ВЕСТНИК

РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК (Западно–Сибирское отделение)

Выпуск 21, 2018 г.

Редакционная коллегия
Е.В. Протопопов
(отв. редактор)
М.В. Темлянцев
(зам. отв. редактора)
В.Г. Лукьянов
В.М. Самаров
П.С. Чубик
Г.Д. Антонов

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

© Российская академия естественных наук, Западно–Сибирское отделение, 2018

© 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
ISSN 2311–9519

Содержание

РАЗРАБОТКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ И ГАЗА ……..…..4

В.И. Исаев, М.Ф. Галиева, Д.С. Крутенко
ГЕОТЕРМИЧЕСКИЙ КРИТЕРИЙ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ П-ВА ЯМАЛ ……..……4

В.И. Исаев, Г.А. Лобова, М.С. Кириллина, А.С. Меренкова
ТЕПЛОВОЙ ПОТОК И НЕФТЕГАЗОНОСНОСТЬ ЮГО-ВОСТОКА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ ……...…….9

В.И. Исаев, Г.А. Лобова, Т.Е. Лунёва
ПЕРСПЕКТИВЫ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ ПАЛЕОЗОЯ НЮРОЛЬСКОЙ МЕГАВПАДИНЫ ……..……..……15

В.В. Ростовцев, Е.Ю. Липихина, В.Н. Ростовцев , В. Г. Лукьянов
НЕФТЕГАЗОНОСНОСТЬ БЕСПЕРСПЕКТИВНЫХ ЗЕМЕЛЬ ……....22

В.В. Ростовцев, Е.Ю. Липихина, В.Н. Ростовцев
НАПРАВЛЕНИЯ ПОИСКА ПАЛЕОЗОЙСКОЙ НЕФТИ В ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ ……...…27

И.Г. Ященко, Ю.М. Полищук
ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ ТРУДНОИЗВЛЕКАЕМЫХ НЕФТЕЙ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ ……..……...……33

ГЕОТЕХНОЛОГИЯ И ГЕОМЕХАНИКА ……..……40

В.М. Серяков
ГЕОМЕХАНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВАРИАНТОВ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО РАСКРЫТИЯ ПОПЕРЕЧНОГО СЕЧЕНИЯ ДВУХ КРУГОВЫХ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ТОННЕЛЕЙ …….…...40

Е.А. Шубина, В.Г. Лукьянов
ДЕГАЗАЦИЯ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ РАЗВЕДОЧНО-ДЕГАЗАЦИОННЫМИ СКВАЖИНАМИ ……...…….45

И.В. Павлова, В.А. Домаренко, В.А. Галактионов, В.Г. Журавлев
ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОПАСНЫХ РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ПРОЕКТИРУЕМОГО ЭЛЬКОНСКОГО ГОРНОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМБИНАТА (РЕСПУБЛИКА САХА) ….....……49

С.Н. Жариков, В.А. Кутуев
СПЕЦИАЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ БВР НА ЗАОТКОСНЫХ РАБОТАХ ..…….63

А.С. Реготунов, Р.И. Сухов
РАЗРАБОТКА АППАРАТУРЫ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ О ПРОЧНОСТНЫХ СВОЙСТВАХ ГОРНЫХ ПОРОД В ПРОЦЕССЕ РАБОТЫ БУРОВОГО СТАНКА …….……70

Г.Т. *Волобуев, В.А. Домаренко, И.В. Павлова*
ИСТОРИЯ ТОРИЯ ЕНИСЕЙСКОГО КРЯЖА И АТОМНЫЙ ПРОЕКТ СССР ..……...……74

МЕТАЛЛУРГИЯ ……..……...84

Е.В. Протопопов, В.В. Павлов, М.В. Темлянцев, Н.Ф. Якушевич, П.П. Лазаревский, Ю.В. Романенко, О.Е. Лысенко
ВОССТАНОВЛЕНИЕ БРИКЕТИРОВАННЫХ ШИХТ ИЗ КРЕМНЕЗЁМСОДЕРЖАЩИХ

МАТЕРИАЛОВ И КАРБОНИЗАТА «РЕКСИЛ» ……..…….84
О.В. Кузнецова, М.В. Темлянцев, Е.Н. Темлянцева, А.А. Уманский, Д.В. Скопич, Е.А. Фатьянова
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НЕРАВНОМЕРНОСТИ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ СЛЯБОВ И ЗАГОТОВОК В МЕТОДИЧЕСКИХ ПЕЧАХ НА ТЕПЛОВОЕ СОСТОЯНИЕ МЕТАЛЛА ……...…….100
А.И. Гусев, Н.А. Козырев, В.Е. Хомичева, А.А. Усольцев, Р.Е. Крюков
РАЗРАБОТКА ПОРОШКОВОЙ ПРОВОЛОКИ ДЛЯ НАПЛАВКИ ДЕТАЛЕЙ, РАБОАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ ИЗНОСА ……..……..109
Е.В. Протопопов, Р.А. Шевченко, Н.А. Козырев, А.А. Усольцев, Р.Е. Крюков
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ СВАРКИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ РЕЛЬСОВ ……..……123
Р.А. Шевченко, В.А. Кузнецов, Н.А. Козырев, В.Е. Хомичева, А.А. Усольцев
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОСОПРОТИВЛЕНИЯ РЕЛЬСОВОЙ СТАЛИ …...……..……131
Е.В. Протопопов, Н.А. Козырев, Р.А. Шевченко, Р.Е. Крюков, А.А. Усольцев
РАЗРАБОТКА И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ СВАРКИ РЕЛЬСОВ ДЛЯ ВЫСОКОСКОРОСТНОГО ДВИЖЕНИЯ ……...…..135
АГРОТЕХНОЛОГИИ ....……...…143
С.Н. Рассолов, С.Н. Витязь, Р.А. Ворошилин
АНТИОКСИДАНТ СЕЛЕН КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ ВОСПРОИЗВОДСТВА ЖИВОТНЫХ ……...……143
А.П. Гришкова, Н.А. Чалова, А.А. Аришин
ПРОДУКТИВНЫЕ КАЧЕСТВА ЖИВОТНЫХ НОВОГО ГЕНОТИПА ……...……....…150
Л.Я. Макаренко, В.Г. Макаренко
ЦЕОЛИТ ПЕГАССКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ – ПРИРОДНЫЙ АДСОРБЕНТ ДЛЯ АПК КУЗБАССА ……..…….152
О.И. Степанова, В.И. Просянников
ДИНАМИКА ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ В КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ ……..160
Н.Н. Чуманова, Д.В. Шерер, В.И. Зебель
УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ГУМИНОВЫХ ПРЕПАРАТОВ В КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ ...……...…...166
БИОМЕДЕЦИНА И ЭКОЛОГИЯ…….....…….173
В.В. Агаджанян
25 ЛЕТ ГАУЗ КО «ОБЛАСТНОЙ КЛИНИЧЕСКИЙ ЦЕНТР ОХРАНЫ ЗДОРОВЬЯ ШАХТЕРОВ» …….…….173
А.Ю. *Милюков, Д.Д. Устьянцев, Я.Х. Гилев, Ю.А. Милюков*
ОПРЕДЕЛЯЮЩИЙ ПРОГНОСТИЧЕСКИЙ ФАКТОР В РАЗВИТИИ ОСЛОЖНЕНИЙ ПРИ ХИРУРГИЧЕСКОМ ЛЕЧЕНИИ ПАЦИЕНТОВ С ПРОКСИМАЛЬНЫМИ ПЕРЕЛОМАМИ БЕДРА ……...177
Ю.А. Григорьев
РЕПРОДУКТИВНАЯ СИСТЕМА МУЖЧИН

КАК МИШЕНЬ ДЛЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ ФАКТОРОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ……...……183
А.М. Олещенко, Р.А. Голиков, Д.В. Суржиков, В.В. Кислицына, И.Ю. Мотуз
ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ АТМОСФЕРНЫХ ВЫБРОСОВ НОВОКУЗНЕЦКОГО ХЛАДОКОМБИНАТА ……...…….188
А.М. Олещенко, Д.В. Пестерева
ФАКТОРЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РИСКА ЗДОРОВЬЯ ПЕДАГОГОВ В УСЛОВИЯХ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ИХ ТРУДА ...……...……...……..192
ЭНЦИКЛОПЕДИЧЕСКИЕ ЗНАНИЯ И ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ ……..196
Ю.П. Холюшкин, В.С. Костин
О СТРУКТУРЕ И ДИНАМИКЕ НАУЧНЫХ КАДРОВ НИИ АРХЕОЛОГИЧЕСКОГО И ЭТНОГРАФИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ РАН ……..…….196
Ю.П. Холюшкин
О КРИТИКАХ МЕТОДА СИСТЕМНОЙ КЛАССИФИКАЦИИ ПОНЯТИЙ ……...……...203
ЮБИЛЕИ……...……....216
РЕФЕРАТЫ ……...……...222

УДК 550.823

В.И. Исаев, М.Ф. Галиева, Д.С. Крутенко

ГЕОТЕРМИЧЕСКИЙ КРИТЕРИЙ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ П-ВА ЯМАЛ

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск

Введение

Геотермия, как геофизический метод исследований, берет начало в рамках теоретической и методической базы, разработанной, в основном, для экспериментального определения и картирования фундаментального геодинамического параметра – теплового потока Земли [5]. С развитием методологии геотермии формулируются новые задачи, поисково-разведочные, которые могут быть решены посредством измерения, картирования и моделирования пространственно-временных параметров геотемпературных полей [2, 6-8].

В рамках развития сырьевой базы углеводородов (УВ) России новыми объектами исследования становятся уникальные арктические районы Западной Сибири, требующие совершенствования критериев и методов поисков [3].

Цель исследований – на примере территории полуострова Ямал изучить закономерности изменения глубинного теплового потока, оценить корреляцию аномалий теплового потока с локализацией месторождений УВ и сформулировать возможные геотермические поисковые критерии.

Характеристика объекта исследований

Территория исследований находится в северной части Ямало-Ненецкого автономного округа Тюменской области. Осадочный мезозойско-кайнозойский чехол Ямала начинает формироваться в ранней юре. Нефтегазоносность связана, в основном, с нижнемеловой ахской свитой, в которой снизу-вверх обособляются толщи с пластами-коллекторами в них (рис.1).

Баженовская свита (J_3tt) является основным источником формирования залежей УВ в ловушках верхнеюрского и мелового нефтегазоносных комплексов (НГК). По определениям отражательной способности витринита в пределах Арктической площади (рис. 1) баженовская свита находится в конце главной зоны нефтеобразования (ГЗН) (R^0_{vt} = 0,96 %, данные ИНГГ СО РАН, 2015) Вместе с тем, интерес представляет и китербютская свита (J_1kt),

обладающая нефтематеринским потенциалом и являющаяся источником формирования залежей УВ в ловушках нижнеюрского и, возможно, палеозойского НГК.

Рисунок 1 – Месторождения углеводородов п-ва Ямал: *1* – контур месторождения и его название; *2* – населенный пункт и его название

Тепловой поток

Используя данные (табл. 1, рис. 2) *экспериментальных* определений плотности глубинного теплового потока [7] и *расчетные* значения плотности теплового потока из основания осадочного разреза [1, 4], авторами впервые

построена карта плотности теплового потока Ямала.

Таблица 1. - Значения плотности теплового потока, определенные в скважинах

Скважина		Тепловой поток, мВт/м^2	Источник данных	Скважина		Тепловой поток, мВт/м^2	Источник данных
Условный номер (на рис. 2)	Название			Условный номер (на рис. 2)	Название		
1	Русановская-2	76	[7]	11	Бованенковская-116	62	[1]
2	Ленинградская-1	73	[7]	12	-	53	[7]
3	Белоостровская-1	54	[7]	13	Арктическая-11	58	[1]
4	Белоостровская-3	53	[7]	14	-	54	[7]
5	Белоостровская-4	55	[7]	15	Средне-Ямальская-14	51	[1]
6	-	53	[7]	16	Усть-Юрибейская-31	48	[4]
7	-	49	[7]	17	Мало-Ямальская-3002	51	[1]
8	-	56	[7]	18	Ростовцевская-64	50	[1]
9	-	56	[7]	19	Северо-Мантойская 51	47	[4]
10	-	58	[7]	20	Новопортовская 54	52	[4]

Корреляция аномалий теплового потока и нефтегазоносности

Проанализируем соответствие распределения особенностей теплового потока и положений 17-ти месторождений Ямала (рис. 3).

В зонах положительных аномалий теплового потока находятся 5 месторождений: Бованенковское, Арктическое, Северо-Бованенковское, Верхнетиутейское, Нерстинское (30% от общего числа). Среди них – наиболее крупные: Бованенковское и Арктическое. Примечательно, что Арктическое месторождение, приуроченное к зоне четко локализованной положительной аномалии теплового потока, является нефтегазоконденсатным.

В зоне отрицательной аномалии находится 1 месторождение (6%) - Южно-Тамбейское.

В зонах заливообразных конфигураций изолиний находится 7 месторождений (41%): Харасавэйское, Крузенштернское, Нейтинское, Ростовцевское, Мало-Ямальское, Усть-Юрибейское и Новопортовское.

Остальные месторождения находятся в «безаномальном поле» (например, район месторождения Средне-Ямальское).

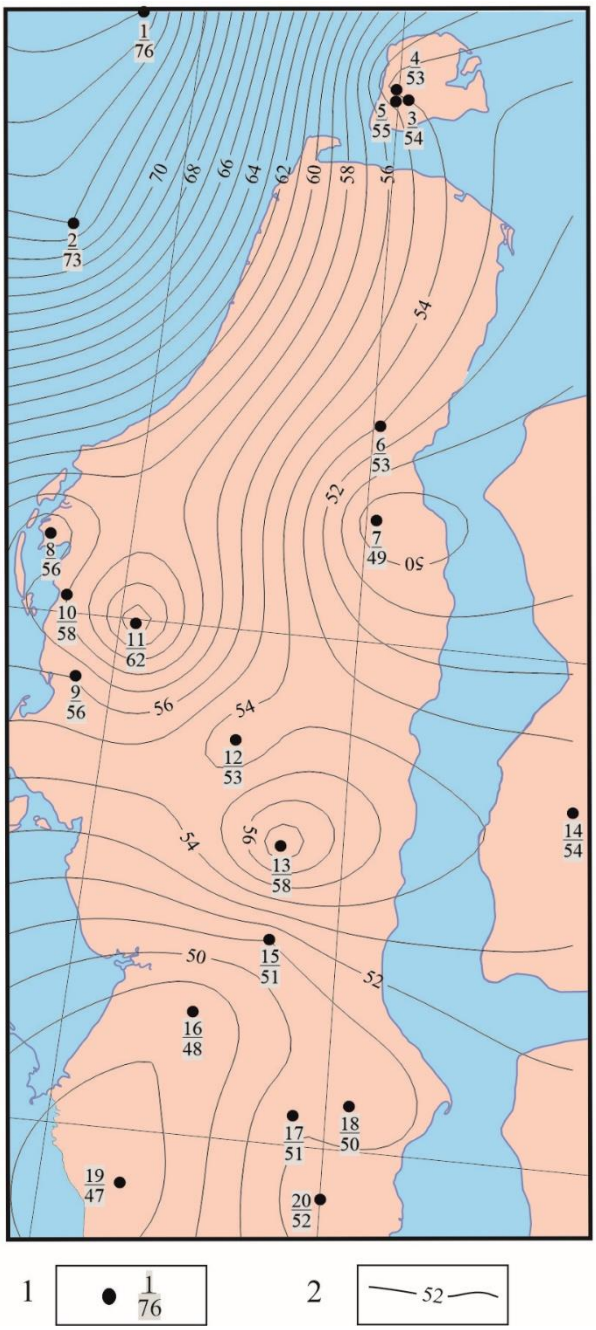


Рисунок 2 – Тепловой поток п-ва Ямал: *1* – исследуемая скважина, в числителе указан условный номер скважины (см. табл. 1), в знаменателе указано значение плотности теплового потока, мВт/м^2; *2* – изолинии значений плотности теплового потока

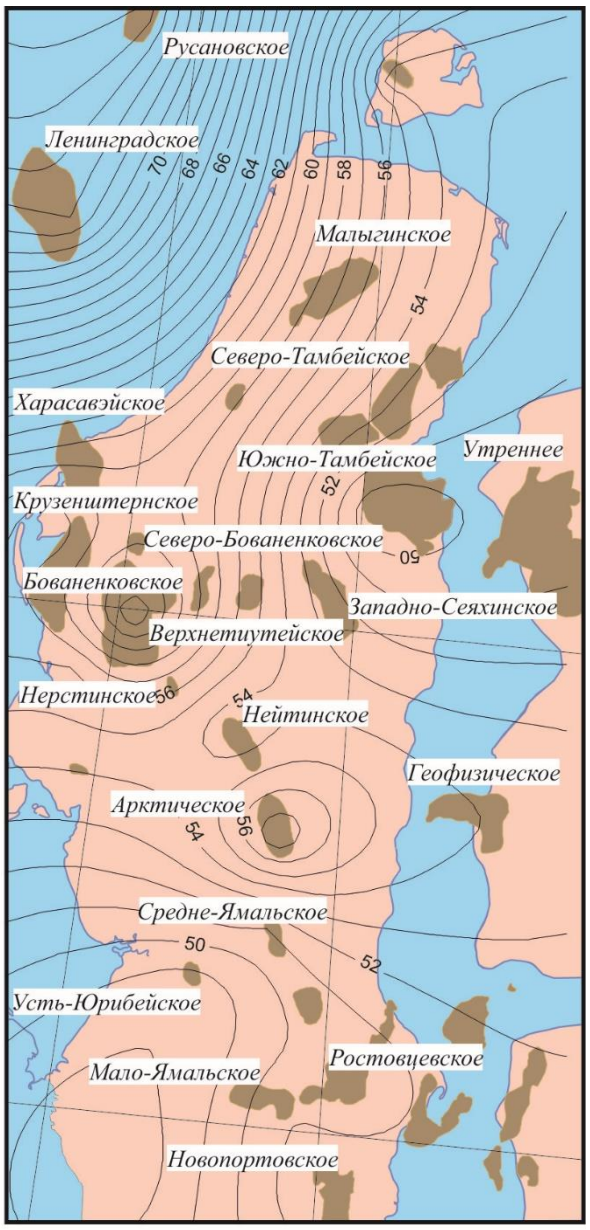


Рисунок 3 – Тепловой поток и месторождения углеводородов п-ва Ямал

Заключение

На основе 20-ти определений в скважинах значений плотности теплового потока впервые построена карта глубинного теплового потока Ямала.

Порядка 70-80% известных месторождений УВ Ямала приурочены к аномальным особенностям глубинного теплового потока. Это позволяет геотермический критерий рассматривать в качестве поискового для арктических районов Западной Сибири.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Исаев В.И., Искоркина А.А., Косыгин В.Ю., Лобова Г.А., Осипова Е.Н., Фомин А.Н. Комплексная оценка палеоклиматических факторов реконструкции термической истории нефтематеринской

баженовской свиты арктических районов Западной Сибири // Известия ТПУ. – 2017. – Т. 328. – № 1. – С. 13–28.

2. Исаев В.И., Лобова Г.А., Мазуров А.К., Старостенко В.И., Фомин А.Н. Районирование мегавпадин юго-востока Западной Сибири по плотности ресурсов сланцевой нефти тогурской и баженовской материнских свит // Геология нефти и газа. – 2018. – № 1. – С. 15–39.

3. Конторович А.Э. Проблемы реиндустриализации нефтегазового комплекса России // Нефтяное хозяйство. – 2016. – № 3. – С. 14–15.

4. Попов С. А., Исаев В. И. Моделирование нафтидогенеза Южного Ямала // Геофизический журнал. – 2011. – Т. 33 – № 2. – С. 80–104.

5. Хуторской М.Д. Введение в геотермию. – М.: Изд-во РУДН, 1996. – 328 с.

6. Хуторской М.Д., Подгорный Л.В., Супруненко О.И., Ким Б.И., Черных А.А. Термографическая модель и прогноз нефтегазоносности осадочного чехла шельфа моря Лаптевых // Доклады Академии Наук. – 2011. – Т. 440. – № 5. – С. 663–668.

7. Хуторской М. Д., Ахмедзянов В.Р., Ермаков А.В., Леонов Ю.Г., Подгорных Л.В., Поляк Б.Г., Сухих Е.А., Цыбуля Л.А. Геотермия арктических морей. – М.: ГЕОС, 2013. – 232 с.

8. Isaev V.I., Iskorkina A.A, Lobova G.A., Starostenko V.I., Tikhotskii S.A., Fomin A.N. Mesozoic–Cenozoic Climate and Neotectonic Events as Factors in Reconstructing the Thermal History of the Source-Rock Bazhenov Formation, Arctic Region, West Siberia, by the Example of the Yamal Peninsula // Izvestiya, Physics of the Solid Earth. – 2018. - Vol. 54 - No. 2. - pp. 310–329.

УДК 553.98

В.И. Исаев, Г.А. Лобова, М.С. Кириллина, А.С. Меренкова

ТЕПЛОВОЙ ПОТОК И НЕФТЕГАЗОНОСНОСТЬ ЮГО-ВОСТОКА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск

Введение

Тепловое поле Земли оказывает существенное влияние на ход превращения рассеянного органического вещества (РОВ) в материнской свите, а также контролирует мобильность углеводородов (УВ) в миграционных процессах и их фазовое состояние.

Зная значение плотности теплового потока из основания разреза, можно восстановить термическую историю нефтепроизводящей толщи, что позволит определить степень реализации генерационного потенциала нефтематеринских отложений и оценить перспективы изучаемой территории.

Настоящие исследования проводятся в рамках *построения карты теплового потока для территории Томской области.*

О методике исследований

Определение плотности теплового потока лежит в основе бассейнового моделирования, которое широко применяется как в России, так и зарубежом. Из зарубежных систем моделирования известны такие как TEMISPACK, GENEX, PETROMOD и др. [7]. Из отечественных систем для бассейнового моделирования применяются программа ГАЛА [2] и программа, предложенная профессором М.Д. Хуторским [6]. Настоящие исследования проводятся с использованием программы TeploDialog [5], которая по своим возможностям не уступает известным компьютерным технологиям, а по некоторым параметрам превосходит. TeploDialog позволяет использовать геотемпературы, измеренные в современном разрезе различными способами, и палеотемпературы, определяемые по отражательной способности витринита с учетом времени «срабатывания максимального палеотермометра». Моделирование проводится с учетом влияния мезозойско-кайнозойского хода температур на земной поверхности [4].

Характеристика исходных геотемпературных данных

Исходными данными для решения обратной задачи геотермии – для определения плотности теплового потока из основания осадочного разреза – являются геотемпературы, полученные при испытании скважин, геотермических исследованиях ОГГ и палеотемпературы, определенные по отражательной способности витринита.

Важное значение при определении плотности теплового потока имеет надежность исходных данных. Поэтому в модель окончательно закладываются температуры, прошедшие тщательный анализ и отбраковку. Геотемпературы с каротажной диаграммы ОГГ снимаются в интервалах монотонного характера кривой. В качестве исходных геотемператур используются только пластовые температуры, измеренные при существенном притоке флюида в скважину, когда забойная температуры приближается к значению пластовой. Палеотемпературы, рассчитанные по отражательной способности витринита (ОСВ) по способу, предложенному в работе [3], используются в качестве «измеренных» с указанием времени абсолютного максимума палеотемпературы. Моделирование проводится в несколько итераций с различным сочетанием используемых температур.

Палеотемпературное моделирование в скважинах Парабельского мегавыступа

Парабельский мегавыступ располагается в юго-восточной части Западно-Сибирской плиты (Томская область) (рис. 1).

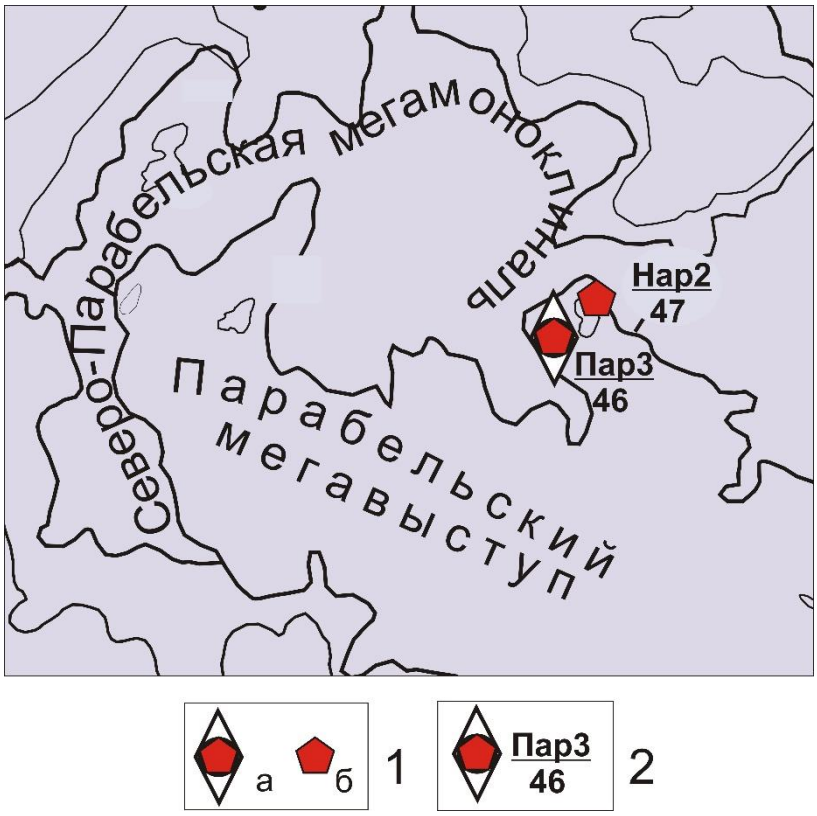


Рисунок 1 – Положение моделируемых скважин на Парабельском мегавыступе: *1* – моделируемые скважины с использованием геотемператур: а) пластовых, полученных при испытании скважин, снятых с каротажных диаграмм ОГГ и пересчитанных из ОСВ, б) снятых с каротажных диаграмм ОГГ; *2* – моделируемая скважина: в числителе – условный индекс на карте, в знаменателе – расчетное значение плотности теплового потока, мВт/м^2. Скважины: Нар2 – Нарымская 2; Пар3 – Парабельская 3

На всей территории исследования распространена верхнеюрская баженовская свита ($J_3tt+K_1b_1$), которая является основной нефтепроизводящей толщей. В пределах Парабельского мегавыступа, при бурении опорной скважины на Колпашевской площади, впервые в Западно-Сибирской мегапровинции была установлена нефтегазоносность разреза в верхнепалеозойских отложениях.

Для скважины Парабельская-3 мы использовали пластовую температуру, которая снята на глубине 2080 м, при значительных дебитах флюида из интервала испытаний. Палеотемпература, рассчитанная по ОСВ, взята из близлежащей скважины Парабельская-2. Для скважины Нарымская-2 использованы только температуры, снятые с диаграммы ОГГ.

После того, как определен тепловой поток из основания осадочного чехла, решением прямых задач геотермиии восстановлена термическая истории баженовской свиты на 18 ключевых моментов геологического времени (на начало/завершение формирования свит, перекрывающих материнскую). По геотемпературному критерию [1] выделены очаги интенсивной генерации баженовских нефтей (табл. 1). Пороговые температуры, определяющие границу очага генерации – 85 °С, так как в баженовской свите РОВ сапропелевого типа.

Таблица 1. - Расчетные температуры баженовской свиты для скважин Парабельская 3 и Нарымская 2 (Парабельский мкгавыступ)

Время, млн. лет назад	Вековой ход температур на поверхности Земли, °С	Глубина положения баженовской свиты, м	Геотемпература баженовской свиты, °С	Глубина положения баженовской свиты, м	Геотемпература баженовской свиты, °С
		Скважина Парабельская 3		Скважина Нарымская 2	
0	0	2334.5	73	2391	76
1.64	2.5	2323.5	76	2380	80
4.71	4.2	2322.5	78	2379	81
24	4.5	2321.5	78	2379	82
32.3	9.5	2301.5	82	2362	86
41.7	20.3	2232.5	91	2293	94
54.8	20.5	2159.5	88	2255	93
61.7	19.7	2135.5	86	2206	90
73.2	19.2	2036.5	82	2036	84

Примечание: серой заливкой отмечено положение главной зоны нефтеобразования (ГЗН), темно-серой – палеотемпературный максимум ГЗН.

Полученные результаты следующие. Плотность теплового потока из основания разреза в скважине Нарымская-2 составил 47 мВт/м^2, в скважине Парабельская-3 – 46 мВт/м^2. Такой глубинный тепловой поток обеспечивал генерацию баженовских нефтей в районе скважин Нарымская-2 и Парабельская-3 в течении 20-30 млн. лет. В настоящее время баженовская свита вышла из ГЗН.

Палеотемпературное моделирование в скважинах Каймысовского свода

Район исследований находится на левобережье Оби, в северо-западной части Томской области (рис. 2А). Восточный склон Каймысовского свода отличается широким распространением разрывной тектоники.

Нефтепроизводящей толщей на территории исследования является баженовская свита, имеющая повсеместное распространение. Скважиной Весенняя-255 вскрыт осадочный чехол толщиной 2667 м. Кровля баженовской свиты отбивается на глубине 2475 м, имеет мощность 12 м. Содержание Сорг составляет до 10 %, а катагенетическая преобразованность РОВ достигает градации МК$_1^1$.

Исходными данными для решения обратной задачи геотермии явились геотемпературы, снятые с каротажной диаграммы метода ОГГ и палеотемпературы, пересчитанные из ОСВ. Геотемпературы при испытании скважины не измерялись. Скважина Весенняя-255 находилась в состоянии покоя в течение 38 дней, что является достаточным для восстановления условий, нарушенных бурением. Снятие значений температуры с кривой ОГГ проводилось только при монотонном характере кривой.

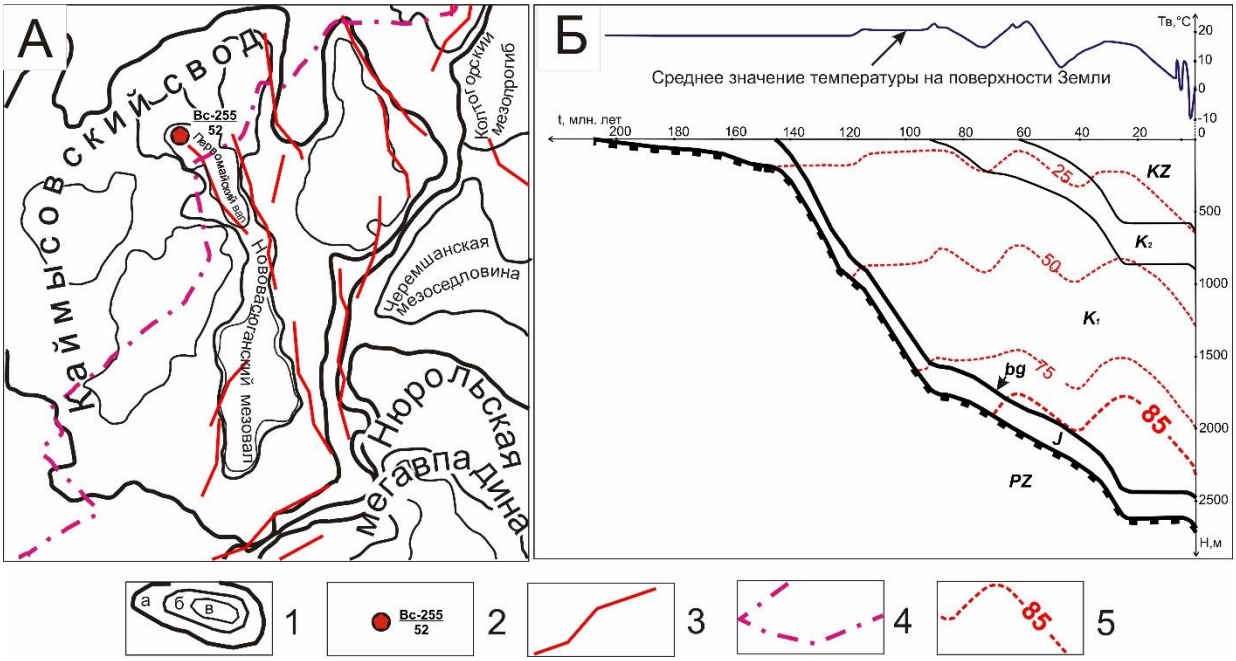


Рисунок 2 – Положение моделируемой скважины Весенняя-255 на тектонической схеме (А), палеотектонический и палеотемпературный разрез скважины с учетом мезозойско-кайнозойского изменения поверхностной температуры Земли (Б): *1* – положительные и отрицательные тектонические элементы: I порядка (а), II порядка (б), III порядка (в); *2* – моделируемая скважина: в числителе условный индекс скважины на карте, в знаменателе расчетное значение теплового потока (мВт/м^2); 3 – тектонические нарушения; 4 – административная граница Томской области; 6 – пороговая температура ГЗН

Решением обратной задачи геотермии определена плотность теплового потока из основания разреза. Решением прямых задач определены палеотемпературы для баженовской свиты на протяжении всего геологического времени формирования осадочного разреза. Как известно [5], палеотемпературное моделирование совмещено с палеотектоническими реконструкциями (рис. 2Б). Баженовская свита вошла в ГЗН в ганькинское время. Максимальный прогрев нефтематеринской свиты до 107 ^{o}С зафиксирован 24 млн. лет назад в хатское время. На модели (рис. 2Б) хорошо видно влияние изменения климата на земной поверхности на тепловую

характеристику палеоразреза. Снижение поверхностной температуры в среднем палеогене значительно меняет условия катагенеза и, как видно, палеотемпературные условия в нефтематеринской свите приближаются к пороговому значению. Вместе с тем, геотемпературные условия генерации нефтей существуют до настоящего времени.

Полученные результаты следующие. Тепловой поток из «основания» разреза в районе скважины Весенняя-255, расположенной на северном склоне Каймысовского свода, составил 52 мВт/м^2. Начало интенсивной генерации баженовских нефтей в разрезе моделируемой скважины соотносится с рубежом позднего мела и раннего палеогена. Баженовская свита, начиная с 62 млн лет назад и до настоящего времени, находится в главной зоне нефтеобразования, что подтверждается нефтегазоносностью разреза.

Заключение

Для осадочных разрезов скважин, расположенных на разных тектонических структурах территории Томской области, получены заметно разные значения теплового потока: в пределах Парабельского мегавыступа – 46-47 мВт/м^2, на Каймысовском своде – 52 мВт/м^2. Разница составляет не менее 10%. Вполне понятно, что район Каймысовского свода, обеспеченный большей плотностью глубинного теплового потока, представлен материнской баженовской свитой, имеющей более «богатую» по геотемпературам и продолжительности историю пребывания в ГЗН. Это подтверждается и установленной нефтегазоносностью разреза.

Сделанное заключение аргументирует несомненную актуальность построения карты теплового потока территории Томской области, которая может стать одной из фундаментальных основ для дальнейшего прогнозирования и поисков УВ, воспроизводства сырьевой базы нефтегазового комплекса Томской области.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бурштейн Л.М., Жидкова Л.В., Конторович А.Э., Меленевский В.Н. Модель катагенеза органического вещества (на примере баженовской свиты) // Геология и геофизика. – 1997. – Т. 38. – № 6. – С. 1070–1078.

2. Галушкин Ю.И. Моделирование осадочных бассейнов и оценка их нефтегазоносности. М.: Научный мир, 2007. – 456 с.

3. Исаев В.И., Фомин А.Н. Очаги генерации нефтей баженовского и тогурского типов в южной части Нюрольской мегавпадины // Геология и геофизика. – 2006. – Т. 47. – № 6. – С. 734–745.

4. Исаев В.И., Искоркина А.А. Мезозойско-кайнозойский ход температур на поверхности Земли и геотермический режим юрских

нефтематеринских отложений (южная палеоклиматическая зона Западной Сибири) // Геофизический журнал. – 2014. – Т. 36. – № 5. – С. 64–80.

5. Исаев В.И., Лобова Г.А., Мазуров А.К., Фомин А.Н., Старостенко В.И. Районирование баженовской свиты и клиноформ неокома по плотности ресурсов сланцевой и первично-аккумулированной нефти (на примере Нюрольской мегавпадины) // Геофизический журнал. – 2016. – Т. 38. – № 3. – С. 29–51.

6. Хуторской М. Д., Ахмедзянов В.Р., Ермаков А.В., Леонов Ю.Г., Подгорных Л.В., Поляк Б.Г., Сухих Е.А., Цыбуля Л.А. Геотермия арктических морей. – М.: ГЕОС, 2013. – 232 с.

7. Hantschel T., Kauerauf A.I. Fundamentals of basin and petroleum systems modeling. – Heidelberg: Springer, 2009. – 476 p.

УДК 553.98.041:551.73(571.16)

В.И. Исаев, Г.А. Лобова, Т.Е. Лунёва

ПЕРСПЕКТИВЫ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ ПАЛЕОЗОЯ НЮРОЛЬСКОЙ МЕГАВПАДИНЫ

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск

Введение

Доюрский нефтегазоносный комплекс (НГК), относимый к трудноизвлекаемым запасам (ТРИЗ), и является одним из перспективных объектов воспроизводства ресурсной базы Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции. Территория исследований интересна с экономической точки зрения, так как это земли основного нефтепромыслового района Томской области (рис. 1 А). Наличие развитой нефтегазовой инфраструктуры значительно снижает капитальные затраты на последующие геологоразведочные работы.

Основной нефтегенерирующей толщей для доюрских резервуаров являются тогурские отложения. Мощность тогурских отложений в наиболее погруженной части Нюрольской мегавпадины, в Тамрадской впадине, достигает 140 м [3]. Экспериментально установлено, что расстояние вертикальной миграции УВ из нижнеюрской нефтепроизводящей толщи в доюрские разуплотненные отложения составляет порядка 150–250 м [1].

Ранее построена карта распределения плотности генерации тогурских нефтей Нюрольской мегавпадины и структур её обрамления (рис.1 Б) на основе использования результатов палеотемпературного моделирования,

выполненного для 35-ти скважин в границах распространения тогурской свиты [4]. В [5] опубликованы результаты зонального районирования перспектив нефтегазоносности резервуара коры выветривания – нефтегазоносного горизонта зоны контакта палеозойских и мезозойских пород.

Целью настоящих исследований является установление перспектив нефтегазоносности резервуара коренного палеозоя Нюрольской мегавпадины с использованием результатов палеотемпературного моделирования, с учетом прогноза распространения и качества коллектора, и определение первоочередных участков для постановки поисков залежей УВ в коренном палеозое.

Краткая характеристика нефтегазоносности территории

Для среднеюрского, верхнеюрского и мелового НГК нефтегенерирующей является баженовская свита, сложенная верхнеюрскими битуминозными карбонатно-кремнисто-глинистыми отложениями.

Для нижнеюрского и доюрского НГК основными нефтематеринскими породами являются отложения тогурской свиты. Ряд исследователей предлагает также рассматривать девонские доманиковые толщи, как самостоятельный нефтегенерирующий источник УВ для резервуаров внутреннего палеозоя.

Доюрский НГК включает *нефтегазоносный горизонт коры выветривания* (НГГЗК) и палеозойский резервуар. Под НГГЗК понимается толща пермо-триасовых отложений, залегающая в виде прерывистого тела между складчатым фундаментом и платформенным осадочным чехлом, обосабливающаяся в пласт М. В пределах изучаемой территории открыты месторождения нефти и газоконденсата с залежами в этом пласте.

В *палеозойском резервуаре* открыты месторождения различного фазового состояния, основная часть которых приурочена к Чузикско-Чижапской мезоседловине.

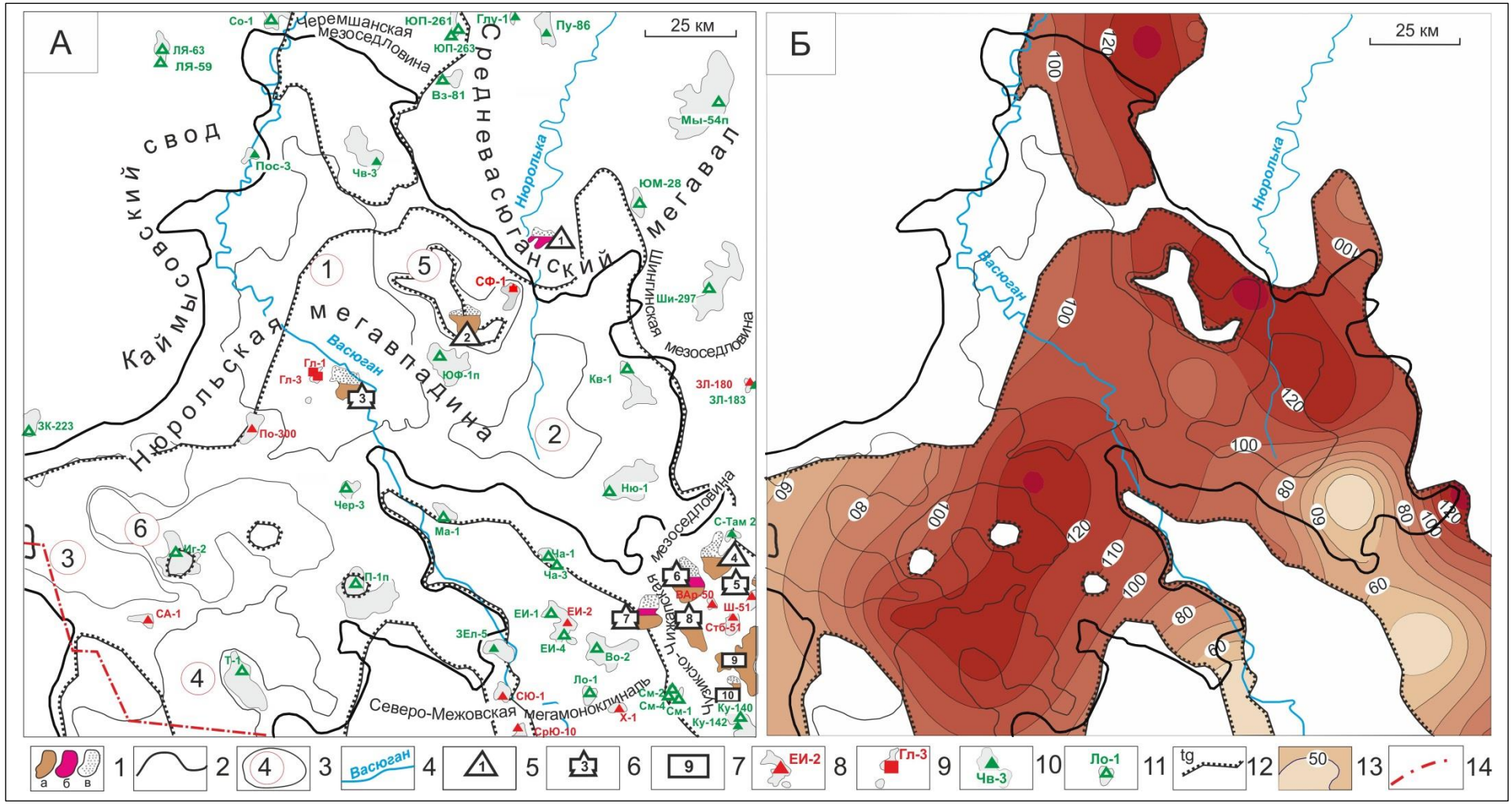

А
Б
25 км
Черемшанская мезоседловина
Среднеевасюганский мегавал
Каймысовский свод
Нюрольская мегавпадина
Шингинская мезоседловина
Шингинско-Чижапская мезоседловина
Северо-Межовская мегамоноклиналь
Васюган
Нюролька
Со-1
ЮП-261
ЮП-263
Глу-1
Пу-86
ЛЯ-63
ЛЯ-59
Вз-81
Мы-54п
Пос-3
Чв-3
ЮМ-28
СФ-1
Ши-297
Гл-1
Гл-3
ЮФ-1п
Кв-1
ЗЛ-180
ЗЛ-183
ЗК-223
По-300
Ню-1
Чер-3
Ма-1
С-Там 2
Иг-2
Ча-1
Ча-3
П-1п
ВАр-50
Ш-51
СА-1
ЕИ-1
ЕИ-2
Стб-51
ЗЕл-5
ЕИ-4
Во-2
Т-1
Ло-1
СЮ-1
См-2
См-4
См-1
Ку-140
Ку-142
Х-1
СрЮ-10
а б в
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
tg
50

Рисунок 1 – Схематические карты нефтегазоносности доюрского комплекса (А) на тектонической основе [3] и распределения значений плотности генерации тогурских нефтей [4] (Б) Нюрольской мегавпадины: *1* – месторождения: а – нефтяное, б – конденсатное, в – газовое; *2* – граница Нюрольской мегавпадины; *3* – структура III порядка и ее условный номер; *4* – речная сеть; (*5–7*) – условный номер месторождения с залежами: *5* – в коре выветривания: Речное (1), Фестивальное (2), Тамбаевское (4); *6* – в палеозойском фундаменте и коре выветривания: Среднеглуховское (3), Южно-Тамбаевское (5), Урманское (6), Южно-Урманское (7), Арчинское (8); *7* – в палеозойском фундаменте: Нижнетабаганское (9), Южно-Табаганское (10); (*8–11*) – локальная структура, результаты исследования скважины, вскрывшей доюрский комплекс, и ее условный индекс: *8* – приток УВ при испытании, *9* – запах УВ в керне, *10* – приток воды, *11* – скважина «сухая»; *12* – граница зоны распространения тогурской свиты; *13* – изолинии значений плотности генерации тогурских нефтей, усл.ед.; 14 – административная граница Томской области. Структуры III-го порядка: 1 – Кулан-Игайская впадина, 2 – Тамрадская впадина, 3 – Осевой прогиб, 4 – Тамянский прогиб; 5 – Фестивальный вал, 6 – Игольско-Таловое куполовидное поднятие

Палеозойский резервуар

Палеозойские отложения характеризуются широким спектром петрографических разновидностей. По данным исследователей [2 и др.], палеозойские породы можно условно разделить на 3 группы. 1-я группа объединяет петротипы пород с высокой вероятностью образующих коллекторы с наилучшими фильрационно-емкостными свойствами (ФЕС). Ко 2-ой группе отнесены породы, образующие коллекторы с хорошими ФЕС. В третью группу вошли петротипы пород, обладающие низкой вероятностью формирования в них коллекторов. Используя такую градацию, выделим зоны распространения коллекторов с учетом разрывных нарушений, которые также влияют на формирование коллекторов в палеозойских отложениях (рис.2 А).

Районирование палеозойского резервуара

Выделение перспективных зон в палеозойском резервуаре производилось сопоставлением распределения различных по качеству коллекторов, с распределением плотности тектонических нарушений и с распределением плотности генерации тогурских нефтей (рис. 2Б).

Наиболее перспективной определяется *зона 1*. В этой зоне проранжированы шесть участков. Высокая перспективность *участка 1.1* подтверждается наличием открытого нефтяного Среднеглуховского

месторождения (рис. 2Б, индекс 3). Ранжир *участка 1.2* подтверждается открытым газонефтяным Южно-Тамбаевским месторождением и непромышленным притоком УВ на Тамбаевской площади.

Зона 2 приурочена к юго-восточному борту Нюрольской мегавпадины и примыкающей территории Чузикско-Чижапской мезоседловины. Открытые залежи в палеозойских отложениях подтверждают надежность выделения данной перспективной зоны.

Зона 3 представлена тремя участками. Перспективность *участка 3.3*, расположенного в южном врезе Нюрольской мегавпадины, подтверждается полученными притоками УВ в скважинах на Среднеюлжавской, Северо-Юлжавской и Западно-Еллейской площадях.

Сопоставление результатов испытаний глубоких скважин и прогнозных перспективных участков показывает определенную согласованность – порядка 70 %.

Выводы

Анализ результатов палеотемпературного моделирования, давшего распределение плотности генерации тогурских нефтей, и результатов выполненного прогноза распространения и качества коллектора по данным глубокого бурения позволили выполнить зональное районирование палеозойского резервуара и определить первоочередные участки для постановки поисковых работ.

Как первоочередные районы для изучения и освоения резервуара коренного палеозоя определены земли южного борта Кулан-Игайской мезовпадины и зоны ее сочленения с Тамрадской мезовпадиной (порядка 900 км^2), а также земли юго-восточного борта Нюрольской мегавпадины и примыкающие земли Чузикско-Чижапской мезоседловины (порядка 1200 км^2).

В контексте выполненного зонального районирования главным поисковым признаком становиться «зона разуплотнения» в палеозое. В этой связи, согласно рекомендованным основам технологии поисков [1], геофизический комплекс должен включать сейсморазведку и гравиразведку.

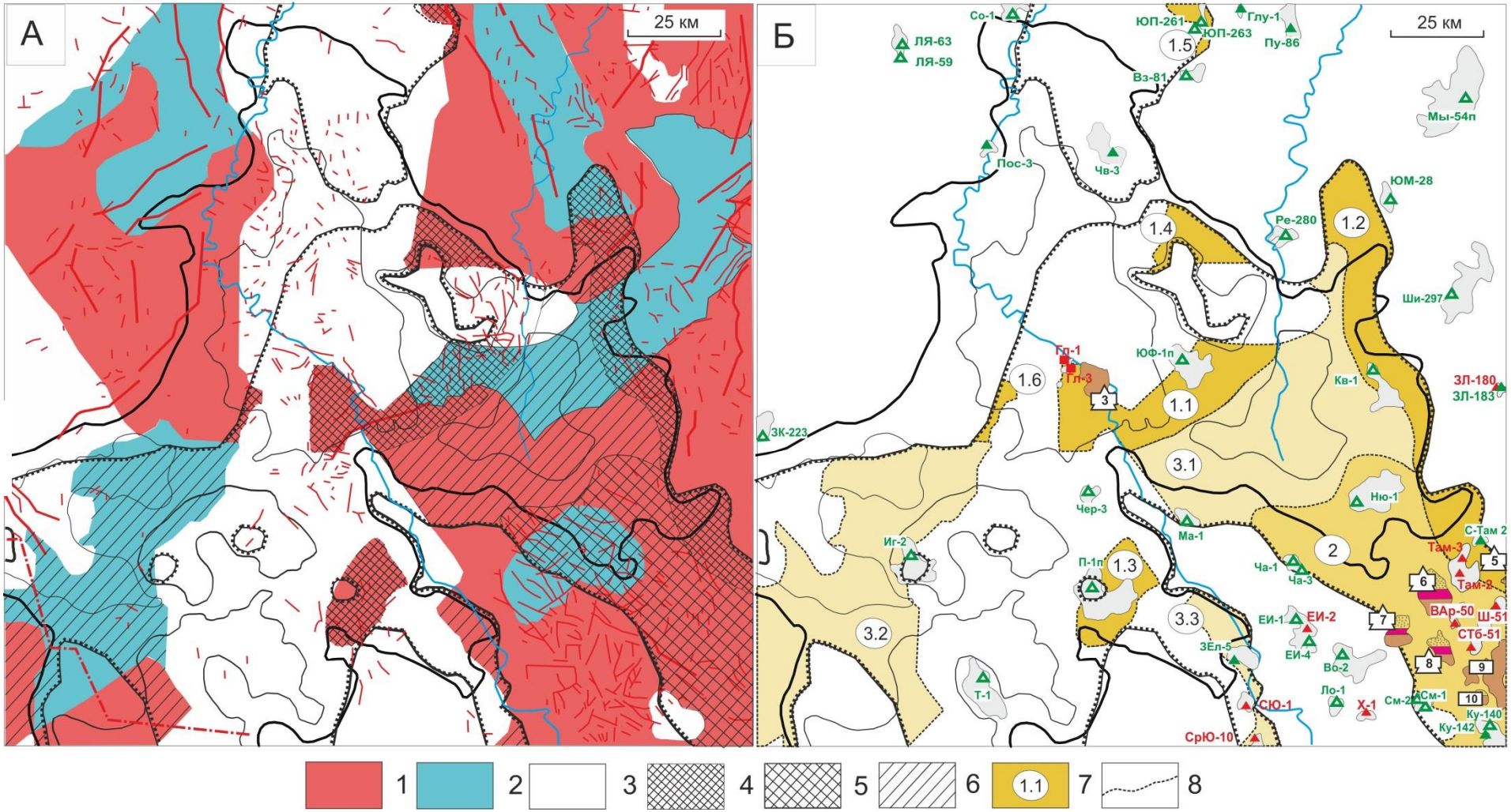

А
25 км
Б
25 км
Со-1
ЮП-261
ЮП-263
Глу-1
Пу-86
ЛЯ-63
ЛЯ-59
Вз-81
Мы-54п
Пос-3
Чв-3
ЮМ-28
Ре-280
Ши-297
Гп-1
Гл-3
ЮФ-1п
Кв-1
ЗЛ-180
ЗЛ-183
ЗК-223
Чер-3
Ма-1
Ню-1
С-Там 2
Там-3
Там-2
Иг-2
П-1п
Ча-1
Ча-3
ЕИ-1
ЕИ-2
ЕИ-4
ЗЕл-5
Во-2
Ло-1
Х-1
См-2
См-1
Ку-140
Ку-142
ВАр-50
Ш-51
СТб-51
Т-1
СЮ-1
СрЮ-10
1.1
1.2
1.3
1.4
1.5
1.6
2
3.1
3.2
3.3
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10

Рисунок 2 – Схемы распределения специализированных областей петротипов пород, тектонических нарушений и качества коллекторов в палеозойском фундаменте (А), районирования и ранжирования участков по степени перспективности для поисков в отложениях палеозоя (Б) Нюрольской мегавпадины. К рисунку А: (*1–3)* – области петротипов пород: *1* – с высокой вероятностью образующие улучшенные коллекторы, *2* – со средней вероятностью образующие хорошие коллекторы, *3* – не образующие коллекторы. К рисунку Б: (*4–6*) зоны коллекторов: *4* – с лучшими ФЕС, *5* – с хорошими ФЕС, *6* – с плохими ФЕС; *7* – перспективные зоны и участки, степень перспективности определяет интенсивность заливки, *8* – границы участков. Остальные условные обозначения те же, что на рис. 1

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Исаев В.И., Лобова Г.А., Коржов Ю.В., Кузина М.Я., Кудряшова Л.К., Сунгурова О.Г. Стратегия и основы технологии поисков углеводородов в доюрском основании Западной Сибири. – Томск: Изд-во ТПУ, 2014. – 112 с.

2. Ковешников А.Е., Недоливко Н.М. Коры выветривания доюрских отложений Западно-Сибирской синеклизы // Известия Томского политехнического университета. – 2012. – Т. 320. – № 1. – С. 77–81.

3. Конторович В.А. Тектоника и нефтегазоносность мезозойско-кайнозойских отложений юго-восточных районов Западной Сибири. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2002. – 253 с.

4. Лобова Г.А., Власова А.В. Реконструкция геотермического режима материнской тогурской свиты и обоснование районов аккумуляции нефти в нижнеюрских и палеозойском комплексах Нюрольской мегавпадины // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2013. – Т. 8 – № 2. http://www.ngtp.ru/rub/6/15_2013.pdf

5. Luneva T., Lobova G., Fomin A. Oil and gas perspectives of weathering crust reservoir of Nurol’ka mega-basin according to data of Geothermics // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2016. – Vol. 43. http://iopscience.iop.org/1755-1315/43/1/012014 .

УДК 553.982(571.13)

В.В. Ростовцев[1], Е.Ю. Липихина[1], В.Н. Ростовцев[2], В. Г.Лукьянов[1]

НЕФТЕГАЗОНОСНОСТЬ БЕСПЕРСПЕКТИВНЫХ ЗЕМЕЛЬ

[1] *Национальный исследовательский Томский политехнический институт, г. Томск*

[2] *Акционерное общество «ТОМКО», г. Томск*

Целенаправленным поискам нефтяных месторождений предшествовала длительная история. На первом этапе нефть находили благодаря естественным её выходам на поверхность. Нефть в тот период добывали из колодцев. Революционный перевод в нефтяное дело внесло бурение скважин. В 1844 году Ф.А. Семенов чиновник горного ведомства предложил углублять нефтяные колодцы бурением, и в 1848 году по его проекту на Бибе-Эйбате была пробурена первая скважина на нефть. Нефти она не дала, и пионером бурения нефтяных скважин стал Эдвин Дрейк, который в 1859 г. пробурил скважину на нефть, которая дала фонтан, а Эдвин Дрейк вошел в историю.

Следующим революционным шагом в развитии поиска нефти стало понимание о приуроченности нефти к антиклиналям. Появилась так называемая антиклинальная теория поиска месторождений нефти. Поиски антиклиналей осуществлялись разными методами, по визуальному изучению форм рельефа, бурением картировочных относительно не глубоких скважин. Окончательную точку в этом вопросе поставила сейсмика: она обладает уникальными возможностями выявлять структуру осадочного чехла на больших глубинах. Эта технология господствует в настоящее время.

Сейсмики находят положительные структуры, геологи в центре этих структур закладывают поисковые скважины, буровики бурят, испытатели опробуют проницаемые пласты и открывают месторождения, или не открывают. Эффективность такой технологии в среднем по России не более 30%. Парадокс заключается в том, что чем больше мы изучаем тот или иной район, чем больше у нас геологической информации об его строении, тем, к завершению его изучения, эффективность геологоразведочных работ падает.

Развитие промышленности, транспорта, авиации, органической химии все больше и больше требует нефти и газа. Для наращивания их запасов, следовательно, и добычи требовалась теоретическая основа, которая позволяла бы выходить в новые районы поиска. Для создания такой теории требовалось понять сущность природы происхождения нефти и газа. Между учеными развернулась острая борьба, дискуссия. В конечном счете, победила органическая теория, основателем которой по праву можно считать академика М.В. Ломоносова, который считал, что «жар земной превращает

захороненную органику в нефть и газ». Представления этих взглядов претерпевали, в связи с появлением новых фактов, значительные изменения, которые в конечном счете привели к формированию осадочно-миграционной теории происхождения нефти и газа.

Сущность её заключается в том, что нефть – это продукт катагенетического преобразования фоссилизированного органического вещества в субаквальных обстановках. Главным мерилом оценки перспектив нефтегазоносности той или иной территории стало наличие нефтематеринской свиты и степень катагенеза органического вещества в породах с повышенным его содержанием. Практика общения со специалистами Китая, Индии, Ирана по вопросам перспектив нефтегазоносности территории показывает, что они в первую очередь интересуются наличием и качеством нефтематеринской породы. Если таких пород в районе нет, они априорно считают такие земли бесперспективными. Такие же взгляды господствуют и у большинства исследователей в России. Ярким апологетом таких взглядов в РАЕН (ЗСО) является профессор В.И. Исаев и его ученики. Наш тезис по этому вопросу заключается в том, что нефть там, где её ищут.

На основании господствующих взглядов огромные территории Западно-Сибирской низменности ведущие ученые страны отнесли к бесперспективным землям. В эту категорию попали и земли, располагающиеся на правобережной части реки Оби Томской области. Более того, земли располагающие от слияния рек Оби и Чулыма до южных и юго-восточных границ региона даже не попали на территорию Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции. Окончательный приговор о бесперспективности нефтегазоносности мезозойских отложений юго-востока Западной Сибири вынес большой коллектив ученых под руководством академика А.Э. Конторовича. Этот вывод ими сделан, на основании геохимических критериев нефтегазоносности. [1].

Впервые, на эти земли как возможно перспективные обратили внимание Ростовцев В.Н., Ростовцев В.В. в 1999 году, когда ими были обнаружены естественные выходы газ и конденсата, верный признак наличия месторождений (Рис. 1). Позже выяснилось, что эти проявления фиксировались еще в 30-х годах, но по информации М.К. Коровина (Лауреата Ленинской премии за открытия Западно-Сибирской нефти) интерпретировались как болотный газ.

Анализы газа, проведенные специалистами Дальневосточного и Сибирского отделений академии наук РФ, подтвердили его глубинное происхождение. Это дало основание обработать космические снимки

территории юга Томской области технологией квантово-оптической фильтрации космоснимков (КОФиКС), созданной специалистами АО

Фото 8. Первоначальное формирование антиклинальной ловушки для газовой залежи за счет флюидодинамического потока и постепенно замерзающей воды мелководной протоки

Фото 9. Разрушение ледяной газовой ловушки в результате энергии флюидодинамического и теплового потока

Рисунок 1 - Естественные газопроявления, демонстрирующие создание и разрушение залежи газа в зоне слияния рек Томи и Оби, на землях считающихся бесперспективными

«ТОМКО». В результате этих исследований были выявлены границы серии месторождений. Четыре из них, рядом расположенные, были выделены в Трубачевский лицензионный участок (Рис. 2).

В пределах выявленных прогнозируемых месторождений были фрагментарно проведены радиогеохимия, высокоточная магнитка и электроразведка. Все эти традиционные методы выявили аномалии типа «залежь», что дополнительно подтвердило наличие месторождений и высокую эффективность технологии квантово-оптической фильтрации космоснимков (Рис. 3).

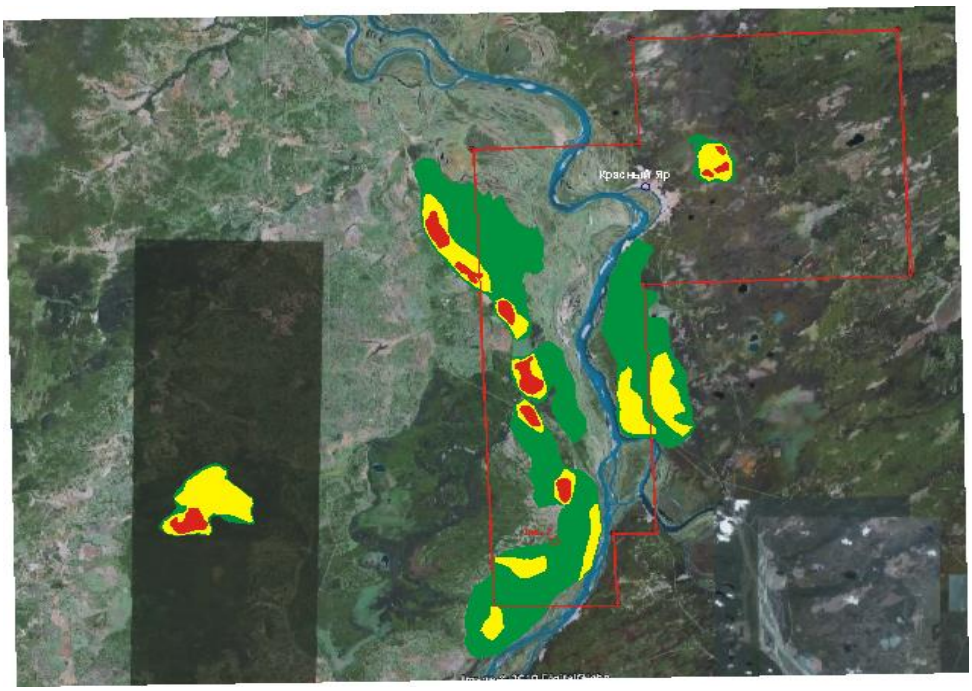


Рисунок 2 – Границы прогнозируемых месторождений в пределах Трубачевского лицензионного участка на «бесперспективных» землях

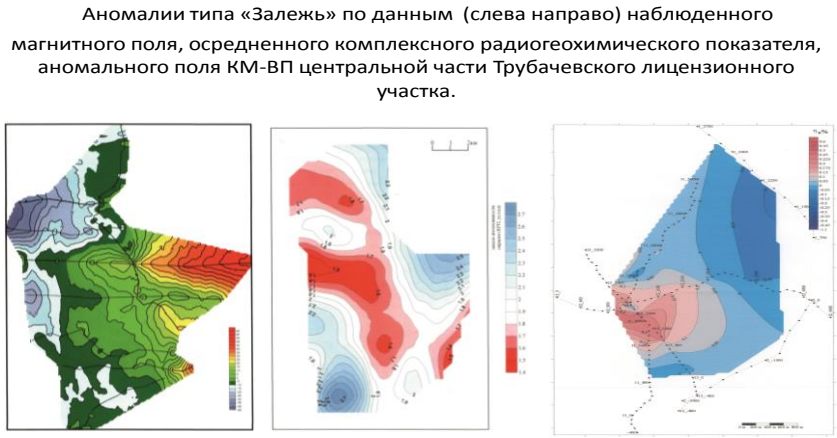


Рисунок 3 – Аномалии типа «залежь», выявленные традиционными методами

Какими бы методами мы не обосновывали нефтегазоносность той или иной территории, окончательное слово принадлежит «профессору» долото. Именно бурение скважин выносит окончательный вердикт, есть в этом районе нефть или газ. На одном из прогнозируемых месторождений Трубачевского лицензионного участка была пробурена скважина № 7 на глубину 1528 метров, которая вскрыла 8 продуктивных горизонтов: в верхнем мелу, неокоме, юре и палеозое. Наиболее впечатляющими данными является наличие углеводородов в кровле сеномана (Рис. 4).

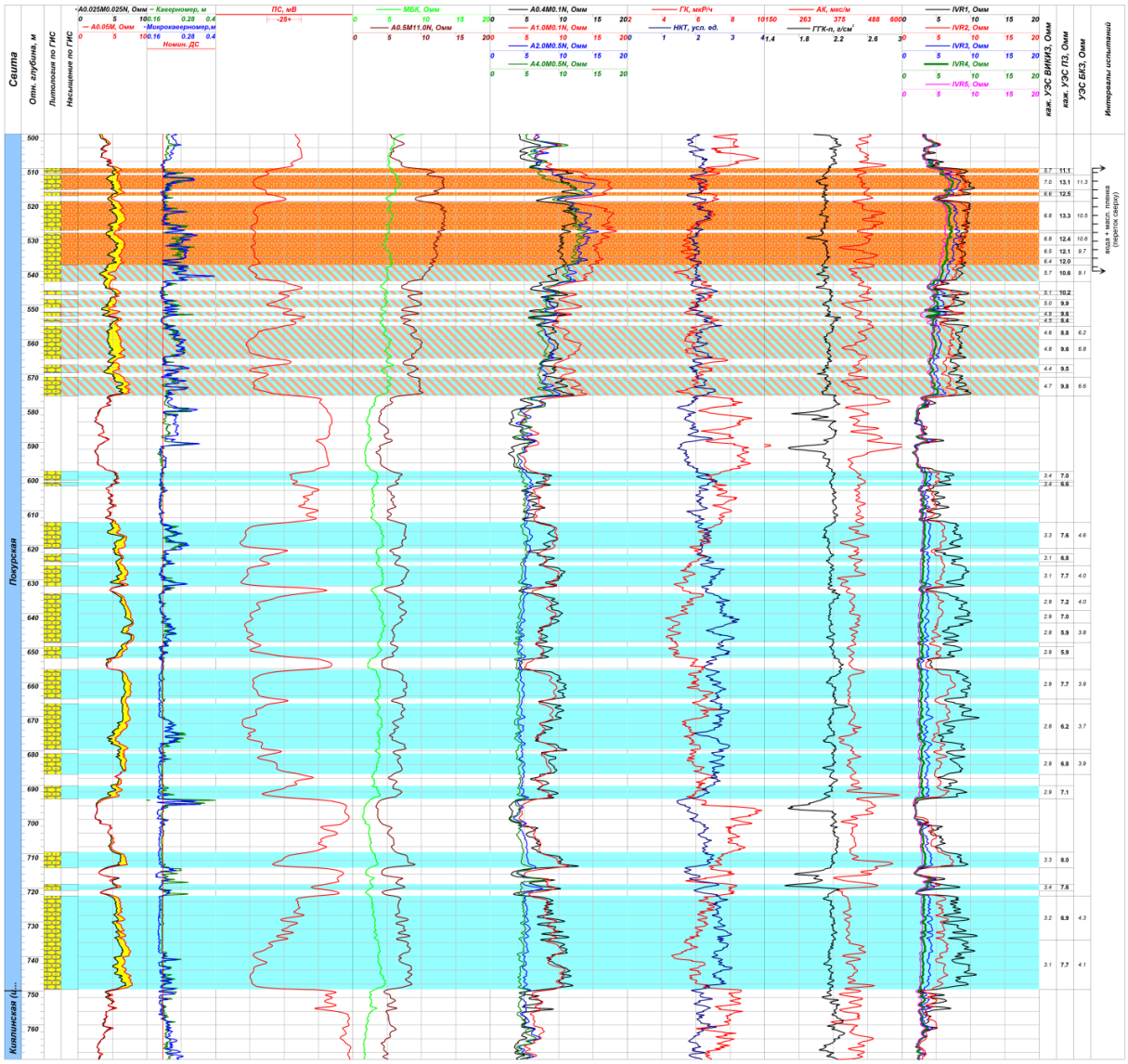


Рисунок 4 - В интервале 510-540 м по данным каротажа выделяется явно продуктивный пласт, а в интервале 540-570 м возможно продуктивный пласт сеномана

В палеозойских отложениях продуктивный пласт, по имеющимся данным залегает в интервале 1360-1400 м, общей мощностью 40 метров. Продуктивные пласты в неокоме и юре имеют толщину от 2 до 8 метров.

Проведенная оперативная оценка извлекаемых запасов нефти только по пласту $ПК_1$ (кровля сеномана) специалистами АО «ТОМКО» и представителями НК «ЛУКОЙЛ» колеблется соответственно от 98,4 млн. тонн до 77 млн. тонн. Юрские и неокомские пласты в основном газоносны.

На Рис. 5. показан приток газа из юрского пласта.

Рисунок 5 – Приток газа из пласта $Ю_6$ в скважине № 7

Данный пример свидетельствует о том, что оценка перспектив нефтегазоносности на основе осадочно-миграционной теории не адекватна. Нефть там, где её ищут инновационными методами.

УДК 553.982(571.13)

В.В. Ростовцев[1], Е.Ю. Липихина[1], В.Н. Ростовцев[2]

НАПРАВЛЕНИЯ ПОИСКА ПАЛЕОЗОЙСКОЙ НЕФТИ В ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

[1]Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск
[2]Акционерное общество «ТОМКО», г. Томск

Дискуссии о наличии нефти в палеозойских отложениях Западной Сибири были начаты в 30-х годах прошлого столетия. Впервые, на перспективы нефтегазоносности палеозоя Западной Сибири указал в 1932 году академик И.М. Губкин. Он основывался на геологическом сходстве строения палеозойских отложений Кузбасса с некоторыми палеозойскими

нефтегазоносными районами Северной Америки. В этот период времени перспективами палеозоя занимались и томские исследователи: Усов М. А., Коровин М.К., Сперанский Б.Ф., Ильин Р.С., Тыжнов А.В., Баженов С.Н. и другие. С 1932 по 1948 год были начаты и получили развитие поисковые работы на нефть и газ в палеозойских отложениях юга Западной Сибири. Проведенные геологоразведочные работы на нефть и газ позволили оценивать Минусинские впадины как территории, безусловно, нефтегазоносные. Большинство геологов пришли к выводу, что перспективы нефтегазоносности следует связывать со среднедевонскими отложениями. Отсюда вывод, что всестороннее изучение среднего палеозоя во всех областях его распространения стало очередной задачей дня. В предвоенные годы только в Южно-Минусинской впадине было пробурено 66 глубоких скважин с общим метражом 143 338 метров. На 6 структурах – Быстрянской, Алтайской, Западно-Тагарской, Сользаводовской, Ново-Михайловской и Карасукской – были получены многочисленные притоки нефти и газа. Наиболее полно результаты этих работ были подведены в монографии: «Нефтегазоносность Южно-Минусинской впадины» [1].

В Северо-Минусинской впадине на поверхности земли зафиксированы естественные выходы нефти и протяженные пласты с антраксалитами в палеозойских отложениях, намечены фрагменты границы прогнозируемого месторождения. Для авторов этой статьи важным является факт, что работами на юге Западной Сибири была установлена нефтегазоносность палеозойских отложений.

Начиная с 1948 года, поиски нефти и газа были перенесены на Западно-Сибирскую низменность. Считалось, что палеозойские отложения Западной Сибири под мощным осадочным комплексом юры и мела более надежно сохранят палеозойские залежи, а сами породы палеозоя менее дислоцированы. В 30-х годах, впервые томский исследователь Р.С. Ильин и академик И.М. Губкин указали на возможную нефтегазоносность и в мезозойских отложений.

С 1948 года начались широкомасштабные планомерные поиски нефти и газа в Западной Сибири. Открытие газа в районе поселка Березово, нефти в Шаиме позволили геологам сосредоточиться на изучении меловых и юрских отложений. Те редкие скважины, которые в Западно-Сибирской низменности вскрыли палеозойские отложения, позволили крупным ученым, опирающимся на представления осадочно-миграционной теории происхождения нефти и газа, прийти к выводу о бесперспективности этих отложений. Апологетами этих взглядов был академик В.С. Сурков, а в настоящее время является академик РАН А.Э Конторович и огромная армия

современных геологов. Несмотря на то, что в палеозойских отложениях Западной Сибири открыты более 100 залежей нефти и газа, располагающихся на землях от Новосибирской области до Ямала, эти исследователи не признают, что эта нефть рождена в палеозойских недрах. Наличие нефти и газа в этих отложениях они объясняют латеральной миграцией этих углеводородов из юрских отложений, облекающих палеозойские останцы. В.А. Конторович считает, что строение палеозоя сложное, сейсмика не работает, и где и как искать нефть в этих отложениях толком никто не знает.

Несмотря на авторитетные отрицательные оценки перспектив нефтегазоносности палеозоя, ряд ученых настаивали на поиске палеозойской нефти в Западно-Сибирской низменности.

Вдохновителем и бойцом за палеозойскую нефть Западной Сибири являлся академик А.А. Трофимук. В частных беседах с единомышленниками он подчеркивал, что палеозой это подводная часть нефтяного айсберга. По его инициативе в 70-х годах прошлого века в Томской области была создана специализированная контора бурения по оценке перспектив нефтегазоносности палеозоя Томской области. Руководил этой буровой организацией выпускник ТПИ Маслов В.П. Работы были, к сожалению, сконцентрированы в Нюрольской впадине, что не позволило проводить работы по поиску залежей палеозоя широким фронтом. В этот период были открыты палеозойские залежи на Арчинской, Герасимовской, Урманской и ряде других площадей. Признаки нефтегазоносности были выявлены в карбонатных, кремнисто-глинистых, песчаных и гравелитовых отложениях. За палеозойскую нефть боролись геологи Новосибирска под руководством Запивалова Н.П. Их усилия привели к открытию серии палеозойских залежей. Сегодня большинство разрабатываемых месторождений Томской области вступили в стадию падающей добычи. Ежегодно добыча нефти в области падает на 200-400 тысяч тонн в год.

Эта тенденция заставила руководство области обратить внимание на трудноизвлекаемые запасы нефти и на поиски нефти в палеозойских отложениях. В Томской области создана специальная программа по разработке технологии поиска продуктивных объектов в отложениях доюрского комплекса. В ней ответственные задачи возложены на ученых НИ ТПУ. Оказалось, что ученые НИ ТПУ, до реализации этой программы знают, где и. главное, как искать палеозойские залежи в регионе.

