

РАЗРАБОТКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ И ГАЗА.....	3
В.И. Исаев, Г.Г. Номоконова, А.О. Алеева	
ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЗРЕЗА ГЕРАСИМОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПАЛЕОЗОЙСКОЙ НЕФТИ (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ).....	3
В.И. Исаев, Г.А. Лобова, Т.Е. Лунёва, А.С. Меренкова	
ГЕОТЕРМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ НЕФТЕМАТЕРИНСКОЙ ТОГУРСКОЙ СВИТЫ - ИСТОЧНИКА УГЛЕВОДОРОДОВ ДОЮРСКОГО НЕФТЕГАЗОНОСНОГО КОМПЛЕКСА СЕВЕРО- ЗАПАДА ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ.....	9
В.И. Исаев, Д.С. Крутенко, М.Ф. Галиева	
ГЕОТЕРМИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ ОСТАНИНСКОЙ ГРУППЫ МЕСТОРОЖДЕНИЙ (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ).....	14
И. Г. Яценко	
КЛАССИФИКАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ СВОЙСТВ НЕФТЕЙ С РАЗЛИЧНЫМИ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИМИ И КАЧЕСТВЕННЫМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ.....	19
В.В. Ростовцев, Е.Ю. Липихина, В.Г. Лукьянов, В.Н. Ростовцев	
ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ. ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ.....	29
ГЕОТЕХНОЛОГИЯ И ГЕОМЕХАНИКА.....	37
В. А. Домаренко, А.Я. Пшеничкин, В.П. Дмитриенко	
КОМПЛЕКСНЫЕ РУДЫ БАКЧАРА: ИСТОРИЯ И ПРЕСПЕКТИВЫ.....	37
В.А. Домаренко, В.И. Молчанов	
ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ТИПА «КАРЛИН» В ЮГО-ЗАПАДНОМ ОБРАМЛЕНИИ СИБИРСКОГО КРАТОНА.....	50
МЕТАЛЛУРГИЯ.....	55
В.В. Солоненко, Е.В. Протопопов, С.С. Щипанов, А.В. Амелин, М.В. Темлянец	
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПРОДУВКИ КОНВЕРТЕРНОЙ ВАННЫ НА КАЧЕСТВО МИКРОСТРУКТУРЫ СТАЛИ, НЕПРЕРЫВНОЛИТЫХ ЗАГОТОВОК И ГОТОВОГО ПРОКАТА.....	55
Н.А. Козырев, Р.А. Шевченко, С.Н. Кратько, Р.Е. Крюков, А.Р. Михно, В.Е. Хомичева	
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СВАРКИ ДЛИННОМЕРНЫХ РЕЛЬСОВЫХ.....	66
В.А. Кузнецов, Р.А. Шевченко, Н.А. Козырев, А.А. Усольцев, В.Е. Хомичева	
ИЗМЕНЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ УДЕЛЬНОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ РЕЛЬСОВЫХ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ.....	80
Н.А. Козырев, А.А. Усольцев, Р.Е. Крюков, А.И. Гусев, И.В. Осетковский, В.Е. Хомичева	
ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ НОВЫХ ПОРОШКОВЫХ ПРОВОЛОК ДЛЯ НАПЛАВКИ.....	85
В. В. Стерлигов, И. В. Зоря, М. В. Стерлигов	
АНАЛИЗ РАБОТЫ И ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ ТЕПЛОВОЙ ИЗОЛЯЦИИ.....	105

АГРОТЕХНОЛОГИИ	115
В.И. Мяленко, С.И. Рудакова	
РИСКИ СНИЖЕНИЯ ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР	115
С.Н. Рассолов, Р.А. Ворошилин	
ДИНАМИКА ГОРМОНОВ ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ СВИНЕЙ ПРИ ВВЕДЕНИИ В ИХ РАЦИОН ИММУНОНУТРИЕНТОВ	120
А.П. Гришкова, Н.А. Чалова, А.А. Аришин, Г.М. Гончаренко	
АССОЦИАЦИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ГЕНОТИПИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ПОРОД СВИНЕЙ ПО ГЕНАМ MC4R И LEP С ИХ ПРОДУКТИВНЫМИ КАЧЕСТВАМИ	128
В.И. Заостровных, А.А. Кадулов	
СЕЛЕКЦИОННАЯ ЦЕННОСТЬ СОРТООБРАЗЦОВ СОИ РАЗЛИЧНЫХ ГРУПП СПЕЛОСТИ ДЛЯ УСЛОВИЙ ЛЕСОСТЕПИ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ	136
А.А. Кадулов, В.И. Заостровных	
ПРИГОДНОСТЬ СОРТООБРАЗЦОВ СОИ ИЗ МИРОВОГО ГЕНОФОНДА КОЛЛЕКЦИИ ВИР К МЕХАНИЗИРОВАННОМУ ВОЗДЕЛЫВАНИЮ В УСЛОВИЯХ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ	146
БИОМЕДИЦИНА И ЭКОЛОГИЯ	153
Т.Н. Страшникова, А.М. Олещенко, Д.В. Суржиков,	
В.В. Кислицына, В.А. Штайгер	
ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ФАКТОРОВ НА РАБОЧИХ МЕСТАХ РАБОТНИКОВ ГОРНОРУДНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ	153
А.М. Олещенко, Д.В. Пестерева	
НЕКОТОРЫЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИЗУЧЕНИЯ СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ ПЕДАГОГОВ	160
А.Ю. Милюков, Д.Д. Устьянцев	
КЛИНИЧЕСКАЯ ПРОГНОСТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РИСКА РАЗВИТИЯ ОСЛОЖНЕНИЙ ПРИ ХИРУРГИЧЕСКОМ ЛЕЧЕНИИ ПЕРЕЛОМОВ ПРОКСИМАЛЬНОГО ОТДЕЛА БЕДРЕННОЙ КОСТИ	164
ВЫСШАЯ ШКОЛА И ЭКОНОМИКА	171
Г.Г. Колмогорцев, Д.В. Васильев	
БЛОКЧЕЙН ОПРЕДЕЛИТ УРОВЕНЬ ЖИЗНИ В СТРАНАХ НА БЛИЖАЙШИЕ 100 ЛЕТ	171
ЭНЦИКЛОПЕДИЧЕСКИЕ ЗНАНИЯ И ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ	176
Ю.П.Холюшкин	
НЕКОТОРЫЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ПРИМЕНЕНИЮ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ В ПОЛИТОЛОГИИ	176
ЮБИЛЕИ	183
РЕФЕРАТЫ	186

УДК 550.832

В.И. Исаев, Г.Г. Номоконова, А.О. Алеева

**ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЗРЕЗА
ГЕРАСИМОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПАЛЕОЗОЙСКОЙ НЕФТИ
(ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)**

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

г. Томск

Введение

Фонд крупных и средних традиционных антиклинальных нефтегазоперспективных объектов горизонта Ю₁ в значительной мере исчерпан, и дальнейшее воспроизводство минерально-сырьевой базы региона зависит от открытия новых залежей, сосредоточенными в относительно слабоизученных нефтегазоперспективных комплексах (НГК). К таким перспективным комплексам относятся отложения нефтегазоносного горизонта зоны контакта палеозойских и мезозойских отложений Западной Сибири (НГГЗК) и коренного палеозоя [2].

В качестве предпосылки настоящих исследований принято следующее концептуальное положение. Палеозойские залежи могут иметь *уникальное* «отражение» в геолого-геофизических параметрах перекрывающего мезозойско-кайнозойского разреза. *Концепция аргументируется на примере Герасимовского нефтегазоконденсатного месторождения* (рис.1).

Краткая характеристика месторождения

Геологический разрез представлен отложениями палеозойского, мезозойского и кайнозойского возраста. Нефтегазоносность связана с газовыми пластами Ю₁¹⁻², Ю₁³, Ю₁⁴, Ю₁⁵ васюганской свиты, Ю₂ тюменской свиты, нефтяными пластами Ю₇, Ю₈, Ю₉, Ю₁₀, Ю₁₂ тюменской свиты и нефтяным пластом «М», представленным измененными вторичными процессами глинисто-кремнистыми отложениями палеозойского возраста.

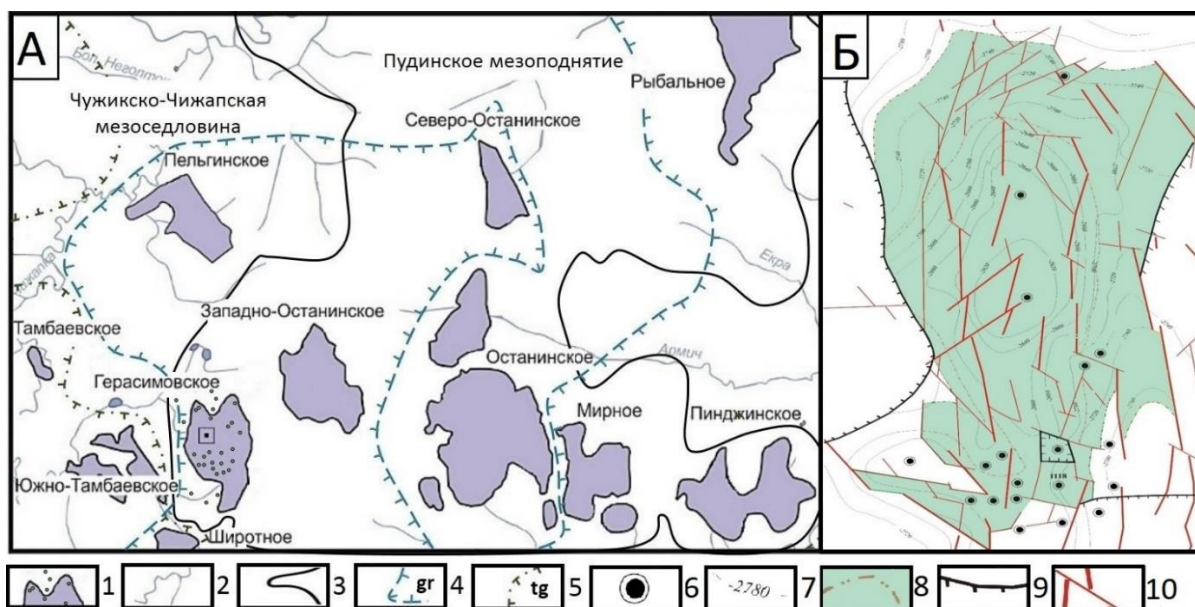


Рисунок 1. Герасимовско-Останинская группа месторождений углеводородов Томской области (А) и Герасимовское нефтегазоконденсатное месторождение (Б). К А: 1 – месторождение УВ, исследуемые скважины; 2 – речная сеть; 3 – контуры тектонических элементов II-го порядка; 4 – граница распространения георгиевской свиты; 5 – граница распространения тогурской свиты. К Б: 6 – исследуемые скважины; 7 – изогипсы по отражающему горизонту Фа (кровля пласта «М»); 8 – контур ВНК по пласту «М»; 9 – линия замещения коллектора пласта «М»; 10 – тектонические нарушения

Геолого-геофизические параметры разреза месторождения

Для характеристики петрофизики и нефтенасыщенности пластов месторождения использовались данные по 29 скважинам (рис. 1А) и петрофизические уравнения (по материалам Томского филиала ФГУ «ТФГИ по СФО»).

Анализ каротажных диаграмм, на примере скважины 1118 (рис. 2), показывает, что по геофизическим параметрам кора выветривания значительно отличается от юрского разреза. Она существенно менее радиоактивна: 4–5 мкР/час против 9–10 мкР/час юрского разреза. Кора характеризуется повышением электропроводностью – показания индукционного каротажа (ИК) 280–300 мкС/м против 210 мкС/м, вероятно, за счет повышенного содержания пластовой воды и повышенной ее минерализации. Кора отличается

понижением показаний нейтронного каротажа по тепловым нейтронам (НКТ) 2,9 против 3,9, вероятно, за счет повышения минерализации пластовой воды.

Судя по данным метода ГК, разрез коры выветривания в целом менее глинистый, чем юрский разрез. Аномально низкая радиоактивность, скорее всего, связана с вторичными процессами при формировании коры выветривания, при которых в подвижных формах находится уран и калий. Следует отметить, что понижение глинистости происходит еще на границе с корой выветривания. Но резкое понижение радиоактивности происходит только в пределах коры выветривания. *Возможно, что эта геолого-геофизическая особенность может быть использована для выделения границ коры выветривания и прогноза ее нефтегазоносности по данным ГИС.*

Отличительной особенностью Герасимовского месторождения является отсутствие корреляционных зависимостей между коэффициентом пористости K_p и $\alpha_{ПС}$, что хорошо видно на приведенном поле корреляции (рис. 3 А). Отсутствие связи между этими параметрами наблюдается практически по всем пластам юрского разреза. Условием применения оценки пористости по $\alpha_{ПС}$ является зависимость пористости коллектора от его глинистости [3]. Поэтому можно предположить, что песчаники коллекторов Герасимовского месторождения карбонатизированы. Для проверки этого предположения были рассчитаны удельные электрические сопротивления (УЭС) пластов, поскольку карбонатизация песчаника должна привести к увеличению УЭС [4].

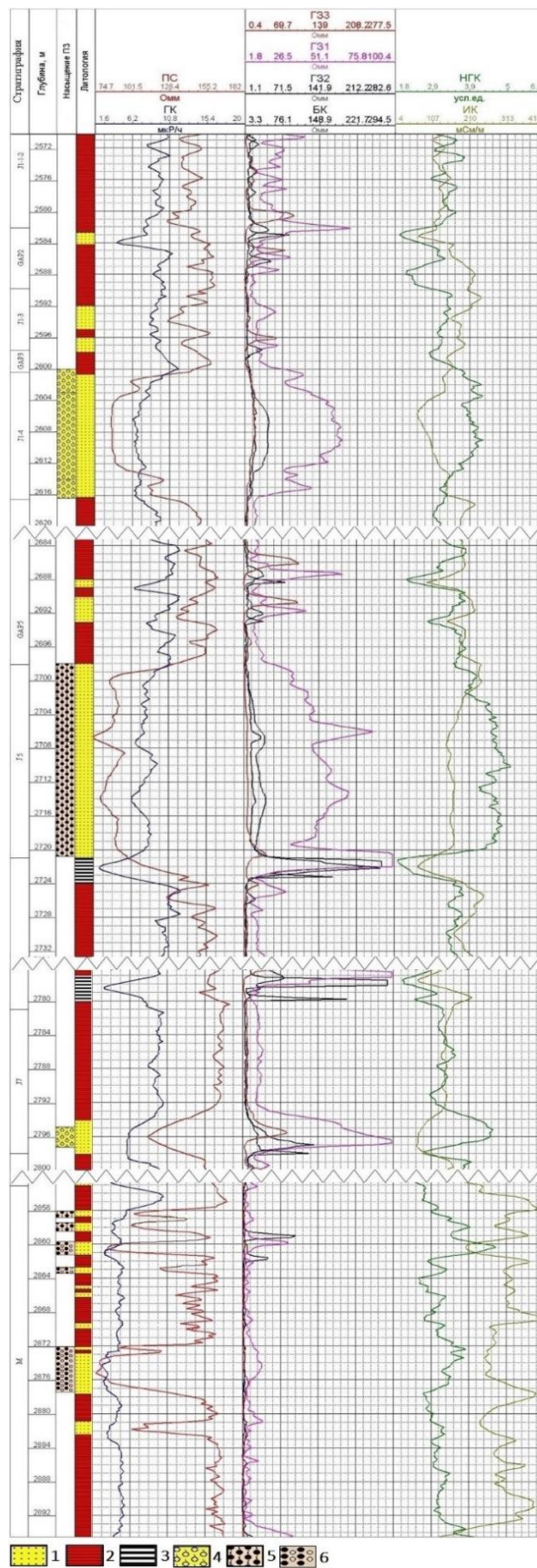


Рисунок 2. Геофизическая характеристика разреза скважины 1118 в интервалах пластов Ю₁¹⁻² (J1-1-2), Ю₁³ (J1-3), Ю₁⁴ (J1-4), Ю₅ (J5), Ю₇ (J7), М: 1 – песчаник; 2 – аргиллит; 3 – уголь; 4 – газонасыщенный; 5 – нефтенасыщенный; 6 – нефтеводонасыщенный

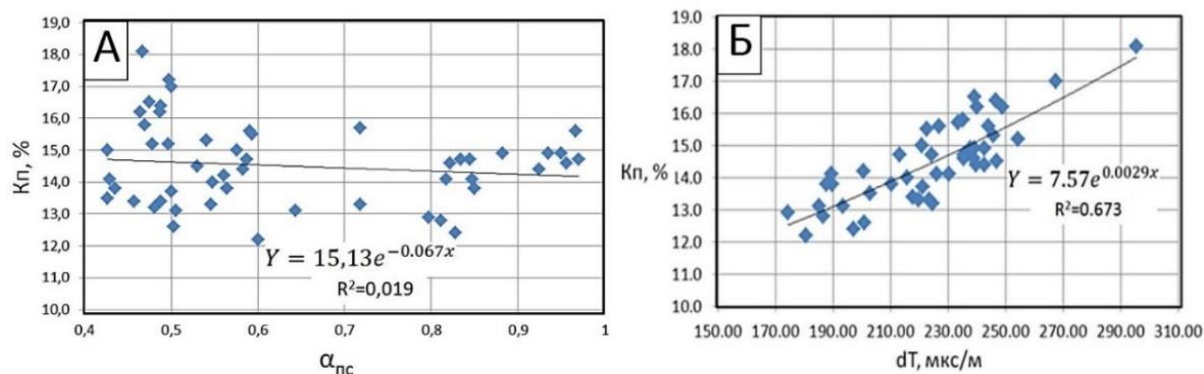


Рисунок 3. Теснота корреляционной связи коэффициента пористости ($K_{п}$) пласта $Ю_1^{1-2}$ и относительной амплитуды ПС ($\alpha_{пс}$) (А), $K_{п}$ и интервального времени (dT) (Б). Поля корреляции по 29 скважинам

Были использованы петрофизические уравнения, применяемые для оценки нефтенасыщенности пластов (P_n). Судя по результатам расчета (табл. 1), юрские пласты-коллекторы Герасимовского месторождения имеют существенно высокие значения УЭС, пласт М – несколько ниже. Для контроля были произведены расчеты интервального времени твердой фазы ($\Delta T_{тв}$), которое содержится в уравнении зависимости « ΔT - $K_{п}$ ». По результатам расчета (табл. 2), пласты карбонатизированы, так как имеют низкие значения $\Delta T_{тв}$ [1]. На практически малоглинистый состав коллектора пласта $Ю_1^{1-2}$ Герасимовского месторождения указывает тесная связь ($R^2=0,673$) интервального времени с пористостью (рис. 3 Б).

Таблица 1- Результаты расчета удельного электрического сопротивления $\rho_{нп}$ пластов Герасимовского месторождения.

Пласт	*K _п	*K _н	*ρ _в	Петрофизическое уравнение		P _п	ρ _{вп}	K _в	P _н	ρ _{нп}
	д. е.	д. е.	ом*М			о. е.	ом*М	д. е.	о. е.	ом*М
Ю ₁ ¹⁻²	0,15	0,56	0,06	P _п =0,82/K _п ^{1,82}	P _н =1,05/K _в ^{1,84}	27,1	1,63	0,44	4,8	7,8
Ю ₁ ³	0,16	0,59				24,3	1,46	0,43	5,0	7,3
Ю ₁ ⁴	0,15	0,58		26,1		1,57	0,42	5,2	8,2	
Ю ₂	0,15	0,56		28,2		1,69	0,44	4,8	8,1	
Ю ₁₀	0,14	0,68	0,05	P _п =3,20/K _п ^{1,21}		35,1	1,75	0,32	8,7	15,2
Ю ₁₁	0,14	0,59				35,4	1,77	0,41	5,5	9,7
Ю ₁₂	0,13	0,56				37,0	1,85	0,44	4,8	8,9
Ю ₁₄	0,14	0,63				33,9	1,69	0,37	6,6	11,2
Ю ₁₅	0,15	0,64				32,3	1,61	0,36	6,9	11,2
М	0,18	0,55	0,04	P _п =2,65/K _п ^{1,47}	P _н =1,07/K _в ^{2,00}	34,2	1,37	0,45	5,3	7,3

*средневзвешенные значения по 29 скважинам.

Таблица 2 - Результаты расчета интервального времени твердой фазы ($\Delta T_{\text{ТВ}}$) пластов Герасимовского месторождения.

Пласты	Петрофизическое уравнение	$\Delta T_{\text{ТВ}}$, мкс/м	Прогноз литологического состава
Ю ₁ ¹⁻² , Ю ₁ ³ , Ю ₁ ⁴ , Ю ₂ , Ю ₁₀ -Ю ₁₂ , Ю ₁₄ , Ю ₁₅	$K_{\text{п}}=0,24\Delta T-39$	168	Карбонатизированный песчаник
М	$K_{\text{п}}=0,23\Delta T-37$	160	Интенсивно карбонатизированная порода

Заключение

Высокие значения УЭС юрских пластов-коллекторов в вертикальном разрезе Герасимовского месторождения является практически «сквозной» характеристикой. Поэтому эта геофизическая характеристика юрского разреза может быть использована как один из прогностических признаков нефтегазоносности палеозойского НГК.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алеева А.О. Геофизические особенности верхнеюрского разреза месторождений углеводородов Томской области // Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием. – Томск: Изд-во ТПУ, 2016. – С. 82–85.
2. Лобова Г.А., Лунёва Т.Е., Кириллина М.С. Районирование перспектив нефтегазоносности доюрских резервуаров Нюрольской мегавпадины (по данным палеотемпературного моделирования и бурения) // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов – 2018. – Т. 329. – № 3. – С. 123–133
3. Djebbar, T., Erle C. Donaldson petrophysics: Theory and practice of measuring reservoir rock and fluid transport properties. – 2nd ed. – Oxford: Elsevier, 2004. – 889 p.
4. Niab D., Dinaldson E.C. Petrophysics. – Oxford: Elsevier, 2004. – 926 p.

В.И. Исаев, Г.А. Лобова, Т.Е. Лунёва, А.С. Меренкова

ГЕОТЕРМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ НЕФТЕМАТЕРИНСКОЙ ТОГУРСКОЙ СВИТЫ - ИСТОЧНИКА УГЛЕВОДОРОДОВ ДОЮРСКОГО НЕФТЕГАЗОНОСНОГО КОМПЛЕКСА СЕВЕРО-ЗАПАДА ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.
Томск*

Введение

Северо-западная часть Томской области (территория Колтогорского мезопрогиба и окаймляющих его структур) является одной из основных промысловых зон с хорошо развитой инфраструктурой. Развитие нижнеюрских нефтематеринских тогурских отложений в разрезе определяет перспективность территории для воспроизводства ресурсной базы Западно-Сибирской НГП за счет доюрского нефтегазоносного комплекса (НГК), относимого к трудноизвлекаемым запасам (ТРИЗ) [2]. Выполняемая оценка реализации генерационного потенциала тогурской свиты позволит выделить участки наибольшей перспективности для постановки дальнейших работ на поиски залежей в доюрском НГК.

Характеристика территории исследований и исходные данные

Территория исследования расположена на северо-западе Томской области (рис. 1А). Отрицательные структуры граничат с Каймысовским и Александровским сводами на западе и Нижневартовским сводом и Средневасюганским мегавалом на востоке. На юго-востоке примыкают структуры Усть-Тымской мегавпадины.

Промышленная нефтегазоносность здесь связана с меловым (неокомский), верхнеюрским (келловей-волжский) и среднеюрским (байос-батский) НГК [3]. Перспективными являются нижнеюрский (геттанг-раннетоарский, позднетоар-ааленский) и доюрский (собственно палеозойский и нефтегазоносный горизонт зоны контакта) НГК. Промышленная

нефтегазоносность доюрского НГК установлена на четырех структурах: на Ясном (номер 3), Конторовичском (2), Советском (1) и Чкаловском (4) месторождениях.

Основным источником УВ для доюрского НГК является РОВ нижнеюрских тогурских отложений [4]. Тогурская свита (J_1t) формировалась в прибрежно-континентальных условиях и ограничивается распространением в пониженных формах рельефа, выклиниваясь на доюрские образования (рис. 1А). Их мощность по данным бурения достигает порядка 40 м.

Методика исследований

Выполнение палеотемпературного моделирования осуществляется с использованием комплекса TeploDialog [1]. Моделирование проводится на основе геолого-геофизических данных об осадочном разрезе в представительных глубоких скважинах, выбранных по определенным критериям [5], отвечающим кондиционным требованиям.

На первом этапе решается обратная задача геотермии - рассчитывается тепловой поток через поверхность основания осадочного чехла (рис. 1 Б). Используя рассчитанный тепловой поток, на втором этапе, вычисляются температуры в материнской свите на заданные моменты геологического времени, позволяющие выявить пространственно-временную локализацию очагов генерации и эмиграции углеводородов.

Проводится экспресс-оценка плотности генерации тогурских нефтей (интегральный показатель R), с учетом времени нахождения материнской свиты в главной зоне нефтегенерации (ГЗН) и максимальных геотемператур ГЗН [6].

