и высшего образования обладают высокими потенциальными возможностями, но их реализация является недостаточной по ряду причин, а именно:

- интенсификация учебного процесса, а не его эффективность;
- обучение без учета личностного потенциала обучающихся;
- отсутствие образовательной культуры;
- отсутствие механизмов и условий для влияния обучающихся на свое образование;
- проблемы образовательной коммуникации – обучающиеся не хотят учиться так, как их учат;
- модели, лежащие в основе передачи знаний, не соразмерны вызовам образованию;
- фактическое отсутствие творческой образовательной среды, что не способствует развитию потенциала личности, ее профессиональных способностей.

Согласно разработанной концепции, в учебном процессе необходимо реализовывать три группы педагогических технологий – исследовательской, проектной, организации образовательного процесса.

Человек – сложная самоорганизующаяся система, развивающаяся по внутренним законам самоорганизации и социальным влияниям коммуникативных сред общества. Такие системы слабо подвержены влиянием извне и меняют свое состояние только в зоне своих внутренних смыслов. Педагог в этом представлении превращается в личность, подсказывающую обучающемуся правильные направления развития, выбор и конкретная реализация которых остается за обучающемуся.

Основной функцией преподавателя становится содействие образованию обучающегося, т.е. создание средствами педагогической деятельности условий для самостоятельности, творчества, ответственности ученика в образовательном процессе, формирования у него мотивации непрерывного образования.

В соответствии с современными требованиями преподаватель должен переходить от трансляции знаний и способов деятельности к проектированию индивидуального маршрута интеллектуального и личностного развития каждого обучающегося и педагогической поддержке продвижения учащихся по индивидуальному образовательному маршруту.

Развитие индивидуальности происходит на протяжении жизненного пути человека. Индивидуальность приобретается в результате воспитания, влияния культуры, получаемого образования, в процессе социализации, развития потенциала личности. В современном образовании России раскрытие способностей учащихся с недавних пор стало приоритетом государственной политики. Вместе с этим пока еще не приобрело массового практического решения. Система образования должна быть ориентирование на развитие индивидуальности, должна задавать ценность личности и нравственные ориентиры для учащихся.

Необходимо использовать технологии, которые соответствуют новой педагогической философии и, прежде всего философии образовательных целей:

- не формировать гармоническую личность, а создавать условия для самоактуализации и самореализации учащегося;
- не дать знания по конкретному предмету или теме, а предоставить возможность для конструирования собственного знания, для создания своего цельного образа мира;
- не проконтролировать и оценить сделанное, а реализовывать возможности самооценки и самокоррекции;
- не сформировать умение, а помочь выработать навыки интеллектуального труда, предоставляя учащимся право на ошибку и право на сотрудничество в поисках ключей и смысла.

Технология образования должна решить задачи:

- личностного саморазвития;
- образовательной мотивации: повышения интереса к процессу обучения и активного восприятия учебного материала;
- функциональной грамотности и креативности: навыков и умения творческого постижения и осмысления.

Модернизация образования, переход к компетентностному образованию определили всесторонний интерес к такому методу интерактивного обучения студентов как проектирование. Метод проектов рассматривается как средство для развития компетенций. Базовая характеристика компетенции связана со способом ее формирования: она формируется и проявляется только в процессе деятельности, а ее качество определяется мерой включенности в деятельность. Поэтому на метод проектов возлагаются огромные надежды, связанные с его возможностями организовывать обучение в процессе деятельности, развивать способность применять знания, умения и навыки для решения практических задач. Направления проектной деятельности разрабатываются преподавателями кафедры совместно с преподавателем иностранного языка колледжа с целю максимального приближения к будущей профессиональной деятельности. Преподаватели кафедры выступают экспертами при оценивании результатов проектов, что особенно значимо для студентов ссуза.

Проектная работа имеет два результата. Первый – скрытый – это педагогический эффект от включения учащихся в «добывание знаний» и их логическое применение: формирование личностных качеств, мотивации, рефлексии и самооценки, умения делать выбор и осмыслять как последствия данного выбора, так и результаты собственной деятельности. Второй – выполненный проект, причем не объем освоенной информации, а применение ее в деятельности. Реальным результатом здесь будет уровень воплощения задуманного в материале.

Исследования Е.С. Полат подтверждают, что проектное обучение развивает:

- исследовательские умения (умения анализировать проблемную ситуацию, выявлять проблемы, осуществлять отбор необходимой информации, проводить наблюдение, фиксировать и анализировать результаты, строить гипотезы, делать выводы);
- умение работать в команде (происходит осознание значимости коллективной работы для получения результата, роли сотрудничества, совместной деятельности);
- коммуникативные умения (умения не только высказывать свою точку зрения, но и выслушивать, понимать другую, уметь в случае несогласия конструктивно критиковать альтернативный подход для того, чтобы в итоге найти решение, синтезирующее, удерживающее позитивы каждого предложения).

Применение метода проектов существенно меняет образовательную практику. Традиционная практика обучения и образовательная проектная деятельность принципиально отличаются качеством вовлеченности участников в совместную деятельность. Если в одном – исполнение, то в другом – личная вовлеченность в порождение проектных инициатив, замыслов проектной деятельности.

Компетенции, формируемые в процессе проектной образовательной деятельности, разворачиваются постепенно и отражают:

- вовлеченность в порождение проектных, образовательных инициатив;
- вовлеченность в процесс разработки и реализации проекта;
- вовлеченность в организацию рефлексии и построения проектной деятельности.

Проектные компетенции могут формироваться и в условиях, когда проектирование рассматривается не как содержание образования, а как средство (например, для по-

строения самостоятельной работы студентов в рамках учебных курсов). При этом формируются компетенции, которые обеспечивают готовность студента включаться в проектирование, ставить и решать проблемы, самостоятельно организовывать образовательную деятельность.

Проектные компетенции могут отражать следующие уровни сформированности:

- участник проекта, исполнитель проектных задач;
- участник разработки проекта, постановщик проблем, целей, разработчик средств проектной деятельности;
- организатор проекта, управление разработкой замысла и реализацией проекта.
- Возможности формирования проектной компетентности в образовательной деятельности существуют, если:
- существует образовательная установка на формирование проектных компетенций;
- создаются условия формирования проектных компетенций: модельные ситуации, вовлечение в процесс проектирования;
- самостоятельная робота студентов по организации практики разработки проектов;
- используются различные организационные формы и методы организации самостоятельной образовательной деятельности.

Формирование познавательной самостоятельности студентов и умения работать в коллективе будет эффективным при активном участии всех студентов в учебной деятельности, для чего последняя должна быть мотивированной и достаточно интересной. Личностно-ориентированное общение превращается в личностно-мотивированный процесс в том случае, если студент не имитирует деятельность, а творчески ее организует.

В рамках самостоятельной работы студентам предоставляется возможность снимать видеофильм на основе пройденного материала. Фильм представляет собой воспроизведение участниками реальной практической деятельности людей, создавая тем самым условия реального общения. Сценарий фильма соотносится с действующим учебником, однако при этом отснятый материал призван конструировать, дополнять и развивать материал учебника для того, чтобы помочь студентам осознать свои личностно-психологические качества и способы достижения целей обучения с учетом этих качеств.

В процессе работы проводится исследование того, как влияет инновационная среда на развитие у обучающихся следующих умений.

Индивидуальные умения: расширение понятия успеха, самоуважение и уважение других; знание себя (оценка своих сильных и слабых сторон), рост уверенности в себе, зрелости и ответственности; способность получать информацию через обратную связь; умение наблюдать и фиксировать результаты.