Поиски нефти и газа в палеозое Томской области должны концентрироваться в зоне сочленения двух крупных тектонических структур: Томь-Колыванской складчатой зоны и Западно-Сибирской плиты. С позиций общей геологии поиски месторождений нефти в зонах сочленения двух

разных структур являются высокоперспективными. На этой территории осадочный чехол имеет минимальную толщину мезозойско-кайнозойского комплекса, что позволяет вскрывать палеозойские отложения на 2000-2500 метров. На нефтегазоносность палеозойских отложений в этом районе указывали поверхностные признаки в виде керосинового запаха в сланцевых породах девона в обнажениях Лагерного сада в Томске. Академик М.А. Усов называл их керосиновыми сланцами. Зону слияния рек Томи и Оби, где фиксировались естественные выходы газа, профессор М.К. Коровин считал высокоперспективной для открытия палеозойской нефти. В зоне слияние рек Чулым–Китат–Кия с помощью технологии квантово оптической фильтрации космоснимков (КОФиКС) выявлены границы прогнозируемого месторождения площадью порядка 500 км$^{2.}$. Вероятнее всего, это месторождение должно контролироваться палеозойскими отложениями, поскольку толщина мезозойского чехла в этом районе минимальна (Рис 1). Поскольку сейсмика в палеозойских отложениях эффективно не работает, для поиска палеозойской нефти в сочленение двух структур необходимо использовать инновационную технологию квантово-оптической фильтрации космоснимков АО «ТОМКО», созданную под руководством академика РАЕН (ЗСО) Ростовцева В.Н. и серию имеющихся инновационных технологий НИ ТПУ.

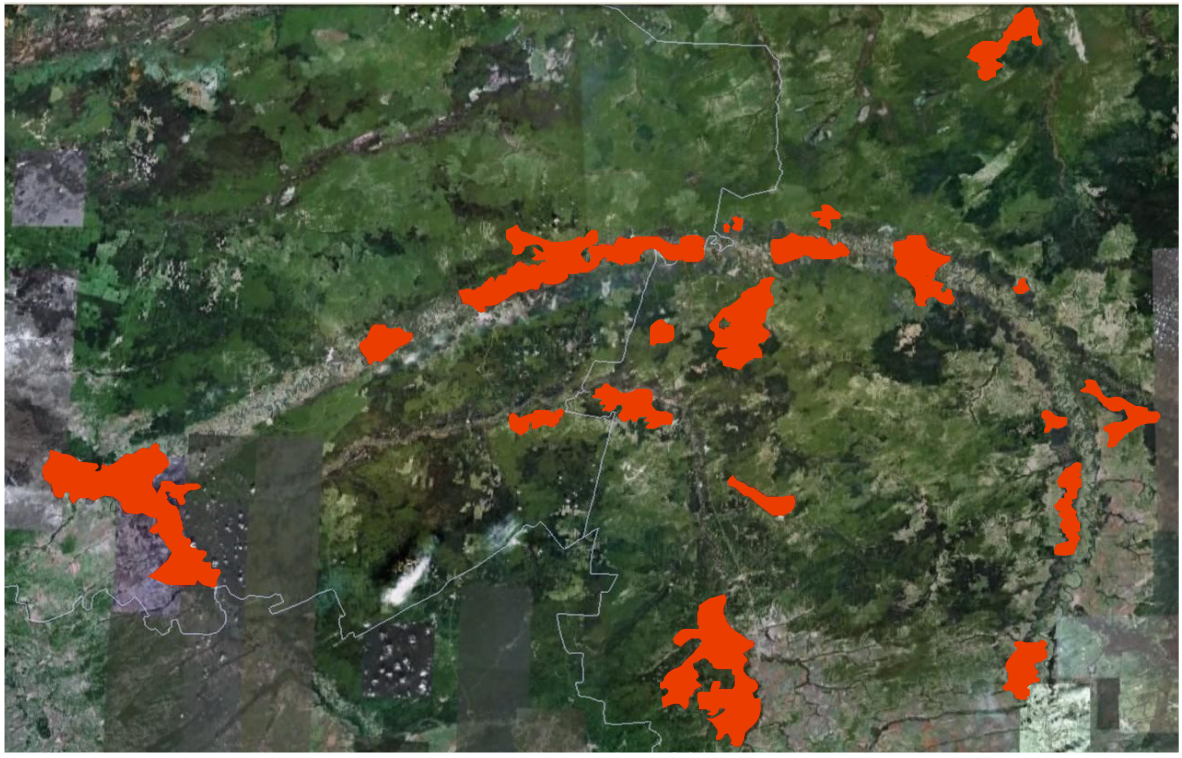


Рисунок 1 - Границы прогнозируемых месторождений выявленные на юге Томской области. Одно из них в зоне слияния рек Чулыма-Китат-Кия вероятнее всего связано с палеозойскими отложениями

На землях Томской области должны быть широко развиты палеозойские залежи «шнуркового» типа. Одна из таких залежей обнаружена в зоне слияния рек Томи и Оби. (Рис. 2). В палеозойской залежи этого типа при бурении скважины № 7 на Трубачевском лицензионном участке были зафиксированы суммарные газопоказания до 7% (Рис. 3), в керне признаки нефти, а при испытании были получены первые литры подвижной нефти. Такие ловушки формировались в палеоруслах палеозойских рек. Их поиски должны осуществляться сейсмическими работами МОГТ 2Д, которые высокоэффективны для решения этих задач.

Необходимо короткими сейсмическими профилями пересекать речные долины активных рек, таких как Чулым, Кия, Кеть и другие. Там, где по данным сейсмики будет фиксироваться слоистость разреза ниже сейсмического горизонта $Ф_2$, будут выявлены фрагменты «шнурковых» ловушек.

И, наконец, крупные нефтяные месторождения в палеозое могут быть открыты в пределах Тегульдетской впадины, где с участием наших рекомендаций [2,] были проведены 4 сейсмических профиля, которые убедительно показали, что палеозойские отложения хорошо расчленяются по отражающим палеозойским сейсмическим горизонтам (Рис.4).

Это позволяет выявлять крупные положительные структуры в палеозое. На одном из сейсмических профилей было зафиксировано «яркое пятно», которое часто геофизики связывают с залежью углеводородов.

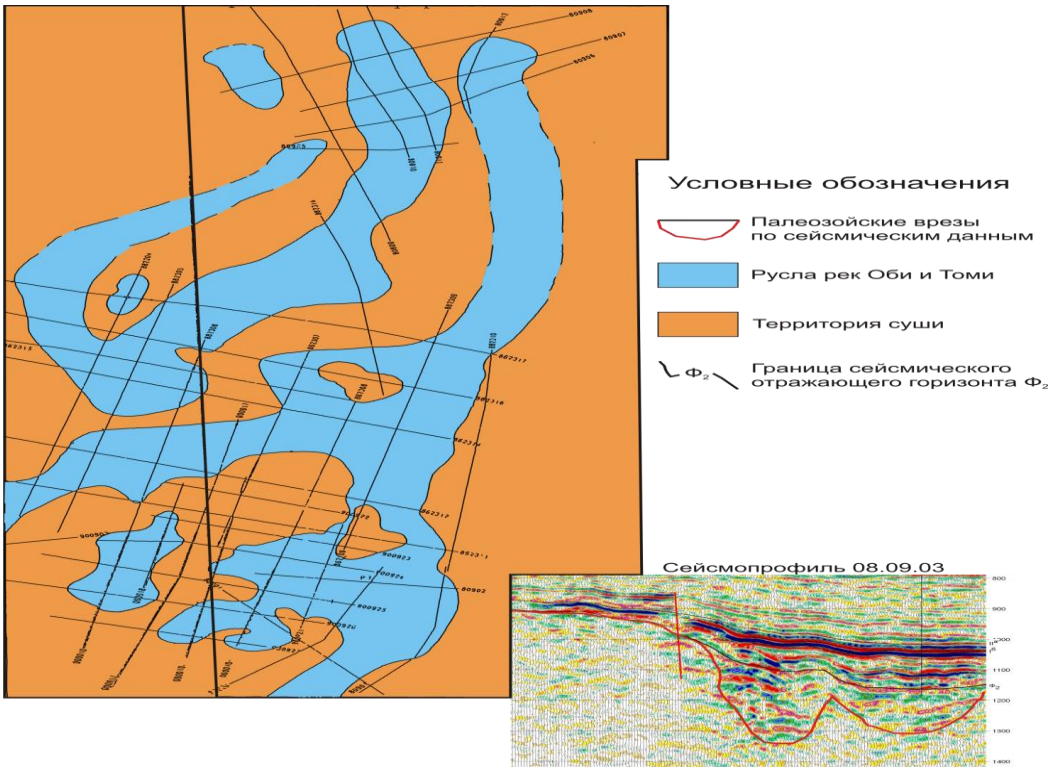


Рисунок 2 - Ловушки «шнуркового» в типа в зоне слияния рек Томи и Оби

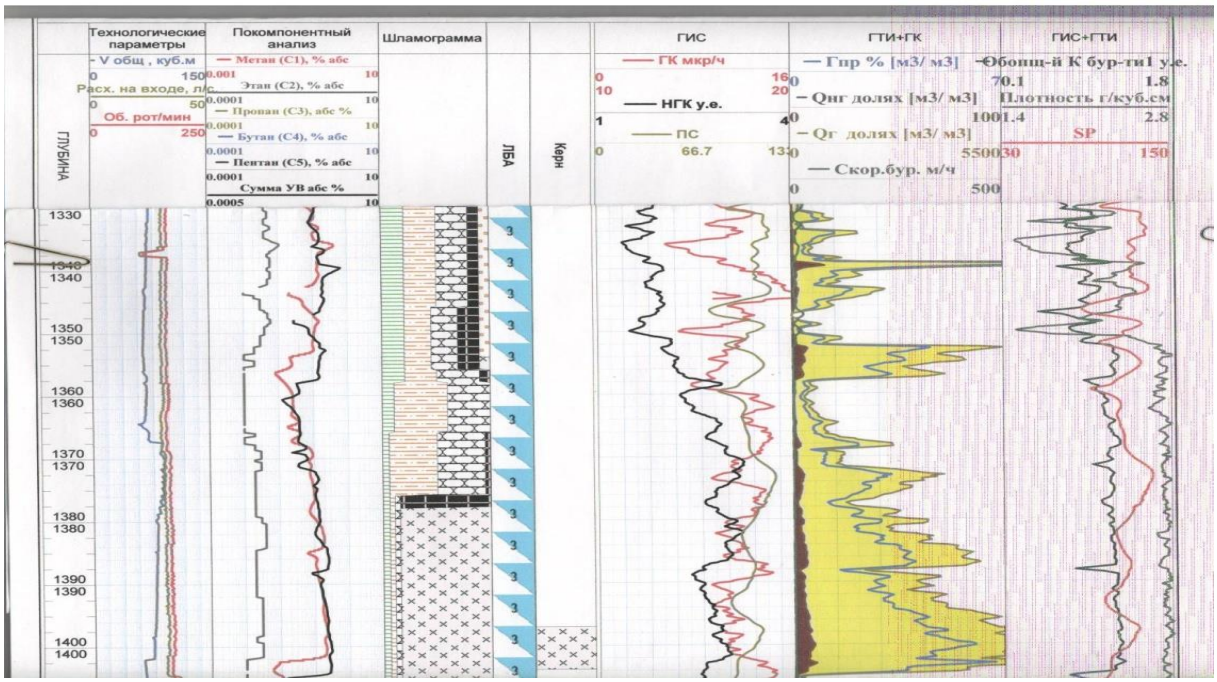


Рисунок 3 - Повышенные газопоказания в «шнурковой» палеозойской ловушке

По данным квантово-оптической фильтрации на территории Чулымской впадины выделены границы серии прогнозируемых месторождений значительной площади. Нефтегазоносность палеозоя Чулымской впадины может резко изменить развитие нефтедобычи в Томской области. Реальность этих предложений полностью подтверждаются результатами геолого-разведочных работ на Трубачевском лицензионном участке, расположенном в зоне слияния рек Томи и Оби.

Выводы - рекомендации

1. Поиски палеозойской нефти надо проводить в зоне сочленения двух тектонических структур.
2. Искать палеозойскую нефть надо в районах с минимальной толщиной мезозойского чехла, не превышающего 1000 метров.
3. Поиски палеозойской нефти надо искать с помощью квантово-оптической фильтрации созданной в АО «ТОМКО», комплексируя их с «легкими методами НИ ТПУ».
4. Ловушки «Шнуркового» типа надо искать короткими сейсмическими профилями МОГТ 2Д в крест речных долин активных рек.
5. В Чулымской впадине начать площадные работы МОГТ 2Д с целью подготовки палеозойских положительных структур.

Фрагмент регионального сейсмопрофиля выполненного с/п 118/07-09.20 по линии Карбинская(1)-Центральная часть Тегульдетской впадины.

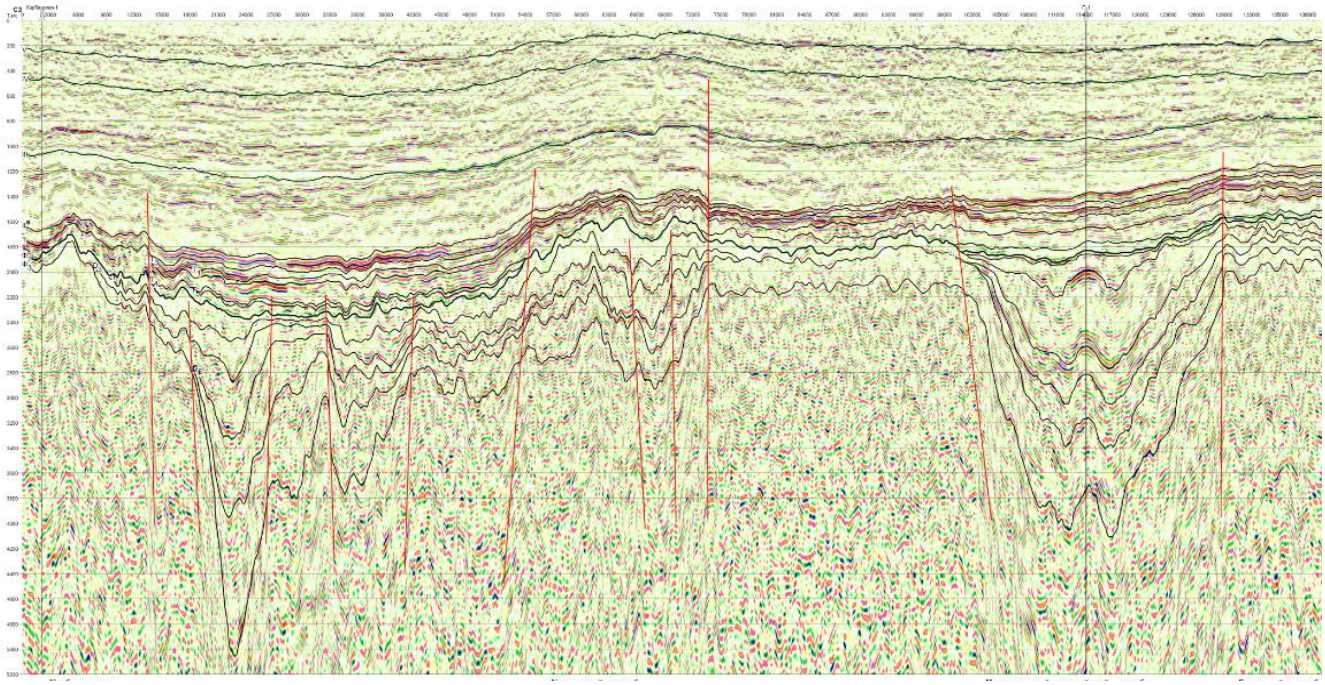


Рисунок 4. - Отчетливо прослеживается серия отражающих сейсмических границ в отложениях палеозоя юга Томской области

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Нефтегазоносность Южно-Минусинской впадины. Новосибирск. «Наука»,1966, 279 с. (коллектив авторов, отв. ред. академик А.А. Трофимук).

2. Ростовцев В.Н., Тищенко Г.И., Ростовцев В.В. Экспертная оценка перспектив нефтегазоносности Чулымской впадины. – Томск: Изд-во ТГУ, 2005. - 25с.

УДК 502.3

И.Г. Ященко, Ю.М. Полищук

ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ ТРУДНОИЗВЛЕКАЕМЫХ НЕФТЕЙ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ

ФГБУН «Институт химии нефти» СО РАН, г. Томск

Введение

Трудноизвлекаемые нефти в последние годы становятся основным источником прироста нефтедобычи в России в связи с истощением запасов наиболее доступных нефтей. Увеличение объемов добычи труднодоступных нефтей создает различные технологические, экологические и экономические проблемы как при добыче, так и при их транспортировке и переработке. Недостаточная изученность географических особенностей их

территориального размещения затрудняет оценку перспектив и определение направлений развития нефтегазодобывающего и нефтехимического комплексов. В связи с этим целью настоящей работы явилось проведение анализа географических особенностей размещения различных видов трудноизвлекаемых нефтей России.

Методические аспекты проведения анализа

Известно, что основные принципы и критерии отнесения запасов нефти к трудноизвлекаемым были сформулированы Э.М. Халимовым и Н.Н. Лисовским [1]. Общая характеристика и перечень основных типов трудноизвлекаемых нефтей (ТИН), составленный на основе обобщения критериев отнесения нефтяных запасов к трудноизвлекаемым, даны в [2] и в монографии [3], в соответствии с которыми все виды трудноизвлекаемых нефтей могут быть разделены на две группы. Первую группу трудноизвлекаемых нефтей составляют нефти с аномальными физико-химическими свойствами (высокие вязкость и плотность, высокая либо низкая газонасыщенность, высокое содержание парафинов, смол и асфальтенов и др.). Вторую группу трудноизвлекаемых нефтей, согласно [3], составляют нефти с осложненными условиями залегания (заключенные в геологически сложно-построенных пластах и залежах, в слабопроницаемых и низкопористых коллекторах, коллекторах с аномально высокой или аномально низкой температурой и др.), а также нефти, залегающие на территории многолетней мерзлоты и на шельфах морей.

Основой для проведения анализа особенностей размещения ТИН на территории России является информация из базы данных (БД) о физико-химических свойствах нефтей мира, созданной и используемой в Институте химии нефти СО РАН. База данных зарегистрирована в Государственном регистре баз данных и в Роспатенте (свидетельство № 2001620067) [4, 5]. В БД в настоящее время представлено более 32000 образцов нефтей 6253 нефтяных месторождений из 191 нефтегазоносных бассейнов. В БД трудноизвлекаемые нефти с аномальными свойствами представлены 23800 образцами, трудноизвлекаемые нефти с осложненными условиями залегания - 9900 образцами на территории России. Объемы выборочных совокупностей данных о нефтях каждого из рассмотренных типов трудноизвлекаемых нефтей достаточно представительны, что позволяет получить статистически обоснованные результаты анализа.

Для удобства проведения геоинформационного (пространственного) анализа особенностей размещения разных типов трудноизвлекаемых нефтей наиболее приемлемым, по нашему мнению, является индекс качества нефти Q, введенный в [2] и учитывающий основные потребительские свойства

нефти. В зависимости от величины индекса качества *Q* трудноизвлекаемые нефти на территории России разделены на три класса (низкого, среднего и высокого) качества. Сравнительный анализ свойств нефтей этих классов проведен в [6], где достаточно подробно изложены особенности физико-химических свойств нефтей трех классов. Представляет интерес изучить географические особенности пространственного (территориального) размещения нефтей, относящихся к трем указанным классам качества трудноизвлекаемых нефтей. С использованием средств геоинформационных систем и предложенной в [3, 7] классификации ТИН по качеству далее проведен пространственный анализ данных о ТИН, направленный на выявление территориальных зон размещения нефтей определенного класса качества на исследуемой территории. Результаты такого геоинформационного анализа данных о свойствах трудноизвлекаемых нефтей, выполненного с использованием средств геоинформационной системы ArcGIS 10.2.2, представлены в следующем разделе в виде карто-схем пространственного размещения ТИН разных классов качества, созданных с использованием картографического атласа [8].

Анализ территориального размещения трудноизвлекаемых нефтей различных классов качества

Трудноизвлекаемые нефти высокого качества. На рис. 1 представлено распределение на территории России нефтегазоносных бассейнов с трудноизвлекаемыми нефтями, относящимися к классу «нефти высокого качества». Как видно из рис. 1, трудноизвлекаемые нефти указанного класса встречаются в 7 нефтегазоносных бассейнах (НГБ) на территории России, общее количество месторождений составило 337.

Рисунок 1 – Схема размещения нефтегазоносных бассейнов с нефтями высокого качества

По количеству месторождений с нефтью высокого качества лидирующее положение занимает Северо-Кавказский бассейн (российская часть) – более 44,5 % общего количества российских месторождений, далее следует

отметить количество месторождений Западно-Сибирского бассейна - 41,2 % месторождений. В Волго-Уральском НГБ на порядок меньше месторождений с нефтью высокого качества – всего 31, что составляет чуть более 9 % месторождений. В Тимано-Печорском НГБ находится 7 месторождений, в Прикаспийском (российская часть) - 5, в Охотском – 3, а в Лено-Тунгусском - всего 2 месторождения (Марковское и Таначинское).

Своими уникальными запасами нефти высокого качества (более 300 млн. т) отличаются следующие месторождения: Федоровское, Уренгойское, Ван-Еганское, Суторминское, Самбургское и Салымское в Западной Сибири, Арланское в Волго-Уральском НГБ, Астраханское в Прикаспийском НГБ. В целом большинство запасов нефти высоко качества сосредоточено в Западно-Сибирском бассейне – почти 80 % российских запасов, меньше 10 % запасов находится на территории Прикаспийского НГБ, в Волго-Уральском бассейне еще меньше (6,4 %), в Северо-Кавказском – 3,4 %, а в остальных бассейнах меньше 1 % российских запасов.

Рисунок 2 – Схема размещения нефтегазоносных бассейнов с нефтями среднего качества

Трудноизвлекаемые нефти среднего качества. На рис. 2 показано территориальное распределение нефтегазоносных бассейнов с нефтями, которые относятся к классу "нефти среднего качества". Как видно из рис. 2, трудноизвлекаемые нефти указанного класса встречаются во всех российских нефтегазоносных бассейнах (12 НГБ).

Установлено, что на территории России находится 1428 месторождений с нефтью среднего качества, что в 4 раза выше количества месторождений с нефтью высокого качества. Пространственный анализ их размещения показал, что наибольшее количество месторождений сосредоточено на территории Волго-Уральского бассейна – 595 месторождений, что составило 41,7 % российских месторождений с нефтью среднего качества. Доля западно-сибирских месторождений равна 28,4 %, северо-кавказских – 14,5 %. Меньше всего месторождений находится в Притихоокеанском и Прикаспийском (российская часть) НГБ.

Распределение по запасам среднего качества нефти показало, что наибольшие запасы данной нефти сосредоточены в Западной Сибири – 50,3 % российских запасов, также лидирующие позиции занимают запасы Тимано-Печорского (24,5 %) и Волго-Уральского (20,3 %) бассейнов. Уникальными по своим запасам являются следующие месторождения: Самотлорское, Приобское, Лянторское, Федоровское, Уренгойское, Ван-Еганское, Мамонтовское, Красноленинское, Повховское, Северо-Комсомольское, Русское, Приразломное, Суторминское, Советское, Самбургское, Восточно-Мессояхское, Ватьеганское и Салымское в Западно-Сибирском НГБ, Ромашкинское, Чайкинское, Ново-Елховское, Туймазинское, Новохазинское и Арланское в Волго-Уральском бассейне, Северо-Кожвинское, Усинское, Южно-Хыльчуюское и Ярегское в Тимано-Печорском НГБ, Астраханское в Прикаспийском бассейне и Юрубчено-Тохомское в Лено-Тунгусском НГБ. В целом на территории России запасы нефти среднего качества в 6,7 раз превышают запасы нефти высокого качества.

Трудноизвлекаемые нефти низкого качества. Анализ территориального распределения нефтегазоносных бассейнов с «нефтями низкого качества», показал, что оно идентично размещению российских НГБ с нефтью среднего качества, т.е. распределение НГБ с ТИН низкого качества на территории России описывается карто-схемой, представленной на рис. 2. Всего выявлено 963 месторождения нефтей низкого качества. Такое количество месторождений в 2,8 раз превышает число месторождений с нефтью высокого качества. Установлено наибольшее количество образцов нефти низкого качества (5493), которое на 70 образцов превышает число образцов нефтей среднего качества и в 5,6 раз больше количества образцов нефти высокого качества.

Рассмотрим распределение месторождений с нефтями низкого качества по бассейнам. В Волго-Уральском бассейне находится 557 месторождений, что составляет почти 58 % российских месторождений нефти низкого качества, доля западно-сибирских месторождений равна 17,5 %, в Тимано-Печорском бассейне – 8,2 % месторождений, в Северо-Кавказском – 5,2 %. Меньше всего месторождений с указанной нефтью размещается в Днепровско-Припятском (российская часть) и Притихоокеанском бассейнах – по 3 месторождения.

Запасы трудноизвлекаемой нефти низкого качества на 30 % меньше запасов нефти среднего качества, но превышают запасы нефти высокого качества в 4,5 раз. Наибольшие запасы нефти низкого качества сосредоточены в Западно-Сибирском НГБ, доля которых от объемов

российских запасов составляет почти 60 %. Доля запасов Волго-Уральского бассейна равна 28,8 %, Тимана-Печорского бассейна – 5,1 %, Лено-Тунгусского НГБ – почти 3 %, а суммарная доля запасов оставшихся бассейнов незначительна - менее 3 %.

Сравнение особенностей размещения нефтей разного качества. Сравнительный анализ показал, что в 7 нефтегазоносных бассейнах размещаются нефти всех трех классов качества, которые характеризуются широким диапазоном изменения физико-химических свойств. Установлено, что в Балтийском, Днепровско-Припятском, Енисейско-Анабарском, Лено-Вилюйском и Притихоокеанском бассейнах нефти высокого качества отсутствуют. Объемы запасов нефти среднего и низкого качества во много раз превышают запасы нефти высокого качества. Наибольшими запасами трудноизвлекаемых нефтей всех трех классов качества обладает Западно-Сибирский НГБ, на территории которого сосредоточено 80 % запасов нефти высокого качества, 50 % запасов нефти среднего качества и 60 % запасов нефти низкого качества. В Волго-Уральском бассейне сосредоточены также большие запасы нефти среднего и низкого качества (20 и около 30 % соответственно), Тимано-Печорский НГБ отличается запасами нефти среднего качества – почти 25 %.

Заключение

В работе представлены результаты геоинформационного анализа информации о трудноизвлекаемых нефтях из базы данных по физико-химическим свойствам нефтей, направленного на выявление закономерностей пространственных изменений качественных свойств нефтей на нефтеносных территориях России. В качестве наиболее удобного для проведения пространственного анализа качественных показателей разных типов трудноизвлекаемых нефтей использован агрегированный показатель - индекс качества нефти, учитывающий основные потребительские свойства нефти. С помощью этого показателя основные типы трудноизвлекаемых нефтей разделены на три класса - высокого, среднего и низкого качества нефти. С использованием пространственного анализа данных о свойствах нефтей, реализованного с применением средств геинформационной системы ArcGIS 10.2.2, проведено зонирование территории России, позволившее установить зоны размещения нефтей разных классов качества. В результате проведенного геоинформационного анализа созданы карто-схемы размещения нефтегазоносных бассейнов с нефтями высокого, среднего и низкого качества на территории России.

Анализ полученных карто-схем показывает, в частности, что трудноизвлекаемые нефти высокого качества располагаются в 7 из 12

российских нефтегазоносных бассейнов, а нефти среднего и низкого качества встречаются во всех 12 нефтегазоносных бассейнах. Важно отметить, что нефти всех трех классов качества находятся в 7 нефтегазоносных бассейнах России (Волго-Уральский, Западно-Сибирский, Лено-Тунгусский, Охотский, Северо-Кавказский и Тимано-Печорский).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лисовский Н.Н., Халимов Э.М. О классификации трудноизвлекаемых запасов // Вестник ЦКР Роснедра. - 2009. - № 6. - С. 33-35.

2. Yashchenko I.G., Polishchuk Y.M. Hard-to-recover oils: classification and analysis of quality features // Oil&Gas Journal Russia. - 2015. - № 11. - pp. 64-70.

3. Ященко И.Г., Полищук Ю.М. Трудноизвлекаемые нефти: физико-химические свойства и закономерности размещения / Под ред. А.А. Новикова. - Томск: В-Спектр, 2014. - 154 с.

4. Полищук Ю.М., Ященко И.Г., Козин Е.С., Ан В.В. База данных по составу и физико-химическим свойствам нефти и газа (БД нефти и газа) // Официальный бюллетень Российского агентства по патентам и товарным знакам. – 2001. – № 3. – С. 340–341.

5. Полищук Ю.М., Ященко И.Г., Козин Е.С., Ан В.В. База данных по составу и физико-химическим свойствам нефти и газа (БД нефти и газа), патент, зарегистрирован в Роспатенте, свидетельство № 2001620067 от 16.05.2001 г.

6. Ященко И.Г., Полищук Ю.М. Особенности физико-химических свойств трудноизвлекаемых нефтей и условий их залегания // Газовая промышленность. - 2013. - № 696, спецвыпуск. - С. 45-49.

7. Ященко И.Г., Полищук Ю.М. Классификация трудноизвлекаемых нефтей и анализ их качественных свойств //Химия и технология топлив и масел. 2016. № 4 (596). С. 50-56.

8. Атлас СССР / Отв. техн. редактор Т.П. Сидоренкова. - М.: Главное управление геодезии и картографии при Совете Министров СССР, 1984. 260 с.

УДК 622.831

В. М. Серяков

ГЕОМЕХАНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВАРИАНТОВ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО РАСКРЫТИЯ ПОПЕРЕЧНОГО СЕЧЕНИЯ ДВУХ КРУГОВЫХ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ТОННЕЛЕЙ

ФГБУН «Институт горного дела им. Н.А. Чинакала» СО РАН, г. Новосибирск

Введение

Проходка двух параллельных выработок с большой площадью поперечного сечения характерна для условий сооружения станционных тоннелей с формированием искусственного целика между ними, а также при строительстве транспортных подводных или горных тоннелей [1,2]. Размеры поперечного сечения транспортных тоннелей достигают 100 м^2, станционных тоннелей – 75 м^2. Их строительство ведется преимущественно горным способом с поэтапным раскрытием поперечного сечения выработок и возведением постоянной крепи.

Этапность горных работ оказывает значительное влияние на напряженно-деформированное состояние возводимой крепи и горных пород, окружающих выработки. Процесс возведения крепи можно представить состоящем из последовательности операций «образование выработки—формирование в ней элементов крепи». После каждой операции изменяется конфигурация крепи и выработки и это изменение при математическом определении их механического состояния учитывается решением ряда задач теории упругости в дополнительных напряжениях. Краевые условия для этих задач следуют из условия отсутствия на границах вновь образуемых выработок внешних усилий [3,4].

Рассмотреть процесс перераспределения напряжений в массиве горных пород и в возводимых в выработанном пространстве сооружений с учетом последовательности ведения горных работ можно с помощью разработанных в ИГД СО РАН методов и алгоритмов [5]. В их основе лежит применение итерационных процедур методов начальных напряжений и начальных деформаций, предполагающих использование матрицы жесткости расчетной системы, не меняющейся в процессе нахождения решения [6,7].

Постановка задачи

Варианты последовательного ведения горных работ и формирования элементов крепи при проходке двух параллельных тоннелей приведены на

рис.1. После проходки части выработки ее контур поддерживается временной или податливой крепью. Такая крепь вместе с окружающим выработку массивом представляет грузонесущую конструкцию, деформирующуюся за счет разгрузки окружающих пород от исходных напряжений, и воспринимает на себя их большую часть. Постоянная крепь возводится после того как основной этап разгрузки массива от действующих в нем исходных напряжений закончен, поэтому воспринимает незначительную долю нагрузки и ее деформирование и нагружение происходит в основном при дальнейшем развитии горных работ.

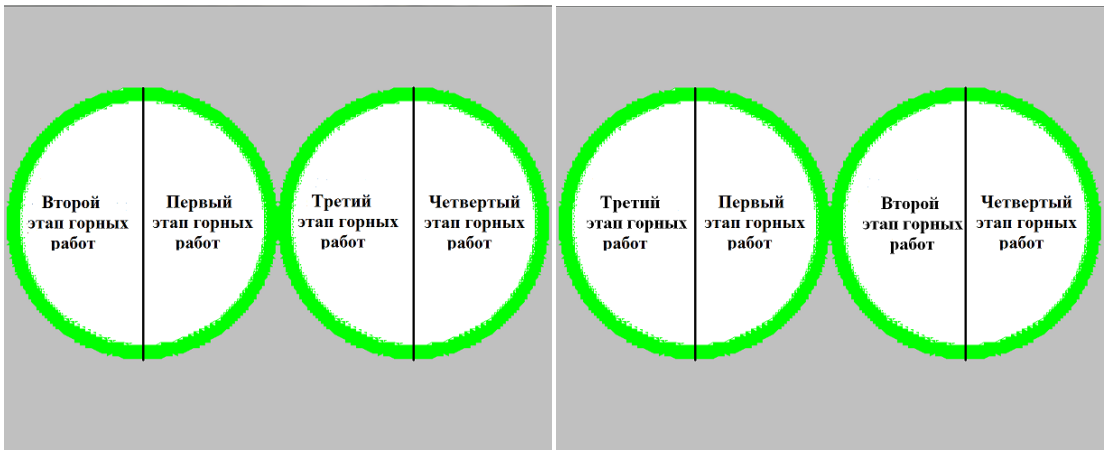


Рисунок 1. - Два варианта развития горных работ по раскрытию поперечного сечения двух параллельных тоннелей

Граничные условия на внешних контурах расчетной области были приняты следующими: на вертикальных границах заданы нулевые значения горизонтальной компоненты вектора смещений *u* и касательной компоненты тензора напряжений τ_{xy}. Эти условия соответствуют исходному напряженному состоянию массива с компонентами $\sigma_y^0 = \wp H$; $\sigma_x^0 = \nu \wp H/(1-\nu)$; $\tau_{xy}^0 = 0$, называемому «гравитационным» исходным полем напряжений [4]. Здесь σ_x^0, σ_y^0, τ_{xy}^0 - нормальные и касательная компоненты тензора напряжений; $\wp$ - объемный вес пород; *H* – расстояние до земной поверхности до верхней границы выработок. Ось *Ox* направлена по горизонтали, *Oy*— по вертикали.

Верхняя граница расчетной области свободна от внешней нагрузки: $\sigma_y^0 = 0$, $\tau_{xy}^0 = 0$. На нижней границе заданы нулевые вертикальная компонента вектора смещений *v* и касательная компонента тензора напряжений τ_{xy}. . Механические свойства вмещающих пород были приняты следующими: модуль Юнга *E*= 25000 МПа; v = 0.25. Для крепи *E*= 50000 МПа; v= 0.2. Объемный вес пород принят равным 0.03 МН/м^3.

Результаты расчетов

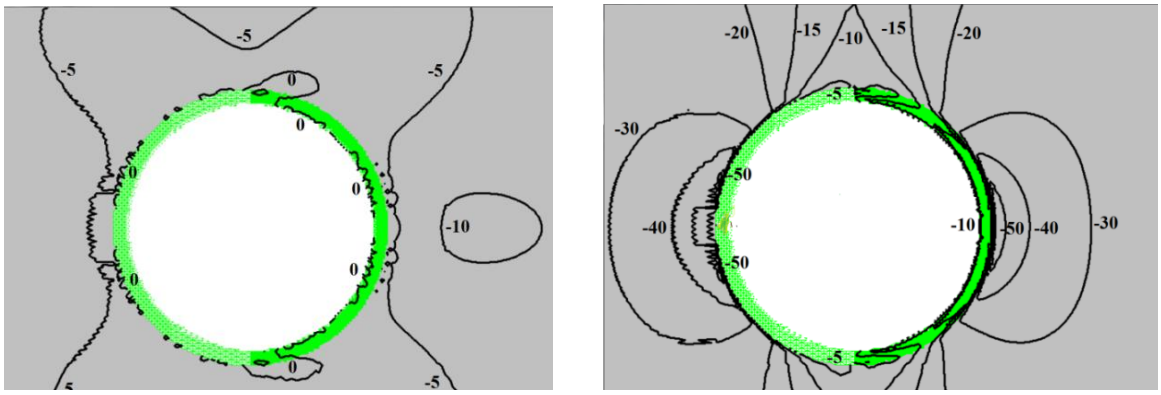
Первый этап работ по раскрытию поперечного сечения двух параллельных тоннелей одинаков для обоих вариантов отработки. Крепь возводится в выработанном пространстве после проходки половины левого тоннеля и находится в ненагруженном состоянии. В окружающих породах распределение напряжений отвечает основным закономерностям их поведения вокруг выработок, и поэтому не приводится.

На рис. 2 для обоих вариантов раскрытия поперечного сечения показано распределение главных напряжений σ_1 и σ_2 в породном массиве и элементах крепи после завершения второго этапа работ. Обращает на себя внимание зона концентрации сжимающих напряжений σ_2 для второго варианта горных работ. Абсолютные значения напряжений превышают уровень 75 МПа. В то же время для первого варианта ведения горных работ значения напряжений в этой зоне изменяются от -10 до -20 МПа.

После третьего этапа горных работ происходит значительное изменение величин сжимающих и растягивающих напряжений в элементах крепи для первого варианта раскрытия поперечного сечения параллельных выработок. Наиболее резкий рост сжимающих напряжений σ_2 происходит в части крепи, возведенной на первом этапе горных работ. Их величины превышают по абсолютной величине 75 МПа. В породном массиве и в элементах крепи, расположенных вблизи почвы и кровли смежных выработок, формируются зоны растягивающих напряжений. Максимум величин растягивающих напряжений 10 МПа достигается в элементах крепи. При втором варианте ведения горных работ происходит дальнейшее увеличение уровня сжатия в районе сопряжения вертикальных участков крепи.

Первый вариант развития горных работ

а б



Второй вариант развития горных работ

а б

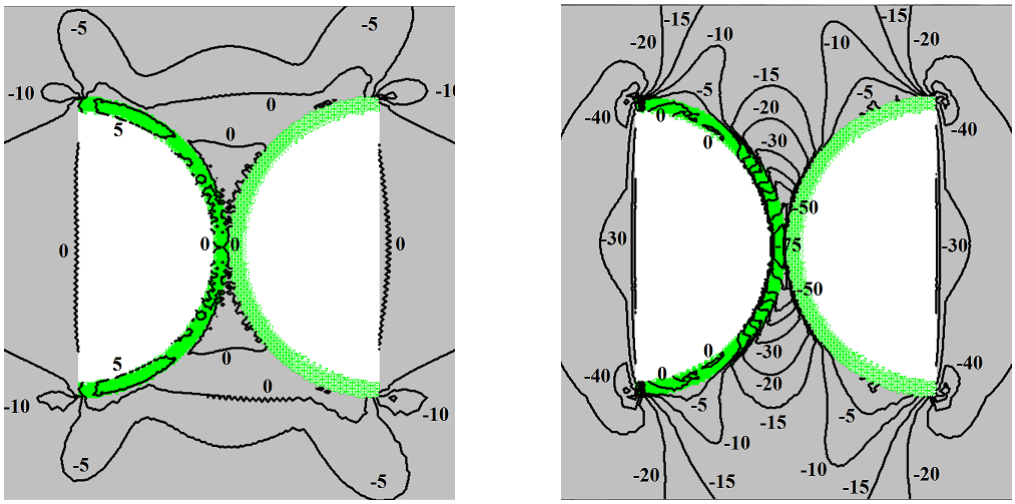
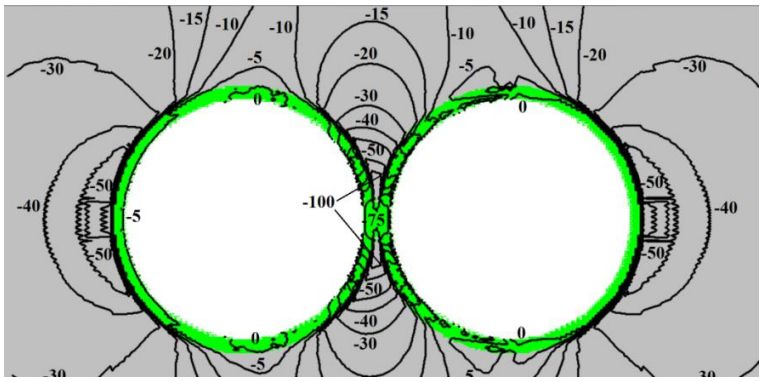


Рисунок 2. - Характер распределения главных напряжений σ_1(а) и σ_2(б) в крепи и породном массиве после завершения второго этапа горных работ по раскрытию поперечного сечения круговых тоннелей

На рис.3 приведены распределения напряжений σ_1 и σ_2 после завершения работ по раскрытию поперечного сечения параллельных тоннелей. Для первого варианта горных работ выполнение четвертого этапа раскрытия поперечного сечения приводит к уменьшению уровня сжатия в элементах крепи, сформированных на предыдущих этапах. Наибольшее значение сжимающих напряжений достигается теперь во вмещающем массиве вблизи контакта параллельных выработок. Для второго варианта работ уровень сжатия в крепи еще более увеличивается.

Первый вариант развития горных работ



На всех этапах раскрытия поперечного сечения двух параллельных тоннелей наиболее нагруженными элементами крепи являются ее вертикальные участки, расположенные в районе контакта тоннелей. Для первого варианта развития горных работ набольшие значения σ_2 достигаются после третьего этапа горных работ. Совместное деформирование элементов крепи в первой и второй выработках при выполнении четвертого этапа

горных работ приводит к уменьшению сжатия в элементах крепи первой выработки за счет увеличения сжимающих напряжений в элементах крепи второй выработки. Общий уровень сжимающих напряжений не превышает 75 МПа.

Второй вариант развития горных работ

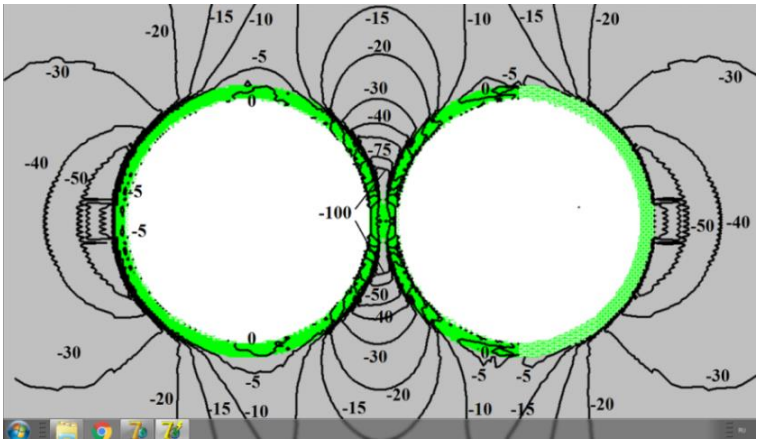


Рисунок 3. - Распределение главного напряжения σ_2 в крепи и породном массиве после завершения горных работ по раскрытию поперечного сечения двух параллельных тоннелей

Для второго варианта горных работ напряжения σ_2 в вертикальных участках крепи, расположенных в районе контакта границ тоннелей, увеличиваются по мере развития горных работ и после их завершения превышают по абсолютной величине 100 МПа. Боле детальное распределение напряжений σ_2 в вертикальных участках крепи для обоих вариантов приведено на рис.4.

Первый вариант развития горных работ *Второй вариант развития горных работ*

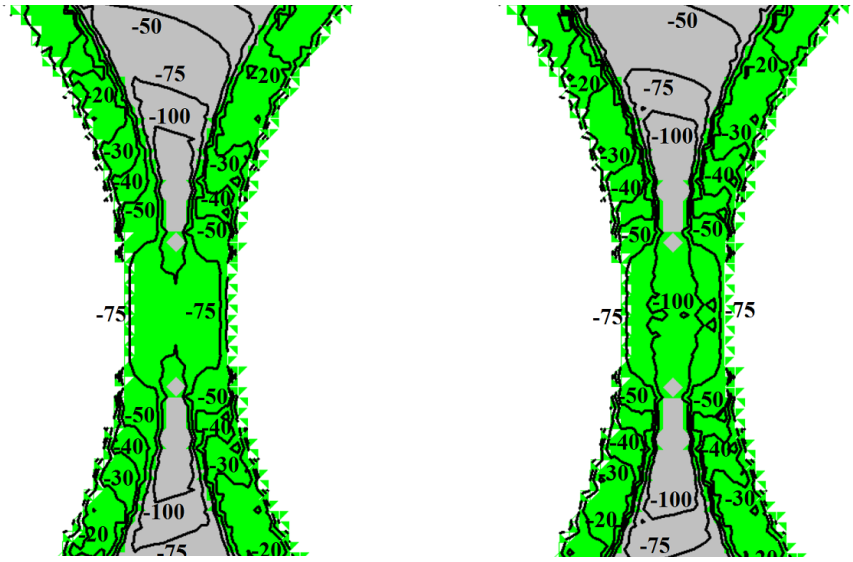


Рисунок 4. - Распределение главных напряжений σ_2 в окрестности контакта границ тоннелей после завершения горных работ по раскрытию их поперечного сечения

Выводы

1. Применение метода расчета напряженно-деформированного состояния породного массива с учетом последовательности горных работ к оценке механического состояния крепи при различных вариантах раскрытия поперечного сечения двух параллельных тоннелей позволяет рассмотреть особенности формирования зон концентрации напряжений в элементах крепи и установить этапы отработки, при которых они достигают наибольших значений.

2. Наиболее приемлемым с точки зрения обеспечения прочности крепи является первый вариант ведения горных работ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Картозия Б.А., Федунец Б.И. Шахтное и подземное строительство: Учебник для вузов. Т.2. Издательство МГГУ «Горная книга». 2003. 815 с.

2. Насонов И.Д., Федюкин В.А., Шуплик М.Н. Технология строительства подземных сооружений - М., Недра, 1992, 285 с.

3. Курленя М. В., Серяков В. М., Еременко А. А. Техногенные геомеханические поля напряжений. — Новосибирск: Наука, 2005. 264 с.

4. Турчанинов И.А., Иофис М.А., Каспарьян Э.В. Основы механики горных пород. – Л.: Недра, 1989. — 488 с.

5. Seryakov V.M. Calculating stresses in support and sidewall rocks in stagewise face drivage in long excavations. Journal of Mining Science, 2015, Volume 51, Issue 5, pp. 673-678.

6. Зенкевич О. Метод конечных элементов в технике. М.: Мир. 1975, 589 с.

7. Фадеев А.Б. Метод конечных элементов в геомеханике. М.: Недра, 1987, 246 с.

УДК 614.8

Е.А. Шубина, В.Г. Лукьянов

ДЕГАЗАЦИЯ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ РАЗВЕДОЧНО-ДЕГАЗАЦИОННЫМИ СКВАЖИНАМИ

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск

Проведение геологоразведочных работ в соответствии с установленными методическими рекомендациями «Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых» [3] выполняется путём бурения большого количества геологоразведочных

скважин. Плотность разведочной сети может составлять от 8 до 24 скважин на 1 км^2. Совершенствование их конструкции может позволить использовать данные скважины для производства заблаговременной дегазации угольных пластов с высокой природной газоносностью.

Актуальность исследования заключается в создании эффективной технологии дегазации угольных месторождений с учётом переоборудованных геологоразведочных скважин для обеспечения безопасной добычи угля подземным способом и развития рационального освоения недр.

Результаты ранее выполненных сейсмических и геофизических исследований [1], горно-геологических, горнотехнических условий добычи угля подземным способом, а также экологической обстановки сложившейся на сегодняшний день, позволяют обосновать необходимость появления новых предложений [4]. Которые заключаются в выделении участков шахтного поля для проведения заблаговременной дегазации и развития добычи метана из угольных пластов с помощью разведочно-дегазационных скважин.

Конструкция скважины в первую очередь определяется ее назначением и горно-геологическими условиями. Основная цель разведочных скважин – получение необходимых геологических данных о строении месторождения. Цель сооружения скважин для проведения заблаговременной дегазации – обеспечение подготовки шахтного поля к безопасной разработке угольных пластов с высокой природной газоносностью.

На основании требований нормативно-технической документации [2] при отработке запасов угля с целью снижения природной газоносности и обеспечения безопасной добычи угля производится бурение скважин барьерной и предварительной дегазации, а также дегазации купола обрушения. Учитывая актуальность выбранной темы, изучив опыт имеющихся технологий различных видов дегазации, на рис. 1 представлено предложение по переоборудованию геологоразведочных скважин для производства заблаговременной дегазации метаноугольных месторождений.

Количество скважин, их глубина и расположение, конечно же, зависят от многих факторов, которые рассматриваются индивидуально по каждому участку, также как и назначение буровых работ. По мнению авторов, цель бурения скважин на метаноугольных месторождениях не должна сводиться только к геологическому изучению. Предусмотрев на этапе составления проекта геологоразведочных работ, необходимое количество геологоразведочных скважин и возможность их переоборудования в

дегазационные скважины, обеспечивается оптимизация разведочных сетей [5].

Запроектированная конструкция скважины должна обеспечить ее долговечность, минимальную металлоемкость и не создавать препятствий для рабочего органа комбайна при отработке пласта. С целью обеспечения безопасности при работе комбайна и предотвращения фрикционного искрения в процессе разрушения обсадной колонны при отработке запасов угля, обсадка скважины в интервалах залегания угольных пластов предусматривается трубами НПВХ или стеклопластиковыми трубами с перфорацией.

Проведенный анализ конструкции скважин применяемых при производстве геологоразведочных работ на угольных месторождениях и технологии производства заблаговременной дегазации с применением плазменно – импульсного воздействия на угольные пласты [1], можно отметить, что для проведения заблаговременной дегазации метаноугольных месторождений с помощью переоборудования геологоразведочных скважин необходимо при составлении проекта разведочных работ учесть следующие особенности в части обоснования комплекса работ и конструкции скважин:

- провести необходимые геофизические исследования в скважинах с целью определения зоны интенсивно трещиноватых пород и водоносных горизонтов;
- предусмотреть обсадку скважин на всю глубину зоны интенсивно трещиноватых пород и водоносных горизонтов;
- выполнить цементацию затрубного пространства в интервале вышеуказанных зон, геофизические исследования АКЦ (акустическое качество цементации) и обеспечить надлежащий контроль за качеством выполненных работ;
- рассчитать необходимое количество поливинилхлоридовых (или стеклопластиковых) обсадных труб;
- рассчитать необходимое количество поливинилхлоридовых перфорированных труб;
- предусмотреть строительство зумпфа для производства откачки воды из скважины при выводе ее на рабочий режим откачки метана.

С учетом современных технических возможностей, на рис. 1 представлено предложение по переоборудованию геологоразведочных скважин в скважины разведочно-дегазационного назначения.

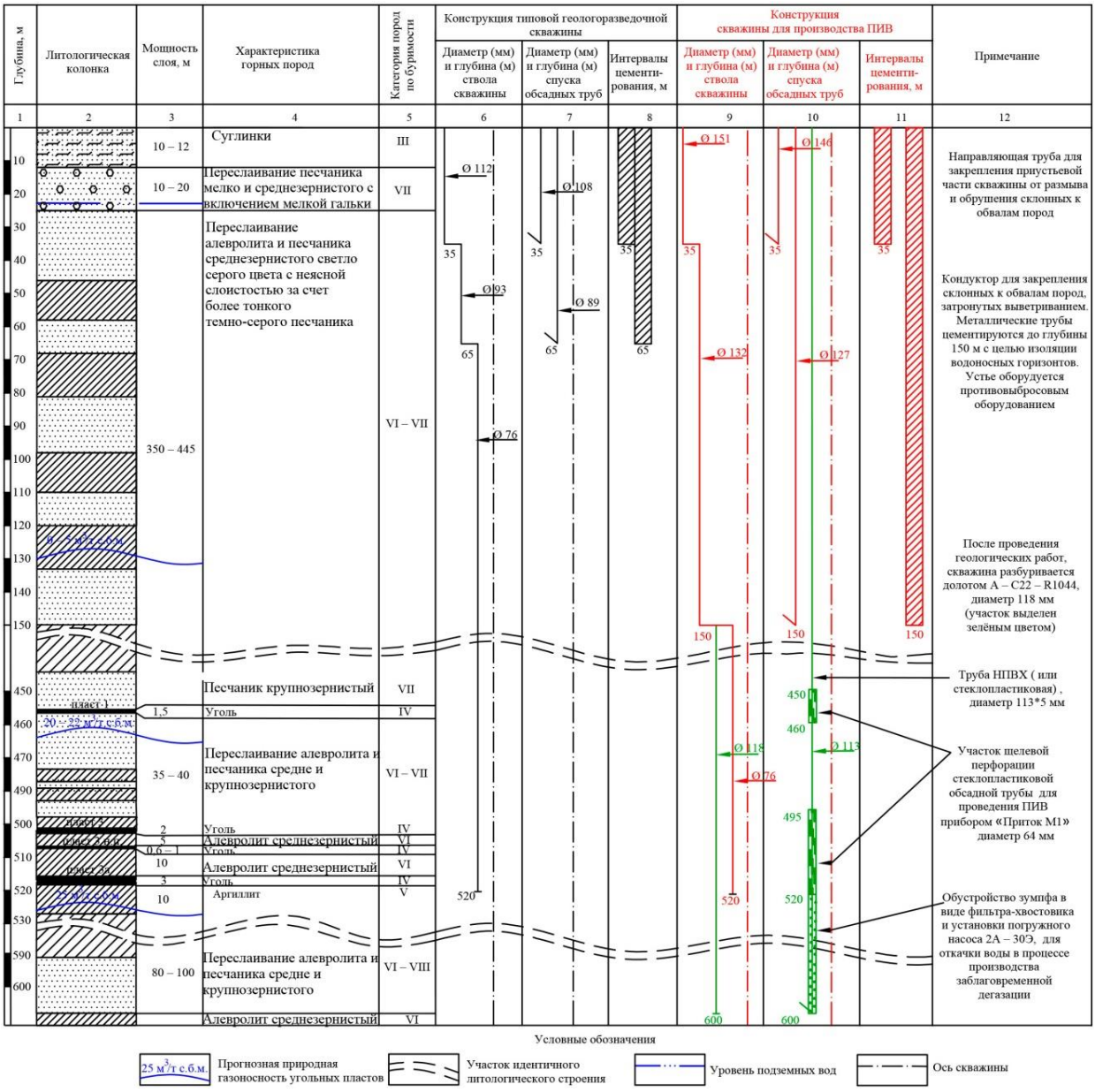


Рисунок 1 - Типовая конструкция разведочно – дегазационной скважины для производства ПИВ

Заключение

Переоборудование геологоразведочных скважин в скважины разведочно-дегазационного назначения позволяет совершенствовать методику геологического изучения, проектирования и производства заблаговременной дегазации угольных месторождений с учётом пространственно-временного расположения горнотехнических систем направленных на обеспечение безопасных условий добычи угля и рациональное освоение недр.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агеев Н.П., Агеев П.Г., Десяткин А.С., Елсуков Г.А. Сейсмические и геофизические исследования результатов плазменно-

импульсного воздействия на угольные пласты с целью извлечения метана//Горная промышленность, – М. – 2015, – №5, – С. 70-75

2. Инструкция по дегазации угольных шахт. Утв Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору РФ. Приказ от 1 декабря 2011 г. №679

3. Методические рекомендации по применению классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. Угли и горючие сланцы. Утв. МПР России от 5.06.2007 г. № 37-р. / под ред. – М.: Изд-во ФГУ ГКЗ, 2007. – 34 с.

4. Shubina E.A., Lykyanov V.G. Stimulation of commercial coal seam methane production aimed at improving mining technology // Nature geoscience. – Nature Publishing Group. – 2016. DOI:1038/ngeo2695. С. 012098

5. Шубина Е.А., Лукьянов В.Г. Проектирование геологоразведочных работ с целью использования скважин для производства заблаговременной дегазации угольных пластов // Горный информационно-аналитический бюллетень. – М. – 2016. – № 10. – С.377 – 389.

УДК 553.98:551.763:550.836

И.В. Павлова[1], В.А. Домаренко[1], В.А. Галактионов[2], В.Г. Журавлев[2]

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОПАСНЫХ РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ПРОЕКТИРУЕМОГО ЭЛЬКОНСКОГО ГОРНОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМБИНАТА (РЕСПУБЛИКА САХА)

[1] Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск

[2]АО «Эльконский ГМК», г. Москва

Введение

Уровень развития государства прямо зависит от количества потребляемой ею энергии. Любой источник энергии, ядерный или обычный, приносит определённую пользу и определённый вред окружающей среде и человеку. Практически все направления деятельности человека, будь то текстильная фабрика или металлургический комбинат, даже в обществе с высокотехнологичным производством, связаны с экологическим риском. Для удовлетворения энергетических потребностей промышленности, требуется дальновидный подход к использованию ядерной энергии, который будет учитывать связанные с ней опасности, а также и большие потенциальные возможности. Актуальность исследований обусловлена необходимостью

существенной корректировки природоохранной деятельности на горнодобывающих производствах ядерно-топливного цикла, основанной на оценке воздействия на окружающую среду и особенно прогноза радиоэкологической обстановки. Освоение урановых месторождений, обладает определенной спецификой, заключающейся в особенностях полезного компонента и горно-геотехнологических способах его отработки, что требует особой системы горно-экологического мониторинга окружающей среды, с целью прогнозирования и корректировки природоохранной деятельности [1].

Уран в настоящее время добывается в 19 странах. По данным Всемирной ядерной ассоциации в 2012 году мировое производство урана составило 58 394 тонн, что соответствует примерно 86 процентам потребностей. Остальные 14 процентов были взяты из списанного ядерного оружия, коммерческих запасов, рециркулированного плутония и переработанного использованного топлива. Агентство по ядерной энергии и Международное агентство по атомной энергии прогнозируют, что «мировые ежегодные потребности в урановых реакторах, по прогнозам, возрастут до 97 645 тонн и 136 385 тонн к 2035 году [2-4].

Развитие атомной промышленности, в том числе освоение новых месторождений урана - одна из важнейших задач, стоящий перед Россией в XXI веке. По данным «Урановой горнорудной компании» (УГРК), суммарные годовые потребности российского атомного энергопромышленного комплекса в уране вместе с экспортными поставками должны увеличиться с сегодняшних 17–20 тыс. тонн до 36 тыс. тонн к 2020 году.

Горнодобывающие предприятия РФ добывают на своей территории только 3,5 тыс. тонн и удовлетворяют таким образом не более 20% спроса. В результате отсутствие новых предприятий вынуждает государство и компании производить закупки недостающего металла за рубежом, в то время как в РФ законсервированы огромные запасы урана. Дефицит потребностей согласно Энергетической Стратегии России на период до 2030 года, кроме складских запасов урана и повторного использования топлива с одновременным постепенным переходом на воспроизводство ядерного топлива в быстрых реакторах, будет покрываться за счет закупок и производства урана в странах Содружества Независимых Государств, на которые приходится примерно 21% разведанных запасов [5,6].

В современных условиях при явном дефиците в стране природного урана появилась необходимость провести переоценку крупнейшего урановорудного района в Южной Якутии и попытаться найти новые пути к

его рациональному освоению.

Объем извлекаемых ресурсов урана четко связан с разведкой, технологией, и экономически, но также и неразрывно связан с экологическими издержками [7]. Строительство таких объектов, как Эльконский горно-металлургический комбинат, неизбежно приведет к серьезным негативным геоэкологическим последствиям. Горнодобывающая деятельность оказывает воздействие на окружающую среду на стадиях разведки, добычи и переработки полезного ископаемого. Освоение урановых месторождений, в отличие от месторождений общего профиля, обладает определенной спецификой, заключающейся в особенностях полезного компонента и горно-геотехнологических способах его отработки. Специфика при отработке урановых месторождений требует особой системы экологического обоснования ведения геологоразведочных, добычных и перерабатывающих работ.

Объект исследований

Эльконский урановорудный район является крупнейшим в России и одним из крупнейших в Мире. Это крупнейшее в стране месторождение урана с разведанными запасами около 344 тысяч тонн. Эльконская группа месторождений, где сосредоточено, ни много ни мало, 6% мировых запасов урана, активно исследовалась еще в 1960-1970-х годах [8,9].

Группа месторождений Зоны Южная расположена в Алданском районе Республики Саха (Якутия) на востоке Российской Федерации, с районным центром в городе Алдан.

В рудном районе, площадь которого около 600 км^2, выявлено более 100 рудоносных зон различной протяженности и разного строения (рис.1.).

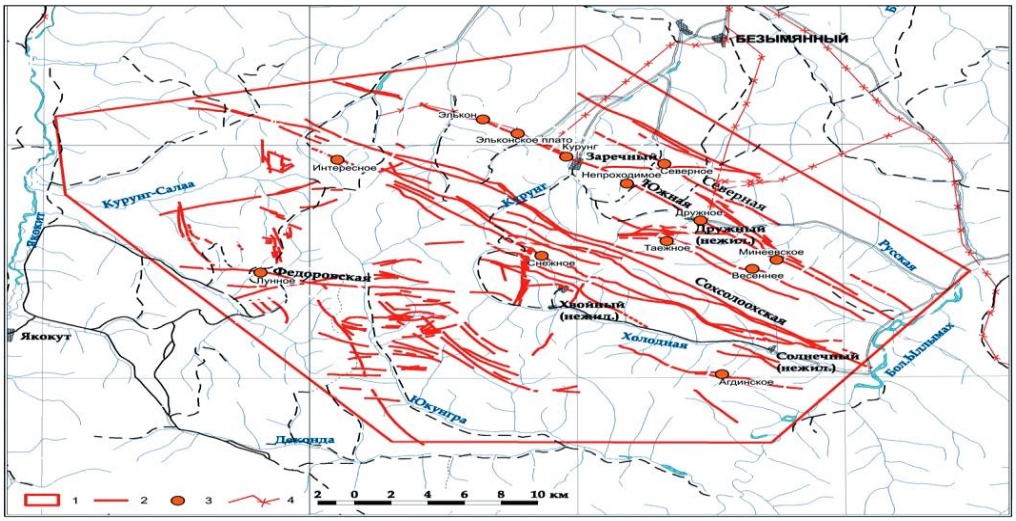


Рисунок 1 – Эльконский урановорудный район.

Схема расположения рудоносных зон:1 – контур Эльконского урановорудного района; 2 – рудоносные зоны; 3 – урановые месторождения; 4 – линия электропередач [10].

Запасы урана по 15 основным рудным зонам составляют 342 тыс. т при среднем содержании урана 0,147 %, причем более 75 % этих запасов приходится на зону Южную – гигантскую рудоносную структуру протяженностью более 20 км с практически непрерывным оруденением. Прогнозные ресурсы категории Р1 оцениваются почти в 300 тыс. т при среднем содержании урана 0,120 %. Суммарный ресурсный потенциал района составляет 650 тыс. т урана, что позволяет рассматривать его в качестве одного из крупнейших урановорудных районов мира. Запасы попутного золота в контурах урановорудных тел только по зоне Южной более составляют 140 т при среднем его содержании 0,8 г/т, серебра – около 1800 т при среднем содержании 10 г/т. На двух месторождениях в юго-восточной части района – Дружном и Минеевском – присутствует молибден, суммарные запасы которого составляют 97 тыс. т при среднем содержании 0,12 % [10].

В ноябре 2007 года для отработки месторождений Эльконского урановорудного района, являющегося одним из крупнейших в мире, было образовано ЗАО «Эльконский горно-металлургический комбинат».

Результаты и обсуждение

Комплексные золотоурановые месторождения Южной Якутии относятся к месторождениям мезозойской тектоно-магматической активизации в щелочных метасоматитах.

Территория района в целом относится к категории достаточно сложных в геологическом, инженерно-геологическом, горно-техническом, экологическом и иных отношениях, определяющих целесообразность его горнопромышленного освоения, а также целый ряд факторов, которые должны учитываться на всех стадиях намечаемых работ [11-13].

К опасным геологическим процессам и явлениям (ОГПЯ) в характеризуемом районе следует отнести широкий спектр природных, а также техногенных факторов, в том числе естественных процессов, но инициированных и усиленных техногенным воздействием (таб.1).

Таблица 1 – Возможные геологические опасные процессы и явления в пределах Эльконского урановорудного района

Наименование опасных геологических процессов и явлений	Вероятность проявления опасных геологических процессов и явлений, возможные интенсивность и масштабы
Оползни Сели Лавин	Возможны по льдистому субстрату на подмываемых склонах, сложенных суглинистым материалом. В целом вероятность незначительна; возможны сели, оплывины, грязекаменные потоки техногенного характера вследствие подмыва незарегулированными дождевыми и паводковыми водами отвалов, сложенных обломочным материалом с присутствием песчано-глинистых фракций/ Возможны в виде обрушения снежных козырьков, снеговых надувов на бортах карьеров, выемок и на снегозаносимых склонах круче 25-30 ^{0}.
Землетрясения	Район сейсмичен. Согласно СНиП II-7-81. Строительство в сейсмических районах, проектирование и строительство должно вестись с учетом карт общего сейсмического районирования (ОСР) территории РФ, относящих Алданский щит к 7-балльной площади по шкале MSK-64.
Абразия и термоабразия, переработка берегов водохранилищ	Возможны в бортах естественных и техногенных водотоков, сложенных мерзлыми и протаивающими грунтами гравийно-песчаных фракций, при подмыве отвалов и др.
Карст, суффозия	Район карстоопасен. Вероятна в податливых к инфильтрации грунтах.
Подтопление территории	Представляется достаточно вероятным в зависимости от высотного уровня территории, режима схода льда в русле р.Алдан и амплитуды паводков в ближайших реках.
Эрозия плоскостная и овражная, эрозия речная, термоэрозия овражная	Незначительна, но полностью не исключается в виде термоэрозии при соответствующем составе грунтов. Возможна при достижении водотоками размывающих скоростей течения. Вероятность незначительна, однако может проявиться в локальных случаях.
Наледообразование	Характерно для района.
Ураганы, смерчи, цунами	Маловероятны. Абсолютно исключены

В процессе строительства и эксплуатации проектируемого объекта происходит образование специфической природно-технической системы, в которой природные и технические (инженерные) объекты находятся в сложных, изменяющихся во времени и пространстве отношениях.

Деятельность горнодобывающей компании, как и деятельность любого промышленного предприятия, оказывает негативное воздействие на окружающую среду (недра, водные объекты, атмосферу), т. е. при осуществлении деятельности по добыче полезных ископаемых существует риск превышения предельно допустимых концентраций вредных веществ в компонентах окружающей среды, а отработка урановых месторождений требует особой системы экологического обоснования ведения геологоразведочных, добычных и перерабатывающих работ.

Радиоэкологические исследования, проведенные в районе Эльконского ураново-рудного района, начиная с начала 90-х годов прошедшего столетия, и по сей день показывают, что на отдельных техногенных участках сложилась напряженная радиоэкологическая обстановка. Определенная часть отвалов радиоактивных горных пород, складированных на дневную поверхность, представляют собой особо опасные источники радионуклидного загрязнения основных компонентов горно-таежных экосистем в результате ветрового и водного рассеивания, а также эманирования (радоновыделения). Вследствие чего в процессе длительного (30 - 40 лет) техногенного загрязнения экосистем происходило накопление естественных радионуклидов, и в особенности урана, в некоторых компонентах таежно-мерзлотных ландшафтов в количествах по уровню активности превышающей или приближающейся к нормам, установленным для радиоактивных отходов (Нормы радиационной безопасности (НРБ-99) [14]. По результатам проведенных исследований к таким компонентам можно отнести некоторые виды мхов, гидроморфные почвы и донные отложения. При этом миграция радионуклидов осуществляется на значительные расстояния, а техногенные радиоактивно-загрязненные участки занимают здесь значительные площади.

В настоящее время для разрабатываемых и законсервированных месторождений твердых полезных ископаемых не существует официальных утвержденных Госсанэпиднадзором России документов по классификации их по степени радиационной опасности. Поэтому при оценке радиационной обстановки и ранжировании техногенного радионуклидного загрязнения на исследуемой территории мы использовали два методологических подхода, наиболее принятых в настоящее время и используемых при решении подобного рода задач. В первом случае ранжирование территории исследуемых техногенных ландшафтов производилось по величине среднего значения мощности экспозиционной дозы (МЭД), полученной для конкретных отвалов горных пород. При этом выделялось три радиоэкологических критерия оценки состояния территории:

удовлетворительное (относительного благополучия (ОБ)) с величиной МЭД до 20 микрорентген в час (мкР/ч), чрезвычайной экологической ситуации (ЗЧЭС) со значением МЭД в пределах 200-400 мкР/ч и экологического бедствия (ЗЭБ) с величиной МЭД более 400 мкР/ч. Согласно данному ранжированию (рис. 2) из 38 исследованных нами отвалов относились: к категории ОБ – всего 2 или 5,3 %, к ЗЧЭС – 31 или 81,6 % и к ЗЭБ – 5 отвалов или 13,2 % от их общего количества.

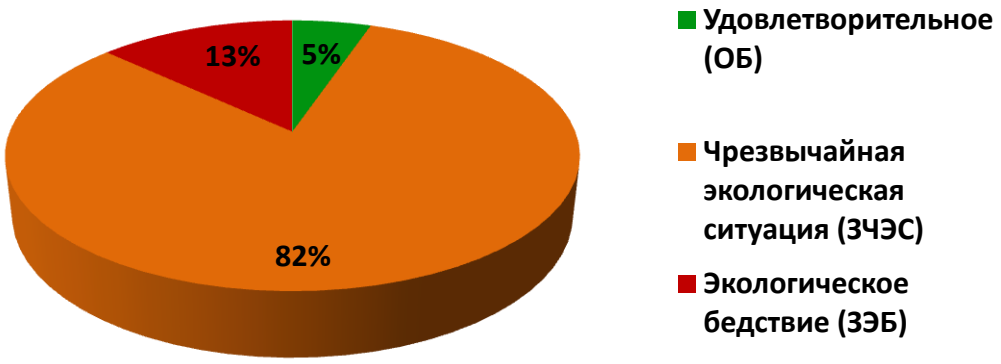


Рисунок 2 – Ранжирование отвалов по критериям оценки радиоэкологического состояния территории: 5 % - 2 отвала в удовлетворительном состоянии (ОБ): Курунг 2 (1,3); 13 % - 5 отвалов в состоянии экологического бедствия (ЗЭБ): Акин 1,2; Курунг1(1,2); Холодная 3; и 82 % - 31 отвал в состоянии чрезвычайной экологической ситуации (ЗЧЭС): Акин 3-7, Дрожжевой 1-4, Курунг 1(3-8), Курунг 2 (2), Минеевский 1, Непроходимый 1 (1-3), Непроходимый 2 (1-3), Русская 1-3, Холодная 1-2, Элькон 1-3.

Согласно Постановление главного государственного санитарного врача РФ от 26 апреля 2010 г. № 40 «Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99)», И.М. Хайкович с соавторами разработали, по величине удельной эффективной активности естественных радионуклидов ($А_{эфф}$), классификацию для всех промышленных типов месторождений твердых полезных ископаемых по степени радиационной опасности (табл. 3).

В соответствии с этой классификацией, все месторождения, подразделяются на четыре категории (класса): особо опасные (1), опасные (2), потенциально опасные (3) и безопасные (4). В нашем случае по этой классификации 28,6 % всех обследованных отвалов попадают в категорию 1, 25,7 и 40,0 % соответственно в категории 2 и 3, а остальные 5,7 % - в категорию 4. При этом из 35 отвалов более половины, то есть 19 (или 54,3 %)

попадают на основе средних значений эффективной удельной активности естественных радионуклидов в категории опасных и особо опасных.

Таблица 2 – Предельные значения удельной эффективной активности естественных радионуклидов ($А_{эфф}$) для классификации месторождений твердых полезных ископаемых по степени радиационной опасности [15].

Категория месторождения (класс опасности)	$А_{эфф}$, Бк/кг	
	От	До
Особо опасные	Более 3500	
Опасные	1000	3500
Потенциально опасные	100	1000
Безопасные	Менее 100	

По величине гамма-фона 91,4 % обследованных отвалов не пригодны для отвода участков под строительство жилых домов и зданий социально-бытового назначения. По значениям эффективной удельной активности 46,5 % отвалов относятся к строительным материалам 1 и 2 класса, а более 50 % отвалов не пригодны в качестве стройматериалов и требуют утилизации.

В связи с необходимостью улучшения экологической обстановки территории исследуемых техногенных ландшафтов, нами в первом приближении было проведено разделение отвалов по необходимости проведения специальных реабилитационных мероприятий (табл. 4), при этом в качестве основного критерия использовались также средние значения МЭД, полученные ранее, а также рекомендации. В соответствии с рекомендуемыми критериями участки со значениями МЭД менее 30 мкР/ч считаются относительно благополучными с МЭД в пределах 30-300 – нуждаются в рекультивации, а с МЭД более 300 мкР/ч – должны вывозиться в специальные пункты для захоронения. Согласно данным критериям из 38 обследованных нами отвалов большая часть 27 (или 71,1 %) должна быть рекультивируема, а горная масса 6 (15,8 %) должна быть подвергнута соответствующим образом захоронению.

При проведении полевых рекогносцировочных работ в 2005 г. на Эльконском горсте на участках Холодная, Русская и Минеевский нами дополнительно было учтено 6 новых радиоактивных отвалов (М1, Р1, Р2, Х1, Х и Х3), требующих по критериям оценки проведения рекультивационных работ. Более того, как указывалось выше, до последнего времени при оценке

степени радиоактивного загрязнения исследуемой территории не учитывалось наличие большого числа шурфов, геологических канав, а также буровых площадок с керном, которые особенно в большом количестве встречаются в местах интенсивной геологоразведки. Данные источники загрязнения, наряду с исследованными отвалами, также по нашим данным характеризуются весьма высокими радиационными параметрами и требуют детального изучения. Очевидно, что столь сложная, объемная и высокозатратная задача реабилитации техногенных участков, должна последовательно решаться только после наиболее полной инвентаризации на исследуемой территории источников радиоактивного загрязнения. Помимо этого, необходимо учитывать весь комплекс их радиационных параметров, с учетом всех региональных ландшафтно-геохимических особенностей миграции радиоактивных элементов, а также практику возможного дальнейшего промышленного освоения разведанных и законсервированных урановых месторождений Эльконского горста в современных изменившихся социально-экономических условиях Южной Якутии [16,17].

Таблица 3 – Ранжирование отвалов по критериям необходимости проведения реабилитационных мероприятий.

Участок	Требования по критериям радиоэкологического состояния		
	Относительное благополучие (ОБ)	Рекультивация (РК)	Вывоз на захоронение (ВЗ)
Акин	-	А4, А5, А6, А7	А1, А2, А3
Дрожжевой	-	Д1, Д2, Д3, Д4	-
Курунг 1	-	К1(3), К1(4), К1(6), К1(7), К1(8)	К1(1), К1(2), К1(5)
Курунг 2	К2(1), К2(3)	К2(2)	-
Минеевский	-	М1	-
Непроходимый 1	-	Н1(1), Н1(2), Н1(3)	-
Непроходимый 2	-	Н2(1), Н2(2), Н2(3)	-
Русская	Р3	Р1, Р2	-
Холодная	-	Х1, Х2, Х3	-
Элькон	Э1, Э3	Э2	-

Для контроля за уровнем техногенной нагрузки, состоянием природных объектов, а также для своевременной корректировки

природоохранных мероприятий, необходима организация локального экологического мониторинга. Необходимость разработки системы мониторинга определяется Постановлением Правительства РФ от 31 марта 2003 г. № 177 «Об организации и осуществлении государственного мониторинга окружающей среды (государственного экологического мониторинга)», где под государственным мониторингом окружающей среды (государственным экологическим мониторингом) понимается комплексная система наблюдения за состоянием окружающей среды, оценки и прогноза изменений состояния окружающей среды под воздействием природных и антропогенных факторов (далее именуется - экологический мониторинг) [18,19].