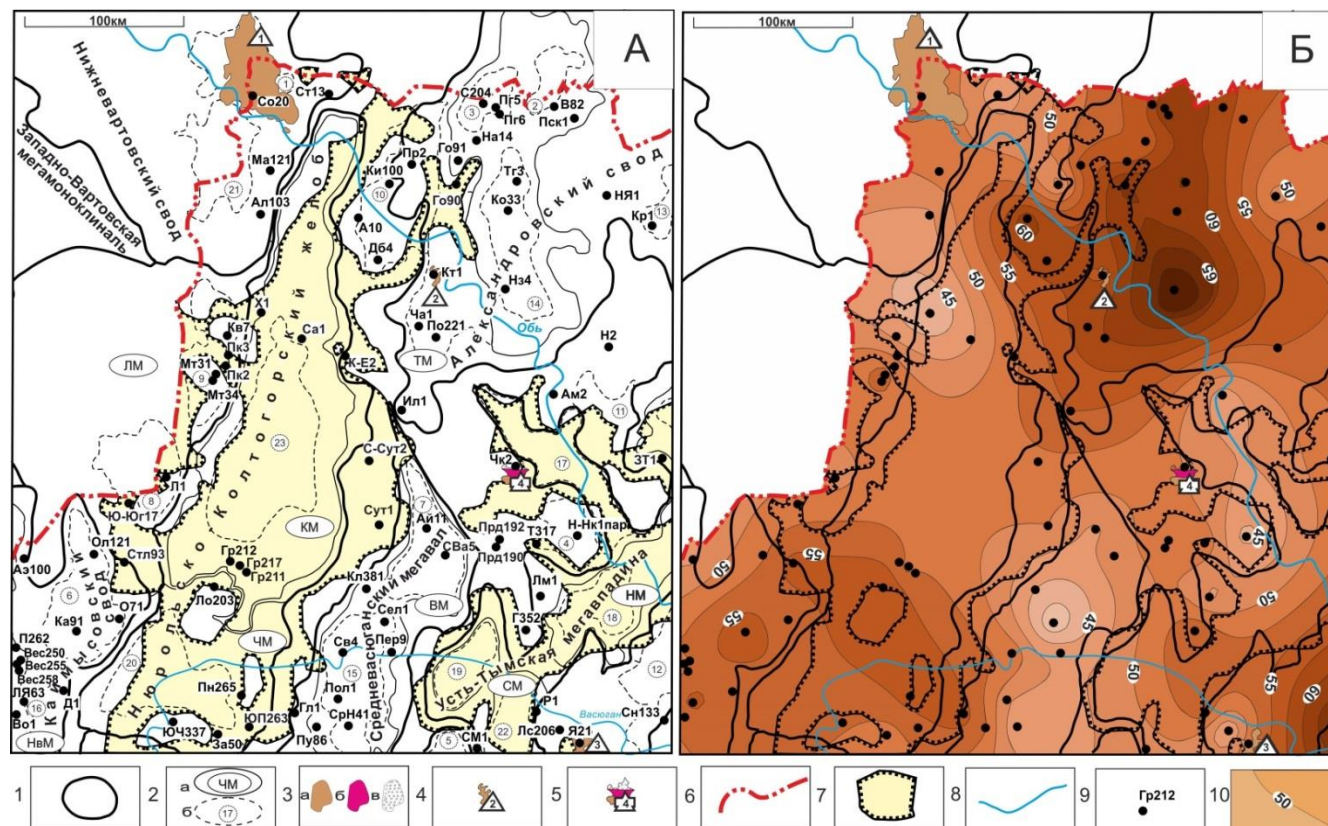


Рисунок 1. Схемы нефтегазоносности (А) и распределения плотности теплового потока из доюрского основания (Б): контуры тектонических элементов: 1 – I-го порядка,

2 – II-го порядка, условный индекс, номер; 3 – месторождение УВ, условный номер:

а) нефтяное, б) конденсатное, в) газовое; 4 – месторождения в коре выветривания:

1 – Советское; 2 – Конторовичское, 3 – Ясное; 5 – месторождения в коре выветривания и палеозое:

4 – Чкаловское; 6 – граница Томской области; 7 – зона распространения тогурской свиты; 8 – речная сеть;

9 – скважина палеотемпературного моделирования; 10 – изолинии значений теплового потока, мВт/м²

Оценка плотности генерации тогурских нефтей

По значениям интегрального показателя R , рассчитанного в разрезе 16-ти скважин, расположенных в границах распространения тогурских отложений, построена карта распределения относительной плотности генерации тогурской нефти (рис. 2).

Высоким потенциалом для поисков обладает территория, оконтуренная изолинией 100 усл. ед. Остальная территория ($R < 100$ усл.ед.) является зоной средней перспективности.

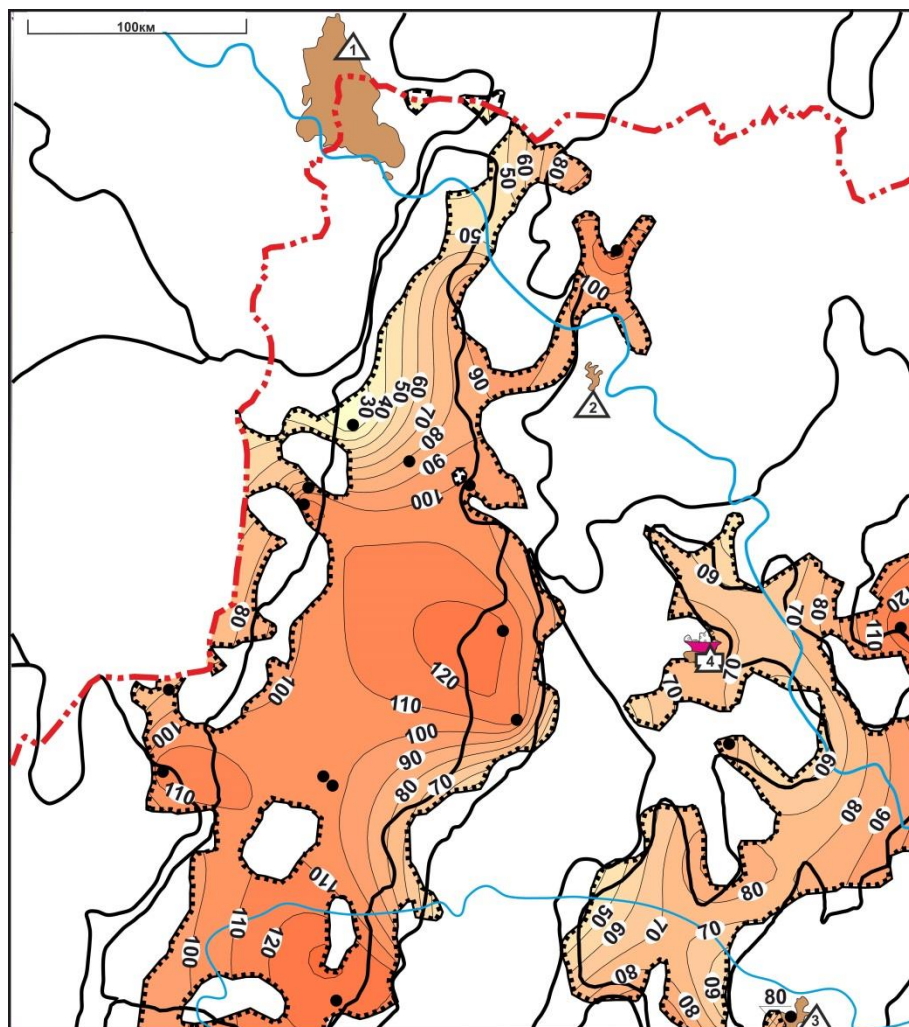


Рисунок 2. Схематическая карта распределения плотности генерации тогурских нефтей Колтогорского мезопрогиба. Значение изолиний – в условных единицах. Остальные условные обозначения те же, что на рис. 1

Наиболее *перспективными* для поисков являются земли центральной части Колтогорского мезопрогиба, Черемшанской мезоседловины (индекс ЧМ) и зоны их сочленения. К перспективным землям относятся также два небольших участка на западном склоне Мурассовского выступа (номер 11) и в зоне

сочленения Западно-Александровского выступа (номер 10) и Трайгородского мезовала (индекс ТМ).

Выводы

Рассматриваемая территория достаточно неоднородна по распространению плотности генерации тогурской нефти. Центральная часть Колтогорского мезапрогиба, Черемшанской мезоседловины и зона их сочленения имеет более высокие перспективы на поиски УВ в палеозойском НГК, чем северная часть мезопрогиба и прилегающая часть Усть-Тымской мегавпадины.

Выделяются два локальных участка на западном склоне Мурассовского выступа и в зоне сочленения Западно-Александровского выступа и Трайгородского мезовала, имеющие высокую согласованность с установленной нефтегазоносностью.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. 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.
2. Исаев В.И., Лобова Г.А., Лунёва Т.Е. Перспективы нефтегазоносности палеозоя Нюрольской мегавпадины // Вестник РАЕН (ЗСО). – 2018. – вып. 21. – С. 15-21.
3. Конторович А.Э. Нестеров Н.И., Салманов Ф.К., Сурков В.С., Трофимук А.А., Эрвье Ю.Г. Геология нефти и газа Западной Сибири. – М.: Недра, 1975. – 680 с.
4. Конторович А.Э., Фомин А.Н., Красавчиков В.О., Истомин А.В. Катагенез органического вещества в кровле и подошве юрского комплекса Западно-Сибирского мегабассейна // Геология и геофизика. – 2009. – Т. 50. – №11. – С. 1191–1200.
5. Лобова Г.А. Оценка геотемпературных условий генерации баженовских нефтей промысловых районов Томской области // Геофизика. – 2012. – №6. – С. 35–41.
6. Лобова Г.А., Попов С.А., Фомин А.Н. Локализация прогнозных

ресурсов нефти юрско-меловых НГК Усть-Тымской мегавпадины // Нефтяное хозяйство. – 2013. – № 2. – С. 36–40.

УДК 550.823

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

ГЕОТЕРМИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ ОСТАНИНСКОЙ ГРУППЫ МЕСТОРОЖДЕНИЙ (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
г. Томск*

Введение

Геотермические условия недр во многом определяют особенности протекания процессов нефтегазообразования и нефтегазонакопления, что обуславливает возможность использования геотермической информации для решения различных проблем нефтегазовой геологии. Эффективность этих данных зависит от детальности изученности геотермического режима осадочных бассейнов, разработки методов прогноза их характеристик для слабоизученных районов. Основополагающий вклад в формирование геотермии как нефтепоискового метода, внесенный А.Р. Курчиковым [5 и др.] и М.Д. Хуторским [7 и др.], находит свое развитие в исследованиях Томской школы геотермиков [1,2,4 и др.].

Актуальность исследования связана с расширением возможностей геотермии как геофизического метода для решения поисково-разведочных задач посредством измерения, картирования и моделирования пространственно-временных параметров геотемпературных полей.

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

Характеристика объекта исследований

Территория исследования расположена между реками Чузик и Чижалка в Парабельском районе Томской области (рис. 1). В тектоническом плане район находится на юге Пудинского мегавала [3].

Нефтегазовые месторождения сосредоточены главным образом в верхнеюрских песчаных резервуарах горизонта Ю1, залежи УВ приурочены к антиклинальным, тектонически-экранированным верхне- и среднеюрским ловушкам, а также к нефтегазоносному горизонту зоны контакта палеозойских и мезозойских отложений [6]. Юрские отложения с перерывом в осадконакоплении и с угловым несогласием залегают на эрозионной поверхности палеозойских карбонатных пород девона-нижнего карбона

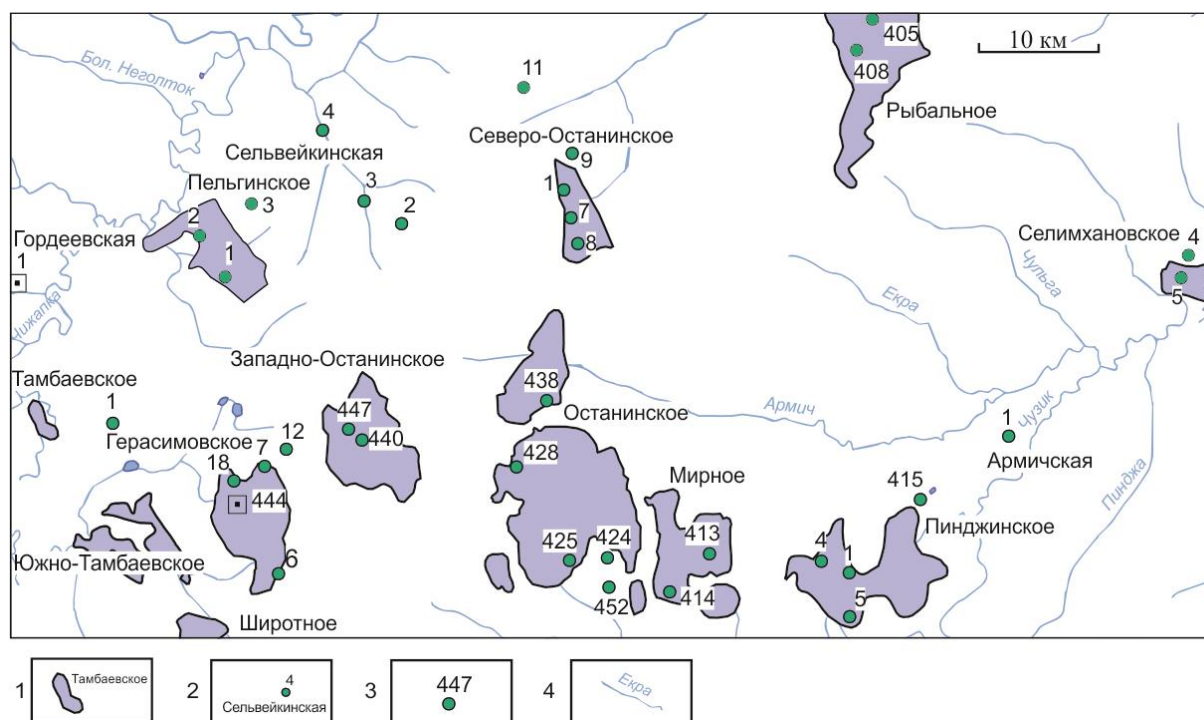


Рисунок 1. Обзорная схема Останинской группы нефтегазовых месторождений Томской области: 1 - контур месторождения УВ; 2 - площадь бурения; 3 - скважина палеотемпературного моделирования; 4 - речная сеть.

Методика исследований

Методом палеотемпературного моделирования [2] по распределению «наблюденных» температур в скважине решили обратную задачу геотермии, рассчитав тепловой поток через поверхность основания осадочного разреза.

Одномерное бассейновое (палеотемпературное) моделирование было выполнено с помощью компьютерного комплекса моделирования TeploDialog. Он включает решение прямых и обратных задач нестационарной геотермии в условиях седиментации. В качестве «наблюденных» использовали измерения пластовых температур, полученные при испытаниях скважин, данные ОГГ (термометрия выстоявшейся скважины) и палеотемпературы, определенные по отражательной способности витринита (ОСВ). Для каждой скважины была построена модель с учетом векового хода температур земной поверхности, литологии, времени накопления и мощности свит.

Результаты палеотемпературного моделирования

Расчеты были выполнены для разреза 35 поисково-разведочных и 2 параметрических скважин на территории исследования (рис. 1). Замеры пластовых температур преимущественно приурочены к юрским отложениям. Расчетная модель распределения тепла в осадочном разрезе оптимально согласуется с «наблюденными» значениями, на уровне $\pm 2^{\circ}\text{C}$. По результатам моделирования была построена схематическая карта плотности теплового потока (рис. 2).

Корреляция аномалий теплового потока и нефтегазоносности

На карте распределения глубинного теплового потока (рис. 2) наблюдаются следующие аномальные особенности: «положительная аномалия», «градиентная зона», «отрицательная аномалия», «заливообразная конфигурация изолиний» [1, 4].

Анализ корреляции теплового потока и положения 12 месторождений УВ показывает следующее. В восточной части карты месторождения УВ приурочены к градиентной зоне, окаймляющей крупную положительную аномалию. Здесь расположено 6 месторождений: Рыбальное, Селимхановское, Пинджинское, Мирное, Останинское, Северо-Останинское, что составляет 50% от общего числа месторождений на изучаемой территории.

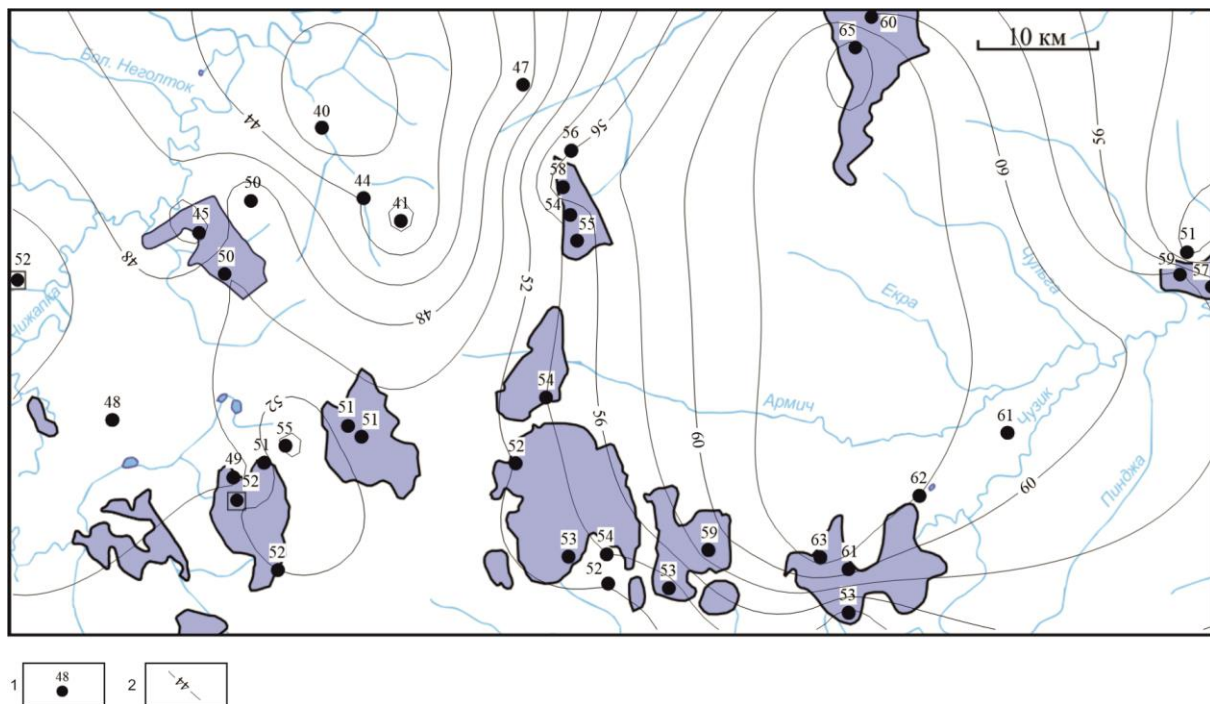


Рисунок 2. Схематическая карта плотности теплового потока

Останинской группы месторождений УВ: 1 - скважина и расчетное значение теплового потока (мВт/м^2); 2 - изолинии значений плотности теплового потока.

Остальные условные обозначения те же, что и рис. 1.

В зоне заливообразной конфигурации изолиний находится 3 месторождения (25%) – Пельгинское, Герасимовское, Западно-Останинское.

Примечательно, что в зоне отрицательной аномалии теплового потока в северо-западной части карты месторождения отсутствуют.

Следовательно, 9 месторождений, расположенных на изучаемой территории, приурочены к аномальным особенностям распределения глубинного теплового потока. А такие месторождения как Широтное, Южно-Тамбаевское, Тамбаевское, не коррелируют с аномальными особенностями теплового потока.

Заключение

Путем решения обратной задачи геотермии в 37 глубоких скважинах рассчитаны значения плотности теплового потока и построена схематическая карта глубинного теплового потока изучаемой территории.

75% месторождений УВ, расположенных на изучаемой территории, тяготеют к аномальным особенностям распределения глубинного теплового

потока, что позволяет рассматривать возможность применения геотермического критерия в качестве поискового.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Исаев В.И., Галиева М.Ф., Крутенко Д.С. Геотермический критерий нефтегазоносности п-ва Ямал // Вестник РАЕН (ЗСО). – 2018. – вып. 21. – С. 3-9.
2. Исаев В.И., Искоркина А.А., Лобова Г.А., Лунёва Т.Е., Осипова Е.Н., Аюпов Р.Ш., Игенбаева Н.О., Фомин А.Н. Мезозойско-кайнозойский климат и геотермический режим нефтематеринской китербютской свиты арктического региона Западной Сибири // ГЕОРЕСУРСЫ. – 2018. - № 4. – С. 386-395.
3. Конторович В.А., Бердникова С.А., Калинина Л.М., Лапковский В.В., Поляков А.А., Соловьев М.В. Модель геологического строения и нефтегазоносность зоны контакта палеозойских и мезозойских отложений в Чузикско-Чижапской зоне нефтегазонакопления // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2006. – №5-6. – С. 91-102.
4. Крутенко Д.С., Галиева М.Ф. Глубинный тепловой поток и нефтегазоносность Ямала // Проблемы геологии и освоения недр: труды XXII Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых. Т.1. – Томск, 2018. – С. 410-411.
5. Курчиков А.Р. Гидрогеотермические критерии нефтегазоносности. – М.: Недра, 1992. – 231 с.
6. Лобова Г.А., Исаев В.И., Кузьменков С.Г., Лунева Т.Е., Осипова Е.Н. Нефтегазоносность коллекторов коры выветривания и палеозоя юго-востока Западной Сибири (прогнозирование трудноизвлекаемых запасов) // Геофизический журнал. – 2018. – Т. 40. – №4. – С.73-106.
7. Хуторской М.Д. Введение в геотермию: курс лекций. – М.: Изд-во РУДН, 1996. – 156 с.

И. Г. Яценко

КЛАССИФИКАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ СВОЙСТВ НЕФТЕЙ С РАЗЛИЧНЫМИ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИМИ И КАЧЕСТВЕННЫМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ

*ФГБУН Институт химии нефти Сибирского отделения Российской академии
наук, г. Томск*

Введение

В настоящее время известно более 20 тысяч месторождений нефти, размещенных в более чем двух сотнях нефтеносных бассейнах мира [1]. Нефти различных месторождений существенно различаются по физико-химическим и качественным показателям. Особенно большое различие и разнообразие свойств проявляют трудноизвлекаемые нефти, рассматриваемые в качестве основного источника прироста нефтедобычи в ближайшие годы в связи с истощением запасов наиболее доступных нефтей. Увеличение объемов добычи трудноизвлекаемых нефтей (ТИН) создает различные технологические, экологические и экономические проблемы не только при добыче, но и при транспортировке и переработке [2–8]. Решение этих проблем требует изучения особенностей химического состава, их качественных показателей, геологических и географических особенностей их залегания и др.

Качественные показатели ТИН с учетом особенностей их химического состава и физических свойств изучены недостаточно, что затрудняет решение технологических проблем нефтехимии и нефтепереработки. Кроме того, недостаточная изученность качественных особенностей таких нефтей затрудняет оценку перспектив и определение направлений развития нефтегазодобывающего и нефтехимического комплексов как в стране, так и в отдельных регионах.

Высокая степень сложности состава и свойств ТИН делает задачу их исследования неизмеримо более сложной по сравнению с обычными нефтями. Поэтому возникает необходимость в разработке новых методов и подходов к

изучению особенностей ТИН. Одним из перспективных направлений в исследовании нефтей можно рассматривать подход, основанный на применении классификации нефтей по различным основаниям (признакам). Сложность состава и свойств нефтей не позволяют разработать единую классификацию, удобную для проведения их исследований. Поэтому в зависимости от решаемых задач используют различные классификации.

Более эффективным, по нашему мнению, было бы совместное использование двух и более разнородных классификаций, построенных по различным основаниям. В связи с этим целью настоящей работы явилось последовательное рассмотрение вопросов совместного применения двух классификаций (по качественным показателям и по физико-химическим характеристикам) на примере сложных трудноизвлекаемых нефтей.

Методические аспекты проведения анализа

Объектом исследования являются трудноизвлекаемые нефти. Нами введен в рассмотрение широкий перечень основных типов трудноизвлекаемых нефтей, которые, можно условно разделить на 2 большие группы. К первой группе будем относить нефти с аномальными свойствами (например, с высокими вязкостью или плотностью, высоким содержанием твердых парафинов, с высокой газонасыщенностью, либо при наличии в растворенном и/или свободном газе агрессивных компонентов (H_2S , CO_2) в количествах, требующих применения специального оборудования при бурении скважин и добыче нефти и др.). Вторую группу трудноизвлекаемых нефтей, составляют нефти с осложненными условиями залегания (заклученные в геологически сложно-построенных пластах и залежах, в водонефтяных и газонефтяных зонах, 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 [1].

Для проведения анализа в качестве авторитетного источника количественной информации о нефтях использована база данных (БД) о нефтях, созданная в Институте химии нефти СО РАН. База данных зарегистрирована в Государственном регистре баз данных и в Роспатенте

(свидетельство № 2001620067) [1]. В БД в настоящее время по сравнению с ее объемом в 2001 г. (почти 7000 записей) представлено более 33540 образцов нефтей 6348 нефтяных месторождений из 191 нефтегазоносных бассейнов, расположенных на территории 94 нефтедобывающих стран (табл. 1). Источниками информации для формирования базы данных служат материалы, опубликованные в справочниках, научных статьях, монографиях и отчетах (более 1100 источников), а также полученные в институте по результатам химического анализа нефтей.

Для работы с БД используются средства геоинформационных систем ArcGis 10.2, позволяющая отображать интересующую пользователя информацию на цифровых картах.

Таблица 1 - Распределение информации в БД по странам и месторождениям с 2001 по 2019 гг.

Страна	Число записей		Количество месторождений	
	2001 г.	2019 г.	2001 г.	2019 г.
Австралия		149		484
Австрия	22	32	13	26
Азербайджан	184	671	58	94
Албания	4	20	3	19
Алжир		133		249
Ангола		38		159
Аргентина		33		165
Афганистан	25	37	7	8
Бангладеш	8	17	8	34
Бахрейн	7	2	4	1
Белоруссия	54	68	25	39
Бенин		1		1
Бирма	2	8	2	40
Болгария	9	14	6	10
Боливия		14		40
Босния и Герцеговина				1
Бразилия		105		331
Бруней	4	30	4	18
Великобритания	16	118	16	234
Венгрия	36	51	27	63
Венесуэла		393		263
Вьетнам		270		42
Габон		36		86
Гайана				1
Гана		1		10
Гватемала		1		7
Германия	54	92	46	229
Греция	1	3	1	2

Грузия	1	29	1	20
Дания	1	7	1	18
Египет		117		146
Заир		9		36
Израиль	4	7	4	14
Индия	61	82	12	93
Индонезия	50	126	47	257
Иордания				3
Ирак	60	93	30	80
Иран	44	88	31	112
Ирландия		2		10
Испания	1	7	1	18
Италия	24	41	23	154
Йемен		1		24
Казахстан	618	1803	144	333
Камерун		4		13
Канада		442		782
Катар	4	3	3	5
Киргизия	3	48	3	29
Китай	39	617	30	434
Колумбия		76		123
Конго		4		36
Кот-д'Ивуар		4		13
Куба		62		32
Кувейт	18	22	9	14
Латвия		1		1
Ливия		98		155
Литва	12	35	11	23
Мавритания		1		8
Мадагаскар		3		2
Малайзия	3	18	3	111
Марокко		22		26
Мексика		125		231
Мозамбик				2
Молдавия	2	2	1	3
Монголия	6	62	2	4
Нигерия		118		287
Нидерланды	18	37	18	119
Новая Зеландия		13		21
Норвегия	8	67	8	138
ОАЭ	7	28	5	56
Оман	3	9	3	137
Пакистан	20	30	17	53
Папуа-Новая Гвинея		17		26
Перу		20		55
Польша	25	49	24	89
Россия	4360	21105	1103	4445
Румыния	89	116	73	225
Саудовская Аравия	25	46	12	90
Сербия		72		44
Сирия	15	21	7	57

Словакия		35		38
Словения				3
Судан				5
США		1511		6945
Таджикистан	146	270	19	23
Таиланд	2	12	2	48
Тимор-Лесте (по терминологии ООН Тимор-Лешти)				5
Тринидад и Тобаго		37		69
Тунис		13		37
Туркменистан	88	884	32	170
Турция	12	24	10	51
Узбекистан	183	872	70	171
Украина	588	1273	115	228
Филиппины	5	9	5	36
Франция		39		69
Хорватия		14		35
Чад		7		14
Чехия		3		14
Чили		3		61
Швеция		10		8
Эквадор		35		70
Экваториальная Гвинея		3		3
Эфиопия				1
Южная Африка		1		4
Южный Судан		44		9
Япония	29	62	20	102

Перечень основных типов ТИН, согласно [1], представлен в табл. 2.