Групповые умения: понимание того, как работает группа; способность решать задачи; планировать, устанавливать приоритеты, контролировать свое время; принимать решения.

Особую значимость имеет организация рефлексии педагогов и студентов.

В листе рефлексии, проведенной по итогам проектирования среди учащихся колледжа, на поставленные вопросы были даны следующие ответы:

Что нового я узнал в ходе проекта:

- о предмете проекта – 15 %;
- о том, как работать над проектом, о своих функциях в проекте – 85 %.

Чему я научился в ходе реализации проекта:

- оформлять свой замысел – 74 %;

- понимать, анализировать – 26 %.

Что я узнал, понял про себя в ходе проекта:

- осознание нехватки знаний по предмету – 58 %;
- выявление проблем, обусловленных личностными качествами – 33 %;
- открытие себя – 9 %.

Что преимущественно необходимо для эффективной работы в проекте:

- личностные качества – 39 %;
- опыт – 22 %;
- помощь педагога – 39 %.

Что является для меня значимым результатом в проектной работе:

- развитие личностных качеств (преодоление страха, умение доводить дело до конца) – 74 %;
- умение анализировать – 26 %.

Таким образом, примененный метод проектов как одна из форм интерактивного обучения студентов безусловно активизирует самостоятельное мышление и творческий подход к обучению.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

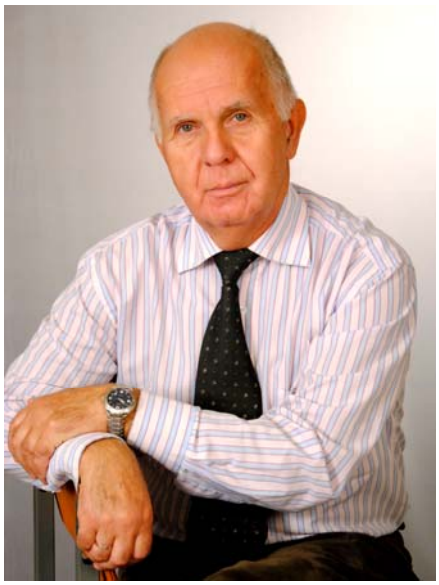
1. Сергеев С.Ф. Дилетантизм в педагогике [Текст] / Сергеев С.Ф. – М.: Народное образование, 2010. – 247 с.

2. Сергеев С. Ф. Обучающие и профессиональные иммерсивные среды [Текст] / С. Ф. Сергеев. – М.: Народное образование, 2009. – 432 с.

3. Иванова Т.В. Индивидуально-оринтированное обучение иностранному языку. Монография [Текст] / Иванова Т.В. – Новокузнецк, 2009. – 130 с.

4. Соколова И.Ю., Кабанов Г.П. Качество подготовки специалистов в техническом вузе и технология обучения [Текст] / Соколова И.Ю., Кабанов Г.П. – Томск, 2003. – 203 с.

ВИКТОР ЕВГЕНЬЕВИЧ ГРОМОВ
(К 65-ЛЕТИЮ)



27 ноября 2012 года исполнилось 65 лет Виктору Евгеньевичу Громову – известному в России и за рубежом металлофизику, Заслуженному деятелю науки РФ, Почетному металлургу РФ, члену Межгосударственного совета по физике прочности и пластичности материалов, Научного Совета РАН по физике конденсированных сред, действительному члену Российской академии естественных наук и Международной академии энергоинформационных наук, доктору физико-математических наук, профессору, заведующему кафедрой физики Сибирского государственного индустриального университета.

В.Е. Громов в 1971 году с отличием окончил технологический факультет Сибирского металлургического института. Оставлен работать на кафедре физики СМИ в должности старшего лаборанта. В 1978 году защитил кандидатскую диссертацию. С 1989 по 1992 гг. – докторант Государственного научного центра «Институт физики прочности и материаловедения» СО РАН. В 1992 г. защитил докторскую диссертацию «Закономерности электростимулированной пластичности металлов и сплавов». Работая в вузе, прошел все ступени преподавательской квалификации: ассистент, старший преподаватель, доцент, профессор. В 1993 г. избран заведующим кафедрой физики, которую возглавляет по настоящее время. Им проведена большая организаторская работа по созданию методической, учебно-материальной базы и высококвалифицированного профессорско-преподавательского коллектива кафедры.

Его организаторский талант, глубокое понимание стоящих перед вузовской наукой проблем позволили в предельно короткий срок сформировать творчески работающий научный коллектив, объединяющий сотрудников ряда кафедр университета, аспирантов, стажеров и специалистов-производственников предприятий Новокузнецка и Томска.

Доктор физико-математических наук В.Е. Громов является известным Российским ученым в области физического материаловедения. Исследования в области физики прочности и пластичности материалов в условиях внешних энергетических воздействий (электрические поля и токи), выполненные в последние 30 лет В.Е. Громовым и его учениками, получили широкую известность и признание в научных кругах и привели к созданию нового научного направления.

Полученные результаты нашли применение как в академических, отраслевых и учебных институтах при изучении природы формоизменения металлов и сплавов, так и на ряде предприятий металлургической промышленности и машиностроения (ОАО «КМК», ОАО «ЗСМК», ОАО «ЕВРАЗ ЗСМК», ОАО «КМЗ» и др.) при разработке соответствующих электротехнологий. Эти работы получили широкую известность, как в России, так и за рубежом. Они внедрены со значительным экономическим эффектом на предприятиях Кузбасса. В результате многолетней активной исследовательской

деятельности В.Е. Громов создал научную школу, в которой его ученики развивают соответствующие научные направления.

Результаты научных исследований В.Е. Громова систематически представляются научной общественности в виде докладов на Международных, Всероссийских конференциях, симпозиумах и семинарах. С 1988 г. является председателем оргкомитета 11 Всесоюзных и международных конференций «Прочность и пластичность материалов в условиях внешних энергетических воздействий» (Новокузнецк, Россия; Николаев, Украина) входит в состав оргкомитетов международных конференций «Действие электрических полей и токов на пластическую деформацию металлов» (Юрмала, Латвия 1987, 1990 гг.; Москва, Воронеж, Россия 1976-2007 гг.), «Актуальные проблемы прочности» (Киев, Украина; Витебск, Беларусь; Санкт-Петербург, Россия), «Физические свойства металлов и сплавов» (Екатеринбург, Россия).

Итоги формирования и развития В.Е. Громовым научных направлений и результаты исследований нашли отражение более чем в 2000 публикациях (в том числе более 15 изобретениях и патентах РФ, 40 монографиях в центральных издательствах, некоторые из которых рекомендованы УМО по металлургии Федерального агентства по образованию и Министерства образования и науки РФ в качестве учебного пособия для студентов технических вузов страны; более чем 25 статьях в зарубежных физических журналах (США, ОАЭ, Англии, Чехии, Китая и Германии).

Под редакцией В.Е. Громова в 1990-2012 гг. издано более чем 15 тематических подборок и выпусков журналов «Известия ВУЗов. Черная металлургия», «Известия вузов. Физика». В русле интенсивной работы научной школы В.Е. Громова активно осуществляется воспитание и подготовка научных кадров. Им подготовлены свыше 30 кандидатов наук и 6 докторов наук, плодотворно работающих в высшей школе, на производстве, в бизнесе. Он проводит большую организаторскую деятельность по привлечению ведущих производственников к работе над диссертациями и постоянно оказывает им конкретную консультационную помощь.

За период работы в высшей школе В.Е. Громов проявил качества талантливого педагога и организатора высшего образования. В.Е. Громов – «Лучший профессор Кузбасса 2003» и один из ведущих профессоров университета. Пользуется заслуженным уважением студентов и коллег. Его лекции отличает сочетание высокого теоретического уровня с ясной формой изложения.