Все виды экологического мониторинга должны осуществляются специально созданной в Эльконском горно-металлургическом комбинате службой мониторинга, либо подрядными организациями, имеющими лицензии на проведение инженерно-экологических изысканий.

Областью функционирования экологического мониторинга являются установленные проектом границы (зоны) воздействия проектируемого объекта на компоненты природной среды и условия жизни населения. Локальный экологический мониторинг на планируемых объектах (отвалах, хвостохранилище и т.д.) должен быть составной частью системы экологического мониторинга Эльконского горно-металлургического комбината.

Район ведения мониторинга определяется местоположением проектируемого предприятия. Расположение пунктов наблюдения стационарной сети определяется содержанием решаемых задач, особенностями природной обстановки, контролирующими пути миграции, аккумуляции и выноса загрязнений [20].

Все это указывает на необходимость организации комплексного долгосрочного радиоэкологического мониторинга в данном районе.

Первоначальным этапом таких работ должно быть проведение гамма- и гамма-спектральной и эманационной экспрессных съемок с помощью специального инструментального радиометрического оборудования. Поскольку формы и размеры отвалов совершенно разные, то при обследовании техногенных участков нельзя проводить съемку по какой-то строго определенной сети. Можно использовать радиальные и квадратные сети наблюдения, либо произвольные точки наблюдения. В любом случае плотность сети наблюдения должна обеспечить представительную оценку основных измеряемых радиационных параметров (мощность экспозиционной дозы, концентрация естественных радиоактивных элементов, плотность

потока радона) отвалов радиоактивных горных пород. Нужно отметить, что в зоне ветрового рассеяния сцинтилляционные пешеходные радиометры, например СРП-68-01, не позволяют до конца оценить границу загрязнения. Так, по розе ветров на расстоянии около 600-1000 м от источника загрязнения при уровне гамма-фона 7-12 мкР/ч в верхней части почвенного профиля все же обнаруживаются повышенные содержания радионуклидов. Это означает, что реальные границы ветрового рассеяния радионуклидов от источников загрязнения можно обнаружить только непосредственно по их содержанию в почвах.

Опыт проведенных работ также показывает, что образцы почв нужно отбирать по горизонтам (опад, лесная подстилка, дернина, перегнойный и гумусовый, а также горизонты минеральной части) по направлению ветрового рассеяния радионуклидов через 50-250 м до выхода фиксируемого загрязнения на фоновый уровень. Помимо почвенных проб, в местах наблюдений необходимо также отбирать растительные пробы (мхи, лишайники, высшие растения). При отборе образцов древесно-кустарниковых растений, необходимо их разделять на компоненты: хвою (листья), ветви, кору и древесину.

Особые подходы должны быть осуществлены также при изучении водного рассеяния радионуклидов из отвалов. Водное рассеяние радионуклидов хорошо обнаруживается гамма-съемкой на значительных расстояниях по вектору стока водотоков от источников загрязнения. При этом в донных отложениях и аллювиальных почвах радиоактивное равновесие между ураном и радием нарушено, как правило, в сторону избытка урана. Поэтому оценки концентраций урана по радию, как полевыми, так и лабораторными гамма-спектральными методами являются не совсем корректными. В данном случае, концентрацию урана лучше определять в лабораторных условиях в исследуемых образцах другими методами, например, рентгено-спектральным. В зоне водного рассеяния наиболее информативными объектами радиоактивного загрязнения являются гидроморфные (аллювиальные и болотные) почвы, донные отложения, а из растений – гидрофильные мхи и травы. Отбор проб следует проводить через 100-350 м до выхода загрязнения на фоновый уровень.

Особые требования при проведении радиоэкологического мониторинга на исследуемой территории должны быть предъявлены к оценке фоновых концентраций естественных радионуклидов в основных компонентах горно-таёжных ландшафтов (поверхностные воды, донные отложения, почвы, растения и недревесные ресурсы леса). В силу геологических особенностей

Эльконского ураново-рудного района (Эльконский горст) радиационная обстановка здесь исходно неоднородная.

Результаты проведенных радиоэкологических исследований показывают, что в настоящее время, в местах складирования радиоактивных горных пород идет интенсивный бесконтрольный процесс рассеивания радионуклидов (^{238}U, ^{235}U, ^{226}Ra, ^{222}Rn и ^{210}Pb) из отвалов в результате водного и ветрового переноса, а также посредством эманирования. Поэтому в комплексе прочих проектируемых природоохранных мероприятий на Эльконском горсте, особенно в период начала промышленного освоения, необходима организация долгосрочного комплексного радиоэкологического мониторинга исследуемых таежно-мерзлотных ландшафтов. В этом плане, на наш взгляд, под контролем постоянно должны находиться водное рассеивание урана и других радионуклидов из отвалов, оцененное по сезонам года (зима, весна, лето и осень) при разных режимах стока (паводковый и меженный) рек и ручьев. Кроме того, необходимо определять уровни радиационного фона и плотности потока радона, а также оценку ветрового переноса радионуклидов на разных расстояниях от источников загрязнения, с фиксацией точек наблюдения с помощью GPS. При этом объектами комплексного радиоэкологического мониторинга должны быть по возможности все основные компоненты ландшафтов. В зоне воздействия отвалов нужно периодически контролировать уровень загрязненности радионуклидами местных продуктов питания и недревесных ресурсов леса (грибов, ягод, мяса пернатой дичи и диких животных).

В процессе миграции радионуклидов в техногенных зонах Эльконского ураново-рудного района нужно различать три формы рассеивания радионуклидов: 1) ветровую (эоловую); 2) водную (гидрогенную); 3) механическую (антропогенную). Значение последней формы рассеивания радионуклидов особенно возрастает в момент начала промышленного освоения данных месторождений, когда ожидается интенсивное передвижение технологического автотранспорта, перевозящего рудную массу, а также проведение буровзрывных работ.

Заключение

Результаты проведенных исследований указывают на то, что на основной территории, где предусматривается строительство объектов Эльконского ГМК, радиационная обстановка оценивается в целом как благополучная. Так, гамма-фон здесь изменяется от 5 до 18 мкР/ч и соответствует среднему российскому показателю. В исследованных точках концентрация калия изменяется от 0,4 до 5,6 %, урана (по радию) от 0,4 до

3,9•10 -4 %, а тория от 2,9 до 20,5•10-4 % и не выходит за пределы их фоновых значений.

Вместе с тем на исследуемой территории, особенно на Эльконском горсте, в районе месторождения Южное, в местах складирования радиоактивных отвалов горных пород выделяются отдельные техногенные участки с напряженной радиационной обстановкой. Так здесь на поверхности отвалов мощность экспозиционной дозы гамма-излучения изменяется от 10 до 2150 мкР/ч, значение эффективной удельной активности радионуклидов варьируют в пределах 68-23640 беккерель на килограмм (Бк/кг), а содержание урана – 2-1888 мт/кг, то есть максимально превышает фоновое почти в 1000 раз. В зонах радиоактивного загрязнения отмечается образование контрастных и устойчивых техногенных ореолов рассеяния природных радионуклидов ^{226}Ra и ^{238}U в основных компонентах ландшафтов посредством их эоловой и гидрогенной миграции. При этом повышенные концентрации ^{238}U обнаруживаются в поверхностном слое почвогрунтов в зоне ветрового рассеяния на удалении от отвалов почти до 1 км, а водного – на расстоянии до 2 км, а иногда и более.

Таким образом, контрастная радиационная обстановка, сложившаяся сегодня на территории Эльконского ураново-рудного района, требует при ее объективной оценке, проведения дальнейших углубленных радиоэкологических исследований, особенно в техногенных зонах и необходимость организации комплексного долгосрочного радиоэкологического мониторинга в данном районе. В программу комплексного экологического мониторинга желательно включить оценку качества среды по показателям нарушения стабильности развития организмов. Эта методика рекомендована для оценки антропогенного воздействия на наземные экосистемы Министерством природных ресурсов Российской Федерации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Спирин Э. К., Филонов А. В., Киселев С. В. Эльконский ураново-рудный район как перспектива Российской уранодобывающей промышленности //Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2015. – №. 11-1. – С. 81-83.

2. Graetz G. Uranium mining and First Peoples: the nuclear renaissance confronts historical legacies //Journal of cleaner production. – 2014. – Т. 84. – С. 339-347.

3. Monnet A., Gabriel S., Percebois J. Long-term availability of global uranium resources //Resources Policy. – 2017. – Т. 53. – С. 394-407.

4. Hall S., Coleman M. Critical analysis of world uranium resources. – US Department of the Interior, US Geological Survey, 2013.

5. Старчак М. В. Вопросы снабжения ураном в отношениях России со странами СНГ //Международные процессы. – 2011. – Т. 9. – №. 26. – С. 82-92.

6. Dittmar M. The end of cheap uranium //Science of the Total Environment. – 2013. – Т. 461. – С. 792-798.

7. Mudd G. M., Diesendorf M. Sustainability of uranium mining and milling: toward quantifying resources and eco-efficiency //Environmental Science & Technology. – 2008. – Т. 42. – №. 7. – С. 2624-2630.

8. Максимов Е. П. Мезозойские рудоносные магматогенные системы Алдано-Станового щита //Автореферат дисс.… док. геол.-мин. наук. Якутск: Институт геологии алмаза и благородных металлов. – 2003.

9. Наумов С. С., Шумилин М. В. Урановые месторождения Алдана //Отечественная геология. – 1994. – Т. 11. – С. 12-20.

10. Машковцев Г. А., Мигута А. К., Наумов С. С. Перспективы освоения Эльконского урановорудного района //Разведка и охрана недр. – 2007. – №. 6. – С. 11-20.

11. Чевычелов А. П., Собакин П. И. Радиоактивное загрязнение мерзлотных почв 238U в зоне урановых месторождений Центрального Алдана (Южная Якутия) //Современные проблемы загрязнения почв: матер. II межд. научн. конф. – 2007. – Т. 1. – С. 261-264.

12. Чевычелов А. П., Собакин П. И., Молчанова А. В. Особенности техногенного загрязнения мерзлотных почв горно-таежных ландшафтов Южной Якутии естественными радионуклидами 238U и 226Ra // Проблемы устойчивого функционирования водных и наземных экосистем: матер. межд. конф //Ростов на Дону. – 2006. – С. 453-455.

13. Чевычелов А. П., Собакин П. И., Ушницкий В. Е. Ландшафтно-климатические и почвенно-геохимические условия миграции естественных радионуклидов в ландшафтах зоны урановых месторождений Центрального Алдана (Южная Якутия) //Вестник Том. гос. ун-та. Приложение. – 2003. – Т. 3. – С. 312.

14. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99): Гигиенические нормативы. М.: Центр санитарно-эпидемиологического нормирования, гигиенической сертификации и экспертизы Минздрава России, 1999. 116 с.

15. Хайкович И. М., Мац Н. А., Харламов М. Г. Классификация месторождений твердых полезных ископаемых по радиационной опасности //Тр. ВИРГ-рудгеофизика, ВСЕГЕИ. – 1998.

16. Голева Р. В. Об экологическом сопровождении проекта строительства Эльконского ГМК //Рациональное освоение недр. – 2011. – №. 1. – С. 61-65.

17. Собакин П. И., Чевычелов А. П., Ушницкий В. Е. Радиоэкологическая обстановка на территории Якутии //Радиационная биология. Радиоэкология. – 2004. – Т. 44. – №. 3. – С. 283-288.

18. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99) Ионизирующее излучение, радиационная безопасность СП 2.6.1. 799-99. М.: Минздрав России, 2000. 98 с.

19. Временное положение о горно-экологическом мониторинге. Утверждено 16 мая 1997 г. М.: Госгортехнадзор, 1997. 10 с.

20. Маргулис У. Я., Брегадзе Ю. И., Нурлыбаев К. Н. Радиационная безопасность. Принципы и средства ее обеспечения //М.: Эдиториал УРСС. – 2000.

УДК 622.235.535.2

С.Н. Жариков, В.А. Кутуев

СПЕЦИАЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ БВР НА ЗАОТКОСНЫХ РАБОТАХ

Институт горного дела Уральского отделения РАН, г. Екатеринбург

Введение

Увеличение угла откоса бортов карьера ведет к снижению объёмов разноски и повышает экономическую эффективность разработки месторождения. Однако при этом повышается риск обрушения откосных сооружений в карьере в результате геодинамических движений, связанных с горным давлением и влиянием кратковременных импульсных нагрузок, вызванных ведением взрывных работ. Оценка устойчивого состояния откосного сооружения при определенном угле основывается на измерениях сдвижения массива в том или ином направлении в рамках достаточно продолжительных периодов наблюдений [1 – 4], при этом, короткопериодные деформации, приводящие к локальным межблочным подвижкам при обосновании устойчивых углов, не учитываются. В этой связи, недостаточно аккуратное ведение буровзрывных работ вблизи откосных сооружений может вызвать нарушение их устойчивости и привести к катастрофическим оползневым явлениям.

Методы и результаты исследования

В последнее время горные предприятия проявляют особый интерес к заоткосным работам при подходе буровзрывных работ (БВР) к предельному контуру карьера. Во-первых, очевидным является тот факт, что даже увеличение затрат на БВР в приконтурной зоне при повышении качества исполнения и соответствующего контроля ведёт к повышению безопасности горных работ, сохранению устойчивого состояния откосов, а, следовательно, повышению экономической эффективности разработки месторождения в целом. Потому что ликвидация, например, оползня, связана с частичной остановкой добычных работ, а в некоторых условиях – с полной остановкой и соответствующим ущербом, иногда с человеческими жертвами. Получается, что повышение безопасности на опасном производственном объекте это не просто статья затрат, а весомый вклад в развитие предприятия, который существенно определяет экономическую эффективность добычи будущих периодов.

Институт горного дела (ИГД УрО РАН) выполняет научно-исследовательские работы по внедрению специальной технологии БВР на предельных контурах карьеров. Для снижения динамического воздействия технологических взрывов на устойчивость откосных сооружений карьера проводится комплекс исследований сейсмической устойчивости горного массива. Методические приёмы отражены в следующих публикациях [5 – 20]. По результатам исследований сейсмоустойчивости горных пород разрабатывается специальная технология производства БВР на предельном контуре карьера. Параметры экранирования определяются по комплексам пород в зависимости от применяемых параметров зарядов и диаметров скважин контурных лент (рис. 1 и 2).

Технологические приёмы проходят промышленные испытания в рамках соответствующей программы, которая утверждается руководством горного предприятия, включает этапы выполнения, перечень необходимых ресурсов, порядок контроля за выполнением пунктов программы. После реализации программы и опытно-промышленных испытаний полученные результаты анализируются и составляется внутренний нормативный документ предприятия по производству БВР на предельном контуре карьера (технологический регламент).

$$P = \frac{r_{зар}^2}{2 \times r_{скв}^2} \times P_Д, \text{МПа}$$

$$P_Д = \frac{\rho_{ВВ} \times D^2}{1+n}, \text{МПа}$$

$$R_{тр} = r_{скв} \times \sqrt[3]{(P/\sigma_{дин})^2}, \text{м}$$

$$P_R = P \times \left(\frac{r_{скв}}{R}\right)^{1,5}, \text{МПа}$$

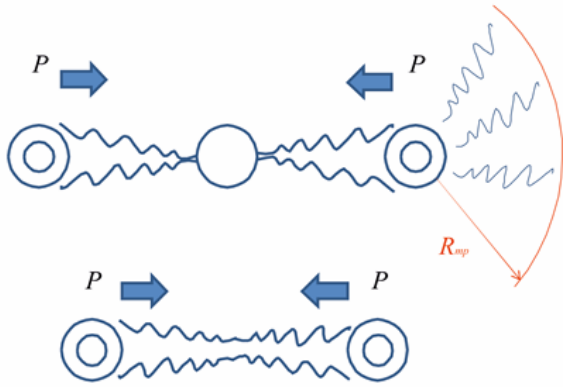


Рисунок 1 – Сравнительный анализ давлений при определении рациональных параметров контурного взрывания: P – давление на стенку скважины, МПа; $r_{зар}$ – радиус заряда, м; $r_{скв}$ – радиус скважины, м; $P_Д$ – давление детонационной волны, Мпа; $\rho_{ВВ}$ – плотность ВВ, кг/м^3; D – скорость детонации, м/с; $R_{тр}$ – радиус трещинообразования; $\sigma_{дин}$ – допустимый динамический предел прочности пород, МПа; P_R – давление в горном массиве от взрыва цилиндрического заряда на расстоянии, МПа; R – расстояния от взрыва заряда, м

Порода / Rock	Прочность на растяжение в массиве, МПа / Tensile strength in array, MPa	Динамический предел прочности, МПа / Dynamic limit strength, MPa	Радиус трещинообразования, м / Radius of crack formation, m			
			Аммонит 6 ЖВ / Ammonite 6GW			
			$D_{скв}$ / $d_{зар}$			
			215/60	246/60	215/90	246/90
Катаклазиты углеродистые / Cataclysms carbon	0,36	0,47	2,3	2,2	4,0	3,8
Углеродистые карбонат кварцевые породы / Carbon carbonate quartz rocks	0,56	0,73	1,7	1,7	3,0	2,8
Углеродистые метаалевролиты / Carbon metasiltstones	0,42	0,54	2,1	2,0	3,6	3,5
Метасоматиты / Metasomatites	0,53	0,69	1,8	1,7	3,1	3,0
Метасоматиты интенсивно нарушенные / Metasomatites intensely disturbed	0,24	0,31	3,1	2,9	5,3	5,0
	Расстояние от заряда, м / Distance from charge, m		215/60	246/60	215/90	246/90
Давление от взрыва контурного заряда на расстоянии, МПа / The pressure from the blast contour of the charge at a distance, MPa	1		1,66	1,56	3,75	3,50
	2		0,59	0,55	1,32	1,24
	3		0,32	0,30	0,72	0,67
	4		0,21	0,19	0,47	0,44
	5		0,15	0,14	0,33	0,31
	6		0,11	0,11	0,25	0,24
	7		0,09	0,08	0,20	0,19
	8		0,07	0,07	0,17	0,15

Рисунок 2 – Фрагмент схемы определения расстояний между скважинами контурного ряда по таблице значений, полученной в соответствии с выражениями, представленными на рисунке 1

Ожидаемые результаты от внедрения:

- Обеспечение минимального влияния буровзрывных работ на устойчивость бортов карьера.
- Повышение безопасности при производстве работ под высокими уступами.
- Снижение себестоимости производства товарной продукции.

Основным конкурентным преимуществом данной разработки является то, что её применение особенно эффективно при увеличении интенсивности горных работ. Также повышается промышленная безопасность за счёт регламентирования производства работ на предельных контурах карьера. Область применения – карьеры с цикличной технологией добычи, разрабатывающие крутопадающие месторождения полезных ископаемых.

В рамках таких НИР проводятся исследования сейсмического действия взрывов, чтобы с одной стороны установить соответствие фактических колебаний и расчётных допустимых колебаний, определённых для исследуемых грунтов на основании данных геологической документации. С другой стороны, по деформационным проявлениям от технологических взрывов приближенно устанавливаются свойства грунтов и определяются примерные зоны развития трещин, межблочных подвижек и остаточных деформаций [21]. Указанная информация служит критерием для выбора тех или иных параметров БВР включаемых в программу опытно-промышленных испытаний. Также в зависимости от свойств грунтов и свойств применяемых ВВ определяются параметры зарядов контурных лент при осуществлении экранирования [22].

Выводы

Внедрение специальной технологии БВР на заоткосных работах сопровождается изучением распространения волновых процессов в горных породах разрабатываемого месторождения, что в результате отражается на выборе соответствующих параметров. Важным элементом таких исследований является уточнение свойств грунта под кратковременными динамическими нагрузками.

Методические приёмы определения сейсмоустойчивости горного массива подразумевают предварительный расчёт, сравнение с данными экспериментальных измерений, уточнение состояния горного массива и определение зон возможных нарушений. Указанный состав исследований позволяет иметь наиболее полную картину распространения волновых процессов в конкретных горных породах и соответственно рационально управлять ими. В первую очередь это касается производства БВР на

заоткосных работах, а также при последующем производстве технологических взрывов.

Исследования выполнены в рамках Госзадания 007-00293-18-00, темы № 0405-2018-0015, № 0405-2018-0001, проект № 18-5-5-10, а также при дополнительном привлечении хоздоговорных средств.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сашурин А.Д. Инновационная технология диагностики геодинамической активности геологической среды и оценки безопасности объектов недропользования / А.Д. Сашурин, А.Е. Балек, А.А. Панжин, С.В. Усанов // Горный журнал. – 2017. – № 12. – С. 16-20. DOI: 10.17580/gzh.2017.12.03.
2. Panzhin A.A. Satellite geodesy-aided geodynamic monitoring in mineral mining in the Urals / A.A. Panzhin, N.A. Panzhina // Journal of Mining Science. – 2012. – Т. 48. – № 6. – С. 982-989.
3. Панжин А.А. Пространственно-временной геодинамический мониторинг на объектах недропользования / А.А. Панжин // Горный журнал. – 2012. – № 1. – С. 39-43.
4. Сашурин А.Д. Воздействие современных геодинамических движений на устойчивость бортов карьеров / А.Д. Сашурин, В.А. Бермухамбетов, А.А. Панжин, С.В. Усанов, В.Е. Боликов // Проблемы недропользования. – 2017. – № 3 (14). – С. 38-43. DOI: 10.18454/2313-1586.2017.03.038. – Режим доступа: //trud.igduran.ru
5. Берсенев Г.П. Взрывные работы в стесненных условиях / Г.П. Берсенев, Л.Н. Сенин, П.В. Меньшиков // Взрывное дело. – 2007. – № 97/54. – С. 56-66.
6. Меньшиков П.В. Воздействие ударной воздушной волны на здания и сооружения на земной поверхности / П.В. Меньшиков // Взрывное дело. – 2007. – № 97/54. – С. 77-82.
7. Богацкий В.Ф. Сейсмическая безопасность при взрывных работах / В.Ф. Богацкий, В.Х. Пергамент – М., «Недра», 1978. – 128 с.
8. Богацкий В.Ф. Охрана инженерных сооружений и окружающей среды от вредного действия промышленных взрывов / В.Ф. Богацкий, А.Г. Фридман – М., «Недра», 1982. – 162 с.
9. Фадеев А.Б. Дробящее и сейсмическое действие взрыва на карьерах. – М.: «Недра», 1972. 435 с.
10. Методика обеспечения сейсмобезопасной технологии ведения взрывных работ. Свердловск, ИГД МЧМ СССР, 1984. – 12 с.

11. Жариков С.Н. О влиянии взрывных работ на устойчивость бортов карьеров / С.Н. Жариков, В.Г. Шеменев // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. – 2013. – № 2. – С. 80-83.

12. Жариков С.Н. О влиянии взрывных работ на напряженное состояние горного массива и геодинамические явления / С.Н. Жариков, В.Г. Шеменев // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. – 2013. – № 3. – С. 90-97.

13. Бондаренко И.Ф. Буровзрывные работы на кимберлитовых карьерах Якутии / И.Ф. Бондаренко, С.Н. Жариков, И.В. Зырянов, В.Г. Шеменёв – Екатеринбург: ИГД УрО РАН, 2017. – 172 с.

14. Шеменев В.Г. О состоянии научных исследований в области разрушения горных пород в Институте горного дела УрО РАН / В.Г. Шеменев, С.Н. Жариков // Проблемы недропользования. – 2016. – № 4 (11). – С. 30-40. DOI: 10.18454/2313-1586.2016.04.030. – Режим доступа: //trud.igduran.ru

15. Жариков С.Н. Способы уточнения свойств горных пород при производстве буровзрывных работ / С.Н. Жариков, В.Г. Шеменев, В.А. Кутуев // Устойчивое развитие горных территорий. – 2017. – Т. 9. – № 1. – С. 74-80. DOI: 10.21177/1998-4502-2017-9-1-74-80.

16. Жариков С.Н. Изучение сейсмического действия взрыва в карьере для внедрения специальной технологии заоткосных работ / С.Н. Жариков, В.А. Кутуев // В книге: Глубинное строение, геодинамика, тепловое поле Земли, интерпретация геофизических полей Материалы всероссийской конференции с международным участием. – 2017. – С. 179-183.

17. Kahriman A. (2004) Analysis of parameters of ground vibration produced from bench blasting at a limestone quarry. Soil Dyn Earthq Eng. 24: 887–892. doi.org/10.1016/j.soildyn.2004.06.018.

18. Ak H, Konuk A. (2008) The effect of discontinuity frequency on ground vibrations produced from bench blasting: a case study. Soil Dyn Earthq Eng. 28: 686–694. doi.org/10.1016/j.soildyn.2007.11.006.

19. Ak H, Iphar M, Yavuz M, Konuk A. (2009) Evaluation of ground vibration effect of blasting operations in a magnesite mine. Soil Dyn Earthq Eng. 29: 669–676. doi.org/10.1016/j.soildyn.2008.07.003.

20. Kumar R, Choudhury D, Bhargava K. (2016) Determination of blast-induced ground vibration equations for rocks using mechanical and geological properties. J Rock Mech Geotech Eng. 8: 341–349. doi.org/10.1016/j.jrmge.2015.10.009.

21. Князев Д.Ю. Изучение сейсмического действия взрывов в подземных горных выработках / Д.Ю. Князев, С. Н. Жариков // Взрывное дело. – № 112/69 – 2014. – С. 251-261.

22. Жариков С.Н. Схемы инициирования зарядов для обеспечения высокопроизводительной работы цикличного звена ЦПТ / С.Н. Жариков, В.А. Кутуев // Известия Уральского государственного горного университета. – 2017. – № 3 (47). – С. 76-79. DOI: 10.21440/2307-2091-2017-3-76-79.

УДК 622.24.05

А.С. Реготунов, Р.И. Сухов

РАЗРАБОТКА АППАРАТУРЫ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ О ПРОЧНОСТНЫХ СВОЙСТВАХ ГОРНЫХ ПОРОД В ПРОЦЕССЕ РАБОТЫ БУРОВОГО СТАНКА

Институт горного дела Уральского отделения РАН, г. Екатеринбург

Производительность труда в горном деле остается низкой. Для создания роста производительности труда на предприятиях в мировой практике значительная роль отводится использованию современных информационных систем и устройств. В Австралии, например, на ряде карьеров применяется беспилотный большегрузный автосамосвал.

Институт горного дела Уральского отделения РАН (г. Екатеринбург) ведет разработку автоматизированного устройства, устанавливаемого на шарошечный буровой станок для оперативного получения информации о прочности пород в процессе бурения взрывных скважин (рис.1). Автоматизированное устройство представляет собой систему датчиков, соединенных с контроллером (рис.2), в котором предусмотрена беспроводная передача данных на внешний сервер. Полученные данные обрабатываются в специальной программе, в результате чего определяется информация о свойствах, строении разрабатываемых горных пород, состоянии буровой техники. Указанный способ уточнения информации о прочностных свойствах массива впервые предложен И.А. Тангаевым [1]. Далее исследования в этом направлении развивались отечественными [3-7], а также зарубежными учеными [8-11].

1-контроллер

Рисунок 1 – Автоматизированное устройство, установленное в кабине машиниста СБШ250-МНА -32

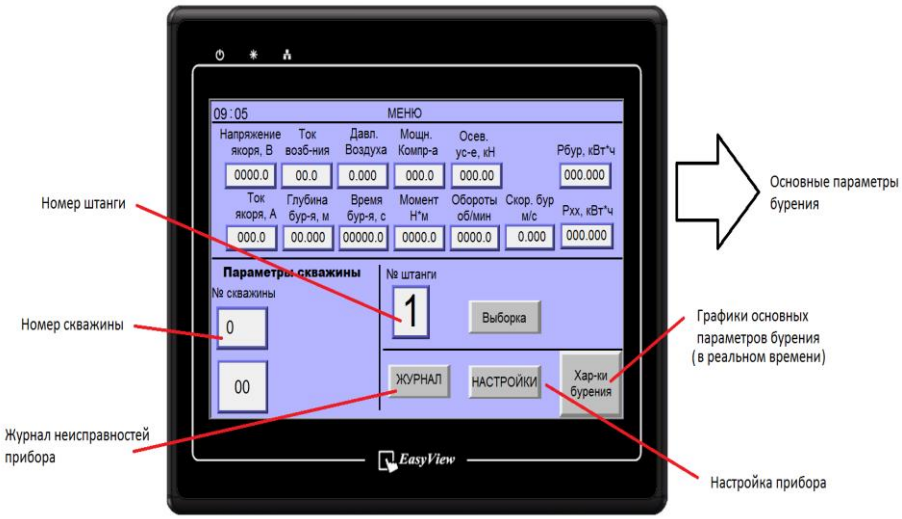


Рисунок 2 – Экран контроллера автоматизированного устройства

Технология применения автоматического устройства заключается в следующем. В процессе бурения взрывных скважин в локальном массиве долото проходит различные по прочности породы. Это вызывает определенные изменения при движении долота в скважине. Датчики фиксируют изменения рабочих параметров двигателей, и дистанционно передают информацию на внешний сервер.

Апробация аппаратуры осуществлялась в условиях карьеров ОАО «Ураласбест» при бурении взрывных скважин буровым станком шарошечного типа СБШ-250МНА-32 в породах различной категории буримости.

В процессе измерения удельной энергоемкости бурения на карьерах ОАО «Ураласбест» получен большой объем наблюдений в породах различного петрографического состава.

Обработка информации в специальной программе позволила данные о энергоемкости бурения скважин, полученные со станка, перевести расчетным путем в значения показателя трудности бурения $П_б$ В.В. Ржевского. Далее с помощью метода Кригинга [12] были созданы плоские цифровые модели. На рис. 3 показана одна из таких моделей. Модели позволили наглядно представить особенности распределения горных пород по показателю $П_б$ трудности бурения В.В. Ржевского в глубину массива и вдоль простирания блока, подготовленного к взрывному разрушению, по каждому ряду скважин.

Анализ полученных моделей, позволил установить наличие участка весьма труднобуримых пород с высокой прочностью среди легкобуримых горных пород (хризотиловые серпентиниты, перекристаллизованные в антигориты, серпофиты аморфные). В силу того, что проект на буровзрывные работы не корректировался в соответствии с прогнозом - не предусматривалось, например, сгущение сетки скважин или размещение увеличенного расхода взрывчатого вещества в скважины, находящиеся вблизи указанного участка, то после взрыва остался неразрушенным участок блока из диорита в области предполагаемого по данным моделирования нахождения участка пород с повышенной прочностью (рис. 4). Таким образом, в результате взрыва прогноз о наличии такого участка пород подтвердился.

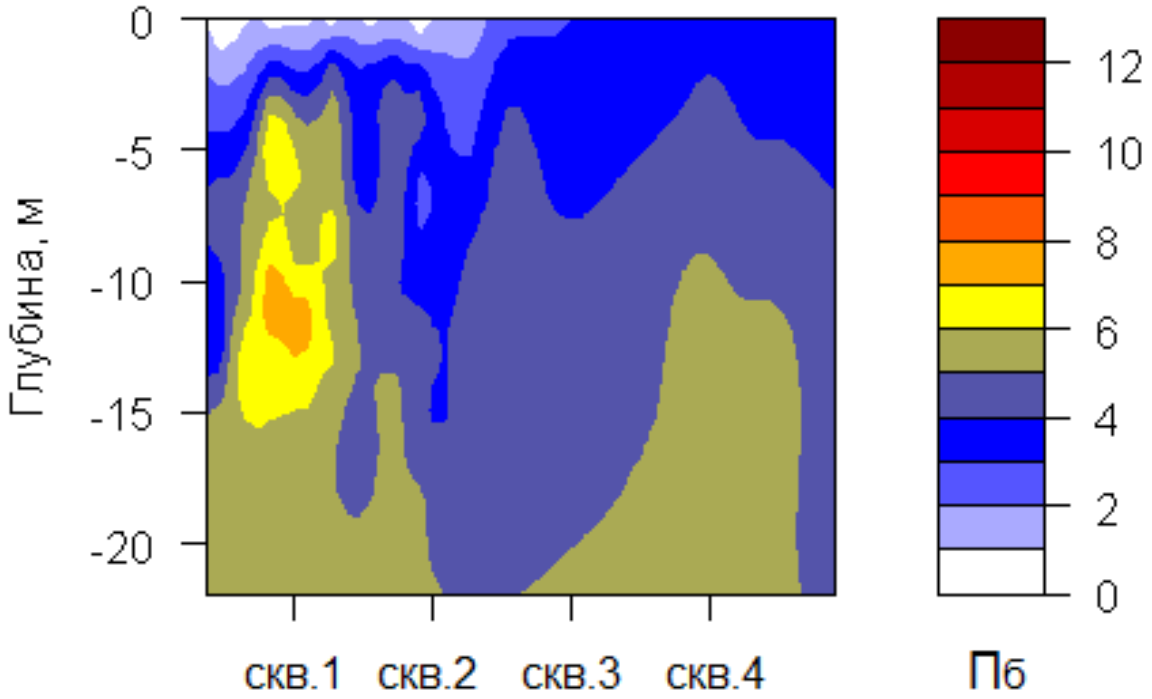


Рисунок 3 – Модель распределения пород по показателю трудности бурения $П_б$

Рисунок 4 - Опытный блок после взрыва с неразрушенным участком, сложенным диоритом

В целом, исследования показали, что на участках массива, сложенных согласно проекта на буровзрывные работы породами одного типа, значения удельной энергоемкости бурения варьировались в широких пределах. Основными факторами, определяющими широкий диапазон изменения удельной энергоемкости разрушения породы, явились неоднородность, перемежаемость массива горных пород и влияние зон технологической нарушенности. В результате анализа результатов опытного бурения в условиях карьеров ОАО «Ураласбест» также было установлено, что буровой станок СБШ – 250 МНА - 32 на бурение 1 метра скважины длиной 18 метров потребляет в среднем 134 кВтч электроэнергии. Из них на вспомогательные операции приходится около 20 кВт-ч. При этом энергоёмкость бурения взрывной скважины в среднем (по мощности вращателя без учета затрат мощности компрессора на продувку скважины от продуктов разрушения) в среднем составила 1,4 кВтч/м.

Исследования выполнены в рамках Госзадания 007-00293-18-00. Тема №0405-2018-0015, а также при дополнительном привлечении хоздоговорных средств и финансировании по конкурсному проекту №0405-2018-0001. Проект №18-5-5-10.

Выводы

1. Разработана опытная версия автоматического устройства и программы для получения и анализа информации о прочностных свойствах горных пород в локальных массивах в процессе бурения взрывных скважин.

2. Доказана в условиях крупного горно-обогатительного комбината Урала (ОАО «Ураласбест») работоспособность устройства, получены сведения о его улучшении.

3. Результаты работы представляют интерес для большинства горнодобывающих предприятий России и ближнего зарубежья, разрабатывающих твердые полезные ископаемые, а также при проходке тоннелей, строительстве дорог.

4. Вероятный эффект от применения автоматизированного устройства проявится в снижении затрат на буровзрывные работы, в повышении качества дробления горной массы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тангаев И.А. Буримость и взрываемость горных пород / И.А.Тангаев // М.: Недра, -1978. -184 с.

2. Рогальский Б.С. Оценка буримости пород на открытых горных разработках/ Б.С. Рогальский, Е.А. Штогрин, И.С. Кушмир // Горный журнал – 1985. – № 7. – С.41-44.

3. Жариков С.Н. Определение крепости горных работ по параметрам шарошечного бурения технологических скважин в карьерах / С.Н. Жариков // Горный журнал. – 2010. - №7. – С.50-51.

4. Жариков С. Н. Экспрессное исследование свойств горного массива при подготовке к выемке буровзрывным способом/ С.Н. Жариков, В.Г. Шеменев // Взрывное дело. -2014. - №111-68. – С.155-164.

5. Сухов Р.И. Об удельной энергоёмкости разрушения горных пород при бурении взрывных скважин. / Р.И. Сухов, Д.С. Шахматов, И.В. Паньков, С.В. Ивановский, А.Ф. Вереса // Горный журнал. -1991. - №3. - С. 26-28.

6. Реготунов А.С. Результаты исследований прочностных свойств локальных массивов в процессе бурения с применением программно-аппаратного комплекса / А.С. Реготунов, Р.И. Сухов // Проблемы недропользования. - 2016. - № 4 (11). -С. 121-129, DOI: 10.18454/2313-1586.2016.04.121.

7. K. Thuro, Prediction of drillability in hard rock tunnelling by drilling and blasting, Proceedings of the World Tunnel Congress ‘97, Vol. 1, Vienna, Austria, 1997, Pp.103–108.

8. N. Bilgin, S. Kahraman, Drillability Prediction in Rotary Blast Hole Drilling’, 1a" International Mining Congress and Exhibition ot Turkey-IMCET, 2003, Pp 177-182.

9. L. E. Izquierdo, L. E. Chiang. A methodology for estimation of the specific rock energy index using corrected down-the-hole drill monitoring data, Mining Technology (Trans. Inst. Min. Metall. A), 2004, Vol. 113, Pp. A225 - A236, DOI: 10.1179/037178404225006218.

10. V.C. Kelessidis, Rock drillability prediction from in situ determined unconfined compressive strength of rock, The Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy, Vol.111, 2011, Pp. 429-436.

11. O. Yarali, E. Soyer, Assessment of relationships between drilling rate index and mechanical properties of rocks. Tunnelling and underground space technology, Vol. 33, 2013, Pp. 46-53, DOI: 10.1016/j. tust.2012.08. 010.

12. Геостатистический анализ данных в экологии и природопользовании (с применением пакета R): Учебное пособие //А.А. Савельев, С.С. Мухарамова, А.Г. Пилюгин, Н.А. Чижикова/ – Казань: Казанский университет, 2012. – 120 с.

УДК 541.64:547.759.32

Г.Т. Волобуев [1], В.А. Домаренко [2], И.В. Павлова [2]

ИСТОРИЯ ТОРИЯ ЕНИСЕЙСКОГО КРЯЖА И АТОМНЫЙ ПРОЕКТ СССР

[1] ФГБОУ ВО «Сибирский государственный аэрокосмический университет им. академика М.Ф. Решетнёва», г. Зеленогорск

[2] Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск

Из доклада руководителей атомного проекта СССР И.В. Курчатова, Б.Л. Ванникова и М.Г. Первухина на имя И.В. Сталина от 26 декабря 1946 года явствует, что в СССР в 1945 – 1946 годах было разведано уже 9 месторождений монацита с общими запасами тория 25 885 тонн. Но только два из них – Актюзское (Киргизская ССР) и Таракское (Красноярский край) находились в эксплуатации.

Торий занимает последнее место в четвёртой группе периодической системы элементов Д.И Менделеева, входя наряду с ураном в семейство актиноидов. Применятся в различных отраслях. Металлический торий используется в качестве легирующей добавок в магниевых, магниево-цинковых и магниево-цинково-циркониевых сплавах, придавая им повышенную прочность, в качестве катализатора для получения жидкого топлива из углей и при производстве огнеупорных изделий. Двуокись тория применятся в качестве добавке е вольфраму при производстве нитей ламп накаливания. Однако необходимо знать, что торий является источником вторичного ядерного горючего - урана – 233, которое обладает высоким значением коэффициента размножения тепловых нейтронов [1].

Исторически так складывается, что человек сначала берёт дубину, чтобы убивать себе подобных, а затем придумает плуг или трактор. С радиоактивными элементами это происходило стремительно Итак, в начале 1939 года появились два научных сообщения. Первое, направленное во Французскую Академию наук Фредериком Жолио-Кюри, было озаглавлено «Экспериментальное доказательство взрывного расщепления ядер урана и тория под действием нейтронов». Второе сообщение – его авторами были немецкие физики Отто Фриш и Лиза Мейтнер – опубликовал английский журнал «Природа»»; оно называлось « Рспад урана под действием ней тронов: новый вид ядерной реакции». И там, и там речь шла о новом, доселе неизвестном явлении, происходящем с ядром самого тяжёлого элемента – урана.

В 1945 были Хиросима, затем Нагасаки и были сотни тысяч жертв. А уже 27 июня 1954г. Московское радио передало сообщение исключительной важности: « в настоящее время в Советском Союзе усилиями учёных и инженеров успешно завершены работы по проектированию и строительству первой промышленной электростанции на атомной энергии…» [2]

Однако, первым документом, прямо нацеленным против СССР, являлся меморандум 329 объединенного разведывательного комитета, представленный 3 ноября 1945 г. на рассмотрение комитета начальников штабов США. Он сочинён 4 сентября 1945 г., т. е. через день после официального завершения Второй Мировой войны. В меморандуме ставилась задача: «Отобрать приблизительно 20 наиболее важных целей, пригодных для атомной бомбардировки в СССР и на контролируемой им территории».

Далее шло перечисление: «Москва, Горький, Куйбышев, Свердловск, Новосибирск, Омск, Саратов, Казань, Ленинград, Баку, Ташкент, Челябинск, Нижний Тагил, Магнитогорск, Тбилиси, Новокузнецк, Пермь, Грозный, Иркутск, Ярославль На гибель обрекалось 13 миллионов людей». (Правда, 29.08.88).

4 апреля 1949 г. было объявлено о создании Организации Североатлантического договора (НАТО). Её членами стали США, Канада, Англия, Франция, Италия, Португалия, Дания, Норвегия, Бельгия, Голландия, Люксембург, Исландия. Затем к ним присоединились Турция и Греция, а несколько позднее ФРГ.

«…Подписав Североатлантический договор, мы создали военный союз, целью которого является война с Советской Россией…», - констатировала газета «Нью-Йорк дейли ньюз».

У Пентагона накапливалось всё больше атомных зарядов, расширились и масштабы запланированного нападения на СССР. По плану «Троян» объектами атомного удара должны были стать уже не 20, а 70 советских городов. Начало военных действий было назначено на 1 января 1950 года. Этого показалось мало. В 1949 г. были внесены коррективы. Решено было накопить для ядерного удара ещё больше сил и сделать соучастниками нападения на СССР ещё больше стран. Для этого требовалось время. Начало военных действий было перенесено на 1 января 1957 года. Планировалось сбросить на 100 советских городов 300 атомных бомб и дополнительно 29 тысяч тонн «обычных бомб», привязанных к 200 конкретным целям, с тем, чтобы за один приём превратить в пепел 85 процентов советской промышленности. Предусматривалось максимальное использование психологического страха перед атомной бомбой. Эксперты Пентагона даже и вычислили, что для подавления воли советского народа к сопротивлению в первые полчаса войны должно быть «выведено из строя»(т.е. убито и искалечено) 65 миллионов человек. Затем с запада и с юга на советскую территорию должны были вторгнуться 164 дивизии НАТО. Завершающий этап плана «Дропшот» предусматривал оккупацию СССР. («Известия», 23.07.88 г. «Правда», 29.08.88 г.)

Могло ли советское правительство, учитывая ошибки Отечественной войны, не знать этого, не действовать? Знало наверняка и действовало, мобилизуя силы народа на укрепление обороноспособности страны. Нет, конечно же не могло оно допустить, чтобы наши города постигла участь Хиросимы и Нагасаки. Что бы не вещали «либералы» и «демократы» всех мастей, не мы инициаторы холодной войны. Мы вынуждены были заниматься атомным проектом в военных целях [5].

И начались беспрецедентные в условиях продолжающейся войны и послевоенной разрухи интенсивные поиски радиоактивных металлов.

8 апреля 1944 года постановлением 5585 Комитет Обороны обязал Комитет по делам геологии при СНК СССР организовать поиски месторождений урана в районах Средней Азии, Казахстана, Эстонской и Карельской ССР, в Западной и Восточной Сибири.

20 августа 1945 года решением Государственного Комитета Обороны (ГКО) был создан специальный Комитет, председателем которого был назначен Л.П. Берия. Этим же решением было организовано Первое Главное управление (ПГУ) при СНК СССР во главе с Б. Ванниковым, преобразованное в 1953 г. в Министерство среднего машиностроения.

После распоряжения Сталина в 1945 году ускорить работы по созданию атомной бомбы сроки для исполнения работ становились такие, что сегодня они кажутся просто фантастическими.

Вот один пример [5]:

Магадан. начальнику Дальстроя тов. Никишову. Необходимо принять меры к тому, чтобы энергично развернуть поиски уранового сырья и уже в текущем году организовать добычу руды и выпуск концентратов урана... Прошу через каждые две недели сообщать о принимаемых мерах по выполнению задания… Л. Берия».

Наряду с поисками урана как основного элемента ядерного заряда интенсифицировались и поисковые работы на торий.

Советскими и американскими учёными, занятыми созданием первых атомных бомб в 40-50-е годы изучалась возможность и эффективность использования Тория-232 в качестве расщепляющегося компонента в атомных реакторах и конструкциях ядерного оружия.

В письме на имя Л.П. Берия от 27 октября 1948 года И. Курчатов, А. Алиханов, А. Александров пишут: *«В соответствии с Вашим поручением сообщаем соображения об использовании тория и о потребности тория на 1949, 1950 и 1951 годы. В отличие от урана природный торий имеет только один изотоп с массой 232, ядерные свойства которого аналогичны урану-238. Уран-238, как известно, сам не является активным веществом, но может быть частично превращён в активное вещество плутоний-239 при облучении в ядерных котлах. При облучении тория нейтронами он частично превращается после двух радиоактивных переходов в активное вещество уран-233, по своим свойствам аналогичное урану-235 и плутонию. Таким образом, становится возможным использование тория как вторичного ядерного вещества наравне с ураном…»*

Были проведены многочисленные опыты. Они убедили учёных, что с ураном проще и быстрее можно придти к цели. А торий оставили «на потом». В те времена нельзя было тратить время на всё, что сразу не приносило результат. Тем не менее, история с поиском и добычей торийсодержащих минералов, их переработкой занимает видное место в реализации атомного проекта. Кроме того сам элемент используется в атомной промышленности и получил сегодня перспективу более широкого применения как в ядерных реакторах, так и в возможном решении проблемы уничтожения излишков плутония, полученного при разборке ядерных боеголовок.

Геологи в 30-е годы XX столетия, опередив время, открыли и сделали первую пробную добычу минерала редкоземельного элемента тория -

монацита, который уже через несколько лет был востребован нарождающейся атомной отраслью промышленности. С началом реализации атомного проекта СССР десятки геологических партий по всей территории Советского Союза направились искать расщепляющийся элемент торий вместе с ураном[4,6].

Поиски редкоземельных минералов, содержащих торий, начались задолго до практического использования внутриядерной энергии для нужд промышленности. Главным из них был монацит. Его добыча велась уже в конце 30-х годов XX столетия на речках, ручьях и ключах правого берега реки Кан (примерно в 65 километрах от города Канска) вниз по его течению. Центром был посёлок Таранчет, который располагался на речке Таранче, впадающей в 7 километрах от него в реку Кан. Промышленной добыче предшествовала работа старательских артелей и первых геологов, которые при промывке золотых песков обнаруживали рыжеватый шлих, который трудно было отделить от драгоценного металла. Официальные отчёты геологов говорят о том, что ещё в 1932 – 1933 годах на Юге Енисейского кряжа впервые монацит был обнаружен партией А.С. Хоментовского .

В 1935 году бывший студент Томского госуниверситета геолог И.П. Кочетков подтвердил промышленное содержание монацита в Таракских россыпях и первый установил его высокое – до 75% содержание. В 1937 году была организована Красноярская партия № 3 с целью выяснения возможностей редкометалльного оруденения Южно-Енисейского кряжа. В состав этой партии входил специальный отряд под руководством В.А. Тимофеевского. Главной задачей явились детальные поисковые работы на площади Таракских россыпей. Эта партия принадлежала Западно-Сибирскому отделению Союзредметразведки. Работы проводились под руководством профессора Томского Индустриального института Ю.А. Кузнецова.

Партией были подсчитаны первые промышленные запасы, которые составили более 4 млн. кубометров оруденелых песков с 2762,96т монацита.

В 1938 – 1939 годах организовали специализированную геологоразведочную партию «Промразведка». Ею были изучены условия залегания и возможной разработки месторождений монацита на речках Тараке, Казачьей и Осиновому ручью. Кроме того, на р. Тараке были подсчитаны запасы золота (247,17 кг), граната (1209,27 кг.), ильменита – 5702,6 тонны. Здесь уже в течение нескольких лет работали старательские артели по добыче золота**,** которые также обнаруживали рыжеватый песок, трудно отделяемый от золота.

Таракское месторождение монацита было первым в СССР промышленным месторождением тория и редких земель**.** Здесь всё было впервые. Геологи Промразведки усовершенствовали несложное устройство для промывки и обогащения монацитовых песков, называемое многогрохотной бутарой, и с её помощью сделали первую пробную добычу. В 1938 году впервые в Союзе здесь было получено 11 тонн 30-процентного монацитового концентрата. Ранее его завозили из-за границы. Руководил геологической партией Промразведки геолог В.Н. Старков и инженер М.Г. Русанов. Старков позже стал первым директором «Таракстроя». *(Кстати на этом предприятии в конце 40-х годов XX столетия трудился горнорабочим отец В.А. Домаренко Алексей Герасимович Домаренко)*. Пробная добыча осуществлялась под руководством горного техника М.Н. Афанасьева.

Разведанные запасы позволили уже в 1939 году начать строительство предприятия «Таракстрой» с производительностью 500 – 600 тысяч кубометров песка в год и получением металла *церия* (тория) в концентратах до 14,5 тонн в год. Рабочий посёлок, который начал строиться, назывался Таракстроем Курышинского сельского совета. Формально датой организации Таракстроя называют 1940 год, когда были закончены разведочные работы 1938 – 1939 года.

За первые семь лет было получено 573 тонны монацита в перерасчёте на 30-процентный редкоземельный концентрат (Табл. 1) [3].

Таблица 1 – Добыча монацита Таракской россыпи в 1938-1944гг.

Годы	1938	1939	1940	1941	1942	1943	1944
Тонны	11,0	59,1	117,9	139,6	82,4	77,9	85,1

Важнейшую роль в реализации возрастающих планов получения тория имели объёмные и почти непрерывные работы геологических партий. Широким фронтом они велись и на территории Красноярского края. Без преувеличения можно сказать, что каждый квадратный метр огромной площади на север от реки Кан, начиная с речек Курыш и Тарака до Енисея, был исследован геологами.

Осуществить быстро намеченные планы по монациту помешала война. Только в ноябре 1946 года приказом Министра цветной металлургии № 175сс/оп (совершенно секретно, особая папка) были утверждены мероприятия по строительству Таракского комбината для обеспечения сырьём «установленного правительством плана по производству церия». Устав предприятия был утверждён Министром цветной металлургии П.Ф. Ломако и зарегистрирован 22 ноября 1947 года**.**

Одновременно велись пробные работы. Ввод первой очереди комбината был определён III кварталом 1949 года.

Можно смело сказать, что реализация атомного проекта СССР на территории Красноярского края началась с работы Таракского комбината. Позже заработали Железногорский горнохимический комбинат, Зеленогорский Электрохимический завод и Красноярский химико-металлургический завод. Они образовали ядерный комплекс Красноярья.

Из доклада руководителей атомного проекта СССР И.В. Курчатова, Б.Л. Ванникова и М.Г. Первухина на имя И.В. Сталина от 26 декабря 1946 года явствует, что в СССР в 1945 – 1946 годах было разведано уже 9 месторождений монацита с общим содержанием тория 25885 тонн. Но только два из них – Актюзское (Киргизская ССР) и Таракское (Красноярский край) находились в эксплуатации. Тогда общие запасы тория на Актюзском месторождении составляли 7700 тонн при концентрации в руде 0,06 %, а в Таракском – 500 тонн при концентрации в руде 0,003 %. Позднее, с развёртыванием плановой работы геологических партий, количество залежей значительно увеличилось. За 1945 – 1950 годы активного поиска по всей стране были выявлены ещё большие запасы тория. Общее его количество к 1951 году в стране оценивались в 45430 тонн. На этой базе было построено 7 горных предприятий производительностью 110 тонн тория в концентрате в год. Таракский комбинат в то время был самым мощным по объёмам производства среди семи действующих горнодобывающих предприятий данного профиля.

С 1946 по 1951 год он нарастил производство тория в солях с 2,7 тонн до 25 тонн. Но позднее правительством планы по торию были снижены ввиду наличия на складах его достаточного количества.

Общее количество тория которое необходимо было иметь в 1946-1950гг. для экспериментального реактора, обозначено в докладной записке начальника I Главка Б.Л. Ванникова к Л.П. Берия от 11 мая 1946г. *(даётся в сокращении)*

Сов. секретно

Особая папка

Товарищу Берия

В соответствии с поручением Специального комитета от 13 апреля 1946г. Докладываю:

Вопрос о размерах потребности в продукте Б-9 (торий) был рассмотрен на заседании Научно-технического совета первого главного управления 6 мая с.г.

...потребные количества продукта Б-9, ...

-к концу 1947г. – 1 тонна металла и 2 тонны оксида для проведения экспериментальных работ;

-к концу 1948г. – началу 1949г. – 5 тонн металла в опытный котёл, 1.5 тонны окиси – на изоляцию к нему и 20 тонн – на изоляцию котла «уран – тяжёлая вода»;

-остальное количество к 1950 году...

Б. Ванников [3]

Хотя этот документ определил программу добычи ториевых минералов на три ближайших года, активные их поиски и добыча продолжались долгие годы по конкретным планам, спускаемым соответствующим предприятиям и геологическим партиям, в том числе и Таракскому горнопромышленному управлению». Всего же, установленное Правительством задание Министерству цветной металлургии произвести за 1947 – 1949 годы 50 тонн металлического тория и 150 тонн окиси тория отечественными разработками не обеспечивалось и дополнительно пришлось вывозить трофейное сырьё из Германии.

Часть комбинатов и рудоуправлений была подчинена Второму главному управлению при СМ СССР, а два входили в структуру Министерства внутренних дел СССР – это горно-промышленное управление №11, г. Алдан Якутской СССР и Таракский комбинат в Красноярском крае.

Работы по производству металлического тория (продукт Б-9) и его солей из монацита и других минералов были начаты Министерством цветной металлургии в 1946 году на заводе «А», ст. Москворечье и опытной установке в городе Подольске. Методика получения металлического тория из монацитов была разработана по заданию Спецкомитета при СМ СССР группой немецких специалистов под руководством доктора Риля.

Таракский комбинат поставлял туда монацитовый концентрат, в котором содержалось чистого тория в количестве: 1946 год – 2,7 тонн, 1947 г. – 5,2 т., в 1948 – вдвое больше, в 1949 году 15 т. а в 1950 году 25 т. (табл.2).

(Из документа 286, Атомный проект СССР, т.II, кн. 4) [3]

В апреле 1949 года Таракский комбинат перевели из Министерства металлургической промышленности в состав Главного управления «Енисейстрой» МВД СССР. 20 июля 1949 года приказом МВД СССР там был организован ИТЛ (исправительно-трудовой лагерь), а в октябре лагерь был преобразован в Лагерное отделение п/я 55 с подчинением УИТЛ «ДС Енисейстрой».

Таблица 2 – Сводная справка о запасах тория в недрах, добыче тория в концентратах, производстве солей тория и металлического тория

25 марта 1951 года
Сов. секретно
(Особая папка)
(в тоннах)

	1946	1947	1948	1949	1950	План на 1951 год
Добыча *тория* в концентрате	4, 3	20,6	42,6	57, 7	108, 1	40
Производство солей *тория*	—	0, 6	28,4	10,7	20,2	15
Производство металл*ического тория*	—	2,2	3,8	20,3	27,6	25

Разведанные запасы тория в недрах на 1/1 1951 года — 45430 тонн в пересчёте на металл.

«Енисейстрой» – главное управление МВД СССР по разведке и эксплуатации предприятий цветных и редких металлов в Красноярском крае организовано 16.04.1949 года. В состав главка входили 10 лагерей (ИТЛ). Они сформировались в разное время, но действующими были лишь некоторые из них: Таёжный в Канском районе, Туимский в Хакассии и Красноярский, известный как «Краслаг Енисейстроя». В 1951 году их объединили в лагерь «ДС».

«В состав «Енисейстроя» входила также «шарашка» (спецтюрьма) ОТБ-1, выполнявшая проектные работы для объектов Енисейстроя. В ОТБ-1 сидели геологи и металлурги.

На п/я 55 работало до 5 тысяч заключённых. До 1953 года там были только мужчины, а потом их заменили женщинами. Заключённые в основном работали на строительстве посёлка, лесосеках, готовили площадки под вскрышу. Для женщин дополнительно был организован цех щипки слюды от Заозёрновской слюдяной фабрики.

В состав Таракского комбината, который получил на момент передачи в МВД название «Таёжное горнопромышленное управление (ТГПУ) и ИТЛ», входили: 8 приисков, 2 дражных полигона, 8 обогатительных фабрик, доводочная фабрика, 2 действующие электростанции, строящася Камалинская электростанции на 6000 квт на станции Камала Красноярской железной дороги, механические мастерские, 3 лесозаготовительных участка, лесозавод и деревообрабатывающие мастерские, 3 строительно-монтажных участка, торгово-снабженческие предприятия, сельхоз, ИТЛ [3].

Это было строго засекреченное предприятие, и все важные документы шли с грифом «Совершенно секретно» (особая папка) до 1954 года и возглавляли его военные. В 1954 году в связи с известными событиями в стране с грифа убрали «особую папку», а начальник Таёжного горно-промышленного управления – майор Н.Т. Глушков вышел в отставку и стал гражданским руководителем. Предприятие работало до 1960 года. За это время было сделано много по повышению производительности труда работников – широко внедрялась механизация процессов добычи и переработки монацита: драги, мощный шагающий экскаватор, трактора и автомобили, винтовые сепараторы и другое. Как и в городах атомной промышленности, жилой посёлок Таёжный застраивался комплексно и получил статус посёлка городского типа. В 1960 году там насчитывалось 15 тысяч жителей. После *ликвидации предприятия в связи с достаточным количеством монацита на складах, там* оставался работать мощный леспромхоз и мехмастерские. Но со временем почти всё производство было утрачено и к 2010 году в посёлке осталось всего около двух тысяч жителей.

На огромной территории за Каном остались нетронутые залежи монацита, ильменита, граната и других ценных минералов, в ом числе золота. У Таракского месторождения за последние десятилетия появилось много новых богатых конкурентов в Томской, Омской, Новосибирской, Челябинской, Читинской областях и на Алдане.

Торий же в скором времени наверняка будет востребован, но уже в больших количествах, так как альтернативы ядерной энергетике мы пока не видим.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бойко В.И., Власов В.А. и др. Торий в ядерном топливном цикле. - М.: Издательский дом «Руды и металлы», 2006. – 360с.

2. Венецкий С.И. Рассказы о металлах. - М.: «МИСИС» - «Руды и металлы», – 2005. – С.418-432.

3. Волобуев Г.Т. От слюды до урана. – Зеленогорск: - типография «ПО «ЭХЗ». – 2010. – 240с.

4. Домаренко В.А., Рихванов Л.П. Очерки по истории изучения радиоактивности и становлении урановой геологии в Центральной Сибири. Очерк первый Истоки. //Томск. – Известия ТПУ. – 2007. - №1, Т 311 –С. 146-150.

5. ЗенченкоА.П. Мифы и факты об уране. – Краснкаменск-Иркутск. – Изд-во «Пресс». – 2002. – 397с.

6. Рихванов Л.П. Становление и развитие сибирской радиогеохимической школы в ТПУ. // Разведка и охрана недр. – 2001. - №7. – С. 37-42

УДК 669.041

Е.В. Протопопов[1], В.В. Павлов[2], М.В. Темлянцев[1], Н.Ф. Якушевич [1], П.П. Лазаревский[2], Ю.В. Романенко[2], О.Е. Лысенко[1]

ВОССТАНОВЛЕНИЕ БРИКЕТИРОВАННЫХ ШИХТ ИЗ КРЕМНЕЗЁМСОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛОВ И КАРБОНИЗАТА «РЕКСИЛ»

[1]ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет», г. Новокузнецк

[2]ООО «Регионстрой» г. Новокузнецк

Исследования восстановительных процессов, протекающих при взаимодействии кремнезёмсодержащих материалов различными углеродистыми восстановителями, проводились многократно [1, 2], однако, в связи с необходимостью переработки техногенного кремнезёмсодержащего сырья (пыль, мелочь кварцитов, пески) эта тема остается актуальной и особенно интересной при появлении на рынке новых высококачественных углеродистых восстановителей типа карбонизата «Рексил».

В настоящей работе экспериментально изучалось восстановление брикетированных шихтовых смесей состоящих из микрокремнезема, песка (96,37 % фракции 0,14 мм), карбонизата «Рексил» фракции 0 – 5 мм и связующего (водный раствор едкого натра (12,43 %) и микрокремнезема (29,2 %). Компонентный состав шихтовых смесей приведён в таблице 1.

Таблица 1 – Компонентный состав и характеристики изготовленных брикетов

№ состава	Состав	Количество, г	Количество, % по массе	Усилие прессования, МПа/брикет	Плотность брикетов, кг/м^3
1	Карбонизат Рексил (фр. 0 – 5 мм) Песок кварцевый ВС-050-1 Микрокремнезем Натр едкий марка РД Вода	35,0 65,0 3,0 2,7 20,0	27,84 51,71 2,37 2,15 15,93	15	1260
				30	1280
2	Карбонизат Рексил (фр. 0 – 5 мм) Песок кварцевый ВС-050-1 Микрокремнезем	35,0 44,0 24,0	27,30 34,32 18,72	15	1390

	Натр едкий марка РД Вода	2,7 22,5	2,11 17,56	30	1510
3	Карбонизат Рексил (фр. 0 – 5 мм) Песок кварцевый ВС-050-1 Стекло жидкое натриевое из микрокремнезема Вода	20,0 80,0 5,0 17,5	16,33 65,31 4,08 14,38	15	1450
				30	1480
4	Карбонизат Рексил (фр. 0 – 0,315 мм) Мука кварцевая (фр. 0 – 0,315 мм) Стекло жидкое натриевое из микрокремнезема Вода	35,0 65,0 5,0 27,5	 26,42 49,06 3,77 20,75	15	1530
				30	1560

Химический состав использованных кремнезёмсодержащих материалов приведён в таблице 2, сравнительные показатели качества карбонизата «Рексил» и древесного угля – в таблице 3.

Таблица 2 – Химический состав кремнеземсодержащих материалов

Материал	Содержание компонентов, масс. %											
	C	Al_2O_3	SiO_2	P	S	CaO	Fe_2O_3	MgO	Na_2O	K_2O	Zn	Pb
Микрокремнезем	1,47	1,79	85,12	0,09	0,03	0,43	6,33	1,1	1,03	0,53	0,16	2,05
Песок кварцевый	–	–	99	–	–	–	0,67	–	–	–	–	–

Из данных приведенных в таблице 3 видно, что по большинству показателей качества и экспериментальных характеристик карбонизат «Рексил» лучше древесного угля, традиционного считавшимся наилучшим из углеродистых восстановителей, применяющихся при плавке ферросплавов в руднотермических печах.

Таблица 3 – Сравнительные показатели качества РЕКСИЛа марки КУ (Ультра), исследованной пробы и древесного угля

Показатели	Древесный уголь		РЕКСИЛ	
	среднеста-тистический	[1]	Марки КУ (Ультра) (среднеста-тистический)	Исследуемая проба
Технический анализ, %:				
A^c	2,1	1,45	3,2	6,42
V^{daf}	19,0	14,5	0,8	5,31
W^r	6,0	–	4,0	3,44
S^d	н/д	–	0,35	
P^d	н/д	–	0,02	
Плотность, г/см^3:				
кажущаяся	–	0,33 – 0,44	–	–
истинная	–	1,46 – 1,48	–	–
Количество твердого углерода	79	95	96	

на сухую массу, при температуре выжига 800 – 1000 °С, $C_{тв}$, %				
Структурная прочность, %	30 – 40	–	70 – 85	–
Пористость, %	77,0	–	45 – 53	–
Удельное электросопротивление при 1600 – 1800 °С, Ом·см	$1 \cdot 10^6$	$2{,}1 \cdot 10^6$	$0{,}6 \cdot 10^6$ – $0{,}98 \cdot 10^6$	–
Йодовое число, %	13,2	–	17,5	–
Удельная площадь поверхности (по йодовому числу) $м^2/г$	132	–	175	–
Реакционная способность по SiO_2, мл/г·с	10 – 12	–	7 – 12	–
Реакционная способность по CO_2, мл/г·с	–	11,1	16	–
Насыпная плотность, $кг/м^3$	–	440	–	410
Химический состав золы, %				
SiO_2	2,34	1,9	40,5	–
Al_2O_3	12,3	3,4	17,6	–
CaO	42,5	41,08	5,3	–
Fe_2O_3	1,6	0,85	10,3	–
P_2O_5	–	5,12	–	–
Абсолютная масса золы на 1 тонну твердого углерода $C_{тв}$ (кг)	37,6	–	33,3	–
Абсолютная доля вредных примесей (CaO+ Al_2O_3+ Fe_2O_3), в золе (%)	56,4	–	33,2	–
Абсолютная масса вредных примесей (CaO+ Al_2O_3 + Fe_2O_3), на 1 тонну твердого углерода $C_{тв}$ (кг)	21,2	–	11,0	–
Насыпная масса, $т/м^3$	–	–	0,22 – 0,3	–

Химический состав шихтовых смесей по результатам рентгенофлуоресцентного анализа приведён в таблице 4.

Поведение брикетированных шихт при нагревании изучалось методом термогравиметрического анализа на дериватографе LABSYSevoTG DTA DSC 1600 при скорости нагрева 15 °/мин до температур 1200 °С (шихта № 3), 1300 °С (шихта № 1 и № 2) и 1500 °С (шихта № 4) на воздухе и до 1500 °С (шихты № 3 и № 4) при нагревании в токе аргона.

Таблица 4 – Химический состав шихтовых смесей

№ пробы	Массовая доля элементов, %								
	Fe_2O_3	SiO_2	CaO	MgO	Al_2O_3	C	K_2O	Na_2O	$\frac{X_C}{X_{SiO_2}}$
Ш1	0,64	59,89	0,34	0,15	0,97	33,56	0,076	2,95	2,797
Ш2	1,31	60,71	0,44	0,38	1,79	34,53	0,33	3,49	2,843
Ш3	1,32	69,32	0,26	0,13	0,81	26,88	0,036	1,74	1,939
Ш4	0,79	61,15	0,22	0,13	0,86	33,38	0,023	1,48	2,73

Из результатов термогравиметрического анализа (рисунок 1, таблица 4) видно, что во всех случаях потери массы за счет испарения влаги при температурах 25 – 150 °С составляют не более 1 % масс и сопровождаются, начиная с 50 °С, выделением летучих восстановителя (~ 3 %), что отражается в эндотермическом эффекте (1), однако, при нагревании на воздухе при ~ 200 °С начинается окисление летучих а при t ≈ 300 °С начинается окисление углерода карбонизата, что сопровождается значительной потерей массы и положительным тепловым эффектом (например 4), на который, однако, накладывается отрицательный тепловой эффект реакции диссоциации (восстановления) оксидов железа (Fe_2O_3), присутствующих в золе восстановителя ($m_в$ – 0,064·0,103), %, микрокремнезема ($m_{мк}$·0,0633), %, кварцевом песке (~ $m_п$ ·0,005), %, в результате чего суммарная экспериментальная кривая $\Delta Q_{Ш4}$ – f (t °С), и, аналогично, кривые $\Delta Q_{Ш1}$, $\Delta Q_{Ш2}$, $\Delta Q_{Ш3}$ имеют сложную форму. Кроме того, на этих кривых фиксируются эффекты полиморфных превращений: $\beta_{тридимит} \rightarrow \alpha_{тридимит}$ (t = 500 – 580 ºС, ΔV = -0,3 %, ΔH = 188 Дж/моль) и сдвоенные пики $\alpha_{кварц} \rightarrow \alpha_{кристобалит}$ (t = 910 – 1010 ºС, ΔV = +14,4 %, ΔH = 337 Дж/моль) и $\alpha_{кварц} \rightarrow \alpha_{тридимит}$ (ΔV = +14,7 %, ΔH = 502 Дж/моль). Следует отметить, что значительные изменения объема (ΔV > 14 %) при этих полиморфных превращениях часто являются причиной растрескивания кусковых материалов, их переизмельчению и, как следствие, ухудшению газопроницаемости шихты и расстройству хода печи при электроплавке.

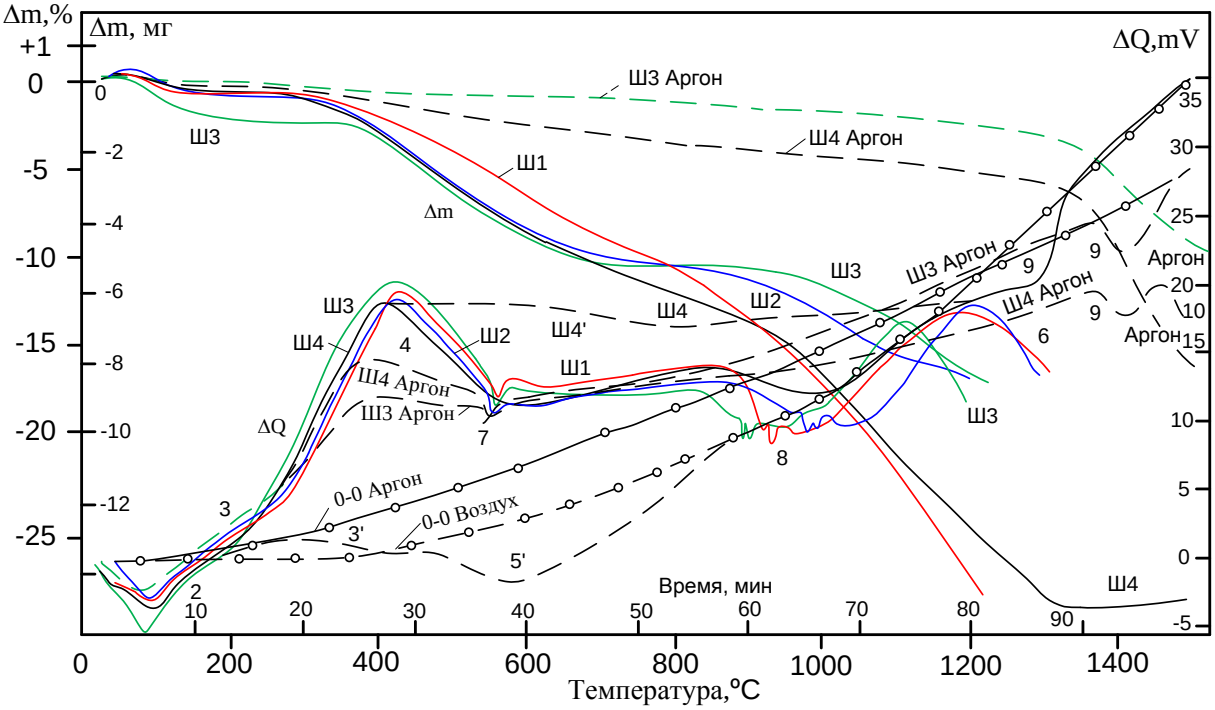
При температурах 1050 – 1300 ºС на кривых ΔQ = f (t ºС) при продолжающейся потере массы за счет окисления углерода при температурах 1050 – 1300 ºС фиксируется экзотермический эффект (6), который можно отнести на счет образования силикатов калия, натрия, марганца.

При нагревании до 1500 ºС шихтовых смесей Ш3 ($X_C : X_{SiC}$ = 1,94) и Ш4 ($X_C : X_{SiO_2}$ = 2,73), фракции – 0,315 мм в токе аргона все описанные экзотермические эффекты (3, 4, 6) и эндотермические (2, 7) отсутствуют. Незначительная потеря массы за счет реакции окисления углерода и летучих кислородом адсорбированным шихтовыми материалами и остаточным

кислородом, присутствующим в камере после продувки аргоном и в аргоне. Для шихты Ш3 (X_C : X_{SiO_2}= 1,94) потеря массы за счет реакций окисления составила 3 %, для шихты Ш4 (X_C : X_{SiO_2} = 2,73) ~ 5 % (увеличение на 2 %, очевидно за счет повышенной адсорбции кислорода в тонко измельченных шихтовых материалах). Интенсивная потеря массы и экзотермический эффект для шихт Ш3 (нагрев на воздухе) и Ш4 (воздух, аргон), проявляются при достижении температур ~ 1300 ºС (воздух) и 1400 ºС (аргон) при начале взаимодействия кремнезема с углеродом (9) по реакции

$$SiO_2 + C = SiO_{(г)} + CO_{(г)} \quad (1)$$

$$(\Delta m_{Ш3} \approx 5\ \%,\ \Delta m_{Ш4} \approx 9\ \%)$$



0-0 – ноль кривые; Ш1, Ш2, Ш3, Ш4 – кривые гравиметрического (Δm) и термического (ΔQ) анализов снятые на воздухе (сплошные линии) и в атмосфере аргона (пунктирные линии), мелкий пунктир (3' и 5') – гипотетические кривые значений ΔQ для окисления летучих (3'), углерода (4') и восстановления Fe_2O_3 (5')

Рисунок 1 – Термогравиметрический анализ брикетированной шихты SiO_2 + nC

Таблица 5 – Результаты термогравиметрического анализа шихтовых смесей

№ п/п	Прооцессы	Шихтовые смеси																													
		*№1:B_{0-5}-33,1%; П-65%; МК-3%; Na-2,5%; $X_C : X_{SiO_2}$=2,8; t_{max}=1300°C					№2: B_{0-5}-33,1%; П-41,6%; МК-22,7%; Na-2,5%; $X_C : X_{SiO_2}$=2,84; t_{max}=1300°C					№3: B_{0-5}-19,5%; П-77,9%; ЖС-2,63%; $X_C : X_{SiO_2}$=1,94; t_{max}=1200°C										№4: $B_{0-0,315}$-35%; $П_{0-0,2}$-65%; ЖС-2,7%; $X_C : X_{SiO_2}$=2,73; t_{max}=1500°C									
		Δm, %	$t_{нач}$, °C	t_{max}, °C	$t_{кон}$, °C	ΔQ±	Δm, %	$t_{нач}$, °C	t_{max}, °C	$t_{кон}$, °C	ΔQ±	Δm, %		$t_{нач}$, °C		t_{max}, °C		$t_{кон}$, °C		ΔQ±		Δm, %		$t_{нач}$, °C		t_{max}, °C		$t_{кон}$, °C		ΔQ±	
												воз.	арг.	воз.	арг.	воз.	арг.	воз.	арг.	воз.	арг.	воз.	арг.	воз.	арг.	воз.	арг.	воз.	арг.	воз.	арг.
1	Дегидратация	-1	30	100	150	–	-1	30	110	160	–	-2	-1	30	30	90	80	150	120	–	–	-1	-1	30	30	100	80	160	100	–	–
2	Выделение летучих	-4	50	150	400	–	-5	100	300	360	–	-4	–	160	100	400	300	450	400	–	–	-5	–	70	100	300	300	350	400	+	–
3	Окисление летучих	–	150	–	400	+	–	100	–	400	+	1	–	160	170	300	250	450	400	+	+	–	–	170	160	300	300	450	420	+	+
4	Окисление углерода	-24	250	430	1200	+	-17	240	430	1200	+	-17	-2	190	400	430	–	1200	1350	+	+	-24	-4	250	300	430	–	1500	1350	+	+
5	Восстановление Fe_2O_3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	450	–	600	–	900	–	–	–
6	Образование силикатов Na, K, Mn	–	1050	1200	1300	+	–	1070	1220	1300	+	–	–	1060	–	1160	–	1300	–	+	–	–	–	1050	–	1250	–	1300	–	+	–
7	Полиморфное превращение	–	500	570	580	–	–	560	570	580	–	–	–	560	–	570	–	580	–	–	–	–	–	560	–	570	–	580	–	–	–
8	Полиморфное превращение	–	910	920	930	–	–	990	1000	1010	–	–	–	900	–	910	–	920	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
9	Восстановление SiO_2 до SiO по реакции SiO_2+C= $SiO_г$+$CO_г$	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	-3	–	1350	–	1400	–	1500	–	–	-2	-10	1200	1350	1300	1400	1350	1450	–	–
ΣΔ, %		-29	–	–	–	–	-23	–	–	–	–	-23	-6	–	–	–	–	–	–	–	–	-34	-15	–	–	–	–	–	–	–	–

*, B_{0-5} – восстановитель фракции 0 – 5 мм; П – песок; МК – микрокремнезем; ЖС – жидкое стекло.