Таблица 2 - Общая характеристика использованных данных о разных типах ТИН по материалам БД

Типы трудноизвлекаемых нефтей	Объем выборки	Количество бассейнов	Количество месторождений
<i>Нефти с аномальными свойствами</i>			
Тяжелая (плотность более $0,88 \text{ г/см}^3$)	7769	130	2039
Вязкая (вязкость более $35 \text{ мм}^2/\text{с}$ при 20°C)	4419	70	1041
Сернистая (содержание серы более 3 % мас.)	1098	39	409
Смолистая (содержание смол более 13 % мас.)	2475	60	808
Парафинистая (содержание парафинов более 6 % мас.)	2761	60	913
Асфальтеновая (содержание асфальтенов более 10 % мас.)	471	47	236
С высокой газонасыщенностью (более $500 \text{ м}^3/\text{т}$)	150	29	95
С низкой газонасыщенностью (менее $200 \text{ м}^3/\text{т}$)	5002	70	1550
С высоким содержанием сероводорода (более 5 %)	143	21	74
С высоким содержанием ванадия (более 0,003 % мас.)	700	33	308

С высоким содержанием никеля (более 0,007 % мас.)	209	25	118
<i>Нефти в сложных условиях залегания</i>			
Слабопроницаемые коллекторы (менее 0,05 мдм ²)	2281	54	1113
Коллекторы с низкой пористостью (менее 8 %)	378	29	259
Большие глубины залегания (более 4500 м)	469	25	215
В прерывисто-сплошной криолитозоне (Россия)	2467	7	680
В островной криолитозоне (Россия)	3126	3	932
Пластовая температура выше 100 °С	1326	55	602
Пластовая температура ниже 20 °С	506	38	232

В указанной БД трудноизвлекаемые нефти с аномальными свойствами представлены 25190 образцами, ТИН с осложненными условиями залегания - 10550 образцами. Объемы выборочных совокупностей данных о нефтях каждого из рассмотренных типов трудноизвлекаемых нефтей, как видно из табл. 2, достаточно представительны, что позволяет получить статистически обоснованные результаты анализа.

Рассмотрим методические вопросы проведения анализа особенностей нефтей в стратегии классификационного подхода. Применительно к решению технологических и экономических проблем освоения нефтеносных территорий и развития нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей отраслей наибольшую важность в задачах анализа качества нефтей приобретают их потребительские свойства. Основными показателями, характеризующими потребительские свойства нефти и определяющими ее цену, являются плотность, выход фракций н.к.–200, н.к.–300 и н.к.–350 °С, массовая доля серы и концентрация хлористых солей [9].

Нами был предложен агрегированный количественный показатель - индекс качества нефти Q , учитывающий основные потребительские свойства нефти [9]. Приведенные в табл. 3 значения Q представляют собой средние значения индекса Q для каждого типа ТИН, которые рассчитаны по выборочным совокупностям данных (из БД) о плотности нефти, содержании в ней серы и трех светлых фракций (н.к.–200, н.к.–300 и н.к.–350 °С). Благодаря учету потребительских свойств нефти при расчете индекса качества, полученные значения Q позволяют ранжировать разные типы нефтей по качеству. Так, согласно данным табл. 3, наиболее высоким значением индекса качества

отличаются ТИН с высокой газонасыщенностью, а наиболее низкими - сернистые и асфальтеновые нефти.

Таблица 3. Расчетные значения индекса качества разных типов ТИН

Типы трудноизвлекаемых нефтей	Значение индекса качества
<i>Нефти высокого качества - класс 1 ($Q > 1.3$)</i>	
С высокой газонасыщенностью	2.22
С высоким содержанием сероводорода	1.51
С высокой пластовой температурой	1.47
В прерывисто-сплошной криолитозоне	1.401
С большой глубиной залегания	1.40
<i>Нефти среднего качества - класс 2 ($0.9 < Q \leq 1.3$)</i>	
В островной криолитозоне	1.26
В слабопроницаемых коллекторах	1.14
Парафинистые	1.12
С низкой газонасыщенностью	1.07
В коллекторах с низкой пористостью	0.98
С низкой пластовой температурой	0.92
<i>Нефти низкого качества – класс 3 ($Q \leq 0.9$)</i>	
Смолистые	0.81
Вязкие	0.80
С высоким содержанием никеля	0.79
С высоким содержанием ванадия	0.78
Тяжелые	0.76
Сернистые	0.71
Асфальтеновые	0.70

Однако наиболее важной с точки зрения рассматриваемых в статье вопросов является возможность использования индекса качества для классификации нефтей по качеству. Так, согласно табл. 3, ТИН разных типов могут быть условно сгруппированы в зависимости от величины Q в три класса: низкого, среднего и высокого качества. Граничные значения интервалов в классах определялись [9] из условия приблизительно равномерного распределения нефтей разных типов по 3 классам (по 5–7 типов в каждом классе).

Согласно выше изложенному, индекс качества, являясь обобщенным показателем качества, учитывает лишь ограниченный набор физико-химических параметров, что достаточно для проведения классификации нефтей по качеству, но не позволяет использовать индекс качества для выявления особенностей химического состава и физических свойств трудноизвлекаемых нефтей разных типов. Поэтому для более тщательного анализа особенностей физико-химических характеристик нефтей разных классов качества

необходимо дополнительно использовать разработанную нами в [1] классификацию нефтей по физико-химическим характеристикам. С учетом изложенных выше соображений предлагается в рамках классификационного подхода двухэтапная процедура анализа трудноизвлекаемых нефтей со сложными качественными и физико-химическими свойствами в следующем виде.

Этап 1. Проведение анализа нефтей по качественным показателям с разделением нефтей на три класса качества – высокого, среднего и низкого.

Этап 2. Проведение анализа особенностей свойств нефтей разных классов (высокого, среднего, низкого) качества по физико-химическим показателям.

Ниже излагаются результаты проведенного анализа ТИН в соответствии с предлагаемой процедурой.

Результаты и их обсуждение

Для изучения особенностей свойств ТИН на основе информации из БД были рассчитаны средние значения физико-химических показателей нефтей разных классов качества. Предварительные результаты расчета средних значений отдельных характеристик нефтей излагаются в [1, 9]. Однако за последние несколько лет, прошедших со времени публикации цитированных работ, появилось значительное число новых данных о нефтях, существенно пополнивших БД. Например, объемы данных за последние 5 лет увеличились по большинству показателей до 30-60 % (а количество записей с известным значением газосодержания в нефти - возросло более чем в 2 раза), что и потребовало уточнения ранее полученных результатов анализа особенностей свойств ТИН. Уточненные результаты классификационного анализа особенностей нефтей в виде средних значений физико-химических показателей нефтей разных классов качества представлены в табл. 4.

Таблица 4. Средние значения физико-химических показателей ТИН разных классов качества

Показатели	Нефти высокого качества	Нефти среднего качества	Нефти низкого качества
Плотность, г/см ³	0.83	0.86	0.91
Вязкость при 20 °С, мм ² /с	16.8	255.9	515.4
Содержание (% мас.):			
серы	0.5	1.1	2.1

твердых парафинов	8.7	7.2	3.8
смола	5.2	8.7	18.2
асфальтенов	1.2	2.2	4.9
фракции н.к.–200 °С	29.1	23.7	16.6
фракции н.к.–300 °С	49.6	42.6	32.3
фракции н.к.–350 °С	57.7	52.6	36.4
ванадия	0.0295	0.005	0.033
никеля	0.0001	0.0081	0.0092
сероводорода	16.6	1.7	1.5
Газонасыщенность, м ³ /т	293.6	73.1	38.3

Сравнительный анализ данных табл. 4 позволяет сделать следующие выводы. Отметим прежде всего особенности свойств ТИН высокого качества, который включает следующие типы трудноизвлекаемых нефтей: нефти с высоким содержанием сероводорода и высоким газосодержанием, «горячие» нефти из пластов с высокой температурой, нефти с большой глубиной залегания и нефти, расположенные на территории прерывистой и сплошной зон многолетней мерзлоты. Показано, что наиболее высокие качественные показатели имеют нефти с высокой газонасыщенностью, которые являются легкими, маловязкими, малосернистыми, умеренно парафинистыми, малосмолистыми и малоасфальтеновыми, отличаются высоким содержанием светлых фракций. Перспективные для будущего освоения нефти месторождений в зонах прерывистой и сплошной мерзлоты относятся к малосернистым, малосмолистым, малоасфальтеновым, среднепарафинистым, характеризуются высоким содержанием фракции н.к.–350 °С.

Аналогичным образом могут быть статистически (в среднем) оценены свойства ТИН двух других классов качества. Класс нефтей низкого качества включает 7 типов ТИН с аномальными физико-химическими свойствами (тяжелые, вязкие, «ванадиевые», «никелевые», сернистые, смолистые и асфальтеновые нефти). Запасы нефтей этого класса как в мире, так и в России огромны. Нефти этого класса качества оказались довольно близкими друг к другу по физико-химическим свойствам и относятся к нефтям сверхвязким, со средним содержанием парафинов, асфальтенов и фракции н.к.–300 °С, с низким содержанием фракций н.к.–200 и н.к.–350 °С.

Заключение

Результаты исследований, выполненных в статье, могут быть использованы для определения перспектив и направлений развития нефтеперерабатывающего и нефтехимического комплексов как в стране, так и в отдельных регионах. Транспортировка нефти по магистральным нефтепроводам сопровождается смешиванием нефтей разных месторождений с различными физико-химическими характеристиками. Смешение разных типов ТИН, различающихся по качеству, неизбежно приводит к существенному изменению качественных показателей образующейся смеси и оказывает влияние на стоимость товарной нефти. В связи с этим материалы статьи могут быть использованы также для оптимизации маршрутов транспортировки ТИН.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Яценко И.Г., Полищук Ю.М. Трудноизвлекаемые нефти: физико-химические свойства и закономерности размещения / Под ред. А.А. Новикова. Томск: В-Спектр. 2014. 154 с.
2. Исмагилов Ф.Р., Коханчиков Л.А., Богатырев Т.С. и др. Утилизация сернистого попутного газа // Химия и технология топлив и масел. 2011. № 1. С. 3-7.
3. Lur'e M.A., Shmidt F.K. Sulfur and Metal Contents - Genetic Aspects of Crude Oils// Chemistry and Technology of Fuels and Oils. 2009. V. 45. № 4. P. 242-245.
4. Каюкова Г.П., Петров С.А., Романов Г.В. Свойства базовых масел из тяжелых нефтей и природных битумов пермских отложений Татарстана в зависимости от степени их природной преобразованности// Химия и технология топлив и масел. 2014. № 2. С. 22-28.
5. Туманян Б.П., Романов Г.В., Нургалиев Д.К., Каюкова Г.П., Петрухина Н.Н. Перспективные аспекты преобразования высоковязких нефтей и природных битумов в промысловых условиях // Химия и технология топлив и масел. 2014. № 3. С. 6-8.
6. Петрухина Н.Н., Каюкова Г.П., Романов Г.В., Туманян Б.П., Фосс Л.Е., Косачев И.П., Мусин Р.З., Рамазанова А.И., Вахин А.В. Превращения высоковязкой нефти при каталитическом и некаталитическом акватермолизе// Химия и технология топлив и масел. 2014. № 4. С. 30-37.

7. Волгин С.Н., Тыщенко В.А. Анализ категорий "качество" и "эксплуатационное свойство" топлив, смазочных материалов и технических жидкостей// Химия и технология топлив и масел. 2014. № 5. С. 49-53.

8. Шарф И.В., Борзенкова Д.Н. Трудноизвлекаемые запасы нефти: понятие, классификационные подходы и стимулирование разработки // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 2-16. – С. 3593-3597; URL: <http://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=37827> (дата обращения: 10.04.2019).

9. 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.

УДК 553.98.041

В.В. Ростовец¹, Е.Ю. Липихина¹, В.Г. Лукьянов¹, В.Н. Ростовец²

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ. ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

*¹Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
г. Томск*

²Акционерное общество «ТОМКО», г. Томск

В ближайшие десятилетия главными рычагами экономики России останутся две трубы – нефтяная и газовая. К сожалению, в среднесрочной перспективе Россию неминуемо ждет снижение объемов добычи нефти. Экономически эффективных, способных оперативно восполнить падающую добычу, месторождений в нашей стране практически не осталось. Страна лишилась системного, планового, объемного финансирования геологоразведочных работ. Решить эту проблему могут только инновационные технологии. [1, 2] Одна из них – технология квантово-оптической фильтрации космоснимков, созданна специалистами АО «ТОМКО» с участием академиков ЗСО РАЕН.

Технология квантово-оптической фильтрации космоснимков (КОФиКС) создана специалистами АО «ТОМКО», под руководством

академика РАЕН Ростовцева В.Н. и модернизирована к.г.-м.н. Ростовцевым В.В., благодаря финансовой и моральной поддержке Лайнвебера В.В. Она позволяет в любой точке мира выявлять границы прогнозируемых месторождений, в не зависимости от сложности их строения, возраста, литологии горных пород, типа ловушек. Территория поиска площадью в 1000 км² исследуется в течение 6 месяцев.

Для реализации этой технологии была создана специализированная лаборатория. Основной фрагмент данной лаборатории представлен на рис.1.

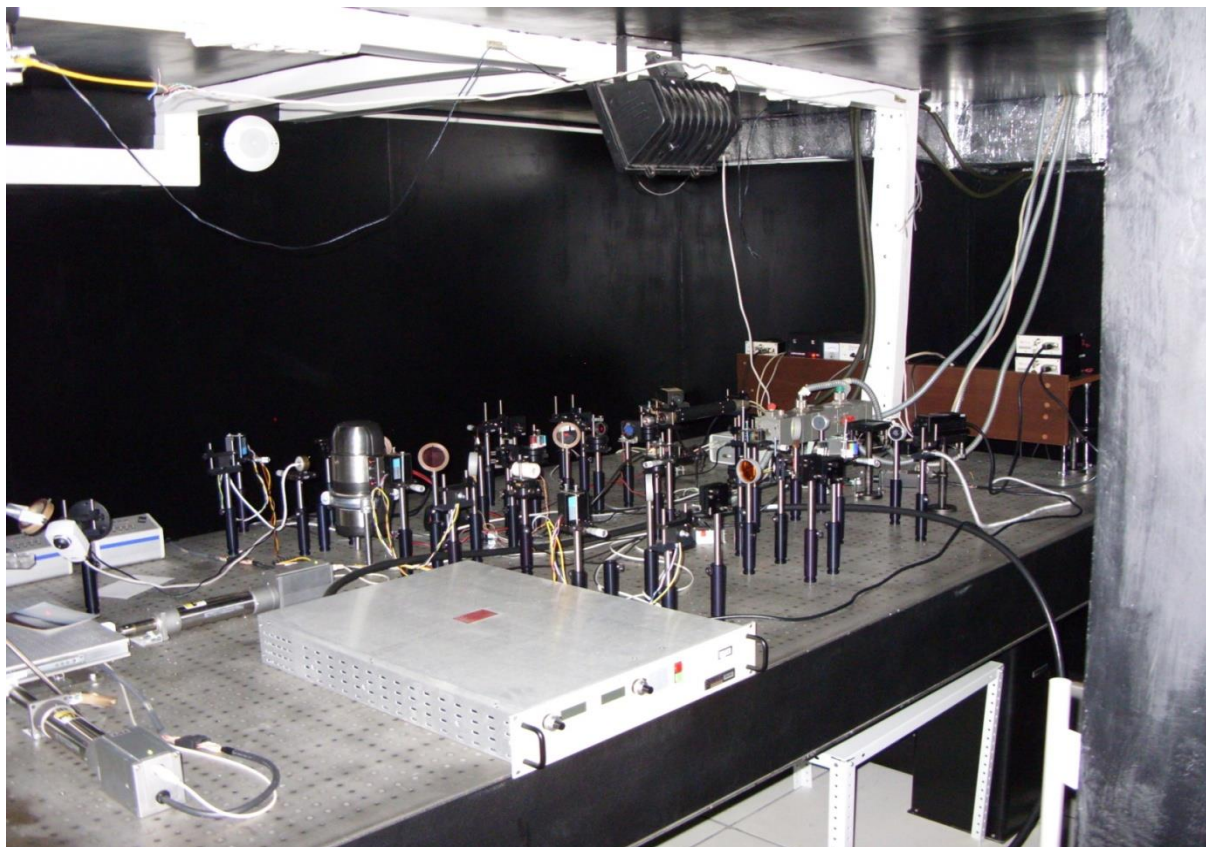


Рисунок 1. Основной фрагмент лаборатории для проведения квантово-оптической фильтрации космических снимков с целью выявления границ месторождений нефти и газа

Основой технологии КОФиКС является исследование электромагнитных сигналов, генерируемых искомыми веществами, которые располагаются в литосфере Земли. Любое вещество, известное в пределах Вселенной, имеет свой электромагнитный спектр, в том числе и углеводороды. [3] Следовательно, для поиска месторождений нефти нам необходимо иметь электромагнитную сигнатуру углеводородов, иначе говоря, их электромагнитный спектр.

Большое значение для решения поставленной задачи имеет выбор частотного диапазона спектра, так как регистрирующая аппаратура, как на искусственных спутниках Земли, так и в лабораторных условиях имеет свои ограничения по частотному диапазону. Эти ограничения определяются конструктивными особенностями, применяемыми материалами, методиками измерений и т.д.

Прежде чем быть зафиксированным, сигналу необходимо преодолеть как минимум толщину горных пород, а, если сигнал фиксируется аппаратурой спутника, то и атмосферу. При распространении любого волнового сигнала, в том числе электромагнитного, волна при движении теряет энергию, при чем, тем больше, чем она короче (выше ее частота).

Дальность распространения волны в среде определяется уравнениями (1, 2).

$$\delta = \frac{1}{\omega \cdot \left\{ \left[\sqrt{1 + \left(\frac{\gamma}{\varepsilon \cdot \omega} \right)^2} - 1 \right] \cdot \frac{\varepsilon \cdot \mu}{2} \right\}^{\frac{1}{2}}} \quad (1),$$

где: δ – толщина скин-слоя, ω – круговая частота, ε – диэлектрическая проницаемость среды, μ – магнитная проницаемость среды, γ – удельная проводимость среды.

$$h_{\text{эф}} = \frac{\delta}{\sqrt{2}} \quad (2),$$

где $h_{\text{эф}}$ – эффективная глубина проникновения поля.

Из выражений (1) и (2) видно, что наибольшее расстояние распространения будет иметь волна с низкой частотой (большой длиной волны). При этом возникает другая проблема: с ростом длины волны уменьшается разрешающая способность. Соответственно, теоретически может возникнуть ситуация, при которой волна «обогнет» датчик космического аппарата и не будет зафиксирована. В реальности такого не происходит. Мы считаем, что данный эффект объясняется тем, что низкочастотный сигнал, приходящий с глубины, накладывается на более высокочастотный сигнал отраженного от поверхности солнечного света и модулирует его. Из этого заключения следует вывод, что низкочастотный сигнал однозначно

фиксируется аппаратурой спутников Земли по средствам фиксации модулированного относительно высокочастотного сигнала.

Такова в самом общем виде теоретическая основа данной технологии. Немаловажным моментом является создание в лаборатории систем защиты от многочисленных помех.

Лаборатория АО «ТОМКО» ориентирована на создание образа искомого объекта, который в чистом виде не является спектром искомого вещества, однако напрямую зависит от него.

Образом искомого объекта, в нашем случае, является запись низкочастотного электромагнитного сигнала искомого вещества, получаемого на основе образца в лабораторных условиях, на высокочастотный несущий сигнал, в роли которого выступает луч лазера.

Несомненно, что такая модель, как и любая другая, не является абсолютно исчерпывающей для описания гораздо более сложного естественного процесса. Тем не менее, точность ее вполне достаточна для решения поисковых задач. Вместе с тем, имеется и ряд ограничений при таком подходе. Во-первых, данный подход вынужденно носит вероятностный характер, что требует выработки некоторых пороговых критериев.

В результате многолетних опытных работ было установлено, что универсально надежным пороговым критерием является уровень совпадения с эталоном 75% и выше. Во-вторых, было выявлено, что наилучшие результаты достигаются при спокойном состоянии искомого вещества, поскольку модельный спектр снимается при отсутствии какого-либо движения.

Таким образом, процесс активной разработки месторождения оказывает серьезное влияние на результат. В-третьих, до конца не определен нижний порог количества искомого вещества, необходимого для надежного прослеживания сигнала. Однако, многолетние опытные работы показывают, что технология способна выявлять достаточно мелкие по размерам зоны, которые по определению не могут контролировать большие объемы углеводородов.

Обобщая все вышесказанное, можно кратко сформулировать физические основы технологии следующим образом. Залежи углеводородов в силу своих физических свойств и химического состава генерируют уникальный электромагнитный сигнал во всем имеющемся диапазоне частот (длин волн). Высокочастотная составляющая этого сигнала не в состоянии преодолеть толщу горных пород, перекрывающих залежь, и атмосферу, а потому не способна быть зафиксирована искусственными спутниками Земли. Низкочастотная составляющая преодолевает вышеозначенные препятствия и по механизму модуляции накладывается на несущую частоту, в роли которой выступает отраженный от поверхности Земли солнечный свет.

Такой механизм позволяет надежно зарегистрировать сигнал с помощью аппаратуры искусственных спутников Земли и «зашифровать» его в изображении земной поверхности. На рисунке 2 приведен электромагнитный сигнал образца нефти, отобранного на одном из месторождений ХМАО Западной Сибири.

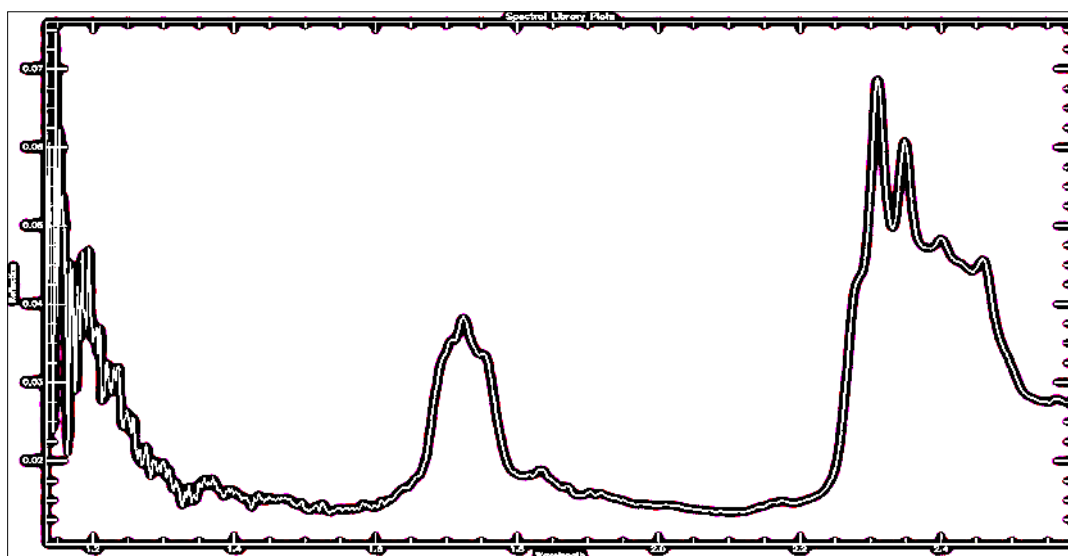
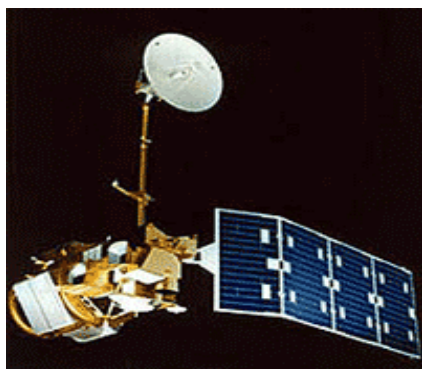
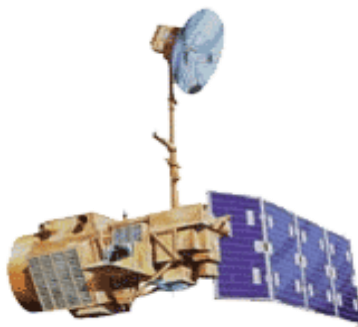


Рисунок 2. Электромагнитный сигнал образца нефти из одного месторождения ХМАО Западной Сибири

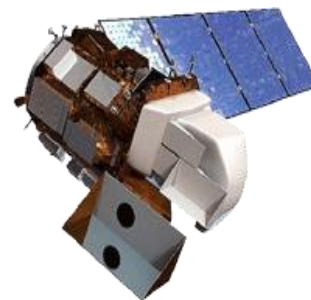
Для поведения исследований технологией КОФиКС используются космиеоснимки снятые спутниками земли (рисунок 3).



Landsat 4



Landsat 5



Landsat 8

Рисунок 3. Искусственные спутники Земли, космоснимки которых используются для КОФиКС

Процедура исследований при квантово-оптической фильтрации космоснимков осуществляется по разработанной схеме (рисунок 4).

Схема проведения анализа



Рисунок 4. Этапность проведения исследований технологии КОФиКС

Технология КОФиКС способна в короткие сроки выявлять границы прогнозируемых месторождений в районах, которые с позиций осадочно -

миграционной теории происхождения месторождений нефти и газа считаются бесперспективными (рисунки 5, 6) [4].

Появление нефтяной промышленности на берегах Амура изменит экономику Дальнего Востока в целом. Аналогичная ситуация наблюдается и в Томской области, где на бесперспективных землях по данным технологии КОФиКС выделена серия месторождений углеводородов. (рисунок 6).