Важной стороной научно-организационной деятельности В.Е. Громова является его активная работа в диссертационных советах Д 212.252.01 и Д 212.252.04. по присуждению ученых степеней доктора и кандидата наук. В.Е. Громов является членом редакционной коллегии журналов «Известия Вузов. Черная металлургия», «Заготовительные производства в машиностроении», «Деформация и разрушение материалов», «Фундаментальные проблемы современного материаловедения», «Наноинженерия». Проводит большую работу по координации научных исследований, активно участвует в работе Межгосударственного координационного совета по физике прочности и пластичности материалов. В.Е. Громов пользуется широкой известностью среди научной общественности, как в России, так и за рубежом. В 2000 – 2002 гг. читал курс лекций в университете Циньхуа в Пекине (КНР). Постоянно рецензирует статьи в ведущих европейских журналах по физике электропластической деформации. В качестве председателя и сопредседателя с его помощью организованы и проведены VII Международная конференция «Актуальные проблемы материаловедения. Градиентные структурно-фазовые состояния в сталях» (2003 г., Новокузнецк); China-Russia Symposium «Electroplastic effect in metals» (2007 г., Shenzhen); российско-китайский семинар

«Влияние электромагнитных полей на структуру и характеристики материалов» (2009 г., Москва); International conference «Fundamental Aspects of External Fields Action on Materials» (2010 г., Shenzhen), международная конференция «Электрон-фононные и спиновые взаимодействия, инициированные быстрыми заряженными частицами, электромагнитными полями, электрическими токами и СВЧ-излучением в макроскопических проявлениях на обычных и наноматериалах» (2012 г., Ольгинка).

В.Е. Громов зарегистрирован в Федеральном реестре экспертов в научно-технической сфере Министерства образования и науки, награжден знаком «Отличник высшей школы» и медалью «За служение Кузбассу».

В 1994 г. В.Е. Громов избран действительным членом Международной академии энерго-информационных наук, 1998 г.– действительным членом РАЕН. В 1998 г. ему присваивается почетное звание «Заслуженный деятель науки РФ». Неоднократно отмечался благодарностями и грамотами администрации вуза и области.

Как высококвалифицированный специалист широкого профиля Виктор Евгеньевич по праву занимает ведущее место среди ученых России в области материаловедения, физики прочности и пластичности сталей и сплавов. На протяжении долгой научной деятельности его учителями и соратниками являются известные российские ученые-материаловеды В.Е. Панин, Л.Б. Зуев, Э.В. Козлов, А.М. Глезер, Ю.Ф. Иванов.

Экспериментальные и теоретические исследования в области физики прочности и пластичности материалов в условиях внешних энергетических воздействий (электрические поля и токи, плазменные и электронные пучки), выполненные в последние 35 лет В.Е. Громовым и его учениками, получили широкую известность и признание в научных кругах и привели к созданию нового научного направления. Результаты исследований нашли применение как в академических, отраслевых и учебных институтах при изучении природы формоизменения металлов и сплавов, так и на ряде предприятий металлургической промышленности и машиностроения при разработке соответствующих электротехнологий. Они внедрены со значительным экономическим эффектом на предприятиях Кузбасса.

За цикл работ по внедрению безкислотной технологии удаления окалины при производстве проволоки из малоуглеродистых и низколегированных сталей на предприятиях металлургической отрасли В.Е. Громов удостоен премии Правительства РФ в области науки и техники. В последние годы научная школа «Прочность и пластичность материалов в условиях внешних энергетических воздействий», возглавляемая проф. Громовым В.Е., плодотворно работает в области наноструктурного материаловедения по грантам РФФИ и целевым программам Минобрнауки.

Шестидесятипятилетний юбилей Виктор Евгеньевич встречает в расцвете творческих сил. Коллеги, ученики и друзья сердечно поздравляют Виктора Евгеньевича с юбилеем и желают ему доброго здоровья, счастья и новых научных свершений.

Коллектив кафедры физики СибГИУ

ОТЧЕТ
о работе Западно-Сибирского отделения Российской Академии естественных наук за 2011 год

В составе Западно-Сибирского отделения РАЕН 119 членов, из них 55 – действительных члена, 64 – член-корреспондента.

В 2011 году работа научных центров, секций и комиссий Отделения велась в соответствии с планами этих подразделений. Основные результаты научной, производственной, образовательной, организационной и общественной деятельности членов Отделения в 2011 г. по данным присланных в Президиум отделения отчетов следующие.

Членами Отделения по месту их основной работы выполнено более 120 научно-исследовательских проектов различного объема и значимости с финансированием по конкурсам, грантам из госбюджета, по хозяйственным договорам с организациями и фирмами. Суммарный объем финансирования составил 1 млрд. 247 млн. руб. Наибольший объем финансирования обеспечили ученые секции нефти и газа – 652 млн. руб. (25 проектов), по секции металлургической – 303 млн. руб. (12 проектов), по секции наук о Земле – 135 млн. руб. (5 проектов), по горной секции объем работ составил 111,5 млн. руб. (29 проектов), по секции химии – 2,12 млн. руб. (6 проектов).

Наибольшее научное и практическое значение имеют следующие работы.

Академик Чубик П.С., председатель секции нефти и газа, возглавлял реализацию «Программы развития Томского политехнического университета на 2009–2018 гг.», как национального исследовательского университета. В 2011 г. объем дополнительного финансирования ТПУ из федерального бюджета на реализацию Программы развития как национального исследовательского университета составил 300 млн. руб.

Под руководством чл.-корр. Евтушенко В.Ф. (металлургическая секция) выполнялись исследования на тему «Разработка научно-технических основ для создания технологии подготовки и сжигания суспензионного угольного топлива, приготовленного на основе отходов углеобогащения и пилотного образца автоматизированного энергогенерирующего комплекса», раздел «Теоретическое и экспериментальное исследование алгоритмов контроля и управления». Работа выполняется в рамках Постановления Правительства РФ № 218 «О мерах государственной поддержки развития кооперации российских высших учебных заведений и организаций, реализующих комплексные проекты по созданию высокотехнологичного производства». Общий объем финансирования – 300 млн. руб. Разработаны и исследованы метод и алгоритмы динамической идентификации нестационарных объектов управления с натурно-модельным формированием экспериментальных данных. Полученные разработки позволяют идентифицировать сложные, нелинейные объекты, математические модели которых содержат высококоррелированные входные (учитываемые) переменные. Эффективность алгоритмов подтверждена модельными, натурно-модельными и натурными исследованиями;

Член-корр. Шадрин А.В. (секция наук о Земле) является исполнительным директором Программы развития инновационной инфраструктуры КемГУ, выполняемой по итогам открытого конкурса в соответствии с Постановлением Правительства РФ №219. Программа КемГУ объемом 133 млн. руб. на 2010–2012 годы вошла в число 56 вузов РФ – победителей этого конкурса.

Под руководством акад. Еременко А. А. (горная секция) выполняется «Разработка научно-методических основ безопасной и эффективной геотехнологии освоения рудных месторождений в условиях изменения геодинамического режима горного массива Алтае-Саянской складчатой области» с объемом финансирования 6 млн. руб. Выполнена оценка геомеханического состояния массива горных пород при отработке блоков на различных участках удароопасных железорудных месторождений Горной Шории. Установлено, что зоны повышенных концентраций напряжений в массиве горных пород на различных участках на глубине от дневной поверхности 500–1000 м и более при отработке технологических блоков формируются в несколько периодов времени, от секунд до суток после взрывов. Спад и нарастание энергетического класса толчков наблюдается от 2 до 7 раз. Выявлена особенность распределения зон концентрации толчков на шахтном поле при отработке блоков, включающая увеличение плотности событий на северном фланге месторождения от 4 до 5. Предложен порядок выемки блоков в сближенных рудных телах с чередованием массовых технологических взрывов, позволяющий перераспределить напряжения в породном массиве и обеспечить повышение безопасности и эффективности ведения горных работ.