На кривой ΔQ = f (t °C) для шихты Ш4 (аргон) при температуре ~ 1500 °C фиксируется начало еще одного эндотермического эффекта, связанного с началом реакции образования карбида кремния

$$SiO_{2(тв)} + 3C_{(тв)} = SiC_{(тв)} + 2CO. \quad (2)$$

Взаимодействие материалов при более высоких температурах (1700 – 1850 °C) изучалось при прокалке брикетированных шихт в печи Таммана в течении 20 мин. Тигель с брикетом вводился в горячую зону печи, предварительно нагретую до заданной температуры (1700, 1750, 1800, 1850 °C).

О степени протекания реакций судили по изменению массы исходного материала.

Продукты реакций представляли собой, в основном, порошкообразный материал, в некоторых опытах в продуктах присутствовал стекловидный шлак и корольки металла.

Продукты плавки подвергались рентгенофазовому и рентгеноспектральному анализам. Результаты гравиметрического анализа представлены на рис. 2 и в таблице 6.

При 1700 °C минимальная потеря массы (25 – 30 %) наблюдается у шихтовых смесей Ш4 и Ш3, что практически равно потере массы навески при нагреве на воздухе при 1400 °C (рис. 1) за счет окисления углерода и летучих и восстановления Fe_2O_3. Можно считать, что в интервале температур 1400 – 1700 °C в этих шихтовых смесях физико-химические взаимодействия сводятся к реакциям (1) и (3).

$$SiO_{(г)} + 2C_{(тв)} = SiC_{(тв)} + CO_{(г)} \quad (3)$$

В тонкоизмельченной смеси Ш4 с достаточной полнотой реализуется реакция (3) за счет развитой поверхности рексила (фракция 0 – 0,315), в шихте Ш3 при недостатке углерода ($X_C : X_{SiO_2}$ = 1,94) и высокой крупности восстановителя (0 – 5 мм) реакция (2) получает слабое развитие.

Максимальная степень восстановления достигается в шихте Ш3 (опыты 1.1, 1.2 и 1.3) ~ 50 %.

Во всех случаях при 1700 °C продукты синтеза представляют собой порошкообразный материал с зеленоватым оттенком (смесь $SiO_{2тв}$, $C_{тв}$, $SiC_{тв}$).

При 1750 °C наблюдаются аналогичные структуры с образованием большего количества карбида кремния.

В интервале температур 1700 – 1800 °C минимальная степень восстановления наблюдается в шихте Ш1 (опыты 1.1, 1.2, 1.3) – (см. рис. 2 – участки «б» и «в») за счет плохой реализации реакции (3) при малой поверхности крупного углеродистого восстановителя и экранировании реакционной поверхности слоем карбида кремния, максимальная потеря

массы (~ 23 – 36 %) наблюдается у шихты Ш4 при использовании тонкоизмельченного восстановителя.

Суммарная степень восстановления (по потере массы) в интервале температур 0 – 1800 °С составляет от ~ 42 ÷ 47 % (опыты 3.3 и 3.2) до 65 – 70 % (опыты 2.2, 1.1, 2.1).

В интервале температур 1800 – 1850 °С в шихтах Ш1, Ш2, Ш4 восстановление практически не идет (потеря массы в опытах 1.1, 2.1, 4.1 составляет 1 ÷ 4 %) – (рис. 2 «в») и лишь в опыте 3.1 (шихта Ш3) степень восстановления составила более 20 %, так как при соотношении $X_C : X_{SiO_2}$ = 1,94 и практически полном расходе восстановителя (при 1800 °С $\Delta m_{Ш3}$ = $44_{(3.3)}$ ÷ $54_{(3.1)}$ %) на образование карбида по реакции (2) получают интенсивное развитие реакции (4 и 5)

$$2SiO_{2ж} + SiC_{тв} = 3SiO_г + CO_г, \quad (4)$$

$$SiO_г + SiC_{тв} = 2Si_ж + CO_г, \quad (5)$$

в результате в продукте синтеза опыта 3.1 присутствуют корольки кремния.

Все продукты синтеза в дальнейшем подвергались рентгенофазовому и рентгеноспектральному анализу. Результаты рентгенофазового анализа представлены в таблице 7.

Результаты рентгенофазового анализа (РФА)

1700 – 1750 ºС (рисунок 3, таблица 7) Независимо от шихтовки во всех случаях присутствуют первичный кристобалит, присутствующий в качестве минеральной составляющей в исходных материалах, и β_{SiC} (иногда в небольшом количестве αSiC (4H)), что говорит о неполном протекании процесса восстановления. Всегда присутствуют примеси (стеклофаза, мелкодисперсные зародыши карбида β_{SiC} на поверхности углеродистого восстановителя, неподдающиеся расшифровке из-за очень малых размеров).

1800 ºС. Вторичный кристобалит, образовавшийся в процессе кристализации расплавов при их охлаждении, присутствует только в пробах шихтовки № 4 (карбонизат фракции 0 – 0,315 мм + кварц фр. 0 – 0,3 мм), как при низких температурах (1700 – 1750 ºС) так и при температурах, превышающих температуру плавления кремнезема (вторичный кристобалит). Во всех пробах присутствует достаточно много низкотемпературных модификаций карбида кремния (β_{SiC} и политип 4H α_{SiC}) и ренгеноаморфных фаз – стекло, зародыши кристаллов β_{SiC} и α_{SiC} (4H) нанометрических размеров и искаженные фрагменты решетки графита рексила. В большинстве проб при 1800 ºС идентифицируется графит, в четырех пробах (1.2, 1.3, 2.2 и 2.3) вероятность начала графитации непрореагировавшего углерода просматривается уже при 1750 ºС. В пробах 3.1 и 2.2 в шихтовых смесях,

содержащих микрокремнозем, в котором в качестве примесей присутствует значительное количество Fe_2O_3, в продуктах присутствует дисилицид железа $FeSi_2$ и, возможно, кремний, образующийся при кристаллизации корольков сплавов Fe – Si.

1850 ºС. В опытах 1.1, 2.1, 3.1, 4.1, проведенных при 1850 ºС зафиксировано присутствие элементного кремния, наибольшее количество в опыте 3.1 (Ш3, $X_C : X_{SiO_2} = 1{,}94$), где в продуктах визуально просматриваются корольки кремния; в опытах 2.1 (1850 ºС), а так же 2.1 (1800 ºС) в шихте которых присутствует значительное количество микрокремнезема (22,7 %), которым вносится значительное количество примесного железа, являющегося растворителем кремния, обнаружен дисилицид железа $FeSi_2$.

Выборочные дифрактограммы продуктов опытов 4.1 (Ш4, 1850 ºС), 3.1 (Ш3, 1800 ºС), 3.3 (Ш3, 1700 ºС), 3.2 (Ш3, 1800 ºС), 3.1 (Ш3, 1850 ºС) представлены на рис. 3.

Химический анализ продуктов восстановления проводился на рентгеноспектральным анализаторе XRF·1800.

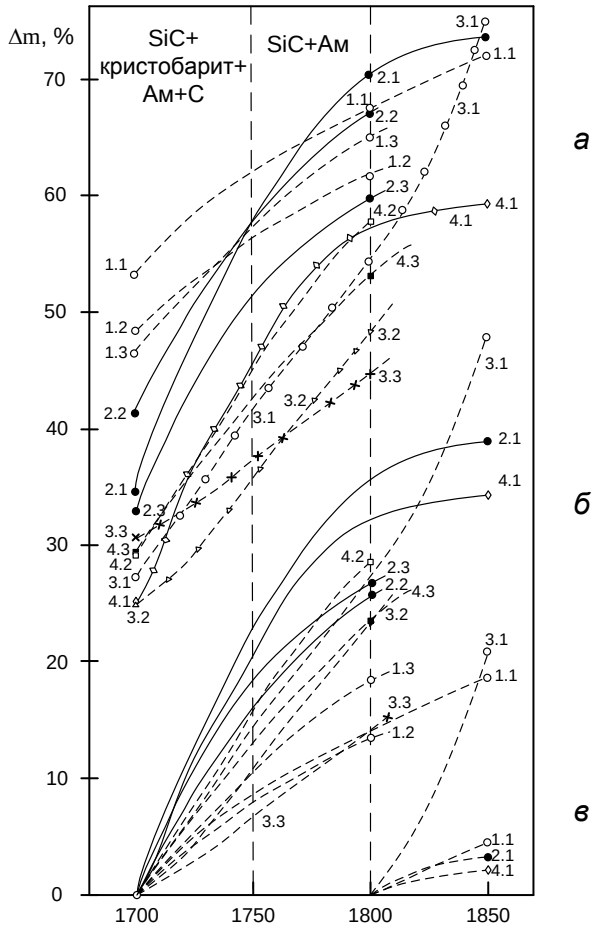


Рисунок 2 – Результаты гравиметрического анализа продуктов восстановления (цифры у кривых – номера опытов в таблице 6, Ам – рентгеноаморфный материал)

Таблица 6 – Результаты анализа продуктов восстановления

№ пробы	Массовая доля элементов														
	C^x_{SiC}	SiC^x	Si^x_{SiC}	FeO/Fe^x	SiO^x_2	$Si_{общ}$	CaO	MgO	Al_2O_3	S	C	$C^x_{своб}$	$C^x_{общ}$	K_2O	Na_2O
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1.1 T=1750	–	–	–	0,43	68,42	–	0,32	0,14	1,44	0,030	18,05	–	–	0,020	0,30
1.1 T=1750	–	–	–	0,35	64,71	–	0,23	0,11	1,16	0,044	27,29	–	–	0,024	0,39
1.1 T=1800	–	–	–	0,73	71,07	–	0,24	0,055	1,57	0,012	28,06	–	–	0,011	0,018
1.1 T=1850	22,81	76,04	~53	0,63	74,55	64,77	0,25	0,052	1,19	0,011	22,53	2,41	26,1	0,010	отс.
1.2 T=1700	7,3	24,36	17,05	0,34	60,92	46,79	0,27	0,23	1,18	0,048	33,49	14,38	21,68	0,030	0,46
1.2 T=1750	–	–	–	0,39	61,95	–	0,24	0,17	1,16	0,044	28,93	–	–	0,020	0,41
1.2 T=1800	–	–	–	0,52	69,65	–	0,21	0,078	1,61	0,019	20,60	–	–	0,021	0,19
1.3 T=1750	–	–	–	0,39	65,19	–	0,23	0,13	1,21	0,035	26,56'	–	–	0,017	0,44
1.3 T=1800	–	–	–	0,033	61,41	–	0,19	0,11	0,91	0,048	33,52	–	–	0,013	0,34
1.3 T=1700	17,52	58,42	40,9	0,65	71,69	62,1	0,23	0,081	1,43	0,012	17,13	3,59	21,1	0,022	0,075
2.1 T=1700	–	–	–	0,99	57,91	–	0,35	0,34	0,85	0,060	35,25	–	–	0,20	1,24
2.1 T=1750	11,16	37,2	26,04	0,95/1,51	61,68	48,63	0,33	0,43	0,95	0.048	30,98	12,39	23,5	0,16	0,76
2.1 T=1800	–	–	–	1,38	72,77	–	0,41	0,16	1,38	0,010	22,21	–	–	0,018	0,033
2.1 T=1850	25,14	83,81	58,67	1,53/3,0	73,01	67,81	0,38	0,12	1,89	0,010	18,68	1,08	26,2	отс.	отс.
2.2 T=1700	–	–	–	0,94	61,46	–	0,33	0,54	1,31	0,040	28,32	–	–	0,17	0,83
2.2 T=1750	–	–	–	0,95	60,77	–	0,35	0,40	1,31	0,048	28,47	–	–	0,16	0,70
2.2 T=1800	22,79	75,97	53,18	1,26/2,37	72,49	63,83	0,38	0,11	1,98	0,010	19,06	3,53	26,3	0,022	0,29
2.3 T=1700	–	–	–	1,10	56,58	–	0,35	0,27	1,24	0,072	29,13	–	–	0,21	1,25
2.3 T=1750	–	–	–	1,10	61,67	–	0,36	0,40	1,38	0,011	23,63	–	–	0,16	0,76
2.3 T=1800	–	–	–	1,23	69,86	–	0,38	0,51	1,75	0,019	17,47	–	–	0,057	0,24
3.1 T=1700	–	–	–	0,30	62,81	–	0,15	0,12	0,76	0,031	9,90	–	–	0,039	0,31
3.1 T=1750	5,214	17,38	12,166	0,33	62,73	50,31	0,15	0,097	0,77	0,030	9,97	4,49	9,7	0,001	0,28
3.1 T=1800	7,2	23,99	16,8	0,59	65,27	54,41	0,20	0,15	1,02	0,016	6,52	1,96	9,15	0,027	0,086
3.1 T=1850	5,24	17,15	12,01	0,74	84,90	47,89	0,35	0,13	1,18	0,016	1,78	0	5,14	отс.	0,020
3.2 T=1700	–	–	–	0,29	58,62	–	0,17	0,14	0,75	0,044	13,65	–	–	0,006	0,37
3.2 T=1750	–	–	–	0,30	62,83	–	0,15	0,11	0,77	0,034	11,99	–	–	0,014	0,26
3.2 T=1800	–	–	–	0,59	64,11	–	0,19	0,10	0,98	0,016	5,14	–	–	0,031	0,21
3.3 T=1700	–	–	–	0,30	61,81	–	0,15	0,10	0,77	0,012	9,32	–	–	0,043	0,37
3.3 T=1750	–	–	–	0,38	61,31	–	0,15	0,10	0,77	0,060	8,92	–	–	0,044	0,34
3.3 T=1800	–	–	–	0,66	65,54	–	0,16	0,094	0,96	0,016	5,14	–	–	0,032	0,16
4.1 T=1700	–	–	–	0,37	55,98	–	0,20	0,11	0,99	0,016	30,49	–	–	0,042	0,73
4.1 T=1750	–	–	–	0,29	62,26	–	0,19	0,10	1,09	0,040	26,90	–	–	0,033	0,58
4.1 T=1800	–	–	–	0,47	70,78	–	0,20	0,10	1,41	0,012	17,00	–	–	отс.	0,29
4.1 T=1850	–	–	–	0,52	71,43	–	0,24	0,10	1,27	0,014	14,61	–	–	0,017	0,26
4.2 T=1700	–	–	–	0,35	57,87	–	0,19	0,10	0,94	0,068	33,88	–	–	0,005	0,69
4.2 T=1750	–	–	–	0,33	57,90	–	0,18	0,035	0,94	0,060	32,69	–	–	0,004	0,76
4.2 T=1800	–	–	–	0,79	70,29		0,20	0,10	1,34	0,014	15,61	–	–	0,021	0,30
4.3 T=1700	–	–	–	0,25	54,72	9,375	0,19	0,10	0,89	0,076	37,81	–	–	0,044	0,89
4.3 T=1750	–	22,39	15,67	0,37	62,67	57,6	0,20	0,11	1,04	0,048	23,13	13,89	20,6	отс.	0,58
4.3 T=1800	–	–	–	0,45	68,73	–	0,21	0,11	1,32	0,018	14,85	–	–	0,022	0,35

x – по результатам анализа «мокрым методом».

Результаты анализа представлены в таблице 8. Из данных, приведенных в таблице, видно, что в продуктах очень низкое содержание Na_2O, тем ниже, чем выше температура опыта ~ от 0 ÷ 0,2 % при 1800 – 1850 °С до 0,3 – 1 % при 1700 – 1750 °С, следовательно Na_2O интенсивно испаряется (в том числе и из силикатов) и, следовательно, жидкое стекло не может служить эффективной связкой для шихт исследуемых составов. Следует также отметить пониженное по сравнению с приходом (в 1,5 – 2 раза) содержание оксидов железа и очень высокое содержание оксида кремния ($Si_{общ} \approx 60 – 80$ %). В связи с этим были проведены дополнительные анализы 10 проб мокрым методом.

По результатам анализа рассчитано распределение основных компонентов (Si, C, Na) по фазам (металл, карбид, шлак, газ) в продуктах (таблица 8).

По результатам анализов можно сделать следующие выводы:

1. В окислительной атмосфере (воздух, CO_2) в процессе нагрева до 1200 °С окисляется более 25 % углерода шихты; в восстановительной атмосфере (CO) или нейтральной (аргон) угар углерода шихты незначителен (< 5 %) и зависит от количества адсорбированного шихтой кислорода и, следовательно, от крупности, пористости материалов, способа компактирования шихты, количества и свойств вяжущих материалов, термообработки (сушка, обжиг, агломерация).

2. Взаимодействие диоксида кремния с углеродом начинается при нагреве шихтовых смесей при 1350 – 1400 °С, продуктами первичного взаимодействия являются газообразные монооксиды кремния и углерода (рисунок 1).

При нагреве материалов выше 1500 °С это взаимодействие осуществляется как за счет термовосстановительной диссоциации SiO_2 по схеме

$$SiO_{2(тв)} \rightarrow SiO_{(г)} + ½\, O_2,$$
$$½\, O_2 + C_{(тв)} = CO_{(г)},$$

так и за счет непосредственного контакта тонкоизмельченных, хорошо перемешанных и скомпактированных шихт по реакции (1)

При достижении сверхравновесных по отношению к углероду концентраций монооксида кремния в газовой фазе (~ 0,01 ат.) начинается взаимодействие монооксида кремния с углеродом с образованием карбида кремния по реакции (3), которое протекает тем интенсивнее, чем выше температура, больше реакционная способность углеродистого восстановителя, зависит от его крупности и количества в шихтовой смеси.

Степень карбидизации восстановителя можно оценить по результатам рентгенофазового анализа (таблица 7), а также по данным химического анализа (таблица 8), из которых видно, что уже при 1700 °С в шихтах с соотношением $X_C : X_{SiO_2} \approx 2{,}8$ в течение 20 минут карбидизируется ~ 12 % углерода. При 1800 – 1850 °С степень карбидизации возрастает до 20 – 25 %, однако при уменьшении $X_C : X_{SiO_2} < 2$ количество углерода, связанного в карбид, уменьшается до ~5 %, за счет более интенсивного протекания взаимодействия жидкого избыточного кремнезема с прокарбиженным восстановителем

$$2SiO_{2(ж)} + SiC_{(тв)} = 3SiO_{(г)} + CO_{(г)},$$

$$SiO_{(г)} + SiC_{(тв)} = 2Si_{(ж)} + CO_{(г)},$$

при этом в продуктах реакции появляется элементный кремний и наблюдается повышенный улет кремния в виде монооксида (до 80 %).

По данным химического анализа элементный кремний в небольших количествах (до 10 %) присутствует в продуктах после термической обработки всех шихт при 1700 – 1800 °С, в том числе в пробах, в которых кремний рентгенофазовым анализом не обнаруживается, так как ввиду малых размеров зародышей фазы кремния они входят в состав рентгеноаморфной смеси. Поскольку процесс восстановления многостадийный, конечный результат (образование кремния, карбида, монооксида кремния) в значительной степени зависит от скорости протекания отдельных реакций.

При повышении температуры и при $X_C : X_{SiO_2} > 3$ степень карбидизации углерода возрастает (табл. 6: 1700 °С – SiC = 39,5 %; 1750 °С – SiC = 42,8 %; 1800 °С – SiC = 76 %; 1850 °С – SiC = 84 %), однако, при уменьшении содержания углерода в шихтовой смеси содержание карбида в продуктах синтеза, полученных при высоких температурах (1800 – 1850 °С), резко снижается до 31,3 и 19,9 % соответственно (таблица 8, оп. 3.1), при этом в продуктах реакции появляется значительное количество кремния (28 и 31,4 % соответственно), что говорит об интенсивном протекании в этих условиях взаимодействия остаточного кремнезема с образовавшимся карбидом кремния (рисунок 2 в) при примерно одинаковом содержании в газовой фазе монооксидов кремния и углерода (71 ÷ 76 и 77 ÷ 72 % соответственно – таблица 8), что соответствует термодинамическим оценкам [2].

Из результатов термогравиметрического анализа следует, что поведение шихтовых смесей при нагреве до 1400 °С практически не зависит от фракционного состава реагентов.

Таблица 7 – Результаты рентгенофазового анализа проб экспериментов

№ шихтовой смеси	Состав шихты, %	$\frac{x_C}{x_{SiO_2}}$	№ пробы	Фазовый состав продуктов																							
				1700 ºС					1750 ºС						1800 ºС						1850 ºС					
				Δm	SiC β 4H	$C_{гр.}$	SiO_2 крис.	Ам	Δm	Si	SiC β 4H	$C_{гр.}$	SiO_2 крис.	Ам	Δm	Si	SiC β 4H	$C_{гр.}$	SiO_2 крис.	Ам	Δm	Si	SiC β 4H	$C_{гр.}$	SiO_2 крис.	Ам
1	Карбонизат (0-5 мм), песок кварцевый микрокремнезем, едкий натр	2,797	1.1	53,8	П Н	–	–	П	38,2	–	П Н	П	**М**	П	67,0	–	**М** П	П	–	П	72	7,93 В	70 **М** П	2,13	0,94	19
			1.2	48,5	38,5 П Н	11,85	39,8 **М**	- П	46,02	–	П Н	В	**М**	П	61,7	–	**М** Н	В	П	П	–	–	–	–	–	–
			1.3	46,5	П Н	–	**М**	П	41,1	–	–	–	**М**		69,1	0,12	66,6 **М** П	41	6,34	П	–	–	–	–	–	–
2	Карбонизат (0-5 мм), песок кварцевый, микрокремнезем, едкий натр	2,843	2.1	34,5	П Н	–	**М**	П	42,2	8,73 П*	42,8 **М** Н	22,4 В	19,3 **М**	17 П	70,2	Н	**М** Н	В	П	П	73,5	9,38 Н	84	0,47	0,91	22
			2.2	41,5	П Н	–	**М**	П	41,4	–	П Н	В	**М**	П	67,1	3,3 Н*	76 **М** Н	22,8	0,74	7,0 В	–	–	–	–	–	–
			2.3	32,9	П	–	**М**	П	41,7	–	П Н	В	**М**	–	59,7	–	**М** Н	–	Н	В	–	–	–	–	–	–
3	Карбонизат (0-5 мм), песок кварцевый, жидкое стекло	1,939	3.1	27,4	П	–	**М**	П	27,8	–	66,9 П Н	–	0,45 **М**	2,83 П	54,9	31,7 Н	31,3 П Н	4,77 В	10,86	21,5 **М**	74,8	16,93 **М**	19,9 П	0	10,9	52 П
			3.2	24,7	П	–	**М**	П	29,9	–	П	–	**М**	П	48,2	Н	П Н	Н	–	**М**	–	–	–	–	–	–
			3.3	30,8	П Н	–	**М**	–	24,5	–	П Н	–	**М**	П	44,6	–	П Н	–	–	**М**	–	–	–	–	–	–
4	Карбонизат (0-315 мм), мука кварцевая, жидкое стекло	2,73	4.1	26,98	П	–	**М**	П	36,1	–	П Н	В	**М**	П	57,85	1	**М** Н	В	Н	П	59,2	–	**М**	–	Н	П
			4.2	29	П В	–	**М**	П	26,9	–	П Н	–	**М**	П	57,6	–	**М** Н	–	П	П	–	–	–	–	–	–
			4.3	29,4	П	–	**М**	П	35,8	–	44,5 П Н	27,5	0,72 **М**	10 П	52,9	–	**М** Н	–	П	П	–	–	–	–	–	–

Примечание:

М – много, П – присутствует, Н – немного, В – вероятно,

Во всех пробах присутствуют примеси (щелочи, силикаты), цифровой состав по результатам химического анализа (таблица 8).

$SiO_{2\ крис.}$ – кристобалит, Ам – ренгеноаморфный материал, β – кубичекая модификация SiC, 4H – политип αSiC, *- кремний присутствует в виде дисилицида $FeSi_2$.

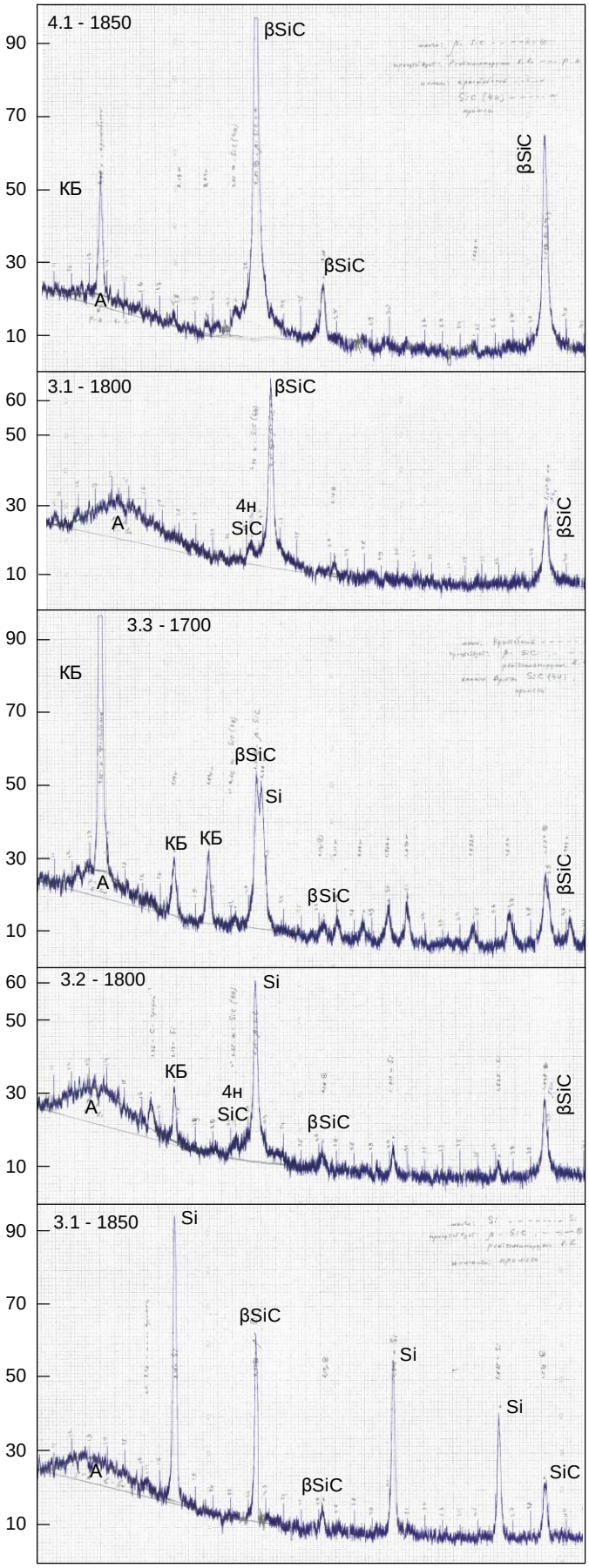


Рисунок 3 – Дифрактограммы продуктов восстановления

Таблица 8 – Материальный баланс элементов

№ проб шихты	Состав сухой шихты	№ эксперимента	t, °C	Количество компонентов шихты		Распределение элементов по продуктам																									
						Масса навески, г	Состав сухой навески, г					Масса продуктов, г	Состав продуктов, % (ХА)							Распределение по фазам, %										
																				металл	SiC		шлак		газ				$m_н$-$m_{пр}$= Δm	
				г	%		SiO_2	C	$\frac{x_C}{x_{SiO_2}}$	$Si_ш$	Na_2O, г (K_2O≈ 0,02)		$Si_{об}$ (РФА)	$SiO_{2\ об,\ пр.}$	SiC	$Si_{эл}$	$SiO_{2\ св}$	$C_{св}$	Na_2O	Si	Si	C	Si (SiO_2)	$Na_пO$ (Na_2O)	Si (SiO)	Na	$C_{св}$	$C_{(г)}$ (CO)	Г	%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
1	Карбонизат (0-5 мм), песок кварцевый микрокремнезем, натр едкий	1.1 1.2 1.3	1850 1700 1800	35,0 65,0 3,0 2,7	33,1 61,5 2,84 2,55	31,05 63,85 29,75	19,836 40,77 19,0	9,86 20,3 9,45	2,797 2,797 2,797	9,257 19,53 8,867	0,916 1,883 0,878	8,75 32,95 10,8	74,55 61 71,7	64,77 46,79 62,2	79,04 24,36 58,42	8,4 6,4 10,1	2,14 49,94 23,93	2,41 14,38 3,59	отсут. 0,46 0,075	7,93 10,8 0,12	49 27,65 46,67	21,0 11,85 20	0,94 38,8 6,34	- 8,04 0,81	38,8 - 42,13 25,4 - 23 64,6 - 47	100 88,7 98,9	2,13 23,34 41	76,87 64,85 39	22,6 31,1 18,95	72 48,5 64
2	Карбонизат (0-5 мм), песок кварцевый, микрокремнезем, натр едкий	2.1 2.1 2.2	1750 1850 1800	35,0 44,0 24,0 2,7	33,1 41,62 22,7 2,55	59,4 31,15 30,6	36,86 19,33 18,99	18,88 9,9 9,72	2,843 2,843 2,843	24,75 12,98 12,75	2,067 2,098 2,018	34,3 8,35 10,15	61,7 75 72,5	48,65 67,81 63,83	37,2 83,81 75,97	6,3* 3,7 3,3*	34,89 11,58 15,67	12,35 1,08 3,53	0,76 отсут. 0,29	8,73 2,38 2,58	29,94 58,66 53,2	12,83 25,14 22,8	19,29 0,47 0,74	12,6 - 2,94	68,5 - 42 79,6 - 31 35,56 - 22	87,4 100 98,2	22,43 0,91 3,7	64,6 73,9 73,5	25,1 23,1 20,5	42,25 73,5 67,15
3	Карбонизат (0-5 мм), песок кварцевый, жидкое стекло из микрокремнезема (натриевое), (сухой остаток)	3.1 3.1 3.1	1750 1800 1850	20,0 80,0 2,7	19,47 77,9 2,63	61 34,6 31,8	52,56 29,81 27,4	11,39 6,47 5,94	1,939 1,939 1,939	24,53 13,91 12,786	2,03 1,14 1,107	44 15,75 8,1	62,7 65,3 94,9	50,31 54,41 77,89	17,38 23,99 17,15	12,7 **28,0** **31,4**	54,45 **20,57** **9,59**	4,49 1,96 0	0,28 0,086 0,02	22,78 31,7 19,9	46,9 13,80 12,0	20,1 17,52 5,14	0,45 10,86 2,83	1,19 1,19 0,15	57,9 (32) 71,3 (45) 76 (66)	93,93 98,5 99,8	1,08 4,77 0	78,8 77,7 72,8	17 18,9 24,05	27,87 54,87 74,8
4	Карбонизат (0-315 мм), мука кварцевая, жидкое стекло из микрокремнезема (натриевое), (сухой остаток)	4.3	1750	35,0 65,0 2,7	34,08 63,3 2,63	61,1	39,7	19,78	2,73	18,52	0,904	39,2	62,7	57,6	22,39	8,0	72,6	13,89	0,58	16,93	31,06	13,31	0,717	25,1	42,82 - 50 Рексил 0-0,3	74,85	27,5	59,2	19,0	35,8

*) присутствие Si в виде $FeSi_2$

При нагреве до 1700 °С и изотермической выдержке в течение 20 минут у шихт, содержащих мелкодисперсный кремнезем (опыты 1.21700 – МК ~ 3 % и 2.11700 – МК ~ 24 %) и восстановитель («Рексил») фракции 0 – 5 мм показана степень восстановления в 2 раза выше (γ = 35 – 53 %), чем у шихт с кварцевым песком фракции ~ 0,14 мм (оп. 3.1, 3.2, 3.3).

Использование мелкодисперсного восстановителя фракции 0 – 0,315 мм (оп. 4.2., 4.3) практически не повлияло на степень восстановления кремнезема. Эта тенденция сохраняется при температурах ~ 1750 °С, однако при 1800 °С картина меняется. В опытах с шихтами, содержащими мелкодисперсный восстановитель (оп. 4.1, 4.2, 4.3) и кварцевую муку или большое количество микрокремнезема (2.1, 2.2), степень восстановления значительно выше, чем у шихт с песком и крупным восстановителем (1.2, 1.3, 3.2, 3.3), что обусловлено более быстрым образованием жидкой фазы менее вязкой за счет присутствия примесей (Al2O3, CaO, MgO, Na2O, K2O, PbO), образующих с диоксидом кремния многокомпонентные легкоплавкие эвтектики, облегченным процессом термовосстановительной диссоциации, сопровождающимся образованием газообразного монооксида кремния, протекающим с скоростями большими, чем скорости образования карбида кремния, что приводит к большим потерям кремния в виде монооксида – SiOг (до 70 %). Очевидно, что при использовании в шихтовых смесях микронных и субмикронных фракций кремнеземсодержащих материалов необходимо изготовление высокопрочных брикетов с использованием высокотемпературных связок, в качестве которых могут служить, например, высокожелезистые пыли и шламы конвертерного производства стали, содержащие до 50 % железа, которые восстанавливаются из оксидов при низких температурах, при 1300 – 1400 °С образуют жидкий расплав, присутствующий в брикетах в виде капель или пленок, поглощающих монооксид кремния из газовой фазы и образующих в качестве попутного продукта железо-кремниевый сплав FeSix.

Выводы

1. При нагревании брикетированных смесей кремнезема с карбонизатом «Рексил» на воздухе окисление углерода начинается уже при температурах ~ 300 °С, а появление эвтектических жидкостей золы при 900 – 1000 °С.

2. При изотермической выдержке при температурах 1700 – 1850 °С в течение 20 минут шихтовых смесей из рексила и кремнезема в соотношении C : SiO_2 = 2,73 ÷ 2,84 и 1,94 основным продуктом синтеза является карбид кремния βSiC и αSiC (4H). Элементный кремний в количестве 28 – 31 % присутствует в продуктах синтеза термически обработанных при

температурах 1800 и 1850 °С шихтовых смесях с соотношением С : SiO_2 = 1,94, при этом извлечение кремния в расплав составляет 20 – 31 %.

3. В качестве первичного продукта взаимодействия кремнезёма углеродом является газообразный монооксид кремния. Переход кремния в газовую фазу во всех случаях составляет 60 – 70 %.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мизин, В. Г. Углеродистые восстановители для ферросплавов / В. Г. Мизин, Г. В. Серов. – М. : Металлургия, 1976. – 272 с.

2. Якушевич, Н. Ф. Взаимодействие углерода с оксидами кальция, кремния, алюминия / Н. Ф. Якушевич, Г. В. Галевский. – Новокузнецк : Издательский центр СибГИУ, 1999. – 250 с.

УДК 621.7

О.В. Кузнецова[1], М.В. Темлянцев[1], Е.Н. Темлянцева[1], А.А. Уманский[1], Д.В. Скопич[2], Е.А. Фатьянова[2]

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НЕРАВНОМЕРНОСТИ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ СЛЯБОВ И ЗАГОТОВОК В МЕТОДИЧЕСКИХ ПЕЧАХ НА ТЕПЛОВОЕ СОСТОЯНИЕ МЕТАЛЛА

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет», г. Новокузнецк

ООО «Индас Холдинг», г. Новокузнецк

В настоящее время в эксплуатации находится широкий парк методических печей, которые применяют для нагрева металла перед обработкой давлением. Конструкцией методических печей толкательного типа и с механизированным подом предусмотрено постепенное перемещение металла от окна посада к окну выдачи [1, 2].

В общем случае суммарное время нахождения металла в методической печи толкательного типа можно определить по соотношению:

$$\tau_{\Sigma}=\sum_{i=1}^{N}(\tau_{ni}+\tau_{\partial i}), \qquad (1)$$

где i и N номер и количество ходов (от загрузки до выгрузки металла) толкателя, проталкивающего слябы или заготовки через печь; τ_n – продолжительность паузы между ходами толкателя; τ_∂ – продолжительность перемещения металла толкателем.

τ_∂ как правило постоянная величина и зависит от конструктивных особенностей толкателей методической печи. При работе печи с максимальной производительностью $\tau_n \to 0$ соответственно минимальная

продолжительность нахождения металла в печи лимитирована скоростью хода толкателя.

В печах с шагающим подом или шагающими балками суммарное время нахождения металла в печи может быть определено по аналогичному соотношению, однако при этом τ_{∂} лимитировано скоростью перемещения балок или элементов пода (с учетом вертикального и горизонтального хода), которая так же зависит от конструкции печи. Например, для ряда конструкций печей с шагающими балками цикл шагания составляет 56, 58, 62 с [1 – 4].

На практике необходимый темп выдачи металла из печи, предопределяемый производительностью прокатного стана и качеством нагрева металла, достигается посредством различной продолжительности τ_n пауз между перемещениями слябов или заготовок (продолжительностью пауз между выдачей металла из печи).

Анализ промышленного опыта работы методических печей показывает, что они зачастую работают в явно выраженном нестационарном режиме, предопределяемом резкими, часто непрогнозируемыми изменениями производительности стана. В частности в работе [7] отмечено, что в нестационарном режиме работы производительность широкополосного стана горячей прокатки может меняться от 200 до 1000 т/ч что соответствующим образом сказывается на производительности печного участка, а соответственно и темпе выдачи металла из печей. Существенное различие времени нагрева заготовок иллюстрирует рисунок 1 [7], на котором представлено время нагрева слябов в течении суток на стане 2000 ПАО «Магнитогорского металлургического комбината».

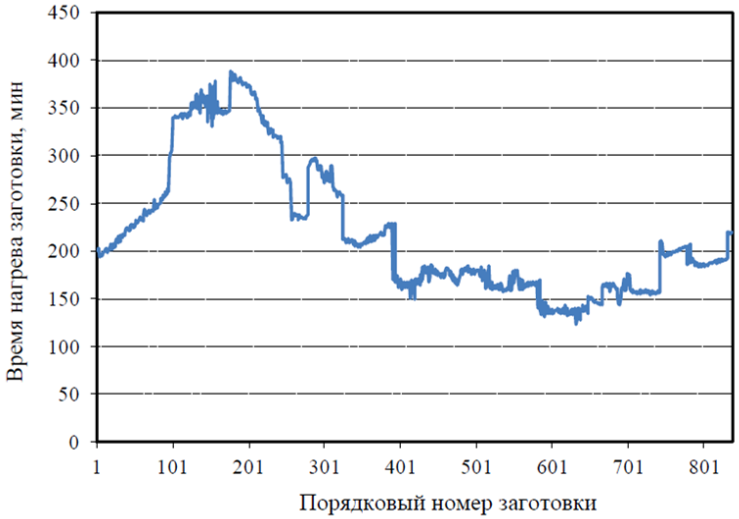


Рисунок 1 – Изменение времени нагрева слябов в печах стана 2000 ПАО «ММК» [7]

Из рисунка 1 видно, что время нагрева в методических печах с шагающими балками изменяется в широких пределах от 140 до 380 мин т.е. почти в 3 раза. Такое различие связано с нагревом в печи различных типоразмеров слябов и марок стали, прокаткой различного сортамента листов, наличием в технологической линии стана «узких мест».

В работе [8] представлены результаты исследования процессов нагрева металла в методической печи толкательного типа. В частности авторы приводят пространственно-временную диаграмму нагрева слябов (рисунок 2) из которой видно, что передвижение металла по печи происходит крайне не равномерно. Такой «рваный» график посада-выдачи металла авторы связывают с колебаниями толщины нагреваемых слябов, которая составляла 110 и 150 мм.

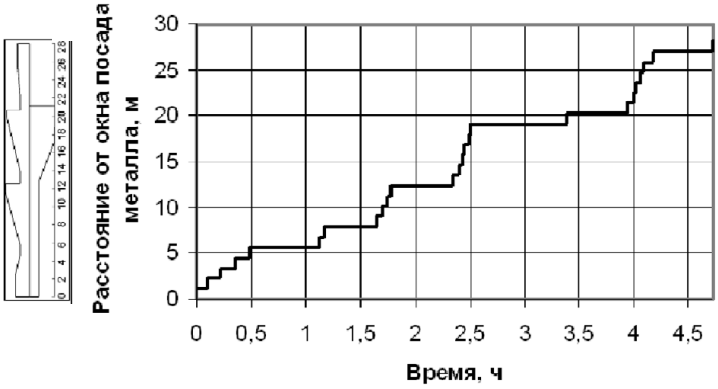


Рисунок 2 – Пространственно-временная диаграмма нагрева слябов в методической печи толкательного типа толстолистового стана Алчевского металлургического комбината [8]

Из рисунка 2 видно, что при перемещении слябов через печь наблюдаются паузы продолжительностью до 30 – 45 мин.

В рамках данной работы авторами проведены собственные исследования работы методической печи с шагающими балками для нагрева непрерывнолитых заготовок. На рисунке 3 показана диаграмма продолжительности пауз между выдачей заготовок (темп выдачи).

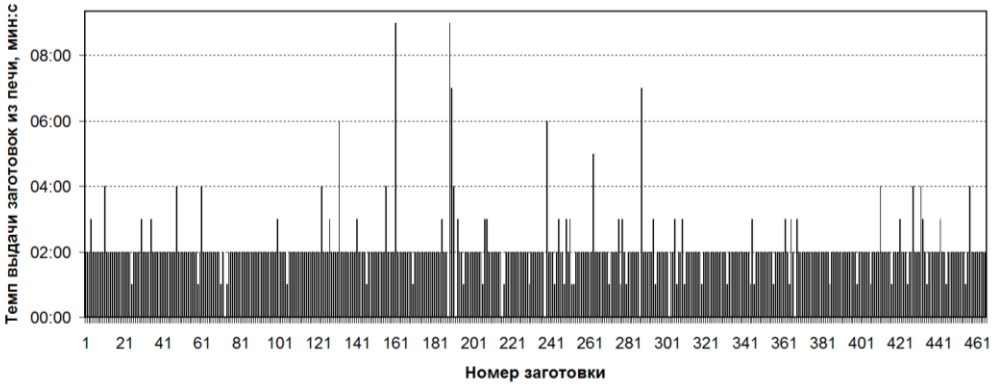


Рисунок 3 – Темп выдачи заготовок из методической печи с шагающими балками

Из рисунка 3 видно, что при достаточно высокой ритмичности работы стана при неизменном сортаменте нагреваемого металла и прокатываемого профиля продолжительность пауз составляет 1 – 9 мин.

В настоящее время при исследовании теплового состояния металла и нестационарных тепломассообменных процессов (нагрева, окисления, обезуглероживания) разработке металлосберегающих технологий нагрева стали, осуществления прогнозных расчетов и оценки качества нагрева слябов или заготовок широко используется математическое моделирование [3 – 14]. На современных методических печах такие модели входят в системы автоматизации и автоматического управления температурным и тепловым режимом работы агрегата [8, 11 – 14].

Анализ существующих математических моделей показывает, что во многих из них использовано допущение, что слябы или заготовки перемещаются в печи равномерно.

Как было отмечено выше, в реальных условиях эксплуатации методических печей перемещение металла в печи может происходить крайне не равномерно, что может оказывать существенное влияние на точность математического моделирования не только теплового состояния, но и угара стали и глубины видимого обезуглероженного слоя. В связи с этим в рамках данной работы проведена модернизация разработанных ранее математических моделей, представленных в работах [3, 4 – 9], с целью учета влияния неравномерности перемещения металла по длине печи на его тепловое состояние. В структуру математических моделей добавлен блок задачи темпа выдачи металла.

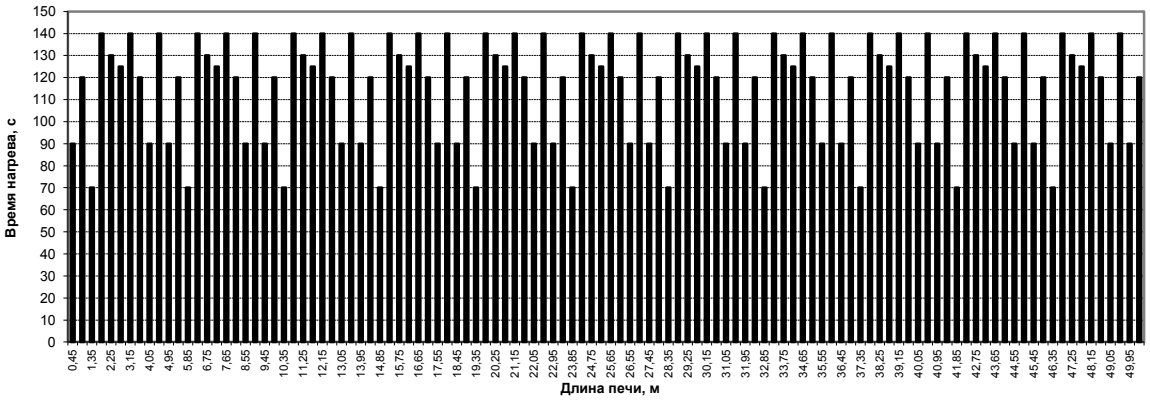
Для иллюстрации работы математической модели при равномерно и неравномерном перемещении металла проведена серия многовариантных расчетов для условий нагрева слябов толщиной 0,25 м из стали марки ст2пс в методической печи с шагающими балками длиной 50,4 м. Температура посада металла 20 °С.

На рисунке 4 представлены графики ритма перемещения металла по печи при общей продолжительности нагрева 217 мин. При неравномерном перемещении вариант 1 (рисунок 4, *а*), характерном для реальных промышленных условий, например время нахождения металла в различных точках по длине печи меняется от 70 до 140 с (в 2 раза). При равномерном перемещении (рисунок 4, *б* идеализированный вариант 2) время нахождения металла в различных точках по длине печи одинаково и составляет 116,25 с. На рисунке 4, *в* представлен вариант 3 при котором от окна посада до середины печи слябы перемещаются, через 70 с, а далее до окна выдачи через 162,5 с. На рисунке 4, *г* аналогичный вариант 4, но от окна посада до

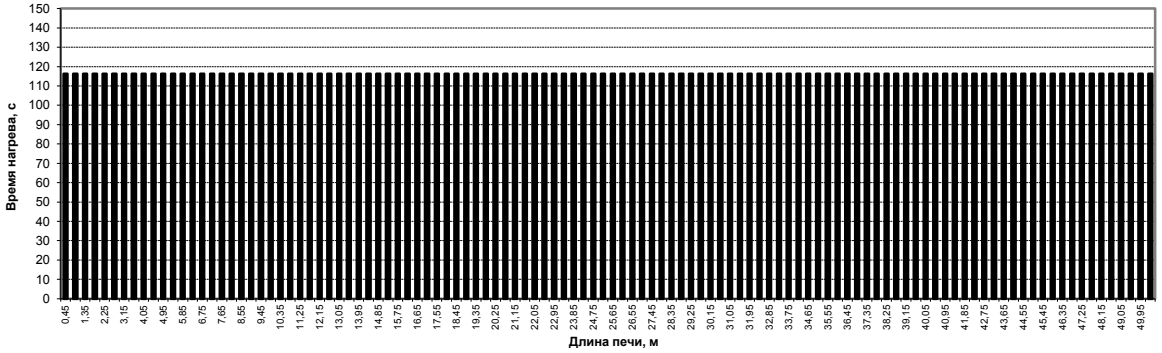
середины печи слябы перемещаются, через 162,5 с, а далее до окна выдачи через 70 с.

На рисунке 5 представлен профиль печи, температурный режим нагрева слябов в координатах длина печи-температура и динамика изменения угара стали по длине печи. На рисунке 6 представлен температурный режим нагрева слябов в координатах время нагрева-температура, пространственно временной график и динамика изменения угара стали во времени.

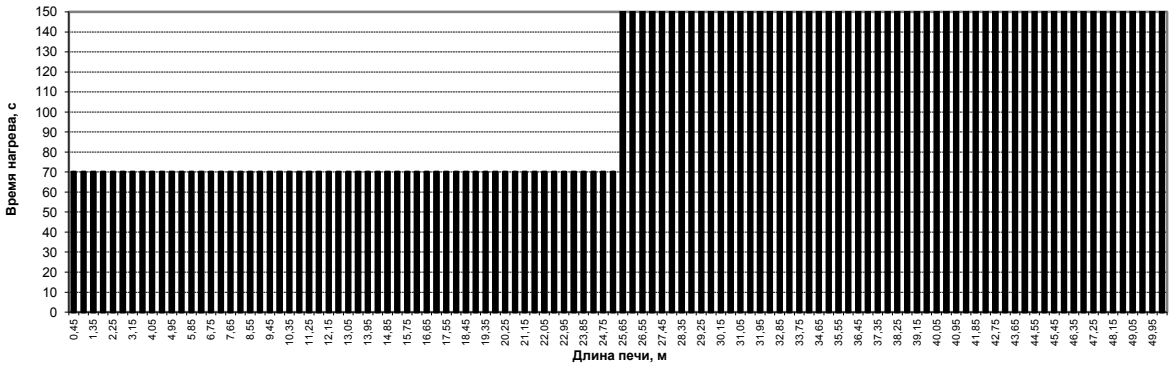
Анализ результатов расчетов показывает, что при заданных исходных данных при одинаковой общей продолжительности нагрева температуры нижней, верхней поверхностей и центра слябов при равномерном (вариант 2) и неравномерном (вариант 1) перемещении по печи различаются максимум на –11…+20 °С (в середине печи 24 – 25 м от окна посада). На выдаче слябов из печи различие этих температур не превышает всего 1 – 2 °С. При циклическом характере изменения темпа выдачи металла его конечное тепловое состояние фактически соответствует тепловому состоянию металла при постоянном темпе выдачи при одинаковой общей продолжительности нагрева.



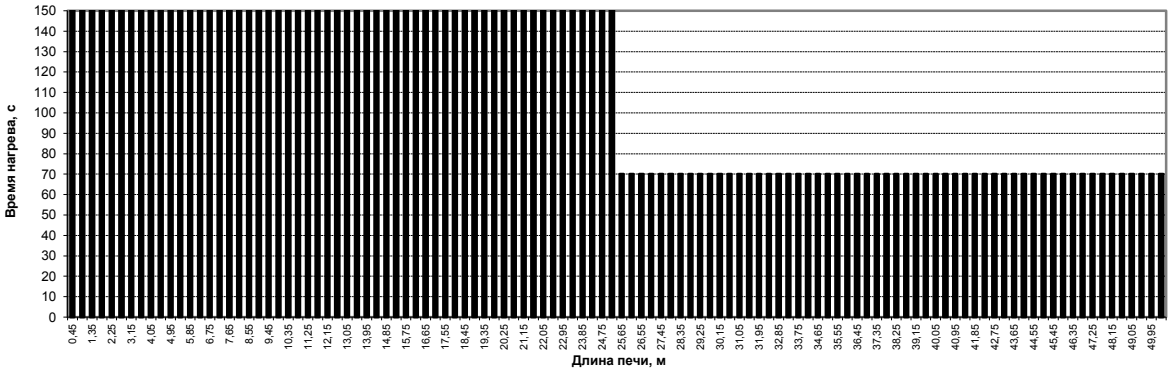
а



б

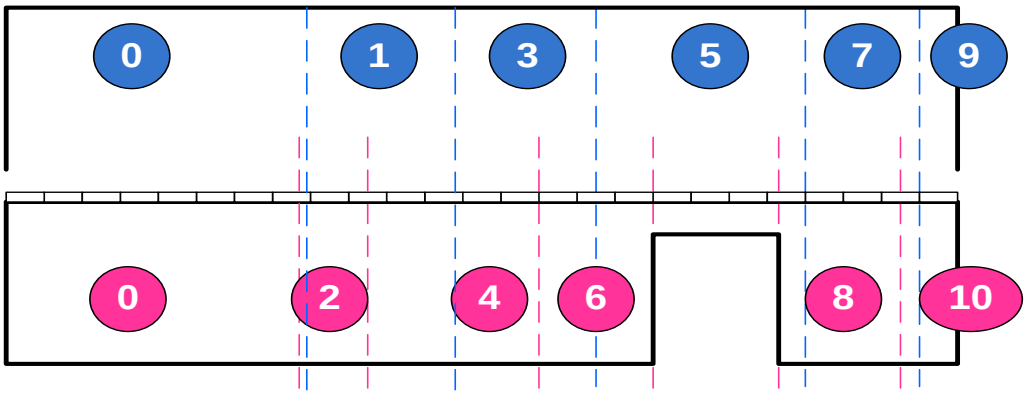


в

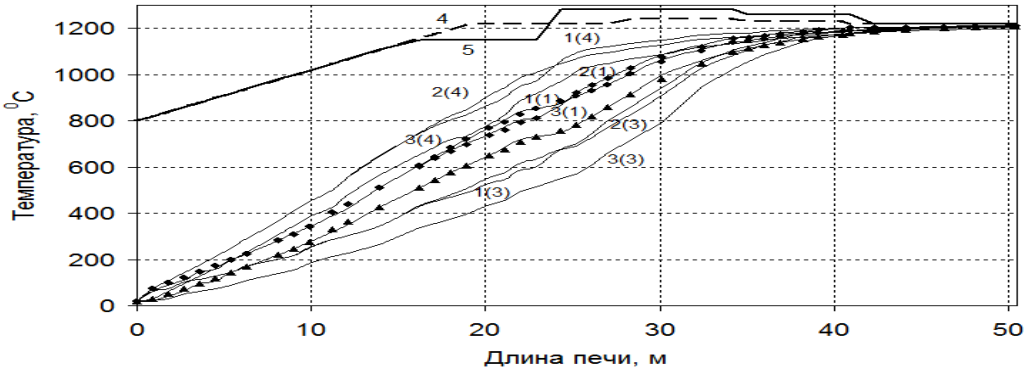


г

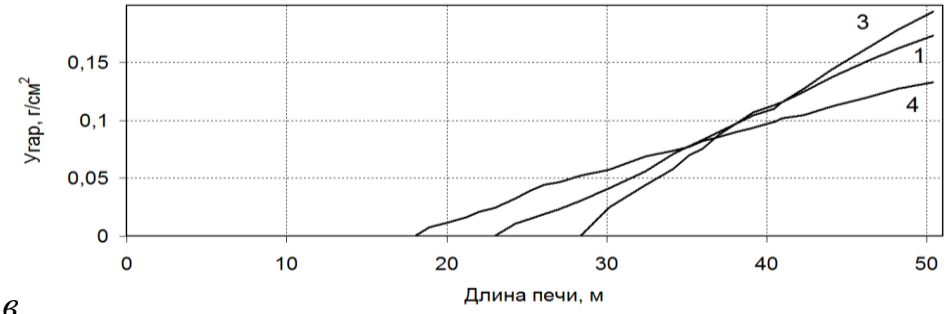
Рисунок 4 – Графики ритма *а, в, г* – неравномерного варианты 1, 3, 4 и *б* – равномерного вариант 2 перемещения металла по печи при общей продолжительности нагрева 217 мин



а

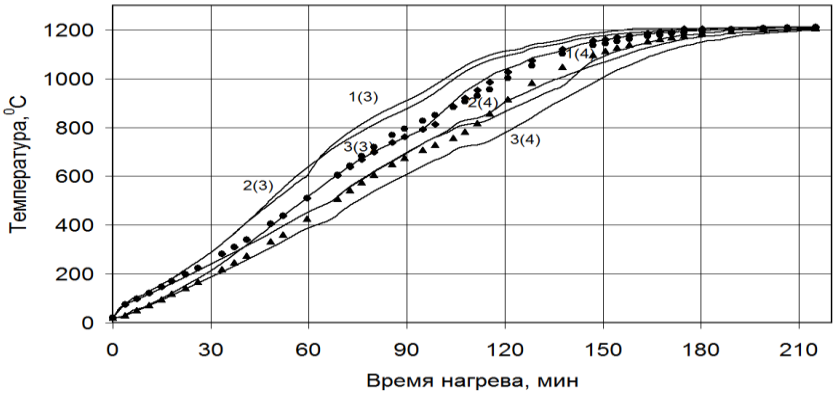


б

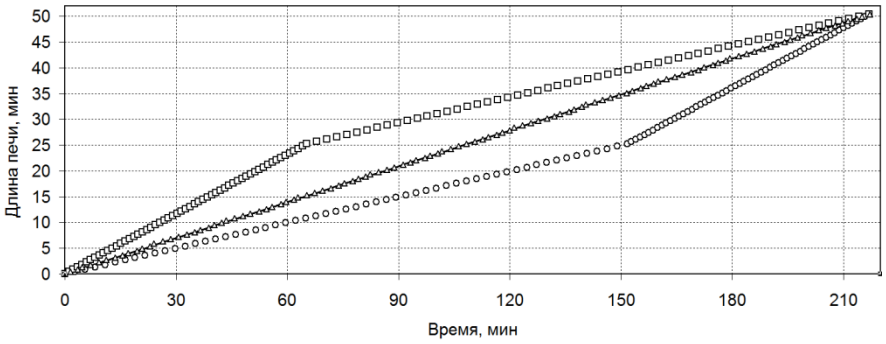


в

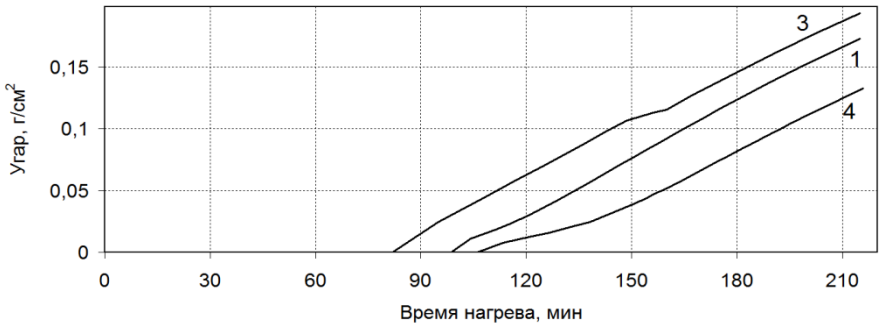
Рисунок 5 – Профиль методической печи, температурный режим нагрева слябов и динамика роста угара по длине печи *а*) цифрами показаны температурные зоны печи, *б*) 1, 2, 3 (♦, ●, ▲ для варианта 2) – температура верхней, нижней поверхностей и центра слябов соответственно (в скобках указаны номера вариантов нагрева) и 4 и 5 – температуры нижних и верхних камер печи, в) цифрами у кривых указаны номера вариантов нагрева



а



б



в

Рисунок 6 – График нагрева металла в координатах время-температура, пространственно временной график, зависимость угара от времени нагрева: а) обозначения те же что и на рисунке 5, б) номера вариантов: Δ – 2; сплошная линия – 1; □ – 3; ○ – 4, в) обозначения те же что и на рисунке 5

Для вариантов 3 и 4 различие температур металла на выдаче по сравнению с равномерным перемещением несколько выше и составляют – 6…+3 °С. В середине печи различие температур гораздо выше и достигает 200 °С и более.

Для исследования угара металла проведена серия многовариантных расчетов (по методике [3, 9] использованной в математической модели) для режимов № 1, 3 и 4. Результаты исследования представлены на рисунках 5 *в* и 6 *в*. Максимальный угар 0,194 г/см^2 характерен для режима 3, минимальный 0,133 г/см^2 для режима 4, угар при режиме 1 составляет 0,173 г/см^2 и занимает промежуточное значение. При одинаковой общей продолжительности нагрева угар стали при режиме 3 почти в 1,5 раза выше, чем при режиме 4.

Повышенный угар при режиме 3 связан с тем, что при нем поверхность металла находится большее время при более высокой температуре, чем при режимах 1 и 4. В частности при режиме 3 температуры интенсификации угара (800 °С) металла достигает уже на 80 мин нагрева, а при режиме 4 только на 105 мин.

При исследовании влияния неравномерности перемещения металла в методических печах на его тепловое состояние наиболее информативным является представление информации в координатах параметр-время нагрева, а не параметр-длина печи. В частности, если анализировать информацию представленную на рисунке 5 *б* то складывается впечатление, что при режиме 4 металла нагревается быстрее, температуры в характерных точках находятся выше, чем при других режимах, на рисунке 5 *в* угар интенсифицируется на участке 18 м соответственно для этого режима угар должен быть максимален. Такое восприятие связано с традиционным отождествлением длины печи и времени нагрева при равномерном перемещении металла. Однако при варианте нагрева №1 середины печи (25 м) металла достигает через 108 мин, 3 – 65 мин и 4 – 151 мин, соответственно в высокотемпературной области, наиболее опасной для окисления, при режиме 3 металла находится гораздо большее время, чем при режиме 4. Представление исследуемых параметров в координатах параметр-время нагрева (рисунок 6) показанных выше противоречий не вызывает.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гусовский В.Л. Современные нагревательные и термические печи (конструкции и технические характеристики) / В.Л. Гусовский, М.Г. Ладыгичев, А.Б. Усачев. – М. : Теплотехник, 2007. – 656 с.

2. Кривандин В.А. Тепловая работа и конструкции печей черной металлургии / В.А. Кривандин, А.В. Егоров. – М. : Металлургия, 1989. – 462 с.

3. Нагрев стальных слябов / В.Н. Перетятько, Н.В. Темлянцев, М.В. Темлянцев, Ю.Е. Михайленко. – М.: Теплотехник, 2008. – 192 с.

4. Перспективные технологии тепловой и термической обработки в производстве рельсов / 1. В.В. Павлов, М.В. Темлянцев, Л.В. Корнева, А.Ю. Сюсюкин. – М.: Теплотехник, 2007. – 279 с.

5. С.М., Парсункин Б.Н., Ахметов Т.У. Совершенствование информационного обеспечения энергосберегающих режимов нагрева металла // Машиностроение: сетевой электронный научный журнал. 2015. Т.3. №1 С. 3 – 10.

6. Исследование работы методической печи с двухсторонним нагревом слябов / В.И. Губинский, В.Л. Бровкин, Н.А. Кияшко, М.В. Боганова // Металлургическая и горно-рудная промышленность. 2008. № 2. С. 104 – 108.

7. Арутюнов В.А., Бухмиров В.В., Крупенников С.А. Математическое моделирование тепловой работы промышленных печей. – М.: Металлургия. 1990. – 239 с.

8. Соколов А.К. Совершенствование и оптимизация нагрева металла в газовых печах методом математического моделирования. – Иваново: ИГЭУ, 2012. – 255 с.

9. Темлянцев М.В., Михайленко Ю.Е. Окисление и обезуглероживание стали в процессах нагрева под обработку давлением. – М.: Теплотехник, 2006. – 200 с.

10. Нагрев под прокатку непрерывно литых заготовок рельсовой электростали / М.В. Темлянцев, В.В. Гаврилов, Л.В. Корнева, А.Ю. Сюсюкин, Н.В. Темлянцев // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. 2005. № 6. С. 51-53.

11. Маковский В.А., Лаврентик И.И. Алгоритмы управления нагревательными печами. – М.: Металлургия, 1977. – 183 с.

12. Ревун М.П., Соколов А.К. Моделирование нагрева металла при автоматизированном проектировании и управлении. – Запорожье: ЗГИА, 2000. – 351 с.

13. Андреев С.М., Парсункин Б.Н. Оптимизация режимов управления нагревом заготовок в печах проходного типа. – Магнитогорск: МГТУ им. Г.И. Носова, 2013. – 376 с.

14. Математическое моделирование процессов тепловой обработки металла в печах с учетом окалинообразования / А.Б. Бирюков, С.И. Гинкул, П.А. Гнитиев, Т.Г. Олешкевич // Сталь. 2016. № 8. С. 85 – 90.

УДК 519.237: 669.018.25

А.И. Гусев, Н.А. Козырев, В.Е. Хомичева, А.А. Усольцев, Р.Е. Крюков

РАЗРАБОТКА ПОРОШКОВОЙ ПРОВОЛОКИ ДЛЯ НАПЛАВКИ ДЕТАЛЕЙ, РАБОАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ ИЗНОСА

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет», г. Новокузнецк

Повышение работоспособности деталей и узлов, работающих в условиях ударно – абразивного износа, электродуговой наплавкой является важнейшим резервом увеличения объема производства продукции и экономии металла за счет продления срока службы оборудования. Разработка новых материалов, значительно повышающих износостойкость таких деталей и использование технологии их восстановления, является весьма важной и актуальной задачей [1-14]. Сегодня для легирования материалов, используемых в условиях абразивного износа в основном используются наплавочные материалы (сплавы на железоуглеродистой основе) содержащие хром, марганец, никель. В сочетании с перечисленными элементами в наплавочные материалы также вводят карбидообразующие элементы вольфрам, ванадий, титан и молибден. Широкое распространение для наплавки абразивно-изнашивающихся изделий получили наплавочные проволоки систем Fe–C–Si–Mn–Cr–Ni–Mo типа А и В по классификации МИС [15]. Лабораторные исследования проводили по следующей схеме. Многослойную наплавку образцов производили с предварительным подогревом пластин до 350^0С и последующим (после наплавки) замедленным охлаждением. Наплавку осуществляли сварочным трактором ASAW-1250 с использованием изготовленной порошковой проволоки на пластины. В состав ряда образцов проволоки вводили: никель, кобальт, вольфрам; аморфный углерод заменили на углеродфторсодержащую пыль, со следующим химическим составом, масс. %: Al_2O_3 =21-46; F =18-27; Na_2O = 8-15; K_2O=0,4 – 6%; CaO=0,7- 2,3; SiO_2=0,5-2,5; Fe_2O_3=2,1-3,3; $C_{общ}$=12,5-30,2; MnO=0,07-0,9; MgO=0,06-0,9; S=0,09-0,19; P=0,10-0,18. Дисперсность такого материала позволяет проводить хорошее смешение с металлической составляющей шихты порошковой проволоки. Наплавку проводили на пластины из стали 09Г2С в 6 слоев.

Изготовление проволоки проводилось на лабораторной машине. Диаметр изготовленной проволоки 5 мм, оболочка выполнена из ленты Ст3. В качестве наполнителя использовались порошкообразные материалы.

Химический состав наплавленного металла определяли рентгенофлюоресцентном методом на спектрометре XRF-1800 и атомно-

эмиссионным методом на спектрометре ДФС -71 (таблица 1). Измерение твердости исследуемых образцов выполняли по методу Роквелла в соответствии с требованиями ГОСТ 9013-59.

Металлографическое исследование микрошлифов осуществляли с помощью оптического микроскопа OLYMPUSGX-51 в светлом поле в диапазоне увеличений ×100 – 1000 после травления поверхности образцов в 4 %-ном растворе азотной кислоты. Величину зерна определяли по ГОСТ 5639-82 при увеличении ×100. Дисперсность мартенсита оценивали при сопоставлении структуры с эталонами соответствующих шкал и размеров игл мартенсита с данными таблицы № 6 ГОСТ 8233-56. Определение длины игл мартенсита осуществляли с помощью пакета прикладных программ для металлографических исследований SiamsPhotolab 700. Исследование продольных образцов наплавленного слоя на наличие неметаллических включений проводили по ГОСТ 1778-70. Полированную поверхность изучали при увеличении ×100 с помощью металлографического микроскопа ЛабоМет-1И.

Скорость истирания наплавленного слоя опытных образцов определяли путем проведения испытаний на износ на машине 2070 СМТ-1 по схеме диск – колодка со следующими параметрами: диапазон измерения частоты вращения вала нижнего образца (диапазон А) 75 –750 мин $^{-1}$; диапазон измерения момента трения (диапазон I) 1 – 10 Н·м.

Металлографические исследования показали (таблица 2), что микроструктура наплавленного слоя порошковой проволокой системы Fe–C–Si–Mn–Cr–Mo–Ni–V–Co состоит из мартенсита, формирующегося внутри границ бывшего аустенитного зерна, аустенита остаточного, присутствующего в небольшом количестве в виде отдельных островков, и тонких прослоек δ-феррита, располагающегося по границам бывших зерен аустенита, при отсутствии хрома – структура феррито-перлитная.

Считается, что наиболее благоприятными основами для износостойких сплавов при восстановлении деталей оборудования является мартенситная и аустенитная. При этом в зависимости от общего строения сплава и наличия избыточных фаз в разных случаях предпочтительной может оказаться та или другая основа. Совмещение этих двух основ (мартенсита с определенным количеством аустенита) может обеспечить наиболее благоприятное сочетание свойств наплавляемого сплава.

С увеличением количества углерода в сплаве возрастает количество остаточного аустенита, а также количество карбидов и карбидная неоднородность. При высоком содержании хрома в сплаве, кроме образования специальных карбидов хрома, происходит упрочнение хромом аустенита и мартенсита. Хром, как и углерод, в целом способствует повышению не только

твердости, но и износостойкости металла.

Введение разного количества марганца и никеля в состав наплавочных материалов позволяет менять количество остаточного аустенита, который в свою очередь может по-разному влиять на износостойкость материалов. Марганец и никель сходны в том отношении, что они оба растворяются в аустените, увеличивают его устойчивость и способствуют тем самым увеличению количества остаточного аустенита. Никель не входит в состав карбидов и в основном легирует твердый раствор (основу). Марганец содержится как в твердом растворе, так, частично, и в карбидах. С повышением количества марганца в материале возрастает склонность к росту зерна при нагреве, что неблагоприятно сказывается на его свойствах (увеличивается хрупкость). Легирование наплавочных материалов вольфрамом и ванадием приводит к образованию их карбидов, что повышает их износостойкость. К тому же вольфрам, находясь в твердом растворе, в некоторой степени увеличивает устойчивость аустенита.

Анализ полученных результатов показал, что степень влияния различных химических элементов на твердость наплавленного слоя и скорость износа образцов разная. В исследуемых пределах углерод, хром, молибден, никель, марганец и в незначительной мере ванадий одновременно повышают твердость наплавленного слоя и уменьшают скорость износа образцов (рисунки 2-6).

При исследовании влияния использования вольфрама и кобальта на свойства наплавленного слоя установлено, что повышение концентрации вольфрама несколько увеличивает твердость наплавленного металла, однако при этом снижается износостойкость. Это, по-видимому, связано с высокопрочной твердой мартенситной матрицей, в которую «вмонтированы» более твердые карбиды вольфрама. Низкая вязкость матрицы не позволяет удерживать на поверхности карбиды вольфрама, в результате чего износ осуществляется не по схеме равномерного истирания поверхности, а по схеме выкрошивания высокопрочных частиц карбидов из матрицы, в результате чего в матрице образуются трещины, способствующие дополнительному износу матрицы.

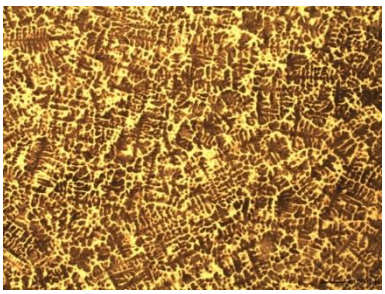
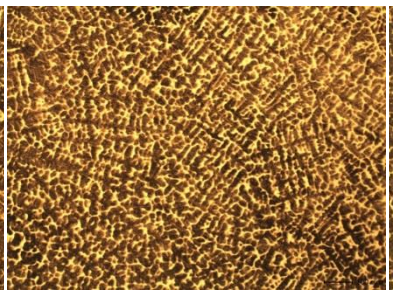
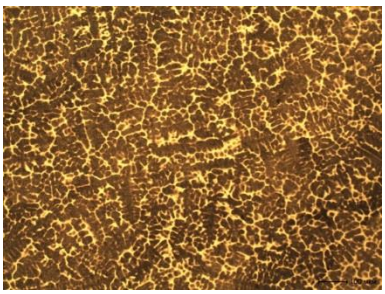
Введение в состав шихты кобальта не оказывает заметного влияния на твердость и абразивный износ наплавленного слоя, что связано с получением более вязкой, но менее твердой матрицы. В случае отсутствия твердых частиц карбидов, вмонтированных в матрицу, эффект от введения кобальта отрицательный. Следует также отметить, что влияние вольфрама на твердость наплавленного слоя и скорость износа образцов, в первую очередь, связано со структурой металлической матрицы, причем замена мартенситной структуры в наплавляемом слое на феррито-перлитную также не оказало большого положительного влияния на износостойкость.