Рисунок 5. Месторождения углеводородов на Дальнем востоке по данным технологии КОФиКС (Ростовцев В.В., 2016 г)

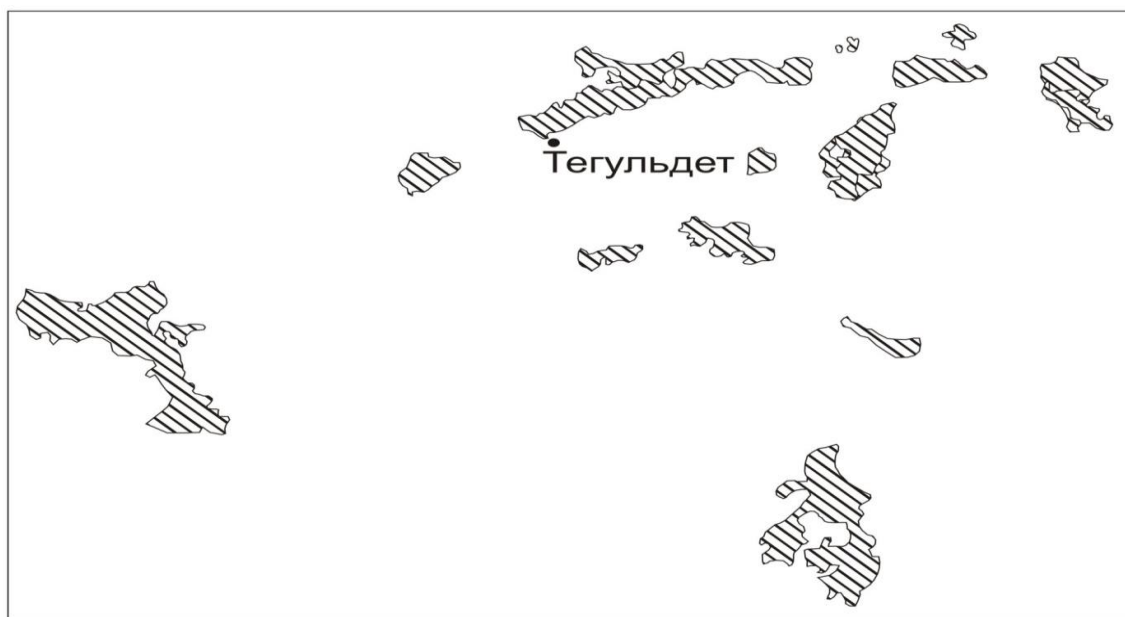


Рисунок 6. Границы месторождений нефти и газа по данным технологии КОФиКС в Тегульдетском районе Томской области (Ростовцев В.Н., Ростовцев В.В., 2016 г)

В последние пять лет нефтяная промышленность Томской области значительно снижает годовые уровни добычи нефти. Она пытается решить эти проблемы за счет трудноизвлекаемых запасов и палеозоя в Нюрольской впадине.

Эти направления не решат поставленных задач, как по наращиванию эффективных запасов нефти, так и по наращиванию уровней добычи. На десятки крупных месторождений, выявленных технологией КОФиКС, «ТОМСКНЕДРА» и администрация области внимание не обращает. «Умом Россию не понять», хотя все говорят о необходимости инновационных технологий, но когда они приходят, они не востребованы, пока их аналоги не придут из США, Германии, Франции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дмитриевский А.Н. Фундаментальный базис новых технологий нефтяной промышленности// Нефтяное хозяйство. – 1997. -№ 11, -С. 2-5.
2. Байбаков Н.К. О повышении нефтеотдачи пластов// Нефтяное хозяйство. – 1997. -№ 11, -С. 6-9.
3. Тарновский Е.И. Метод определения относительного количества и состава фаз углеводородного сырья нефтегазоконденсатного месторождения/ Проблемы и пути эффективного освоения минерально-сырьевых ресурсов Сибири и Дальнего Востока. Труды Востокгазпрома: Научно-технический сборник – Томск: STT, 2000 – С. 254 -256
4. Ростовцев В.В. Перспективы нефтегазоносности юго-востока Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции : монография. – Томск: изд-во ТПУ, 2012. -240 с.

УДК 553.313 (571.16)

В. А. Домаренко, А.Я. Пшеничкин, В.П. Дмитриенко

КОМПЛЕКСНЫЕ РУДЫ БАКЧАРА: ИСТОРИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ.

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
г. Томск*

Западно-Сибирский железорудный пояс прибрежно-морских осадочных оолитовых гётит-гидрогётит-лептохлоритовых руд хемогенного происхождения является крупнейшим в мире и представляет собой полосу шириной около 150 км и протяжённостью около 6000 км от бассейна р.р. Турухан, Большая Хета на северо-востоке до истоков р. Омь на юго-западе, обрамляя с востока и юга Западно-Сибирскую низменность с общей площадью до 300000 км². На западной окраине пояса находятся Лисаковское и Аятское железорудные месторождения (Республика Казахстан), на восточной, в пределах Томской области, – объекты Колпашевского и Бакчарского узлов комплексных железоредкоземельных руд. Ресурсы железных руд Западно-Сибирского пояса оцениваются почти в 900 млрд. т, в т.ч. Бакчарского – в 28 млрд. т [Бабин, 1964].

Бакчарское железорудное месторождение расположено в юго-восточной части Западно-Сибирской низменности и занимает междуречье рек Андарма и Икса, составляющих вместе с системой рек Бакчар, Галка и Тетеренка верховья р. Чаи, левого притока р. Оби. Площадь месторождения около 1200 км². В бакчарских железных рудах обнаружены сопутствующие элементы, важные для развития электронной техники и новых технологий: V (V₂O₅ до 25 г/т), Mn, P, Ti, Co, Zn Sc Mo Ge, Be, Zr, Y, U, Th, редкие и редкоземельные элементы (Ce, La, Sm, Eu, Y, Yb, Lu и др.), благородные металлы (Pt, Pd, Au, Ag) [Пшеничкин, 2000].

Систематическое геологическое изучение района началось после Великой Отечественной войны.

В 1945 г. В.П. Казаринов высказал предположение о возможности обнаружения в прибрежно-морских осадках мезозоя и кайнозоя восточной части Западно-Сибирской низменности осадочных железных руд, марганца и алюминия. Впоследствии эта гипотеза блестяще подтвердилась.

В 1947-1950 гг. под руководством М.П.Нагорского была проведена геологическая съемка листа 0-44, составлена геологическая карта масштаба 1:1000000 и объяснительная записка к ней [Нагорский, 1951], где были изучены и описаны четвертичные отложения, пользующиеся повсеместным распространением, выходы на дневную поверхность пород неогена и палеогена.

С 1947 г. на территории Западно-Сибирской плиты начаты планомерные геолого-разведочные и геофизические работы на нефть трестами Запсибнефтегеология и Сибнефтегеология.

При бурении глубоких и структурных скважин в 1947–1949 гг. в районе г. Колпашева геологи нефтяники вскрыли два горизонта железистых песчаников оолитового строения, служащих надёжными маркирующими горизонтами. Первое описание этих руд по керну опорной скважины было сделано сотрудниками Запсибнефтегеологии и Е.М.Шумиловой (ЗСФ АН СССР). Химические анализы руд показали промышленное содержание валового железа. В связи с этим Западносибирским геологическим управлением были выданы рекомендации по опробованию керна всех структурных скважин треста Запсибнефтегеологии. Для этого в 1956 г. при Томской комплексной экспедиции ЗСГУ была организована опробовательская партия под руководством А.А.Бабина (1956–1957) (в дальнейшем – А.П.Бердникова (1957–1958), Е.Я. Горюхина (1959–1961)) для систематического опробования керна всех скважин Запсибнефтегеологии с целью выявления и оценки железорудности.

Опробовательскими работами было выявлено широкое площадное распространение осадочных железных руд вдоль восточного обрамления Западно-Сибирской плиты, протягивающихся от Кулунды до низовьев р. Енисея, и позволили определить контуры нового железорудного пояса.

Результаты опробования, освещенные в работах М.П. Нагорского, И.Б. Санданова и др. (1957), М.П. Нагорского и Ю.П. Зайченко (1957), Калугина (1957), С.А. Скрובה (1957), А.П. Бердникова и др. (1958) и Е.Я. Горюхина (1959), А.А. Бабина и А.С. Донченко (1959) и других исследователей, показали, что Западно-Сибирский пояс – это крупнейшее скопление осадочных железных руд с запасами, исчисляемыми сотнями миллиардов тонн.

Широкое площадное распространение оолитовых железных руд морского происхождения побудило руководство ЗСГУ к организации поисковых работ на железо, алюминий, марганец, фосфор и другие полезные ископаемые в южных районах Западно-Сибирской плиты и в первую очередь в районах, непосредственно примыкающих к Транссибирской магистрали. С этой целью в 1957-1958 гг. вдоль тракта Томск – Бакчар -Подгорное Бакчарской партией Томской комплексной экспедиции (ТКЭ) ЗСГУ были проведены поиски железных руд. Первой же скважиной, пробуренной в с. Бакчар, на глубине 161.6 м в верхнее меловых отложениях были вскрыты плотные гидрогетитохлорит-сидеритовые и рыхлые гидрогетит-хлоритовые руды. В последующем было установлено, что оолитовые бурые железняки залегают тремя пологопадающими на запад горизонтами площадью около 450 кв. км, в последующем она была увеличена до 1200 кв.км, а общая мощность рудоносной толщи 50–60 м.

Бакчарской партией было пробурено 40 картировочных скважин, 10 гидрогеологических и 5 опробовательских скважин (для отбора технологической пробы весом 2-2,5 т). Из 55 пробуренных скважин 42 вскрыли рудную толщу на полную мощность, 5 вошли в рудную толщу, но не вскрыли её полной мощности, и 8 – не углубились ниже кровли эоценовых глин. В результате прогнозно-поисковых работ ресурсы руды были оценены в 18 млрд. т со средним содержанием железа 38,6% при мощности рудного пласта 13,8 м. Выявлены три перспективных участка (Восточный, Центральный и Западный), однако объекты не получили окончательной оценки не поставлены на баланс в ГКЗ, исключительно технологическим причинам – низким выходом

керна(Бабин, 1964). Полученные геологические материалы были обобщены в отчёте А.А. Бабина и А.С. Донченко (1959).

В 1955 и 1962 гг. Нерудной партией ТКЭ на Бакчарском и Полынянском месторождениях кирпичных глин были проведены разведочные работы. В отчетах Л.Н. Броцкой, И.П. Матецкого суглинки обоих месторождений характеризуются как возможная база для производства кирпича марки 100, подсчитаны запасы и определены технологические свойства глин.

В 1962-1964 гг. партией Томской геологоразведочной экспедицией под руководством А.А. Бабина была произведена комплексная геологическая съёмка листа 0-44-XXIX в масштабе 1: 2000000. В отчёте А.А. Бабина, О.А. Гусельникова и др. впервые для данной территории дано описание строения и состав верхнемеловых и кайнозойских отложений, охарактеризовано геологическое строение, история геологического развития и гидрогеологические условия. Оконтурен и детально изучен Восточный участок которого рекомендован под детальную разведку. На западном фланге месторождения подтверждено наличие Парбигского вала, имеющего субмеридианальное простирание, впервые выявленного Ф.Г. Гурари (1957, 1959; Южин, 1961). Результаты этих работ послужили основой для составления Государственной геологической карты района и объяснительной записки к ней.

После установления широкого площадного распространения оолитовых железных руд в Среднем Приобье и открытия Бакчарского рудного узла к изучению данной проблемы подключились достаточно большие коллективы геологов производственных и научных организаций (Ю.П. Казанский, Н.Х. Белоус, И.В. Николаева, А.Н. Кондаков, Т.И. Гурова, Е.В. Шумилова, А.А. Бабин, Е.Г. Сорокина и др.).

В 1964 г. в издательстве СО АН СССР (г. Новосибирск) вышла коллективная монография «Западносибирский железорудный бассейн» под редакцией чл.-корр. АН СССР Ф.Н. Шахова, где были обобщены все имеющиеся на тот момент сведения о железорудном бассейне: общие предпосылки образования руд, тектоническое строение и история развития района, геолого-экономическая характеристика отдельных месторождений,

минеральный состав, типы руд и пород пояса, литолого-фациальное строение рудовмещающих горизонтов, рассмотрены вопросы генезиса руд и даны общие сведения о путях их освоения [Западно-Сибирский. – Новосибирск: СО АН СССР, 1964].

В 1965 г. Н.Х. Белоус была защищена докторская диссертация «Гипергенные морские железорудные поля Средней Сибири и условия их образования», где она в разрезе собственно Бакcharского месторождения выделяет шесть, а с учётом других районов, пятнадцать рудных горизонтов и двадцать типов руд. Верхний (бакcharский) рудный горизонт она (как и Ю.П. Казанский, И.В. Николаева, А.Н. Кондаков) считает эоценовым [Белоус, 1965].

В 1967 г. в издательстве Наука (г. Новосибирск) была опубликована монография И.В. Николаевой «Бакcharское месторождение оолитовых железных руд». В монографии даётся описание руд и отдельных минералов месторождения, стратиграфия рудоносных отложений, разработана классификация руд, где выделено 14 их разновидностей, группирующихся, в пять основных типов руд [Николаева, 1967].

В 1968 г. А.Н. Кондаковым, аспирантом проф. А.М. Кузьмина, защищена кандидатская диссертация «Фациально-геохимические особенности и механизм оолитообразования осадочных железных руд Бакcharского месторождения». Им отмечается, что рост оолитов осуществляется путём наслоения вещества снаружи и в процессе диффузии и периодического отложения внутрь замкнутой системы (по типу колец лизиганга), сопровождающегося метасоматическими явлениями [Кондаков, 1968].

В 1969 г. А.А. Бабиным под научным руководством проф. А.М. Кузьмина была защищена кандидатская диссертация «Бакcharское железорудное месторождение (геология, закономерности размещения и генезис железных руд)» [Бабин, 1969]. Это наиболее полная сводка по геологии, стратиграфии, минералогии, типам руд, условиям их формирования и размещения. В работе также даются рекомендации по разработке Бакcharского рудного узла. Работа не утратила своей актуальности и до сих пор.

Первые работы по геофизическим исследованиям в пределах Бакчарского рудного узла носили рекогносцировочный мелкомасштабный характер. Так, в 1948-1950 гг. Колпашевская геодезическая экспедиция во главе с С.М. Демидовым (1950) провела рекогносцировочную сейсмическую съёмку методом отраженных и преломленных волн по маршруту Томск-Бакчар-Панычево. Работами установлено общее погружение фундамента на северо-запад и отмечены два локальных поднятия: одно западнее с. Бакчар, второе – между с. Полынянка и Гавриловскими бараками.

В 1948-1958 гг. Колпашевской геофизической экспедицией были проведены гравиметрические и магнитометрические исследования по маршруту Бакчар-Томск. В районе Красный Бакчар – Гавриловские бараки на фоне нормального поля Г.Д. Баженов (1955) и А.И. Аранов (1958) выделили участок с повышенными значениями ΔT магнитного поля.

В 1952 г. Колпашевской геофизической экспедицией на Бакчарской площади проведены рекогносцировочно-площадные сейсморазведочные работы методом отраженных волн. На структурной схеме строения опорного отражённого горизонта выделены северный и западный склоны Бакчарского поднятия.

В том же году под руководством М.А. Новицкой (1953) проведены гравиметрические работы по маршруту Плотниково-Бакчар-Парбиг и площадные работы на Бакчарской площади. На карте масштаба 1: 200000, построенной в результате этих работ, отмечена общая согласованность в направлении изоаномал силы тяжести и изогипс опорного отражающего горизонта.

В 1952-1953 гг. на Бакчарской площади по маршруту р. Иксы от с. Плотниково до д. Титовки проведены сейсморазведочные работы одноприборной партией № 11/53, методическое руководство которой осуществлял В.П. Боронин. В результате работ построена структурная схематическая карта юго-восточной части Бакчарской площади масштаба 1:200000 (1954).

В зимние периоды 1955-1956 гг. Бакcharская двухотрядная партия № 56/55-56 под руководством В.А. Воинова (1956) провела сейсморазведочные работы на площади Красно-Бакcharской локальной структуры. По отражённому горизонту «В» была составлена структурная карта Красно-Бакcharского поднятия в масштабе 1:100000 с сечением изогипс через 35 м. Выявленное Красно-Бакcharское поднятие может быть отнесено к структурам III порядка и, несмотря на ограниченные размеры и небольшую амплитуду, представляет интерес для поисков нефти и газа в этом районе.

В 1955-1956 гг. Максимовская гравиметрическая партия № 61/55-56 под руководством Г.Д. Баженова (1956) провела в восточной части Бакcharской площади гравиметрическую съёмку с плотностью 1 точка на 6,3 кв. км. К югу от с. Плотниково установлено увеличение силы тяжести, что даёт основание предполагать наличие в районе населённых пунктов Бобровка-Лабычев одной локальной положительной структуры.

Зимой 1956-1957 гг. Бакcharская сейсмическая партия № 60/55-57 провела сейсмические исследования методом отражённых волн на значительной части описываемой территории. Партией выявлено, что Красно-Бакcharское поднятие представляет собой «структурный мыс» на фоне регионального подъёма мезозойских горизонтов в юго-восточном направлении (А.А. Смыслов, 1957).

В это же время (1956-1957 гг.) под руководством С.С. Славгородской проведён небольшой объём сейсмических работ вдоль р. Иксы. Работы носили маршрутный характер между населёнными пунктами Титовка и Максимовка и далее на север вдоль р. Иксы, а затем по дороге на д. Тунгусово (бассейн р. Обь). Этими работами установлен плавный региональный подъем палеозойского фундамента в сторону юго-восточного обрамления плиты.

С конца 60 гг. прошлого столетия никаких работ в этом регионе никаких работ не проводилось. Причиной прекращения геологоразведочных работ на месторождении в 60 гг. XX в. было отрицательное заключение по гидрогеологическим и горно-техническим условиям его эксплуатации ввиду высокой водообильности рыхлого разреза.

В 1995 г. во втором томе книги «Платина России» (1995) была опубликована статья Г.М. Шора с соавторами «О возможности выявления гидрогенного платиноидного оруденения в чехле юго-восточной части Западно-Сибирской плиты» [Шор,1995], которой впервые приведены данные о повышенных концентрациях Pt, Pd, Ir, Au, Ag в железоносных горизонтах Колпашевского рудного узла. В ней впервые поднят вопрос о комплексном изучении и последующей комплексной переработке осадочных железных руд Западно-Сибирского железорудного пояса.

В 1996-1997 гг. группой сотрудников «Геоцентра» ТПУ под руководством Е.В. Черняева (1997) в рамках хоздоговорной работы с Комитетом природных ресурсов по Томской области был проведён анализ и обобщение всей имеющейся на тот момент геологической, геохимической, гидрогеологической информации по Томской области и составлена программа геологического изучения и развития минерально-сырьевой базы Томской области. Были обобщены и все материалы по Бакчарскому железорудному месторождению, где приведены некоторые данные о повышенных концентрациях в рудах ряда редких элементов и в частности ванадия.

В 1997-1999 гг. в рамках госбюджетной темы «Выявление платиноносности осадочных железных руд Бакчарского месторождения с целью его комплексного освоения» (научный руководитель А.Ф. Коробейников, ответственный исполнитель А.Я. Пшеничкин) региональной НТП «Прогресс и регион» в геолого-аналитическом центре «Золото-платина» при ТПУ впервые было проведено определение в рудах Бакчара методом инверсионной вольтамперометрии Pt, Pd, Au. В ряде проб нарымского, колпашевского и бакчарского горизонтов были выявлены повышенные концентрации Pt, Pd, Au. Была поставлена проблема комплексного изучения железных руд Бакчарского железорудного месторождения [Коробейников, Пшеничкин, 1997; Пшеничкин, 1997; Пшеничкин, Коробейников, Колпакова, 1999-2000, Домаренко, Тепляков и др., 2001,].

Интерес к бакчарским рудам возрос в конце прошлого, начале этого века в связи с дефицитом сырья для Западно-Сибирских и Уральских

металлургических комбинатов. И благодаря созданию в январе 2001 г. специализированного предприятия по освоению месторождений твёрдых полезных ископаемых и подземных вод – Томской горнодобывающей компании (ТомГДК) под руководством М.С. Паровинчака проблема бакчарских руд сдвинулась с мёртвой точки. Было пробурено ряд скважин, проведено доизучение Бакчарского рудного узла. Апробирована перспективная технология добычи руды – скважинная гидродобыча. В 2008 г. добыто первые 1000 т руды [Паровинчик, 2008]. Однако, и по результатам этих работ в силу нарушения методики поисковых и оценочных, некачественной подготовки отчетных материалов запасы также не были утверждены.

Очередная попытка поставить запасы на баланс в 2014г. компанией «ГелиоТом» не имела особого успеха.

В 2008 году нами выполнялись исследования в рамках гранта РФФИ № 08-05-99001 и договору № 309 от 24.07.2008 г. с Администрацией Томской области по теме «Изучение закономерностей распределения благородных и редких металлов в железных рудах Бакчарского месторождения» (Научный руководитель А.Я. Пшеничкин). Инверсионно вольт-амперометрическим (Pt, Pd, Au, Re), нейтронно-активационным (на 25 редких и редкоземельных элементов), спектральным полуколичественным (на 48 элементов) анализами в различных типах руд, рудных горизонтах и вмещающих породах выявлены повышенные концентрации благородных (Pt – 10-90 мг/т; Pd – 10-77 мг/т; Au – 0,01-0,64 г/т, в единичных пробах до 4,11 г/т), редких и радиоактивных (в г/т): Sc до 28-37, Sr до 520, Rb до 220-270, Sn до 49, La до 122, Ge до 444, Sm 42, Hf 3-35, Ce до 300, Cs до 8, Th до 31, U до 8,6. Различные типы руд и железорудных горизонтов существенно отличаются друг от друга по широкому спектру элементов. Распределение элементов в рудах, как правило, крайне неравномерное.

Однако в подавляющем большинстве работ не ставится вопрос о комплексном освоении и металлургическом переделе железных руд Бакчарского узла с извлечением всех ценных компонентов, кроме Г.М. Шор с соавторами [1995] и группы научных сотрудников ТПУ, которыми при

выполнении тематических исследований в бакчарских рудах выявлены повышенные концентрации Pt, Pd, Ir, Au, Ag, редких элементов (Sc, Be, Ge, Y, Mo, V, TR, U, Th) [Пшеничкин и др., 1997-2000, 2011; Домаренко и др 2001, 2008; Пшеничкин, Домаренко, 2011], и многие другие.

В настоящее время эта проблема Западно-Сибирского железорудного пояса широко обсуждается как в прессе, так и на разного уровня совещаниях, конференциях, симпозиумах [Е.М. Асочакова, Г.Ю.Боярко, В.А Домаренко, О.М. Гринев, А.Ф. Коробейников, А.Я. Пшеничкин, и др.]. В последнее время по материалам исследований защищены три кандидатские диссертации.

В 2013 г. аспиранткой ТГУ Е.М. Асочаковой защищена диссертация на тему «Минералого-геохимические особенности железнакопления в мел-палеогеновых толщах Западной Сибири на примере Полынянского участка Бакчарского месторождения».

В 2015 г. аспирант ИПР ТПУ М.А. Рудмин защитил диссертацию на тему «Седиментационная модель и типы руд Бакчарского железорудного проявления (Томская область)».

В 2017 г. аспирантом ИПР ТПУ И.Р. Шайхиевым защищена диссертация на тему «Эколого-геохимическое состояние компонентов природной среды Бакчарского района на территории предполагаемого освоения ресурсов железных руд», где дана прогнозная оценка эколого-геохимического состояния компонентов природных сред территории Бакчарского района на начальном этапе формирования природно-техногенной системы, которая связана с проведением геолого-разведочных работ и последующей отработкой объекта.

Однако в подавляющем большинстве работ не ставится вопрос о комплексном освоении и металлургическом переделе железных руд Бакчарского узла с извлечением всех ценных компонентов, кроме Г.М. Шор с соавторами [1995] и группы научных сотрудников ТПУ, которыми при выполнении тематических исследований в бакчарских рудах выявлены повышенные концентрации Pt, Pd, Ir, Au, Ag, редких элементов (Sc, Be, Ge, Y, Mo, V, TR, U, Th) [Пшеничкин и др., 1997-2000, 2011; Домаренко и др 2001, 2008; Пшеничкин, Домаренко, 2011], и многие другие.

Выводы

Таким образом, история освоения Западно-Сибирского железорудного пояса продолжается. Имеющийся в настоящее время минералогический материал показывает, что осадочные оолитовые железные руды разных горизонтов Бакcharского месторождения в той или иной степени обогащены Pt, Pd, Ir, Au, Ag, редкими, рассеянными и радиоактивными элементами (Sc, Be, Ge, Y, Mo, V, U, Th и др.) – всё это даёт основание говорить о комплексном характере руд Бакcharского узла. Не все однозначно с генезисом руд.

Интерес к бакcharским рудам, которые могут решить проблему дефицита западно-сибирских и уральских металлургических комбинатов, в настоящее время проявляют компании «ЕвразХолдинг», «Митчел», «Уральская горно-металлургическая компания» и др., а развитие новых технологий добычи (скважинная гидродобыча) и транспортировки руды (гидротранспортировка пульпы по магистральным трубопроводам) позволяет сейчас более оптимистично смотреть на перспективы комплексного освоения месторождений Западно-Сибирского железорудного пояса.

*Публикация осуществлена при финансовой поддержке Российского фонда
фундаментальных исследований 19-45-700001\19*

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Асочакова Е.М., Автореферат дисс. на соискан. ученой степени к.г.-м.н. –Томск: ТПИ, 2015.- 22 с.
2. Бабин А.А. Геолого-экономическая характеристика Бакcharского и Южно-Колпашевского месторождений // Западно-Сибирский железорудный бассейн. – Новосибирск: СО АН СССР, 1964. –С.270-298.
3. Бабин А.А. Бакcharское железорудное месторождений (геология, закономерности размещения и генезис железных руд). – Автореферат дисс. на соискан. ученой степени к.г.-м.н. –Томск: ТПИ, 1969. -22 с.
4. Белоус Н.Х. Гипергенные морские железорудные поля Средней Сибири и условия их образования. – Автореферат дисс. на соискан. ученой степени доктора геол.-мин. гаук. –Новосибирск, 1995. -44 с.