Под руководством акад. Гришковой А.П. (секция агротехники) выполнено внедрение новых селекционных приемов и методов в племенную работу по совершенствованию продуктивных качеств свиней крупной белой породы. Использование вводного скрещивании животных зарубежной селекции (йоркшир, PIC и французскую крупную белую) позитивно повлияло на улучшение откормочной и мясной продуктивности помесей F2, индексная селекция обеспечивает отбор для дальнейшего воспроизводства достоверно лучших особей по откормочным и мясным качествам.

По результатам научных исследований учеными Отделения опубликовано более 40 монографий, учебников, учебных пособий, более 1340 статей в журналах, периодических изданиях, сборниках трудов. наибольшее количество монографий, учебников и учебных пособий опубликовано по секции нефти и газа (8), 7 – по секции физики, по 5 изданий по секциям металлургической, биологии и экологии.

Акад. Скурским М.Д., председателем секции наук о земле подготовлена и издана монография «Наука и практика побеждать в изучении недр Земли, становлении производительных сил», объем более 20 п.л. В книге обоснованы стратегические направления геологоразведочных работ в стране на поиски и разведку полезных ископаемых. Доказательно вскрыты целый ряд крупных резервов роста производительных сил России, определены пути этого роста, обеспечения должной инфраструктуры, которая не успевает соответствовать инновационному её развитию. Изложена доказательная база необходимости срочного перевода разведкой прогнозных ресурсов месторождений ведущих полезных ископаемых в запасы с утверждением их в Государственной комиссии по запасам России в целях своевременного обеспечения важнейших промышленных отраслей страны необходимыми металлами, энергетическими составляющими, а также обеспечения планируемых поставок на внешний рынок. Обоснована целесообразность ввода в эксплуатацию отечественных ранее разведанных рудных месторождений, металлы которых Россия импортирует из-за рубежа. Приведена доказательная база быстрейшего развития нефте-, газо- и углехимии. Это позволит получать сотни продуктов из сырья, в разы увеличить доходы страны.

Председателем горной секции акад. Ремезовым А.В. опубликованы две монографии суммарным объемом более 32 п.л.: «Теория проектирования и методы создания многофункциональных шахто-систем», «Разработка технологических схем перемонтажа

очистных комплексов для обеспечения ритмичности их работы и повышения эффективности использования в границах шахта-пласта».

Учеными Отделения получено 19 патентов и свидетельств на объекты интеллектуальной собственности, в том числе, 5 – по секции энциклопедии и гуманитарных наук, 3 – по секциям агрохимии.

Под руководством членов Отделения защищено и 10 кандидатских диссертаций, в том числе 5 – по секции энциклопедии и гуманитарных наук, 3 – по секции агротехники.

При непосредственном участии членов Отделения организовано более 25 международных, всероссийских, региональных научных и культурных мероприятий. Как и в предыдущие годы, наибольшее количество подобных мероприятий провели члены академии Южно-Кузбасского научного центра, секции агротехники и секции творчества.

Большинство ученых Отделения приняли активное участие в работе форумов различного уровня, мероприятиях по организации взаимодействия с российскими и зарубежными организациями.

Следует отметить особую активность в данном направлении членов Томского научного центра.

Так, председатель секции нефти и газа акад. Чубик П.С. в ходе командировки в Австрию (г. Вена, Венский технический университет) принял участие в 30-й Конференции ректоров и президентов европейских технологических университетов «Синергетика между образованием, научными исследованиями и инновациями». Он же позднее принял участие в ряде мероприятий в Германии (г. Карлсруэ), Чехии (г. Прага), Австрии (г. Вена), Цели и задачи этой командировки: г. Карлсруэ – участие в Академическом Дне стратегического партнера ТПУ – Технологического института Карлсруэ; г. Прага – участие с докладом в работе международного семинара-тренинга «Передовой опыт инженерной подготовки с участием промышленности в университетах Европы» в Чешском техническом университете; г. Вена – участие в инаугурации ректора Венского технического университета (TUW) – стратегического партнера ТПУ.

Акад. Харламов С.Н. (секция нефти и газа) в ноябре-декабре 2011 г. по приглашению ряда английских ученых был на стажировке в Англии, в университетах Queen Mary University of London, Cranfield, Sheffield and Birmingham Universities, где проводил не только научные исследования по проблемам Aerospace and Mechanical Engineering, читал лекции по курсу «Turbulent Heat and Mass Transfer and its Applications in Techniques» для студентов и сотрудников упомянутых специальностей, но и непосредственно участвовал в экспериментах по очистке, фильтрации и сепарации вязких сред, топлива, масел на оборудовании промышленной компании «Eclipse Magnetics LTD», Sheffield, United Kingdom, специализирующейся на разработке и внедрении в промышленность магнитогидрогазодинамического оборудования.

В рамках международного сотрудничества с консорциумом университетов Италии, Космическим Агентством Италии (INSTM, System Biology Laboratory, La Sapienza University of Rome, CIRA Naples) им же совместно с сотрудниками международной Научно-образовательной Лаборатории «Нефтегазовая гидродинамика и теплообмен» при Томском политехническом университете был организован Международный Семинар «Фундаментальные проблемы системной биологии, перспективы и приложения», который был проведен в рамках Международной Научной Школы для молодых ученых «Перспективные направления физико-химической биологии и биотехнологии».

Члены Отделения постоянно принимают участие в промышленных выставках, научно-технических совещаниях и общественных мероприятиях различного уровня, в подготовке отраслевых и региональных документов, экспертных заключений по заданиям областных, городских администраций, промышленных и сельскохозяйственных предприятий по вопросам науки, образования, экономики и культуры.

В работе административных органов различного ранга активно участвуют Нестеров В.И., Мазикин В.П., Чубик П.С., Свиридова И.А., Лавров А.М., Мяленко В.И., Кудрина Е.Л., Данцигер Д.Г., Ростовцев В.Н., Томилов Н.А., Кирюшин Ю.Ф., Козик В.В., Захаренков В.В., Агаджанян В.В., Толстов В.К. и другие члены Отделения.

Ряд членов Отделения отмечены в прошедшем году академическими, ведомственными и региональными наградами, вошли в число победителей конкурсов различных уровней и направлений.

Акад. Чубик П.С. в составе авторского коллектива удостоен звания лауреата премии Правительства Российской Федерации в области образования за научно-практическую разработку «Система подготовки и обеспечения конкурентоспособности специалистов для наукоемких высокотехнологических отраслей промышленности». Он также награжден медалью «За заслуги в развитии инженерного образования России» и Почетным серебряным орденом «Общественное признание» за большой вклад в развитие отечественного образования, плодотворную общественную и научно-просветительскую деятельность, активную патриотическую гражданскую позицию.

Акад. Захаренков В.В. удостоен звания «Заслуженный деятель науки и образования», награжден медалью им. В. И. Вернадского за успехи в развитии отечественной науки.

Чл.-корр. Кулаков Г.И. награжден орденом Дружбы, а акад. Мартынов А.И. – Орденом Почета Кузбасса.