Таблица 1 – Химический состав наплавленных слоев

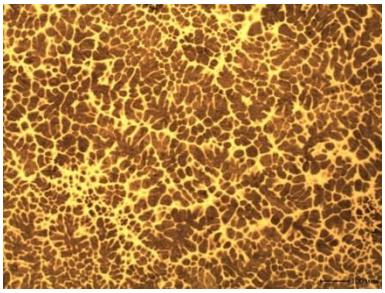
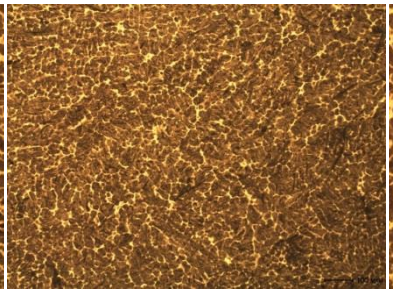
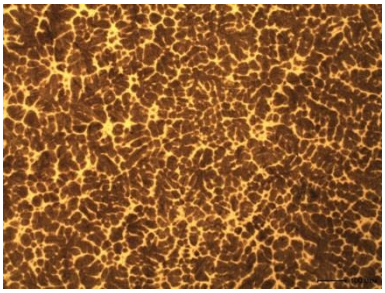
№ образца	C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	Al	Co	Cu	W	Ti	V	S	P
Г5	0,4	0,72	0,84	5,26	0,52	0,42	0,02	0,1	0,07	0,001	0,003	0,05	0,037	0,025
Г6	0,45	0,8	0,77	4,98	0,5	0,56	0,02	0,11	0,07	0,001	0,005	0,04	0,044	0,023
Г7	0,27	0,78	0,77	5,5	0,48	0,61	0,02	0,08	0,1	0,001	0,001	0,04	0,042	0,019
Г8	0,38	0,62	0,8	4,98	0,47	0,82	0,02	0,09	0,07	0,001	0,02	0,04	0,038	0,020
Г9	0,19	0,77	0,61	4,17	0,38	0,34	0,108	0,051	0,07	0,001	0,012	0,02	0,054	0,024
Г10	0,19	0,63	0,65	4,06	0,38	0,30	0,066	0,056	0,08	0,001	0,024	0,03	0,056	0,019
Г11	0,20	0,59	0,61	4,12	0,38	0,30	0,031	0,121	0,06	0,001	0,007	0,02	0,049	0,019
Г12	0,20	0,64	0,6	4,03	0,39	0,30	0,052	0,199	0,08	0,001	0,02	0,03	0,058	0,021
Г13	0,20	0,59	0,56	0,01	0,33	0,30	0,019	0,053	0,10	7,74	0,005	0,005	0,072	0,017
Г14	0,20	0,55	0,49	0,01	0,34	0,26	0,025	0,071	0,09	7,42	0,001	0,01	0,048	0,014
Г15	0,20	0,58	0,52	0,01	0,34	0,28	0,057	0,071	0,09	7,55	0,003	0,01	0,038	0,014
Г16	0,21	0,55	0,52	0,01	0,35	0,27	0,054	0,061	0,08	7,65	0,001	0,02	0,036	0,017
Г131	0,26	0,78	1,49	7,1	0,39	0,32	0,082	0,001	0,07	0,001	0,01	0,02	0,033	0,009
Г141	0,22	0,73	1,38	5,95	0,32	0,29	0,095	0, 001	0,09	0,001	0,033	0,03	0,029	0,014
Г151	0,26	0,75	1,23	6,3	0,32	0,3	0,085	0,001	0,09	0,001	0,003	0,02	0,034	0,012
Г161	0,26	0,75	1,16	6,06	0,34	0,3	0,077	0, 001	0,09	0,001	0,024	0,04	0,033	0,016
Г17	0,13	0,56	0,91	3,94	0,25	0,26	0,02	0,003	0,08	0,03	0,001	0,006	0,033	0,017
Г18	0,17	0,61	1,2	6	0,37	0,39	0,014	0,002	0,1	0,025	0,002	0,006	0,033	0,015
Г19	0,17	0,54	1,19	5,9	0,37	0,38	0,009	0,002	0,01	1,64	0,002	0,002	0,033	0,015
Г20	0,10	0,49	0,92	4,15	0,23	0,25	0,009	0,004	0,09	0,025	0,001	0,03	0,033	0,017
Г21	0,19	0,54	1,15	6,21	0,38	0,4	0,007	0,002	0,09	0,025	0,002	0,04	0,031	0,015
Г22	0,23	0,67	0,94	4,18	0,4	0,27	0,03	0,013	0,07	0,04	0,001	0,005	0,029	0,016
Г23	0,28	0,61	0,93	3,57	0,39	0,27	0,02	0,02	0,07	4,66	0,001	0,003	0,032	0,015
Г24	0,21	0,78	1,01	4,12	0,37	0,26	0,03	0,19	0,07	0,08	0,001	0,008	0,030	0,015

Таблица 2 – Характеристики наплавленного металла

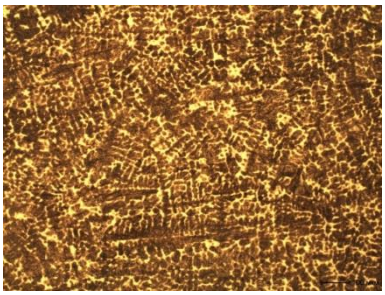
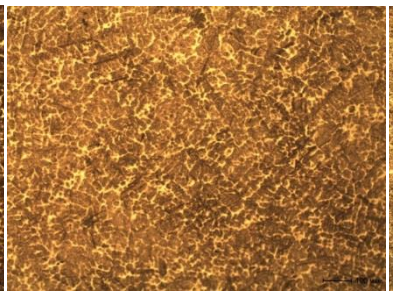
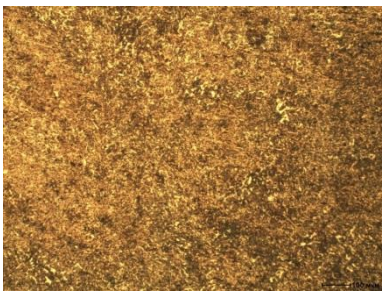
№ образца	Структура	Величина зерна аустенита	HRC	Скорость истирания, г/об
Г5	Мартенсит	7	49	0,0000140
Г6	Мартенсит	6 и 7	52	0,0000056
Г7	Мартенсит	6	50	0,0000710
Г8	Мартенсит	6 и 7	52	0,0000140
Г9	Мартенсит	6 и 7	44,5	0,0000710
Г10	Мартенсит	6 и 7	42,5	0,0000390
Г11	Мартенсит	6 и 7	42,5	0,0000440
Г12	Мартенсит	6 и 7	37	0,0000730
Г13	Феррито-перлитная	5 и 6	22,5	0,0002060
Г14	Феррито-перлитная	6	25,5	0,0000480
Г15	Феррито-перлитная	5	22	0,0000360
Г16	Феррито-перлитная	6	26	0,0000390
Г131	Мартенсит	7	55	0,0000280
Г141	Мартенсит	7	41	0,0000550
Г151	Мартенсит	7	45	0,0000074
Г161	Мартенсит	7	45	0,0000340
Г17	Мартенсит	6-7;	40	0,0000280
Г18	Мартенсит	6	45	0,0000540
Г19	Мартенсит	6	49	0,0000430
Г20	Мартенсит	6-7;	38	0,0001420
Г21	Мартенсит	6	48	0,0000550
Г22	Мартенсит	6	43	0,0000330
Г23	Мартенсит	6-7;	49	0,0000650
Г24	Мартенсит	6-7;	42	0,0000300

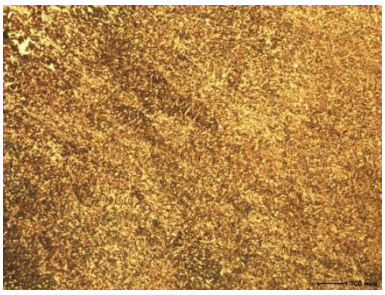
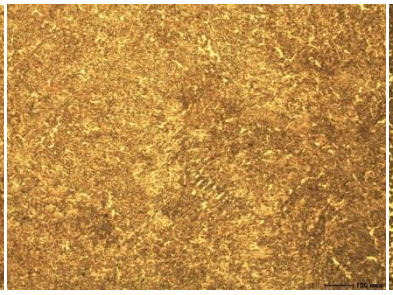
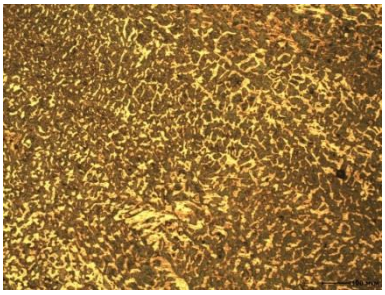
Г5 Г6 Г7

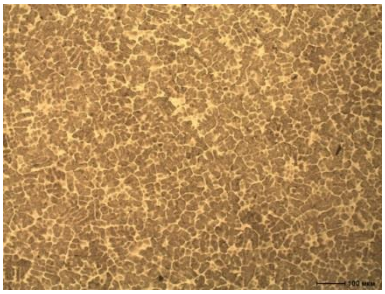
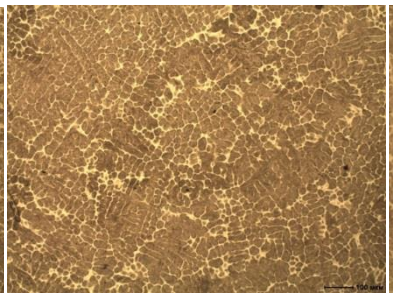
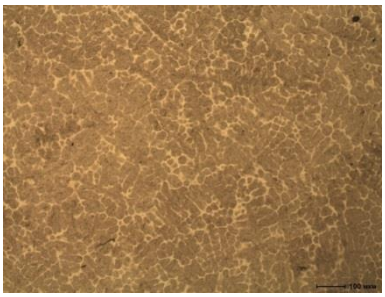
Г8 Г9 Г10

Г11 Г12 Г13

Г14 Г15 Г16

Г131 Г141 Г151

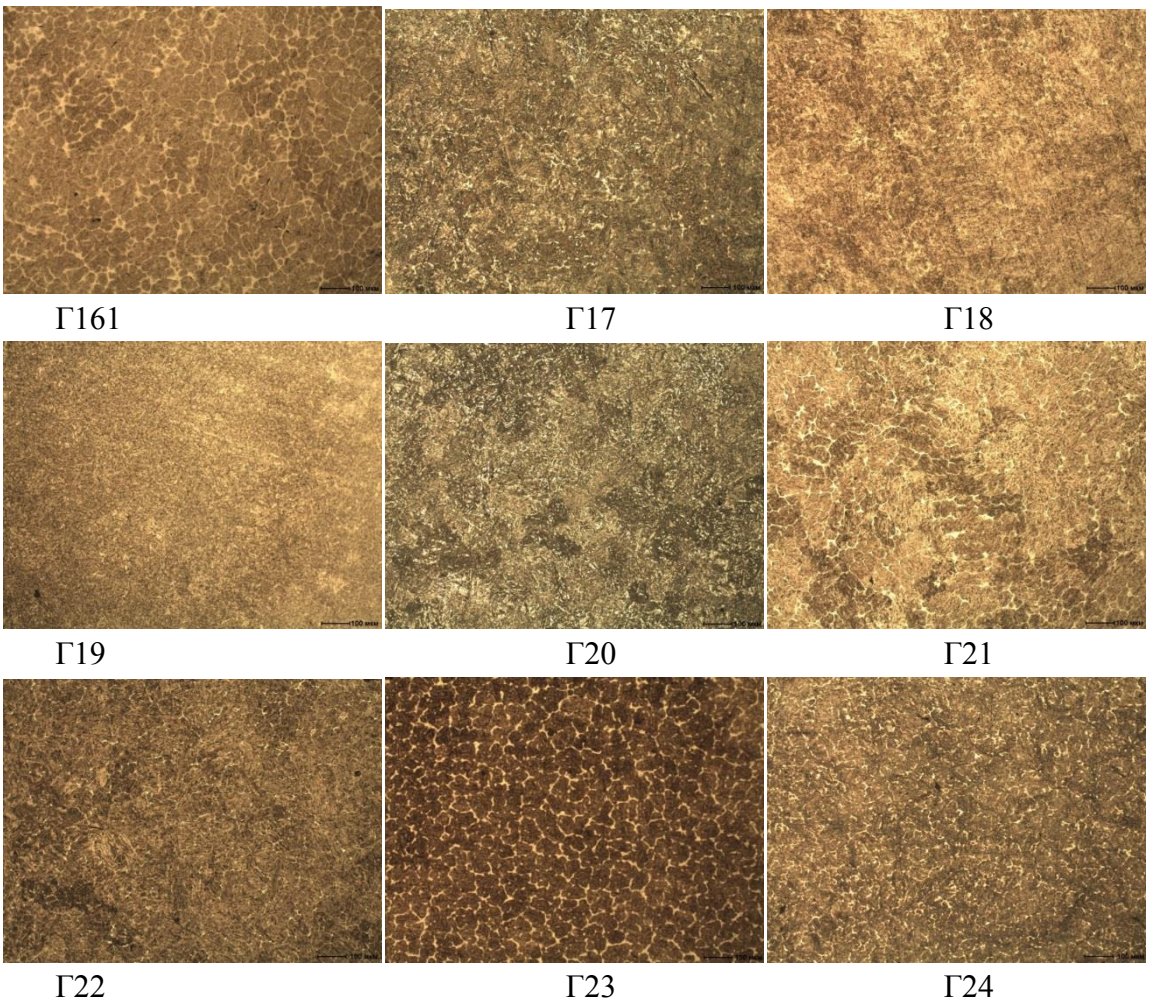


Рисунок 1 – Микроструктура образцов наплавленного слоя × 100

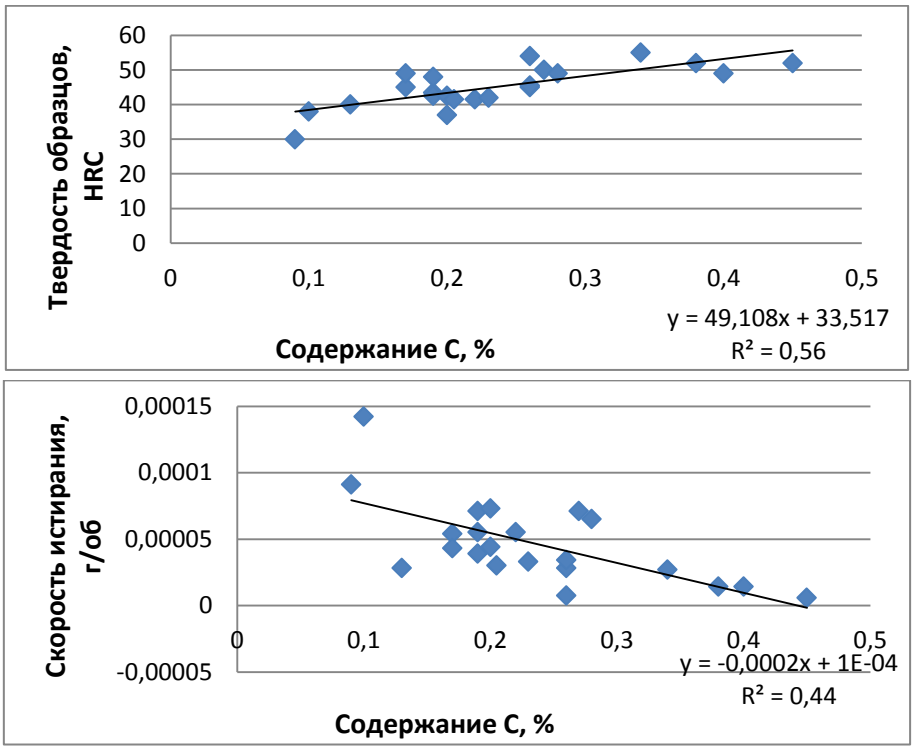
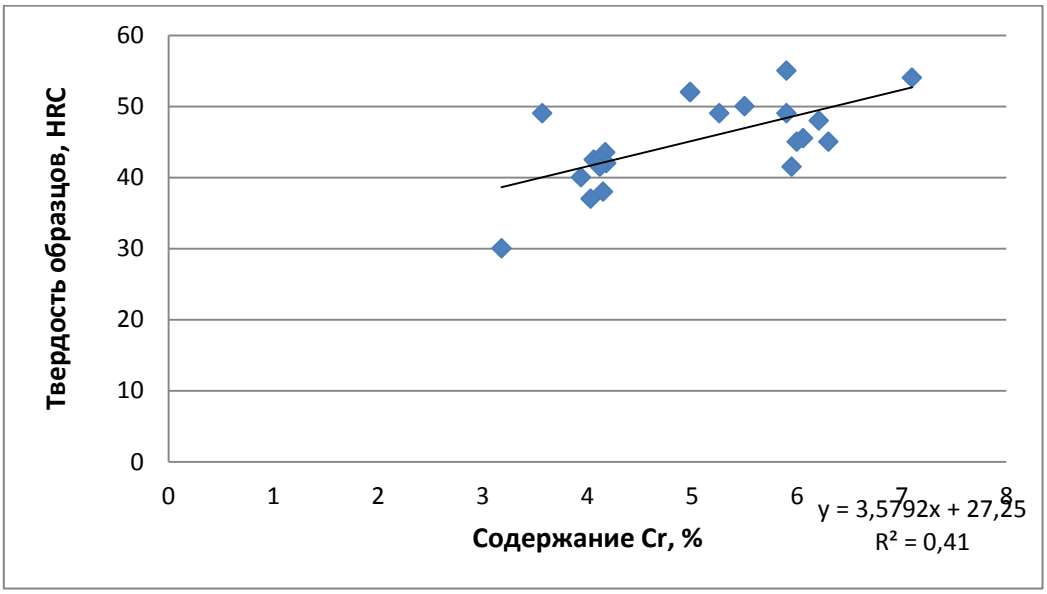


Рисунок 2 – Влияние содержания углерода на твердость и скорость истирания наплавленного слоя



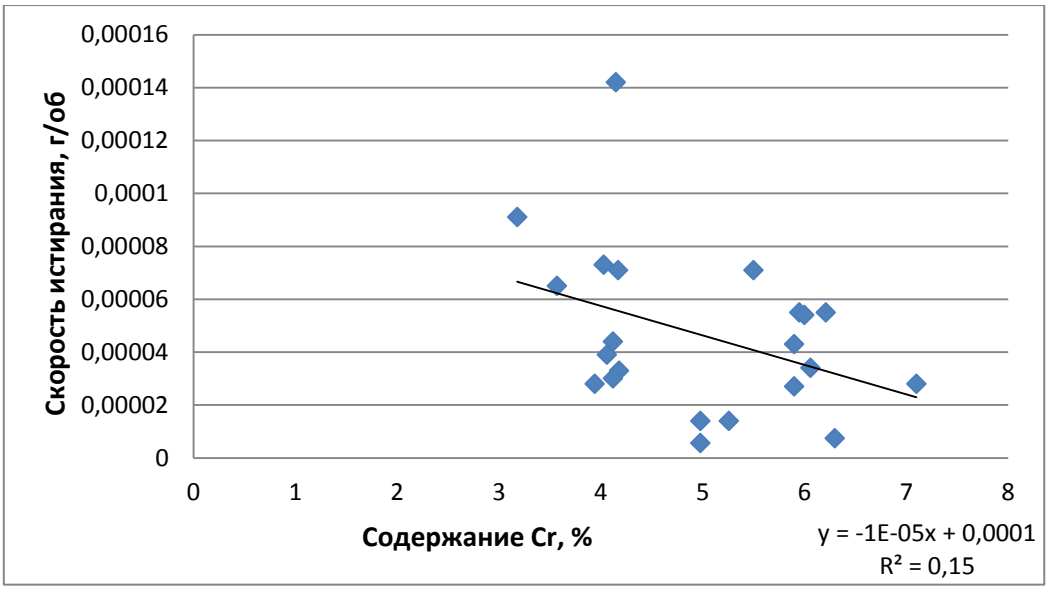
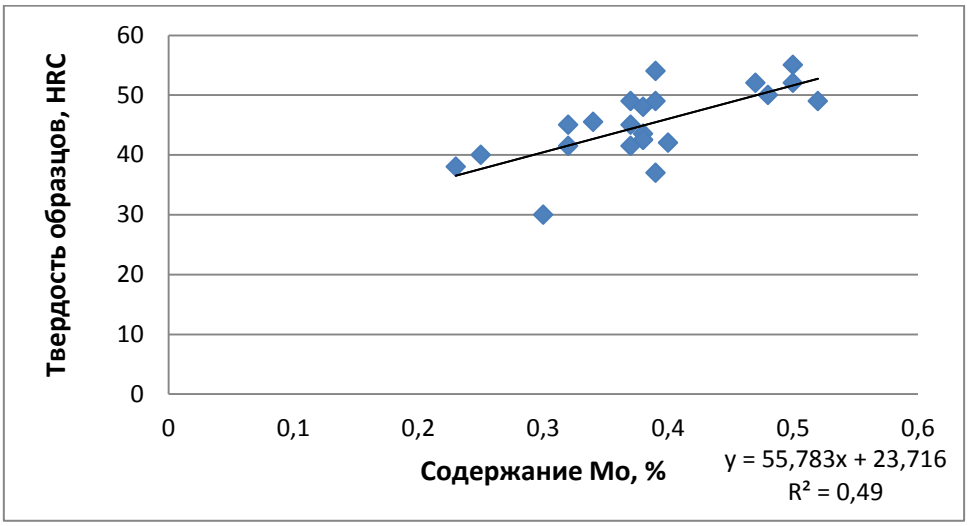


Рисунок 3 – Влияние содержания хрома
на твердость и скорость истирания наплавленного слоя



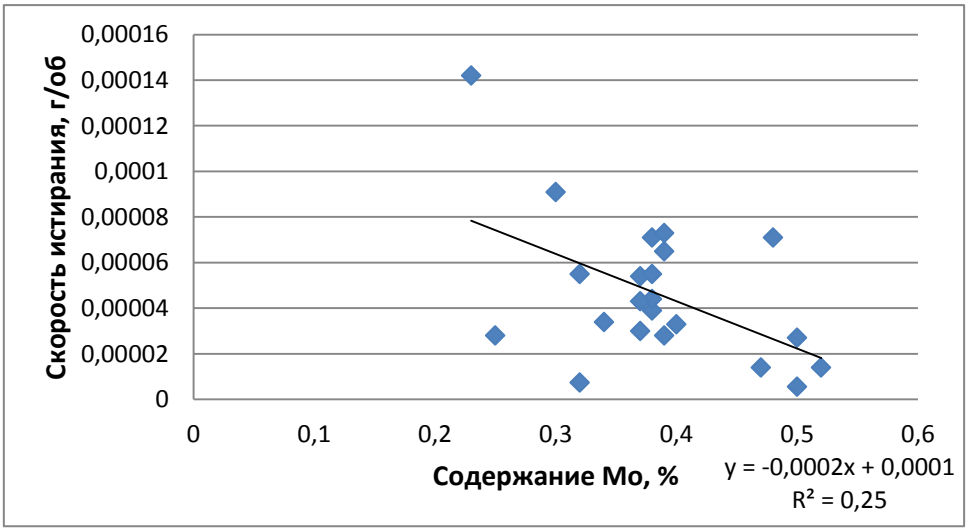
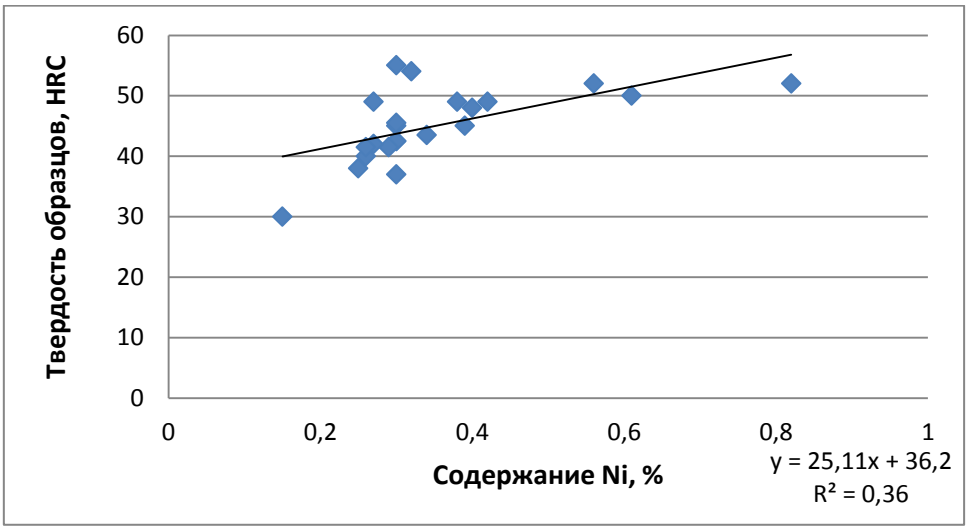


Рисунок 4 – Влияние содержания молибдена
на твердость и скорость истирания наплавленного слоя



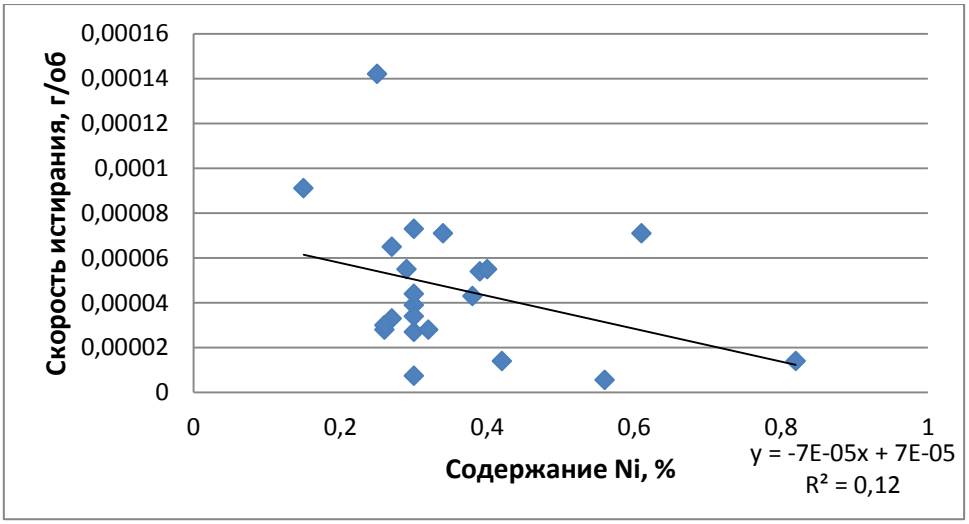
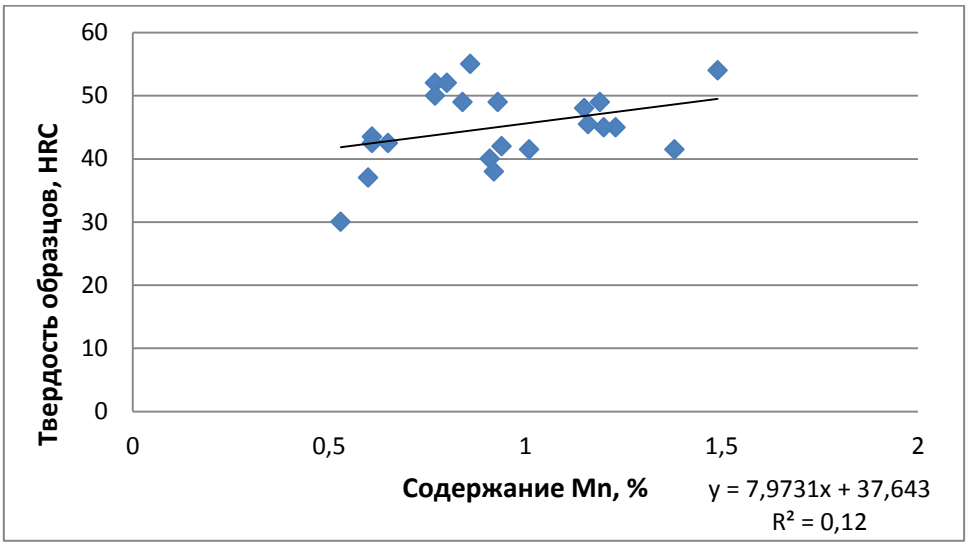


Рисунок 5 – Влияние содержания никеля
на твердость и скорость истирания наплавленного слоя



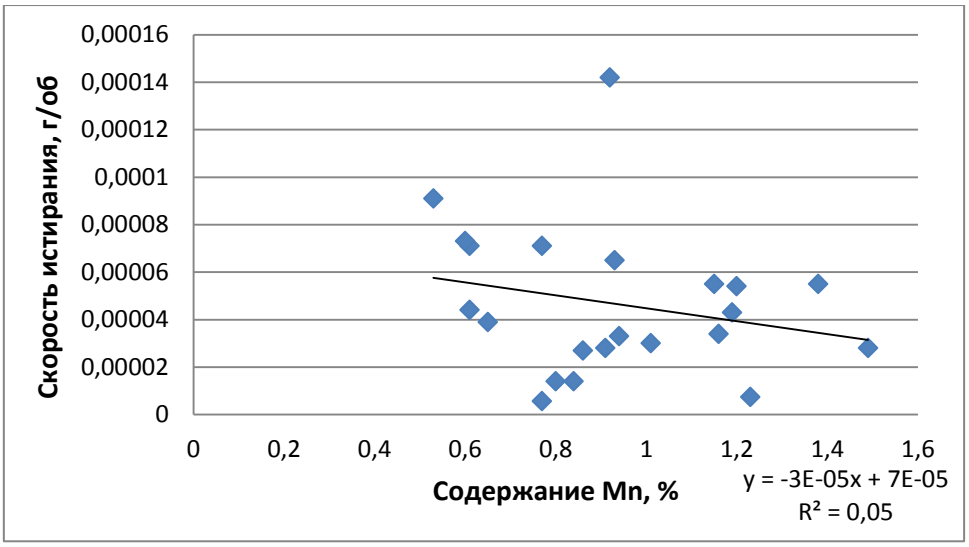


Рисунок 6 – Влияние содержания марганца на твердость и скорость истирания наплавленного слоя

Оценка влияния химического состава порошковых проволок на скорость износа и твердость наплавленного слоя проводилась математико-статистическими методами, которые позволяют изучить закономерности изменения результирующего показателя в зависимости от поведения различных факторов по методикам, изложенным в работах [19,20,21].

Для проведения анализа были определены факторы, которые оказывают воздействие на изучаемый показатель, и отобраны наиболее существенные из них (таблица 1, 2). После этого выполнена проверка исходной информации на достоверность, однородность, соответствие закону нормального распределения. Далее была построена математическая модель многофакторной системы. Поскольку в приведенных системах имеют место

независимые факторные признаки, используется детерминированный факторный анализ.

По результатам вычислений получены зависимости, адекватность которых фактическим значениям проверялась по показателю средней ошибки аппроксимации:

$$\bar{\varepsilon} = \frac{1}{m}\sum_{i=1}^{m}\left|\frac{Y_i - \tilde{Y}_i}{Y_i}\right| \cdot 100, \qquad (1)$$

где m – количество наблюдений; $\tilde{Y}_i$ – вычисленное значение результирующего показателя; Y_i – фактическое значение результирующего показателя.

Зависимости твердости наплавленного слоя и его износостойкости от массовой доли элементов, входящих в состав порошковых проволок системы Fe–C–Si–Mn–Cr–Mo–Ni–V–Co, полученные в результате проведенного анализа:

Твердость наплавленного слоя:

HRC=35,884+22,840·C+11,079·Si-15,903·Mn+4,785·Cr+10,118·Mo+1,399·Ni-38,964·Al-24,126·Co-65,841·Cu-0,057·W+17,887·Ti-76,116·V-76,351·S-239,206·P

(ошибка аппроксимации составляет 4,2%);

Скорость износа образцов (И):

И=-0,00025-0,00034·C+0,000171·Si+0,000144·Mn-0,000008·Cr-0,00014·Mo+0,0000308·Ni-0,00076·Al-0,000088·Co+0,000227·Cu +0,0000074·W +0,00017·Ti+0,000633·V+0,002836·S+0,005644·P

(ошибка аппроксимациисоставляет 8,14%).

Вычисленные значения средней ошибки аппроксимации свидетельствуют о том, что полученные зависимости являются адекватными и их можно использовать для определения результирующих показателей.

Полученные функциональные зависимости были использованы для прогнозирования твердости наплавленного слоя и его износостойкости при изменении химического состава наплавленного металла, а результаты исследований легли в основу защищенной патентом РФ порошковой проволоки [22].

Выводы

1. . В исследуемых пределах, углерод, хром, молибден, никель, марганец и в незначительной мере ванадий одновременно повышают твердость наплавленного слоя и уменьшают скорость износа образцов.

2. Установлено, что повышение концентрации вольфрама несколько

увеличивает твердость наплавленного металла, однако при этом снижается износостойкость. Показано, что низкая вязкость матрицы не позволяет удерживать на поверхности карбиды вольфрама, в результате чего износ осуществляется не по схеме равномерного истирания поверхности, а по схеме выкрошивания высокопрочных частиц карбидов из матрицы, в результате чего в матрице образуются дополнительные трещины, способствующие дополнительному износу матрицы.

3. Показано, что введение в состав шихты кобальта не оказывает заметного влияния на твердость и абразивный износ наплавленного слоя, что связано с получением более вязкой, но менее твердой матрицы. В случае отсутствия твердых частиц карбидов, вмонтированных в матрицу, эффект от введения кобальта отрицательный.

4. По результатам проведенного многофакторного корреляционного анализа были определены зависимости твердости наплавленного слоя и его износостойкости от массовой доли элементов, входящих в состав порошковых проволок системы Fe–C–Si–Mn–Cr–Mo–Ni–V–Co. Полученные зависимости могут быть использованы для прогнозирования твердости наплавленного слоя и его износостойкости при изменении химического состава наплавленного металла.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Kirchgaßner M, Badisch E, Franek F. Behaviour of iron-based hardfacing alloys under abrasion and impact. / Wear Journal. 2008. – Vol.265. –P. 772–779.

2. Исследование влияния легирующих элементов на износостойкость в сплавах, предназначенных для электрошлаковой наплавки бил молотковых мельниц / М. В. Тепляшин, В. Г. Комков // Электронное научное издание «Ученые заметки ТОГУ» 2013, Том 4, № 4, С. 1554 – 1561.

3. Разработка экономнолегированного сплава для восстановления бил молотковых мельниц / М. В. Тепляшин, В. Г. Комков, В. А. Стариенко // Электронное научное издание «Ученые заметки ТОГУ» 2013, Том 4, № 4, С. 1543 – 1549.

4. Разработка состава экономнолегированнойFe-Cr-Mn стали с регулированием содержания и метастабильности аустенита / Чейлях Я.А., Чигарев В.В. // Журнал «Вестник» Приазовского государственного технического университета. Серия: Технические науки Выпуск № 22 / 2011, С. 103-108.

5. Metlitskii V.A. Flux-cored wires for arc welding and surfacing of cast iron / Welding International. 2008. – Vol 22. – P. 796-800.

6. R. Kejžar & J. Grum. Hardfacing of Wear-Resistant Deposits by MAG

Welding with a Flux-Cored Wire Having Graphite in Its Filling \ Welding International. 2005. – Vol 20. – P. 961-976.

7. R. Li. Wear and high temperature oxidation behavior of wire arc sprayed iron based coatings / R. Li, D. Y. He, Z. Zhou, Z. J. Wang & X. Y. Song. // Surface Engineering. 2014. – Vol 30. – P. 784-790.

8. H. R. Ma. Fe-based amorphous coating with high corrosion and wear resistance / H. R. Ma, X. Y. Chen, J. W. Li, C. T. Chang, G. Wang, H. Li, X. M. Wang & R. W. Li // Surface Engineering. 2016. – Vol 46. – P. 1-7.

9. M.A. Filippov. Structure and wear resistance of deposited alloys based on metastable chromium–carbon austenite / M.A. Filippov,V.I. Shumyakov,S.A. Balin,A.S. Zhilin,V.V. Lehchilo&G.A. Rimer. // Welding International. 2015. – Vol 29. – P. 819-822.

10. D.S. Liu,R.P. Liu&Y.H. Wei. Influence of tungsten on microstructure andwearresistanceof iron base hardfacing alloy / Materials Science and Technology. 2013. – Vol 30. – P. 316-322.

11. S. C. Lim. WearresistantWC–Co composite hard coatings // S.C. Lim,M. Gupta,Y.S. Goh&K.C. Seow. // Surface Engineering. 1997. – Vol 13. – P. 247-250.

12. Zhuk Yu. Super-HardWear-ResistantCoating Systems / Materials Technology. 1999. – Vol 14. – P. 126-129.

13. J. Hardell. Abrasivewearbehaviour of hardened high strength boron steel / J. Hardell,A. Yousfi,M. Lund,L. Pelcastre&B. Prakash // Tribology - Materials, Surfaces & Interfaces. 2014. – Vol 8. – P. 90-97.

14. X.T. Deng. Epsilon carbide precipitation andwearbehaviouroflowalloywearresistantsteels / X.T. Deng,T.L. Fu,Z.D. Wang,R.D.K. Misra& G. D. Wang // Materials Science and Technology. 2016. – Vol 32. P. 320-327.

15. Технология электрической сварки металлов и сплавов плавлением / под ред. Б.Е. Патона. – М.: Металлургия, 1974 – 768с.

16. Изучение структуры и свойств металла, наплавленного порошковой проволокой системы Fe-C-Si-Mn-Cr-Mo-Ni-V-Co / Гусев А.И., Козырев Н.А., Кибко Н.В., Попова М.В., Крюков Р.Е. // Актуальные проблемы в машиностроении. – 2017. Т.4.– № 2 . - С. 113-119.

17. Наплавка порошковыми проволоками C– Si–Mn–Mo –V–B и C – Si – Mn – Cr–Mo – V деталей горнорудного оборудования / Гусев А.И., Кибко Н.В., Попова М.В., Козырев Н.А., Осетковский И.В. / // Известия вузов. Черная металлургия. – 2017. -– т. 60. № 4. – С. 318-323.

18. A study on the properties of the deposited metal by flux cored wires 40GMFR and 40H3G2MF/ A I Gusev, N V Kibko, N A Kozyrev, M V Popova, I

V Osetkovsky// IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 150 (2016) 012033- pages 1-9| doi:10.1088/1757-899X/150/1/012033

19. Вентцель Е.С. Теория вероятностей / Е.С. Вентцель. – М.: Высшая школа, 1999. – 576 с.

20. Вентцель Е.С. Теория вероятностей и ееинженерные приложения / Е.С. Вентцель, Л.А. Овчаров. – М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 464 с.

21. Гмурман В.Е. Теория вероятности и математическая статистика / В.Е. Гмурман. – М.: Высшая школа, 2003. – 479 с.

22. Пат.2641590 МПК[8]В23 К35/36 В 23 К35/36 Порошковая проволока/ Козырев Н.А., Гусев А.И., Галевский Г.В., Крюков Р.Е., Осетковский И.В., Усольцев А.А., Козырева О.А.; ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет».- № 2016125085/02(039292), Заявл. 22.06.2016.

УДК 625.143.48

Е.В. Протопопов, Р.А. Шевченко, Н.А. Козырев, А.А. Усольцев, Р.Е. Крюков

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ СВАРКИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ РЕЛЬСОВ

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет», г. Новокузнецк

Сегодня в РФ на рельсосварочных предприятиях (РСП) сварка рельсов выполняется в основном способом контактной стыковой сварки пульсирующим оплавлением. Используется оборудование отечественного производства – МСР-6301 (ЗАО "Псковэлектросвар"), и украинского производства – К1000, К1100 (ПАО «КЗЭСО»). Технология сварки рельсов производится согласно требованиям ТУ 0921-312-01124323 и требованиям СТО РЖД 1.08.002. Технологический процесс выполняется в следующей последовательности: доставка и разгрузка рельсов на склад сырья, входной контроль и подача рельсов на технологическую линию, зачистка контактных поверхностей рельсов перед сваркой, обрезка рельса требуемой длинны (при необходимости), сверловка болтовых отверстий, сварка рельсов контактной стыковой сваркой рельсовую в плеть, правка сварных стыков в горячем состоянии, грубая шлифовка сварных стыков по всему контуру, термообработка сварных стыков, воздушно-водяное охлаждение сварных стыков, правка сварных стыков в холодном состоянии, чистовая шлифовка

головки рельса в зоне стыка, охлаждение сварного стыка, ультразвуковой контроль сварных стыков, подача сваренных рельсов на транспортер распределитель рельсовых плетей, погрузка рельсовых плетей на рельсовозный состав.

Сварные стыки рельсовых плетей, обязательно подвергаются термической обработке на индукционных установках УИН-001-100/РТ-С и УИН-001-100/РТ-П (далее УИН), производимых предприятием ООО «Магнит М». Ранее для термической обработки использовались установки ИТТ3-250/2,4 с источником питания мощностью 250 кВт, мощность источника питания установок УИН составляет 100 кВт при одинаковой скорости нагрева сварного стыка рельса. Наиболее существенным изменением является замена воздушно-водяной смеси, используемой в качестве закалочной среды на установках ИТТ3-250/2,4 на сжатый воздух в установках нового поколения. Использование сжатого воздуха обеспечило более качественную термическую обработку сварных стыков, что является особо актуальным в связи с расширением применения на отечественных железных дорогах легированных сталей, в том числе легированных хромом. Для этих сталей закалочное охлаждение воздушно-водяной смесью способствует получению структур с наличием мартенсита, что резко снижает сопротивление рельсов усталостному и хрупкому разрушению рельсовой стали [1].

При всех положительных воздействиях термической обработки с применением закалочной среды в виде сжатого воздуха у современных индукционных установок имеется ряд недостатков, которые связаны с: появление новых зон термического влияния при местном нагреве сварных стыков при термической обработке; односторонним охлаждении только со стороны головки, что приводит к ухудшению прямолинейности сварных стыков после охлаждения; недостаточной глубиной прогрева сварных стыков при термической обработке.

Локальная термическая обработка сварного стыка приводит к увеличению и появлению новых зон термического влияния по сравнению с зонами при сварке рельсов контактным способом без термической обработки. Увеличение линейной величины зон после термической обработки в головке рельса на расстоянии порядка 40-47 мм от сварного стыка и в его подошве на расстоянии 70-75 мм приводит к снижению механических свойств сварного стыка [1- 3].

Технология контактной стыковой сварки рельсов за рубежом не предполагает термообработки рельсовых стыков после сварки, высокие показатели механических свойств сварного соединения обеспечиваются способом сварки [4- 6]. В работе [6] проведено исследование процесса

контактной стыковой сварки оплавлением рельсов на оборудовании компании Shlatter, стационарной рельсосварочной машине GAA 100. Получены термические циклы сварки рельсов с помощью термопар установленных на образце рельса конденсаторной сваркой. На рисунках 1 и 2 показаны термические циклы в точках P_{10}, P_{11}, P_{12} и P_{13}. Точка P_{10} находится ближе всех к плоскости оплавления, на расстоянии 2 мм от нее, точка P_{11} на расстоянии 16 мм, P_{12} – 25 мм и P_{13} – 45 мм. Все точки располагаются на головке рельса.

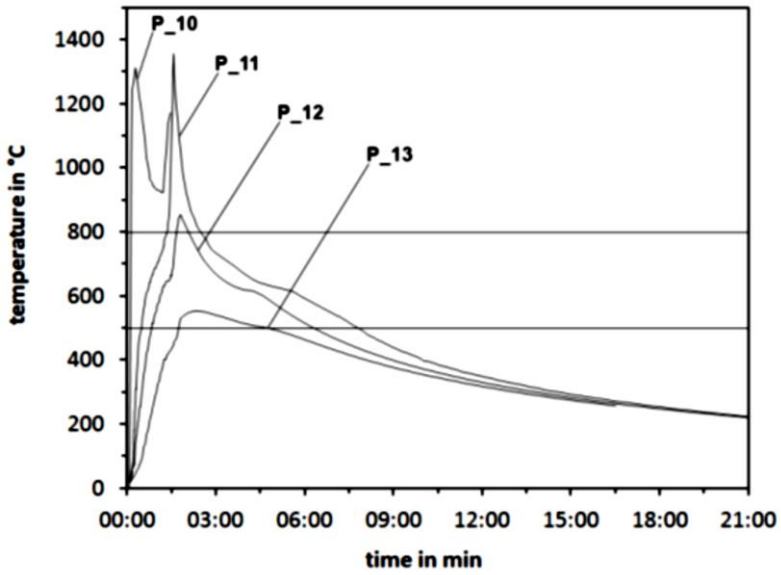


Рисунок 1 – T (t) всего процесса сварки в точках P10, P11, P12 и P13 на головке рельса.

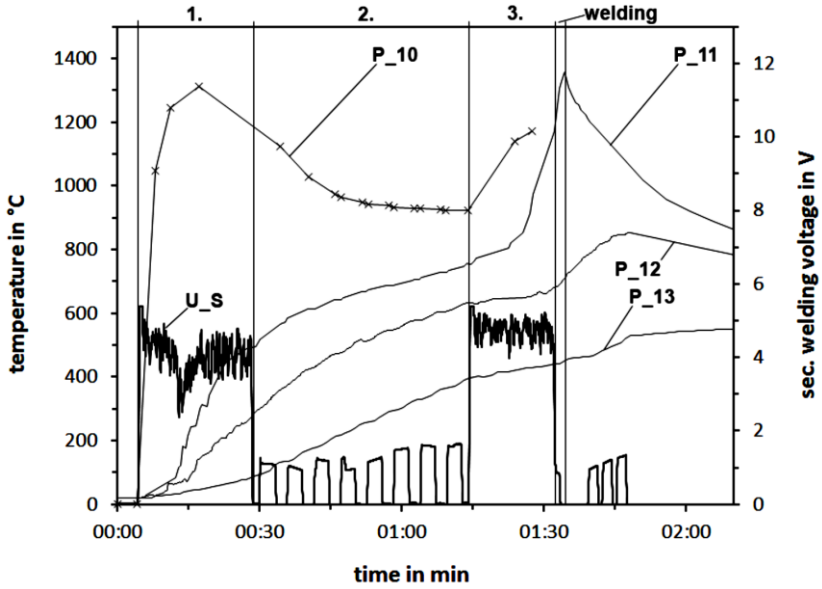


Рисунок 2 – T(t) и U_S(t) на этапе нагрева в точках P10, P11, P12 и P13.

Процесс разделяют на три этапа. Первый этап – разогрев свариваемых поверхностей, второй этап – фактическая сварка, третий этап – охлаждение

сварного соединения. Первый этап разогрева в свою очередь делят еще на три этапа: 1. «намеренное оплавление», 2. «предварительное нагревание» и 3. «оплавление». Второй этап фактической сварки является осадкой под током. Во время последнего третьего этапа после сварки применяется термообработка подобно предварительному подогреву для снижения скорости охлаждения после сварки – производят пропускание электрического тока через сварной стык несколькими импульсами.

Из термических циклов, показанных на рисунке 2, видно, что данные импульсы тока предназначены лишь для снижения скорости охлаждения, так как импульсы тока производятся при высоких значениях температур. Это необходимо для того, чтобы избежать образование закалочных структур в металле сварного соединения, но при этом длительное пребывание металла шва в области высоких температур способствует росту зерна аустенита, что в свою очередь приводит к снижению механических свойств.

В СибГИУ разработан более совершенный способ, который заключается в том, что после осадки и охлаждения сварного стыка в момент достижения необходимой температуры удерживается заданная температура, путем пропускания импульсов переменного электрического тока через сварной стык. Температура выдержки выбирается исходя из получения более мелкодисперсной структуры металла шва (рисунок 3). Время выдержки определяется инкубационным периодом образования необходимой структуры и регулируется количеством импульсов тока.

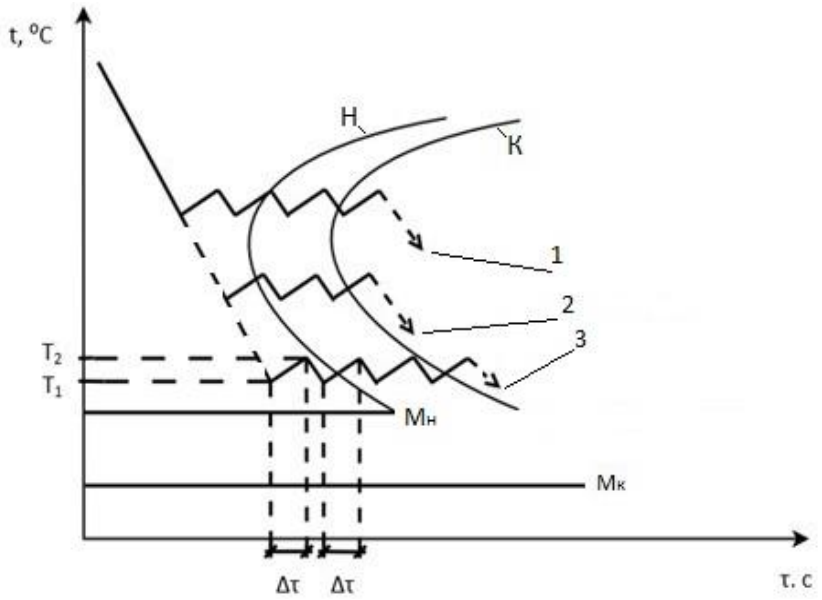


Рисунок 3 – Схема изотермического распада аустенита с различными режимами термообработки заготовки после сварки для получения структуры перлита (1), сорбита (2) или бейнита (3)

В процессе охлаждения стали в аустенитном состоянии (из области высоких температур) превращение аустенита происходит только после его переохлаждения ниже эвтектоидной температуры Ar_1 = 727°С, что объясняется изменением свободной энергии фаз и структур сплавов при нагреве и охлаждении. При низких температурах меньшим запасом свободной энергии обладает перлит по сравнению с аустенитом, поэтому при переохлаждении стали аустенит превращается в пластинчатый перлит (ферритно-цементитиую смесь). Чем больше степень переохлаждения аустенита, тем мельче образуемая из него ферритно-цементитная смесь. Полученные перлитные структуры зависят от температуры. При малой степени переохлаждения аустенита в интервале температур 727 – 650°С получается перлит. При большей степени переохлаждения в интервале температур 650-600 °С после превращения аустенита образуется сорбит (более мелкая, чем перлит, пластинчатая ферритно-цементитная смесь). При еще больших степенях переохлаждения в интервале температур 600-500^{0}С получают троостит (более тонкопластинчатая ферритно-цементитная смесь по сравнению с сорбитом) [7- 9]. На данный способ сварки рельсов получен патент на изобретение [10].

Выводы

1. Проведен анализ используемых в настоящее время технологий послесварочной термообработки сварного шва железнодорожных рельсов.
2. Предложен способ, обеспечивающий требуемую микроструктуру при сварке без дополнительной термообработки; исключающий дефекты в сварном шве и околошовной зоне; снижающий длительность процесса получения сварного соединения и обеспечивающий требуемые механические свойства сварного соединения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Резанов В.А. Дифференцированная закалка сварных стыков рельсов: [Текст] / В.А. Резанов, В.М. Федин, А.В. Башлыков, А.И. Фимкин, С.К. Земан // Вестник ВНИИЖТ. – 2013. – № 2. – С. 28 – 34.
2. Борц А.И. О новой технологии производства рельсов в России и перспективах ее ра-звития / А.И. Борц, Е.А. Шур, А.В. Сухов // Неделя металлов в Москве, 8-11 ноября 2016 г.: Сборник трудов конференции. – М., 2017. – С. 274-283.
3. Абдурашитов А. Ю. Сравнение надежности дифференцированно и объемно термоупрочненных рельсов / А. Ю. Абдурашитов, А. И. Борц, А. В. Сухой, Е. А. Шур // Железнодорожный транспорт. – 2017. - № 7. – С. 37-44.

4. 11. Mitsuru F. Rail flash-butt welding technology/ F. Mitsuru, N. Hiroaki, N. Kiyoshi// JFE Technical Report. – 2015. – № 20. – P. 159 – 163.

5. 12. Saita K. Trends in rail welding technologies and our future approach/ K. Saita, K. Karimine, M. Ueda, K. Iwano, T. Yamamoto, K. Hiroguchi // Nippon steel & sumitomo metal technical report. – 2013. – № 105. – P. 84 – 92.

6. Temperature field evolution during flash-butt welding of railway rails/ L. Weingrill, J. Krutzler , N. Enzinger // Materials Science Forum, Volume 879, pp 2088-2093, May 2016 || doi:10.4028/www.scientific.net/MSF.879.2088

7. Козырев Н. А. Современные технологии сварки железнодорожных рельсов / Н. А. Козырев, Р. А. Шевченко, А. А. Усольцев, Р. Е. Крюков, С. В. Князев // Черная металлургия: Бюл. ин-та “Черметинформация”. — 2018. — № 2. — С. 62–68.

8. Шевченко Р. А. Расчет оптимальных режимов электроконтактной сварки железнодорожных рельсов / Р. А. Шевченко, Н. А. Козырев, П. Е. Шишкин, Р. Е. Крюков, А. А. Усольцев // Вестник горно-металлургической секции Российской академии естественных наук. Отделение металлургии. – Новокузнецк: СибГИУ, – 2016. – № 37. – С. 175 - 180.

9. Shevchenko R.A. Calculation of optimal modes for electric-contact welding of rails of mine haulage tracks / R.A. Shevchenko, N.A. Kozyrev, A.A. Usoltsev, R.E. Kriukov, P.E. Shishkin // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Volume 84 (2017) 012023|| doi :10.1088/1755-1315/84/1/012023

10. Пат. 2641586 МПК[8] B23 K11/04 B 23 K101/26 C21D 9/50 C21 D9/04 Способ контактной стыковой сварки рельсов / Протопопов Е.В., Козырев Н.А., Шевченко Р.А., Крюков Р.Е., Фейлер С.В., Усольцев А.А.; ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет».- № 2016148124/02(077314), Заявл. 07.12.2016

УДК 625.143.48

Р.А. Шевченко, В.А. Кузнецов, Н.А. Козырев, В.Е. Хомичева, А.А. Усольцев

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОСОПРОТИВЛЕНИЯ РЕЛЬСОВОЙ СТАЛИ

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет», г. Новокузнецк

Развитие технологий, позволяющих обеспечить возможность получения бесстыкового железнодорожного пути с требуемыми качественными характеристиками, является актуальным направлением в настоящее время[1,2]. В России наиболее широко применяется

электроконтактный способ сварки рельсов [3-7]. Для моделирования процессов сварки рельсов указанным способом необходимо иметь достоверные данные о свойствах материалов. Одной из ключевых проблем, возникающих при подготовке исходных данных для моделирования указанных процессов, является сложность получения достоверных сведений о свойствах материалов [8]. При контактной сварки рельсов важной характеристикой процесса является электрическое сопротивление рельсовой стали. Для ее решения необходимы данные о значениях удельного сопротивления материалов свариваемых деталей в зависимости от их химического состава.

Для определения электрического сопротивления рельсовой стали применяли прибор MicroOhm 10A (MI 3250) – двунаправленный омметр низких сопротивлений, основанный на 4-проводным методе измерений Кельвина. Прибор предназначен для измерения низких сопротивлений, в частности, для измерения соединения рельсовых путей, сварных соединения.

Для достижения наивысшей точности при измерении низких электрических сопротивлений рекомендуется использовать 4-проводный метод измерения Кельвина (рис.1). При использовании данного метода в результат измерения не включается сопротивление измерительных проводов, и нет необходимости в калибровке и компенсации проводов.

Измерительный ток протекает через неизвестное сопротивление Rx по проводам C1 и C2. Расположение данных проводов не имеет большого значения, но они всегда должны размещаться за проводами P1 и P2. Падение напряжения на Rx измеряется между P1 и P2, поэтому потенциальные провода должны быть расположены точно в тех точках, между которыми измеряется сопротивление.

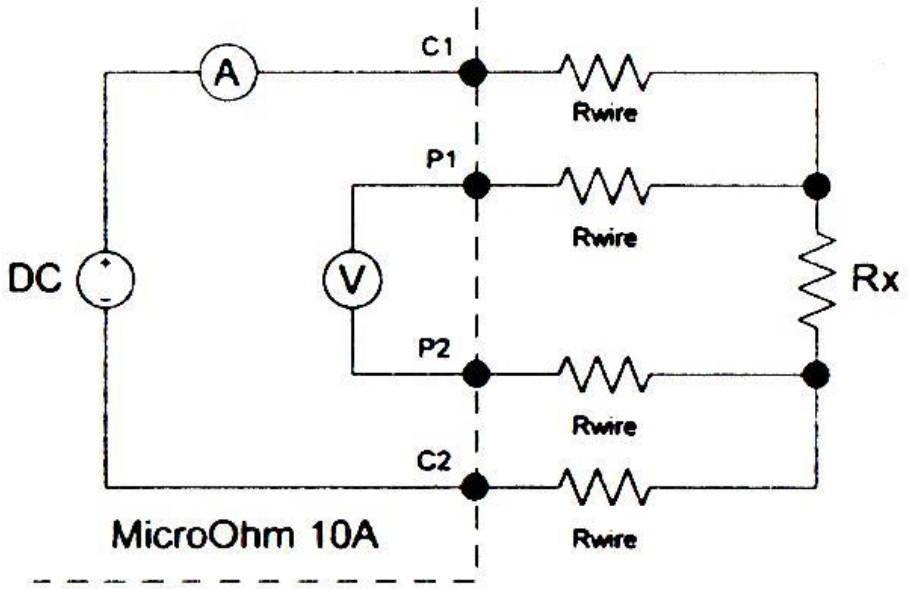


Рисунок 1 – Схема проводного метода Кельвина

Согласно закону Ома ток, протекающий между двумя точками по проводнику, прямо пропорционален разности потенциалов или падению напряжения между двумя точками, и обратно пропорционален сопротивлению между ними. Данный закон описывается следующим уравнением:

$$I[Amper] = \frac{U[Volt]}{R[Ohm]} \Rightarrow Rx = \frac{U[Volt]}{I[Amper]}$$

Для определения электрического сопротивления испытаниям были подвергнуты образцы, вырезанные из рельсовой стали. Размеры образцов: сечение 30 мм ×10 мм, длина - 90 мм. Осуществляли измерение электрического сопротивления на трех образца для каждого состава рельсовой стали. Усредненные результаты измерений электрического сопротивления и химический состав рельсовых сталей приведен в таблице 1.

Оценка влияния химического состава рельсовой стали на величину электрического сопротивления проводилась средствами регрессионного анализа, который позволяет изучить закономерности изменения результирующего показателя (электрического сопротивления рельсовой стали) в зависимости от её химического состава. По результатам вычислений получены зависимости, адекватность которых фактическим значениям проверялась по показателю средней ошибки аппроксимации:

где m – количество наблюдений; – вычисленное значение результирующего показателя; – фактическое значение результирующего показателя.

В результате регрессионного анализа получена функциональная зависимость влияния химического состава на величину электрического сопротивления рельсовой стали:

Rx=61,648-266,56·C+227,11·Mn-133,68·Si+203,39·Cr+958,86·V+5600,8·Al-238,92·Ni+141,58·Cu+141,67·Mo+4902,85·Nb-2594,26·Sb+1120,23·P-2609,77·S

(ошибка аппроксимации 1,24 %; R2=0,953)

Вычисленные значения средней ошибки аппроксимации свидетельствуют о том, что полученная зависимость является адекватной и её можно использовать для построения математической модели процесса контактной сварки рельсов.

Таблица 1.- Химический состав рельсовой стали и электрическое сопротивление

Химический состав рельсовой стали															Rx, мкОм,
№	C	Mn	Si	Cr	V	P	S	Al	Ni	Cu	Mo	Nb	Sn	Sb	
1	0,76	0,77	0,53	0,37	0,04	0,01	0,008	0,003	0,06	0,08	0,005	0,002	0,004	0,001	93,00
2	0,76	0,77	0,53	0,36	0,04	0,014	0,006	0,003	0,06	0,08	0,004	0,001	0,004	0,001	95,33
3	0,76	0,77	0,53	0,36	0,04	0,014	0,006	0,003	0,06	0,08	0,004	0,001	0,004	0,001	90,63
4	0,76	0,77	0,53	0,36	0,04	0,014	0,006	0,003	0,06	0,08	0,004	0,001	0,004	0,001	93,57
5	0,77	0,77	0,53	0,38	0,04	0,01	0,007	0,003	0,08	0,12	0,005	0,002	0,005	0,002	89,35
6	0,77	0,77	0,53	0,38	0,04	0,01	0,007	0,003	0,08	0,12	0,005	0,002	0,005	0,002	87,27
7	0,76	0,77	0,53	0,36	0,04	0,014	0,006	0,003	0,06	0,08	0,004	0,001	0,004	0,001	92,63
8	0,76	0,77	0,53	0,37	0,04	0,01	0,008	0,003	0,06	0,08	0,005	0,002	0,004	0,001	89,00
9	0,76	0,77	0,53	0,37	0,04	0,01	0,008	0,003	0,06	0,08	0,005	0,002	0,004	0,001	88,43
10	0,76	0,77	0,53	0,37	0,04	0,01	0,008	0,003	0,06	0,08	0,005	0,002	0,004	0,001	87,73
11	0,76	0,77	0,53	0,37	0,04	0,01	0,008	0,003	0,06	0,08	0,005	0,002	0,004	0,001	85,47
12	0,76	0,77	0,53	0,37	0,04	0,01	0,008	0,003	0,06	0,08	0,005	0,002	0,004	0,001	88,78
13	0,77	0,77	0,53	0,38	0,04	0,01	0,007	0,003	0,08	0,12	0,005	0,002	0,005	0,002	89,33
14	0,77	0,77	0,53	0,38	0,04	0,01	0,007	0,003	0,08	0,12	0,005	0,002	0,005	0,002	90,07
15	0,76	0,77	0,53	0,36	0,04	0,014	0,006	0,003	0,06	0,08	0,004	0,001	0,004	0,001	88,30
16	0,76	0,77	0,53	0,36	0,04	0,014	0,006	0,003	0,06	0,08	0,004	0,001	0,004	0,001	91,07
17	0,76	0,77	0,53	0,36	0,04	0,014	0,006	0,003	0,06	0,08	0,004	0,001	0,004	0,001	89,17
18	0,76	0,77	0,53	0,36	0,04	0,014	0,006	0,003	0,06	0,08	0,004	0,001	0,004	0,001	90,16
19	0,95	0,82	0,43	0,27	0,09	0,011	0,007	0,002	0,07	0,1	0,006	0,002	0,005	0,001	87,90
20	0,95	0,82	0,43	0,27	0,09	0,011	0,007	0,002	0,07	0,1	0,006	0,002	0,005	0,001	90,75
21	0,91	0,81	0,43	0,32	0,09	0,01	0,005	0,003	0,15	0,09	0,003	0,001	0,004	0,001	91,13
22	0,91	0,81	0,43	0,32	0,09	0,01	0,005	0,003	0,15	0,09	0,003	0,001	0,004	0,001	91,80
23	0,95	0,82	0,43	0,27	0,09	0,011	0,007	0,002	0,07	0,1	0,006	0,002	0,005	0,001	87,17

24	0,91	0,81	0,43	0,32	0,09	0,01	0,005	0,003	0,15	0,09	0,003	0,001	0,004	0,001	93,13
25	0,91	0,81	0,43	0,32	0,09	0,01	0,005	0,003	0,15	0,09	0,003	0,001	0,004	0,001	90,07
26	0,87	0,79	0,54	0,3	0,08	0,011	0,006	0,003	0,08	0,13	0,006	0,002	0,006	0,002	92,63
27	0,87	0,79	0,54	0,3	0,08	0,011	0,006	0,003	0,08	0,13	0,006	0,002	0,006	0,002	93,12
28	0,87	0,79	0,54	0,3	0,08	0,011	0,006	0,003	0,08	0,13	0,006	0,002	0,006	0,002	91,74
29	0,87	0,79	0,54	0,3	0,08	0,011	0,006	0,003	0,08	0,13	0,006	0,002	0,006	0,002	94,20
30	0,95	0,82	0,43	0,27	0,09	0,011	0,007	0,002	0,07	0,1	0,006	0,002	0,005	0,001	90,70
31	0,74	0,79	0,55	0,38	0,06	0,009	0,005	0,002	0,16	0,07	0,003	0,002	0,004	0,001	91,85
32	0,74	0,79	0,55	0,38	0,06	0,009	0,005	0,002	0,16	0,07	0,003	0,002	0,004	0,001	91,43
33	0,74	0,79	0,55	0,38	0,06	0,009	0,005	0,002	0,16	0,07	0,003	0,002	0,004	0,001	91,47
34	0,74	0,79	0,55	0,38	0,06	0,009	0,005	0,002	0,16	0,07	0,003	0,002	0,004	0,001	93,92
35	0,77	0,85	0,29	0,06	0,04	0,009	0,007	0,003	0,06	0,09	0,003	0,002	0,004	0,001	76,20
36	0,77	0,85	0,29	0,06	0,04	0,009	0,007	0,003	0,06	0,09	0,003	0,002	0,004	0,001	75,40
37	0,77	0,85	0,29	0,06	0,04	0,009	0,007	0,003	0,06	0,09	0,003	0,002	0,004	0,001	77,17
38	0,77	0,85	0,29	0,06	0,04	0,009	0,007	0,003	0,06	0,09	0,003	0,002	0,004	0,001	74,80
39	0,76	0,77	0,53	0,37	0,04	0,009	0,005	0,003	0,07	0,11	0,005	0,001	0,005	0,002	89,20
40	0,76	0,77	0,53	0,37	0,04	0,009	0,005	0,003	0,07	0,11	0,005	0,001	0,005	0,002	88,43
41	0,77	0,8	0,56	0,38	0,04	0,008	0,006	0,002	0,06	0,1	0,006	0,002	0,005	0,001	92,10
42	0,77	0,8	0,56	0,38	0,04	0,008	0,006	0,002	0,06	0,1	0,006	0,002	0,005	0,001	89,87
43	0,77	0,8	0,56	0,38	0,04	0,008	0,006	0,002	0,06	0,1	0,006	0,002	0,005	0,001	90,07
44	0,77	0,8	0,56	0,38	0,04	0,008	0,006	0,002	0,06	0,1	0,006	0,002	0,005	0,001	93,00
45	0,74	0,84	0,26	0,07	0,04	0,009	0,01	0,002	0,07	0,1	0,006	0,002	0,005	0,001	72,77
46	0,74	0,84	0,26	0,07	0,04	0,009	0,01	0,002	0,07	0,1	0,006	0,002	0,005	0,001	72,37
47	0,74	0,84	0,26	0,07	0,04	0,009	0,01	0,002	0,07	0,1	0,006	0,002	0,005	0,001	73,50
48	0,74	0,84	0,26	0,07	0,04	0,009	0,01	0,002	0,07	0,1	0,006	0,002	0,005	0,001	73,23
49	0,77	0,85	0,29	0,06	0,04	0,009	0,007	0,003	0,06	0,09	0,006	0,002	0,005	0,001	74,68
50	0,77	0,85	0,29	0,06	0,04	0,009	0,007	0,003	0,06	0,09	0,006	0,002	0,005	0,001	76,27
51	0,74	0,84	0,26	0,07	0,04	0,009	0,01	0,002	0,07	0,1	0,006	0,002	0,005	0,001	74,50
52	0,74	0,84	0,26	0,07	0,04	0,009	0,01	0,002	0,07	0,1	0,006	0,002	0,005	0,001	73,66

53	0,74	0,84	0,26	0,07	0,04	0,009	0,01	0,002	0,07	0,1	0,006	0,002	0,005	0,001	74,54
54	0,74	0,84	0,26	0,07	0,04	0,009	0,01	0,002	0,07	0,1	0,006	0,002	0,005	0,001	74,90
55	0,77	0,85	0,29	0,06	0,04	0,009	0,007	0,003	0,06	0,09	0,006	0,002	0,005	0,001	76,93
56	0,77	0,85	0,29	0,06	0,04	0,009	0,007	0,003	0,06	0,09	0,006	0,002	0,005	0,001	77,40
57	0,77	0,78	0,53	0,37	0,04	0,012	0,008	0,003	0,07	0,11	0,006	0,002	0,005	0,002	89,88
58	0,77	0,78	0,53	0,37	0,04	0,012	0,008	0,003	0,07	0,11	0,006	0,002	0,005	0,002	91,53
59	0,77	0,78	0,53	0,37	0,04	0,012	0,008	0,003	0,07	0,11	0,006	0,002	0,005	0,002	88,58
60	0,77	0,78	0,53	0,37	0,04	0,012	0,008	0,003	0,07	0,11	0,006	0,002	0,005	0,002	90,45
61	0,78	0,86	0,54	0,44	0,003	0,01	0,004	0,003	0,07	0,11	0,006	0,002	0,005	0,002	90,08
62	0,78	0,86	0,54	0,44	0,003	0,01	0,004	0,003	0,07	0,11	0,006	0,002	0,005	0,002	91,65
63	0,78	0,86	0,54	0,44	0,003	0,01	0,004	0,003	0,07	0,11	0,006	0,002	0,005	0,002	91,73
64	0,78	0,86	0,54	0,44	0,003	0,01	0,004	0,003	0,07	0,11	0,006	0,002	0,005	0,002	91,00
65	0,77	0,78	0,53	0,37	0,04	0,012	0,008	0,003	0,07	0,11	0,006	0,002	0,005	0,002	90,07
66	0,77	0,78	0,53	0,37	0,04	0,012	0,008	0,003	0,07	0,11	0,006	0,002	0,005	0,002	89,28
67	0,77	0,78	0,53	0,37	0,04	0,012	0,008	0,003	0,07	0,11	0,006	0,002	0,005	0,002	89,73
68	0,77	0,78	0,53	0,37	0,04	0,012	0,008	0,003	0,07	0,11	0,006	0,002	0,005	0,002	90,40
69	0,74	0,79	0,55	0,38	0,06	0,009	0,005	0,002	0,16	0,07	0,003	0,002	0,004	0,001	94,78
70	0,74	0,79	0,55	0,38	0,06	0,009	0,005	0,002	0,16	0,07	0,003	0,002	0,004	0,001	92,94
71	0,74	0,79	0,55	0,38	0,06	0,009	0,005	0,002	0,16	0,07	0,003	0,002	0,004	0,001	92,78
72	0,74	0,79	0,55	0,38	0,06	0,009	0,005	0,002	0,16	0,07	0,003	0,002	0,004	0,001	92,15
73	0,76	0,77	0,53	0,37	0,04	0,009	0,005	0,003	0,07	0,11	0,005	0,001	0,005	0,002	92,20
74	0,76	0,77	0,53	0,37	0,04	0,009	0,005	0,003	0,07	0,11	0,005	0,001	0,005	0,002	90,73
75	0,76	0,77	0,53	0,37	0,04	0,009	0,005	0,003	0,07	0,11	0,005	0,001	0,005	0,002	87,38
76	0,76	0,77	0,53	0,37	0,04	0,009	0,005	0,003	0,07	0,11	0,005	0,001	0,005	0,002	93,25
77	0,76	0,77	0,53	0,37	0,04	0,009	0,005	0,003	0,07	0,11	0,005	0,001	0,005	0,002	87,27
78	0,76	0,77	0,53	0,37	0,04	0,009	0,005	0,003	0,07	0,11	0,005	0,001	0,005	0,002	89,46
79	0,76	0,77	0,53	0,37	0,04	0,009	0,005	0,003	0,07	0,11	0,005	0,001	0,005	0,002	90,37
80	0,76	0,77	0,53	0,37	0,04	0,009	0,005	0,003	0,07	0,11	0,005	0,001	0,005	0,002	89,78

Выводы

1.Предложена методика измерения электрического сопротивления рельсовой стали, позволяющая корректировать тепловложение при контактной сварке.

2.Построена математическая модель процесса контактной сварки рельсов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Modern Methods of Rail Welding / N.A. Kozyrev, O.A. Kozyreva, A.A. Usoltsev, R.E. Kryukov, R.A. Shevchenko // IOPConferenceSeries: Materials Science and Engineering, Volume 253 (2017) 012002: International Scientific-Practical Conference: Innovations in Fueland Energy Complex and Mechanical Engineering (FEC-2017) 18–21 April 2017, Kemerovo, RussianFederation,–pp.1-6|| doi:10.1088/1757-899X/253/1/012002

2. Козырев Н.А. Железнодорожные рельсы из электростали [Текст]/ Н.А. Козырев, В.В. Павлов, Л.А. Годик, В.П. Дементьев. – Новокузнецк: ЕвразХолдинг, Новокузнецкий металлургический комбинат, 2006. – 388 с.

3. Современные методы сварки рельсов нового поколения / Козырев Н.А., Усольцев А.А., Шевченко Р.А., Крюков Р.Е., Шишкин П.Е. // Известия вузов. Черная металлургия. – 2017. – т. 60. № 10. – С. 785-791.

4. MitsuruF.Railflash-butt welding technology/ F. Mitsuru,N. Hiroaki, N. Kiyoshi// JFE Technical Report. –2015. – № 20. – P. 159 – 163.

5. Шур Е.А. Комплексный метод контактной сварки рельсов/ Е.А. Шур, В.А.Резанов// Вестник ВНИИЖТ. – 2012. – № 3. – С. 20 – 22.

6. Шевченко Р.Е. Совершенствование технологии сварки рельсовой стали с повышенным содержанием хрома [текст]/ Р.Е. Шевченко// Труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых Вып. 20 – Ч III. Естественные и технические науки/ Под общей редакцией М.В. Темлянцева; СибГИУ. – Новокузнецк, 2016. – С. 196-198.

7. Выбор оптимальных режимов сварки железнодорожных рельсов / Шевченко Р.А., Козырев Н.А., Крюков Р.Е., Патрушев А.О., Усольцев А.А. // Сборник трудов XX Международной научно-практической конференции «Металлургия: технологии, инновации, качество»;СибГИУ. – Новокузнецк, – 2017. С.332 – 336

8. Компьютерное проектирование и подготовка производства сварных конструкций: Учебное пособие для вузов /С. А. Куркин, В. М. Ховов, Ю. Н. Аксенов и др. М: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2002. 464 с.

УДК 625.143.48

Е.В. Протопопов, Н.А. Козырев, Р.А. Шевченко, Р.Е. Крюков, А.А. Усольцев

РАЗРАБОТКА И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ СВАРКИ РЕЛЬСОВ ДЛЯ ВЫСОКОСКОРОСТНОГО ДВИЖЕНИЯ

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет», г. Новокузнецк,

В Российской Федерации основная часть рельсов сваривается электроконтактным способом [1,2], при этом происходит нагрев и непрерывное охлаждение металла в зоне термического влияния (ЗТВ). Причем в зависимости от химического состава стали, выбирается технологический процесс сварки с использованием существующих методов оплавления: непрерывного или пульсирующего, определяющих линейную величину и температурные поля в ЗТВ сварного стыка [3,4]. Выбор теплового режима основан на исключении образования структур закалки (мартенсита и бейнита), вызывающих дополнительные напряжения и трещины, которые приводят к разрушению рельсов [5]. В связи с этим [6, 7] особое значение приобретает разработка режимов сварки железнодорожных рельсов для высокоскоростных магистралей, изготовленных из хромистой стали марок 90ХАФ, 76ХАФ, 76ХФ, 76ХСФ по ГОСТ Р 51685–2013.

Известно, что увеличение содержания хрома в стали вызывает смещение вправо С-образных кривых начала и конца распада аустенита на диаграмме изотермического распада аустенита, что, в свою очередь, приводит к снижению критической скорости охлаждения, при которой аустенит превращается в мартенсит [8, 9]. При быстром нагреве сварного стыка, которое обеспечивается методом пульсирующего оплавления и последующим интенсивным охлаждением ЗТВ на месте микрообъемов с повышенным содержанием хрома, никеля и углерода, формируется высокопрочный слой со структурой мартенсита. Участки мартенсита [5] играют роль концентраторов напряжения и приводят к образованию дефектов в сварных стыках (развитие усталостных трещин в головке, шейке и подошве рельса с хрупким изломом).

Данная проблема в процессе изготовления бесстыкового пути при сварке рельсов решается обязательной термической обработкой сварного стыка. Термообработку производят с помощью индукционных установок, что, в свою очередь, увеличивает затраты. Этот недостаток на практике предлагается исправлять совмещением непрерывного и пульсирующего

методов оплавления, изменением интенсивности нагрева при сварке и регулированием скорости охлаждения [6]. При этом частично используя метод непрерывного оплавления, может привести к появлению дефектов сварочного характера, присущих непрерывному оплавлению.

В настоящее время основной производитель рельсовой продукции АО «ЕВРАЗ ЗСМК» сформулировал технические требования к перспективному сварному стыковому соединению рельсов типа Р65 категории ДТ350, которые значительно превосходят требования, установленные СТО РЖД 1.08.002-2009 «Рельсы железнодорожные, сваренные электроконтактным способом». Одним из важных требований, которые при существующей технологии не достигаются, является твердость металла в зонах термического влияния рельсов на поверхности катания, твердость не должна отличаться более чем на 10% от требований, установленных ГОСТ Р 51685–2013: на глубине 10 и 22 мм от поверхности катания должна составлять не менее 270 HV. Длина зон термического влияния с пониженной твердостью, измеряемая как расстояние между двумя крайними точками с твердостью, соответствующей основному металлу рельса, должна составлять не более 10 мм. В микроструктуре сварного соединения и зонах термического влияния не допускается наличие участков мартенсита и бейнита.