5. Горюхин Е.Я. Верхнемеловые и палеогеновые отложения Колпашевского Приобья. – Автореферат дисс. на соиск. ученой степени к.г.-м.н. – Томск: ТГУ, 1973.
6. Западно-Сибирский железорудный бассейн. – Новосибирск: СО АН СССР, 1964. -448 с.
7. Домаренко В.А., Маслов С.Г., Сколубович Ю.В., Крауныш С.Д. Предварительные результаты исследований процесса выщелачивания бакчарских руд // Там же. – Т.1. // Минерально-сырьевая база Сибири: история становления и перспективы: Междунар. научно-практич. форум, посвящ. 100-летию выпуска горных инженеров в Сибири и 90-летию Сибгеолкома (10-13 ноября 2008 г., Томск). Т.1. – Томск: ТПУ, 2008. –С. 224-228.
8. Домаренко В.А., Тепляков И.М., Молчанов В.И. Геотехнологические методы разработки железорудных месторождений Западно-Сибирского бассейна. В. сб. «Геология и минеральные Ресурсы центральной Сибири». - Красноярск, КНИИГИМС, 2001, вып.2.
9. Кляровский В.М. Абсолютный геологический возраст железоносной толщи южной части бассейна по глауконитам // Западно-Сибирский железорудный бассейн. – Новосибирск: СО АН СССР, 1964. –С.42-47.
10. Кондаков А.Н. Фациально-геохимические особенности и механизм оолитообразования осадочных железных руд Бакчарского месторождения [Текст] : Автореферат дис. на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук / Томский политехн. ин-т им. С. М. Кирова. - Томск : [б. и.], 1967. - 19 с.
11. Нагорский М.П. Западно-Сибирский железорудный бассейн // Советская геология. -- № 9. – 1958.
12. Нагорский М.П. Примеси в железных рудах бассейна // Западно-Сибирский железорудный бассейн. – Новосибирск: СО АН СССР, 1964. – С. 340-342.
13. Николаева И.В. Минералого-петрографический состав, условия образования и формационная характеристика железоносных отложений

Бакчарского месторождения. – Автореферат дисс. на соиск. уч. степ. к.г.-м.н. – Новосибирск, 1966. – 28с.

14. Паровинчак М.С. Горнодобывающий комплекс Томской области – новый источник ее социально-экономического развития (концепция развития) // Томское отделение СНИИГГиМС: 30 лет на службе геологии – Новосибирск: СНИИГГиМС, 2002. – С. 167-170.

15. Пшеничкин А.Я., Коробейников А.Ф., Колпакова Н.А. К вопросу об оценке осадочных железных руд Бакчарского месторождения на благородные металлы // Мат. регион. конференции геологов Сибири, Дальнего Востока и Северо-востока России. – Томск: Гала-Пресс, 2000. – Т.2. – С. 137-138.

16. Рудмин М.А. Автореферат дисс. на соиск. уч. степ. к.г.-м.н. – Томск, ТПУ, 2016. – 28с.

17. Тепляков И.М., Домаренко В.А., Молчанов В.И. Железорудная база XXII века (будущее делается сегодня) // Минерально-сырьевая база Сибири: история становления и перспективы: Междунар. научно-практич. форум, посвящ. 100-летию выпуска горных инженеров в Сибири и 90-летию Сибгеолкома (10-13 ноября 2008 г., Томск). Т.1. – Томск: ТПУ, 2008. – С.254-266.

18. Тепляков И.М., Домаренко В.А., Молчанов В.И. Обоснование применения метода подземного выщелачивания при разработке железорудных месторождений Западно-Сибирского железорудного бассейна с использованием соляной кислоты // Там же. –Т.1. – С. 267-275.

19. Чинакал Н.А. Перспективы использования руды Бакчарского железорудного месторождения // Минерально-сырьевая база Сибири: история становления и перспективы: Международный научно-практич. форум, посвященный 100-летию выпуска горных инженеров в Сибири и 90-летию Сибгеолкома (10-13 ноября 2008 г., Томск). Т.1. – Томск: ТПУ, 2008. – С.254-266.

20. Шор Г.М., Дитмар Г.В., Комарова Н.И. и др. О возможности выявления гидрогенного платиноидного оруденения в чехле юго-восточной части Западно-Сибирской плиты // Платина России. Проблемы развития минерально-сырьевой базы платиновых металлов. – М.: Геоинформмарк, 1995. –Т. II, кн. 2. – С. 89-92.

21. Южин В.И. Стратиграфическое положение горизонтов с железными рудами в верхнемеловых и палеогеновых отложениях Среднего Приобья // Мат. по геологии и полезным ископаемым Сибири. - Новосибирск: СНИИГГиМС, 1961.

УДК 553.313

В.А. Домаренко¹, В.И. Молчанов²

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ТИПА «КАРЛИН» В ЮГО-ЗАПАДНОМ ОБРАМЛЕНИИ СИБИРСКОГО КРАТОНА

¹ *Томский политехнический университет, г. Томск*

² *СФ «Берёзовгеология» ФУГП «Урангеологоразведка», г. Новосибирск*

Золотодобывающая промышленность в пределах Красноярского края функционирует уже свыше 100 лет, и является одной из ведущих отраслей его экономики не только сегодня, но и в обозримом будущем. Объем золотодобычи за последние 6-7 лет возрос с 7-8т (1996) до 25-35т (2000-2015) золота в год, главным образом, за счёт складчатого обрамления Сибирского кратона, в основном благодаря Олимпиадинскому месторождению, открытому в 60-е годы в Северо-Енисейском районе. Несмотря на столь серьёзное открытие, сырьевая база золота Красноярского края за период (1994-2015г) имеет устойчивый отрицательный баланс, составивший за этот период – более 80т [6].

Последнее обстоятельство ставит перед геологической службой настоятельную необходимость поисков и разведки новых месторождений золота, как в Красноярском крае в целом, так и в Енисейской золоторудной провинции в частности.

До сих пор стратегия геологоразведочных работ на золото в Енисейском крае основывается на выделенной в прошлом веке Центрально-Енисейского золотоносного района, охватывающей одноименный антиклинорий. Действительно, все известные значимые месторождения, как золото-кварцевой,

так и других рудно-формационных типов располагаются в пределах этой площади, как и учитываемые прогнозные ресурсы золота [6].

Не сомневаясь в правильности указанной стратегии и выборе направлений для скорейшего пополнения запасов рудного и россыпного золота Енисейского кряжа, следует отметить, что структуры террейны к западу и востоку от Центрального выступа - антиклинория до сих пор не выделялись в качестве перспективных на золотое оруденение. Исключение составляет Приенисейский рудно-россыпной район с Зырянско-Рудиковским рудным районом, выделенным С.С.Сердюком [6], выявленном в 1993г. геологами Березовского ПГО при проведении геологоразведочных работ на уран.

Тип «Карлин» определяется нами поскольку представляется новым, нетрадиционным для Енисейского кряжа, наряду с другими, выделенными В.Г.Петровым [5]. Отнесение некоторыми исследователями Олимпиадинского месторождения к этому типу, на наш взгляд, не соответствует ни его геолого-структурная позиция, ни состав коренных руд (золото - арсенидный, трудно вскрываемый). Косвенным доказательством того, что Олимпиадинское месторождение не относится к типу «Карлин», является тот факт, что за 30 лет на территории Енисейского кряжа не найдено существенных его аналогов, в то время как за такой же период в США найдено более 30 месторождений с суммарными запасами свыше 5000т, в Китае - более 10 месторождений с суммарными запасами около 500т. Однако это может объясняться и слабой разработкой прогнозно-поисковых критериев на ранних стадиях прогнозирования. По нашему мнению, Олимпиадинское месторождение относится к золото-арсенидному ураном (или без) типу в черносланцевых толщах. Перспективы выявления месторождений подобного типа изложены нами ранее [2] в том числе и в Енисейской провинции и здесь не приводятся.

Нам представляется, что наиболее благоприятными структурами для локализации золотого оруденения типа «Карлин» в в обрамлении Сибирского кратона существенно карбонатные прогибы позднерифейского возраста – Тейский, Каитъбинский и Горбилокско-Каменский [4]. Именно эти структуры, по-видимому, ближе всего соответствуют региональной тектонической позиции

золоторудных районов США и Китая. Они располагаются в краевой части Сибирской платформы, в области перехода к перикратонному прогибу. Верхнерифейские отложения мощностью до 2000м ложатся на размытую поверхность ниже-среднерифейских, реже нижнепротерозойских геосинклинальных отложений мощностью до 5000-6000м. Строго говоря, рифейские отложения не являются типичными террейнами ввиду их относительно малой мощности, хотя местами и характеризуются напряженной линейной складчатостью.

В качестве прямых признаков возможности обнаружения промышленного золотого оруденения в пределах Каитыбинской структуры является открытие геологами ФУГП «Берёзовгеология» Зыряновского проявления, приуроченного к корам выветривания, развитым, скорее всего, по останцам карбонатных пород степановской (?) толщи, перекрывающих сланцы удерейской, погоруйской и горбилокской свит среднего рифея.

Другим прямым признаком золотоносности карбонатных отложений верхнего рифея является находка А.К.Мейстером в начале прошлого века [3] в карбонатном разрезе в нижнем течении р.Ангара, ниже устья р. Погромной, в коренном обнажении установлено содержание золота 20 долей на 100 пудов (около 0,6 г/т). По современным представлениям этот разрез относится к отложениям горевской или степановской свит среднего рифея. Подобные точки с повышенными содержаниями золота имеются и в пределах других перспективных площадей. Не исключено открытие объектов такого типа и в Восточном Саяне, где нами обнаружено проявление «Находка» в карбонатных отложениях кембрия Манского прогиба.

Методически, на первом этапе, геологоразведочные работы по поискам месторождений золоторудных месторождений типа «Карлин» должны проводиться путем тематического или прогнозно-геологического изучения карбонатных и карбонатно-сланцевых разрезов с детальным (через 20-50м) отбором литохимических проб из коренных пород и элювия объёмом 0,5-1,0кг, собранных из сколков с некоторого интервала. Аналитические работы должны включать, кроме определения золота, полный спектральный анализ, а также

определение таких спутников, как ртуть, сурьма, мышьяк, таллий, органический углерод и серу.

При изучении карбонатных и карбонатно-сланцевых разрезов особое внимание следует уделять метасоматитам, подробно описанным в работе Ю.А.Бакулина и др. [1], таким как декарбонатизация, аргиллизация, образование джаспероидов, окварцевание, сульфидизация. Под декарбонатизацией понимается вынос карбонатной составляющей с ее растворением и, как следствие, накопление глинистого и песчано-глинистого материала. Аргиллизация на месторождениях типа «Карлин» не отвечает в должной мере аргиллизитам в их классическом понимании, впрочем, как и другие виды метасоматитов. Процесс образования «аргиллизитов» сопровождает декарбонатизацию и особенно хорошо развит в алевроитистых известняках, известково-глинистых сланцах.

Образование джаспероидов, по существу, рассматривается как синоним «окварцевания».

Под джаспероидами понимаются интенсивно декарбонатизированные окремнённые породы, содержащие в тех или иных количествах золото. Окварцевание – это такое условное название дано изменению состава пород в результате пассивного увеличения кремнезема при выносе карбонатов. При выделении сульфидизации необходимо определять состав сульфидов, их морфологию, особенно в применении к пириту.

Такие работы позволят выделить золотоносные горизонты, участки, толщи с повышенными концентрациями золота, заслуживающие их дальнейшего изучения по простиранию и на глубину, а также выделение в пределах них кор выветривания, которые, как известно, существенно увеличивают концентрации золота.

Месторождения золота, локализующиеся в корах выветривания различного типа являются вторичными, образованными на золотоносном субстрате, поэтому выявление пород с повышенными содержаниями золота определяют поиски над ними кор выветривания.

В первую очередь следует изучить разрезы карбонатных пород верхнерифейско-кембрийского юго-западного обрамления Сибирского кратона.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Бакулин Ю.И., Буряк В.А., Пересторонин А.Е. Карлинский тип золотого оруденения. Хабаровск. Из-во ДВИМС, 2001, 159с.
- 2 Еханин А.Г., Домаренко В.А., Молчанов В.И. Золото-урановые с платиноидами месторождения «типа несогласия» и перспективы их обнаружения в Красноярском крае //Геология и минеральные ресурсы Центральной Сибири. Красноярск: КНИИГиМС, 2000, с133-143.
- 3 Мейстер А.К. Геологическая карта Енисейского золотоносного района. (Описание листа Л-7. Тип. М.Стасюлевича, С.Петербургъ, 1904.
- 4 Мкртычян А.К., Шерман М.Л. Геологическая карта Енисейского края. Масштаб 1:500 000, 1998.
- 5 Петров В.Г. Перспективы минерально-сырьевой базы золота Енисейского края.//Состояние и проблемы геологического изучения недр и развития минерально-сырьевой базы Красноярского края. Красноярск: КНИИГиМС, 2003, с226-230.
- 6 Сердюк С.С. Золотоносные провинции Центральной Сибири: геология, минералогия и перспективы освоения. Красноярск: КНИИГиМС, 2004, 479с.
- 7 Хаусен Д.М., Керр П.Ф. Месторождение тонкодисперсного золота Карлин, штат Невада.//Рудные месторождения США, 1973, т. 2, с. 590-624.

УДК 669.184.244.62

*В.В. Солоненко¹, Е.В. Протопопов¹,
С.С. Щипанов², А.В. Амелин², М.В. Темлянец¹*

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПРОДУВКИ
КОНВЕРТЕРНОЙ ВАННЫ НА КАЧЕСТВО МИКРОСТРУКТУРЫ
СТАЛИ, НЕПРЕРЫВНОЛИТЫХ ЗАГОТОВОК И ГОТОВОГО ПРОКАТА**

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

*²АО «ЕВРАЗ Объединенный Западно-Сибирский металлургический комбинат»,
г. Новокузнецк*

Одним из перспективных направлений совершенствования технологии кислородно-конвертерного производства является применение многоструйных фурм с соплами Лаваля, которые обеспечивают достижение сверхзвуковых скоростей истечения кислорода и более глубокое проникновение дутья в расплав. При этом наиболее прогрессивной является конструкция кислородных фурм с соплами Лаваля, оснащенными цилиндрическим насадком. Использование на завершающем этапе продувки составных сопел позволяет организовать «жесткий» режим истечения кислородной струи, снизить окисленность шлака, повысить качество металла и ряд технико-экономических показателей конвертерной плавки [1, 2].

В рамках проведенной работы представлены результаты исследования качества стали при применении новой технологии продувки с использованием составных сопел [1, 2] для изменения аэродинамики струи и снижения окисленности расплава.

Методика проведения исследований

Для оценки изменения качества стали произведен отбор проб от 20 плавов стали 09Г2С текущего производства (база для сравнения) и 20 плавов, проведенных с использованием разработанного режима продувки конвертерной ванны этой же марки стали. Выбор плавов текущего производства,

использованных в качестве базы для сравнения, производили исходя из соблюдения условия максимального совпадения основных параметров производства (за исключением режима продувки) с соответствующими параметрами опытных плавов.

Отбор проб проводили на следующих стадиях производства: после окончания продувки (при повалке конвертера); после обработки на агрегате «ковш-печь»; от непрерывнолитых заготовок; в готовом прокате.

Отбор проб жидкого металла на первых трех вышеприведенных стадиях производства (из конвертера при повалке и из сталеразливочного ковша после раскисления и после обработки на агрегате «ковш-печь») производили с использованием одноразовых погружных пробоотборников «ЕВРАЗСАМП ES» (рисунок 1 а). Такие пробоотборники состоят из запрессованной в бумажную гильзу головки (рисунок 1 б), которая в свою очередь состоит из закрепленной в песчаном теле и закрытой шлакозащитным колпачком стальной изложницы (рисунок 2).

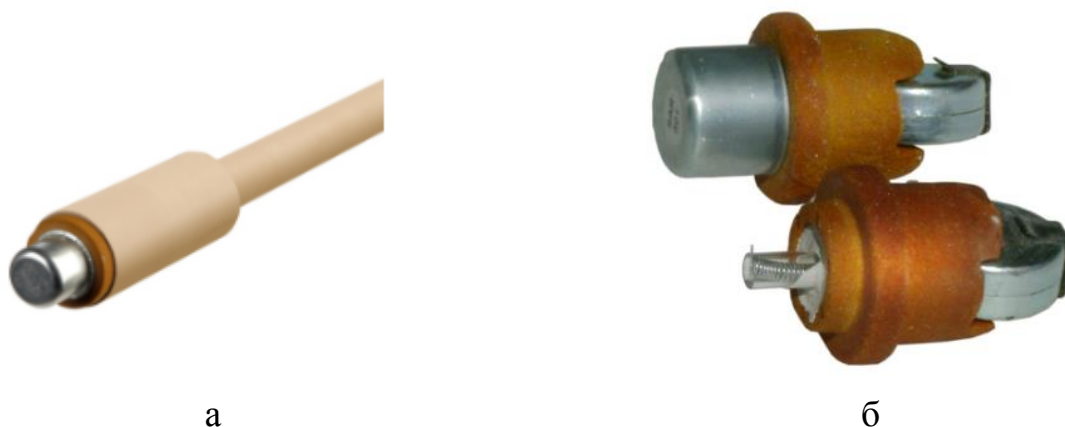
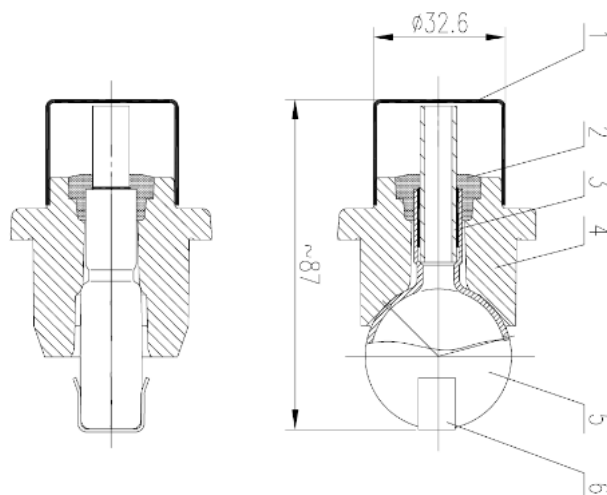


Рисунок 1. Погружной пробоотборник «ЕВРАЗСАМП ES»:

а – общий вид; б – головка пробоотборника

Такой пробоотборник надевается на арматуру и опускается в расплав (при ручном отборе пробы) или одевается на манипулятор (при автоматическом отборе пробы). Продолжительность погружения в расплав составляет 5-10 с, глубина погружения – ниже уровня шлака, но не более $2/3$ длины пробоотборника. При погружении колпачок расплавляется и жидкая сталь по кварцевой трубке поступает в изложницу.



1 – стальной защитный колпачок; 2 – мастика; 3 – кварцевая трубка;
4 – песчаное тело; 5 – стальная изложница; 6 – стальная скоба
Рисунок 2. Схематичное изображение пробоотборника «ЕВРАЗСАМП ES»

Проба, полученная при помощи пробоотборника может иметь вид круга диаметром 35 мм и толщиной 12 мм или овала 35×40мм и толщиной 12мм (рисунок 3).



Рисунок 3. Общий вид пробы, полученной пробоотборником
«ЕВРАЗСАМП ES»

Для отбора проб от непрерывнолитых заготовок использовалась следующая методика. От хвостовой части непрерывнолитых заготовок сечением 150×150 мм с помощью пил холодной резки отрезали пробы шириной порядка 200 мм, из которых, затем, проводили вырезку темплетов. После чего из различных зон полученных темплетов вырезали образцы, что имело целью нивелировать влияние режимов охлаждения в процессе непрерывной разливки стали, а также большого и малого радиусов МНЛЗ. Следует отметить, что

рассматриваемая сортовая МНЛЗ кислородно-конвертерного цеха №2 АО «ЕВРАЗ ЗСМК» конструктивно является 8-ми ручьевой машиной криволинейного типа с радиусами изгиба заготовки 12 м и 22 м.

Для приготовления шлифов использовали стандартную методику, включающую в себя многократные переходы от крупнозернистого к мелкозернистому абразивному материалу. При этом переход от одного абразивного материала к другому должен сопровождаться тщательной промывкой, что имеет целью предотвратить возможное загрязнение мелкозернистого материала частицами ранее использовавшегося абразивного материала. Также необходимым условием является изменение направления шлифования на 90^0 с каждым переходом и применение охлаждения для предотвращения прижога поверхности шлифа.

Количественный анализ неметаллических включений на пробах, отобранных в конвертере и сталеразливочном ковше, а также на пробах, отобранных от непрерывнолитых заготовок, проводили с использованием стандартной методики металлографического анализа рекомендованной ГОСТ 1778-70 для исследования микроструктуры литой (недеформированной) стали (методика Л2 согласно 1778-70). Загрязненность шлифов оценивали по кислородным включениям.

Отбор проб от готового проката на среднесортном стане «450» проводили от хвостовой части раскатов. Использовали вышеописанную методику приготовления шлифов. Анализ неметаллических включений в пробах от готового проката проводили с использованием методики Ш1 по ГОСТ 1778-70 (при увеличении в 100 крат.). Сущность указанной методики заключается в сравнении наблюдаемых в нетравленном микрошлифе включений со стандартными эталонными пятибалльными шкалами. При этом шкалы охватывают неметаллические включения нескольких видов, наиболее часто встречающихся в стали: оксиды строчечные, оксиды точечные, силикаты хрупкие, силикаты пластичные, силикаты недеформирующиеся, сульфиды, нитриды и карбонитриды строчечные, нитриды и карбонитриды точечные, нитриды алюминия.

Для исследований использовали металлографический микроскоп OLIMPUS GX-51. Изучение состава неметаллических включений проводили с использованием растрового электронного микроскопа «Philips SEM 515», оснащенного микроанализатором EDAX Genesis.

Анализ результатов исследований

В результате обобщения полученных данных о количественных характеристиках неметаллических включений установлено, что использование новой технологии продувки позволяет значительно снизить загрязненность стали оксидными включениями по сравнению с плавками, проведенными по стандартной технологии (рисунок 4). Отмеченное снижение количества неметаллических включений составило в относительном выражении: 26 % – после окончания продувки стали; 24 % – после раскисления стали; 19 % – после обработки стали на АКП и 18 % – в непрерывнолитых заготовках.

Анализ изменения абсолютного количества оксидных неметаллических включений по рассмотренным стадиям производства показывает их увеличение после проведения раскисления с последующим снижением после обработки на АКП и некоторым увеличением в непрерывнолитых заготовках. Известно, что содержание неметаллических включений в металле перед раскислением зависит от соотношения их прихода и расхода по ходу плавки.

По ходу продувки основными источниками поступления в металл оксидных включений являются: частицы, вносимые чугуном и скрапом, продукты разрушения футеровки, конденсированные продукты реакций окисления примесей чугуна (SiO_2 , MnO , FeO), эмульгированные в металле частицы шлака (в результате механического перемешивания шлака с металлом струей кислорода и пузырями CO). При этом одновременно с загрязнением металла протекает противоположный процесс – очищение стали от включений в результате ассимиляции быстро всплывающими крупными каплями шлака взвешенных в ванне мелких частичек («промывание» металла шлаком) и флотирующего действия пузырей CO («прилипание» частичек к пузырям). В результате протекания реакций раскисления закономерно происходит увеличение количества оксидных включений, и степень этого увеличения

изменяется симбатно [O] перед раскислением. Используемая при обработке на АКП продувка инертным газом приводит к достаточно заметному снижению количества неметаллических включений, что объясняется флотирующим действием пузырьков используемого газа. В процессе транспортировки металла в сталеразливочном ковше от АКП до МНЛЗ происходит некоторое увеличение количества оксидных включений, что обусловлено протеканием реакций вторичного окисления.

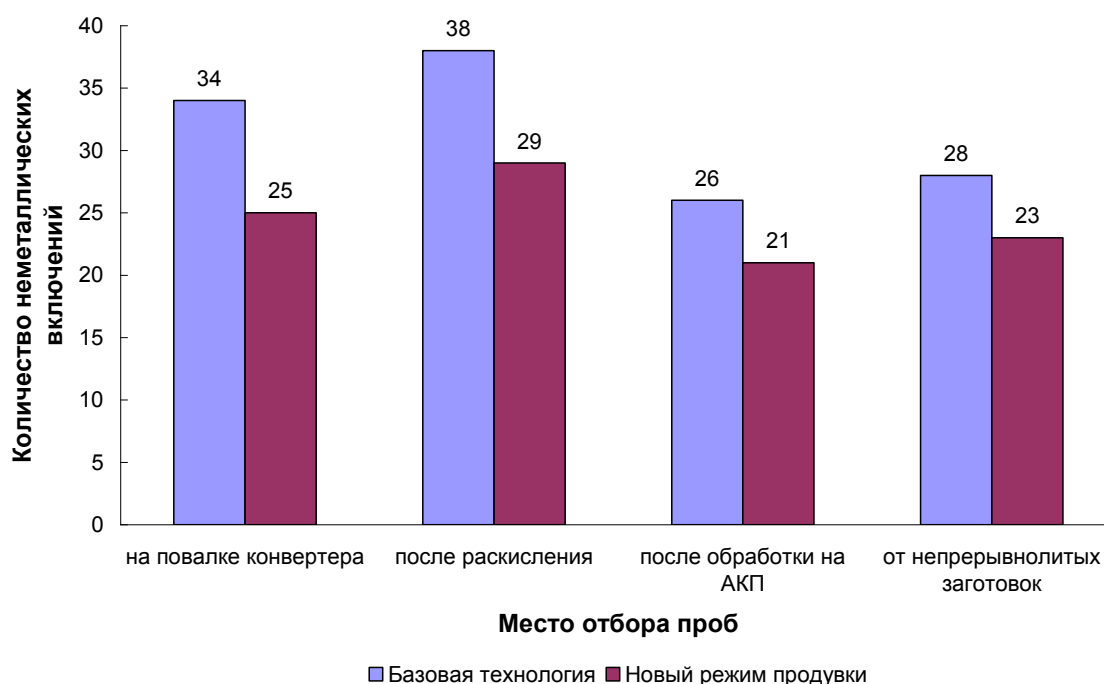


Рисунок 4. Сравнительный анализ загрязненности неметаллическими включениями стали при использовании различных режимов продувки

Проведенный полуколичественный анализ показал уменьшение загрязненности оксидными и силикатными включениями в готовом прокате на плавках, произведенных с использованием усовершенствованной технологии продувки стали (таблица 1).

Таблица 1 – Количественный анализ неметаллических включений в непрерывнолитых заготовках стали 09Г2С

Анализируемая выборка	Оксиды точечные, балл		Силикаты, балл	
	max	min	max	min
Плавки, произведенные с использованием усовершенствованной технологии продувки	3б	1а	3а	1а

Плавки, произведенные с использованием стандартной технологии продувки	5 б	2а	5б	2б
--	-----	----	----	----

На заготовках от плавов, произведенных по стандартной технологии, зафиксирован максимальный балл точечных оксидов 5б (рисунок 5), силикатов недеформирующихся – 5б (рисунок 6); силикатов пластичных – 5а (рисунок 7).

При этом на заготовках от плавов, произведенных с использованием усовершенствованной технологии продувки балл точечных оксидов не превысил 3а, силикатов недеформирующихся и силикатов хрупких – 3б (рисунок 8).