Чл.-корр. Ерофеев В.И. награжден медалью 11-го Международного форума «Высокие технологии XXI века» как лауреат конкурса «Высокие технологии – основа модернизации экономики и развития промышленности» за конкурсный проект «Создание производства цеолитных нанокомпозитных катализаторов и газохимического комплекса по переработке газовых конденсатов и попутных нефтяных газов в высокооктановые бензины марок «Евро-4 и 5».

Подводя итог изложенному, можно констатировать, что плодотворная и результативная деятельность членов ЗСО РАЕН в 2011 году способствовала росту научного, экономического и культурного потенциала региона.

Председатель ЗСО РАЕН,
академик В.И. Нестеров

Гл. ученый секретарь,
чл.-корр. С.М. Простов

Решение
Общего собрания Западно-Сибирского Отделения РАЕН
(12.10.2012 г.)

1. Общее собрание констатирует результативную работу членов ЗСО РАЕН, проводимую под руководством и во взаимодействии с Президиумом РАЕН. В 2011 г. увеличен объем научных исследований, возрос вклад ученых отделения в развитие интеллектуального потенциала региона.

2. Утвердить отчет о научной и организационной деятельности ЗСО РАЕН в 2011 г. с оценкой «удовлетворительно».

3. Утвердить отчет ревизионной комиссии.

4. Установить в 2012 г. ежегодный размер членских взносов 1000 руб.

5. Подготовить и издать 15 выпуск «Вестника ЗСО РАЕН».

Срок представления материалов в соответствии с установленными требованиями - 01.01.2013 г.

Ответственный за выпуск – акад. Агаджанян В.В.

6. Подготовить и издать справочник «Кто есть кто».

7. В соответствии с п. 7.14 Устава Отделения председателям секций подготовить предложения об утративших связь с Отделением для рассмотрения на Общем собрании Отделения.

8. Утвердить результаты выборов в действительные члены (протокол №2) и член-корреспонденты РАЕН (протокол №3).

9. Утвердить избрание на должность Председателя ЗСО РАЕН профессора Мочалова С.П. и на должность Главного ученого секретаря профессора Темлянцева М.В.

10. Следующее собрание ЗСО РАЕН провести в апреле 2013 г. на базе Федерального государственного лечебно-профилактического учреждения «Научно-клинический центр охраны здоровья шахтеров».

Председатель ЗСО РАЕН,
академик РАЕН — Нестеров В.И.

Уч. секретарь, член-кор. РАЕН — Простов С.М.

РЕФЕРАТЫ

УДК 001.89:61

Практическое значение научных исследований ФГБЛПУ «НКЦОЗШ» / В.В. Агаджанян, И.М. Устьянцева // Вестник РАЕН (ЗСО). – 2013. – № 15. – С. 4.

Представлены результаты научно-практических исследований, проводимых в ФГБЛПУ «НКЦОЗШ» в течение 20 лет, по проблеме разработки новых технологий диагностики, лечения и реабилитации больных с политравмой, по оптимизации системы профилактических мероприятий профессиональных и производственно-обусловленных заболеваний у работников угольной промышленности, по изучение патогенетических механизмов формирования наиболее распространенных заболеваний взрослого и детского населения.

УДК 624.131.4

Закономерности изменения физико-механических свойств грунтов при электрохимическом закреплении / С.М. Простов, А.В. Покатилов // Вестник РАЕН (ЗСО). – 2013. – № 15. – С. 11.

Представлены результаты комплексных исследований прочностных и деформационных свойств грунтов при двух- и однорастворном электрохимическом закреплении. Приведены зависимости модуля упругости, сцепления, угла внутреннего трения, влажности укрепленных грунтов от времени набора прочности в различных зонах обработки.

Илл. 5. Табл. 1. Библиогр. 2 назв.

УДК 622.281

Алгоритмы расчета параметров крепления выработок с использованием технологии электрохимического закрепления / С.М. Простов, А.В. Покатилов // Вестник РАЕН (ЗСО). – 2013. – № 15. – С. 16.

Рассмотрены алгоритмы расчета основных технологических параметров комбинированной крепи, включающей оболочку из закрепленных пород, а также алгоритм проектирования параметров и режимов электрохимического закрепления пород при строительстве горных выработок.

Илл. 3. Библиогр. 4 назв.

УДК 622:831.22

Закономерности проявления опорного горного давления при отработке запасов угля в восточном крыле уклонного поля 18-2 пласта Толмаческий в границах шахтного поля шахты «Полысаевская» ОАО «СУЭК-Кузбасс» в нисходящем порядке отработки выемочных столбов / А.В. Ремезов, В.В. Климов, Л.М. Коновалов // Вестник РАЕН (ЗСО). – 2013. – № 15. – С. 20.

В статье представлен материал о проведении исследования влияния опорного давления на состояние прилегающих горных пород. Подробно описаны горно-геологические условия по выемочному участку и технология ведения горных работ, а также дана характеристика вмещающих пород пласта Толмачевский шахты «Полысаевская». Представлен анализ графических зависимостей построенных в результате инструментального контроля на замерных станциях, рассмотрен вопрос разупрочнения пород кровли.

Илл. 6. Табл. 3. Библиогр. 11 назв.

УДК 622.831.22

Исследование влияния опорного давления, формируемого очистным забоем на состояние прилегающих горных выработок в условиях отработки угольных пластов средней мощности на шахтах ОАО «СУЭК-Кузбасс» как в нисходящем, так и в восходящем порядке на примере отработки запасов угля в границах шахтного поля шахты «Полысаевская» / В.В. Климов, А.В. Ремезов // Вестник РАЕН (ЗСО). – 2013. – № 15. – С. 30.

В статье представлен обобщенный материал о проведении исследования влияния опорного давления на состояние прилегающих горных выработок в условиях отработки шахты «Полысаевская». Описаны горно-геологические условия и технология ведения горных работ, применяемая на шахте, а также подробно дана характеристика пласта Толмачевский и вмещающих пород.

Илл. 2. Табл. 1. Библиогр. 7 назв.

УДК 622.831.2

Результаты инструментальных наблюдений за сближением кровли и почвы пласта Толмачевского в границах шахтного поля шахты «Полысаевская» ОАО «СУЭК-Кузбасс» в конвейерном штреке 18-8 при отработке выемочного столба 18-10 / В.В. Климов, А.В. Ремезов // Вестник РАЕН (ЗСО). – 2013. – № 15. – С. 38.

В статье представлен материал о проведении исследования влияния опорного давления на состояние прилегающих к выемочному участку горных выработках. Подробно описаны горно-геологические условия по пласту Толмачевского шахты «Полысаевская» и методика мониторинга. Представлены результаты анализа графических зависимостей, построенных в результате инструментального контроля на замерных станциях.

Илл. 12. Табл. 11. Библиогр. 11 назв.

УДК 622.236.22

Исследование энергоемкости процессов разрушения горных пород при проведении выработок / Е.В. Пугачев, П.А. Корнеев // Вестник РАЕН (ЗСО). – 2013. – № 15. – С. 50.

Снижение удельных энергетических затрат на тонну добытого угля является основным условием успешного развития любого горнодобывающего предприятия, в связи с чем разработка энергосберегающих технологий представляется актуальной научно-практической задачей.

Илл. 3. Библиогр. 2 назв.

УДК 624.21:624.19

Роль контурного взрывания в процессе проведения горизонтальных горных выработок / В.С. Забуга, В.Г. Лукьянов // Вестник РАЕН (ЗСО). – 2013. – № 15. – С. 53.