В работе [9] предложено решение данной проблемы с использованием процесса контактной стыковой сварки оплавлением рельсов на оборудовании компании Shlatter: стационарной рельсосварочной машине GAA 100. Получены термические циклы сварки рельсов с помощью термопар, установленных на образце рельса конденсаторной сваркой. Процесс разделяют на три этапа. Первый этап – разогрев свариваемых поверхностей, второй этап – фактическая сварка, третий этап – охлаждение сварного соединения. Первый этап разогрева, в свою очередь, делят еще на три этапа: 1- «намеренное оплавление», 2- «предварительное нагревание» и 3- «оплавление». Второй этап фактической сварки является осадкой под током. Во время последнего третьего этапа после сварки применяется термообработка подобно предварительному подогреву для снижения скорости охлаждения после сварки – производят пропускание электрического тока через сварной стык несколькими импульсами. Данные импульсы тока предназначены лишь для снижения скорости охлаждения и исключения образования закалочных структур в металле сварного соединения.

Разработанный в условиях СибГИУ и защищенный патентом РФ альтернативный способ решения проблемы, который предполагает после осадки и охлаждения сварного стыка в момент достижения необходимой

температуры, удерживать заданную температуру путем пропускания импульсов переменного электрического тока через сварной стык. Температура выдержки выбирается исходя из получения более мелкодисперсной структуры металла шва. Время выдержки определяется инкубационным периодом образования необходимой структуры и регулируется количеством импульсов тока [10, 11].

В данной работе приведены исследования по влиянию режимов сварки с последующей изотермической выдержкой образцов из рельсовой стали, производимой путем пропускания импульсов переменного электрического тока после сварки на качественные показатели сварного стыка.

Сварка образцов производится на модернизированной машине для контактной стыковой сварки МС-2008М. Электрическое устройство машины дополнительно снабжено контроллером, который соединен с электродвигателем привода оплавления и осадки через концевой выключатель, установленный в блоке концевых выключателей и предназначенный для подачи сигнала на контроллер о начале этапа термообработки, а со сварочным трансформатором контроллер соединен с помощью симистора, который в свою очередь соединен с контактором включения сварочного тока при помощи контактного реле, установленного на релейной панели. Это позволяет производить изотермическую выдержку после окончания сварки. Управление режимами осуществляется с помощью персонального компьютера.

Для получения информации о термическом влиянии на структуру металла разработана методика измерения температур в ЗТВ во время сварки. При этом производится измерение силы сварочного тока для дальнейшей корректировки режимов. Схема взаимодействия используемого оборудования приведена на рисунке 1. Для измерения температуры металла в ЗТВ используются термопары ХА (хромель-алюмелевые). Сбор и обработку данных, полученных от термопар, производится с помощью измерительного комплекса «Tempol». Температура металла сварного шва, где нет возможности установить термопару, измеряется с помощью тепловизора HotFind-D.

Для поиска оптимальных режимов сварки проведен полный факторный эксперимент $N = 2 \cdot 3^k$ (таблица 1). Исследуемыми параметрами являлись:

X_1 – время охлаждения после осадки (характеризуется скоростью охлаждения (степень переохлаждения аустенита) и температурой Т1, до которой происходит охлаждение); X_2 – время подогрева (характеризуется температурой Т2, до которой происходит нагрев); X_3 – время охлаждения после подогрева (характеризуется температурой Т1, до которой происходит

охлаждение); X_4 – количество импульсов подогрева (характеризуется инкубационным периодом превращения аустенита в перлит).

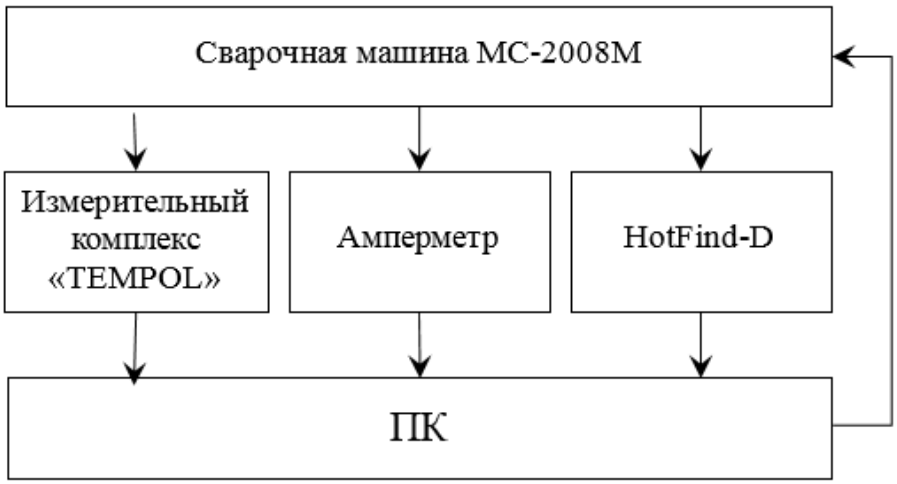


Рисунок 1 – Блок -схема оборудования

Длительность выдержки (X_1) необходимо подобрать таким образом, чтобы сварной стык остыл до значений температуры, при которой образуется необходимая структура металла шва. Импульсы пропускания тока задавались с определенным интервалом. Длительность импульса (X_2) определяется температурой сварного стыка, которая не должна подниматься выше значений температур, требуемых для образования необходимой структуры. Длительность интервала (X_3) подбирается таким образом, чтобы температура сварного стыка не опускалась ниже значений температур, при которых образуется необходимая структура металла шва. Количеством импульсов (X_4) задается время, в течение которого поддерживается средняя температура сварного стыка, необходимая для формирования требуемой структуры при сварке.

Таблица 1 – Матрица планирования экспериментов $N = 2 \cdot 3^k$

№ образцов	Значения факторов			
	X_1, с	X_2, с	X_3, с	X_4
1	25	0,4	20	2
2	25	0,2	15	3
3	20	0,2	10	2
4	20	0,2	20	4
5	20	0,4	15	4
6	20	0,4	10	3
7	20	0,6	20	3
8	25	0,6	10	4
9	20	0,6	15	2

Вырезка образцов 90 мм ×30 мм ×10 мм с известным химическим составом (таблица 2), осуществлялась из головки рельсового профиля. В дальнейшем производилась контактная стыковая сварка на модернизированной машине МС-2008М при различных режимах согласно исследуемой матрицей. После снятия грата производилось измерение твердости. Твердость изучаемых образцов измерялась с помощью твердомера УЗИТ-3. Далее образцы разрезались перпендикулярно сварному шву на два образца электроэрозионным способом на электроэрозионном проволочно-вырезном станке с ЧПУ струйного типа ДК7732 М11. Из одного образца вытачивали по ГОСТ 1497-84 цилиндрические образцы типа III № 6 с расчетной длинной рабочей части 30 мм. Второй образец готовился для металлографического анализа на неметаллические включения и микроструктуру сварного соединения. Исследования проводили с помощью оптического микроскопа OLYMPUS GX-51 в светлом поле при диапазоне увеличений в 100 – 1000 крат после травления в спиртовом растворе азотной кислоты. Микротвердость измерялась с помощью микротвердомера HVS-1000.

В таблице 3 представлены результаты эксперимента и полученные физико-механические свойства образцов: твердость НВ, протяженность ЗТВ (мм); предел текучести $\sigma_т$ (Н/мм^2); временное сопротивление $\sigma_в$ (Н/мм^2); относительное удлинение δ_5 (%); относительное сужение ψ (%); наличие неметаллических включений в металле шва. Кроме того, проведен расчет отклонений твердости относительно требований, установленных ГОСТ Р 51685–2013 на поверхности сварного соединения образцов: понижение твердости
Δ_{min} = ((350НВ – $НВ_{min}$) /350НВ) ·100 % и повышение твердости Δ_{max} = (($НВ_{max}$ – 350НВ) /350НВ) ·100 %, суммарное отклонение твердости $\Delta = \Delta_{min} + \Delta_{max}$, (%).

В результате исследований определено, что режим сварки, удовлетворяющий техническим требованиям - образец № 4 -с (рисунок 2). Следует отметить, что образец № 4 соответствует показателям твердости металла в зонах термического влияния и не отличается более чем на 10% от требований, разработанных АО «ЕВРАЗ ЗСМК». Длина зон термического влияния с пониженной твердостью, измеряемая как расстояние между двумя крайними точками с твердостью, соответствующей основному металлу рельса не превышает 10 мм. В микроструктуре сварного соединения и зонах термического влияния нет участков мартенсита и бейнита.

Таблица 2 – Химический состав исследуемых образцов

№ образцов	Химический состав																
	C	Mn	Si	Cr	V	P	S	Al	Ni	Cu	Ti	Mo	Nb	Sn	Sb	O	H, ppm
1	0,76	0,77	0,53	0,37	0,04	0,010	0,010	0,003	0,08	0,12	0,002	0,006	0,002	0,005	0,002	0,0010	0,90
2	0,77	0,77	0,53	0,37	0,04	0,012	0,009	0,003	0,08	0,10	0,003	0,007	0,002	0,005	0,001	0,0009	0,08
3	0,76	0,77	0,53	0,37	0,04	0,010	0,010	0,003	0,08	0,12	0,002	0,006	0,002	0,005	0,002	0,0010	0,90
4	0,77	0,77	0,53	0,37	0,04	0,012	0,009	0,003	0,08	0,10	0,003	0,007	0,002	0,005	0,001	0,0009	0,08
5	0,77	0,80	0,56	0,38	0,04	0,008	0,006	0,002	0,06	0,10	0,002	0,006	0,002	0,005	0,001	0,0013	1,10
6	0,76	0,78	0,55	0,38	0,04	0,010	0,006	0,003	0,07	0,10	0,002	0,005	0,002	0,004	0,001	0,0012	0,90
7	0,76	0,77	0,53	0,37	0,04	0,009	0,005	0,003	0,07	0,11	0,002	0,005	0,001	0,005	0,002	0,0009	1,00
8	0,76	0,78	0,55	0,38	0,04	0,010	0,006	0,003	0,07	0,10	0,002	0,005	0,002	0,004	0,001	0,0012	0,90
9	0,77	0,80	0,56	0,38	0,04	0,008	0,006	0,002	0,06	0,10	0,002	0,006	0,002	0,005	0,001	0,0013	1,10

Таблица 3 – Результаты эксперимента

№ образцов	HB_{min}	HB_{max}	Δ_{min}, %	Δ_{max}, %	Δ, %	Протяженность ЗТВ, мм	$\sigma_т$, Н/мм^2	$\sigma_в$, Н/мм^2	δ_5, %	ψ, %	Наличие неметаллических включений
1	290	414	17,40	18,29	35,69	10,0	660	990	3,2	4,4	+
2	297	364	15,20	3,90	19,1	6,5	650	750	1,7	4,7	+
3	322	370	8,00	5,81	13,81	6,0	530	570	1,2	3,6	+
4	326	385	6,85	10,00	17,43	5,0	720	870	0,4	4,3	+
5	279	364	20,23	4,00	24,23	16,0	800	810	1,2	4,3	+
6	280	391	20,00	11,71	31,71	16,0	770	980	1,5	4,9	+
7	264	404	24,48	15,33	39,81	20,0	880	1080	2,8	5,7	–
8	319	601	8,76	71,83	80,59	26,0	970	1010	1,2	5,0	–
9	281	378	19,71	8,00	27,71	17,0	-	465	0,8	3,8	+

Результаты механических испытаний показали, что у всех сварных соединений наблюдаются низкие пластические свойства, которые объясняются либо наличием закалочных структур металла (№ 5, 6, 7, 8, 9), либо скоплением неметаллических включений в зоне сварного шва (образцы № 1, 2, 3, 4).

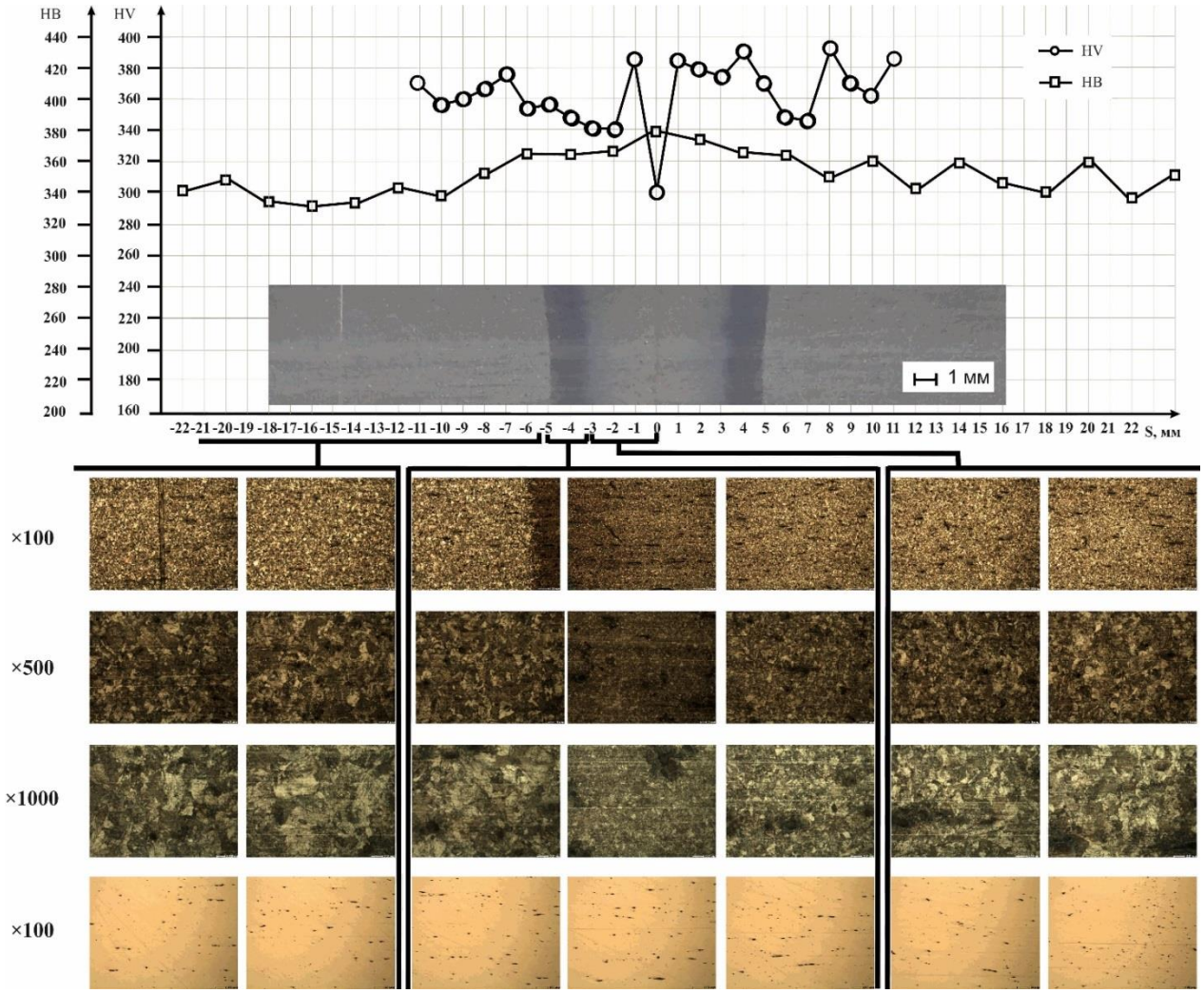


Рисунок 2 – Распределение твердости, микротвердости, неметаллических включений и структуры в сварном соединении образца № 4

Выводы

1. Разработан, защищенный патентом РФ, способ контактной стыковой сварки, позволяющий получать сварное соединение изделий из рельсовой стали с равномерным распределением твердости и малой зоной термического влияния, удовлетворяющий разработанным техническим требованиям АО «ЕВРАЗ ЗСМК» к перспективному сварному стыковому соединению рельсов типа Р65 категории ДТ350.

2. Предлагаемый способ позволяет производить регулирование структуры сварного соединения рельсов, не прибегая к дополнительной локальной термической обработке.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Modern Methods of Rail Welding / N.A. Kozyrev, O.A. Kozyreva, A.A. Usoltsev, R.E. Kryukov, R.A. Shevchenko // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Volume 253 (2017) 012002: International Scientific-Practical Conference: Innovations in Fuel and Energy Complex and Mechanical Engineering (FEC-2017) 18–21 April 2017, Kemerovo, Russian Federation,–pp.1-6|| doi:10.1088/1757-899X/253/1/012002

2. Современные методы сварки рельсов нового поколения / Козырев Н.А., Усольцев А.А., Шевченко Р.А., Крюков Р.Е., Шишкин П.Е. // Известия вузов. Черная металлургия. – 2017. – т. 60. № 10. – С. 785-791.

3. Mitsuru F. Rail flash-butt welding technology/ F. Mitsuru, N. Hiroaki, N. Kiyoshi// JFE Technical Report. – 2015. – № 20. – P. 159 – 163.

4. Saita K. Trends in rail welding technologies and our future approach/ K. Saita, K. Karimine, M. Ueda, K. Iwano, T. Yamamoto, K. Hiroguchi // Nippon steel & sumitomo metal technical report. – 2013. – № 105. – P. 84 – 92.

5. Козырев Н.А. Железнодорожные рельсы из электростали [Текст]/ Н.А. Козырев, В.В. Павлов, Л.А. Годик, В.П. Дементьев. – Новокузнецк: ЕвразХолдинг, Новокузнецкий металлургический комбинат, 2006. – 388 с.

6. Шур Е.А. Комплексный метод контактной сварки рельсов/ Е.А. Шур, В.А. Резанов// Вестник ВНИИЖТ. – 2012. – № 3. – С. 20 – 22.

7. Гаврилов В.В. Пути решения вопроса повышения эксплуатационной надежности рельсов для метрополитенов производства ЕВРАЗ ЗСМК/ В.В. Гаврилов // Метро и тоннели. – 2012. – № 1. – С. 42 – 43.

8. Гуляев А.П. Металловедение: учебник для вузов/ А. П. Гуляев, А. А. Гуляев. – М.: ИД Альянс, 2012. – 644 с.

9. Temperature field evolution during flash-butt welding of railway rails/ L. Weingrill, J. Krutzler , N. Enzinger // Materials Science Forum, Volume 879, pp 2088-2093, May 2016 || doi:10.4028/www.scientific.net/MSF.879.2088

10. Шевченко Р.Е. Совершенствование технологии сварки рельсовой стали с повышенным содержанием хрома [текст]/ Р.Е. Шевченко// Труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых Вып. 20 – Ч III. Естественные и технические науки/ Под общей редакцией М.В. Темлянцева; СибГИУ. – Новокузнецк, 2016. – С. 196-198.

11. Выбор оптимальных режимов сварки железнодорожных рельсов / Шевченко Р.А., Козырев Н.А., Крюков Р.Е., Патрушев А.О., Усольцев А.А. // Сборник трудов XX Международной научно-практической конференции «Металлургия: технологии, инновации, качество»; СибГИУ. – Новокузнецк, – 2017. С.332 – 336.

12. Патент РФ № 2641586, 07.12.2016. Протопопов Е.В., Козырев Н.А., Шевченко Р.А., Крюков Р.Е., Фейлер С.В., Усольцев А.А. Способ контактной стыковой сварки рельсов.

УДК 636.4.084.1.

С.Н. Рассолов, С.Н. Витязь, Р.А. Ворошилин

АНТИОКСИДАНТ СЕЛЕН КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ ВОСПРОИЗВОДСТВА ЖИВОТНЫХ

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный сельскохозяйственный институт», г. Кемерово

Введение

Актуальность внедрения в практику животноводства новых микроэлементных препаратов обусловлена проблемой недостаточного поступления в организм животных нутриентов. Нарушения обменных процессов связанные с дефицитом или избытком питательных и биологически активных веществ в рационах животных, имеют тесную этиопатогенетическую связь и наносят значительный экономический ущерб животноводству.

К числу наиболее важных микронутриентов в Кузбассе относится селен. Исследованиями различных авторов доказано, что использование препаратов селена в рационах сельскохозяйственных животных позволяет повысить их жизнеспособность, продуктивность и воспроизводительную функцию. Способность малых доз селена ускорять метаболические процессы обусловила широкое его применение как в качестве лечебно-профилактического средства, так и для повышения воспроизводства сельскохозяйственных животных [1].

Западно-Сибирский регион относится к биогеохимической провинции, дефицитной по ряду микроэлементов. По данным Кемеровской государственной медицинской академии, 95% населения города Кемерово испытывают селеновый дефицит различной степени тяжести, в том числе более половины населения-58,2%- тяжелый и среднетяжелый [2].

В организме животных и человека существует целый класс Se-содержащих Se-зависимых белков и пептидов, которые контролируют уровень перекисных соединений, синтез АТФ, гликогена, нуклеиновых кислот и протеинов, липидный обмен, процессы иммуногенеза, участвуют в патогенетических механизмах развития воспалительных реакциях [3].

Селен – важнейший элемент антиоксидантной защиты организма. Он входит в состав глютатионпероксидазы – фермента, обезвреживающего самые опасные и агрессивные свободные радикалы, именно те, с которыми

другие антиоксиданты справиться не в состоянии. Если селена недостаточно, то это звено антиоксидантной защиты просто не работает [4].

Цель настоящей работы – выявить влияние препарата Е-селена на воспроизводительную способность коров.

В соответствии с поставленной целью в работе ставились следующие задачи:

1. Установить влияние препарата Е-селена на продолжительность родового процесса, время отделения последа у коров.

2. Определить влияние препарата Е-селена на продолжительность сервис-периода, периода от отела до 1-й охоты, оплодотворяемости от 1 осеменения.

Схема и методика исследований

Экспериментальные исследования проводили в ООО СХО «Заречье» отделении Новостройка Кемеровской области на стельных коровах черно-пестрой породы. Предварительно произвели подбор групп-аналогов, по происхождению, возрасту, живой массе и физиологическому состоянию. С началом основного периода опыта (за 30 дней до отела), условия содержания и кормления для групп были также одинаковые, но животным опытной группы однократно внутримышечно вводили препарат Е-селен согласно схеме опыта (табл. 1).

Таблица 1 - Схема научно-хозяйственного опыта

Группа	Количество, голов	Способ и дозы введения препарата
Контрольная	10	Основной рацион, принятый в хозяйстве (ОР)
Опытная	10	ОР + однократное внутримышечное введение Е-селена за 30 дней до отела в дозе 1 мл на 50 кг массы тела

Е-селен (E-SELENIUM) – препарат в 1 мл инъекционного раствора которого содержится витамина Е 50 мг и 0,5 мг селена в виде селенита натрия. Прозрачная, бесцветная или желтоватая жидкость.

Для изучения воспроизводительной способности, в период отела, проводили хронометражные наблюдения за продолжительностью родового процесса, временем отделения последа, регистрировались случаи

послеродовых заболеваний. Воспроизводительные качества коров оценивали по продолжительности сервис-периода, периода от отела до 1-й охоты, оплодотворяемости от 1 осеменения, по выходу телят. Определение селена в кормах используемых в составе рациона проводили вольтамперометрическим методом в лаборатории микропримесей Томского политехнического института.

Результаты исследований

Все процессы в организме самки, прямо или косвенно связанные с размножением, находятся в теснейшей зависимости от факторов внешней среды и в первую очередь от организации кормления. Особенно неблагоприятно на воспроизводительную функцию коров и телок влияет неполноценное кормление в конце стельности.

Материалы, характеризующие репродуктивные качества коров представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Репродуктивные качества коров (M ± m)

Показатель	Группа	
	Контрольная	Опытная
Продолжительность родов, час	2,0±5,66	1,6±4,20
Требовалось родовспоможение, гол	2	1
Продолжительность последовой стадии, час	4,07±0,71	3,68±0,65*
Послеродовые осложнения, гол	3	1
Период от отела до 1 -й охоты, дней	58,6±7,89	54,9±6,69
Сервис - период, дней	96,4±9,85	79,2±5,76*
Оплодотворяемость от 1-го осеменения, %	55	65
Межотельный период, дней	380,5±10,5	355,2±11,8*

* P < 0,05 по сравнению с контролем

Наиболее интенсивно отел прошел у животных, получавших препарат Е-селен. Его продолжительность составила 1,6 часа, что на 0,4 часа меньше, чем у первотелок контрольной группы. Животные опытной группы по сравнению со сверстницами контрольной группы, имели и меньшую продолжительность последового периода - на 0,39 часа (P<0,05).

У животных подопытных групп были отмечены случаи родовспоможения. Однако у аналогов опытной группы таких случаев было зарегистрировано меньше. Результаты учета и анализа послеродового периода показало, что более ранние сроки наступления половой охоты наблюдались у коров опытной группы. Продолжительность периода от отела

до первой охоты у них была на 3,7 дней меньше, чем у животных контрольной группы. Оплодотворяемость от 1-го осеменения составила в контрольной группе 55%, а в опытной 65%. В результате у коров опытной группы сервис-период оказался на 17,2 дня (P<0,05), а межотельный период на 25,3 дня короче (P<0,05), по сравнению с коровами контрольной группы.

Заключение

Таким образом, наши данные согласуются с исследованиями ряда авторов [5,6], которые отмечают, что применение препаратов селена в животноводстве позволяет сократить частоту проявления осложнений родового и послеродового периодов и повысить оплодотворяемость после первого осеменения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гольцман А.А. Влияние селенсодержащих препаратов на воспроизводительные качества коров / А.А. Гольцман, С.С. Александрова // Аграрный вестник Урала. – 2015. – № 3 (133). – С. 18-20.

2. Брежнева Е.В. Обеспеченность йодом и селеном взрослого населения г. Кемерово / Е.В. Брежнева, С.Ф. Зинчук // Федеральный и региональные аспекты политики здорового питания. - Кемерово, 2002. – С. 96-98.

3. Отаров А.И. Влияние селенсодержащей добавки Сел-Плекс на эффективность откорма и мясную продуктивность бычков красно-степной породы / А.И. Отаров, Ж.Х. Жашуев, Р.М. Отарова // Аграрный вестник Урала. – 2014. – № 8 (126). – С. 30-33.

4. Тутельян В.А. Селен в организме человека: метаболизм, антиоксидантные свойства, роль в канцерогенезе / В.А. Тутельян, В.А. Княжев и др. - М.: Издательство РАМН, 2002. - 224 с.

5. Джакупов И.Т. Влияние Е-селена на воспроизводительную функцию и продуктивность коров / И.Т. Джакубов, В.В. Кабаков // Ветеринария. – 2004. – № 12. – С. 37-39.

6. Сахно Н.В. Посттравматическая реабилитация животных на фоне применения Сел-плекса // Вестник ОрелГАУ. – 2012. – № 6 (39). – С. 95-98.

УДК 636.4.082

ПРОДУКТИВНЫЕ КАЧЕСТВА ЖИВОТНЫХ НОВОГО ГЕНОТИПА

А.П. Гришкова[1], , Н.А. Чалова[1], А.А. Аришин[2]

[1]ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный сельскохозяйственный институт», г. Кемерово

[2]ООО СПК «Чистогорский», Кемеровская область

Успехи дальнейшего развития свиноводства на промышленной основе во многом определяются широким использованием межпородного скрещивания и гибридизацией, что обеспечивает получение эффекта гетерозиса и наличие животных, пригодных к эксплуатации в условиях прогрессивных технологий производства свинины. Это обстоятельство выдвигает необходимость наличия высокопродуктивных пород, типов и линий свиней, что дает возможность во всей полноте реализовывать генетический потенциал животных [1,2].

За десятилетний период прошлого века и начало нынешнего столетия в России на фоне массированного завоза и использования при производстве свинины животных зарубежной селекции произошла в колоссальных масштабах депопуляция отечественного генофонда свиней. Практически были уничтожены уникальные по своим биологическим особенностям породы свиней, продуктивность которых была на уровне лучших мировых генотипов. В первую очередь это касается первых беконных свиней Сибири КМ-1 (кемеровский заводской тип мясных свиней) и породы СМ-1 (скороспелая мясная), утвержденных соответственно в 1978 и 1993 гг. По оценке мясосальной продукции эти животные характеризовались высокими вкусовыми и технологическими свойствами [3].

В настоящее время потенциал отрасли сформирован в основном за счет племенных ресурсов Европы и Северной Америки, таких пород как йоркшир, ландрас, дюрок и пьетрен. Животные этих пород используются в основном для получения мясной свинины на крупных промышленных предприятиях России [4, 5].

В Кемеровской области ООО СПК «Чистогорский» для получения гибридного молодняка наряду с выше перечисленными породами в схемах скрещивания использует генетический потенциал животных отечественной селекции, таких как кемеровская и чистогорская, что обеспечивает качественные показатели мяса при выращивании в условиях промышленной технологии.

Учитывая особенности животных породы пьетрен, завезенных из Ирландии на предприятие с целью использования их в селекционной работе,

проведена сравнительная оценка продуктивных качеств чистопородных животных пород кемеровская, пьетрен и помесей F_4, полученных на их основе.

Условия, материал и методы

Сравнительная оценка продуктивности животных пород кемеровской, пьетрен и помесей F_4 проведены в ООО СПК «Чистогорский». В качестве контроля определена отечественная порода свиней - кемеровская, животные породы пьетрен и помеси F_4 показаны в качестве опытных групп (табл.1).

Воспроизводительные качества свиноматок оценивали по многоплодию, крупноплодности, при отъеме в возрасте 30 дней определяли количество поросят, массу гнезда, массу одной головы и сохранность приплода.

По результатам выращивания ремонтного молодняка в условиях станции «Элевер» дана оценка собственной продуктивности. При достижении живой массы 100 кг ($\pm$ 5 кг) определены откормочные качества, дана оценка таким показателям, как длина туловища, толщины шпика в точке P_1 и глубина мышцы в точке P_2.

Таблица 1 - Схема опыта

Группа	Происхождение		Голов	Условное обозначение
	мать	отец		
I-контрольная	кемеровская порода	кемеровская порода	10	кемеровская х кемеровская
II- опытная	пьетрен	пьетрен	10	пьетрен х пьетрен
III-опытная	$^1/_8$ кемеровская порода х $^7/_8$ пьетрен	пьетрен	10	$^1/_{16}$ кемеровская порода х $^{15}/_{16}$ пьетрен

Оценка мясных качеств дана по результатам контрольного убоя подопытных животных, где определены: убойный выход, линейные промеры туш, топография жироотложения, масса задней трети и площадь «мышечного глазка».

Полученные результаты обрабатывались общепринятыми методами статистики при помощи пакета данных Excel.

Результаты исследований

Оценка репродуктивных качеств свиноматок показала, что в производственных условиях многоплодие по всем учтенным опоросам в среднем составило 11,3 поросенка. В тоже время использование хряков породы пьетрен в поглотительном скрещивании способствует увеличению массы гнезда и массы одной головы при рождении в сравнении с

чистопородными животными кемеровской породы на 12,2 и 8,1 % (P<0,05) (табл. 2).

При отъеме лучшая сохранность потомства получена от свиноматок кемеровской породы – 94,7% и выращено в среднем по 10,4 поросенка. Наименьшая сохранность приплода (83,6%) и масса гнезда при отъеме получена во второй опытной группе от свиноматок породы пьетрен, разница с контролем составила соответственно 8,4% и 13,0 (P<0,001). От свиноматок генотипа F_4 из третьей опытной группы выращено к отъему по 10,03 поросенка, что на 3,6% (P<0,01) меньше в сравнении с контролем. Следует отметить, что по таким параметрам продуктивности, как масса гнезда и масса одной головы получено преимущество в третьей опытной группы в сравнении с аналогами из второй опытной группы соответственно на 12,6 и 6,6% (P<0,001).

Таблица 2 – Воспроизводительные качества свиноматок

Показатель	I-контрольная (n=95)	II- опытная (n=214)	III- опытная (n=205)
При рождении			
Родилось всего, гол.	11,53 ± 0,24	11,79 ± 0,21	11,87 ± 0,20
Родилось живых, гол.	10,98 ± 0,20	11,40 ± 0,18	11,38 ± 0,17
Масса гнезда, кг	16,27 ± 0,28	17,84 ± 0,27	18,25 ± 0,26*
Масса поросенка, кг	1,48 ± 0,03	1,57 ± 0,05	1,60 ± 0,04*
При отъеме			
Возраст при отъеме, дней	25,69± 0,23	23,57± 0,18	25,30± 0,18
Количество поросят, гол.	10,40 ± 0,11	9,53 ± 0,10***	10,03 ± 0,10**
Масса гнезда, кг	59,93 ± 0,91	52,14 ±0,85***	58,69 ± 0,85[2]***
Масса 1 поросенка, кг	5,73 ± 0,07	5,45 ± 0,08	5,81 ± 0,06[2]***
Сохранность, %	94,7	83,6	88,1

Примечание: здесь и далее разница с контрольной группой достоверна при: * - P < 0,05; ** P < 0,01; *** P < 0,001; [2]*** - разница в сравнении с II-ой опытной группой достоверна при P < 0,001.

Оценка ремонтного молодняка разного генотипа по данным собственной продуктивности показала (табл.3), что наиболее эффективным

использованием корма характеризуется помесный молодняк (F_4) из третьей опытной группы, где затраты корма на 1 кг прироста составили 2,01 корм.ед., что в сравнении с аналогами из контрольной и второй опытной групп эффективнее на 21,2 и 5,2% соответственно. Следует также указать на тенденцию лучшей скороспелости (167,8 дней) и большей энергии роста (0,790 кг) помесей F_4 в сравнении с чистопородными животными кемеровской породы и пьетрен в среднем на 3,95 и 6,8% соответственно.

Таблица 3 – Оценка ремонтного молодняка

Показатель	I-контрольная	II-опытная	III- опытная
Скороспелость, дней	175,6 ± 3,89	172,0 ± 5,1	167,8 ± 5,34
Среднесуточный прирост за период откорма, кг	0,730 ± 0,04	0,719 ± 0,07	0,790 ± 0,04
Затраты корма на 1 кг прироста, корм. ед.	2,55 ± 0,08	2,94 ± 0,12	2,01 ± 0,09**
Длина туловища, см	124,46 ± 0,72	114,0 ± 1,67	117,46 ± 0,7***
Шпик в точке P_1,мм	25,15 ± 1,54	16,5 ± 1,07	17,7 ± 0,86***
Глубина мышцы в точке P_2, мм	56,9 ± 1,55	68,0 ± 2,09	67,7 ± 1,49***

Прижизненная оценка мясных качеств показала, что помеси F_4 характеризуются в сравнении с чистопородными аналогами кемеровской породы меньшей толщиной шпика и большей глубиной мышцы в точке P_2 соответственно на 7,45 и 10,8 мм ($P<0,001$).

Оценка убойных качеств (табл. 4) показала, что чистопородные животные породы пьетрен выделяются высоким убойным выходом – 82,1%, в сравнении с аналогами животных кемеровской породы и помесей F_4, разница составила в среднем 7,0%.

Таблица 4 – Убойные и мясные качества подопытных животных

Показатель	I-контрольная	II- опытная	III- опытная
Предубойная масса, кг	109,8±1,46	100,5±2,90	107,8±1,36
Масса парной туши, кг	73,3±0,30	74,4±0,64	73,42±0,79
Масса голова с ушами, кг	5,35±0,11	5,10±0,10	5,03±0,14
Масса ног, кг	1,84±0,03	1,84±0,37	1,79±0,04
Масса внутреннего жира, кг	1,23±0,08	1,17±0,10	1,19±0,09
Убойный выход, %	74,55±1,07	82,10±1,84	75,60±0,91
Длина туши, см	93,04±1,07	90,30±0,55	89,84±0,77*
Длина беконной	74,04±0,63	73,60±0,71	71,44±0,66***

половины, см			
Масса задней трети полутуши, кг	11,84±0,20	12,60±0,25	12,87±0,10***
Площадь «мышечного глазка», см^2	33,83±2,41	44,30±1,28	48,70±2,19***
Толщина шпика: холка, мм	51,36±2,69	38,00±1,19	37,76±2,20
Над 6-7 грудным позвонком, мм	27,26±2,39	21,0±2,40	21,86±2,07
Первый поясничный позвонок, мм	25,96±2,12	20,00±1,65	18,56±1,84*
В среднем на крестце, мм	29,33±2,70	18,00±0,62	14,89±1,66**
В среднем на туше, мм	33,48±2,30	24,25±1,18	23,27±1,84**

Оценка мясных качеств показала, что помеси F_4 в сравнении с животными из контрольной группы характеризуются улучшенными показателями по величине задней трети полутуши и площади «мышечного глазка» на 1,03 кг (P<0,001) и 14,87 см^2 (P<0,001). Характер жироотложения указывает на значительное влияние генотипа животных породы пьетрен на снижение толщины шпика у помесей: в среднем по хребту толщина шпика получена на уровне 23,3 мм, что в сравнении с аналогами из контрольной группы ниже на 10,2 мм или на 30,5% (P<0,01).

Заключение

Использование хряков породы пьетрен в поглотительном скрещивании на свиноматках кемеровской породы способствовало получению животных нового генотипа с высокими показателями воспроизводительных качеств свиноматок, эффективным использованием корма и значительному улучшению мясных качеств по массе задней трети полутуши, площади «мышечного глазка» и сниженной толщиной шпика по хребту.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Селекционно-генетические основы промышленной технологии производства свинины: монография / А.П. Гришкова, А. А. Аришин, Н. А. Чалова и др. – Кемерово: Кузбассвузиздат, 2015. – 195 с.

2. Гришкова А.П. Продуктивность свиней зарубежной селекции в условиях Сибири / А.П. Гришкова, А.А. Аришин, Н.А. Чалова // Свиноводство. - 2016. - №3. - С. 9–11.

3. Барков Д.А. Эффективность использования скороспелой мясной породы (СМ-1) и кемеровского заводского типа мясных свиней (КМ-1) в

реципрокном скрещивании / Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук. – Новосибирск, 2012. - 20 с.

4. Бажов Г.М. Биотехнология интенсивного свиноводства / Г.М. Бажов, В.И. Комлацкий // Москва: Росагропромиздат,1989. - 269 с.

5. Эрнст Л.К. Цитогенетическая характеристика свиней трансгенных по гену релизинг-фактора гормона роста человека *mmt1/rhgh / Л.К.Эрнст,* Н.А. Волкова, П.М. Кленовицкий и др. // Сельскохозяйственная биология. – 2008. - № 2. - С. 40-46.

УДК 549. 67 (571.17)

Л.Я. Макаренко, В.Г. Макаренко

ЦЕОЛИТ ПЕГАССКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ – ПРИРОДНЫЙ АДСОРБЕНТ ДЛЯ АПК КУЗБАССА

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный сельскохозяйственный институт», г. Кемерово

Молочное скотоводство, ведущая отрасль животноводства Кузбасса. В последние годы находится в критическом состоянии, идет процесс резкого снижения поголовья не только крупного рогатого скота, но и сокращение численности V других видов животных и птицы. Наряду с этим произошло снижение валового производства молока и мяса, в следствие чего потребление населением продуктов животноводства составило менее 50% от научно-обоснованных медицинских норм. В числе многих причин выбытия животных и птицы, одной из основных - дефицит в рационах минеральных веществ, обеспечивающих нормальную жизнедеятельность организма. Параллельно с этим в условиях у 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.

Массовый анализ растительных кормов и почв (в районах Кузбасса), проведенный в 1994 – 2001 гг. Кемеровским государственным центром Агрохимической службы показал, что в исследуемых образцах содержание Zn (цинка), железа, свинца и никеля превышает в несколько раз ПДУ.

Особую проблему для региона представляет высокотоксичный кадмий, содержание которого в продуктах животноводства оказалось высоким [1]. По данным этой организации в нашем регионе выявлены следующие биохимические провинции:

1. Лесостепь Кузнецкой котловины: недостаток меди, избыток кадмия в биохимических пищевых сетях;
2. Степное ядро Кузнецкой котловины с высоким содержанием цинка, свинца, кадмия в почвах и естественном травостое;
3. Расчлененная лесостепь и лесостепь предгорий. Избыток кадмия в воде, почвах и в сеянных бобовых травах (донник, люцерна, клевер).
4. Островная лесостепь с высоким содержанием марганца, кобальта, свинца в почвах и естественном травостое [2].

Эти неблагоприятные зоны по экологии находятся в Кузнецком, Промышленновском, Новокузнецком, Мариинском, Крапивинском, Юргинском и Кемеровском районах, где содержится более 70% животных и птицы, имеющихся в Кузбассе. И не случайно, в безветренную погоду над городами и поселками Кузбасса стоит смог, в который входят все выбросы промышленных предприятий и технические отходы. По данным доктора биологических наук, профессора А. Куприянова на одного человека в год приходится полтонны (500 кг.) различных выбросов. Спасение в этой ситуации он видит в создании «зеленого щита» вокруг городов [3]. Таким же щитом должен стать цеолит Пегасского месторождения. Мощный адсорбент, выводящий из организма соли тяжелых металлов, повышающий уровень обменных процессов и позволяющий получать экологически чистые продукты питания (мясо, молоко) для человека [5].

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.

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 1.01.08 с такой продуктивностью от общего поголовья имеется 15 % коров, поэтому на сегодняшний день стоит остро вопрос об обеспеченности животных элементами минерального питания.

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. 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 1976г. 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 1987-1995гг. (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 Кем. НИИСХ и Кем. ГСХИ, проведёнными в 1987-2003г 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 монокальциифосфата в рационах племенных телок 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 [4].

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 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 [5].

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.

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.

Экономическая эффективность использования туфа Пегасского месторождения установлена на курах кросса « Заря-17»:

- затраты корма были ниже на 13,9% при интенсивном выращивании до 120 дневксгс 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*.

Использование цеолитов разных месторождений (Кемеровских, Читинских, Красноярских, Грузинских) в рационах цыплят-бройлеров, проведенная СИБНИПТИЖем, позволило установить высокую эффективность пегасина. Разница была достаточно высокой: прирост выше на 7,6%, сохранность на 6,8%, затраты корма ниже на 8,85% [6].

Исследования на гусях - бройлерах проводилось на птицефабрике Кузбасская Кемеровской области в 1991 году. Целью эксперимента было изучение влияния различных доз пегасина , вводимых в рационы молодняка, на физиологические и производственные показатели.

Контрольная группа получала основной рацион и добавку песка и гравия. В рацион опытных групп с суточного возраста вместо песка и гравия вводили разные дозы цеолита от 1,7% до 7% (всего было 5 опытных и 1 контрольная группа).

Добавка пегасина к рациону гусят опытных групп повысила уровень кальция и фосфора в 2 - 3,5 раза против нормы. Усвояемость азота в организме гусят при введении в рацион 3,5, 5 и 7% (от сухого вещества рациона) была самой высокой. В опытных группах количество отложенного азота и конверсия его в белок была выше, чем в контрольной в среднем на 9 и 5,1% соответственно [7].

Содержание витамина А в печени гусят этих же групп было выше контроля в 1,2 - 1,4 раза, наибольшая живая масса была в группах, получавших в дозах 5% - 7% пегаса от сухого вещества в рационах. В этих же группах была самая высокая сохранность молодняка и экономическая эффективность его использования.

В Кемеровском научно-исследовательском институте сельского хозяйства (КемНИИСХ) проведена серия опытов на свиньях, которыми установлено, что включение в рацион поросят цеолита (пегасина) повышает усвоение корма до 35% и сокращает кратность заболеваний, вызываемых дефицитом микроэлементов [8]. Учитывая ионообменную и адсорбционную способность пегасина в опытах на свиньях всех возрастов, были отработаны нормы добавки в комбикорм.

При добавке в рацион свиноматок 200 граммов пегасина, начиная за месяц до опороса и до конца подсосного периода, увеличилась сохранность сосунов на 4,5% и возрос их среднесуточный прирост на 4,4% по сравнению с контролем. Отмечено профилактическое действие пегасина при желудочно-кишечных заболеваниях поросят, вызванных алиментарными факторами. Так, добавка в стандартный комбикорм (СК-3, СК-4) 2% пегасина

предупреждает диарею у поросят, отход снижался в 1,5 - 3,0 раза, а прирост живой массы повышался на 2 - 7%.

При гематологических и биохимических исследованиях отмечено, что по окончании опыта у свиней и поросят, в корм которых добавляли пегасин, достоверно выше были содержание гемоглобина, фагоцитарная активность, фагоцитарный индекс, число лейкоцитов, общий белок и содержание гамма-глобулиновой фракции. Из этого следует, что пегасин положительно влияет на общую резистентность поросят.

При выявлении механизма действия пегасина был исследован кал поросят, получавших с кормом *2%* пегасина. Установлено, что в кале опытных поросят-отъемышей аммиачного азота больше на 83% (0,493%), чем у поросят контрольной группы (0,263%). Данные результаты подтверждают гипотезу о действии пегасина как адсорбента, удаляющего из организма продукты метаболизма.

Установлено, что доза в 2-3% несколько увеличивает среднесуточные приросты на (3-7%), при этом затраты корма на 1 кг прироста снижались на 11,7%, кроме того, в опытной группе перевариваемость органического вещества рациона была выше на 2,5%, а жира на 13,3%, чем в контрольной группе.

Доза в 2% испытывалась на откормочном поголовье молодняка. В опыте (133 дня) получено увеличение среднесуточного прироста на 10,6% по сравнению с контролем. Обвалка туш показала существенное снижение доли сала на (2,6%), у свиней этой группы был крепче костяк. При переломе бедренной кости на прессе (по 5 голов из группы), усилие для перелома в контроле составило 373 (+, -) 20,7 кг, а в опытной группе - 486 (+.-) 43.7 кг. Таким обоазом, проведенные испытания позволяют сделать заключение о целесообразности его использования пегасина при кормлении свиней.

Исследования по использованию цеолита (пегасина) в индустриальном рыбоводстве проводились сотрудниками Новосибирского отделения СибРыбНИИ по просьбе «ЗапСибГеология» в период 1980 – 1989 гг. Для исследований был использован цеолит Пегасского месторождения (Кемеровская область).

Результаты опытно – промышленных исследований природных цеолитовых туфов в качестве добавок в рыбные кормовые смеси, а так же в качестве сорбентов при инкубации икры и транспортировке личинок карпа позволяют сделать следующие выводы.

Добавка пегасина в кормовые смеси повышает жизнестойкость карпов, скорость их роста и выход рыбной продукции при снижении затрат на единицу прироста рыбы от 2,6 до 19,3. Использование цеолитов в качестве

адсорбента положительно влияет на удаление из воды нитритов и нитратов, что способствует повышению жизнестойкости при транспортировке накормленных личинок карпа [9].

В доступной нам научной литературе и интернете приводятся данные о изучении эффективности использования природных минералов (цеолитов) в кормлении сельскохозяйственных животных и птицы. Установлена достаточно высокая эффективность добавки их в рационы на фоне традиционных источников минерального питания. Однако нет сведений о использовании цеолитов в кормлении служебных собак. В проведенных исследованиях было установлено (на КРС и свиньях) положительное влияние цеолита (пегасина) на формирование костяка растущих животных. Учитывая, что в питомниках служебные собаки выбраковываются в возрасте 7 – 8 лет из-за слабости костяка, им поставили цель: изучить влияние пегасина на организм немецких овчарок, работоспособность и воспроизводство.

Предварительные данные, полученные в период исследований (с 1.01.2017 г. по сегодняшний день) свидетельствуют о том, что цеолит укрепляет организм животных. При проведении балансового опыта (по кормлению) была установлена высокая переваримость питательных веществ корма (опытная группа). У этих собак меньше выделялось в кале протеина, жира и минеральных веществ. Исследования по данной теме продолжаются.

Учитывая, что в Кузбассе силос кукурузный занимает значительный удельный вес в рационах молочного скота, а повышенная влажность зеленой массы при закладке приводит к большим потерям питательных веществ, мы использовали способность цеолита удерживать влагу и разработали способ внесения его в силосуемую массу при заготовке силоса.

По нашим данным, выход сухого вещества в готовом корме увеличивается на 5,3%, в соответствии с чем энергетическая ценность повышается на 21,4%, каротина - 18,1%, а общая питательность увеличивается на 15% [12]. Сокращение потерь питательных веществ, в процессе силосования зеленой массы, происходит за счет адсорбции цеолитом сока растений, что позволяет повысить уровень протеина в 1 кг готового корма и содержание каротина на 18,1%. Кроме того, улучшается минеральный состав силоса, что дает возможность исключить раздачу животным цеолитовой подкормки вручную.

При оценке силоса, заложенного с цеолитом, 88% образцов было отнесено к 1 классу (ОСТ 23638-90). В партиях корма, где не было минерала, присутствовало до 6% масляной кислоты, в то время как в опытной траншее, даже весной, не было установлено ее следов.

Разработанная технология силосования зеленой массы повышенной

влажности, с внесением 1% цеолита в период заготовки , апробирована в ГПЗ "Октябрьский" и ОПХ "Новостройка". С 1998 г. весь силос на зимне-стойловый период закладывается с минералом, что позволило не только повысить ценность корма, но и увеличить продуктивность животных.

Для этой цели осенью 1998 года Госплемзаводом завезено 140тонн цеолитового туфа. Практически весь силос и сенаж был заготовлен с минеральной добавкой, что решило проблему раздачи пегасина вручную.

Скармливание коровам силоса, обогащенного цеолитом (в производственных условиях), дало возможность надоить за 100 дней лактации на 185 кг молока больше, чем от аналогов в контроле. Прибыль от дополнительно полученного молока на одну голову была выше на 230 руб. *, чем в гурте, где в качестве минеральной добавки использовали монокальцийфосфат. Кроме того, силос с цеолитом, улучшает минеральное питание животных, сокращает сервис-период на 6 дней и снижает стоимость одного плодотворного осеменения на 4-5 руб. (цены на 01.01.1993г.).

Высокая эффективность использования цеолита при заготовке силоса, доступность и низкая его стоимость на фоне традиционных консервантов зеленой массы, дают основание рекомендовать производству применять минерал для получения первоклассного сочного корма.

Сравнительная оценка цеолитов разных месторождений (Грузинских, Кемеровских, Читинских, Красноярских) в рационах циплят бройлеров, проведенная СИБНИПТИЖем, показала высокую эффективность использования пегасина. Разница была достаточно высокой: прирост выше на 7,6%, сохранность на 6,8%, затраты корма ниже на 8,85%.

Учитывая вышеизложенное, считаем, что необходимо в области возобновить добычу и переработку цеолита Пегасского месторождения.

До 1995г. общественное животноводство обеспечивалось туфом участком, находившимся в с. Берёзово Кемеровского района АПКО «ОблКемеровоуголь». Только в 1991 г они переработали и реализовали в области 38 тыс. тонн минерала. Отсутствие финансирования программ « Цеолиты России» привело к ликвидации этой базы и прекращению добычи и переработки столь ценного и необходимого животноводству минерала. В настоящий момент правительство России ставит вопрос о развитии отрасли животноводства в том числе и в Кузбассе. Для повышения эффективности этой отрасли необходимо решить проблему обеспечения животных полноценным кормлением, где важная роль отводится минеральному питанию.

Учитывая вышеизложенное, считаем, что настало время поднять вопрос о возобновлении добычи, переработки и реализации природного материала, которым богата земля Кузбасса. Это даст возможность получать экологически

чистые продукты животноводства, увеличить их количество и снизить себестоимость.

* цены 1990 г.

** цены 1995 – 2001 гг.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Просянникова О.И. Тяжелые металлы в почве, урожае. Агрохимический вестник, № 4, 1998.

2. Дмитриева Л.А. Микроэлементный состав кормов по округам Кемеровской области. Автореферат К.Д., Новосибирск, 2006.

3. Куприянов А. Газета «Аргументы и факты». № 10, 2006.

4. Макаренко Л.Я. Резервы повышения питательности кормов и рационов. Тезисы доклада V Международной конференции, Новокузнецк, 1998.

5. Панин Л.Е., Т.А. Третьякова Оценка мясопродуктов и молока, полученных при использовании в рационах КРС цеолита Пегасского месторождения. Отчет АМ.М.СО, Новосибирск 1991.

6. Макаренко Л.Я. Влияние цеолитов на рост, мясные качества, формирование органов размножения и ремонтного молодняка кур кросса «Заря-17», Тезисы Всесоюзного Совещания – Кемерово, Новостройка, 18 – 19 апреля 1999.

7. Головина Н.М. Использования пегасина в кормлении гусят – бройлеров. Природные цеолиты России. Тезисы докладов на Республиканском совещании 25 – 27 ноября, Новосибирск, 1992.

8. Зимирев М.Е., А.П. Гришкова Отчеты лаборатории свиноводства, КемНИИСХ, Новостройка, 1998 – 2000.

9. Бузмаков Г.Т. Эффективность использования цеолитов при инкубации икры карпа. Тезисы Всесоюзного Совещания – Кемерово, Новостройка, 18 – 19 апреля 1990.

УДК 631.452: 631.811

О.И. Степанова, В.И. Просянников

ДИНАМИКА ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ В КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный сельскохозяйственный институт», г. Кемерово

Почвы сельскохозяйственных угодий Кемеровской области обладают высоким потенциальным плодородием, содержат значительное количество

гумуса, имеют средний и тяжелый гранулометрический состав. Основными пахотными почвами Кемеровской области являются выщелоченные и оподзоленные черноземы, темно-серые лесные почвы (Трофимов, 1975).

Пахотные почвы сильногумусированные и с высоким содержанием Ca и Mg. Минералогический и средне- и тяжелосуглинистый гранулометрический состав почв с содержанием физической глины 48-55 %, в т.ч. ила – 17-20 в серых лесных почвах и 20-30 % - в черноземных почвах определяют высокую емкостью поглощения.

Почвенный покров Кемеровской области подвергается значительному антропогенному воздействию сельскохозяйственного и промышленного производства (Волков, 2002). Агрохимические свойства почвы, наряду с метеоусловиями вегетационного периода оказывают непосредственное влияние на урожаи сельскохозяйственных культур (Минеев, 2005; Никитишен, 2003). Количественными показателями происходящих в почвах процессов могут служить агрохимические параметры почв.

На черноземах выщелоченных Кемеровской области при изменении pHсол с 4,9 до 6,2 единиц, содержания K_2O с 65 до 270 мг, P_2O_5 – с 73 до 305 мг/кг, гумуса – с 6,6 до 10,5 % было отмечено увеличение сбора зерна яровой пшеницы до 60 %. В целом кислотностью почвенного раствора было обусловлено 39 % вариабельности урожайности зерна яровой пшеницы, содержанием P_2O_5 и K_2O – по 19 %, гумуса – 17 %. (Просянников, Степанова, 2017).

Исследованиями авторов выявлено, что при повышении содержания микроэлементов в почве сбор зерна пшеницы возрастал с 7-12 ц/га до 32-41 ц/га. Повышение же валовой концентрации Cd с 0,65 до 1,6 мг/кг оказывало угнетающее действие на растения, урожайность при этом снижалась.

По содержанию гумуса в пахотном слое почв определено, что его средневзвешенное содержание с 1978 г. остается на уровне 7,7-7,9 %, а площадь почв с содержанием гумуса 8-10 % и более составляет более 50 % пашни (таблица 1).

Под воздействием антропогенной деятельности изменяются агроэкологические параметры состояния почв и биопродуктивность пашни (Овчаренко, 1997). С 1964-1972 гг. начала наблюдений отмечается подкисление почвенного раствора с 5,9 до 5,4 единиц pH, доля нейтральных почв снизилась с 43 % до 10 %. Подкисление почв происходит в результате выноса Ca и Mg 35-50 кг/га урожаем и их выщелачивания, значительным внесением физиологически кислых удобрений в годы активной химизации сельского хозяйства и низких объемов известкования.

Таблица 1 - Показатели плодородия почв пашни Кемеровской области в динамике

Годы	Кислотность почв			Содержание подвижного фосфора			Содержание гумуса		
	Средневзвешенный показатель pH, ед.	Кислые почвы		Средневзвешенное содержание,	С низким содержанием		Средневзвешенное содержание,%	С низким содержанием	
		тыс. га	%*		тыс. га	%*		тыс. га	%*
2011	5,4	784,6	55,2	106,1	152,7	10,7	7,9	63,9	4,6
2012	5,4	801,7	55,4	103,9	155,6	10,8	7,8	63,9	4,5
2013	5,4	822,7	57,5	103,8	156,7	10,9	7,9	60,4	4,3
2014	5,5	854,4	58,2	103,2	160,9	11,0	7,7	66,7	4,6
2015	5,4	826,7	57,4	103,3	161,8	11,3	7,8	65,9	4,7
2016	5,4	861,0	60,2	103,1	166,9	11,7	7,8	66,8	4,7
2017	5,4	879,4	60,4	102,3	164,0	11,5	7,8	67,6	4,7

% - от обследованной площади пашни.*

Общая площадь кислых почв в современный период составляет более 50 %, в т.ч. 15 % - очень сильнокислых, сильно- и среднекислых (pHc до 5,0), на которых необходимо проводить известкование в первую очередь. Кислотность почв пашни стабилизировалась в последнее десятилетие и сохраняется на уровне 5,4. Это связываем со значительным снижением применения физиологически кислых минеральных удобрений с 70 кг д.в./га в 80-е гг. до 5-10 кг в настоящее время, а также с широким использованием соломы в качестве органических удобрений (рис. 1).

Содержание подвижного фосфора (P_2O_5) в почвах увеличилось с 97 мг/кг почвы в 1964-1972 гг. до 133 мг/кг в период 1984-1988 гг., рост составил 37 %. К 2017 г. средневзвешенное содержание P_2O_5 снизилось по сравнению с указанным выше периодом и составляет в настоящее время 102,3 мг/кг. С 90-х годов произошло резкое снижение применения фосфорных и органических удобрений, отрицательный баланс фосфора в настоящий период около 6 кг/га (Просянников, 2014) (рис. 1, 2, 3).

Площади пашни с высоким содержанием P_2O_5 сокращаются, увеличиваются с низким и средним его содержанием. Однако в настоящее время на половине площади пашни содержание P_2O_5 в почвах ещё более 100 мг/кг и оценивается как повышенное.

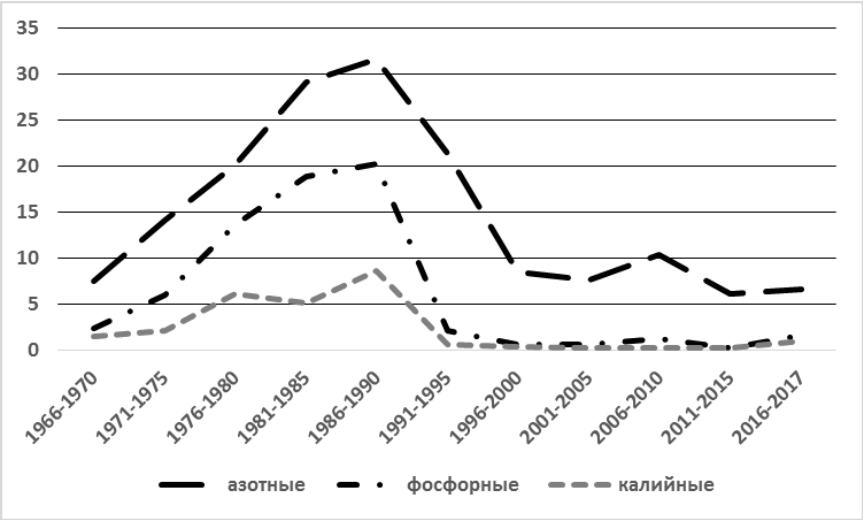


Рисунок 1 – Динамика внесения минеральных удобрений, кг д.в./га

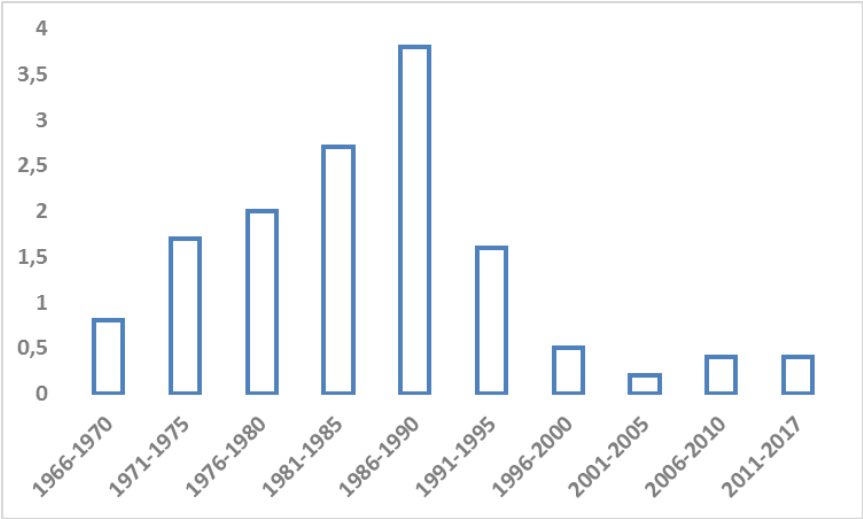


Рисунок 2 – Внесение органических удобрений, т/га пашни

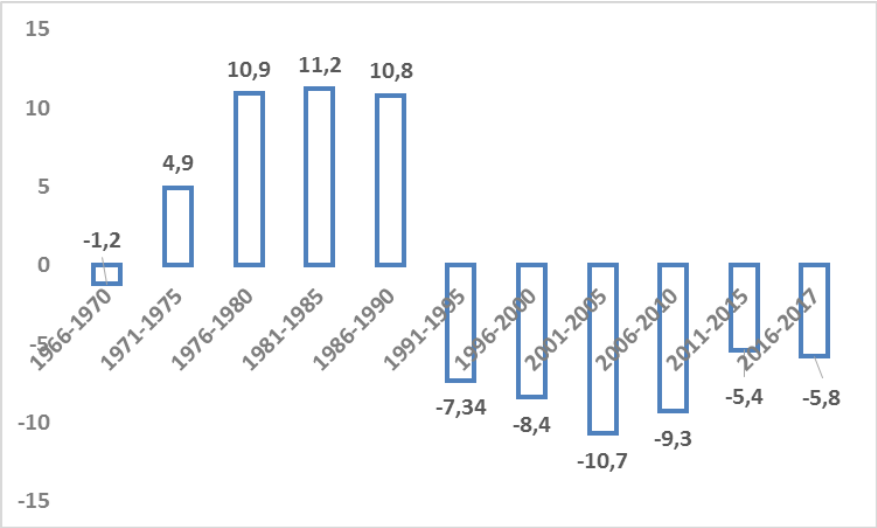


Рисунок 3 – Баланс фосфора, кг д.в./га

При изучении динамики обменного калия (K_2O) отмечаем снижение его средневзвешенного содержания на 24 %, что связано с незначительным внесением калийных и органических удобрений, баланс калия за весь период

наблюдений был отрицательный (рис. 4). Трансформация площади пашни по содержанию K_2O происходит за счет расширения площади со средним и низким содержанием.

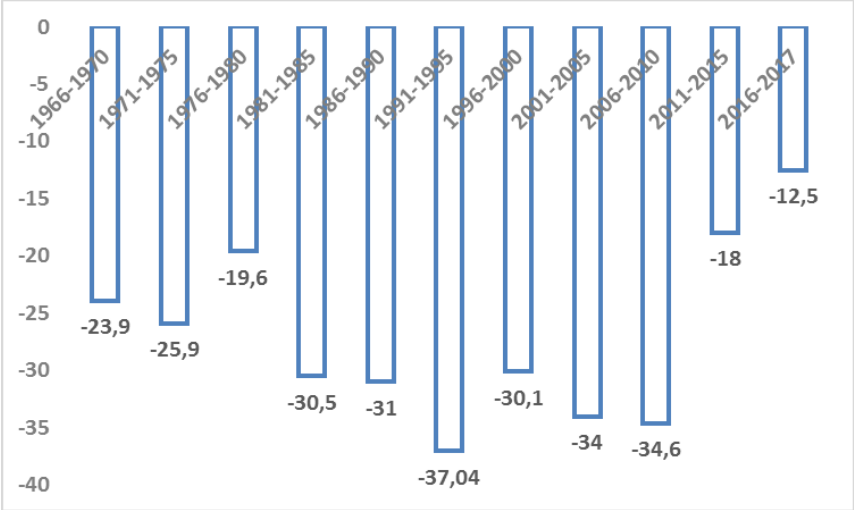


Рисунок 4 - Баланс калия, кг/га

В почвах на более половине площади пашни содержание K_2O высокое (121-180 мг/кг) и очень высокое (>180 мг/кг). Связано это с сильной гумусированностью почв, насыщенностью основаниями ППК, минералогическим составом и периодическим высушиванием верхнего слоя почвы.

При мониторинге плодородия почв выявлена низкая обеспеченность почв микроэлементами. Так, подвижных форм цинка (Zn) низкое содержание на более 90 % площади пашни, меди (Cu) - на 100, кобальта (Co) – на 56 и марганца (Mn) – на 11,3 % (Просянников, 2014).

Выделена небольшая доля проб почв с превышением ОДК по валовому содержанию никеля (Ni) - менее 1 %, Cd - 12, Zn - 2 % большей частью с кислой реакцией почвенной среды. Эти почвы требуют проведения известкования и других агрохимических мероприятий. Данные почвы пригодны для возделывания сельскохозяйственных культур под обязательным контролем качества выращиваемой сельскохозяйственной продукции на соответствие показателям безопасности. Нами также определены участки для ограничения размещения посевов культур с содержанием в почве кадмия (Cd) – 1-2 мг/кг.

Баланс биогенных элементов является критерием обоснованности системы удобрения в севообороте, наряду с агрономической и экономической эффективностью позволяет дать прогноз о нуждаемости в дополнительном внесении недостающих элементов путём внесения удобрений. Применение удобрений играет важную роль не только в увеличении урожая, но и в повышении качества растениеводческой

продукции. При использовании удобрений повышается в зерне содержание сырого протеина с 14,1 до 15,8 % азота, фосфора, калия, зерно формируется с клейковиной 23-34 %.

Полученные данные позволяют дать следующие рекомендации для сельскохозяйственного производства:

при планировании размещения посевов культур необходимо использовать картограммы кислотности почв, содержания элементов и гумуса в пахотных почвах. Ограничивать посев культур на земельных участках с умеренно-опасной категорией загрязнения Cd, на которых возможно превышение ПДК по содержанию Cd в растениях при $pH_{сол}$ в почвах менее 5,5;

рекомендуется поддерживать оптимальную реакцию почвенной среды pHc – 5,6-5,8 при возделывании яровых зерновых путем внесения известняковой муки на земельных участках с pHc ниже 5,5;

для бездефицитного и положительного баланса гумуса и дополнительного источника биогенных элементов вносить органические удобрения, солому, выращивать сидераты;

при расчете потребности в удобрениях использовать рекомендации агрохимической службы и научных учреждений.

Таким образом, экологическая устойчивость сильно- и среднегумусированных пахотных почв юго-востока Западной Сибири обеспечивает сохранение содержания K_2O от повышенного до высокого, P_2O_5 - от среднего до высокого уровня, удовлетворительную экологическую ситуацию по загрязнению тяжелыми металлами. В балансе биогенных элементов в земледелии региона при возделывании зерновых культур имеет место ярко выраженный дефицит азота, фосфора, калия, цинка и марганца. В настоящее время дефицит по фосфору и азоту 15 и 6 кг/га соответственно, по калию – 12,8 кг/га.

Для оптимизации минерального питания сельскохозяйственных растений необходимо использовать рекомендации агрохимической службы и научных институтов, минеральные, органоминеральные и органические удобрения. На участках с недостатком микроэлементов требуется применение микроудобрений для увеличения урожая и качества сельскохозяйственной продукции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Трофимов С.С. Экология почв и почвенные ресурсы Кемеровской области / С.С. Трофимов. - Новосибирск: Изд-во «Наука» Сибирское отделение, 1975. - 299 с.

2. Волков А.А. Специальный доклад Уполномоченного по правам человека в Кемеровской области «О состоянии экологии в Кемеровской области и нарушениях прав граждан на благоприятную окружающую среду», 17.09.2002. [электронный ресурс]. URL: http://www.pandia.ru/text/78/023/543.php (дата обращения: 08.02.2018).

3. Минеев В.Г. Избранное / В.Г. Минеев // Агрохимия и качество пшеницы. Экологические проблемы и функции агрохимии: сб. науч. статей в 2-х частях. М.: Изд-во МГУ, 2005. – 601 с.

4. Никитишен В.И. Эколого-агрохимические основы сбалансированного применения удобрений в адаптивном земледелии / В.И. Никитишен. – М.: Наука, 2003. – 183 с.

5. Просянников В.И., Степанова О.И. Влияние агрохимических параметров почв на урожайность зерновых культур в Кемеровской области / Просянников В.И., Степанова О.И. // Достижения науки и техники АПК. – 2017. - № 10. - с. 32-35.

6. Овчаренко М.М. Тяжелые металлы в системе почва-растение-удобрение /М.М. Овчаренко. - М.: Изд-во «Светоч», 1997. - 290 с.

7. Просянников В.И. Микроэлементный состав пахотных почв и эффективность применения микроудобрений в Кемеровской области: науч.-практ. Рекомендации / В.И. Просянников. – Кемерово: Кузбассвузиздат, 2014. – 72 с.

УДК 661.1 : 631.8 (571.17)

Н.Н. Чуманова, Д.В. Шерер, В.И. Зебель

УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ГУМИНОВЫХ ПРЕПАРАТОВ В КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

ФГБОУ ВО Кемеровский государственный сельскохозяйственный институт, г. Кемерово
региональное представительство ООО «БиоЭраГрупп» по Кемеровской области, г. Кемерово

Введение

Посевы яровой мягкой пшеницы в Кемеровской области в 2017 году составили 50% или 270 тыс. га в структуре посевов яровых зерновых и зернобобовых культур. Урожайность современных сортов пшеницы в благоприятных по климатическим условиям годы, в передовых хозяйствах

Кемеровской области достигает 2,5 – 3 т/га и выше [9]. Реальная средняя урожайность в областях Западной Сибири находятся в пределах 1,5-1,8 т/га и ниже. Для повышения урожайности зерновых культур необходимо вести поиск оптимальных режимов применения управляемых факторов – соблюдение севооборота, обработка почвы, сорт, система предпосевной обработки семян. Для реализации потенциала культуры и сорта целесообразно использование биологических препаратов.

Л.А. Христевой в 50-е годы прошлого века была дана оценка влияния гуминовых кислот на рост и развитие высших растений [10]. Исследования Л.А. Христевой нашли развитие в работах других ученых на различных культурах [5, 6, 1, 8].

В последние годы исследователи отмечают положительное влияние гуминовых препаратов на устойчивость к стрессам и обмен веществ в растительном организме, что в конечном итоге приводит к увеличению продуктивности посевов сельскохозяйственных культур [6, 2, 3]. Это особенно актуально в промышленном Кузбассе.

Цель исследования

определить влияние различных гуминовых препаратов на урожайность яровой пшеницы при сохранении естественного плодородия почв в полевом севообороте в условиях Кемеровской области (на примере КХ Бекон Промышленновского района).

Объекты и методы исследований

Исследования проведены в 2017 г. на опытном участке КХ Бекон, Промышленновского района. Почва опытного участка представлена черноземом выщелоченным среднегумусным среднемощным тяжелосуглинистым. Агрохимическая характеристика почвы опытного участка: pH сол. почвы - 5,6(±0,1), гумус 8,7% (±0,8%) , NO_3 - 11,5 мг/кг (±3,4), P_2O_5 - 104 мг/кг (± 21) K_2O - 105 мг/кг (±16).

Предшественник - кукуруза на силос. Основная обработка почвы – плоскорезная, на глубину 10-12 см. Предпосевная обработка К-701 + ПК-8,5 на глубину 6-8 см (22.05.2017 г.). Посев пшеницы (24.05.2017 г.) МТЗ-82 + С-6ПМ Быстрица. Норма высева яровой пшеницы 6,5 млн. всхожих семян на гектар (253 кг/га) на глубину 4-5 см. Расположение делянок последовательное, повторность трехкратная.

Объект исследований:

АгроВерм - биоудобрение с высокой обогащенностью различными функциональными группами (среди которых доминируют наиболее реакционоспособные карбоксильные СООН-группы). Эти особенности строения обуславливают высокую протекторную функцию ГК, т.е.

способность активно связывать различные поллютанты (тяжелые металлы, радионуклиды, гербициды, нефтепродукты и другие токсические соединения);

Гумат натрия (Hum Na КБР, 2,23%); данный препарат получен из института углехимии и химического материаловедения Сибирского отделения РАН;

Цитогумат - органический стимулятор роста на основе гумата калия. Полностью сбалансированный раствор гуминовых кислот и фульвокислот для питания растений.

Изучение препаратов проводили на культуре яровая мягкая пшеница (*Triticum aestivum* L.) сорта **Ирень**.

Схема опыта

1. Контроль

Протравливание семян Виал траст 0,4 л/т

Гербицидная обработка: Балерина 0,25л/га + Мортира 0,012 кг/га

2. Обработка препаратом Агроверм

Протравливание семян Агроверм 1 л/т + Виал траст 0,4 л/т

Гербицидная обработка: Балерина 0,25 л/га +Мортира 0,012 кг/га + Агроверм 2,5 л/га

3. Обработка препаратом Гумат натрия

Протравливание семян Гумат натрия 0,5 л/т + Виал траст 0,4 л/т

Гербицидная обработка: Балерина 0,25 л/га + Мортира 0,012 кг/га + Гумат натрия 0,5 л/га

4. Обработка препаратом Цитогумат

Протравливание семян Цитогуматом 0,5 л/т + Виал траст 0,4 л/т

Гербицидная обработка: Балерина 0,25 л/га + Мортира 0,012 кг/га + Цитогумат 0,3 л/га

Оценки и учеты (фенологические наблюдения, высоту растений, полевую всхожесть, сохранность растений к уборке, элементы структуры урожая) проводили в соответствии с Методикой государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [7], статистическую обработку данных - по Б.А. Доспехову [4] с использованием программы Microsoft Office Excel. Показатели качества зерна определяли по соответствующим ГОСТам: массу 1000 зерен - по ГОСТ 12042-80; качественные показатели зерна: белок – по ГОСТ 10846-91.

Агроклиматические условия в период вегетации 2017 г. были благоприятны для роста и развития пшеницы (ГТК = 1,16).

Результаты исследований

Прорастание семян и начальные стадии формирования проростков -

это важные этапы развития растений. Оптимальное их прохождение зависит от использования запасных веществ (белков, крахмала). Довольно часто в условиях Сибири наблюдается процесс торможения прорастания семян, замедление роста корня, ингибирование активности некоторых ферментов [8].

Результаты опыта позволили выявить особенности действия гуминовых препаратов на полевую всхожесть растений пшеницы (таблица 1).

Таблица 1 - Полевая всхожесть и сохранность растений пшеницы к уборке

Вариант	Количество взошедших растений, шт./м^2	Полевая всхожесть, %	Сохранность, %
Контроль	525	81,0	72,4
Агроверм	567	87,0	66,8
Гумат натрия	580	89,0	87,1
Цитогумат	480	74,0	80,5
НСР$_{05}$	25		

Стабильного эффекта от использования препаратов не отмечено. При использовании гуминовых препаратов в варианте с применением Агроверма и Гумата натрия полевая всхожесть была незначительно выше контроля и составила 87,0 и 89 % соответственно.

Действие препаратов на ростовые показатели (высоту растений) начинает проявляться в ранние фазы развития: кущение - выход в трубку и прослеживается в течение вегетационного периода (таблица 2).