Проведенным анализом установлено, что неметаллические включения представлены в основном шпинелями типа $Al_2O_3 \cdot SiO_2$ (рисунок 9а) и силикатами железа $FeO \cdot SiO_2$ (фаялит) – рисунок 9б.



Рисунок 5. Оксиды точечные на заготовках от плавов стали 09Г2С, произведенных по стандартной технологии

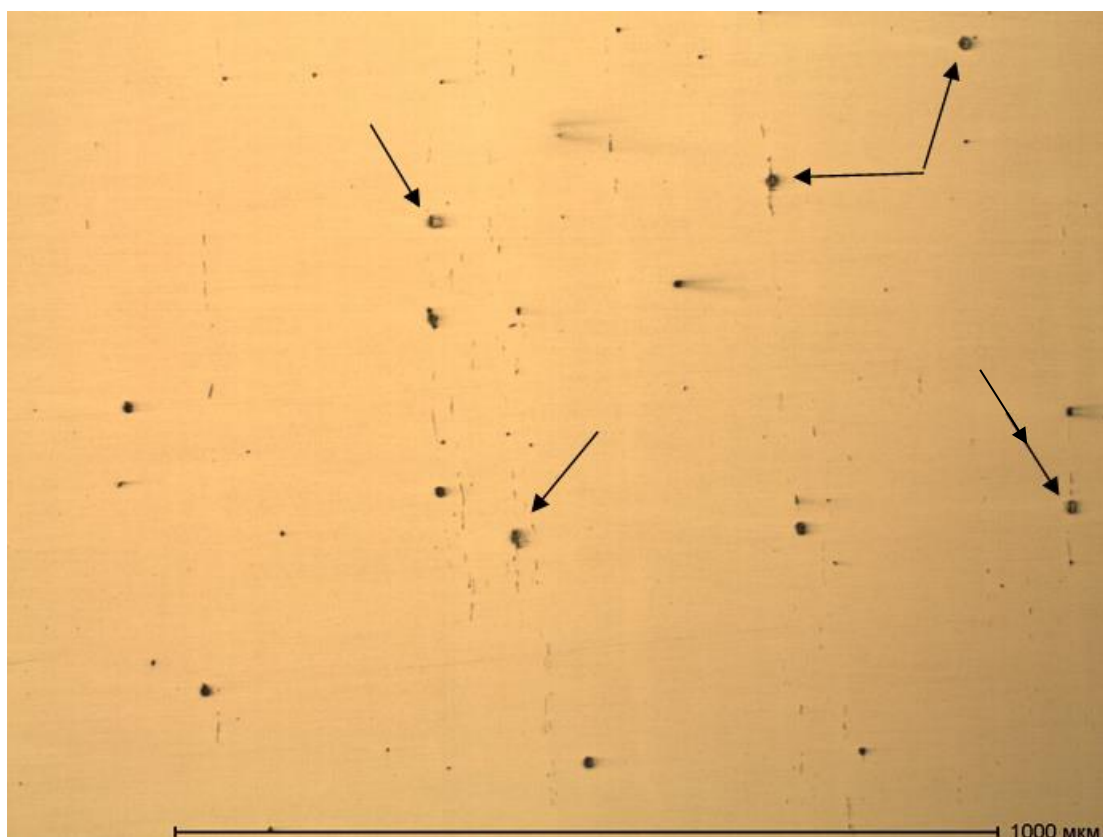


Рисунок 6. Силикаты недеформирующиеся на заготовках от плавков стали 09Г2С, произведенных по стандартной технологии

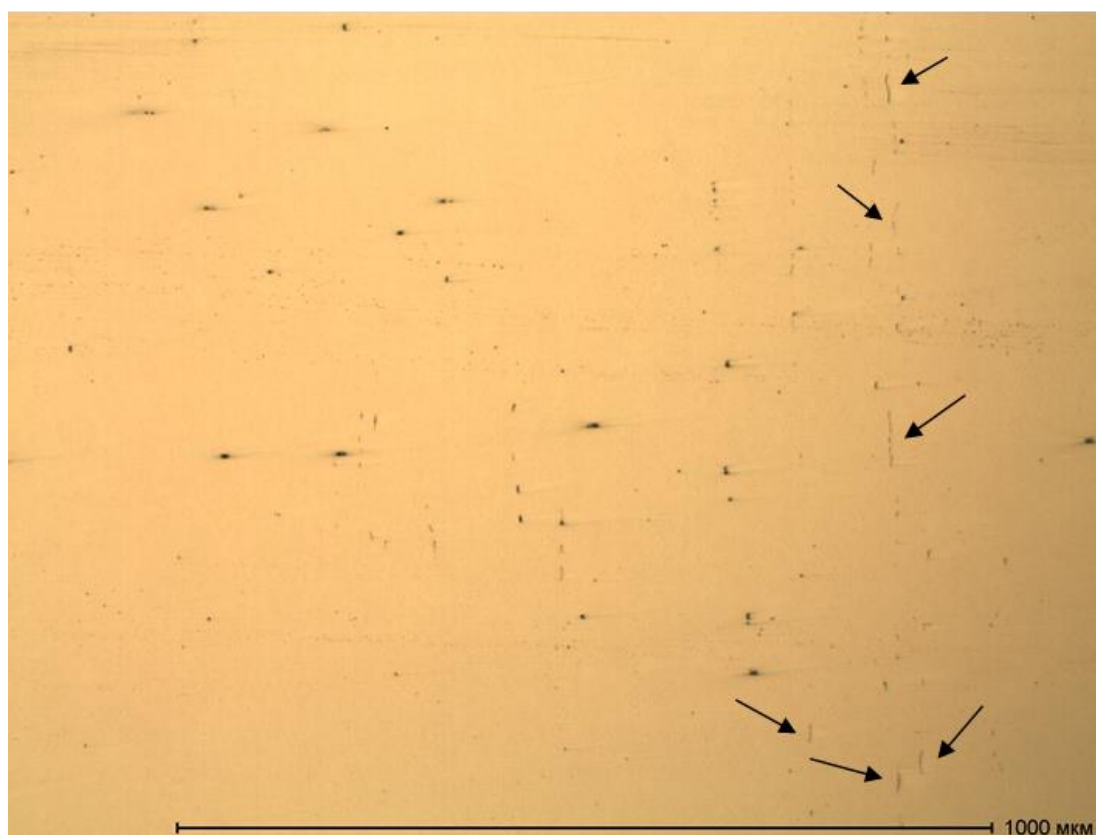


Рисунок 7. Силикаты пластичные на заготовках от плавков стали 09Г2С, произведенных по стандартной технологии

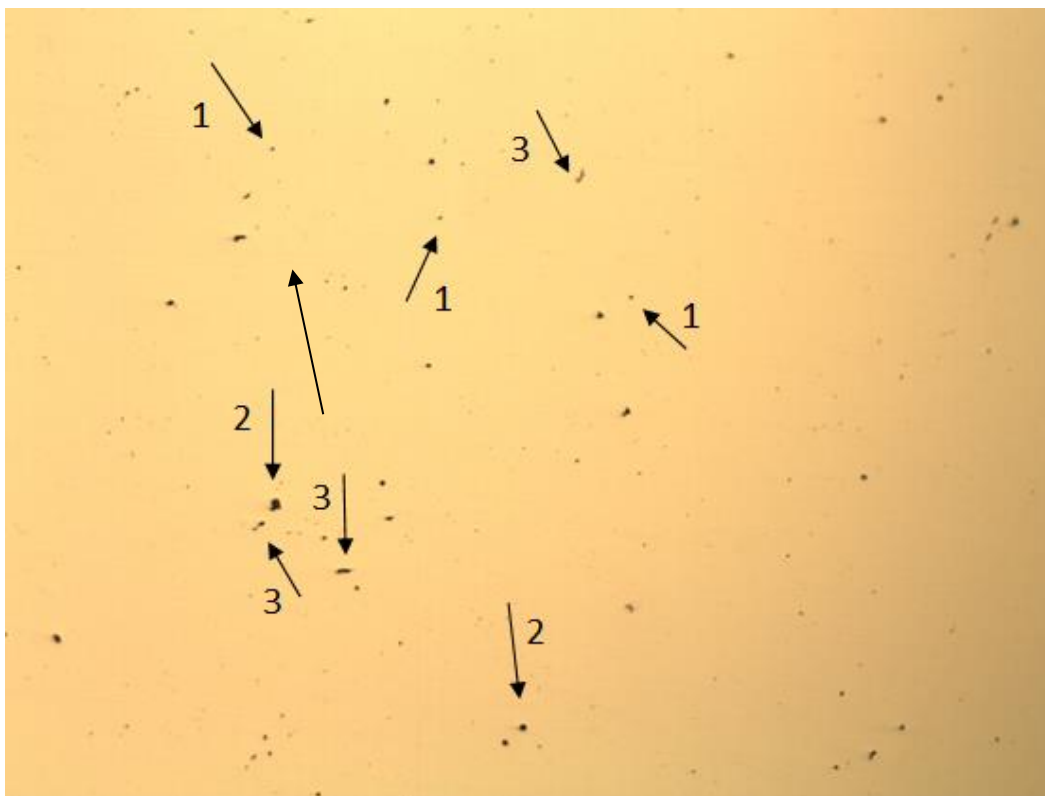
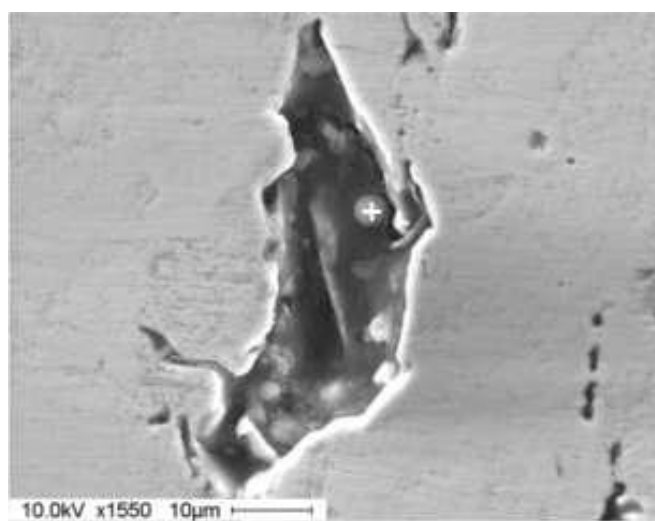


Рисунок 8. Неметаллические включения на заготовках от плавов стали 09Г2С, произведенных с использованием новой технологии продувки



а



б

Рисунок 9. Характерные неметаллические включения в заготовках стали 09Г2С:
а – $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$; б – $\text{FeO} \cdot \text{SiO}_2$

Зафиксированное снижение количества неметаллических включений при изменении режима продувки конвертерной ванны связано со снижением окисленности стали. По данным многочисленных работ [3 – 5] окисленность конвертерной стали в конце продувки является одним из факторов, оказывающих наиболее значимое влияние на загрязненность неметаллическими включениями. Известно, что содержание и активность кислорода в

конвертерной стали в конце продувки в наибольшей степени определяется содержанием в ней углерода, однако при низком содержании углерода (менее 0,08-0,10 %) процесс кипения замедляется и углерод перестает оказывать решающее влияние на окисленность стали. В этом случае на первый план выступают такие параметры, как активность оксидов железа в шлаке, интенсивность продувки. При отсутствии кипения конвертерной ванны в конце продувки наблюдается высокое содержание FeO в шлаке, поскольку в этом случае имеет место соотношение: $\text{FeO} / a[\text{O}] = \text{const}$. Возникающая переокисленность стали приводит к снижению выхода годного.

Избыток кислорода в стали в конечный период продувки связан с торможением процесса его диффузии к реакционной поверхности, поэтому повышение интенсивности продувки приводит к снижению окисленности и переокисленности стали за счет улучшения условий массопереноса. Также имеются данные [4, 5], что использование додувок приводит к резкому увеличению окисленности стали с низким содержанием углерода.

Выводы

По результатам проведенных экспериментальных исследований установлено, что применение новой усовершенствованной технологии продувки позволяет повысить качество микроструктуры стали 09Г2С на всех этапах ее производства и обработки за счет снижения загрязненности неметаллическими включениями. В частности, зафиксировано снижение количества неметаллических включений: на 26 % – после окончания продувки стали; на 24 % – после раскисления стали; на 19 % – после обработки стали на АКП и на 18 % – в непрерывнолитых заготовках. Проведенный полуколичественный анализ также показал уменьшение загрязненности оксидными и силикатными включениями в готовом прокате на плавках, произведенных с использованием усовершенствованной технологии продувки стали. Повышение качества микроструктуры обусловлено снижением окисленности стали в конце продувки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Солоненко В.В. Повышение эффективности плавки на основе использования составных сопел в кислородных фурмах большегрузных конвертеров / В.В. Солоненко, Е.В. Протопопов, С.В. Фейлер, М.В. Темлянцев // В сборнике: Металлургия, технологии, инновации, качество труда XX Международной научно-практической конференции: в 2 частях. 2017. С. 4 – 8.
2. Фейлер С.В. Использование составных сопел в кислородных фурмах для продувки металлического расплава в большегрузных конвертерах / С.В. Фейлер, Е.В. Протопопов, Д.Т. Неунывахина // Вестник Российской академии естественных наук. Западно-Сибирское отделение. – 2016. – №18. С. 111 – 117.
3. Казачков Е.А. Окисленность конвертерной ванны в конце плавки низкоуглеродистой стали / Е.А. Казачков, В.В. Климанчук // Вестник Приазовского государственного технического университета. – 2008. – Вып.18. – С. 41 – 43.
4. Назюта Л.Ю. Анализ окисленности конечного металла при выплавке стали в большегрузных конвертерах / Л.Ю. Назюта, В.С. Денисенко // Вестник Приазовского государственного технического университета. – 2011. – Вып.22. – С. 68-76.
5. Гальперин Г.С. Исследование окисленности стали в 350-т конвертерах / Г.С. Гальперин, А.К. Бученков, А.И. Александров, В.В. Болотников // Сталь. – 1996. – №1. – С. 28, 29.

*Н.А. Козырев¹, Р.А. Шевченко¹, С.Н. Кратько², Р.Е. Крюков¹,
А.Р. Михно¹, В.Е. Хомичева¹*

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СВАРКИ ДЛИННОМЕРНЫХ РЕЛЬСОВЫХ

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

*²ООО «РСП-М» Структурное подразделение рельсосварочное
предприятие № 29 (РСП-29), г. Новокузнецк*

В настоящее время наибольшее распространение электроконтактный способ сварки рельсов методом пульсирующего оплавления. Считается, что данный метод наиболее экономичен и технологичен в сравнении с непрерывным оплавлением. При контактной сварке рельсов, так же, как и при других видах сварки происходит нагрев и непрерывное охлаждение металла в ЗТВ. 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 [1, 2]. Выбор теплового режима основан на исключении образования структур закалки (мартенсита и бейнита), вызывающих дополнительные напряжения и трещины, которые приводят к разрушению рельсов [3]. В связи с этим [4] особое значение приобретает разработка таких режимов сварки для железнодорожных рельсов высокоскоростных магистралей, изготовленных из хромистой стали.

Сварные стыки рельсовых плетей после сварки, 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 ИТТЗ-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 ИТТЗ-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 [5].

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 охлаждением 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 [5].

Компанией Shlatter предложено решение данной проблемы с использованием процесса контактной стыковой сварки оплавлением рельсов на оборудовании: стационарной рельсосварочной машине GAA 100. 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 [6].

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 [7].

Изучение влияния режимов сварки с последующей изотермической выдержкой образцов из рельсовой стали, производимой путем пропускания импульсов переменного электрического тока после сварки на качественные показатели сварного стыка проводили на машине для контактной стыковой сварки МСР-6301 в условиях рельсосварочного предприятия ООО «РСП-М» (РСП-29). Для исследования вырезались образцы полнопрофильных рельсов типа Р65 категории ДТ350 длиной 600 мм. Сварка рельсов производилась по заданному режиму (таблица 1). Режим сварки главным образом заключается в управлении оплавлением при контактной стыковой сварке, что осуществляется корректировкой задаваемой скорости оплавления в зависимости от текущего значения тока. Это осуществляется изменением установок начала коррекций скорости (ток коррекции $I_{кор}$), тока $I_{ост}$, останавливающего подачу, и тока $I_{рев}$, дающего команду на реверс. Для этого программируемые значения скорости и тока оплавления, реализующие обратную связь $I_{кор}$, $I_{ост}$, $I_{рев}$, подбирают таким

образом, чтобы фактическое среднее значение тока на осциллограмме было в 2 раза меньше тока короткого замыкания. Это соответствует максимуму электрической мощности, развиваемой в контакте между оплавляемыми торцами заготовок. Недопустимые отклонения тока форме скачкообразных изменений его величины исключаются благодаря быстродействующей обратной связи. Эта же обратная связь стабилизирует текущее значение сварочного тока.

Таблица 1 – Режим сварки рельсов Р65

№ уч.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
S, мм		4	3	2,5	2,5	2	1,5	1,5	1,5	1,5
U, %	75	70	55	60	60	65	70	88	88	98
V _В , мм/с	0,6	1,3	0,8	1	1,1	1,2	0,7	0,9	1,1	1,2
V _Н , мм/с	0,5	0,6	0,5	0,4	0,4	0,5	0,4	0,3	0,2	
I _{кор} , А	200	300	200	200	250	250	250	300	400	500
I _{ост} , А	300	450	350	350	400	400	460	500	600	700
I _{рев} , А	400	500	400	400	450	450	550	600	700	800
I _{кз} , А	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200
S _{ос} =14 мм – путь осадки; V _{ос} = 100 мм/с – скорость осадки; Si = 6 мм – путь осадки под током.										

Для получения информации о термическом влиянии на структуру металла измерения температур в зоне термического влияния во время сварки производилось с помощью тепловизора HotFind-D. Тепловизор HotFind-D позволяет производить измерение температур до 1500°С. Тепловизор снабжен неохлаждаемой микроболометрической матрицей в фокальной плоскости объектива разрешением 160×120 пикселей. Передача видеоизображения термограмм на ПК производится с помощью платы видеозахвата аналогового сигнала в формате NTSC частотой 60 Гц. Тепловизор устанавливался на штативе на расстоянии 1 метр от сварного стыка рельсов (рисунок 2).



Рисунок 1. Оборудование для измерения температуры сварного соединения рельсов

Для поиска оптимальных режимов изотермической выдержки в первой серии экспериментов проведен полный факторный эксперимент $N = 2^k$ (таблица 2). Исследуемыми параметрами являлись:

X_1 – время охлаждения после осадки (характеризуется скоростью охлаждения (степень переохлаждения аустенита) и температурой T_1 , до которой происходит охлаждение); X_2 – время подогрева (характеризуется температурой T_2 , до которой происходит нагрев); X_3 – время охлаждения после подогрева (характеризуется температурой T_1 , до которой происходит охлаждение); X_4 – количество импульсов подогрева (характеризуется инкубационным периодом превращения аустенита в перлит).

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

№ образцов	Значения факторов		
	X_1, c	X_2, c	X_3, c
1	60	2	30
2	160	2	30
3	60	6	30
4	160	6	30
5	60	2	15
6	160	2	15
7	60	6	15
8	160	6	15
Для сравнения так же была проведена сварка образца № 0 – без изотермической выдержки. Количество импульсов (X_4), для уменьшения количества опытов, задавалось равным 4 на всех режимах изотермической выдержки.			

Управление режимами изотермической выдержки после сварки осуществляется с помощью персонального компьютера, изменяя программу промышленного контроллера SIMATIC S7–300. С помощью программного обеспечения Simatic Step 7 была написана программа, позволяющая управлять режимами изотермической выдержки. Для задания необходимых временных параметров были использованы таймеры (рисунок 1а). Для включения сварочного трансформатора использовался триггер, к которому на входы S и R подключены последовательно и параллельно контакты, включающиеся по таймерам (рисунок 1б).

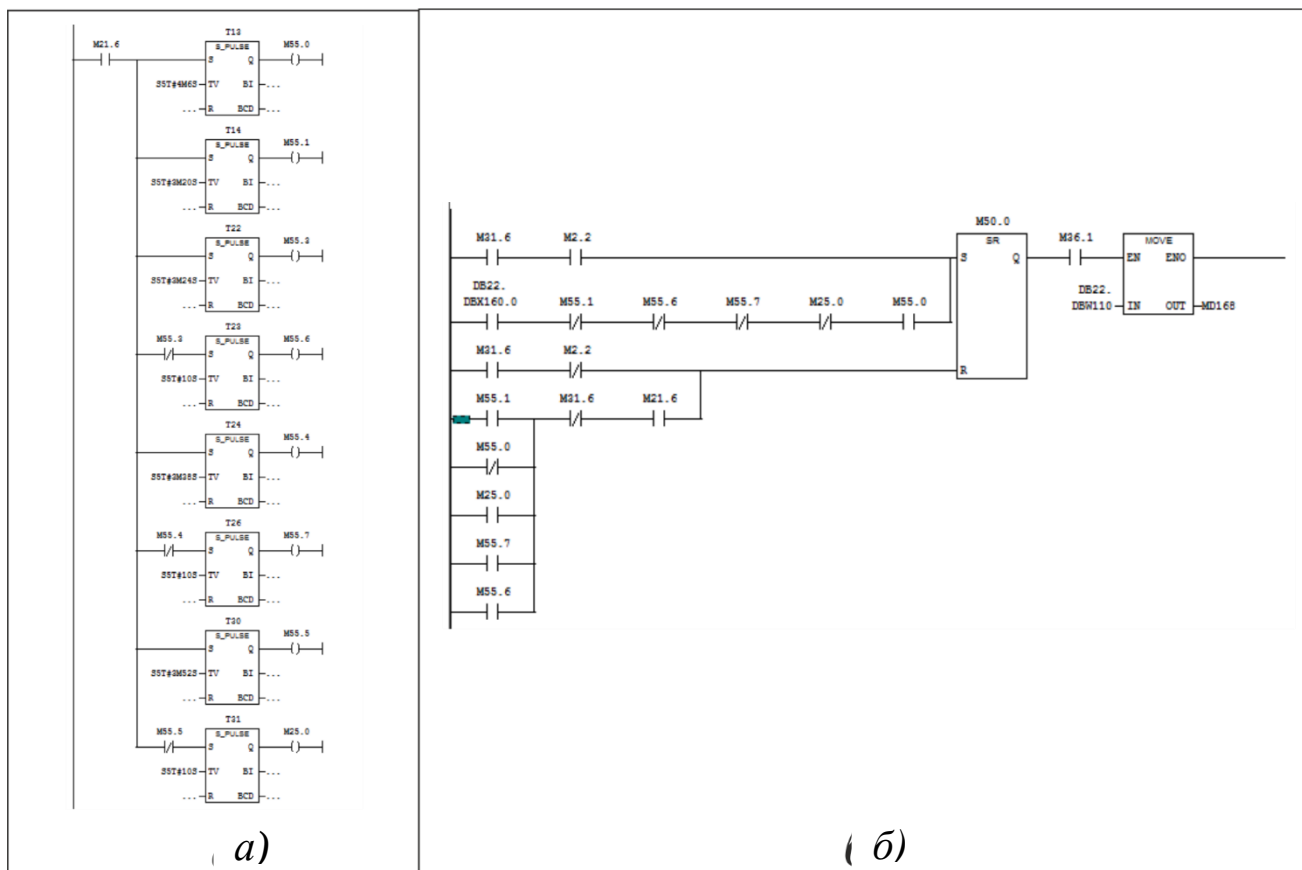


Рисунок 2. Программа, отвечающая за изотермическую выдержку

На рисунках 1 – 9 представлены осциллограммы процесса сварки, где так же можно наблюдать включение трансформатора, позволяющие производить изотермическую выдержку сварного стыка рельсов.