Использование контурного взрывания позволит достичь благоприятного экономического эффекта, а именно: значительно уменьшит перебор, погрузку, транспортировку породы, перерасхода бетона при использовании монолитной бетонной крепи. Так же повысит безопасность персонала путем уменьшения трещин в законтурном массиве.

Библиогр. 5 назв.

УДК 622.323

Россия нуждается в ускоренном воспроизводстве запасов нефти и газа. / В.В. Ростовцев, В.Н. Ростовцев // Вестник РАЕН (ЗСО). – 2013. – № 15. – С. 56.

В России, в силу ряда причин, сложилась тревожная обстановка с приростом запасов нефти и газа, способным поддерживать добычу нефти в стране на уровнях, предусмотренных топливно-энергетическими программами до 2020 и 2030 годов. Решить эту задачу только с помощью сейсмики и бурения невозможно из-за недостатка средств, времени и сложившегося порядка недропользования. Требуются новые технологии выявления перспективных объектов. Такая технология квантово-оптической фильтрации космоснимков в Томске создана.

Илл. 6. Библиогр. 10 назв.

УДК 553.982

Закономерности размещения трудноизвлекаемой нефти на территории России и особенности ее физико-химических свойств / И.Г. Ященко, Ю.М. Полищук // Вестник РАЕН (ЗСО). – 2013. – № 15. – С. 65.

Проведен анализ закономерностей размещение вязких и парафинистых нефтей по нефтегазоносным бассейнам России. Показано, что наибольшие запасы вязкой и парафинистой нефти сосредоточены в трех НГБ – Волго-Уральском, Западно-Сибирском и Тимано-Печорском. Проведен сравнительный анализ физико-химических свойств вязких и парафинистых нефтей Волго-Уральского, Западно-Сибирского и Тимано-Печорского нефтегазоносных бассейнов как центров добычи таких нефтей в России. Проведен анализ изменения свойств вязкой и парафинистой нефти в зависимости от глубины залегания и их территориального расположения. Выявленные закономерности распределения вязких и парафинистых нефтей и ресурсный потенциал рассматриваемых нефтей может стать надежным источником поддержания необходимых стране объемов добычи и переработки углеводородного сырья.

Илл. 3. Табл. 5. Библиогр. 14 назв.

УДК 622.276.6

Современное состояние нефтегазодобывающего комплекса Томской области / С.И. Панычев // Вестник РАЕН (ЗСО). – 2013. – № 15. – С. 74.

В работе проведен анализ состояния нефтегазодобывающего комплекса Томской области по результатам работы за 2012 год. Приведены основные результаты геологоразведочных работ, динамика добычи углеводородного сырья, объёмов инвестиций в основной капитал, объёмов эксплуатационного бурения и ситуация с использованием попутного нефтяного газа при разработке нефтяных месторождений Томской области. Сформулированы основные направления дальнейшего развития нефтегазодобывающего комплекса Томской области.

Илл. 11.

УДК 005.551:622.276

Проектирование объектов нефтегазового комплекса с применение компетентностного подхода / А.Ю. Дмитриев, В.В. Малышев, Д.В. Худяков // Вестник РАЕН (ЗСО). – 2013. – № 15. – С. 84.

В данной работе рассматривается оригинальная методика Центра подготовки и переподготовки специалистов нефтегазового дела Института природных ресурсов Томского политехнического университета по формированию команд, творческих коллективов на основе оценки технических компетенций для выполнения задач проектирования объектов нефтегазодобывающего комплекса. Описаны этапы оценки профессиональных знаний и навыков специалистов при формировании проектных команд. Рассмотрена последовательность выполнения работ по формирования проектных команд, пути решения задач подбора оптимальных специалистов на основе определения уровня знаний претендентов. Приведено описание функционала специализированного программного продукта, используемого в процессе оценки персонала, с целью повышения эффективности применяемой системы.

Илл. 4. Таб. 1. Библиогр. 3 назв.

УДК 553.98

О генезисе залежей нефти и стратегии их поисков в доюрском основании центральной части Западной Сибири (на примере Красноленинского свода) / В.И. Исаев // Вестник РАЕН (ЗСО). – 2013. – № 15. – С. 89.

В доюрском основании на Рогожниковском ЛУ по данным гравиразведки выявлена зона разуплотнения, отождествленная с вторичными резервуарами. По данным геохимических исследований керна установлена вертикальная миграция (100-300 м) нефтяных углеводородов из юрской зоны нефтепроявлений в палеозойские породы. Поддерживается «осадочная» концепция «главного источника». Предлагается стратегия и методика поисков залежей нефти в доюрском основании.

Илл. 5. Библиогр. 10 назв.

УДК 519.876.5 : 532.516

Теплообмен при ламинарном течении нефти и нефтепродуктов с аномальной реологией в трубопроводах большой протяженности / С.Н. Харламов, Р.Е. Терещенко // Вестник РАЕН (ЗСО). – 2013. – № 15. – С. 96.

В настоящей статье рассматривается задача о течении неньютоновской жидкости с переменными теплофизическими свойствами в трубе круглого сечения. К данному классу задач относятся гидродинамические процессы, происходящие при транспорте сред с аномальной реологией в трубопроводах. Представленные результаты можно использовать для разработки методик теплового и гидравлического расчетов, выбора наиболее выгодных технологических схем транспорта реологических сложных жидкостей, оптимального расчета оборудования нефтегазового комплекса, совершенствования существующих систем подогрева при транспорте высоковязких жидкостей по трубопроводам.

Илл. 7. Библиогр. 9 назв.

УДК 536.24 : 622.32

Моделирование эффектов взаимозависимости химических реакций и турбулентности при движении реагирующих смесей в трубопроводах / С.Н. Харламов, А.В. Филатова // Вестник РАЕН (ЗСО). – 2013. – № 15. – С. 101.

В настоящей работе обсуждаются результаты исследования турбулентного горения при движении равновесно диссоциирующих/рекомбинирующих углеводородных газообразных сред в замкнутых системах, трубах и каналах с учетом эффектов взаимовлияния химии и турбулентности. Отмечается, что в рамках многостадийной модели химической кинетики, определяющей движение смесей, хорошая точность определения локальных и интегральных параметров течения и тепломассообмена может быть получена по обобщенным соотношениям типа Гульберга-Вааге.

Библиогр. 9 назв.

УДК 614.84+699.81

Средства огнезащиты и пожарной безопасности. Стратегия обеспечения корпоративной безопасности на месторождениях ОАО «Томскнефть» ВНК / В.Г. Лукьянов, А.А. Провоторов // Вестник РАЕН (ЗСО). – 2013. – № 15. – С. 104.

Сделана попытка создания каталога «Средства огнезащиты и пожарной безопасности» для разработки стратегии обеспечения корпоративной безопасности на месторождениях ОАО «Томскнефть» ВНК. Цель настоящего каталога состоит в том, чтобы систематизировать эти средства в едином издании, отражающем наиболее полные технико-экономические показатели оборудования.

УДК 622.276(571.17)

Роль горных инженеров Сибири в формировании нефтегазового потенциала страны / В.В. Ростовцев, В.Н. Ростовцев // Вестник РАЕН (ЗСО). – 2013. – № 15. – С. 107.

Огромный вклад в формирование минерально-энергетических ресурсов страны внесли горные инженеры Сибири, и в первую очередь выпускники Томского политехнического. Но их достижения в формировании углеводородной базы страны остались мало освещенными и поэтому не достаточно оцененными. Эта одна из немногих работ, направленная на демонстрацию очень маленькой частички этого вклада.

Библиогр. 6 назв.