Таблица 2 - Высота растений яровой пшеницы (фаза колошения, 11.07.17г.)

Варианты опыта	$\bar{x}$	min	max
Контроль	63	60	66
Агроверм	72	70	75
Гумат натрия	81	72	86
Цитогумат	82	74	92

Статистическая обработка данных по показателю «высота растений» позволяет сделать вывод о влиянии препаратов на выровненность стеблестоя культуры. Это положительное действие отмечено на варианте с применением Агроверма. Выравненность растений к уборке позволит снизить потери урожая при однофазной уборке.

Фенологические наблюдения за ростом и развитием яровой пшеницы показали отсутствие влияния препаратов на продолжительность межфазных периодов и в целом, периода вегетации. Вегетационный период сорта Ирень в условиях 2017 года составил 82 дня, что соответствует данным характеристики сорта учреждения оригинатора.

Применение различных гуминовых препаратов оказало влияние на элементы структуры и продуктивность пшеницы (таблица 3). По массе 1000 зерен выделился вариант с обработкой Агровермом. По показателям продуктивной кустистости, числу колосков в колосе выделился вариант с применением препарата Агроверм.

Таблица 3 – Элементы структуры урожая

Вариант	Количество сохранив-шихся растений, шт/м^2	Коли-чество продук-тивных стеблей, шт/м^2	Продуктив-ная кустистость	Количество колосков, шт	Масса 1000 зерен, г	Масса зерна, г/м^2
Контроль	380	384	1,01	11,3	39,78	301,81
Агроверм	379	488	1,3	12,2	40,14	355,88
Гумат натрия	505	539	1,1	10,8	38,12	331,77
Цитогумат	386,5	471,5	1,2	11,7	39,40	320,53
НСР				0,35	0,50	13,51

По показателю продуктивной кустистости различия оказались существенными. По этому показателю выделились варианты с применением Агроверма и Цитогумата. Масса 1000 зерен при обработках гуминовыми препаратами варьировала от 38,12 до 40,14 г на контроле) - 39,78 г. Самое крупное зерно было сформировано при обработке семян и растений по вегетации - 44,0 г на варианте с применением Агроверма.

Биологическая урожайность на контроле составила 3,02т/га, максимальная урожайность отмечена на варианте с применением препарата Агроверм. Данный вариант имел показатели всех элементов структуры урожая выше средних, тогда как на других вариантах они были менее стабильны. При использовании Агроверма получена урожайность 3,56 т/га, что на 18% выше контрольного варианта.

Полифункциальное действие гуминовых препаратов включает и их влияние на качественные показатели зерна (таблица 4).

Белок в пшенице, является основным показателем качества зерна в системе международных стандартов. Количество белка в пшенице определяет ее энергетические и питательные качества, как для производства

пищевых продуктов, так и для использования зерна в качестве корма для животноводства.

Таблица 4 – Показатели качества зерна яровой пшеницы

Вариант	Влажность, %	Содержание белка, %
Контроль	11,75	15,59
Агроверм	11,13	15,71
Гумат натрия	11,78	15,76
Цитогумат	11,46	14,48

Применение гуминовых препаратов повлияли на содержание белка в зерне яровой пшеницы. Лидерами по этому показателю отличавшихся от контроля выделены варианты с применением препаратов, Гумат натрия и Агроверм. Необходимо отметить, что все варианты опыта по содержанию белка соответствовали показателю пшеницам первого класса.

Выводы

1. Выявлено влияние изучаемых препаратов на ростовые показатели яровой мягкой пшеницы и выровненность стеблестоя.

2. Максимальная урожайность в опыте отмечена на варианте с применением препарата Агроверм, которая составила 355,88 г/м^2 . Основными структурообразующими элементами урожая явились количество колосков в колосе и масса 1000 зерен.

3. Применение гуминовых препаратов повлияли на содержание белка в зерне яровой пшеницы. Наибольшее накопление белка в зерне яровой пшеницы было выявлено при применении препаратов Гумата натрия и Агроверма - 15,76 % и 15,71 % соответственно.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Bargmann L., Rillig M.C., Buss A., Kruse A., Kueche M. Hydrochar and biochar effects of germination of spring barley / J. Agron. And Grop Sci. – 2013. - № 5. - С. 360 – 373.

2. Бурмистрова Т.И. Влияние комплексного препарата гуминовых кислот и микроэлементов на урожайность и устойчивость к болезням яровой пшеницы / Т.И. Бурмистрова, С.Н. Удинцев, Н.Н. Терещенко [и др.] // Агрохимия. – 2011. - № 9. – С.64 – 67.

3. Грехова И.В. Влияние кратности некорневых обработок гуминовыми препаратами на зерновых культуры / И.В. Грехова, В.Ю. Грехова, А.А. Муромцева [и др.] // Аграрный вестник Урала. – 2009. – № 10. – С. 23 – 24.

4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). - М.: ИД Альянс, 2011. – 352 с.

5. Касимова Л.В. Комплексные составы гуминового препарата с микроэлементами для выращивания яровой пшеницы / Л.В. Касимова, А.В. Кравец // Достижения науки и техники АПК. – 2012. - № 5. – С. 24 – 27.

6. Комиссаров И.Д. Гуминовые препараты // Тр. Тюменского СХИ. – Тюмень, 1971. – Т.14. – 265 с.

7. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур / Под ред. М.А. Федина. - М.: Агропромиздат.- 19859. - 263 с.

8. Соколов Д.А. Оценка эффективности применения гуматов натрия и калия в качестве стимуляторов роста сельскохозяйственных культур в условиях техногенных ландшафтов / Д.Н.Соколов, С.Л.Быкова, Т.В.Нечаева [и др.] // Вестник НГАУ. – 2012. – № 3. – С. 25-30.

9. Статистический ежегодник. Сельское и лесное хозяйство [Электронный ресурс], http://kemerovostat.gks.ru/wps/ wcm/connect/rosstat_ts/kemerovostat/ru/ statistics/enterprises/ (дата обращения 14.02.2018).

10. Христева Л.А. Стимулирующее влияние гуминовой кислоты на рост высших растений и природа этого явления // Гуминовые удобрения. Теория и практика их применения. – Харьков, 1957. – С.75 – 93.

В.В. Агаджанян

25 ЛЕТ ГАУЗ КО «ОБЛАСТНОЙ КЛИНИЧЕСКИЙ ЦЕНТР ОХРАНЫ ЗДОРОВЬЯ ШАХТЕРОВ»

ГАУЗ КО «Областной клинический центр охраны здоровья шахтёров»
г. Ленинск-Кузнецкий

В августе 2018 года Областному клиническому центру охраны здоровья шахтеров исполняется 25 лет со дня его образования.

Центр охраны здоровья шахтеров является крупнейшим в России лечебным, научным и учебным медицинским учреждением, где настойчиво воплощается передовой отечественный и зарубежный опыт работы по снижению заболеваемости среди жителей угледобывающих регионов.

За 25 лет пролечено 400 000 пациентов, выполнено 150 000 операций, в том числе 12 000 операций по высоким технологиям, зарегистрировано более 6 млн. посещений в поликлиниках центра, из них свыше 2 млн. шахтеров и 1,9 млн. детей.

Центр обеспечивает реализацию медицинских программ, направленных на повышение эффективности лечения шахтеров и членов их семей, ветеранов и пожилых людей, всестороннюю поддержку и лечение детей. На протяжении нескольких лет реализуются социальные программы, в том числе по лечению переломов бедра у пожилых людей. Благодаря этим программам медицинскую помощь получили свыше 4000 ветеранов и пожилых людей, 10 000 детей.

Центр постоянно активно развивается и расширяется, что повышает его конкурентоспособность, выделяет среди других клиник и привлекает пациентов из различных регионов Западной и Восточной Сибири.

В структуре центра 24 клинических отделений на 515 коек, 6 диагностических отделений, поликлиники для взрослых и детей на 1000 посещений, профпатологический центр, центр амбулаторной хирургии, бригады медицинской эвакуации областного центра медицины катастроф, патологоанатомическое отделение, отделение скорой медицинской помощи.

В центре работают свыше 1400 сотрудников, из них 200 врачей (12 докторов (1 академик РАЕН, 3 имеют научное звание профессора, 6 – члены-корреспонденты РАЕН) и 28 кандидатов медицинских наук), 610 медицинских сестер, 50 специалистов с высшим техническим образованием, 40 сотрудников младшего медицинского персонала, 591 занимают прочие должности.

Почетное звание «Заслуженный врач РФ» имеют 10 врачей, «Отличник здравоохранения» – 19 сотрудников.

За 25 лет работы центра в его стенах сложилось много добрых традиций, в том числе традиция семейственности в общем деле служения медицине, которая передается из поколения в поколение. Всего в центре работают представители 26 трудовых династий, 12 из которых медицинские.

Уникальность работы учреждения заключается в том, что за двадцать пять лет работы создана стройная система диагностики и лечения в соответствии с последними научными разработками и методиками, позволяющая комплексно подходить к ведению сложных категорий больных. В центре осуществляется полный цикл диагностики и лечения, включающий амбулаторно-консультативный прием, стационарный этап лечения с использованием всех подразделений больницы, в том числе отделение медицинской реабилитации.

Обеспечение замкнутого цикла оказания медицинской помощи осуществляется благодаря наличию в центре:

- врачей - специалистов по всем основным медицинским специальностям: хирургия, травматология и ортопедия, нейрохирургия, кардиология, гинекология, детская хирургия, анестезиология и реанимация;
- расширенной диагностической базе, включающей в себя лучевую, лабораторную и функциональную диагностику.

Все это позволяет исключить необходимость привлечения консультантов из других медицинских организаций и способствует сокращению сроков оказания специализированной медицинской помощи.

Применение передовых медицинских технологий – это основной принцип работы коллектива.

С 1994 года центр 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, разработки новых методов диагностики и лечения политравм, заболеваний сердечно-сосудистой и бронхолегочной систем, профессиональной патологии шахтеров.

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

1. Комплексная система технологий оказания специализированной медицинской помощи пациентам с политравмой (множественной и

сочетанной травмой).

2. Оказание экстренной помощи пострадавшим на производстве угольных предприятий. Для этого в Центре создана служба медицинской эвакуации, оснащенная современными реанимобилями.

3. Оптимизация системы профилактических мероприятий профессиональных и производственно-обусловленных заболеваний у работников угольной промышленности Кузбасса.

4. Впервые в Кузбассе разработана, внедрена и постоянно совершенствуется система персонифицированного обеспечения пациентов лекарственными средствами, что позволило распространить и внедрить эту систему в учреждениях здравоохранения Кузбасса (ГКБ №1 г. Новокузнецк, ОКБ №1 г.Кемерово, Областной перинатальный центр г.Кемерово, ГКБ №3 г.Кемерово).

5. Разработана и внедрена медицинская информационная система (МИС) ОКЦОЗШ и «электронная история болезни».

6. Разработана и внедрена инновационная технология автоматизации клинико-диагностической лаборатории с помощью лабораторной информационной системы (ЛИС), что позволило повысить производительность и экономическую эффективность лаборатории.

7. 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.

8. Совместно с ФГБУ "Национальный исследовательский центр "Курчатовский институт" (НИЦ «Курчатовский институт») и ФГБУН «Новосибирский институт органической химии им. Н.Н. Ворожцова Сибирского отделения Российской академии наук» (НИОХ СО РАН) проводятся научные исследования по созданию отечественных биоразлагаемых наноструктурированных полимерных и нанокомпозиционных материалов и изделий для использования в общей и реконструктивно-пластической хирургии, травматологии и ортопедии.

17. Под руководством ученых создано первое в Россиии импортозамещяющее производство рентгено-контрастных операционных салфеток.

18. Разработана и внедрена в практику научно-обоснованная система «Безопасность пациентов» по профилактике внутрибольничных инфекций. Она помогает защитить пациентов от внутрибольничных инфекций. Эта система базируется на стандартах системы эпидемиологического надзора, мониторинге возбудителей, разработке стратегии и тактики применения

антибиотиков и оценке экономической эффективности мероприятий. У дверей всех отделений центра размещены бесконтактные сенсорные дозаторы. К такому устройству только стоит поднести руки – и моментально на них впрыскивается дезинфицирующее средство. А небольшие флаконы-распылители с этой же жидкостью есть в кармане у каждого работника и у коек пациентов.

19. Разработана и внедрена в практику система «Госпитальная логистика» - это внутрибольничная система управления централизованными платформами для доставки питания, медикаментов, дезинфекционных средств, хозяйственных товаров в структурные подразделения клинического центра.

20. Разработана и внедрена в практику система «Утилизация отходов медицинского происхождения» с помощью специального устройства (Патент на изобретение № 2430798 от 10 октября 2011 г., которое позволяет утилизировать операционное белье, халаты, бахилы и т.д.

На базе центра выполнены и защищены 13 докторских и 79 кандидатских диссертаций, опубликовано 7 монографий, свыше 4 500 научных работ, получено 142 Патента РФ, организованы и проведены совместно с Президиумом СО РАН 21 Всероссийская научно-практическая конференция, материалы которых изданы в виде ежегодных Сборников материалов конференций с 1996 по 2018 гг. (ISBN 978-5-904-430-18-4).

Результаты проводимых научных исследований регулярно докладываются на еженедельных конференциях центра, на врачебных форумах различного уровня – от российского до международного.

В 2005 году по инициативе главного редактора В.В. Агаджаняна создан научно-практический журнал «Политравма». Журнал издается с 2006 года на русском и английском языках, включен в Перечень изданий ВАК, реферируется РЖ ВИНИТИ, индексируется РИНЦ, в международных реферативных базах данных SCOPUS (июль 2016 г.), Ulrich’s International Periodicals Directory.

Центр является учебной базой, где действуют кафедры последипломного образования «Интегративной травматологии» (зав. кафедрой д.м.н, профессор В.В. Агаджанян) и «Профпатологии» (зав. кафедрой д.м.н. В.А. Семенихин) ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный медицинский университет» Минздрава России, которые были созданы в 1998 г.

Библиотека центра была создана в 1993 году. Сегодня библиотека является основным книжным хранилищем медицинской и художественной литературы г. Ленинск-Кузнецкого. Книжный фонд насчитывает более 32 тысяч экземпляров: более 14 тысяч медицинских книг, 17 тысяч

медицинских журналов на разных языках.

Огромное внимание уделяется совершенствованию кадрового состава, ежегодно на работу приглашаются молодые специалисты с предоставлением жилья.

В центре разработана программа, направленная на улучшение пребывания пациента в стационаре: реконструкция палат, организация индивидуального питания пациентов, фирменная спецодежда, дисциплинированность персонала, соблюдение этических норм. Специально для пациентов, прямо через дорогу от больницы, создана бесплатная, благоустроенная автостоянка. Уютная садово-парковая зона с 4 фонтанами создает условия для отдыха и скорейшего выздоровления пациентов. Картинная галерея центра насчитывает около 300 экземпляров.

Сегодня пациентам недостаточно знаний о передовых технологиях, современных методиках лечения и зарубежном оборудовании - само по себе название «Центр охраны здоровья шахтеров» говорит о том, что эта клиника надежна и стабильна, и ей можно доверять.

УДК 616.718.4-00.5-089-06

А.Ю. Милюков, Д.Д. Устьянцев, Я.Х. Гилев, Ю.А. Милюков

ОПРЕДЕЛЯЮЩИЙ ПРОГНОСТИЧЕСКИЙ ФАКТОР В РАЗВИТИИ ОСЛОЖНЕНИЙ ПРИ ХИРУРГИЧЕСКОМ ЛЕЧЕНИИ ПАЦИЕНТОВ С ПРОКСИМАЛЬНЫМИ ПЕРЕЛОМАМИ БЕДРА

ГАУЗ КО «Областной клинический центр охраны здоровья шахтёров»
г. Ленинск-Кузнецкий

Актуальность

Частота неудовлетворительных результатов лечения пациентов с проксимальными переломами бедра остаётся высокой и зачастуюприводит к стойкой инвалидности. Возможно ли спрогнозировать вероятность развития послеоперационных осложнений и выявить предикторные факторы с учётом сопутствующих заболеваний (коморбидный статус) на основании характера травмы, локализации, пола, времени и метода лечения? И как это может повлиять на предполагаемую тактику лечения? С подобными трудностями ежедневно сталкивается любой клиницист независимо от клинического опыта и осведомлённости в области медицинской науки.Анализируя доступную специализированную современную литературу, нам не удалось найти ни одной прогностической шкалы, которую можно было бы применить

для оценки. Наличие коморбидных заболеваний способствует увеличению койко-дней, инвалидизации, препятствует проведению реабилитации, увеличивает число осложнений после хирургических вмешательств, способствует увеличению вероятности падений у пожилых больных [2, 3].Отсутствие единого комплексного научного подхода к оценке коморбидности влечёт за собой пробелы в клинической практике травматолога-ортопеда [1,4]. Основными препятствиями на пути внедрения систем оценки коморбидности в разносторонний лечебно-диагностический процесс является их разрозненность и узкая направленность несмотря на разнообразие методов оценки коморбидности [2, 5].В связи с этим, потенциально более широкое использование такого подхода может оказаться полезным для стратификации риска развития осложнений, летальности с учетом коморбидного статуса для разработки более эффективных подходов в комплексном хирургическом лечении пациентов с травмами и многочисленными хроническими сопутствующими заболеваниями[7].

Цель исследования

Проанализировать и определить показатели коморбидного статуса,способные влиять на развитие осложнений у пациентов с проксимальными переломами бедра, на основании номограммы для оценки клинического риска.

Материал и методы исследования

Проведённое исследование основано на анализе результатов обследования и хирургического лечения 161 пострадавшего с проксимальными переломами бедра, проходивших лечение в отделении травматологии и ортопедии Областного клинического центра охраны здоровья шахтёров в 2013–2016 годах. Данные получены из компьютеризированной базы данных центра. Критериями включения явились: возраст больше или равно 18 лет, тяжесть травмы менее или равно 15 баллов по шкале тяжести травмы ISS (InjurySeverityScore) [6]. Из исследования были исключены пациенты, которые были переведены в другую больницу или был зарегистрирован летальный.

Основными причинами травм стали дорожно-транспортные происшествия - 46,2%; падения с высоты низкого уровня - 23%; бытовая травма и ныряние - 30,8%. Падение с высоты низкого уровня в большей степени было характерно для пожилых пациентов - 83,6%. Тяжесть повреждения была достоверно меньше у пожилых пациентов, чем у молодых – ISS был равен 13 против 15 баллов. Травмы в соответствие с МКБ-10 верифицировали на основании жалоб, данных физикального исследования и рентгенографии тазобедренного сустава в 2-х стандартных проекциях. У 119

пациентов (74%) были диагностированы медиальные переломы проксимального отдела бедренной кости, среди которых выделены базисцервикальные, трансцервикальные и субкапитальные переломы шейки бедра. В 42 случаях (26%) имелись латеральные переломы– чрезвертельные и подвертельные соответственно у 28 и 14 пациентов. В качестве стратифицирующей переменной был выбран возраст пациентов. Возраст 18-64 года рассматривался, как молодой, 65 и старше, как пожилой. Среди пациентов молодого возраста преобладали мужчины (65%), средний возраст составил 48,9±1,0 лет, ISS (SD) был ≤ 15 (10,0). Основными причинами травм стали дорожно-транспортные происшествия (46,2%), падения с высоты низкого уровня (30,8%), бытовая травма и ныряние (23%).Среди пациентов пожилого возраста было меньше мужчин (43% против 65%, $p<0.001$), тогда как наличие хотя бы одного сопутствующего заболевания отмечали у пожилых пациентов чаще, чем у молодых (94,3% против 87,2%, $p<0.001$). Падение с высоты низкого уровня в большей степени было характерно для пожилых пациентов (83,6% против 23%, $p<0.001$). Тяжесть повреждения была достоверно меньше у пожилых пациентов, чем у молодых (ISS 13 против 15 баллов, $p<0.001$).

Статистическую обработку полученных данных проводили с использованием программы «IBMSPSSStatistics 20». Выявление взаимосвязей осуществляли методом множественной логистической регрессии, построенной для каждого сопутствующего заболевания отличного от 0 с учётом пола, тяжести травмы по ISS и количеством сопутствующих заболеваний. Для определения риска развития осложнений использовали параметры коморбидности в том случае, если частота встречаемости сопутствующего заболевания в 2-3 раза превышала аналогичный показатель у пациентов молодого возраста. Исследование выполнено в соответствии с этическими принципами Хельсинской декларации 2013 годаи «Правилами клинической практики в Российской Федерации» (Приказ Минздрава РФ от 19.06.2003 г. № 266) с получением письменного согласия пациента на участие в исследовании и одобрено локальным этическим комитетом центра.

Результаты и обсуждения

Для создания номограммы прогностической оценки клинического риска развития каких-либо осложнений, в первую очередь были использованы три переменные, получаемые при поступлении (пол, возраст, сопутствующие заболевания из 19 выявленных. У пожилых преобладала гипертоническая болезнь70,5 %, коагулопатия и антикоагилянтная терапия в 69,7% и ишемическая болезнь сердца 59%. У молодых -алкоголизм 30,8%, гепатиты, вич- инфекция 23,1%, наркомания и токсикомания в 43,6%.Все

сопутствующую патологию мы рассматривали как переменную, состоящую из трёх категорий: здоровые (0 – отсутствие сопутствующих заболеваний), среднее хроническое состояние (одно или два сопутствующих заболеваний), мультиморбидность (3 и более сопутствующих заболеваний). Анализировали все виды взаимодействия каждого показателя коморбидного статуса, как дихотомическую переменную по отношению к вариантам – пол, возраст и тяжесть травмы по шкале ISS.

Молодым пациентам (18-64 лет) с медиальными и латеральными травмами проксимального отдела бедренной кости выполнено 7 операций первичного тотального эндопротезирования тазобедренного сустава, у 14 пациентов проведён остеосинтез бедренной кости канюлированными винтами, у 18 пациентов выполнен остеосинтез бедренной кости штифтом PFN, что составило, соответственно, 18 %, 36%, 46% от всех операций в этой группе. Пациентам пожилого возраста (65+лет) операции эндопротезирования тазобедренного сустава выполнены в 74% случаях. Особенностью этих операций явилось: в 2-х случаях замещение дефекта вертлужной впадины костной аутомассой из резецированной и измельченной головки бедра, в 1-м случае фиксацию опорного кольца к тазовой кости выполняли по Bursh-Schneider, в 1-м случае чашу протеза фиксировали с помощью костного цемента.

К послеоперационным осложнениям были отнесены инфекционные (раневая инфекция, перипротезная инфекция, инфекция мочевых путей, пневмония) и неинфекционные (нестабильность металлоконструкции, тромбозы, тромбоэмболия, инфаркт, нарушения мозгового кровообращения, неврит седалищного нерва, почечная недостаточность, контактный дерматит) осложнения и т.д. (табл.1).

У пожилых пациентов показатель продолжительности пребывания в клиникебыл выше (24% против 13%, $p<0.001$) и выше риск развития осложнений в 2,4 раза ($p<0.001$). Увеличение возраста каждые 5 лет сопровождалось увеличением риска развития осложнений в среднем на 10% (95% CI, 8.7-10.5%). Оценка категорий коморбидности показала, что 56 % пациентов имели предварительно существующие риски сопутствующей патологии трех и более (3+) (95% CI, 36- 78%), 29% была присвоена 1-2 категория коморбидности (95% CI, 15-47%) по сравнению с пациентами, у которых не было сопутствующих заболеваний (0 – категория коморбидности).Мужчины имели более высокие шансы развития осложнения на 18% (95% CI, 14-22%) по сравнению с женщинами ($p<0.001$). Положительной и наиболее значительной была установлена связь между

возрастом и коморбидностью (ОШ, 1.005; p<0.04 в год для пациентов с тремя и более сопутствующими заболеваниями), так взаимосвязь возраст-коморбидность были оставлены в финальной модели. Область под рабочей характеристической кривой, которая описывает соответствующую модель, была 74%, что делает возможным использование представленной модели для оценки риска развития осложнений у пациентов с травмами проксимального отдела бедренной кости в клинической практике.

Таблица 1 - Осложнения

Показатели	**Молодые пациенты (18-64 лет), (n=39)**	**Пожилые пациенты (65+ лет) (n=122)**	
Все осложнения, %	**13,9**	**28,2**	**p**
Инфекционные осложнения%:			
Гнойно-воспалительные (раневая инфекция)	0,7	1,6	<0.001
Перипротезная инфекция	0,6	1,4	<0.001
Инфекция мочевых путей	3,2	6,8	<0.001
Пневмония	3,8	6,2	<0.001
Неинфекционные осложнения%:			
Нестабильность металлоконструкции	0,9	1,9	<0.001
Тромбоз бедренной артерии	0,1	1,0	<0.001
Тромбофлебиты и тромбозы вен нижних конечностей	1,3	2,3	<0.002
Тромбоэмболия	1,2	1,4	<0.002
Инфаркт	0,7	1,9	0,4
Нарушение мозгового кровообращения	0,8	1,6	0,2
Неврит седалищного нерва	0,7	1,4	0,2
Почечная недостаточность	1,0	1,9	0,08
Контактный дерматит	0,1	0,2	0,2

В нашем исследовании 14% всех пациентов перенесли как минимум одно осложнение во время госпитализации, причем пожилые имели 34%-й риск развития осложнений. Установлена тесная взаимосвязь между возрастом и осложнениями у пациентов с 3 и более заболеваниями (3+), существовавшими до получения травмы. Использование первоначальной информации, полученной в момент поступления пациента - возраст, пол, хронические заболевания, показателей тяжести травмы по ISS,позволило разработать номограмму для стратификации риска развития осложнений. Пожилые пациенты имели слегка меньший балл по ISS, чем молодые, хотя эта разница не являлась статистически значимой. По-видимому, причиной этих различий может быть тот факт, что пациенты пожилого возраста с

большей вероятностью госпитализируются по сравнению с более молодыми пациентами с теми же баллами по ISS. Другим потенциальным объяснением может быть и тот факт, что механизм травмы различается между двумя группами. Травмы в результате падения с небольшой высоты были самыми частыми у пожилых пациентов.

Выводы

Перспективная оценка функционального статуса с учётом сопутствующих заболеваний, предшествующих травме, является необходимым средством скрининга для прогнозирования развития госпитальных осложнений у пожилых пациентов. Осложнения, которые были идентифицированы у пожилых пациентов с проксимальными переломами бедра, должны быть интерпретированы, как имеющие предрасположенность к повышенному риску развития осложнений, а не как являющиеся её причиной. Для перспективного использования предложенной номограммы необходимо проведение популяционных исследований в будущем, что позволит подтвердить возможность ее использования и определение более эффективных клинических подходов в лечении пожилых пациентов с травмой и многочисленными хроническими заболеваниями.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Charlson M. E., Pompei P., Ales H. L. A new method of classifying prognostic comorbidity in longitudinal studies: Development and validation // Journal Chronic Disease. 1987; 40: 373–383.

2. Верткин А.Л., Скотников А.С. Коморбидность …. № 6, 2013, http://www.lvrach.ru/2013/08/15435786/www.medicusamicus.com

3. Aitken LM, Burmeister E, Lang J, Chaboyer W, Richmond TS. Characteristics and outcomes of injured older adults after hospital admission. J Am Geriatr Soc. 2010;58:442-449.

4. MinL, UbhayakarN, SalibaD, Kelley-QuonL, Morley E, Hiatt J, CryerH. Tillou A. The Vulnerable Elders Survey-13 predicts hospital complications and mortality in older adults with traumatic injury: a pilot study. ЩтGeriatr Soc. 2011;59:1471-1476.

5. Min L., Burruss S., Morley E., Mody L., Hiatt J.R., Cryer H., Ha J-K., Tillou A. A simple clinical risk nomogram to predict mortality-assosiated geriatric complications in severely injured geriatric patients//J Trauma Acuet Care Surg. 2013; April; Vol 74; N 4: 1125-1132.

6. Baker SP, O'Neill B, Haddon W Jr, Long WB. The injury severity score: a method for describing patients with multiple injuries and evaluating emergency care. J Trauma. 1974;14:187-196.

7. Evans DC, Cook CH, Christy JM, Murphy CУ Gerlach AT, Eifem^n D, Lindsey DE, Whitmill ML, Papadimos TJ, Beery PR 2nd, et al. Comoibidity-polypharmacy scoring facilitates outcome prediction in older trauma patients. J Am GeriatrSoc.2012;60:1465-1470.

УДК 614:504.75

Ю.А. Григорьев

РЕПРОДУКТИВНАЯ СИСТЕМА МУЖЧИН КАК МИШЕНЬ ДЛЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ ФАКТОРОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

ФГБНУ «НИИ комплексных проблем гигиены и профессиональных заболеваний», г. Новокузнецк

Климато-географические, социально-экономические и экологические условия Сибири требуют особого комплекса мероприятий для сохранения и развития здоровья населения и наращивания его численности [1, 2, 4, 5, 10]. Но в современных условиях таких усилий недостаточно, и в реальной жизни наблюдаются негативные процессы: территории на востоке страны стремительно теряют население, а общественное здоровье, в том числе репродуктивное, здесь значительно хуже, чем в европейской части России [6, 7, 9, 11]. Влияние социальных и антропогенных факторов на репродуктивное здоровье в Сибири можно рассматривать как одну из причин низкой рождаемости в регионе [3, 4, 6-8, 11].

В окружающей среде всегда существовали многие вредные для человека факторы, а с началом промышленной революции все большее значение стали приобретать антропогенные факторы окружающей среды, в том числе токсические вещества. После известной катастрофы с талидомидом и другими лекарственными препаратами появились контролирующие организации (в том числе и международные под эгидой ВОЗ), призванные регламентировать производство, прежде всего, продукции фармацевтического производства. Все новые химические вещества проходят испытания на острую токсичность, канцерогенное и тератогенное действие. В настоящее время все чаще исследуют их влияние на репродуктивную функцию и генетический аппарат клетки. При этом вначале предпочтение отдавалось изучению влияния на репродуктивную функцию женского организма, а в последнее время была осознана опасность повреждения и мужской репродуктивной системы.

Функции мужской половой железы, включая секрецию тестостерона и продукцию сперматозоидов, могут нарушаться в результате воздействия на предтестикулярные, тестикулярные и посттестикулярные клеточные структуры и физиологические механизмы регуляции сперматогенеза. Рассматриваемые механизмы повреждения функций тестис не обязательно действуют одинаково на всех мужчин. Индивидуальные или групповые

генетические особенности могут повышать либо снижать чувствительность к действию токсических факторов. Такие эффекты наблюдаются при фармакогенетических исследованиях [14]. Различия в восприимчивости обуславливают преобладание вредных эффектов среди чувствительных к неблагоприятным факторам групп населения.

Предтестикулярные мишени токсических воздействий. Функции тестис регулируются гонадотропными гормонами гипофиза: лютеинезирующим гормоном (ЛГ) и фолликулостимулирующим гормоном (ФСГ). Нарушения этого уровня регуляции токсическими факторами называются предтестикулярными. К подобного рода факторам относятся связанные с профессией воздействия половых стероидов. Эстрогены ингибируют секрецию гипофизарных гонадотропинов, что приводит к нарушению половой функции, развитию гинекомастии и гипогонадотропного гипогонадизма. Это наблюдается, например, у рабочих, занятых на фармацевтическом производстве синтетических эстрогенных контрацептивов или нестероидных соединений с эстрогенным эффектом. И на плод широко распространенные химические соединения, имитирующие эффект эстрогенов, действуют подобным же образом. В эту группу входят многие пестициды, гербициды, другие сложные хлорорганические соединения. За способность имитировать действие гормонов эту группу химических веществ иногда именуют «гормоноподобными ксенобиотиками» (ГПК) [12, 13]. Ингибируя секрецию гонадотропинов у плода, они тормозят пролиферацию клеток Сертоли [18]. Полихлорированные бифенилы в экспериментах на биологических моделях оказывают противоположное действие. Эти вещества снижают уровень тироксина в сыворотке крови, а развивающийся гипотиреоз сопровождается увеличением числа клеток Сертоли, веса тестис и ростом суточной продукции сперматозоидов [15].

Тестикулярные мишени токсических воздействий. Непосредственно действующие на тестис факторы могут поражать клетки Лейдига, клетки Сертоли и герминативные ряды клеток. Токсические эффекты достаточно специфично проявляются в клетках разного типа, но взаимная зависимость сперматогенеза и секреции тестостерона в клетках Лейдига приводит к поражению всех функций тестис.

На биологических моделях показано избирательное повреждение клеток Лейдига этандиметансульфонатом. При этом происходит дегенерация большинства андрогензависимых клеток зародышевого ряда. Напомним, что клетки Лейдига – это интерстициальные клетки тестис, участвующие в выработке тестостерона. Они сложным образом взаимодействуют с

макрофагами интерстициального пространства, контролируют число макрофагов, которые, в свою очередь, влияют на выработку тестостерона.

Клетки Сертоли выполняют множество функций. Они играют главенствующую роль в регуляции и поддержании сперматогенеза, формируют стенки семенных канальцев, создают уникальную внутреннюю среду в толще их эпителия. Повреждение клеток Сертоли резко нарушает сперматогенез. К веществам, специфически повреждающим клетки Сертоли, относятся три класса химических соединений: 1) фталаты (используются в качестве пластификаторов); 2) нитроароматические соединения (промежуточные продукты при производстве красителей и взрывчатых веществ); 3) □-дикетоны (широко используются как растворители).

Клетки зародышевого ряда расположены внутри семенных канальцев и отделены от внутренней среды организма гематестикулярным барьером, то есть в некоторой степени защищены от внешних воздействий. Прямое поражающее действие на зародышевые клетки человека наиболее убедительно показано для ионизирующего излучения и для алкилирующих агентов. Самые чувствительные клетки зародышевого ряда – сперматогонии. Разные подтипы сперматогониев обнаруживают разную чувствительность к токсикантам и обладают разной способностью к регенерации. Необратимое нарушение сперматогенеза связано с повреждением так называемых «дремлющих» сперматогониев. Пролиферирующие сперматогонии (иногда даже более чувствительные к повреждению токсикантами) могут пополняться из резерва стволовых клеток. Поэтому избирательное повреждение пролифирирующих сперматогониев (при действии, например, ионизирующей радиации) приводит к полному, но временному угнетению сперматогенеза. Нелетальные для клеток повреждения могут сопровождаться мутациями в ДНК и передачей генетических дефектов зрелым сперматозоидам.

Среди химических веществ, повреждающих сперматоциты, лучше всего охарактеризован 2-метоксиэтанол, входящий в состав лаков и красок. Действующим началом является его метаболит – метоксиуксусная кислота. Диплоидные зародышевые клетки (то есть менее дифференцированные) чаще погибают спонтанно, чем гаплоидные. Высказывается предположение, что они более чувствительны и к апоптозу, индуцируемому токсикантами.

Процесс обмена генетическим материалом между хромосомами может служить мишенью для генотоксических факторов. Мини-сателлиты, участки ДНК, содержащие тандемно расположенные повторы нуклеотидов, в геноме человека расположены случайным образом. Считается, что именно они особенно подвержены перестройке при мейозе [16]. Спонтанные мутации в

мини-сателлитах обнаруживаются в сотни раз чаще, чем в кодирующих последовательностях ДНК. Именно поэтому они служат наиболее подходящим объектом для проверки действия мутагенов и оценки изменений в частоте мутаций в зародышевых клетках. К этому необходимо добавить результаты наблюдений за лицами, пострадавшими от Чернобыльской катастрофы. У потомства мужчин, получивших дозу облучения в результате Чернобыльской аварии, обнаружена повышенная частота мини-сателлитных мутаций в зародышевых клетках [16].

Посттестикулярные мишени токсических воздействий. Повреждение сперматозоидов, покинувших тестикулярную сеть, выявляется очень редко. На биологических моделях показано, что зрелые сперматозоиды более резистентны к действию высоких доз ионизирующей радиации, чем зародышевые клетки в тестис. Посттестикулярная токсичность характерна для новых мужских контрацептивов негормональной природы. Некоторые адренолитические средства (гуанетидин, метоксамин) влияют на нейромускулатуру придатков тестис, приводя к остановке сперматозоидов в них. Токсиканты, действующие на эпителий придатков тестис (например, госсипол), нарушают секрецию в них эпидидимальной жидкости, что ухудшает условия транспорта по семевыносящей системе. Другой мишенью являются сами зрелые половые клетки. Такие вещества как а-хлоргидрин, орнидазол в экспериментах на биологических моделях приводят к потере подвижности и оплодотворяющей способности сперматозоидов [17].

В этих условиях актуальным становится предупреждение воздействия токсических веществ на репродуктивную систему мужчин. Так, в Кемеровской области имеется большое число предприятий химической, металлургической и угольной промышленности, которые с большой долей вероятности могут представлять опасность для репродуктивной системы мужчин. К их числу можно отнести крупные химические предприятия Кемерова (АООТ «Азот», АК «Химволокно», ОАО «Химпром», ПО «Спектр»), Новокузнецка (ОАО «Органика») и Анжеро-Судженска (АО «Пурин»). Не меньшую опасность представляет металлургическая промышленность: ОАО «Западно-Сибирской металлургический комбинат» (Новокузнецк), ОАО «Новокузнецкий металлургический комбинат», ОАО «Новокузнецкий алюминиевый завод», ОАО «Кузнецкие ферросплавы» (Новокузнецк), ОАО «Гурьевский металлургический завод», а также многочисленные предприятия угольной и других отраслей промышленности. В регламенте диспансерного наблюдения за мужчинами трудоспособного возраста особое внимание необходимо уделять состоянию их репродуктивной системы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Артюхов И.П., Дмитриев В.И., Григорьев Ю.А., Шнейдерман Н.А., Чернуха А.Д. Здоровье человека в Сибири: сборник научных работ. – Москва, 1988. – 154 с.

2. Григорьев Ю.А. Продолжительность жизни населения Сибирского федерального округа // Развитие человеческого потенциала Сибири: проблемы социального воспроизводства регионального сообщества. – Иркутск: Изд-во Оттиск, 2013. – С. 52-96.

3. Григорьев Ю.А. Репродуктивная система мужчин и антропогенные факторы окружающей среды // Вестник Российской академии естественных наук. Западно-Сибирское отделение. – 2011. – № 13. – С. 11-21.

4. Григорьев Ю.А. Современные тенденции воспроизводства населения в Сибирском федеральном округе // Бюллетень Национального научно-исследовательского института общественного здоровья им. Н.А. Семашко. – 2010. – № 3. – С. 43-45.

5. Григорьев Ю.А., Баран О.И. Тенденции рождаемости и воспроизводства населения Сибирского федерального округа: ретроспектива и перспектива // Вестник Российской академии естественных наук. Западно-Сибирское отделение. – 2016. – № 18. – С. 153-158.

6. Григорьев Ю.А., Соболева С.В. Репродуктивное здоровье как качественная характеристика популяции // Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра Сибирского отделения Российской академии медицинских наук. – 2013. – № 3-2. – С. 157-161.

7. Григорьев Ю.А., Соболева С.В. Современное состояние репродуктивного здоровья населения Сибири как фактор сокращения рождаемости в регионе // Регион: Экономика и Социология. – 2013. – № 2. – С. 215-236.

8. Григорьев Ю.А., Баран О.И., Москвитин П.Н. Риски интоксикации, связанные с особенностями образа жизни женщин, и репродуктивные потери // Вестник Российской академии естественных наук. Западно-Сибирское отделение. – 2012. – Вып. 14. – С. 196-208.

9. Григорьев Ю.А., Соболева С.В., Баран О.И. Региональный материнский капитал и направления его использования в Сибирском федеральном округе // Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. – 2015. – Т. 23, № 3. – С. 17-20.

10. Кулешов В.В., отв. ред. Перспективы и риски развития человеческого потенциала в Сибири: Монография. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2014. – 367 с.

11. Лещенко Я.А., Боева А.В., Гольцова Е.В., Григорьев Ю.А., Лещенко О.Я., Рогачева О.А. и др. Развитие человеческого потенциала Сибири: проблемы социального воспроизводства регионального сообщества. – Иркутск: Изд-во Оттиск, 2013. – 514 с.

12. Никитин А.И. Вредные факторы среды и репродуктивная система человека (ответственность перед будущими поколениями). – СПб. : ЭЛБИ-СПб, 2008. – 240 с.

13. Никитин А.И. Гормоноподобные загрязнители биосферы и их влияние на репродуктивную функцию человека // Биосфера. – 2009. – № 2. – С. 218-229.

14. Примроуз С., Таймен Р. Геномика. Роль в медицине : пер. с англ. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. – 277 с.

15. Cooke P.S., Zhao Y.D., Hansen L.G. Neonatal polychlorinated biphenyl treatment increases adult testis size and sperm production in the rat // Toxicol. Appl. Pharmacol. – 1996. – Vol. 136. – P. 112-117.

16. Dubrova Y.E., Plumb M., Brown J., Jeffereys A.J. Radiation-induced germline instability at minisatellite loci // Int. J. Radial. Biol. – 1998. – Vol. 74. – P. 689-696.

17. Oberländer G., Yeung C.H., Cooper T.G. Induction of reversible infertility in male rats by oral ornidasole and its effects on sperm motility and epididymal secretions // J. Reprod. Fertil. – 1994. – Vol. 100. – P. 511-559.

18. Sharpe R.M., Skakkebaek N.E. Are eostrogens involved in falling sperm counts and disorders of the male reproductive tract? // Lancet. – 1993. – Vol. 341. – P. 1392-1395.

УДК 613.6:574

А.М. Олещенко, Р.А. Голиков, Д.В. Суржиков, В.В. Кислицына, И.Ю.Мотуз

ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ АТМОСФЕРНЫХ ВЫБРОСОВ НОВОКУЗНЕЦКОГО ХЛАДОКОМБИНАТА

ФГБНУ «Научно-исследовательский институт комплексных проблем гигиены и профессиональных заболеваний», г. Новокузнецк

Охрана здоровья населения от загрязнения атмосферного воздуха является одной из наиболее важных задач профилактической медицины. В промышленных городах загрязнение воздушной среды обусловлено, прежде

всего, стационарными источниками. Новокузнецк является одним из крупнейших индустриальных центров России, занимая одно из ведущих мест в рейтинге самых загрязнённых городов [2, 3]. Для определения вероятности воздействия различных факторов окружающей среды, в том числе и атмосферного воздуха, на здоровье человека используют методологию оценки риска здоровью, которая широко применяется в России с середины 90-х годов прошлого века [1, 4].

Материалы и методы

Для количественной оценки воздействия атмосферных загрязнителей Новокузнецкого хладокомбината на здоровье населения, численность которого составляет около 550 тысяч человек, выделено девять микрорайонов в различных районах города. Каждый микрорайон соответствовал точке воздействия концентраций (ТВК). Расчеты максимальных и среднегодовых концентраций загрязняющих веществ по каждой ТВК осуществлялись с использованием унифицированной программы расчета загрязнения атмосферы «Эколог» (вариант «Базовый», версия 3.0). Оценка риска для здоровья населения проводилась на основе «Руководства по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» (Р 2.1.10.1920-04) [5].

Результаты и обсуждение

ОАО «Новокузнецкий хладокомбинат» – старейшее предприятие пищевой промышленности города, один из лидеров на рынке замороженных продуктов питания России. Ведущими направлениями деятельности предприятия являются производство мороженого, полуфабрикатов и замороженных продуктов. Новокузнецкий хладокомбинат имеет собственный производственный цех и складской комплекс с низкотемпературными камерами для хранения мороженого и замороженной продукции. Предприятие оснащено высокотехнологичным современным оборудованием, обеспечивающим выпуск качественной продукции. Для удаления выбросов загрязняющих веществ на хладокомбинате установлен циклон типа ЦН-15. Источниками выделения загрязняющих веществ являются котельная (котел ДКВР-4/13, склад угля); ремонтное отделение (сварка и резка металла, деревообработка); автотранспортное отделение (заводка автотранспорта); технологическое отделение (компрессорная); прочее (покраска).

В работе выявлено, что индексы неканцерогенной опасности выбросов в сумме составляют 559967,93. Наибольшим удельным весом обладают такие вещества, как сера диоксид, зола углей, сажа, азот диоксид. Максимальным

риском от выбросов предприятия обладают такие источники, как котел ДКВР-4/13, компрессорная, а также сварка металла.

Максимальный индекс опасности канцерогенных веществ выявлен у сажи – 68929,85. Суммарный индекс опасности канцерогенных веществ равен 71271,67. Высоким индексом канцерогенной опасности обладают котел ДКВР-4/13, сварка металла и заводка автотранспорта. Процентное соотношение соответствует 96,77%, 3,09% и 0,145%.

Выбросы неканцерогенных веществ предприятия колеблются в пределах от 0,006 до 63,99 т/год (0,001-3,25 г/с), средний максимальный весовой коэффициент составляет от 0,014 до 1,0. Выбросы канцерогенных веществ колеблются в пределах от $7{,}71429\times10^{-11}$ до 12,53 т/год ($3{,}857\times10^{-8}$-0,626 г/с), максимальный весовой коэффициент, равный 0,635, принадлежит углероду (сажа), минимальный – хрому (0,016).

Наибольшее количество выбросов поступает от таких источников выбросов, как котел ДКВР-4/13, равное 161,54 т/год (8,13 г/с); деревообработка, равное 0,62 т/год (0,179 г/с); а также компрессорная – 1,58 т/год (0,05 г/с). Воздействие вредных веществ от ОАО «Новокузнецкий хладокомбинат» осуществляется ингаляционным путем.

Показано, что максимальные концентрации неканцерогенных веществ варьируют от $5{,}07\times10^{-6}$ до 0,025 мг/м^3 по различным точкам воздействия, максимальные концентрации канцерогенных веществ – от $2{,}51\times10^{-10}$ до 0,003 мг/м^3. Кратности превышения ПДК загрязняющих веществ находятся в пределах нормы. Наибольшей концентрацией характеризуются азот диоксид (0,097) и марганец (0,295) в микрорайоне привокзальной площади (ТВК 1).

Для расчета средних концентраций канцерогенных и неканцерогенных веществ по ТВК был осуществлен переход к среднегодовым концентрациям путем умножения на весовой коэффициент. Средние концентрации неканцерогенных и канцерогенных веществ по ТВК, выраженные в кратностях превышения $ПДК_{сс}$, варьируют от 0,155 долей $ПДК_{сс}$ у сера диоксида в микрорайоне привокзальной площади (ТВК 1) до $7{,}79\times10^{-7}$ долей $ПДК_{сс}$ у бензина в микрорайоне проспекта Авиаторов (ТВК 9).

Индивидуальный хронический риск определяется как вероятность приобретения хронического заболевания или вероятность смерти в результате хронического воздействия и рассчитывается на определенный период воздействия. Согласно расчетам, в г. Новокузнецке при постоянном воздействии на протяжении всей жизни в наибольшей степени могут проявляться симптомы хронической заболеваемости в микрорайонах привокзальной площади (ТВК 1) – риск находится в пределах от $4{,}19\times10^{-9}$ до 0,011 в зависимости от воздействующего загрязнителя; цирка (ТВК 5) – риск

в пределах от $1,27\times10^{-11}$ до 0,002; машзавода (ТВК 7) – от $3,06\times10^{-11}$ до 0,002; а также микрорайона расположения драмтеатра (ТВК 6) – от $6,9\times10^{-11}$ до 0,004. Наибольшим воздействием обладают такие вещества, как азот оксид ($4,22\times10^{-6}$-0,002%), зола углей ($8,41\times10^{-6}$-0,002%), сера диоксид ($1,8\times10^{-6}$-0,011%), пыль древесная ($3,49\times10^{-5}$-0,002%), марганец ($4,71\times10^{-5}$-0,003%), аммиак ($4,74\times10^{-5}$-0,001%). Суммарный риск развития неканцерогенных эффектов составляет в микрорайоне привокзальной площади (ТВК 1) 0,027 (наибольшее воздействие), минимальное суммарное воздействие примесей ($3,96\times10^{-4}$) выявлено в микрорайоне проспекта Авиаторов (ТВК 9), который расположен в наибольшем отдалении от ОАО «Новокузнецкий хладокомбинат».

Для канцерогенных эффектов вычислялся пожизненный риск, при этом делалось предположение о том, что существующие уровни воздействующих доз сохранятся и в будущем. Канцерогенный риск характеризует верхнюю границу возможного риска на протяжении периода, который соответствует средней продолжительности жизни человека (70 лет). Пожизненный ингаляционный канцерогенный риск – это вероятность получения онкологического заболевания от вдыхания вещества, идентифицированного как ингаляционный канцероген. Показано, что вероятность получения онкологических заболеваний в течение жизни наибольшая у жителей микрорайонов привокзальной площади, машзавода, драмтеатра и цирка (ТВК 1, 7, 6, 5) по таким канцерогенным веществам, как сажа, бензин, бенз(а)пирен, свинец, хром. Наибольший удельный вес в суммарном риске в микрорайоне привокзальной площади имеют углерод (сажа) – 88,66% и бензин – 11,15%; цирка – углерод (сажа) – 92,34% и бензин – 7,49%; драмтеатра – углерод (сажа) – 93,78%, и бензин – 6,05%; машзавода – углерод (сажа) – 93,04% и бензин – 6,8%. Наименьший суммарный риск онкологической заболеваемости выявлен для жителей микрорайона проспекта Авиаторов (ТВК 9), равный $1,27\times10^{-7}$; наибольший суммарный риск – для жителей микрорайона привокзальной площади (ТВК 1), равный $8,42\times10^{-6}$.

Таким образом, ОАО «Новокузнецкий хладокомбинат» вносит определенный вклад в загрязнение атмосферного воздуха г. Новокузнецка, оказывая неблагоприятное воздействие на здоровье населения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авалиани С.Л., Безпалько Л.Е., Бобкова Т.Е., Мишина А.Л. Перспективные направления развития методологии анализа риска в России // Гигиена и санитария. 2013. Т. 92, № 1. С. 33-35.

2. Захаренков В.В., Олещенко А.М., Суржиков Д.В., Кислицына В.В., Корсакова Т.Г., Голиков Р.А. Оценка экологического риска, связанного с загрязнением воздуха селитебных зон промышленного города // Академический журнал Западной Сибири. 2015. Т. 11. № 5 (60). С. 52.

3. Климов П.В., Суржиков В.Д., Суржиков Д.В., Большаков В.В. Оценка антропогенного загрязнения атмосферного воздуха г. Новокузнецка // Вестник Кемеровского государственного университета. 2011. № 2 (46). С. 190-194.

4. Рахманин Ю.А., Новиков С.М., Авалиани С.Л., Синицына О.О., Шашина Т.А. Современные проблемы оценки риска воздействия факторов окружающей среды на здоровье населения и пути ее совершенствования // Анализ риска здоровью. 2015. № 2. С. 4-11.

5. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду: Р 2.1.10.1920-04. М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава РФ; 2004. 143 с.

УДК 613.6 : 37.08
ББК 51.247

А.М. Олещенко, Д.В. Пестерева

ФАКТОРЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РИСКА ЗДОРОВЬЯ ПЕДАГОГОВ В УСЛОВИЯХ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ИХ ТРУДА

ФГБНУ «НИИ комплексных проблем гигиены и профессиональных заболеваний», г. Новокузнецк

Труд педагога, сопряженный с большими нервно-психическими нагрузками, повышенной продолжительностью трудового дня, высокой социальной ответственностью, предъявляет высокие требования как к состоянию нервно-психического благополучия учителя, способности адекватной социально-профессиональной адаптации, так и состоянию их здоровья в целом.

Традиционно принято считать, что основными факторами риска труда учителя являются: повышенное психоэмоциональное напряжение, значительная голосовая нагрузка при выполнении профессиональных обязанностей, преобладание статической нагрузки при незначительной общей мышечной и двигательной нагрузке в процессе трудовой деятельности, большой объем интенсивной зрительной работы, высокая

плотность эпидемических контактов, каждый из которых может способствовать возникновению профессионально обусловленных видов патологии нервной, сердечно-сосудистой, дыхательной и других систем [1].

Каждый из перечисленных факторов риска труда учителя может привести к профессионально обусловленным заболеваниям, к которым относятся заболевания нервной системы (неврозы и неврозоподобные состояния); заболевания голосо-речевых органов (такие как острый и хронический фарингит, ларингит, певческие узелки, парез голосовых складок); заболевания опорно-двигательного аппарата (такие как остеохондроз шейного и поясничного отделов позвоночника, радикулит); заболевания сердечно-сосудистой системы (варикозное расширение вен нижних конечностей, геморрой); инфекционные заболевания; контактный дерматит в области рук (из-за длительного контакта с мелом); аллергические формы ринита и бронхиальная астма и др. Длительная однотипная нагрузка центры полушарий головного мозга ведет к перераспределению мозгового кровотока и, как следствие, к бессоннице, являющейся признаком переутомления [2, 4].

Равновесие между человеком и профессиональной средой не представляет собой статичного, раз и навсегда достигнутого состояния. Каждое изменение профессиональной среды приводит к необходимости активизации процессов адаптации [3].

По результатам мониторинга по вопросам интенсификации и особенностей труда педагогических работников в условиях модернизации образования, проведенного региональными организациями Профсоюза в 2013 г., в котором приняли участие 7263 педагогических работника из 15 субъектов Российской Федерации интенсивность труда педагогических работников в условиях модернизации образования значительно возросла вследствие освоения новых профессиональных компетенций в условиях модернизации образования, а также в связи с увеличением отчетности [5].

Большинство учителей, принявших участие в мониторинге, имеет учебную нагрузку больше одной ставки по предмету и при этом много времени (от 11 до 19 часов в неделю) используют на внеурочную работу с учащимися (индивидуальная работа с учащимися; руководство кружком по предмету, факультативом; организация плановых внеклассных мероприятий; экскурсионная и иная внешкольная работа с учащимися; сопровождение олимпиад, конкурсов, фестивалей; классное руководство и др.). Немало времени у педагогов занимает работа по подготовке и обеспечению учебного процесса (планирование работы; подготовка к урокам; проверка письменных работ; заведование учебным кабинетом; повышение квалификации и др.), а

также организационно-педагогическая деятельность (педагогические советы, методические совещания, семинары; методическая работа, самообразование, посещение уроков; работа с родителями; родительские собрания; оформление личных дел учащихся, аттестатов, выпускные вечера; составление требуемых отчетов, освоение информационных и образовательных ресурсов; наблюдение и изучение динамики индивидуального развития учащихся и других видов работ, непосредственно не относящихся к учебно-воспитательному процессу, таких как участие в подготовке образовательного учреждения к лицензированию и аккредитации, дежурство по школе, участие в дополнительных хозяйственных работах и др.

Исследования показали, что время, используемое респондентами на указанные выше виды деятельности, как связанные с педагогической деятельностью, так и не связанные с ней, но вменяемые в обязанности учителя, в среднем составляет от 54 до 80 часов в неделю, что составляет полторы – две ставки. Однако, отвечая на вопросы, большинство участников исследования (от 58% до 84% опрошенных учителей) отметили, что хотели бы работать на 1 ставку.

В результате проведенных в различных территориях РФ исследований от 20 до 93% учителей ежедневно испытывают нервно-эмоциональное напряжение, от 37 до 79 % учителей испытывают его несколько раз в неделю.

Вместе с тем с целью получения консультации или оказания медицинской помощи обращаются к врачам один раз в год от 36 до 74 % учителей, обращаются к врачу один-два раза в полугодие - от 14,9 до 32,8 % учителей. По причине отсутствия времени от 20 до 55 % учителей по результатам опроса занимаются самолечением.

Немаловажным фактором сохранения здоровья, особенно при большой нагрузке, является возможность организации должного питания учителей в течение рабочего дня. Анкетирование показало, что от 20 до 84 % опрошенных учителей могут позволить себе полноценный обед в школьной столовой на перемене или после всех уроков, в то же время от 18 до 22 % учителей едят только дома.

Таким образом, проведенное исследование позволяет обозначить существующие сегодня проблемы, связанные с профессиональной деятельностью учителя, и утверждать, что интенсивность труда учителя в условиях модернизации образования значительно возросла. Интенсификация труда учителя приводит к увеличению профессионально обусловленной заболеваемости и появлению легких форм профессиональных заболеваний.

Можно утверждать, что работа с таким высоким уровнем интенсивности, сопровождающимся ростом учебной и внеучебной нагрузки,

ростом количества требуемых отчетов способствует росту нервно-эмоционального напряжения учителей и негативно отражается на обучающихся, не может гарантировать качественное выполнение учителем всех определенных для него видов деятельности, не способствует организации и ведению учителями здорового образа жизни, наносит ущерб их здоровью, значительно сокращает время учителя на культурно-досуговую деятельность.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Захаренков В.В., Виблая И.В., Пестерева Д.В. Мониторинг здоровья работников образования как путь к преодолению негативных последствий интенсификации труда педагогов // Фундаментальные и прикладные исследования в профилактической медицине: материалы 50-й научно-практической конференции с международным участием "Гигиена, организация здравоохранения и профпатология" и семинара "Актуальные вопросы современной профпатологии". 2015. С. 127-132.

2. Захаренков В.В., Виблая И.В., Пестерева Д.В. Мониторинг здоровья работников образования // Медицина труда и промышленная экология. 2015. № 9. С. 55-56.

3. Левина И.Л., Пестерева Д.В. Качество жизни педагога как индикатор его здоровья // Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра Сибирского отделения Российской академии медицинских наук. 2013. № 3-1 (91). С. 81-84.

4. Пестерева Д.В. Профессиональные факторы риска здоровья педагогов // Центральный научный вестник. 2018. Т. 3. № 3 (44). С. 6-7.

5. Постановление Профсоюза работников народного образования и науки Российской Федерации «Об итогах мониторинга по вопросам интенсификации труда педагогических работников» № 19-11 от 18 марта 2014 г. М., 2014.

УДК 314

Ю.П.Холюшкин[1], В.С.Костин[2]

О СТРУКТУРЕ И ДИНАМИКЕ НАУЧНЫХ КАДРОВ НИИ АРХЕОЛОГИЧЕСКОГО И ЭТНОГРАФИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ РАН

[1]Государственная научно-техническая библиотека СО РАН, г. Новосибирск
[2]Институт экономики и организации промышленного производства СО РАН, г. Новосибирск

Введение

Научные кадры представляют собой наиболее важную часть блока науки в моделировании и прогнозировании научно-технического прогресса. Ведь научный выход определяется в первую очередь научной деятельностью, закономерностями функционирования научного сообщества, его масштабами, квалификацией, возрастными характеристиками и лишь во вторую очередь расходами на науку. Поэтому вопросы перспективного планирования подготовки научных кадров, исследование их динамики, квалификации и других показателей, характеризующих их работников, представляет несомненный интерес при оценке конечных итогов результативности научной деятельности. Особенность квалификационной и должностной структуры научных кадров связана с тем, что кадровая составляющая научно-технического потенциала изменяется медленнее всех остальных.

По имеющимся данным, подготовка кандидата наук требует 3-15 лет, а доктора наук 8-25 лет после окончания специалистом высшего учебного заведения. Поэтому та возрастная и квалификационно-должностная структура и численность ведущих кадров, которая должна сложиться через 10-20 лет, в большей мере определяется современным составом научных работников и не поддается столь мобильному изменению, как, например, финансирование или материально-техническое снабжение исследований» [1: 3].

1. Интерес к исследованию этой проблемы возник 30 лет назад, а первые попытки таких исследований носили разведочный характер. Эти попытки можно считать отправной точкой для дальнейшей работы в этом направлении [2: С. 33-43; , 3, 4: С. 32-36].

Актуальность темы значительно возросла в годы обвальных псевдореформ. В ходе их уменьшился приток молодежи в науку, увеличилась внутренняя и внешняя миграция и связанное с этим старение научных кадров.

Вероятностная модель движения научных кадров (на примере 4-х институтов РАН)

Можем ли мы предложить какой-либо способ для сравнения кадрового состава научных институтов? Существуют ли объективные основания для такого сравнения? И какие сведения о научных коллективах необходимы, чтобы можно было сделать хотя бы грубую оценку и сказать, что в одном институте проводится более взвешенная кадровая политика, чем в другом? Начнём с выделения небольшого числа наиболее важных факторов, влияющих на "научный потенциал" института. Прежде всего, это научная квалификация сотрудников. В этом вопросе можно опираться на самые различные показатели. Но в качестве первого приближения рассмотрим долю кандидатов и докторов наук в общей численности научных сотрудников (таб.1).

Таблица 1 - Фрагмент таблицы “2.11. Исследователи по полу и возрастным группам” в 2012 году (сумма по мужчинам и женщинам):

Возраст	без степени	кандидаты	доктора
20-29	70888	4584	26
30-39	49671	18052	692
40-49	35038	12640	2444
50-59	56666	17831	7115
60-69	37062	16464	8337
70-100	13965	11975	9170
Всего	263290	81546	27784

Чтобы иметь представление о порядке величины такого показателя по науке в целом, обратимся к данным статистического сборника «Индикаторы науки: 2014» [5]:

Этих данных вполне достаточно, чтобы построить грубую вероятностную модель роста научной квалификации исследователей в зависимости от возраста. Такая модель, кроме повышения научного статуса, от научного сотрудника без степени к кандидату и далее – к доктору наук, учитывает и смертность (табл.2). Возрастные коэффициенты смертности для городского населения по России в целом, усреднённые по полу, взяты из демографического ежегодника за 2015 год [2: табл. 2.11, с.46].

Таблица 2 - Возрастные коэффициенты смертности среди городского населения за 2014 год.

Возраст	Смертность на 1000 человек за год	Возраст	Смертность на 1000 человек за год
20-24	1.2	55-59	13.4
25-29	2.1	60-64	19.0
30-34	3.6	65-69	25.6
35-39	4.9	70-74	38.1
40-44	5.5	75-79	57.2
45-49	7.0	80-84	95.3
50-54	9.5	85 и более	170.9

Если на входе построения модели поддерживать постоянную численность исследователей без степени, как в табл. 1, то на выходе получим некоторую, пусть для начала весьма далёкую от реальности, численность кандидатов и докторов в тех же возрастных интервалах.

Следующим шагом изменяем, т.е. оптимизируем параметры модели так, чтобы эта численность кандидатов и докторов была как можно ближе к той, что имеется в таблице 6. Путём такой оптимизации мы осуществляем так называемую калибровку модели по статистическим данным из таблиц 1 и 2. Взяв другие данные, получим другие параметры модели. Но задача не в том, чтобы добиться предельной точности воспроизведения моделируемого процесса, а в том, чтобы достаточно надёжно оценить интенсивность наблюдаемых переходов. Калибровка модели по выбранной статистике (в масштабах всей науки и Российской Федерации) привела к показанным на рис. 1 вероятностям защиты кандидатской и докторской диссертаций как функции от возраста соискателя.

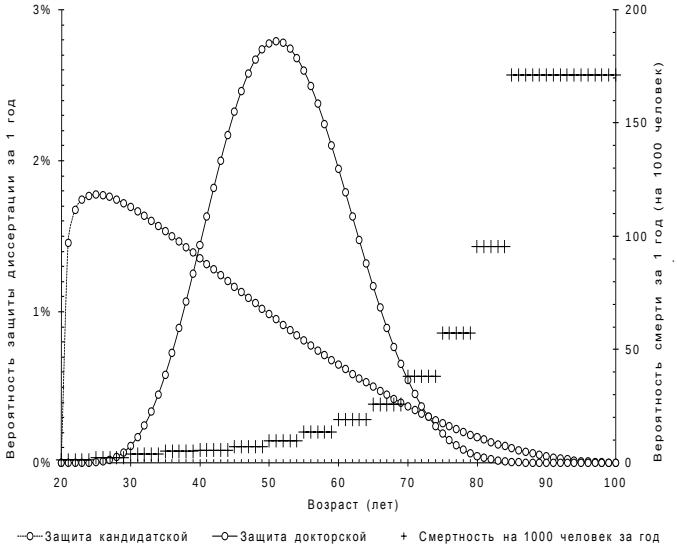


Рисунок 1 - Вероятностные характеристики движения научных кадров

После этого модель может быть применена для прогноза движения научных кадров в четырёх институтах археологического профиля, исходя из данных, собранных на конец 2017 года по информации официальных web-сайтов (табл.3, 4).

Таблица 3 - Возрастная структура археологов и этнографов академических учреждений РАН по интервалам 10 лет.

	До 30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	91-100	Всего (чел)
Институт археологии и этнографии СО РАН									
Члены РАН					3	1			4
Доктора наук		1	1	8	8	3	1		22
Кандидаты наук	5	16	18	21	4	1	1		66
Без степени	6	11	2	2					21
Институт археологии РАН									
Члены РАН			1	1	3		2		7
Доктора наук			1	5	14	7	8		35
Кандидаты наук		7	16	12	19	5	6		65
Без степени	3	3	4	2	3				15
Институт истории материальной культуры РАН									
Члены РАН					1				1
Доктора наук				5	8	2	6	1	22
Кандидаты наук		2	9	13	16	6			46
Без степени	5	3	3	6	1	1			19
Институт этнологии РАН									
Члены РАН						1	1		2
Доктора наук			2	11	16	10	2		41
Кандидаты наук		14	10	10	9	4	1		48
Без степени	1	1	5	1	1				9
Смертность за год на 1000 чел	1.65	4.25	6.25	11.45	22.3	57.2	133.1	170.9	

Таблица 4 - Возрастная структура археологов и этнографов академических учреждений РАН по укрупнённым интервалам.

	до 40	40 – 60	>60	Всего (чел)
Институт археологии и этнографии СО РАН				
Члены РАН	0.0%	0.0%	100.0%	4
Доктора наук	4.5%	40.9%	54.5%	22
Кандидаты наук	31.8%	59.1%	9.1%	66
Без степени	81.0%	19.0%	0.0%	21
Институт археологии РАН				
Члены РАН	0.0%	28.6%	71.4%	77
Доктора наук	0.0%	17.1%	82.9%	35
Кандидаты наук	10.8%	43.1%	46.2%	65
Без степени	40.0%	40.0%	20.0%	15
Институт истории материальной культуры РАН				
Члены РАН	0.0%	0.0%	100.0%	1
Доктора наук	0.0%	22.7%	77.3%	22
Кандидаты наук	4.3%	47.8%	47.8%	46
Без степени	42.1%	47.4%	10.5%	19
Институт этнологии РАН				
Члены РАН	0.0%	0.0%	100.0%	2
Доктора наук	0.0%	31.7%	68.3%	41
Кандидаты наук	29.2%	41.7%	29.2%	48
Без степени	22.2%	66.7%	11.1%	9

Результаты прогноза по модели на ближайшие 10 лет представлены в таблице 5. При этом каждый институт в модели рассматривается, как замкнутая система, то есть полностью отсутствует обмен с внешней средой. Это значит, что ни один человек за весь период прогноза не принимается на работу, и никто не увольняется, пока не умрёт. Из этой таблицы видно, что наиболее остро проблема кадрового состава стоит в Институте Археологии РАН и Институте Истории Материальной Культуры, а лучше всего с этим обстоит дело в Институте Археологии и Этнографии СО РАН.

Более подробные результаты переходов между состояниями можно увидеть на рисунке 2. Каждое число на этом рисунке – это наиболее вероятное количество людей, переходящих из одного состояния в другое за 10 лет. Всего таких состояний четыре: без степени, кандидаты, доктора и умершие.

Для ясности рассмотрим более подробно каждый из переходов между состояниями на примере ИАЭт СО РАН. Начальное состояние характеризуется следующим составом научных кадров: без степени 21 человек, кандидатов – 66 и докторов – 26. За 10 лет ожидается, что 2.53 человека из 21 защитят кандидатскую дисертацию, а 1.23 – умрут. Итого без

степени останется 17.24 человека. Баланс по кандидатам наук выглядит так: к 66 прибавится 2.53 вновь защищённых, 10.05 станут докторами, а 8.35 – умрут.

Таблица 5 - Прогноз движения научных кадров с 2017 по 2027 год.

	ИАЭт СО РАН	ИА РАН	ИИМК РАН	ИЭА РАН
Численность научных сотрудников				
2017	113	122	88	100
2027	94.5	82.8	62.6	73.0
2027:2017	83.6%	67.9%	71.1%	73.0%
Число защищённых диссертаций (научный потенциал)				
2017	118	149	92	134
2027	104.3	100.5	64.5	98.2
2027:2017	88.4%	67.4%	70.1%	73.3%
Число диссертаций на 1 сотрудника				
2017	1.04	1.22	1.05	1.34
2027	1.10	1.21	1.03	1.34
2027:2017	105.8%	99.2%	98.1%	100.0%

Итого к 2027 году останется 50.13 кандидатов. По докторам ожидается такой расклад: к 26 прибавится ещё 10.05 и уйдёт 8.91. Итого останется 27.14. Если сложить оставшихся сотрудников к 2027 году, то получим 17.24+50.13+27.14=94.51. Если отнять это число от имевшихся сотрудников в 2017 году (21+66+26=113), то получим 18.49, что мы и видим в «гробу» (шестиугольник в нижней части рисунка).

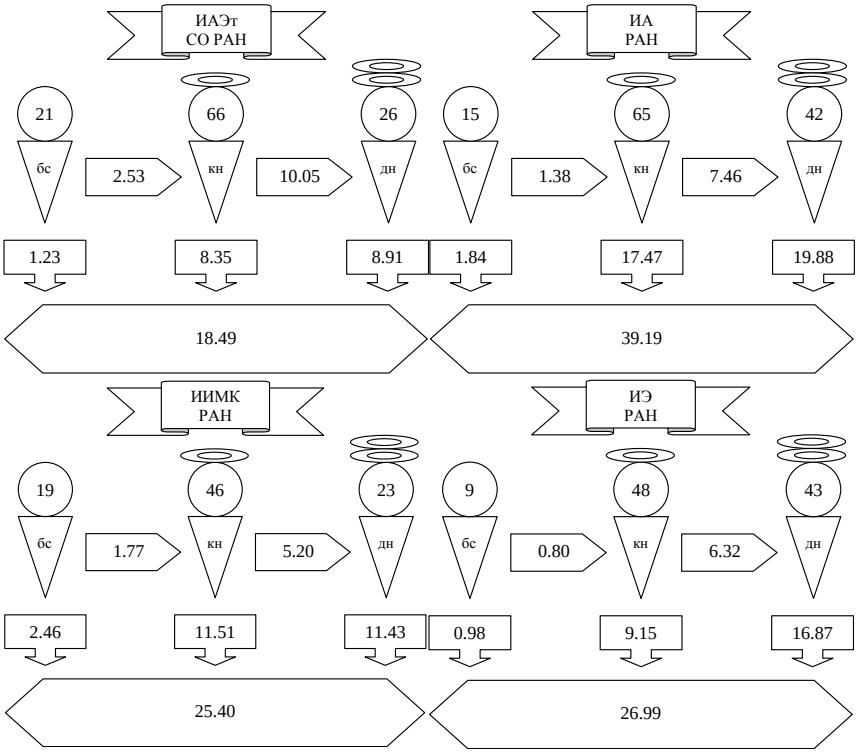


Рисунок 2. - Изменения состояния научных кадров за 2017-2027 гг. (прогноз)

Оценить адекватность модели можно, сопоставив результаты прогнозирования на следующие 10 лет с теми изменениями, которые произошли за предыдущие 10 лет. В частности, согласно прогнозу за 10 лет в ИАЭТ СО РАН должно скончаться 8.91 докторов наук. В то же время за период с 2007 по 2017 фактически умерло 8 докторов наук. По прогнозу в институте должно быть защищено 10.05 докторских диссертаций, а по протоколам диссертационного совета, опубликованным на сайте ИАЭТ, за тот же период (2007 – 2017 гг.) 8 сотрудников успешно защитили докторские диссертации.

Конечно, предположение о закрытости системы научных кадров никоим образом не соответствует реально происходящим процессам. Действительно, если мы сравним данные по кадровому составу того же ИАЭТ СО РАН за 1993 год с данными за 2017 год, то мы увидим, что в численности сотрудников произошли настолько большие изменения, что игнорировать их невозможно. Но, поскольку также невозможно предвидеть процессы перемещения научных кадров между учреждениями, не располагая для этого надёжной статистикой, мы вынуждены оставить этот вопрос открытым. Тем более что рост или сокращения кадрового состава в большей степени зависят от отношения к науке со стороны государства, а в столичных городах, кроме всего прочего, осложнены проблемами прописки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1.Романов А.К., Андросова Л.А., Фелингер А.Ф. Научные кадры Сибирского отделения АН СССР. Методы и результаты статистического исследования. Новосибирск, 1979.

2. Деревянко А.П., Фелингер А.Ф., Холюшкин Ю.П. Социологический анализ кадров археологов Сибири // Методологические проблемы реконструкций в археологии и палеоэкологии. Новосибирск: Наука, 1989а. С. 33-43.

3. Деревянко А.П., Фелингер А.Ф., Холюшкин Ю.П. Методы информатики в археологии каменного века. Новосибирск: Наука. 1989б.

4. Деревянко А.П., Воронин В.Т., Холюшкин Ю.П. Статистический анализ кадрового состава археологов Новосибирского научного центра // Методология и методика археологических реконструкций. Новосибирск. 1994. С. 32-42.

5. Индикаторы науки: 2014: статистический сборник. Москва: Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», 2014. 400 с.

6. Демографический ежегодник России - 2015 г. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа http://www.gks.ru/bgd/regl/B15_16/Main.htm, раздел: Смертность -> Возрастные коэффициенты смертности (табл. 5.2).

Ю.П. Холюшкин

О КРИТИКАХ МЕТОДА СИСТЕМНОЙ КЛАССИФИКАЦИИ ПОНЯТИЙ

Государственная публичная научно-техническая библиотека СО РАН, г. Новосибирск

Кто берется давать наставления другим, должен считать себя искуснее тех, кого наставляет, и если он хоть в малейшем окажется несостоятельным, то подлежит порицанию.

Р.Декарт

За 30 лет со дня появления первой публикации по системной классификации археологических понятий не появилось ни одного последователя этого метода среди археологов и этнографов [1, с. 16-18]. Однако положительные и отрицательные отклики имеются.

Достаточно вспомнить мою совместную с Е.Д.Гражданниковым работу по системной классификации исторических наук, которая получила положительную оценку профессора МГУ Ю.Л.Щаповой. Так, при рассмотрении теории фрактальных множеств, она отметила, что «этот раздел математики археологам едва ли известен, если не считать почти забытого опыта новосибирских коллег – Е.Д. Гражданникова и Ю.П. Холюшкина. В системной классификации социологических и археологических понятий они первыми в археологии (первыми – бесспорно, насколько удачно – не об этом речь) пытались применить теорию фракталов, назвав ее странным именем – всеобщий фрагментный закон» [2, с. 125].

Чаще всего в ряде работ встречаются лишь отдельные отсылки к работе 1990 года.

Так в работе Д.И. и И.Ю. Кашириных отмечается, что многочисленные примеры описания различных прикладных онтологий, существующие в настоящее время, позволяют убедиться в том, что этот язык не только может использоваться для описания семантик, но и уже достаточно распространен как достаточно универсальный общепринятый международный стандарт [3].

В работе Е.И. Полтавской утверждается, что Е. Д. Гражданников и Ю.П.Холюшкин построили «системную классификацию исторических наук с помощью *системного анализа научных понятий* и создали периодическую систему социологических категорий на основе предположений о существовании всеобщего периодического закона» [4, с. 18].

Новосибирский социолог М.В.Мельников сетует на то, что «приватное и публичное включаются в пары противоположных понятий сравнительно

редко. Их нет в списках Е.Д.Гражданникова, Ю.П.Холюшкина и Э.Гидденса. А сами идеи публичного и частного остаются в области социологии поразительно не концептуализированными» [5, с. 123-128].