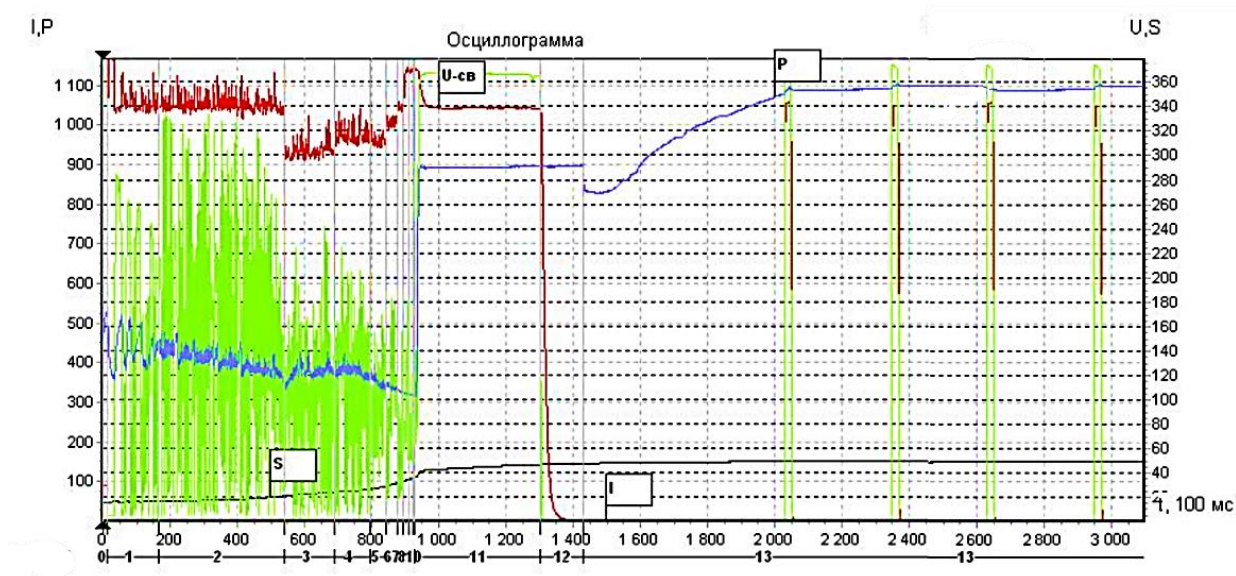


Рисунок 3. Осциллограмма сварки образца 1

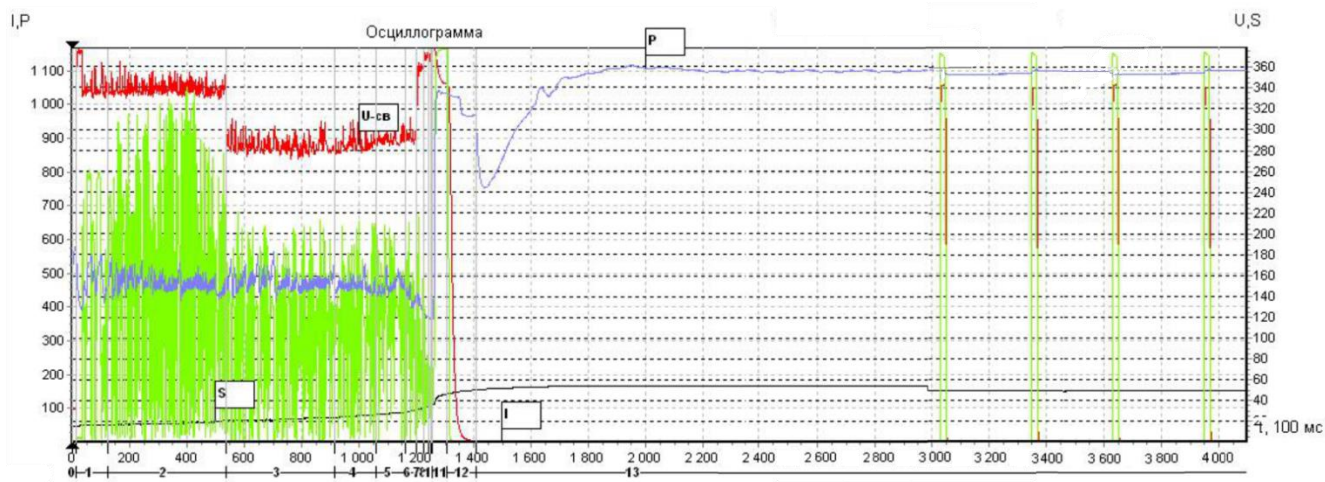


Рисунок 4. Осциллограмма сварки образца 2

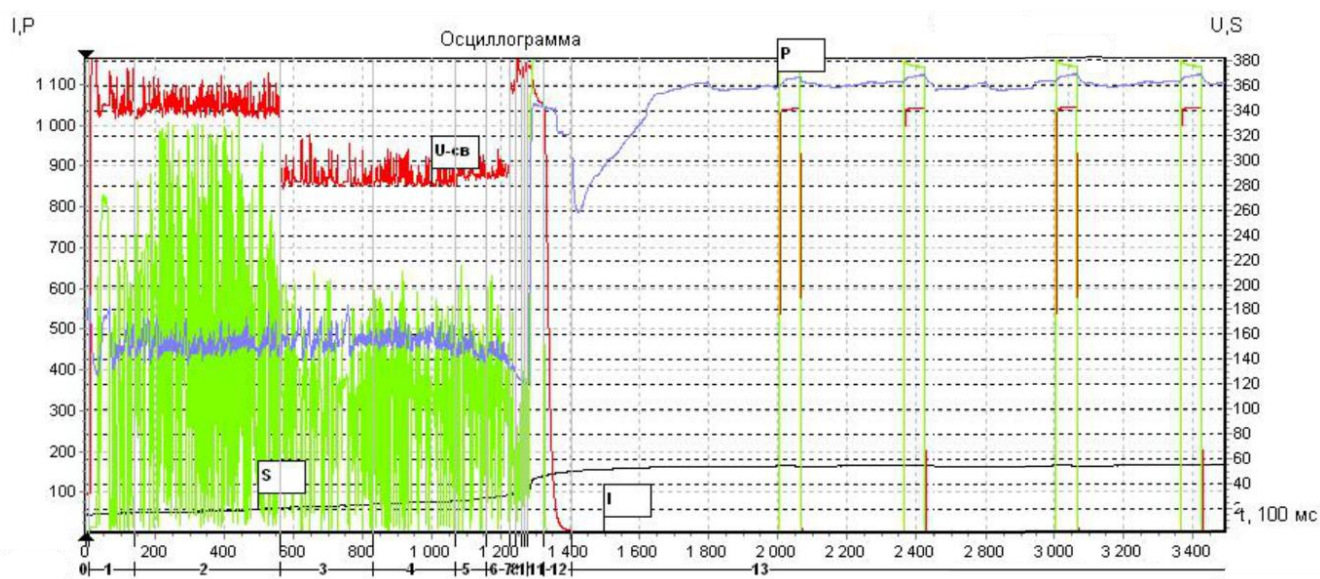


Рисунок 5. Осциллограмма сварки образца 3

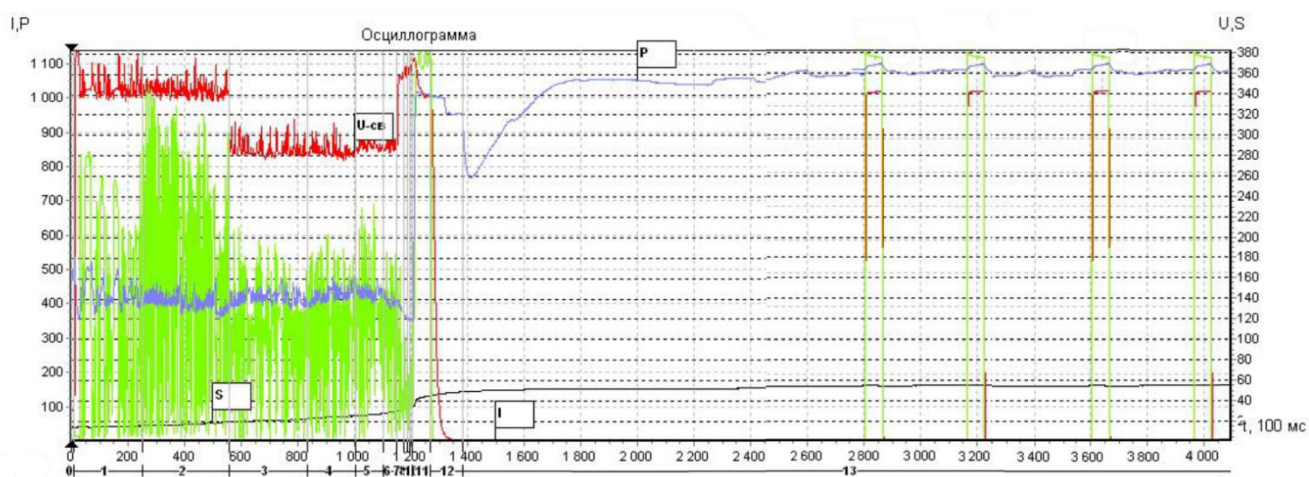


Рисунок 6. Осциллограмма сварки образца 4

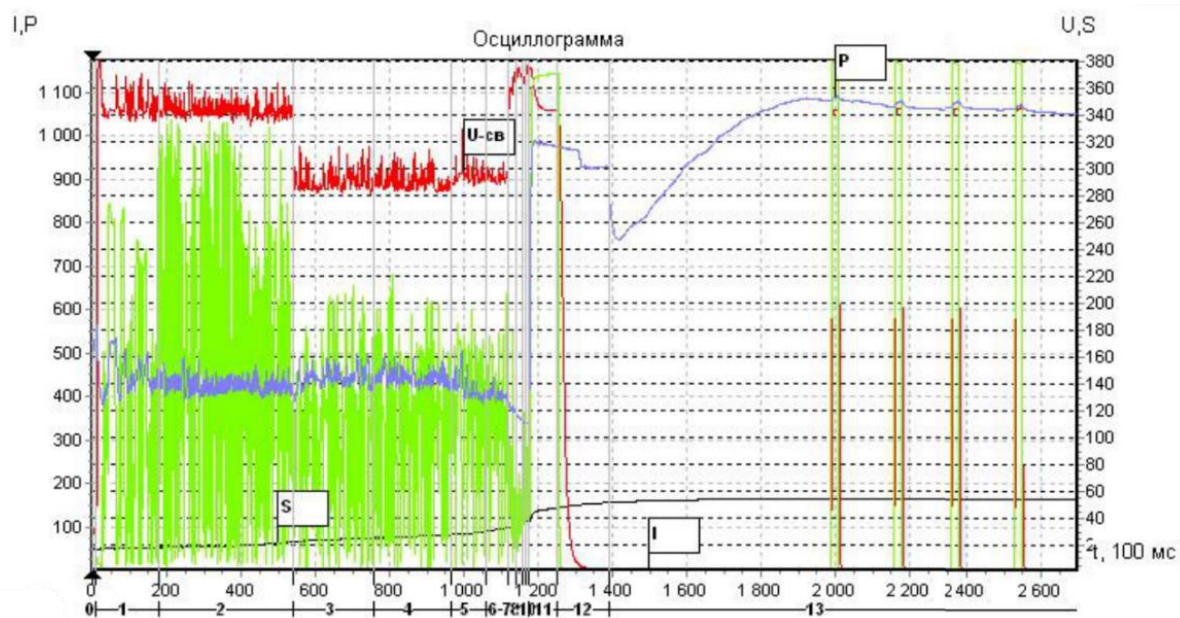


Рисунок 7. Осциллограмма сварки образца 5

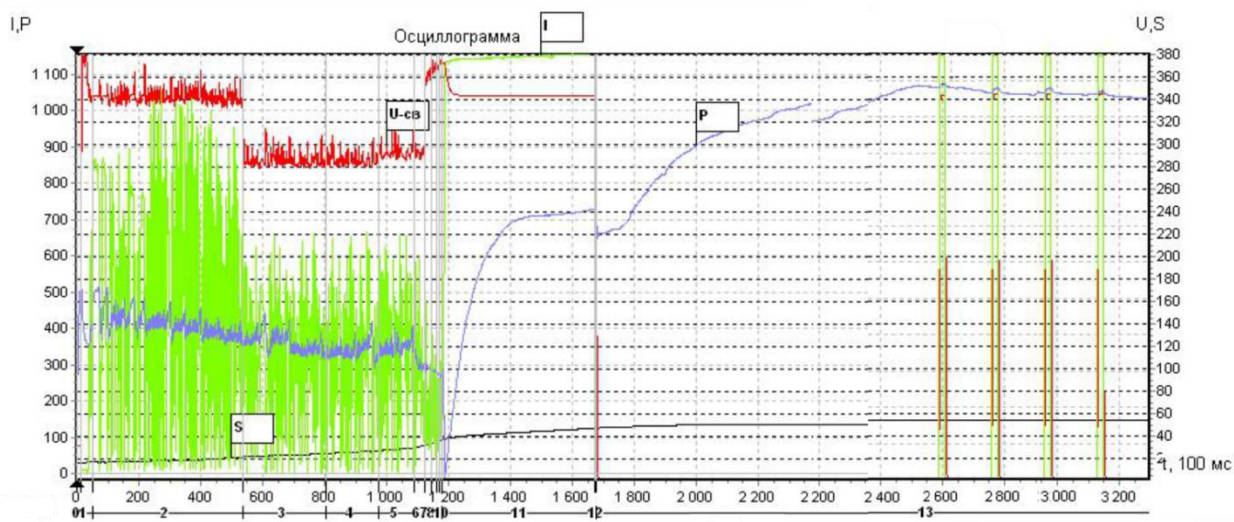


Рисунок 8. Осциллограмма сварки образца 6

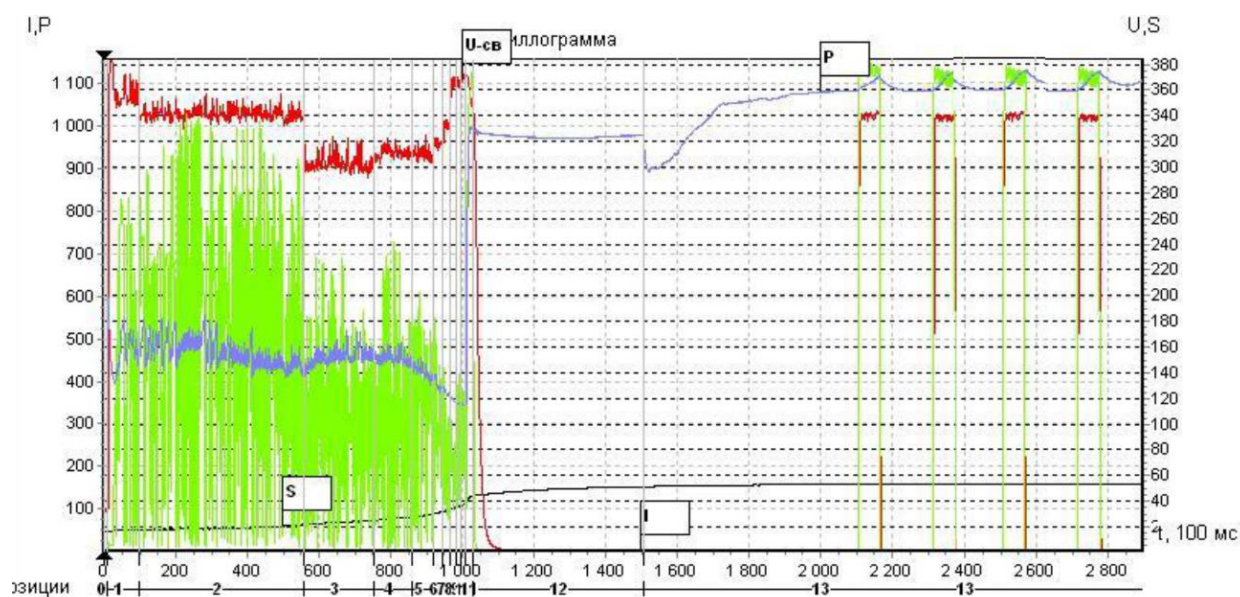


Рисунок 9. Осциллограмма сварки образца 7

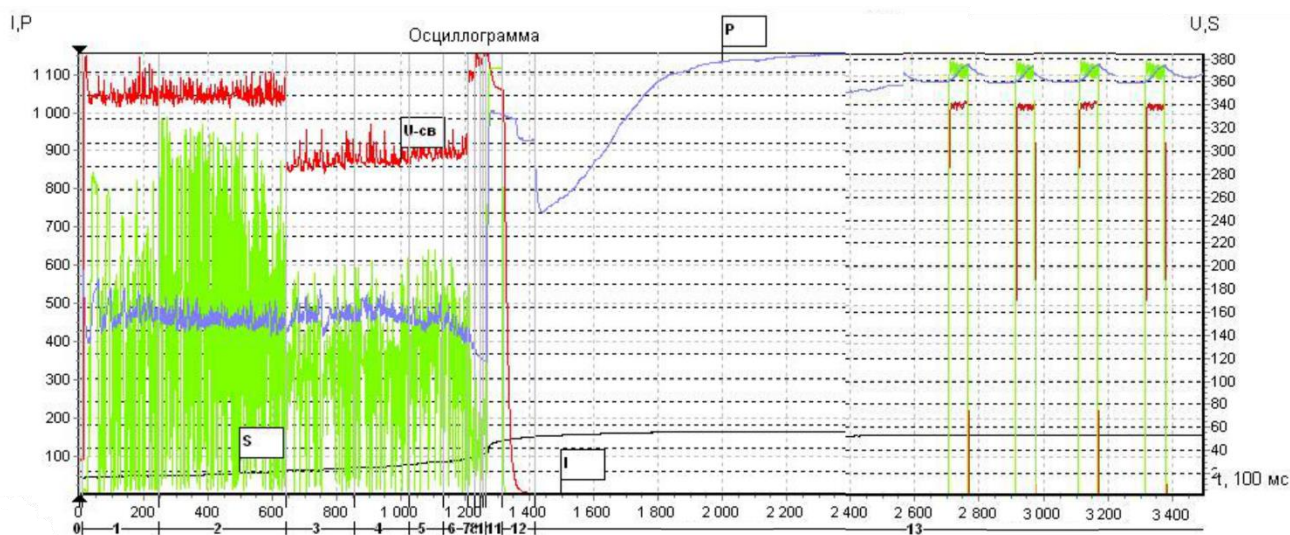


Рисунок 10. Осциллограмма сварки образца 8

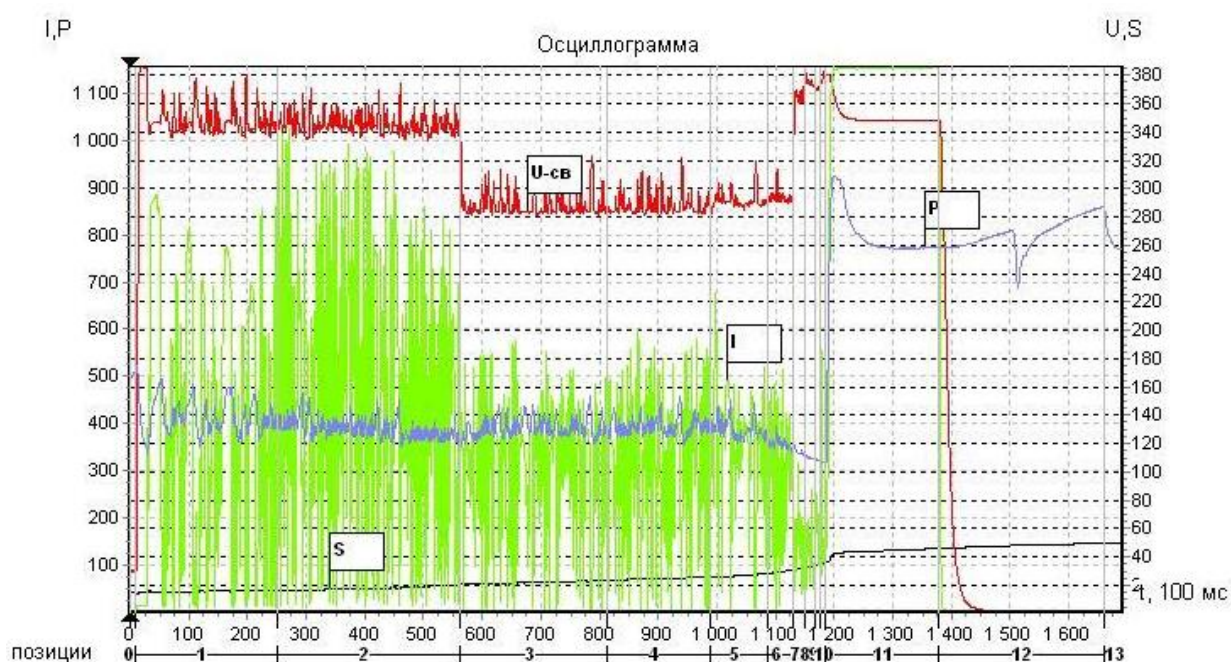


Рисунок 11. Осциллограмма сварки образца 0

В дальнейшем проводили испытание нетермообработанных стыков на трехточечный статический изгиб согласно СТО РЖД 1.08.002-2009 «Рельсы железнодорожные, сваренные электроконтактным способом». Испытания на статический изгиб проводили на прессе типа ПМС-320. Контрольные образцы испытывались после сварки и удаления грата без дополнительной обработки стыков. При испытаниях на статический поперечный изгиб контрольный образец имел длину не менее 1200 мм со сварным стыком по середине. Нагрузку прикладывали в середине пролета контрольного образца в месте сварного стыка с расстоянием между опорами 1 м. Испытание контрольного образца производили, с приложением нагрузки на головку (рисунок 10).

Результатами испытания являются значения усилия, возникающего при изгибе $P_{изг}$, кН и значения стрелы прогиба $f_{пр}$, мм при которых происходит разрушение контрольного образца, либо максимальные значения данных показателей, если образец не разрушился во время испытаний. В таблице 3 и на рисунке 11 приведены результаты испытаний.

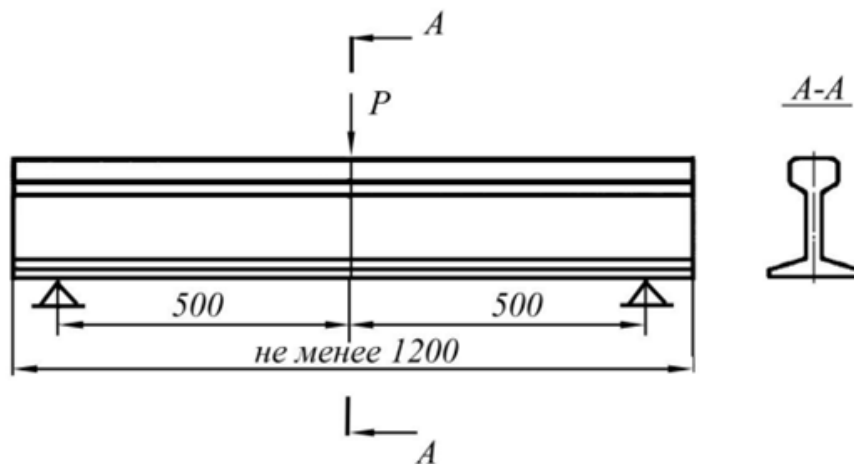


Рисунок 12. Схема испытания на статический поперечный изгиб

Таблица 3 – Результаты испытаний на статический трехточечный изгиб

№ образцов	Значения факторов	
	$P_{изг}$, кН	$f_{пр}$, мм
1	2002	17,4
2	1882	17,9
3	2364	35,4
4	1970	20,1
5	2107	23,4
6	1616	11
7	2059	20,9
8	2244	31,2
0	2179	24,4

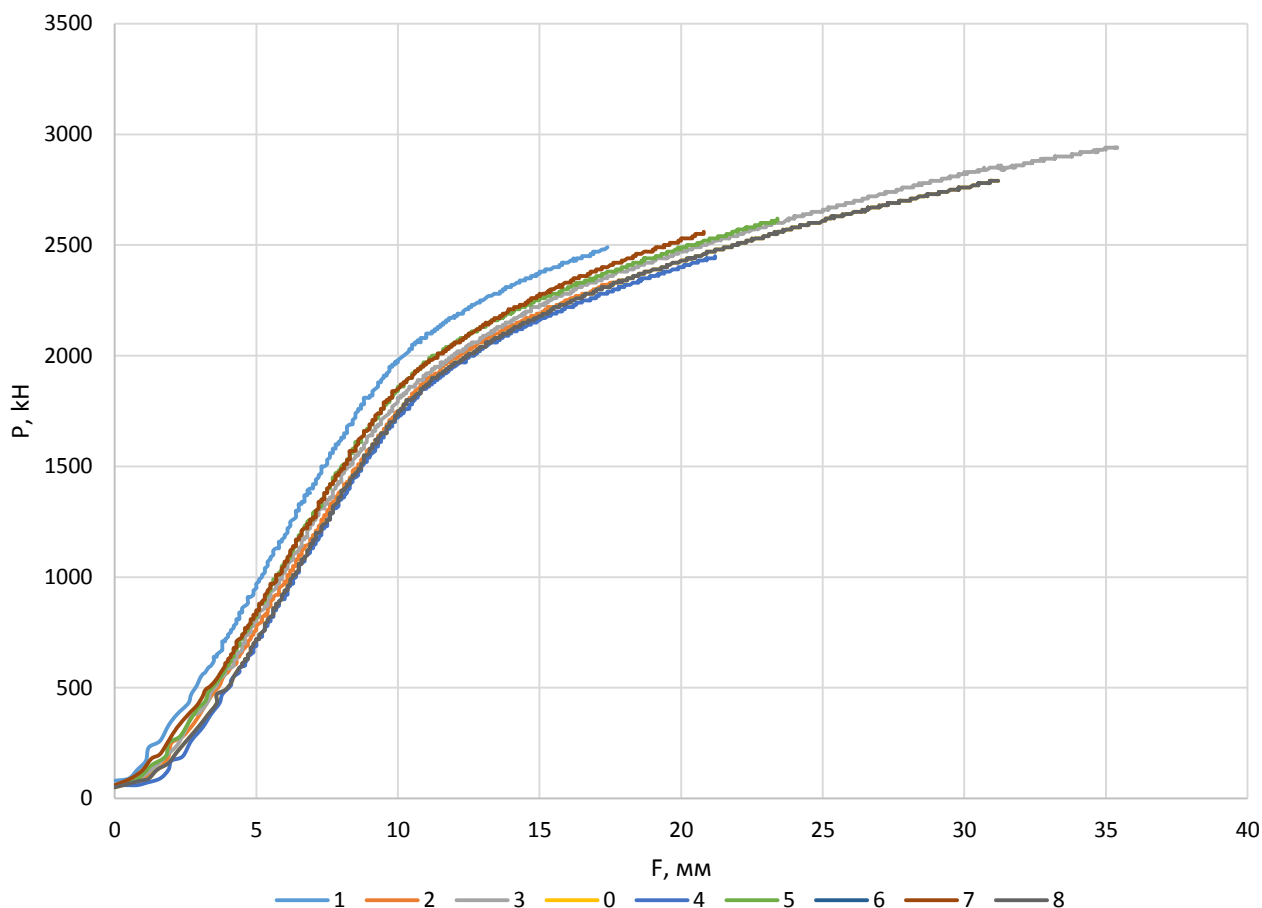


Рисунок 13. Результаты испытаний на статический трехточечный изгиб

В результате эксперимента образцы 3 ($P_{изг} = 2364$ кН, $f_{пр} = 35,4$ мм) и 8 ($P_{изг} = 2244$ кН, $f_{пр} = 31,2$ мм) имеют значения показателей испытаний выше ($P_{изг} = 2000$ кН, $f_{пр} = 27$ мм) требований СТО РЖД 1.08.002-2009. Согласно данным были получены регрессионные модели для выходных параметров усилия при изгибе и стрелы прогиба:

$$P_{изг} = 1926,5 - 2,05 X1 + 64,38 X2 + 3,2 X3; R^2 = 0,61,$$

$$f_{пр} = 15,72 - 0,04 X1 + 2,37 X2 + 0,07 X3; R^2 = 0,51.$$

При этом рассмотрев процесс охлаждения (рисунок 12 и 13) наилучших результатов можно сделать вывод о том, что формирование благоприятных механических свойств сварного соединения произошло в некоторой степени из-за замедления скорости охлаждения, т. к. в полной мере не были реализованы режимы изотермической выдержки.