УДК 620.193.004.2

Перезащита – фактор образования и роста стресс-коррозионных трещин на катодно-защищаемой поверхности газонефтепроводов в процессе их длительной эксплуатации / В.И. Хижняков, П.А. Жендарев // Вестник РАЕН (ЗСО). – 2013. – № 15. – С. 111.

В работе приведены и обсуждены результаты элекрохимических измерений на трассе действующих магистральных газонефтепроводов. Показано, что максимальная плотность предельного тока кислорода на уровне укладки магистральных газонефтепроводов во влагонасыщенных грунтах центральной части Западной Сибири составляет 0,03…0,38 А/м^2. Реальная плотность тока катодной защиты 5…13 А/м^2 и более, то есть превышает плотность предельного тока кислорода более, чем в 10…50 раз и более. Результаты проведенных измерений указывают на необходимость при выборе потенциалов катодной защиты магистральных газонефтепроводов дополнительно измерять плотность тока катодной защиты $j_{к.з.}$ и плотность предельного тока по кислороду $j_{пр}$. Дополнительные электрохимические измерения позволят исключить или свести к минимуму образование коррозионных дефектов, когда $j_{к.з.} < j_{пр}$, и предотвратить образование стресс-коррозионных дефектов, когда $j_{к.з.} > 10 j_{пр}$. Показано, что при $3 \le j_{к.з.} / j_{пр} \le 7$ коррозионный процесс подавляется до значений 0,005…0,007 мм/год при практическом отсутствии электролитического наводороживания стенки трубопровода, что дает основание рекомендовать этот критерий для практической реализации.

Илл. 1. Табл. 4. Библиогр. 7 назв.

УДК 669.017

Двухфазная модель пластической деформации материалов / С.А. Невский, В.Д. Сарычев, В.Е. Громов // Вестник РАЕН (ЗСО). – 2013. – № 15. – С. 120.

В нашей работе для описания пластической деформации предлагается фильтрационный подход. Он получил широкое распространение в гидромеханике при изучении водонасыщенных грунтов, газовзвесей, суспензий и т.п. Такие системы моделируются двумя континуумами, то есть фазы фиктивно размазываются по всему объему, а их взаимодействие осуществляется путем обмена импульсом, массой, энергией и т.п.

Илл. 3. Библиогр. 28 назв.

УДК 536.7:669.046

Анализ основных направлений повышения энерготехнологической эффективности стендов высокотемпературного разогрева футеровок сталеразливочных ковшей / Е.М. Запольская, М.В. Темлянцев, К.Е. Костюченко // Вестник РАЕН (ЗСО). – 2013. – № 15. – С. 128.

В статье на базе комплексной, детерминированной математической модели тепловой работы стендов для разогрева футеровок сталеразливочных ковшей проведено исследование влияния применения теплоизолированных крышек, подогрева окислителя и обогащения дутья кислородом на технико-экономические показатели работы стенда.

Илл. 2. Табл. 1. Библиогр. 10 назв.

УДК 621.926 +621.928

Современное состояние развития техники воздушно-центробежной классификации микропорошков / А.Т. Росляк, П.Н. Зятиков // Вестник РАЕН (ЗСО). – 2013. – № 15. – С. 134.

В работе представлен обзор современного состояния техники воздушно-центробежной классификации частиц твердых материалов по размерам как одного из наиболее эффективных методов в различных технологических процессах, связанных с получением, переработкой микропорошков и производством на их основе новых перспективных материалов и изделий. Рассмотрены некоторые типичные конструкции ап-паратов и предложена систематизация, которая, исходя из конкретных требований производства, позволяет предварительно провести выбор нужной группы аппаратов, а затем анализировать только конструкции, удовлетворяющие общим принципам данной группы. из каждой группы предложенной системы воздушно-центробежных класси-фикаторов.

Илл. 6. Табл. 1. Библиогр. 9 назв.

УДК 631.16: 633.35

Чечевица – новая зернобобовая культура / В.М. Самаров, О.В. Анохина // Вестник РАЕН (ЗСО). – 2013. – № 15. – С. 142.

Приведены пищевые и кормовые качества новой зернобобовой культуры чечевицы. Исследования показали высокую её урожайность и экономическую эффективность.

Табл. 2. Библиогр. 6. назв.

УДК 631.582

Обоснованное чередование культур как фактор регулирования сорнякового компонента ценоза и биологической активности почвы / В.М. Самаров, Н.Н. Чуманова // Вестник РАЕН (ЗСО). – 2013. – № 15. – С. 144.

Представлены результаты оценки по влиянию предшественников (чистый пар, однолетние травы, зерновые) на фитосанитарное состояние посевов пшеницы, биологическую активность почв по всхожести и ростовым показателям тест - культур (редис, кресс-салат). Выявлена роль чистого пара как регулятора фитосанитарного состояния ценоза и низкой почвоутомляемости.

Табл. 3. Библиогр. 7 назв.

УДК 631.81

Баланс цинка при возделывании яровых зерновых культур в лесостепи и степной части Кузнецкой котловины / О.И. Просянникова, Т.П. Клевлина, Т.В. Сладкова // Вестник РАЕН (ЗСО). – 2013. – № 15. – С. 148.

Приведены расчеты баланса Zn при возделывании зерновых культур в лесостепи и степной части Кузнецкой котловины.

Илл 1. Табл. 1. Библиогр. 3 назв.

УДК 633.12:631.445.4

Способы посева и нормы высева гречихи на чернозёмах выщелоченных лесостепи / В.М. Важов // Вестник РАЕН (ЗСО). – 2013. – № 15. – С. 150.

Исследования показали, что при возделывании гречихи на чернозёмах выщелоченных лесостепи Алтайского края эффективным способом сева является широкорядный (0,45 м) нормой высева 3,5 млн. всх. зёрен на 1 га. Здесь получены достаточно хорошие показатели полевой всхожести (63 %), сохранности растений к уборке (76–78 %) и листовой поверхности (56,7 тыс. $м^2$/га), в совокупности обеспечивающих высокую продуктивность фотосинтеза (5,83 г/$м^2$ сутки). Средняя урожайность зерна гречихи составила 1,42 т/га.

Табл. 2. Библиогр. 5 назв.

УДК 633.2.031/.033

Особенности опылительной деятельности медоносных пчёл на посевах энтомофильных культур / Д.М. Панков // Вестник РАЕН (ЗСО). – 2013. – № 15. – С. 155.

Приведены результаты исследований об особенностях опылительной деятельности медоносных пчёл на цветущих травостоях некоторых сельскохозяйственных культур. Рассмотрено влияние природных факторов на интенсивность пчелоопыления. Приводится информация о путях увеличения лётной активности медоносных пчёл, что существенно улучшает эффективность опыления сельскохозяйственных культур.

Ил. 1. Табл. 3. Библиогр. 12 назв.

УДК 636.4.082

Внедрение новых селекционных приемов и методов в племенной работе по совершенствованию продуктивных качеств свиней крупной белой породы / А.П. Гришкова, Н.А. Чалова, Н.Л. Третьякова // Вестник РАЕН (ЗСО). – 2013. – № 15. – С. 162.

Совершенствование откормочной и мясной продуктивности свиней крупной белой породы является первостепенной задачей при производстве высококачественной свинины с высокой ее рентабельностью. В условиях племрепродуктора ООО СПК «Чистогорский» Кемеровской области создается новая популяция свиней крупной белой породы с улучшенными мясными и откормочными качествами. Совершенствование откормочных и мясных качеств свиней крупной белой породы осуществляется на основе вводного скрещивания с хряками пород йоркшир, крупной белой английской (PIC) и французской селекции, имеющих выраженный потенциал высокой откормочной и мясной продуктивности и хорошие воспроизводительные качества маток.