В рамках своего исследования, Ю.Г.Кокорина сочла необходимым рассмотреть структуру терминологии, отраженной в трудах основных отечественных археологов-теоретиков (В.А. Городцов, В.Ф. Генинг, Ю.Н. Захарук, Л.С. Клейн, Ю.П. Холюшкин, Е.Д. Гражданников и Ю.Л. Щапова). [6, с. 33].

Ю.Г. Кокорина, утверждает, что "Периодический закон" активно используется Ю.П.Холюшкиным «для построения классификационных фрагментов, отражающих структуру археологического знания, теоретической археологии, археологической методологии и т.п. Применение данной концепции к знанию о вещах, на её взгляд, является делом будущего, так как требует специального вхождения в предлагаемую ученым систему и используемую терминологию» [6, с. 38].

По словам Ю.Г.Кокориной, Ю.П.Холюшкин также «активно заимствует терминологию информатики (?), обозначая используемые им и его последователями методы: *методы регрессивных моделей, дисперсионного анализа, факторного анализа и многомерного шкалирования, группирования и кластерного анализа»* [6, с. 38]. В связи с изложенным, интересно упомянуть о существовании попытки интерпретации Всеобщей классификационной системы научных понятий (ВПС), Н.Н Александровым [7, с. 302-305].

В наших работах, пишет Н.Н.Александров, «мы трансформировали выводы этих авторов в матричную плоскую форму, а затем в несколько объемных и пробовали соотносить с полученной нами системой отображений» [7, с. 302-303, рис.1].

В принятой Н.Н.Александровым системе отображений монадическая свертка опорного понятия логически раздваивается (операция удвоения монады), затем переводится в три фазы (операция утроения раздвоенной монады). Переход на уровень подсистем (при помощи раздвоения) дает шестерку компонентов. Если считать и монаду, возникают модусы третьего уровня.

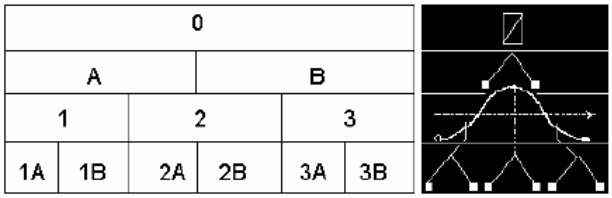


Рисунок 1 - Модель классификационного фрагмента.О – опорное понятие; А, В – диадное понятие; 1,2,3 – триада.

По достаточно вольному утверждению Н.Н.Александрова, статическое удвоение – это логическое развитие монады, утроение двойка – это пространство, а тройка – время. Та же шестерка, получаемая здесь по уровням, может быть изображена и матрично (2х3), где в основаниях (по вертикали и по горизонтали) будет так: статическая пара – три фазы цикла (иерархия и т.п.).

Ту же шестерку дает и модель из двух противоположных спиралей, каждая – с тремя фазами (модель по типу ДНК). Какой именно тип построения возникает в табличной форме, в общем виде не очень понятно. Что касается пятерки, то, вероятно, речь идет о пятиуровневой альтитуде. Тот же количественно обозначенный классификационный фрагмент, с шестью элементами на плоскости, можно продублировать на пяти уровнях (от минимума – к норме – и до максимума). Таков возможный вариант соотношения шестерки (2х3) и пяти иерархических уровней:

Ряд выводов, которые Н. Александров сделал из объема предваряющих работ, были следующими:

1. Использование для классификационного фрагмента четверки, пятерки и шестерки лежит в пределах обозначенной нами уровней логики. Эти числа – главные инварианты типологий.

2. Циклические модели, всю совокупность числовых инвариантов которых мы описываем и здесь, и в ряде других книг, шире по своим возможностям, чем приведение их к одному типу. Поэтому всеобщий классификационный фрагмент есть только частный случай такой возможности.

Вот почему мы пока склонны рассматривать системную классификацию конкретных научных понятий, сделанную названными авторами, как, хоть центральный, но лишь один из возможных вариантов. Вместе с тем их работа, несомненно, уникальна и очень актуальна по направленности [7, с. 302-305].

Приведем ещё один обзор украинского археолога Д.Л.Тесленко, в котором значительная часть текста посвящена Ю.П.Холюшкину. В ней в частности говорится, что «*Холюшкин с позиций науковедения обратился к проблеме предметного поля историографии археологии. В отличие от специальных работ по историографии археологии статья Ю.П. Холюшкина продолжала серию работ по построению системной классификации археологической науки»* [8, с. 8]. *Историография археологии вместе с так называемой "археологической критикологией" понимается исследователем в качестве составной части археологического науковедения»* [9, с. 9-12].

Первая часть, согласно автору, "исследует историю науки и представляет собой совокупность исследований, посвященных определенной теме или исторической эпохе". Заслуживает внимание и формулировка предметного поля вводимого Ю.П. Холюшкиным в тесной связи с историографией археологии понятия "археологическая критика" — «критическая проверка ранее использованных приемов интерпретации археологических фактов, установления степени их достоверности и ... нового осмысления уже накопленных археологических материалов» [9].

К сожалению, Д. Л. Тесленко, рассмотрев в своем обзоре работы А. А. Формозова, О.М.Мельниковой, А. И. Ганжи, Г. С. Лебедева, Ю. П. Холюшкина, В. Ф. Генинга и Н. И. Платоновой не сопоставил их предложения по разграничению субдисциплины археологической историографии. Он рассмотрел эти предложения как равновесные и пришёл к тривиальному выводу: вопрос о структуре предметного поля историографии археологии мы оставляем открытым [9].

Примеров неправильного понимания основ метода системной классификации можно продолжать долго, но мне хотелось бы остановиться на критиках. А таковых пока один – это Л.С. Клейн, который проявил скепсис относительно состоятельности закона…и схоластических, по его мнению, построений.

В своей полемике по поводу состоятельности "закона" Л.С. Клейн прибегает, чуть ли не к самому распространенному приёму всякой критики – подмене смысла тезисов и понятий [10]. Приведу лишь одну фразу, которую Л.С.Клейн вырвал из контекста: «Холюшкина и Гражданникова очень уязвило предложение одного из лидеров классификационного движения Ю.А. Воронина «безжалостно отсекать всех, кто сейчас бесполезно существует около и внутри интересующего нас движения» . Они почему-то отнесли это на свой счет и просто захлебываются от негодования» [10, с. 446]. Действительно тексты есть! Но читал ли их сам Л.С.Клейн? Так, Ю.А.Воронин, представляя коллектив "меньшинства меньшинства" классификаторов, придерживающийся "формальной концепции", имея в виду программу создания формальной теории классифицирования для геологии, медицины, спорта и др. И задолго до формирования колонн, Ю.А.Воронин, подчеркнул, исследователи, разно понимающие задачи (например, С. Мейен и В.Сидоров), не могут сотрудничать в классификационном движении. Далее, Ю.А. Воронин переключился на Д.И.Менделеева, «который за счёт гениальной догадки намеренно принёс столько же пользы химии, сколько невольно принёс вреда классификациям. Философствующие апологеты Д.И.Менделеева не сумели отделить фактическое гениальное содержание его

работы от его ошибочной *"реалистической"* посылки и примитивной формы представления результатов» [11, с. 5]. Итак, произошло первое отсечение видных учёных от участия в формировании пресловутых колонн. Противореча самому себе, Ю.А. Воронин заявил при этом, что при постановке и развитии исследовании по теории классификаций недопустимо какое-либо администрирование [11, с. 19]. Тем не менее, Ю.А.Воронин непрестанно возвращается к теме администрирования: «В науке нет проблем, кроме одной первоочередной проблемы переформирования толпы классификаторов, в СССР, в несколько соревнующихся между собой колонн. Эта проблема может быть разрешена только в том случае, если найдутся организаторы, способные явно зафиксировать несколько подходящих для членов АН СССР классификационных программ, способные правильно выявлять и «*безжалостно отсекать всех, кто сейчас бесполезно существует около и внутри интересующего нас движения*» [11, с. 22].

Шагать в ногу в колонне, где степень свободы принятии решений задаётся ритмом "лидера", чей авторитет в науке непререкаем ввиду его, абсолютно высокого, положения в науке или на служебной лестнице, достаточно легко, поскольку существование сгруппировавшейся колонны связывается лишь с необходимостью *"выскребать дно котла"* за высокопроизводительным лидером. У меня и тогда возникал вопрос, связанный с участием лидера в руководстве колонной классификаторов. Учитывая свою занятость, обычно лидеры препоручают это занятие тем, кому они доверяют, допустим, "знатоку Лувра", который со "своей колокольни" будет решать, а кого можно отсечь в первую очередь (рис.2).

Результат классификационной деятельности таких "знатоков Лувра" нагляден. Спустя почти 40 лет продолжается *"броуновское»* движение толпы классификаторов, которых так и не приучили к шагистике. Как же может объяснить этот феномен археологическая наука, в которой теоретики и практики превосходно обходятся друг без друга, и наука ли это в таком случае?

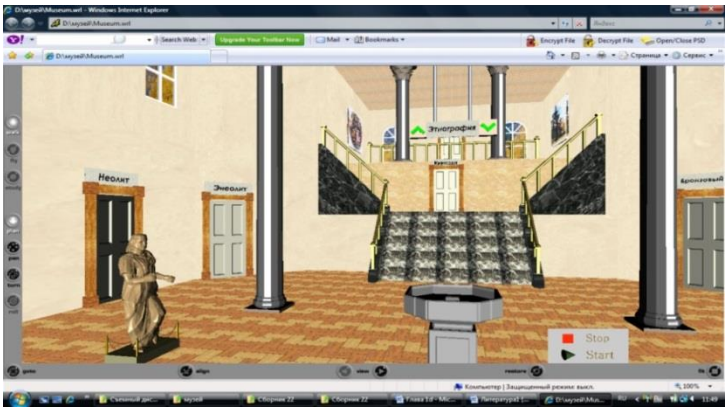


Рисунок 2 – Зал «баб с веслом», по определению «знатока Лувра»

В последние десятилетия для осуществления этой "благородной" цели такими "классификаторами" были изобретены различные ранговые оценки НИИ, исследователей, журналов, а последние подразделили на высоко рейтинговые и "мусорные".

Л.С.Клейн поднял вопрос о моих учителях, предложив вслед за Ю.А.Ворониным, использовать представление о "грешности учителей". Конечно, учитель представляет опыт предыдущих поколений археологов, создающий всегда размытые словесные образы без учёта возможностей их распознавания [11].

Критикуя подобным образом, Л.С.Клейн забывает одну из своих заповедей, касающейся «проявления непростительного незнания литературы: берешься выступать с новацией, так уж будь так добр, изучи свой специальный предмет досконально. Я посоветовал бы, Л.С.Клейну, изучить теорию фракталов и тогда ему все было бы гораздо понятнее.

Именно поэтому, Л.С.Клейну осталась непонятной наша попытка создания метода системной классификации археологии [10]. Многое, по-видимому, объясняется поверхностным прочтением моих работ. Приведу некоторые замечания Л.С.Клейна: почему нет деления на 6 (здесь Л.С.Клейн не замечает диадно-триадной группы), 7 и т.д.? Они в традициях есть. «…Нельзя и предписывать любому материалу количество ячеек». Поэтому «…совершенно очевидно, что «периодическая система Гражданникова есть искусственная, надуманная произвольно созданная схема, за которой не стоит ничего. Налагать ее на любые материалы значило бы втискивать эти материалы в прокрустово ложе. Применение ее не может повести ни к чему, кроме насильственного "вымучивания" подразделений, нужных для заполнения схемы, если их в реальности не хватает, и к отсечению "лишних", если их больше, чем нужно» [10, с. 447].

И, здесь, снова прошли мимо внимания Л.С. Клейна отмеченная вероятность появления случаев с наличием закономерной непентадной классификации на месте пятиэлементной группы, которые в нестандартном случае занимают пространство, задаваемое стандартной моделью [1, с. 14]. А также то, что иногда фрагмент может оказываться неполным, тогда нужно будет обращаться к прогнозированию или искусственному конструированию терминов, заменяющих отсутствующие понятия.

В критикуемой Л.С.Клейном книге «Пятиэлементной классификационной группой являются пять разделов археологии, различающиеся масштабами объекта исследования, начиная с локальной и кончая мировой археологией». Такое построение, также подверглось критике со стороны Л.С. Клейна: «Сколь широко взят охват "локальной"?

Окрестности города, административный район или область? Почему не страна? «Региональная» это непременно меньше страны? А если страна малюсенькая – как Люксембург или Монако?» [10, с. 449]. Я не буду объяснять Л. С.Клейну термин "локальный (значит местный)". А что касается термина "региональный" (regionalis – областной), то это понятие означает: относящийся к какой-либо отдельной области, какой-либо стране или к нескольким отдельным странам. Таким образом, данное понятие представляет собой нечеткое множество. Полезно при этом вспомнить упомянутый выше принцип вложенности понятий (матрешек) и закон перманентности. И если следовать этим принципам, то памятник, обнаруженный в Монако, будет входить в соответствующий регион, страну, континент и т.д.

Подвергая критике, приведенные в книге пентадные построения, Клейн задаёт вопрос: а почему тогда не разделить (оснований гораздо больше) "первобытную" историю на "первобытную" и "первобытнейшую"?… Можно еще выделить и "самоновейшую" – современную, текущую историю [10, с. 449].

Здесь Л.С. Клейн не замечает того, что «Каждое понятие может давать начало фрагменту более низкого яруса, для которого оно служит фоновым понятием, т.е. новый фрагмент охватывает площадку данного понятия, располагаясь под ней. Поэтому, геометрической моделью всеобщей периодической системы может служить трехмерное классификационное пространство, осями которого служат позиционная, ранговая и ярусная координаты» [1, с. 23].

Таким образом, критик пятичленной схемы не учитывает фрактального принципа вложенности ("матрешек") и "Закона перманентности", которые лежат в основе данной схемы. Дальнейшее деление периодизации позволяет выделить восходящую и нисходящую стадии на каждом этапе развития.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гражданников Е.Д., Холюшкин Ю.П. Системная классификация социологических и археологических понятий. Новосибирск. 1990.

2. Щапова Ю.Л. Археологическая эпоха: хронология, периодизация, теория, модель. М.: Комкнига, 2005.

3. Каширин Д.И., Каширин И.Ю. Модели представления знаний в системах искусственного интеллекта // Вестник РГРТУ. № 1 (Вып. 31). Рязань. 2010.

4. Полтавская Е.И. Точки опоры для классификации архивоведения, библиографоведения, библиотековедения, книговедения и музееведения // Вестник культуры и искусства 2017. № 2.

5. Мельников М.В. Дихотомия приватного и публичного в проблематике социологического знания // Грамота. Тамбов. 2015. №12. Ч.4.

6. Кокорина Ю.Г. Археологическое знание в лингвистических описаниях. Дисс.докт. филологических наук. М., 2014.

7. Александров Н.Н. Генезис ментального хронотопа. Книга 1. Генезис представлений времени. Москва, 2011.

8. Холюшкин Ю.П. Место археологической историографии в системной классификации археологической науки // Информационные технологии в гуманитарных исследованиях. Новосибирск, 2003. Вып. 6.

9. Тесленко Д.Л. Историография археологии: проблема структуры предметного поля // Вокруг истории археологии. История археологии: границы и принципы субдисциплины. Материалы круглого стола 26 сентября 2012 года. Киев: ИА НАНУ, 2013.

10. Клейн Л.С. Работы по классификации и типологии в отечественной археологии на рубеже тысячелетий. Запоздалая рецензия // Stratum-plus 2003-2004. СПБ; Кишинев; Одесса, 2005б. N2.

11. Воронин Ю.А. Основные результаты по простой теории классифицирования в геологии. Препринт 315. Новосибирск, 1981.

К 80-ЛЕТИЮ ВЛАДИМИРА КОНСТАНТИНОВИЧА АФАНАСЬЕВА

7 ноября 2018 года исполняется 80 лет профессору Сибирского государственного индустриального университета (СибГИУ), заслуженному изобретателю Российской Федерации, почетному металлургу, почетному работнику высшего профессионального образования Российской Федерации, доктору технических наук, профессору Афанасьеву Владимиру Константиновичу.

В.К. Афанасьев родился 7 ноября 1938 года в станице Иловайской Донецкой области. В 1962 году окончил Сибирский металлургический институт имени Серго Орджоникидзе по специальности «Металловедение, оборудование и технология термической обработки металлов».

Молодым специалистом по распределению уехал в Красноярск. С 1962 по 1965 год работал инженером-технологом на Красноярском заводе самоходных комбайнов, с 1965 по 1968 год – инженером-исследователем на заводе Красмаш, в это же время начал заниматься научными исследованиями. В 1969 году защитил кандидатскую диссертацию «Металлографическое изучение причин самопроизвольного растрескивания отливок из высокопрочных алюминиевых сплавов» по специальности 05.16.01 – «Металловедение и термическая обработка металлов» и с 1969 по 1977 год работал в должности доцента кафедры металловедения Красноярского института цветных металлов. В 1977 году был избран на должность заведующего кафедрой физики металлов Сибирского металлургического института и переехал в г. Новокузнецк.

В 1989 году В.К. Афанасьев защитил в Белорусском политехническом институте (г. Минск) докторскую диссертацию на тему «Повышение технологических и служебных свойств алюминиевых сплавов с регламентированным содержанием водорода совершенствованием их составов и технологии производства» по специальности 05.02.01 – «Материаловедение в машиностроении». В 2003 году за активную изобретательскую деятельность ему было присвоено почетное звание «Заслуженный изобретатель РФ».

В должности заведующего кафедрой физики металлов В.К. Афанасьев проработал более 35 лет. В настоящее время, после реорганизации кафедр

университета, работает в должности профессора-консультанта кафедры материаловедения, литейного и сварочного производства СибГИУ.

Основное направление исследований В.К. Афанасьева – изучение общих закономерностей влияния элементов внедрения (водорода, кислорода, азота, углерода) на свойства металлов и сплавов. Основное направление исследований определяет широкий круг его научных интересов: поведение металлов и сплавов в жидком и твердом состояниях с позиции ведущей роли водорода; природа процессов расширения и сжатия;

Профессор В.К. Афанасьев имеет более 700 научных трудов, в том числе более 150 авторских свидетельств и патентов на изобретения и 10 монографий. Под его руководством защищено 18 кандидатских и четыре докторских диссертации. Он ведет также научно-организационную деятельность: является членом двух специализированных диссертационных Советов по специальностям 05.16.01 – «Металловедение и термическая обработка материалов» и 01.04.07 – «Физика конденсированного состояния», а также членом редколлегии журнала «Металлургия машиностроения».

Разработки профессора В.К. Афанасьева были отмечены дипломами и наградами на Международных выставках: «Manufacturing Indonesia – 2012», «ARCA –2010» (Хорватия), Петербургская техническая ярмарка – 2013.

За свои многочисленный научные разработки Владимир Константинович награжден различными наградами разного уровня: двумя Золотыми медалями международных выставок IENA – 2012 (г. Нюрнберг, Германия) в номинации «Изобретение/Новинка/Новый продукт», а также «Нанотех 2016» (г. Токио, Япония); на всемирной выставке INPEX-15 (г. Питтсбург, США) получил Гран-при, золотую и серебряную медали «За выдающее изобретение» от Научного общества Кувейта в 2016 г.

В.К. Афанасьев – действительный член Российской академии естественных наук. Его заслуги отмечены медалью «За служение Кузбассу», орденом «За заслуги в материаловедении», многочисленными наградами и грамотами администрации Кемеровской области.

Редакционная коллегия сборника научных трудов, коллеги и друзья сердечно поздравляют Владимира Константиновича с юбилеем и искренне желают ему многих лет активной и интересной жизни, крепкого здоровья и новых научных свершений.

К 80-ЛЕТИЮ ФРЯНОВА ВИКТОРА НИКОЛАЕВИЧА

Фрянов Виктор Николаевич родился 4 декабря 1938 года в г. Киселевске в семье шахтёра. В 1958 году закончил с отличием Прокопьевский горный техникум, в 1963 году Кемеровский горный институт по специальности «Маркшейдерское дело». С 1963 работал в институте ВНИИГидроуголь старшим научным сотрудником, с 1970 г. руководителем сектора лаборатории систем разработки и горного давления. В 1971 году получил аттестат старшего научного сотрудника по специальности «Маркшейдерское дело».

С 1969 по 1972 годы Виктор Николаевич заочно обучался в аспирантуре в КГИ, по окончанию которой в 1972 году защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук. В 1989 году в Институте угля и углехимии СО РАН защитил диссертацию на соискание ученой степени доктора технических наук.

В 1972 году Виктор Николаевич принят доцентом кафедры разработки месторождений полезных ископаемых Сибирского металлургического института. С 1984г. является заведующим кафедрой подземной разработки пластовых месторождений (в настоящее время – кафедра геотехнологии Института горного дела и геосистем СибГИУ).

В 1991 году Виктор Николаевич получил аттестат профессора по кафедре подземной разработки пластовых месторождений гидравлическим способом.

За период работы в высшей школе В.Н. Фрянов проявил качества талантливого педагога и организатора высшего образования. За многолетнюю педагогическую деятельность по подготовке квалифицированных специалистов и заслуги в области высшего образования Виктору Николаевичу присвоены: почетное звание «Заслуженный работник высшей школы Российской Федерации», звания «Почетный профессор Кузбасса» «Почетный профессор СибГИУ». Он пользуется заслуженным уважением студентов и коллег.

Доктор технических наук Фрянов В.Н. является известным российским ученым в области технологии подземной угледобычи. Исследования, выполненные за последние 50 лет профессором В.Н. Фряновым и его учениками, получили широкую известность и признание в научных и производственных кругах и привели к созданию нового научного

направления. В результате многолетней активной исследовательской деятельности В.Н. Фрянов организовал научную школу «Создание интенсивных нетрадиционных информационно-материальных технологий добычи и переработки минерального сырья», в которой его ученики развивают научные направления по решению проблем развития и повышения безопасности подземной угледобычи в сложных горно-геологических условиях. Творческий коллектив, возглавляемый профессором Фряновым В.Н., объединяет 4 докторов, 14 кандидатов технических наук, 8 аспирантов и соискателей.

Фрянов В.Н. позиционируется в СибГИУ как организатор творческой работы производственных, научных и образовательных коллективов, специалист в области математического и компьютерного моделирования производственных и геомеханических процессов, научный консультант по вопросам обоснования заключений по сложным проблемам реального горного производства.

Полученные результаты исследований нашли применение как в академических и отраслевых научно-исследовательских институтах посредством использования закономерностей деформирования горных пород при подземной угледобыче, так и на угольных шахтах Кузбасса в процессе их проектирования и эксплуатации. Результаты исследования и практические рекомендации внедрены со значительным экономическим эффектом на угледобывающих предприятиях Кузбасса.

Важной стороной научно-организационной деятельности В.Н.Фрянова является его активная работа в диссертационных советах по присуждению ученых степеней доктора и кандидата наук. В 2002 г. профессор Фрянов В.Н. создал и возглавил диссертационный совет Д 212.252.03 при СибГИУ. В тоже время он был членом диссертационных советов в Институте угля и углехимии СО РАН, КузГТУ, ВостНИИ. Им подготовлены 38 кандидатов наук и 6 докторов наук, которые успешно работают преподавателями высших учебных заведений, ведущими специалистами в организациях и предприятиях, руководителями городского, областного и федерального уровней, за рубежом.

В.Н. Фрянов является академиком Российской академии естественных наук, Академии Инженерных наук РФ. Более 20 лет он является экспертом по промышленной безопасности опасных производственных объектов, в том числе угледобывающих предприятий.

Профессор Фрянов В.Н. – активный участник международных выставок-ярмарок, конференций, форумов. Более 20 лет он активно участвует в подготовке и проведении Международной научно-практической

конференции «Наукоемкие технологии разработки и использования минеральных ресурсов» в рамках Международной выставки-ярмарки «Уголь России и Майнинг». Также Виктор Николаевич является ответственным редактором сборника научных статей по материалам конференции. За активное участие в специализированных выставках технологий горного производства он награждён знаком «За вклад в выставочную деятельность».

В.Н. Фрянов является одним из ведущих специалистов по разработке научных основ, адаптации и внедрению результатов численного моделирования геомеханических процессов в теорию и практику горного производства. Итоги формирования и развития В.Н. Фряновым научных направлений и результаты исследований нашли отражение в многочисленных публикациях. Им опубликовано более 20 монографий, 400 статей, 50 патентов и авторских свидетельств.

Многогранная трудовая деятельность отмечена правительственными, ведомственными и региональными наградами – знаками «Почетный работник угольной промышленности», «Трудовая слава» III степени, «Горняцкая слава» I, II, III степеней, областными медалями «За особый вклад в развитие Кузбасса» III степени, «Лауреат премии Кузбасса», «60 лет Дню шахтера» и другими.

В 2013 г. решением президиума НП «Горнопромышленники России» за большой личный вклад в развитие отечественного горного дела Виктор Николаевич Фрянов награждён Серебряным знаком «Горняк России».

За большой вклад в развитие науки и образования, подготовку квалифицированных специалистов Указом Президента Российской Федерации от 24.10.2017 г. № 512 Фрянов Виктор Николаевич награжден медалью ордена «За заслуги перед Отечеством» II степени.

В настоящее время Виктор Николаевич является членом диссертационного совета СибГИУ, научно-технического совета СибГИУ, Учёного совета СибГИУ, членом экспертного совета при Администрации г. Новокузнецка, экспертом высшей квалификации по промышленной безопасности.

Одним из перспективных направлений исследований профессора Фрянова В.Н. и возглавляемого им научного коллектива, которое он развивает, встречая свой 80-летний юбилей, является разработка научных основ создания роботизированной технологии подземной угледобычи без постоянного присутствия людей в горных выработках.

Редакционная коллегия сборника научных трудов, коллеги и друзья сердечно поздравляют Владимира Константиновича с юбилеем и искренне желают ему многих лет активной и интересной жизни, крепкого здоровья и новых научных свершений.

К 70-ЛЕТИЮ ДОМАРЕНКО ВИКТОРА АЛЕСЕЕВИЧА

Геолог не профессия - это состояние души

16 мая 2017года исполняется 70 лет Виктору Алексеевичу Домаренко – геологу –уранщику с 50 летним стажем.

Самое интересное, что геологом Виктор Алексеевич становиться даже и не думал. Документы подал на физико-технический, хотел проникнуть в тайны ядра. И по всему быть бы ему известным физиком-ядерщиком. Но случай вмешался, точнее - целая цепь случайностей, и стал он известным в узких кругах широкой геологической общественности геологом - уранщиком. Не пойди он тогда с другом на ГРФ, не окажись в приёмной комиссии В.Н. Нефёдовой, и страна потеряла бы потенциального «редкача»… Но вышло по-другому и гораздо круче – стал изучать тайны нашей Земли -матушки.

Валентина Николаевна, порасспросив молодых людей, осторожно намекнула, мол, есть такая редкая специальность - «геологи ищут уран». А у нашего героя отец в конце 40-х, как с Великой Отечественной вернулся, так в спецуправлении «Енисейстрой» (ведомство Лаврентия Берии) на приисках Енисейского кряжа монацит добывал, который потом в мешках самолётами отправляли. Но об этом в те времена даже не заикались…

Между тем разговор-то в приёмной продолжается. И тут Валентина Николаевна Нефёдова, как бы между прочим, говорит: «Стипендия - на 10(!) рублей больше…» А во времена советские для любого парня (тем более из глубинки) 35 или 45 рублей – большая разница. В том же 1965-м на «червонец» много чего купить можно было.

Одним словом, забрал документы, перешёл на ГРФ. На первые две стипендии оделся с ног до головы. Ещё и на жизнь осталось. А что касается юношески-туманного представления о цепной реакции (в пределах школьного курса физики), атомной энергетике, то по своей воле однажды и навсегда нашёл совершенно земную и твёрдую опору.

Вообще, глядя из дня сегодняшнего, можно отчётливо видеть всё расширяющийся круг, которым идёт этот человек. Кое-где этот след уже прикрыт, как принято говорить в геологии, более поздними отложениями.

И то сказать, семь десятилетий без малого за плечами! Но в основном и главном траектория, гигантским кольцом раскинувшаяся от Томска к Украинскому щиту и Кокчетавской глыбе, Мариинской тайге, Саянским

горам и отрогам Енисейского кряжа (пришлось побывать на Колыме, где впервые попробовал ананасы) - и опять - к Томску, видна, как на ладони.

Пять лет пролетели как один день: учёба, полевые практики, наука, спорт, отдых и дело. Был и наставник: научный руководитель по диплому и кандидатской диссертации – профессор В.К. Черепнин. Владимир Константинович традицию по-настоящему дружеских отношений на кафедре перенял от Феликса Николаевича Шахова (член-корреспондент АН СССР). Да, собственно, давно известно, что

Во всяком случае, без врождённого товарищества, взаимной поддержки и взаимовыручки даже соваться не стоит. Отсюда неписанная заповедь: в тайге геолог геологу - брат; а встретишь геолога-политехника – дважды брат; а коли из «редкачей» – отец, сын и брат. Вот этому главному на родной кафедре и научили. И до сих пор этого придерживатся.

Что говорить, если вышедшие из-под крыла Владимира Константиновича Черепнина ученики без преувеличения сделали основной урановый потенциал страны. На огромном пространстве от Средней Азии до Восточной Сибири и Дальнего Востока все главные геологи, руководители управлений – выходцы с кафедры месторождений полезных ископаемых и разведки руд редких и радиоактивных элементов (Е.А. Воробьёв главный геолог «Урангео» (бывш. Первый Главк) – гр.265, ГРФ; В.Т. Рябухин, главный геолог НПО «Полиметалл» - гр. 265 ГРФ, крупнейший производитель серебра и золота в России и в Мире;, Ю.М. Страгис – главный геолог НПО «Полюс», - золото России, гр. 262, ГРФ; А.А. Данилов, гл. геолог «Берёзовгеология, гр. 265, ГРФ и многие другие).

Но вернёмся к нашему рассказу.

В 1970-м герой наш, также выпускник гр. 265 ГРФ, по распределению попал в Берёзовскую экспедицию Первого Главного Геологоразведочного управления. А было принято так: пришёл молодой, его как кутёнка – в самое пекло. А посему сплошь и рядом встречались 25-летние начальники крупных экспедиций (человек 300-500 в подчинении).

За два года набрался опыта, подкрепил теорию практикой, вернулся на кафедру, поступил в аспирантуру. Защитился в 79-ом. И с 27 декабря 1981-го стал главным геологом партии № 53 ПГО «Берёзовгеология». Места, которые довелось исходить, всё родные (сам родом - из Красноярского края): Восточный Саян, Енисейский кряж, Рыбинская впадина.

В горной тайге искали месторождения урана, с применением геофизических, геохимических, гидрогеохимических методов прогноза, поисков и разведки. Совместно с наукой – томской, московской, ленинградской и свердловской . В итоге под началом главного геолога были

открыты 5 месторождения урана в пределах Восточного Саяна и Енисейского кряжа, два месторождения молибдена, два – меди.

Подтверждена алмазоносность древних толщ Восточного Саяна, открыто и оценено месторождение плавикового шпата, мраморов. Открыто и разведано Солонечное месторождение минеральных радоновых вод. Разведано около десятка россыпных месторождений золота. Одним словом, делалось много чего. И не без успеха.

Возможно, так и продолжалось бы, но грянула «перестройка», обрушив стройную систему Первого Главка, а с ней и пала «Берёзовгеология». Единственный подарок судьбы: под занавес родное объединение успело построить жилую высотку в самом центре Новосибирска и выдало ордера на квартиры. В том числе, получили и работники 53-ей геологической.

Вместе с тем на рубеже 89-90 г.г. стало ясно, что ждать помощи неоткуда и не от кого. Посёлок геологов (Сушиновка) с семьями насчитывал 400 человек. Всех надо обогреть, накормить, обеспечить теплом, водой, работой. И – Главное! - заработную плату выплатить.

Думали-гадали, создали горно-геологическое предприятие №53 с символичным названием… «Феникс». Учредителями стали районная администрация и коллеги из нефтянки. Компании «Пурнефтегаз» из Пурпе и «Спецгазавтотранс» из Ижевска на первый случай предоставили ГСМ и технику на безвозмездной основе. Горько шутили в то время: свои выкинули, чужие помогли.

Взяли в аренду всё оборудование, которое удалось сохранить. На общем собрании коллектив на Генерального директора «Феникса» единодушно выдвинул одну-единственную кандидатуру. И оказался им тот самый главный геолог партии №53 – ученик профессора Черепнина, кандидат геолого-минералогических наук, выпускник Томского политехнического института.

Исконному геологическому профилю не изменили. Занялись тем, что умели делать и делали очень хорошо. При этом заметно расширили номенклатуру поиска полезных ископаемых. Одним из первых дел, директор компьютеризировал геологический отдел, бухгалтерию предприятия «Феникс». Приобрёли соответствующее программное обеспечение, добытое самыми разными путями. Своими силами изготовили буровые, аналогам которых до сих пор нет в Красноярском крае. Вполне могут конкурировать с хвалёными «Лонгирами».

Вскоре открыли свою хлебопекарню. Если живые деньги в организации не всегда водились, то хлеб под запись выдавали ежедневно. Выручало и то,

что при каждом доме - подсобное хозяйство и огород. Если руки приложить, уже жить можно.

Но, конечно, приходилось нелегко. В полевой сезон 94 года, несмотря на все усилия, так и не удалось обеспечить фронт работ. Горняки, не привыкшие с наступлением вахты сидеть без дела, от отсутствия работы и неясности перспектив – запили. При том, что в 53-ей «сухой закон» вплоть до наступившего смутного времени, действительно, был Законом.

Пили всё подряд – от стеклоочистителя до «дэты», до той поры, что алкогольный мор пошёл. В тот злополучный год поселковых похоронили как бы не дюжину. А поскольку на 100 с лишним дворов – одна живая контора, которая может гроб изготовить, то ей и доставалось. Стройцех знай только на эти похорон-заказы и работал. Вот когда по-настоящему стало страшно.

В округе творилось то же самое или ещё хуже. Наших геологов разве что дисциплина и отличала. На ней, может быть, всё и держалось. Постепенно стали выбираться из прорухи. Брались за любые дела. Приобрели лицензию на проведение землеустроительных работ: с любым совхозом можно было работать по бартеру. Заявки пошли потоком, как и прибавка к доходам в общую копилку.

Бартерные схемы, как и положено, многоэтажные, смешные - до безобразия. Вот только в 90-ых почему-то мало смеялись…

К примеру, предприятие на геологоразведке заработало какие-то деньги. Заказчик рассчитывается «бородинским углём». Этот уголь поставляется на ГРЭС-2 в Зеленогорск. Правда, ГРЭС-2 его не видит, а проводит взаимозачёт с Электрохимзаводом там же в Зеленогорске. Электрохимзавод рассчитывается с ООО «Феникс» телевизорами. «Феникс» везёт телевизоры в в Красноярск Томск и продаёт.

Так «зарабатывалась» заработная плата.

Был и такой благословенный период, когда своими силами геологоразведчикам удалось организовать добычу россыпного золота. Целых три года жили, так сказать, на доходы от золотодобычи, пока однажды не рухнули цены на золото.

Больших зарплат не было, но уровень держали тот, который и был раньше. И получали регулярно. К слову, разрыв в зарплате директора и технички составлял 4:1 (так, как это принято в цивилизованной Европе). На работу желающих приходило много, вот только выдерживали этот бешенный темп (12 часов через 12, без выходных) очень не многие.

Был и такой неприятный момент в тогдашней жизни. Руководители Геолкома Красноярского края считали, что геологи-уранщики получают незаслуженно высокие зарплаты. Счёты эти велись до тех пор, пока однажды

не показали геологам общего профиля, как они работают. Тогда за полгода одна буровая наших коллег из Хакасии выполнила план 12 буровых Минусинской ГРЭ. И запасы угля в Туве были подсчитаны – качественно и в срок.

Конечно же в одиночку не поднять такого большого дела. Если бы не соратники, в том числе и выпускники ГРФ, КИЦМа, Свердловского горного, которые безоглядно верили своему руководителю. Хотя зачастую приходилось принимать, как сейчас модно выражаться, непопулярные решения, или говорить: делай - как я или мы посовещались и я решил.

Жить столь насыщенной жизнью, конечно, интересно. Но усталость, действительно, накапливается. И когда в один прекрасный день заведующий той самой кафедры, с которой 21 год назад выпускался наш герой, сказал, что есть вакансия, решение уже было.

И остаётся только добавить, что герой нашего повествования - это Виктор Алексеевич Домаренко. Так с 2003 года по настоящее время он и работает в должности доцента кафедры геоэкологии и геохимии ИГНД ТПУ. В перерыве 2006-2010гг занимал должность зам. дираектора ИГНД по НР.

В 2007г. он в качестве ответственного исполнителя завершил работы по составлению Государственной геологической карты масштаба 1:200 000 второго поколения листов О-45-XXIX, XXXII, начатые АО «Томскгеология». Листы под его редакцией изданы в 2008г. в настоящее время совместно с ВСЕГЕИ готовятся два листа Государственной геологической карты масштаба 1:1 000 000.

В 2009-2010гг. он являлся научным руководителем работ по созданию ГИС – атласа магистральных трубопроводов для АО «Восточная межрегиональная газовая компания».

В 2008г. по инициативе В.А. Домаренко и при всесторонней поддержке территориального агентства по недропользованию по Томской области и Администрации Томской области был проведён Международный научно-практический Форум, «Минерально-сырьевая база Сибири: история становления и перспективы», посвящённый столетию выпуска первых горных инженеров в Сибири и 90-летию Сибгеолкома. В ознаменование этой даты заложена Аллея геологов (единственная в России), открыта мемориальная доска первому горному инженеру Д.А. Стрельникову, проведена научно-практическая конференция с изданием трудов под редакцией В.А. Домаренко. К этой дате были подготовлены монографии «Маршрут длиною в сто лет», «Первооткрыватели», где В.А. Домаренко выступал в роли одного из авторов и ответственным редактором. К этой дате приурочено переиздание рукописей учебных пособий первого сибирского

академика М.А. Усова и первого директора Сибгеолкома П.П. Гудкова под редакцией В.А. Домаренко. С его участием выпущен эксклюзивный атлас «Первооткрыватели – рудознатцы». Он является редактором и автором альманахов «И лучшей судьбы не хотим» и «А песня ещё не допета» Им создан фильм «Маршрут длиною в сто лет» о тяжёлой, но романтичной работе геологов – томичей.

На протяжении 2005-2010г. он является ответственным редактором трудов Международного Усовского симпозиума молодых аспирантов и студентов «Проблемы геологии и освоения недр». В 2016г. при его участии был проведен Международный симпозиум по урановой геологии

За это время подготовил курсы «Геология полезных ископаемых», «Рациональная методика поисков и геолого-экономической оценки МПИ – Стратегические металлы» - выпуска, «Глобальные закономерности размещения природно-сырьевых ресурсов», «Эколого-экономическая оценка минеральных ресурсов».

Родина не забывала героя. Он победитель соц. соревнования - 1982г., Отличник разведки недр – 1993г. Почётная грамота МПР РФ - 1998г., Памятный знак «300 лет горно-геологической службы России» - 2001г.; медаль «Горно-геологическая служб России» -2006г. Почётная грамота мэрии г. Томска – 2006г.; Почётная грамота администрации Томской области – 2007г., Почётный разведчик недр – 2008г. и др., орден «За пользу отечеству») (2012), (2014), Заслуженный геолог РФ (2014), медаль за заслуги перед ТПУ II степени (2012), Медаль 120лет ТПУ (2017, Памятная медаль им. В.И. Вернадского (2017). Внесен в пятитомник «Российская геологическая энциклопедия», том 5 «Выдающиеся разведчики недр» (2014) и энциклопедический справочник «Выдающиеся разведчики недр Красноярского края» (2010), в справочник «Томская школа первооткрывателей» (2014). По результатам конкурса «Инженер года» ему присвоено звание «Профессиональный инженер России; (2013г.).
В 2015г занесен в галерею почет ТПУ.

На семейном фронте у Виктора Алексеевича тоже все в порядке:
Сын- выпускник ГРФ кафедры бурения – президент крупной компании – дочки Газзпрома. Дочь выпускница кафедры ГЭГХ, занимает руководящую должность в департаменте Лесного хозяйства Томской области. Растут внуки и правнучка.Так что всё – по плану, есть кому подхватить геологическую эстафету.

Редакционная коллегия сборника научных трудов, ученики и друзья сердечно поздравляют Виктора Евгеньевича с юбилеем и желают ему доброго здоровья, счастья и новых научных свершений.

УДК 550.823

Геотермическийм критерий нефтегазоносности п-ва Ямал / В.И. Исаев, М.Ф. Галиева, Д.С. Крутенко // Вестник РАЕН (ЗСО) 2018. - № 21. – С. 4.

На основе 20-ти определений значений плотности теплового потока впервые построена карта глубинного теплового потока Ямала. Установлено, что 70-80% известных месторождений углеводородов Ямала приурочены к аномальным особенностям теплового потока. Это позволяет геотермический критерий рассматривать в качестве поискового для арктических районов Западной Сибири. Рис. 3. Табл. 1. Библ. 8.

Map of deep heat flow, based on 20 heat flow density determinations, plotted within Yamal Peninsula for the first time. Thereby, 70-80% of known hydrocarbon deposits of Yamal associated with heat flow anomalous features. It allows to consider geothermal criterion as a prospecting criterion for Arctic regions of Western Siberia. Fig.3. Table 1. Ref. 8.

УДК 550.823

Тепловой поток и нефтегазоносность юго-востока Западной Сибири / В.И. Исаев, М.С. Кириллина, А.С. Меренкова // Вестник РАЕН (ЗСО) 2018. - № 21. – С. 9.

Для осадочных разрезов скважин, расположенных на разных тектонических структурах территории Томской области, методом палеотемпературного моделирование получены значения плотности теплового потока: в пределах Парабельского мегавыступа – 46-47 мВт/м^2, на Каймысовском своде – 52 мВт/м^2. Район Каймысовского свода, обеспеченный большей плотностью глубинного теплового потока, представлен материнской баженовской свитой, имеющей более «богатую» по геотемпературам и продолжительности историю пребывания в ГЗН. Подтверждена актуальность построения карты теплового потока территории Томской области, которая может стать одной из фундаментальных основ для дальнейшего прогнозирования и поисков углеводородов. Рис. 2. Табл. 1. Библ. 7.

The heat flow values were obtained by the method of paleotemperature modeling aor geological cross-sections of wells, located on different tectonic structures of the territory of the Tomsk region: 46-47 mW/m^2 within the Parabel megapoint, and 52 mW/m^2 at the Kaimysovsky arch. The area of the Kaimysovsky arch, provided with a greater density of deep heat flow, is represented by the

Bazhenov formation which has a more "rich" history of stay in the main oil generation zone for geotemperatures and duration. The urgency of constructing a heat flow map of the territory of the Tomsk region had proved. It can be one of the fundamental foundations for further forecasting and hydrocarbon exploration. Fig. 2. Table. 1. Ref. 7.

УДК 553.98.041:551.73(571.16)

Перспективы нефтегазоносности палеозоя Нюрольской мегавпадины / В.И. Исаев, Г.А. Лобова, Т.Е. Лунёва // Вестник РАЕН (ЗСО) 2018. - № 21. – С. 15.

Исследование Нюрольской мегавпадины и структур ее обрамления проведены в рамках концепции преимущественно вертикальной миграции углеводородов, территориально – в границах распространения нефтематеринской тогурской свиты. Выполнен системный анализ результатов картирования очагов генерации тогурских нефтей по геотемпературному критерию и прогнозного картирования резервуара коренного палеозоя по данным глубокого бурения. Выделены и ранжированы перспективные участки поисков. Первоочередными участками для изучения и освоения являются земли южного борта Кулан-Игайской мезовпадины и зоны ее сочленения с Тамрадской мезовпадиной, а также земли юго-восточного борта Нюрольской мегавпадины и примыкающие земли Чузикско-Чижапской мезоседловины (всего порядка 2000 км^2)**.** Рис.2. Библ.5

The research of the Nurol’ka megadepression and its framing structures have been carried out based on the concept of vertical migration and area is located in boundaries of the oil source formation. A system analysis of the results of mapping the sources of Togurian oil generation by a geotemperature criterion and a predictive mapping of the Paleozoic reservoir according to deep drilling data are performed. The perspective research areas have been selected and ranked. The priority area for research and development are the south beads of Kulan-Igay basin and adjacent zone of Tamrad basin as well as the lands of the south-eastern beads of Nurol’ka megadepression and the adjacent lands of Chuzik-Chizhap mesosaddle (totaling about 2000 km2). Fig. 2. Ref. 5

УДК 553.982(571.13)

Нефтегазоносность бесперспективных земель / Ростовцев В.В., Липихина Е.Ю., Ростовцев В.Н., Лукьянов В.Г. // Вестник РАЕН (ЗСО). – 2018. – № 21. – С. 22.

Приведены данные о вскрытии продуктивных горизонтов на юге Томской области на землях, которые на основании геохимических критериев считаются бесперспективными. Сделан вывод, что нефть там, где её ищут с помощью инновационных технологий. Рис. 5.

Data on opening of productive horizons in the South of Tomsk region on lands which on the basis of geochemical criteria are considered unpromising are given. It is concluded that oil is where it is sought with the help of innovative technologies. Fig. 5.

УДК 553.982(571.13)

Направления поиска палеозойской нефти в Томской области / В.В. Ростовцев, Е.Ю. Липихина, В.Н. Ростовцев // Вестник РАЕН (ЗСО) 2018.- № 21. – С. 27.

Поиск залежей нефти и газа в палеозойских отложениях Томской области предлагается вести в зоне сочленения двух тектонических структур, с помощью инновационных технологий АО «ТОМКО» и НИ ТПУ. Поиск палеозойских «шнурковых» ловушек осуществлять МОГТ 2Д в крест речных долин. В Тегульдетской впадине, вести площадные работы МОГТ 2Д с целью подготовки палеозойских положительных структур. Рис. 4. Библ. 2.

The search of oil and gas deposits in Paleozoic deposits of Tomsk region is proposed to be conducted in the zone of articulation of two tectonic structures, with the help of innovative technologies of JSC "TOMKO" and neither TPU. Search the Paleozoic "skurkovich" traps to implement CDP 2D in cross river valleys. In The teguldet depression, to conduct areal work of mogt 2D in order to prepare the Paleozoic positive structures. Fig. 4. Ref. 2.

УДК 502.3

Географические особенности размещения трудноизвлекаемых нефтей на территории России / И.Г. Ященко, Ю.М. Полищук // Вестник РАЕН (ЗСО) 2018.- № 21. – С. 33.

Представлены результаты геоинформационного анализа географических особенностей размещения трудноизвлекаемых нефтей с использованием индекса качества нефтей, позволяющего разделить трудноизвлекаемые нефти на три класса: нефти низкого, среднего и высокого качества. На основе анализа данных о 23800 образцах нефтей с аномальными свойствами и 9900 образцах нефтей со сложными условиями залегания определены особенности территориального размещения трудноизвлекаемых

нефтей каждого из указанных классов качества. В результате проведенного анализа с применением геоинформационных систем созданы карто-схемы размещения нефтегазоносных бассейнов с нефтями разных классов качества, позволяющие установить основные особенности их размещения на территории России. Показано, что в 7 из 12 основных нефтегазоносных бассейнов России располагаются трудноизвлекаемые нефти всех трех классов качества. Результаты анализа могут быть использованы при решении практических задач нефтяной отрасли. Рис. 2. Библ. 8.

The results of the geoinformation analysis of features of oils location are presented using an index of oil quality, allowing dividing the hard-to-recover oils into three classes: oil of low, medium and high quality. Features of the geographical location of hard-to-recover oils of each of the oil quality classes were identified on base of an analysis of data on 23,800 samples of oils with anomalous properties and 9,900 samples of oils with complicated conditions of occurrence. The main software environment of the spatial analysis of data on oil is a Geographic Information System. As a result of analysis using the geoinformation systems created three cards-schemes of placement of oil-gas-bearing basins of different quality classes allowing the main features of oils location in the territory of Russia. It is shown that in 7 of the 12 main oil and gas-bearing basins of Russia there are hard-to-recover oils of all three quality classes. The results of analysis can be used to solve practical problems of the oil industry. Fig. 2. Ref. 8.

УДК 622.831

Геомеханическая оценка вариантов последовательного раскрытия поперечного сечения двух круговых параллельных тоннелей / В. М. Серяков // Вестник РАЕН (ЗСО) 2018.- № 21. – С. 40.

Метод расчета напряженно-деформированного состояния массива горных пород и возводимых в выработанном пространстве элементов крепей при поэтапном ведении горных работ применен для оценки вариантов последовательного раскрытия поперечного сечения двух параллельных тоннелей. Для каждого из вариантов отработки установлены месторасположения зон концентрации растягивающих и сжимающих напряжений и их изменение при развитии горных работ. Определен вариант отработки, при котором напряжения в зонах концентрации достигают наименьших значений. Рис. 4. Библ. 7.

The method of calculating the stress-strain state of the rock massif and the elements of the supports erected in the worked-out space during the gradual mining operations was used to evaluate the options for sequential opening of the cross

section of two parallel tunnels. For each of the variants of working out, the location of the zones of concentration of tensile and compressive stresses and their change in the development of mining operations are established. A variant of working-off is determined, in which the stresses in the concentration zones reach the lowest values. Fig. 4. Ref. 7.

УДК 614.8

Дегазация угольных пластов многофункциональными разведочно-дегазационными скважинами / Е.А. Шубина, В.Г. Лукьянов // Вестник РАЕН (ЗСО) 2018.- № 21. – С. 45.

УДК 553.98:551.763:550.836

Прогнозирование опасных радиоэкологических процессов в зоне влияния проектируемого эльконского горнометаллургического комбината (республика Саха) / И.В. Павлова, В.А. Домаренко, В.А. Галактионов, В.Г. Журавлев // Вестник РАЕН (ЗСО) 2018.- № 21. – С. 49.

В данной статье рассматриваются проблемы прогнозирования опасных радиоэкологических процессов в зоне влияния проектируемого Эльконского горнометаллургического комбината (Республика Саха). Актуальность исследований обусловлена необходимостью существенной корректировки природоохранной деятельности на горнодобывающих производствах ядерно-топливного цикла, основанной на оценке воздействия на окружающую среду и особенно прогноза радиоэкологической обстановки. Освоение урановых месторождений, обладает определенной спецификой, заключающейся в особенностях полезного компонента и горно-геотехнологических способах его отработки, что требует особой системы горно-экологического мониторинга окружающей среды, с целью прогнозирования и корректировки природоохранной деятельности при освоении месторождений Эльконского урановорудного района. Рис. 2. Табл. 3. Библ. 20.

This article deals with the problems of the hazardous radioecological processes in influence zone of designed Elkonskiy mining and metallurgical plant (Republic of Saha). The relevance of the research is determined by the need to correct significantly the environmental activity in mining plants and include the impact assessment and consequences forecast. The development of uranium deposits has particular characteristics including the useful component features and also mining and geotechnological methods. Correspondingly, that requires a

special system for mining and environmental monitoring of the environment to forecast and correct the environmental activity. Fig. 2. Table. 3. Ref. 20.

УДК 622.235.535.2

Специальная технология бвр на заоткосных работах / С.Н. Жариков, В.А. Кутуев // Вестник РАЕН (ЗСО) 2018.- № 21. – С. 63.

В статье изложены принципы организации заоткосных работ при открытой разработке месторождения. Описан порядок внедрения специальной технологии буровзрывных работ (БВР) на предельном контуре карьера, установлены закономерности протекания в массиве волновых процессов и определены взаимодействия зарядов контурной ленты в зависимости от прочностных характеристик массива. Рис.2. Библ. 22.

The article describes the principles of the organization of the slope work in the open field development. Describes how the implementation of a special technology of drilling and blasting operations (drilling and blasting) on the ultimate pit outline, the regularities of occurrence in the array of wave processes and defines the interaction of the charge contour of the tape depending on the strength characteristics of the array. Fig.2. Ref. 22.

УДК 622.24.05

Разработка аппаратуры для получения дополнительной информации о прочностных свойствах горных пород в процессе работы бурового станка / А.С. Регутунов, Р.И. Сухов // Вестник РАЕН (ЗСО) 2018.- № 21. – С. 70.

В процессе бурения взрывных скважин на карьерах возможно получение информации о прочностных свойствах горных массивов, подлежащих взрывному разрушению. В статье изложено описание автоматического устройства, позволяющего в процессе бурения получать информацию об энергоемкости разрушения горных пород, косвенно характеризующей прочностные свойства горных пород. Представлены результаты апробации автоматического устройства. Рис. 4. Библ. 12.

In the process of drilling explosive wells in the quarries, it is possible to obtain information about the strength properties of rock massifs subject to explosive destruction. The article describes an automatic device that allows to obtain information about the energy intensity of rock destruction, indirectly characterizing the strength properties of rocks during drilling. The results of automatic device testing are presented. Fig. 4. Ref. 12.

УДК 541.64:547.759.32

История тория Енисейского кряжа и атомный проект СССР / Г.Т. Волобуев, В.А. Домаренко, И.В. Павлова // Вестник РАЕН (ЗСО) 2018.- № 21. – С. 74.

Из доклада руководителей атомного проекта СССР И.В. Курчатова, Б.Л. Ванникова и М.Г. Первухина на имя И.В. Сталина от 26 декабря 1946 года явствует, что в СССР в 1945 – 1946 годах было разведано уже 9 месторождений монацита с общими запасами тория 25 885 тонн. Но только два из них – Актюзское (Киргизская ССР) и Таракское (Красноярский край) находились в эксплуатации. Табл. 2. Библ. 6.

From the report of the leaders of the nuclear project of the SSSR I. V. Kurchatov, B. L. Vannikov and M. Pervukhin in the name of Stalin on December 26, 1946 it is clear that in the SSSR in 1945-1946 was explored already 9 deposits of monazite with total reserves of 25 885 tons. But only two of them- Aktyuz (Kyrgyz SSR) and Tarak (Krasnoyarsk region) were in operation. Table. 2. Ref. 6.

УДК 669.041

Восстановление брикетированных шихт из кремнезёмсодержащих материалов и карбонизата «РЕКСИЛ» / Протопопов Е.В., Павлов В.В., Темлянцев М.В., Якушевич Н.Ф., Лазаревский П.П.*, Романенко Ю.В., Лысенко О.Е. // Вестник РАЕН (ЗСО) 2018.- № 21. – С.84.

Экспериментально изучено восстановление кремнезема углеродом при выдержке брикетированных шихт в течение 20 минут при температурах 1700, 1750, 1800 и 1850 °С. В качестве углеродистого восстановителя использовался карбонизат «Рексил»; (A^d = 3 ÷ 6 %; V^{daf} = 1 – 5 %; $C_{тв}^{d}$ = 96 %). Шихтовые смеси составлялись при соотношении C : SiO_2 ≈ 2,8 и 1,8. Проведён термогравиметрический анализ шихтовых смесей при нагревании на воздухе и в атмосфере аргона до температур 1200 – 1500 °С и гравиметрический анализ результатов высокотемпературного синтеза (1700 – 1850 °С). По результатам гравиметрического, рентгенофазового, рентгенофлуоресцентного и химического анализов продуктов синтеза показано, что во всех случаях в качестве продукта восстановления является карбид кремния. В восьми пробах продуктов синтеза, подвергнутых химическому анализу, кремний элементный присутствует в количестве 3 – 8 % (вероятно в рентгеноаморфном состоянии), в двух пробах с соотношением в шихтовых смесях C : SiO_2 ≥ 1,8 термически обработанных при 1800 и 1850 °С содержание элементного кремния составило 28 и 31 %, а извлечение

кремния в «металлическую» фазу соответственно ~ 31 и ~ 20%. Во всех случаях процесс восстановления сопровождается большими потерями кремния в виде газообразного монооксида (60 – 70 %). Рис. 3.Табл. 8. Библ. 2.

Experimentally studied restoration silica by carbon upon exposure piketirovanijah mix in for 20 minutes at temperatures 1700, 1750, 1800 and 1850 °C. as a carbonaceous reducing agent used hydrocarbon "Rexel"; (Ad = 3 ÷ 6 %; Vdaf = 1 – 5 %; STW^d = 96 %). Charge mixture was prepared at a ratio of C : SiO2 ≈ 2.8 and a 1.8. Thermogravimetric analysis of charge mixtures under heating in air and in argon atmosphere to temperatures of 1200 – 1500 °C and gravimetric analysis of high – temperature synthesis results (1700-1850 °C) were carried out. According to the results of gravimetric, x-ray phase, x-ray fluorescence and chemical analysis of the synthesis products, it is shown that in all cases silicon carbide is used as a reduction product. In eight samples of synthesis products subjected to chemical analysis, elemental silicon is present in an amount of 3-8 % (probably in the x-ray amorphous state), in two samples with a ratio in charge mixtures With: SiO2 ≥ 1,8. Fig. 3. Tabl. 8.Ref. 2.

УДК 621.7

Исследование влияния неравномерности перемещения слябов и заготовок в методических печах на тепловое состояние металла / О.В. Кузнецова, М.В. Темлянцев, Е.Н. Темлянцева, А.А. Уманский, Д.В. Скопич, Е.А. Фатьянова // Вестник РАЕН (ЗСО) 2018.- № 21. – С. 100.

В статье представлены результаты усовершенствования разработанных ранее математических моделей теплового состояния металла при нагреве в печах под прокатку. В модели включены блоки, позволяющие учитывать неравномерность перемещения заготовок в печи. Для иллюстрации работы моделей приведен пример расчетов. Рис. 6. Библ. 14.

The article presents the results of improving the previously developed mathematical models of the thermal state of the metal when heated in furnaces for

rolling. The model includes blocks that allow to take into account the uneven movement of billets in the furnace. To illustrate the work of the models, an example of calculations is given. Fig. 6. Ref. 14.

УДК 519.237: 669.018.25

Разработка порошковой проволоки для наплавки деталей, работающих в условиях износа / А.И. Гусев, Н.А. Козырев, В.Е. Хомичева, А.А. Усольцев, Р.Е. Крюков // Вестник РАЕН (ЗСО) 2018.- № 21. – С. 109.

Разработана новая, защищенная патентом РФ, порошковая проволока для наплавки горношахтного оборудования. Показано, что в исследуемых пределах, углерод, хром, молибден, никель, марганец и в незначительной мере ванадий одновременно повышают твердость наплавленного слоя и уменьшают скорость износа образцов. Определено, что при использовании вольфрама низкая вязкость матрицы не позволяет удерживать на поверхности карбиды вольфрама, в результате чего износ осуществляется не по схеме равномерного истирания поверхности, а по схеме выкрошивания высокопрочных частиц карбидов из матрицы, в результате чего в матрице образуются дополнительные трещины, способствующие дополнительному износу матрицы. По результатам проведенного многофакторного корреляционного анализа были определены зависимости твердости наплавленного слоя и его износостойкости от массовой доли элементов, входящих в состав порошковых проволок системы Fe–C–Si–Mn–Cr–Mo–Ni–V–Co. Полученные зависимости могут быть использованы для прогнозирования твердости наплавленного слоя и его износостойкости при изменении химического состава наплавленного металла. Рис. 6.Табл. 2. Библ. 22.

A new powder wire for surfacing mining equipment, protected by the patent of the Russian Federation, has been developed. It is shown that within the studied limits, carbon, chromium, molybdenum, Nickel, manganese and vanadium simultaneously increase the hardness of the deposited layer and reduce the wear rate of the samples. It is determined that when using tungsten, the low viscosity of the matrix does not allow to retain tungsten carbides on the surface, as a result of which the wear is carried out not according to the scheme of uniform abrasion of the surface, but according to the scheme of crumbling high-strength carbide particles from the matrix, resulting in additional cracks in the matrix, contributing to additional wear of the matrix. The results of the multivariate correlation analysis was determined based on the hardness of the deposited layer and its wear resistance from the mass fraction of the elements included in the composition of flux-cored wires of Fe–C–Si–Mn–Cr–Mo–Ni–V–Co. The obtained dependences can be used for Fig. 6. Tabl. 2.Ref. 22.

УДК

Совершенствование технологии сварки железнодорожных рельсов / Е.В. Протопопов, Р.А. Шевченко, Н.А. Козырев, А.А. Усольцев, Р.Е. Крюков // Вестник РАЕН (ЗСО) 2018.- № 21. – С. 123.

Рассматриваются современные проблемы контактной стыковой сварки рельсов. Описаны способы получения равнопрочного сварного соединения,

используемые в России и за рубежом. Предложен новый способ сварки, позволяющий получать сварной стык с повышенными эксплуатационными свойствами. Рис. 3. 10.

Modern problems of contact butt welding of rails are considered. The methods of obtaining an equal-strength welded joint used in Russia and abroad are described. A new method of welding, allowing to obtain a welded joint with high performance properties. Fig. 3. Ref.10.

УДК 625.143.48

Определение электросопротивления рельсовой стали / Р.А. Шевченко, В.А. Кузнецов, Н.А. Козырев, В.Е. Хомичева, А.А. Усольцев // Вестник РАЕН (ЗСО) 2018.- № 21. – С. 131.

Предложена методика измерения электрического сопротивления рельсовой стали, позволяющая корректировать тепловложение при контактной сварке. На основании экспериментальных данных построена математическая модель процесса контактной сварки рельсов. Табл.1. Библ. 8.

A method of measuring the electrical resistance of rail steel, which allows to adjust the heat input during contact welding. On the basis of experimental data the mathematical model of the process of contact welding of rails is constructed. Tabl. 1. Ref. 8.

УДК 625.143.48

Разработка и совершенствование технологии сварки рельсов для высокоскоростного движения / Е.В. Протопопов, Н.А. Козырев, Р.А. Шевченко, Р.Е. Крюков, А.А. Усольцев // Вестник РАЕН (ЗСО) 2018.- № 21. – С.135.

Разработан, защищенный патентом РФ, способ контактной стыковой сварки, позволяющий получать сварное соединение изделий из рельсовой стали с равномерным распределением твердости и малой зоной термического влияния. Предлагаемый способ позволяет производить регулирование структуры сварного соединения рельсов, не прибегая к дополнительной локальной термической обработке. Рис. 3.Табл. 2. Библ. 12.

The method of contact butt welding, protected by the patent of the Russian Federation, allowing to obtain a welded joint of rail steel products with a uniform distribution of hardness and a small zone of thermal influence. The proposed method makes it possible to regulate the structure of the welded joint of the rails without resorting to additional local heat treatment. Fig. 3. Tabl. 2.Ref. 12.

УДК 636.4.084.1.

Антиоксидант селен как фактор повышения воспроизводства животных / С.Н. Рассолов, С.Н. Витязь, Р.А. Ворошилин // Вестник РАЕН (ЗСО). - 2018. .- № 21. – С.143.

В опыте, проведенном на коровах черно-пестрого скота, показано, что однократное введение препарата Е-селен в условиях дефицитного рациона по селену, положительно сказалось на повышении их воспроизводительных качеств. Табл. 2. Библ. 6.

In the experiment made on cows of the black and motley cattle it is shown that single introduction of the medicine E-selenium in the conditions of a scarce diet on selenium, has positively affected increase in their reproductive qualities. Tabl. 2. Ref. 6.

УДК 636.4.082

Продуктивные качества животных нового генотипа /А.П. Гришкова, Н.А. Чалова, А.А. Аришин // Вестник РАЕН (ЗСО). - 2018. .- № 21. – С.150.

Использование хряков породы пьетрен в поглотительном скрещивании на свиноматках кемеровской породы способствовало получению животных нового генотипа с высокими показателями воспроизводительных качеств, эффективным использованием корма молодняком на выращивании и высокими показателями мясной продуктивности. Табл. 4. Библ. 5.

The use of boars of the Pietren breed in the absorbent crossing on the Kemerovo breed sows facilitated the production of animals of a new genotype with high reproductive performance, the effective use of fodder for young growth and high rates of meat production. Tabl. 4. Ref. 5.

УДК 549. 67 (571.17)

Цеолит Пегасского месторождения – природный адсорбент для АПК /Л.Я. Макаренко, В.Г. Макаренко // Вестник РАЕН (ЗСО). – 2018. С.152.

Молочное скотоводство, ведущая отрасль животноводства Кузбасса. В последние годы находится в критическом состоянии, идет процесс резкого снижения поголовья не только крупного рогатого скота, но и сокращение численности V других видов животных и птицы. Наряду с этим произошло снижение валового производства молока и мяса, в следствие чего потребление населением продуктов животноводства составило менее 50% от научно-обоснованных медицинских норм. В числе многих причин выбытия животных и птицы, одной из основных - дефицит в рационах минеральных

веществ, обеспечивающих нормальную жизнедеятельность организма. Параллельно с этим в условиях у 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. Библ. 9.

Dairy cattle, leading livestock industry of Kuzbass. In recent years, is in critical condition, is in the process of a sharp decline in livestock, not only cattle, but also a reduction in the number V of other species of animals and birds. There has also been a decline in the gross production of milk and meat, in consequence of which consumption of livestock products was less than 50% of the science-based medical standards. Among the many reasons for the disposal of animals and poultry, one of the primary deficit in the diets of mineral substances, to ensure the normal functioning of the body. Parallel to this, in the conditions of increased anthropogenic activities of industrial enterprises of our region there is an acute problem of production of organic livestock products. Kuzbass is the territory with a complex technological environment, therefore, the primary task today is the use in animal feeding effective non-traditional minerals, which not only meet the animals needs in mineral substances, but also on this background to obtain environmentally friendly products. Ref. 9.

УДК 631.452: 631.811

Динамика плодородия почв в Кемеровской области / О.И. Степанова, В.И. Просянников // Вестник РАЕН (ЗСО). - 2018. .- № 21. – С.160.

УДК 661.1 : 631.8 (571.17)

Урожайность и качество зерна яровой пшеницы при использовании гуминовых препаратов в Кемеровской области / Н.Н. Чуманова, Д.В. Шерер, В.И. Зебель // Вестник РАЕН (ЗСО) 2018.- № 21 . – С.166.

Исследования проведенные в КХ Бекон Промышленновского района Кемеровской области свидетельствуют о том, что применение гуминовых препаратов повлияло на полевую всхожесть яровой пшеницы сорта Ирень. Полевая всхожесть культуры варьировала от 74 до 89 %. На варианте с

применением Агроверма полевая всхожесть составила 87%, что на 6 % выше, чем на контроле. Отмечено влияние препаратов на выровненность стеблестоя культуры. Это положительное действие отмечено на варианте с применением Агроверма. Выравненность растений к уборке позволит снизить потери урожая при однофазной уборке. Фенологические наблюдения за ростом и развитием яровой пшеницы показали отсутствие влияния препаратов на продолжительность межфазных периодов и в целом, периода вегетации. В условия КФХ Бекон применение различных гуминовых препаратов оказало влияние на элементы структуры и продуктивность пшеницы. По показателям продуктивной кустистости, числу колосков в колосе, массе 1000 зерен, выделились варианты с применением препарата Агроверм. При использовании Агроверма получена урожайность 3,56 т/га, что на 18% выше контрольного варианта. Применение гуминовых препаратов повлияли на содержание белка в зерне яровой пшеницы. По этому показателю, превышающие контроль, выделены варианты с применением препаратов Гумат натрия и Агроверм. Табл. 4 . Библ. 10.

The studies were carried out on the base of the farm BEKON and showed that the use of humic preparations influenced the field germination of spring wheat of the Irene variety. Its field germination varied from 74 to 89%. The wheat treated with humic preparations Agroverm performed 87% field germination that is by 6% higher to control group. Also it was noted the effect of the preparations on the leveling of the stems' height. The same positive effect was performed under the treatment with Agroverm. The stems alignment let reduce yield losses in single-phase harvesting. Phenological observations of the growth and development of spring wheat showed no effect of preparations application on the duration of the interphase periods and vegetative period in general. In the conditions of the peasant farm BEKON, the use of various humic preparations influenced the structure elements and wheat productivity. According to the indicators of the productive tilling capacity, number of spikelets in a spike and weight per 100 grains, the plants treated with the Agroverm preparation showed better results. Their yield productivity was 3.56 t / ha, which is by 18% higher to the control group. The use of humic preparations affected the protein content in the grain of spring wheat. For this indicator, plants treated with preparations Humate of sodium and Agroverm exceeded the control ones. Table. 4. Ref. 10

25 ЛЕТ ГАУЗ КО «Областной клинический центр охраны здоровья шахтеров» / В.В. Агаджанян // Вестник РАЕН (ЗСО) 2018.- № 21. – С.173.

УДК 616.718.4-00.5-089-06

Определяющий прогностический фактор в развитии осложнений при хирургическом лечении пациентов с проксимальными переломами бедра / А.Ю. Милюков, Д.Д. Устьянцев, Я.Х. Гилев, Ю.А. Милюков // Вестник РАЕН (ЗСО) 2018.- № 21. – С.177.

Проанализированы и определены показатели коморбидного статуса, способные влиять на развитие осложнений у пациентов с проксимальными переломами бедра, на основании номограммы для оценки клинического риска. Исследование основано на анализе результатов обследования и хирургического лечения 161пострадавшего с проксимальными переломами бедра. Перспективная оценка функционального статуса с учётом сопутствующих заболеваний, предшествующих травме, является необходимым средством скрининга для прогнозирования развития госпитальных осложнений у пожилых пациентов. Библ.7.

There was an analysis of the comorbidity status data capable to influence to the complications' progression in patients with femoral proximal fractures based on the nomogram appreciating the clinical risk. This study is based on the results of the examination and surgical treatment 161 patients with femoral proximal fractures. Prospective assessment of the functional status taking into account the preexistent concomitant diseases (before trauma) is a necessary screening method for the prognosis of the hospital complications' progression in elderly patients. Ref. 7..

УДК 614:504.75

Репродуктивная система мужчин как мишень для воздействия неблагоприятных факторов окружающей среды / Ю.А. Григорьев // Вестник РАЕН (ЗСО). – 2018. – № 21. С.183.

В статье рассматривается репродуктивная система мужчин как совокупность предтестикулярных, тестикулярных и посттестикулярных мишеней для воздействия неблагоприятных факторов окружающей среды. В Кемеровской области имеется большое число предприятий химической, металлургической и угольной промышленности, которые могут представлять опасность для фертильности мужчин. В регламенте диспансерного наблюдения за мужчинами трудоспособного возраста особое внимание должно уделяться состоянию их репродуктивной системы. Библ.18.

The paper deals with the reproductive system of men as a combination of pre-testicular, testicular and post-testicular targets for the impact of adverse environmental factors. In the Kemerovo Region, there are a large number of

chemical, metallurgical and coal industries that may pose a risk to male fertility. In the regulations for dispensary observation of the men of employable age, special attention should be given to the state of their reproductive system. Ref. 18.

УДК 613.6:574

Оценка воздействия на здоровье населения атмосферных выбросов новокузнецкого хладокомбината / А.М. Олещенко, Р.А. Голиков, Д.В. Суржиков, В.В. Кислицына, И.Ю. Мотуз // Вестник РАЕН (ЗСО). – 2018. – № 21. – С.188.

В работе представлены результаты оценки неканцерогенного и канцерогенного рисков для здоровья населения от воздействия загрязняющих веществ, попадающих в атмосферный воздух в результате деятельности Новокузнецкого хладокомбината. Определены приоритетные вещества, вносящие основной вклад в нарушение здоровья жителей, и наиболее неблагоприятные микрорайоны города. Библ. 5.

The paper presents the results of an assessment of the non-carcinogenic and carcinogenic risks to public health from the effects of pollutants falling into the air as a result of the Novokuznetsk ice-cream plant. Priority substances are identified, which make the main contribution to the violation of the health of residents, and the most unfavorable microdistricts of the city. Ref. 5.

УДК 613.6 : 37.08

Факторы профессионального риска здоровья педагогов в условиях интенсификации их труда / А.М. Олещенко, Д.В. Пестерева // Вестник РАЕН (ЗСО). – 2018. – № 21. С. 192.

В статье описаны факторы риска труда педагога, представлены результаты мониторинга по вопросам интенсификации и особенностей труда педагогических работников в условиях модернизации образования, негативно сказывающиеся на здоровье педагогов. Библ. 5.

The article describes the risk factors of the teacher's labour, presents the results of monitoring on the issues of intensification and peculiarities of the work of pedagogical workers in the context of modernization of education, which adversely affects the health of teachers. Ref. 5.

УДК 314

О структуре и динамике научных кадров НИИ археологического и

этнографического профиля РАН / Ю.П.Холюшкин, В.С.Костин // Вестник РАЕН (ЗСО). – 2018. – № 21. – С. 196.

Систематическое изучение закономерностей функционирования науки способствует повышению эффективности научной деятельности. К существенным его параметрам относятся такие характеристики, как численность исследователей, возрастной и квалификационный состав, сети цитирования, отражающие структуру информационного массива. В статье рассмотрены квалификационные и возрастные характеристики научных сотрудников четырёх археологических и этнографических институтов РАН и построена модель развития Институтов на ближайшее десятилетие.Рис. 2. Табл. 5. Библ. 6.

A systematic study of the laws governing the functioning of science helps to increase the effectiveness of scientific activity. Its essential parameters include such characteristics as the number of researchers, age and qualification composition, citation networks reflecting the structure of the information array. In the article qualifying and age characteristics of scientific employees of four archaeological and ethnographic institutes of the Russian Academy of Sciences are considered and a model for the development of Institutes for the next decade is constructed. Fig.2. Tabl. 5.Ref.6.

О критиках метода системной классификации понятий / Ю.П. Холюшкин // Вестник РАЕН (ЗСО) 2018.- № 21. – С. 203.

В 2017 году исполнилось 30 лет со дня начала внедрения в археологию метода системной классификации. На основании этого метода была построена классификации ряда наук, которая получила признание и получила многочисленные положительные отклики у представителей разных наук. По мнению, Л.С.Клейна, единственного противника такой разработки, универсальные законы в археологии несущественны, а существенные законы не универсальны, данные всегда ужасающе неполны, а смысл зашифрован. А открывающаяся картина почти шизофренического раздвоения в самом логическом фундаменте археологической дисциплины способна испугать всякого, кто жаждет строгости и однозначности, непротиворечивых оснований для выводов. Обзору этих представлений и посвящена статья. Рис. 2. Библ. 11.

In 2017, 30 years have passed since the introduction of the systematic classification method into archeology. On the basis of this method, classifications of a number of sciences were built, which was recognized and received numerous positive responses from representatives of different sciences. According to L.

Klein, the only opponent of such a development, universal laws in archeology are unimportant, and the essential laws are not universal, the data are always terribly incomplete, and the meaning is encrypted. And the opening picture of an almost schizophrenic split in the very logical foundation of archaeological discipline can frighten anyone who craves rigor and unambiguity, a consistent basis for conclusions. An article is devoted to an overview of these ideas. Fig.2. Ref.11.

Научное издание

ВЕСТНИК
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК
ЗАПАДНО–СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

Выпуск 21, 2018 г.

В авторской редакции

Подписано в печать 08.11.2018 г. Формат бумаги 60×84 1/8. Бумага писчая.
Печать офсетная. Усл. печ.л. 14,22. Уч. – изд.л. 15,02. Тираж 300 экз. Заказ № 312

Отпечатано в
Издательском центре
Сибирского государственного индустриального университета