Табл. 3. Библиограф. 4 назв.

УДК 637.12

Не признанный, но экономически эффективный, ценный источник минерального питания сельскохозяйственных животных Кузбасса / Л.Я. Макаренко, Г.В. Макаренко // Вестник РАЕН (ЗСО). – 2013. – № 15. – С. 167.

В практике животноводства области в качестве минеральных добавок используют монокальцийфосфат, дикальцийфосфат, мел и др., которые могут удовлетворить потребность только по двум элементам: кальций и фосфор. Вместе с тем, у нас в области на р. Пегас Крапивинского района имеются залежи природного цеолитового туфа (пегасина), открытого геологами ПГО «Запсибгеология» (г. Новокузнецк) в 1976 г. Общие ресурсы Кузбасского цеолитоносного района оцениваются в 506 млн. тонн. В них содержится более 40 минеральных элементов.

УДК 332.142.4

Эколого-экономическое регулирование в техногенном регионе / В.И. Мяленко, Н.С. Бондарев // Вестник РАЕН (ЗСО). – 2013. – № 15. – С. 170.

В статье проанализировано экологическое состояние техногенного региона. Отражены экономические отношения, которые возникают в результате загрязнения окружающей среды. Объектом исследования является Кемеровская область, как регион в составе Сибирского Федерального Округа.

Илл 1. Табл. 4. Библиограф. 2 назв.

УДК 616-008.64-092:616-08-039.74-02: 616-001-031.12/.14

Клинико-патогенетические аспекты синдрома полиорганной дисфункции при критических состояниях / В.В. Агаджанян, И.М. Устьянцева, А.А. Пронских // Вестник РАЕН (ЗСО). – 2013. – № 15. – С. 174.

Статья посвящена проблеме поиска и разработки методов оценки и прогнозирования течения патологического процесса, изучению патофизиологических механизмов развития системной воспалительной реакции и синдрома полиорганной дисфункции, регенераторно-восстановительных процессов у пациентов с политравмой в критических состояниях для обоснования нового методологического подхода к диагностике, лечению и профилактике развития осложнений при критических состояниях. Разработаны и внедрены в медицинскую практику новые организационные технологии оказания медицинской помощи, эффективные методы диагностики, лечения и профилактические мероприятия, направленные на снижение развития осложнений при политравме.

Табл. 1.

УДК 614.2:614.7

Биологическая безопасность и здоровье населения в современных условиях / Ю.А. Григорьев, С.В. Соболева, О.И. Баран // Вестник РАЕН (ЗСО). – 2013. – № 15. – С. 180.

Российская Федерация в настоящее время вынуждена решать одну из важнейших задач – проблему обеспечения биологической безопасности страны. В данной статье рассмот-

рены основные биоугрозы для человека, проведена оценка опасности применения биологического оружия (БО), биотерроризма, показана роль биологической и медицинской науки как важнейшего фактора биобезопасности.

Библиогр. 12 назв.

УДК 614.88:004.65(571.17)

Электронные базы данных в выявлении проблем службы скорой медицинской помощи г. новокузнецка за период 2004-2012 гг. / Н.М. Жилина, Г.И. Чеченин, Е.В. Клементьева, А.А. Шумкин // Вестник РАЕН (ЗСО). – 2013. – № 15. – С. 192.

Представлено исследование обращаемости населения в службу скорой медицинской помощи (ССМП) г. Новокузнецка за 2004-2012 годы, выявлены основные проблемы по службе в целом и территориальным районам города по причинам обращаемости населения за скорой помощью, по динамике направлений на госпитализацию. Показатель направлений на госпитализацию характеризует изменение тяжести патологических процессов. Приведены основные показатели работы ССМП г. Новокузнецка. Статистическая значимость динамических изменений признаков проверена в пакете *IBM SPSS Statistics (версия 19.0)* с помощью критериев тау Кендалла и Фридмана. Выявлены зоны риска и предложены рекомендации руководству службы скорой помощи и здравоохранения г. Новокузнецка.

Илл. 7. Табл. 2. Библиогр. 5 назв.

УДК 613.62:622.27

Оценка риска профессиональных заболеваний работников угольных разрезов юга Кузбасса / В.В. Захаренков, А.М. Олещенко, В.В. Кислицына, Т.Г. Корсакова, Д.В. Суржиков // Вестник РАЕН (ЗСО). – 2013. – № 15. – С. 200.

В статье представлены результаты оценки рисков развития профессиональных заболеваний у работников угольных разрезов юга Кузбасса от воздействия неблагоприятных производственных факторов: шума, вибрации, угольно-породной пыли. На основе полученных результатов обоснована и внедрена система профилактических мероприятий, направленных на снижение рисков и сохранение здоровья работников.

Табл. 3. Библиогр. 5 назв.

УДК 669.162.22

Повышение эффективности доменного производства за счет упрочнения воздушных фурм / В.А. Быстров // Вестник РАЕН (ЗСО). – 2013. – № 15. – С. 205.

Рассмотрены характер выхода из строя и способы упрочнения воздушных фурм, лимитирующих производительность и обеспечивающих эффективность и конкурентоспособность доменного производства.

Илл. 2. Табл. 3. Библиограф. 9 назв.

УДК 621.771

Использование инновационных технологий для повышения эффективности производства проката / В.А. Быстров // Вестник РАЕН (ЗСО). – 2013. – № 15. – С. 214.

На основе инновационных решений была разработана технология электрошлаковой наплавки бандажированных валков прокатного стана горячего металла. Способ был апробирован на ОАО «КМК» и показал высокую эффективность.

Илл. 4. Табл. 1. Библиограф. 5 назв.

УДК 338(075.8):669.1:658

Стабилизации гранулометрического состава агломерата путь к снижению стоимости чугуна / В.А. Быстров // Вестник РАЕН (ЗСО). – 2013. – № 15. – С. 220.

Стабилизация гранулометрического состава агломерата приводит к улучшению хода доменной печи, обеспечивает снижение себестоимости чугуна, и повышает эффективность и конкурентоспособность доменного производства.

Илл. 3. Табл. 2. Библиогр. 5 назв.

УДК 378.17.159.95

Взаимодействие вуза и ссуза, как определяющий фактор повышения качества профессиональной подготовки конкурентоспособного специалиста / Е.В. Пугачев, Т.В. Иванова, А.С. Иванов // Вестник РАЕН (ЗСО). – 2013. – № 15. – С. 226.

Растущие информационные потоки и высокотехнологичные производства требуют специалистов с широким базовым уровнем образованности, что возможно только при повышении качества профессионального образования и его соответствия структуре потребностей рынка труда. В рамках решения данной проблемы сотрудниками кафедры электромеханики СибГИУ и преподавателем Прокопьевского горного колледжа им. В.П. Романова разработана программа по иностранному языку, направленная на обучение профессиональному общению по специальности техническая эксплуатация и обслуживание электрического и электромеханического оборудования и активизацию способностей к саморазвитию обучающихся, что решает чрезвычайно актуальную проблему профессионального образования – проблему профессиональной мотивации, которая определяет позитивное или негативное отношение к избранной профессии.

Библиогр. 4 назв.

Научное издание

ВЕСТНИК
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

Выпуск 15, 2013 г.

В авторской редакции

Подписано в печать 6.05.2013 г. Формат бумаги 60×84 1/8. Бумага писчая.
Печать офсетная. Усл.печ.л. 28,97. Уч.-изд.л.26,2. Тираж 300 экз. Заказ № 223.

Отпечатано в
Издательском центре
Сибирского государственного индустриального университета