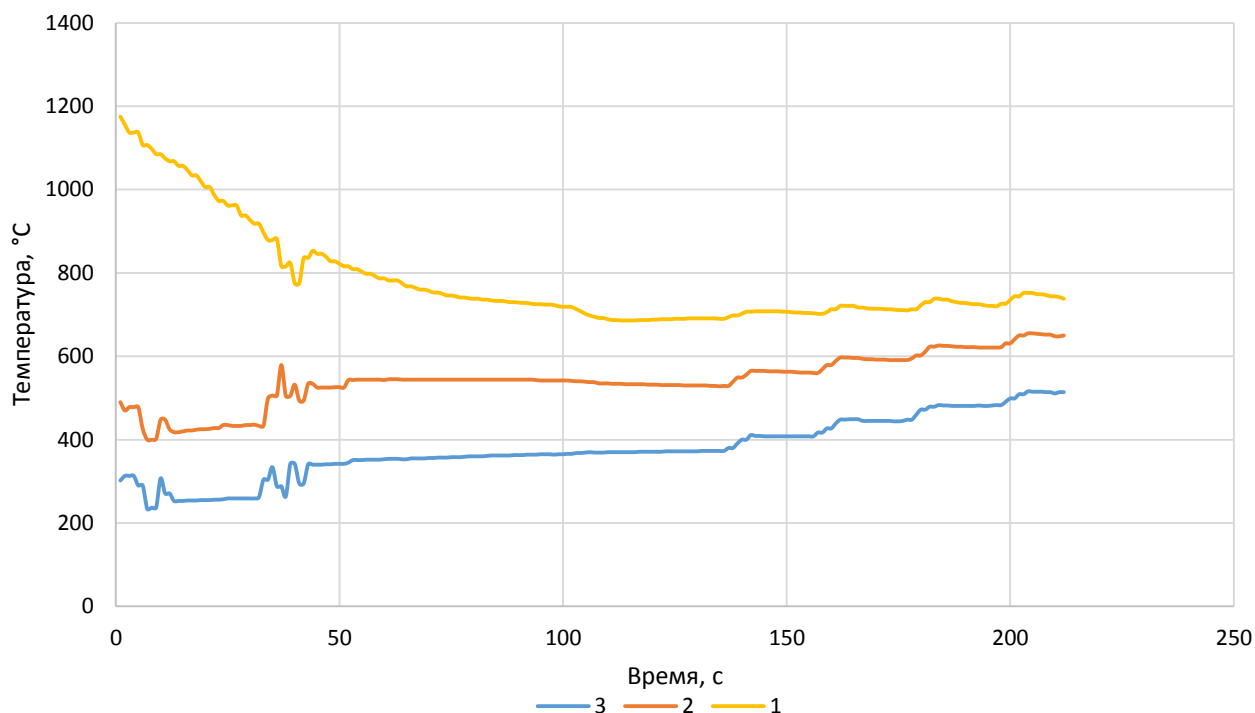


Рисунок 14. График охлаждения после сварки образца 9

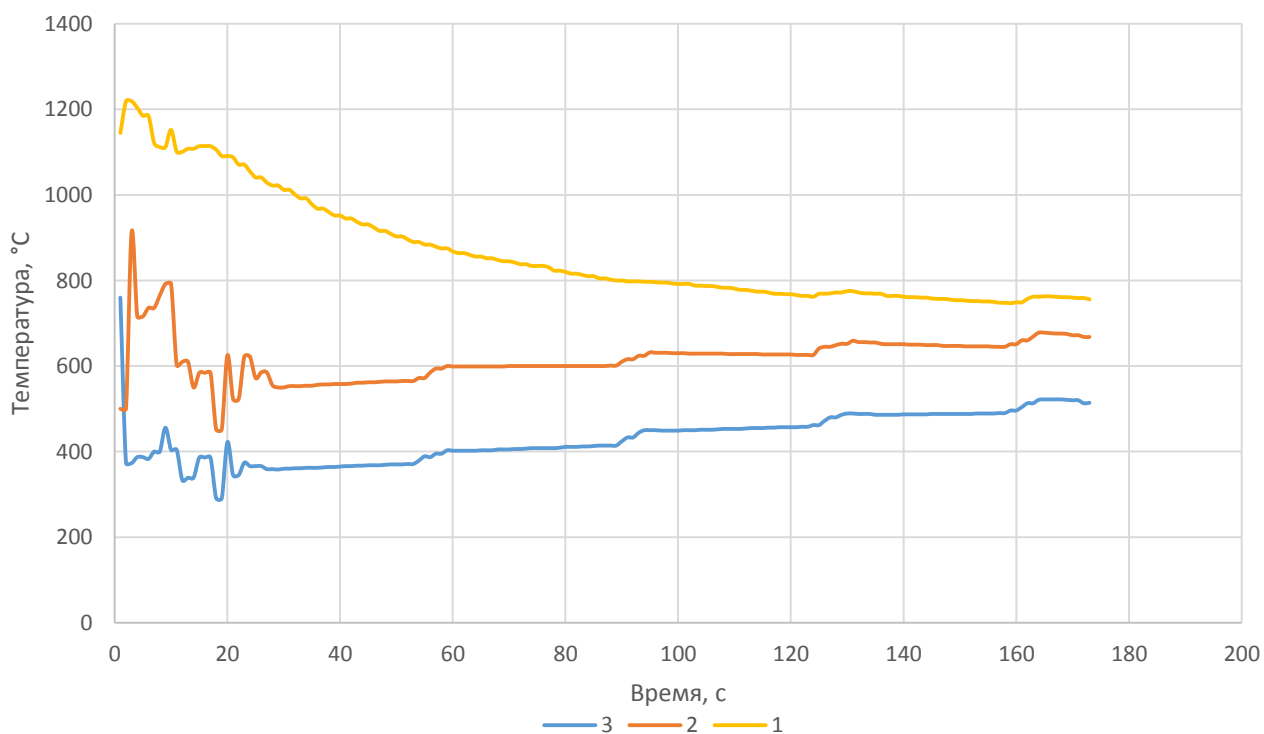


Рисунок 15. График охлаждения после сварки образца 10

Для подтверждения результатов проведена вторая серия экспериментов где повторно проведена сварка на режимах наилучшими результатами испытаний, а также выбран режим изотермической выдержки, полностью удовлетворяющий температурным режимам (рисунок 14). Режимы и результаты повторной серии экспериментов приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Результаты второй серии экспериментов

№ образцов	Значения факторов			Результаты испытаний на статический изгиб	
	X ₁ , с	X ₂ , с	X ₃ , с	P _{изг} , кН	f _{пр} , мм
9 (8) *	160	6	15	1962	21,5
10 (3) *	60	6	30	2276	34,2
11	200	4	10	2493	40,2
Количество импульсов (X ₄), для уменьшения количества опытов, задавалось равным 4 на всех режимах изотермической выдержки. * за скобками указан порядковый номер образца, в скобках номер повторяемого					

Результаты второй серии экспериментов подтвердили воспроизводимость параллельных опытов. В случае с образцом 9 (8) сыграла роль нестабильности работы рельсосварочной машины, т. к. данный образец варили первым после долгого простоя оборудования. Одним из факторов, оказывавших влияние на нестабильность, это недостаточный прогрев гидравлической жидкости, что на прямую влияет на параметры сварочного процесса (скорость передвижения подвижной станины во время оплавления и осадки).

Проведенные эксперименты позволили разработать, защищенный патентом РФ, способ контактной стыковой сварки [8], позволяющий получать сварное соединение изделий из рельсовой стали с необходимым и превосходящими техническими требованиями СТО РЖД 1.08.002-2009 по механическим свойствам сварные соединения рельсов типа Р65 категории ДТ350.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Mitsuru F. Rail flash-butt welding technology/ F. Mitsuru, N. Hiroaki, N. Kiyoshi// JFE Technical Report. – 2015. – № 20. – P. 159 – 163.
2. 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.
3. 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.
4. Шур Е.А. Комплексный метод контактной сварки рельсов: [Текст] / Е.А. Шур, В.А. Резанов// Вестник ВНИИЖТ. – 2012. – № 3. – С. 20 – 22.

5. Резанов В.А. Комплексный метод контактной сварки рельсов: [Текст] / В.А. Резанов, В.М. Федин, А.В. Башлыков, А.И. Фимкин, С.К. Земан // Вестник ВНИИЖТ. – 2013. – № 2. – С. 28 – 34.

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., Шевченко Р.А., Крюков Р.Е., Усольцев А.А. Разработка новой технологии сварки рельсов для высокоскоростного движения // Черная металлургия. Бюллетень научно-технической и экономической информации. 2018. Вып. 8(1424). С. 50 – 57.

8. Пат. 2641586 РФ, МПК В 23 К 11/04. Способ контактной стыковой сварки рельсов / Е.В. Протопопов, Н.А. Козырев, Р.А. Шевченко, Р.Е. Крюков, С.В. Фейлер, А.А. Усольцев // Заявл. 07.12.2016; опубл. 18.01.18. Бюл. № 2.

УДК 625.143.48

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

ИЗМЕНЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ УДЕЛЬНОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ РЕЛЬСОВЫХ СТАЛЕЙ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет»,

г. Новокузнецк

Для расчетов режима контактной стыковой сварки рельсов оплавлением необходимо знать удельное электросопротивление свариваемого материала [1-6].

Процесс оплавление - разновидность способа нагрева металлов сопротивлением, при котором тепло выделяется в контакте между деталями при пропускании по ним тока. Напряжение подается на свариваемые детали в момент, когда они разведены, после чего начинается их медленное сближение. При соприкосновении ровно обрезанных торцов деталей первые контакты между ними возникают в отдельных местах, по имеющимся микронеровностям.

В отличие от других способов нагрева сопротивлением контакты в данном случае доводятся до расплавления. Для этого подводимое напряжение и плотность тока в контактах должны быть достаточно велики, чтобы контакты успели разрушиться раньше, чем их площадь успеет существенно увеличиться в процессе сближения деталей. После взрыва контактов на их месте образуются кратера и форма поверхности постепенно становится неровной. Поэтому контакты в каждой точке на поверхности торцов возникают через определенные промежутки, а места контактирования непрерывно изменяются. В любой момент общая площадь, занимаемая контактами, значительно меньше площади поперечного сечения свариваемых деталей. На большей части поверхности оплавления между торцами имеется зазор, величина которого неодинакова по сечению деталей [7].

При этом нагрев и расплавление микроконтакты между торцами свариваемых деталей происходит за счёт тепла выделяемого по закону Джоуля-Ленца:

$$Q = I^2 R t, \text{ Дж} \quad (1)$$

Знание количества выделившейся теплоты позволит корректировать тепловложения при сварке, протяжённость ЗТВ, формирование структуры шва и заранее предсказать получившееся качество сварного соединения, а также предостеречь о возможном образовании дефектов в рельсовой стали. Количество выделяемой теплоты за определённый промежуток времени зависит от площади контактируемых поверхностей и от удельного электросопротивления свариваемого материала.

Удельное электрическое сопротивление рассчитывается по формуле:

$$\rho = \frac{R \cdot S}{l}, \text{ Ом} \cdot \text{м} \quad (2)$$

Электрическое сопротивление сплава всегда выше, чем сопротивление любого его компонента. Характер изменения электропроводности сплава зависит от фаз и структур в сплаве, что определяется диаграммой состояния. При нагревании стали образуется неравновесная структура с большими искажениями кристаллической решетки и внутренними напряжениями.

Плотность дефектов по всему объему кристалла резко возрастает, что приводит к значительному росту удельного сопротивления [8, 9]. Так же при нагревании рельсовой стали (эвтектический сплав) выше 727°C происходит превращение перлитной структуры в аустенитную.

Ранее производилось исследование влияние химического состава рельсовой стали на удельное электрическое сопротивление [10]. В настоящей работе было проведено измерение электросопротивления рельсовой стали в интервале температур от 0 до 700 °C. Образцы имели размеры 90×30×10 мм. В таблице 1 представлены химический состав рельсовой стали, используемой при исследовании электросопротивления.

Таблица 1 - Химический состав образцов

Химический состав рельсовой стали													
C	Mn	Si	Cr	V	P	S	Al	Ni	Cu	Mo	Nb	Sn	Sb
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

Для нагрева образца использовалась муфельная печь ЭКПС 50. Печь нагревали до 950°C устанавливали образцы и производили выдержку в течении 10 минут. Образцы вынимали из печи при 900 °C, устанавливали на платформу из металла, производили замер температуры и электросопротивления.

Температуру измеряли тепловизором HotFind-D, он позволяет производить измерение температур до 1500 °C. Тепловизор снабжен неохлаждаемой микроболометрической матрицей в фокальной плоскости объектива разрешением 160×120 пикселей. Передача видеоизображения термограмм на ПК производится с помощью платы видеозахвата аналогового сигнала в формате NTSC частотой 60 Гц.

Для замера электрического сопротивления рельсовой стали применяли прибор MI 3250 MicroOhm 10A – компактный микроомметр с испытательным током 10А, предназначенный для измерения сопротивлений сварных соединений, соединений рельсовых путей, обмоток двигателей и генераторов и т.п. Во время измерения использовались электроды специальной формы позволяющие проникать через образовавшуюся при высоких температурах оксидную плёнку.

В таблице 2 представлены результаты замера электросопротивления в мкОм образца при различной температуре. Удельное электросопротивление вычисленное по формуле (2) и представлено на рисунке 1.

Таблица 2 - Зависимость электросопротивления от температуры образцов

№1		№2	
T, °C	R, Ом·10 ⁻⁶	T, °C	R, Ом·10 ⁻⁶
606	180	610	166,8
540	150	537	145,5
490	140	530	142,6
440	130	518	135,4
390	117,2	505	138,2
370	113,1	425	122,5
294	100,4	420	120,9
253	93,4	410	119
		404	117,6
		402	117,6
		352	108,6
		347	102,3
		290	97,6
		285	91,6
		282	95,7
		260	91,1
		254	90,1
		235	85,9

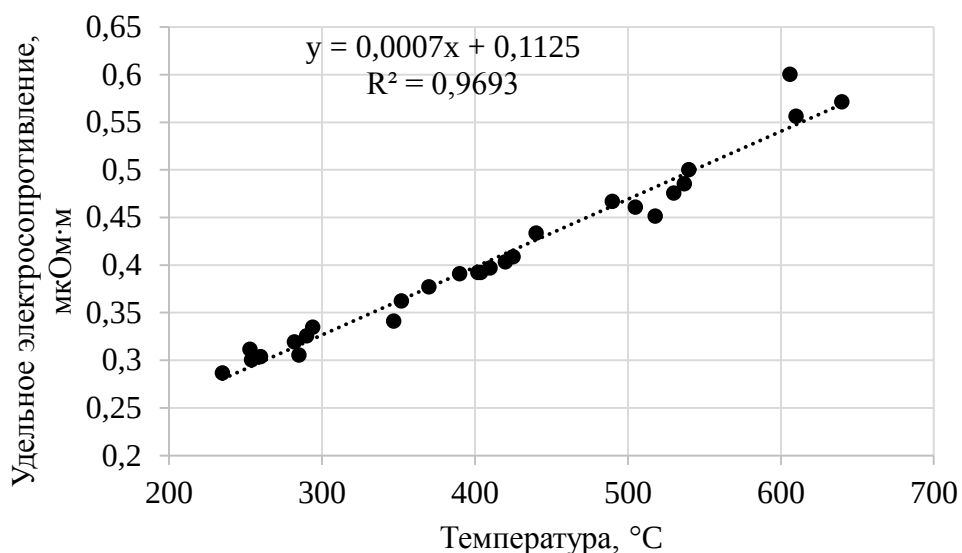


Рисунок 1. Зависимость удельного электросопротивления от температуры образцов

Вывод

На основе проведённых измерений электросопротивления образцов в

диапазоне температур 200 – 700 °С построена регрессионная модель влияния температуры на удельное электрическое сопротивление рельсовой стали Э76ХФ. Использование данной регрессионной модели позволит производить расчет режимов контактной стыковой сварки рельсов оплавлением.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. 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
2. Анализ токового режима работы сварочной машины К 1100 при сварке рельсов на этапе оплавления / Р. А. Шевченко, В. И. Базайкин, С. Н. Кратько, Н. А. Козырев, А. О. Патрушев // Вестник горно-металлургической секции Российской академии естественных наук. Отделение металлургии: сборник научных трудов. – Москва; Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ, 2017. – Вып. 38. - С. 81-87. – Библиогр.: с. 87
3. 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 : сборник научных трудов. – Москва; Новокузнецк : Изд. центр СибГИУ, 2016. – Вып. 37. - С. 175-180. – Библиогр.: с. 180
4. Исследование токового режима сварочной машины К1000 при сварке рельсов / Р. А. Шевченко, В. И. Базайкин, С. Н. Кратько, Н. А. Козырев, П. Е. Шишкин // Вестник Российской Академии естественных наук. Западно-Сибирское отделение. – Новокузнецк, 2017. – Вып. 20. - С. 106-111. – Библиогр.: с. 111
5. Шевченко Р. А. Расчет оптимальных режимов электроконтактной сварки железнодорожных рельсов / Р. А. Шевченко, П. Е. Шишкин, А. О. Патрушев ; науч. рук.: Н. А. Козырев // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения : труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, 16-18 мая 2017 г. – Новокузнецк : Изд. центр СибГИУ, 2017. – Вып. 21. – Ч. 2: Естественные и технические науки. – С. 225-229. – Библиогр.: с. 229.

6. Статистическая модель управления процессами контактной сварки рельсов / Р. А. Шевченко, Н. А. Козырев, А. А. Усольцев, А. О. Патрушев, П. Е. Шишкин // Вестник Сибирского государственного индустриального университета. – 2017. – № 1 (19). – С. 4-8. – Библиогр.: с. 8
7. Кучук-Яценко С.И. Контактная стыковая сварка непрерывным оплавлением / С.И. Кучук-Яценко, В.К. Лебедев. – Киев: Наукова думка, 1976. – 213 с.: ил. – (АН УССР. Ин-т электросварки им. Е.О. Патона).
8. Электротехническое материаловедение: учебное пособие / Е. Е. Привалов. – М.-Берлин: Директ-Медиа, 2015. – 234 с.
9. Петрова Л.Г., Потапов М.А., Чудина О.В. Электротехнические материалы: Учебное пособие / МАДИ (ГТУ). – М., 2008. – 198 с.
10. Методика определения электрического сопротивления рельсовой стали / В. А. Кузнецов, Р. А. Шевченко, А. А. Усольцев, Н. А. Козырев, Р. Е. Крюков // Вестник горно-металлургической секции Российской академии естественных наук. Отделение металлургии: сборник научных трудов. – Москва; Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ, 2018. – Вып. 40. – С. 111-117. – Библиогр.: с. 117.

УДК 519.237: 669.018.25

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

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ НОВЫХ ПОРОШКОВЫХ ПРОВОЛОК ДЛЯ НАПЛАВКИ

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

Основными порошковыми проволоками для износостойкой наплавки горношахтного оборудования в Российской Федерации являются проволоки системы Fe–C–Si–Mn–Cr–Ni–Mo типа А и В по классификации МИС [1], причем для этих целей широко используются отечественные проволоки типа 40

ГМФР и 40Х3Г2МФ [2-4], а так же импортные проволоки фирмы DRATEC (Германия) марки DT-SG 600 F и порошковые проволоки фирмы ESAB марок ОК Tubrodur 15.52, ОК Tubrodur 58 O/G M, основанные на тех же принципах легирования [5-8].

В работах [9-23], проведенных в условиях ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет» определялось влияние введение различных элементов в порошковую проволоку системы Fe–C–Si–Mn–Cr–Ni–Mo на эксплуатационную стойкость полученного при наплавке слоя металла. В данной работе приводится изучение изменения концентрации различных элементов в разработанных проволоках в системе Fe–C–Si–Mn–Cr–Ni–Mo на износ и твердость наплавленного металла.

Лабораторные исследования проводили по следующей схеме. Наплавку осуществляли сварочным трактором ASAW-1250 с использованием изготовленной порошковой проволоки на пластины из стали 09Г2С. Изготовление проволоки проводилось на лабораторной машине. Диаметр изготовленной проволоки 6 мм, оболочка выполнена из ленты Ст3. В качестве наполнителя использовались порошкообразные материалы: порошок железа марки ПЖВ1 по ГОСТ 9849-86, порошок ферросилиция марки ФС 75 по ГОСТ1415-93, порошок высокоуглеродистого феррохрома марки ФХ900А по ГОСТ 4757-91, порошок углеродистого ферромарганца ФМн 78(А) по ГОСТ 4755-91, порошок никеля ПНК-1Л5 по ГОСТ 9722-97, порошок ферромolibдена марки ФМо60 по ГОСТ 4759-91, порошок феррованадия марки ФВ50У 0,6 по ГОСТ 27130-94, порошок кобальта ПК-1У по ГОСТ 9721-79, порошок вольфрамовый ПВН ТУ 48-19-72-92. В состав ряда образцов проволоки взамен аморфного углерода вводилась пыль газоочистки алюминиевого производства, 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.

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

эмиссионным методом на спектрометре ДФС -71. 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 $\times 100 - 1000$ после травления поверхности образцов в 4%-ном растворе азотной кислоты. Величину зерна определяли по ГОСТ 5639-82 при увеличении $\times 100$. Дисперсность мартенсита оценивали при сопоставлении структуры с эталонами соответствующих шкал и размеров игл мартенсита с данными таблицы № 6 ГОСТ 8233-56. Исследование продольных образцов наплавленного слоя на наличие неметаллических включений проводили по ГОСТ 1778-70. Полированную поверхность изучали при увеличении $\times 100$ 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) $75 - 750 \text{ мин}^{-1}$; диапазон измерения момента трения (диапазон I) $1 - 10 \text{ Н} \cdot \text{м}$.

Для исследования были отобраны 2 серии образцов с близким химическим составом и величиной зерна аустенита, но с различным содержанием хрома (таблица 1) первая серия (образцы 5Г-24Г) с содержанием более 3% хрома (3,94- 7,1%) и вторая серия (образцы 1-16) менее 2% хрома (1,32 – 1,83%), причем с одинаковой структурой - мартенсит (таблица 2).

Таблица 1 – Химический состав наплавленного металла

№ образца	C,%	Si,%	Mn,%	Cr,%	Mo,%	Ni,%	Co,%	Cu,%	W,%	V,%	S,%	P,%
5Г	0,4	0,72	0,84	5,26	0,52	0,42	0,1	0,07	0,02	0,05	0,037	0,025
6Г	0,45	0,8	0,77	4,98	0,5	0,56	0,11	0,07	0,02	0,04	0,044	0,023
7Г	0,27	0,78	0,77	5,5	0,48	0,61	0,08	0,1	0,02	0,04	0,042	0,019
8Г	0,38	0,62	0,8	4,98	0,47	0,82	0,09	0,07	0,02	0,04	0,038	0,020
9Г	0,19	0,77	0,61	4,17	0,38	0,34	0,051	0,07	0,02	0,02	0,054	0,024
10Г	0,19	0,63	0,65	4,06	0,38	0,3	0,056	0,08	0,02	0,03	0,056	0,019
11Г	0,2	0,59	0,61	4,12	0,38	0,3	0,121	0,06	0,02	0,02	0,049	0,019
12Г	0,2	0,64	0,6	4,03	0,39	0,3	0,199	0,08	0,02	0,03	0,058	0,021
131Г	0,26	0,78	1,49	7,1	0,39	0,32	0,003	0,07	0,02	0,02	0,033	0,009
141Г	0,22	0,73	1,38	5,95	0,32	0,29	0,003	0,09	0,02	0,03	0,029	0,014
151Г	0,26	0,75	1,23	6,3	0,32	0,3	0,003	0,09	0,02	0,02	0,034	0,012
161Г	0,26	0,75	1,16	6,06	0,34	0,3	0,003	0,09	0,02	0,04	0,033	0,016
17Г	0,13	0,56	0,91	3,94	0,25	0,26	0,003	0,08	0,03	0,006	0,033	0,017
18Г	0,17	0,61	1,2	6	0,37	0,39	0,002	0,1	0,025	0,006	0,033	0,015
20Г	0,1	0,49	0,92	4,15	0,23	0,25	0,004	0,09	0,025	0,03	0,033	0,017
21Г	0,19	0,54	1,15	6,21	0,38	0,4	0,002	0,09	0,025	0,04	0,031	0,015
22Г	0,23	0,67	0,94	4,18	0,4	0,27	0,013	0,07	0,04	0,005	0,029	0,015
24Г	0,205	0,78	1,01	4,12	0,37	0,26	0,19	0,07	0,08	0,008	0,030	0,015
Среднее содержание элемента в первой серии	0,24	0,68	0,95	5,06	0,38	0,37	0,06	0,08	0,03	0,03	0,038	0,02
1	0,24	0,19	0,93	1,83	0,69	0,14	0,001	0,87	0,02	0,6	0,036	0,017
2	0,25	0,27	0,96	1,65	0,68	0,33	0,001	0,09	0,08	0,6	0,033	0,01
3	0,25	0,28	0,93	1,67	0,57	0,54	0,001	0,06	0,02	0,58	0,029	0,014
4	0,29	0,15	0,92	1,65	0,6	0,65	0,001	0,06	0,05	0,59	0,034	0,012
5	0,23	0,12	0,85	1,45	0,51	0,53	0,08	0,05	0,001	0,68	0,033	0,017
6	0,21	0,23	0,89	1,45	0,55	0,54	0,03	0,07	0,001	0,54	0,031	0,015
7	0,17	0,18	0,85	1,4	0,54	0,52	0,05	0,06	0,001	0,63	0,029	0,016
8	0,17	0,28	0,91	1,32	0,46	0,45	0,06	0,06	0,001	0,59	0,032	0,015
13	0,22	0,18	0,64	1,59	0,08	0,46	0,001	0,09	0,003	0,48	0,031	0,017
14	0,21	0,23	0,73	1,73	0,23	0,53	0,001	0,09	0,001	0,55	0,033	0,017
15	0,22	0,2	0,84	1,7	0,52	0,58	0,001	0,08	0,001	0,63	0,035	0,016
16	0,21	0,19	0,79	1,62	0,77	0,59	0,001	0,09	0,001	0,61	0,033	0,02
Среднее содержание элемента во второй серии	0,22	0,21	0,85	1,59	0,52	0,49	0,02	0,14	0,02	0,59	0,03	0,02

Таблица 2 – Характеристики структуры, величины зерна, износ и твердости наплавленных образцов

№ образца	Структура	Величина зерна аустенита	HRC	Износ, г/об
Г5	Мартенсит	7	49	0,000014
Г6	Мартенсит	6,5	52	0,0000056
Г7	Мартенсит	6	50	0,000071
Г8	Мартенсит	6,5	52	0,000014
Г9	Мартенсит	6,5	44,5	0,000071
Г10	Мартенсит	6,5	42,5	0,000039
Г11	Мартенсит	6,5	42,5	0,000044
Г12	Мартенсит	6,5	37	0,000073
Г131	Мартенсит	7	55	0,000028
Г141	Мартенсит	7	41	0,000055
Г151	Мартенсит	7	45	0,0000074
Г161	Мартенсит	7	45	0,000034
Г17	Мартенсит	6,5	40	0,000028
Г18	Мартенсит	6	45	0,000054
Г20	Мартенсит	6,5	38	0,000142
Г21	Мартенсит	6	48	0,000055
Г22	Мартенсит	6	43	0,000033
Г24	Мартенсит	6,5	42	0,00003
средние		6,53	45,08	0,00004433
1	Мартенсит	6,5	41	0,000029
2	Мартенсит	6,5	40	0,000037
3	Мартенсит	5,6	40	0,0000358
4	Мартенсит	5,6	41	0,0000359
5	Мартенсит	6,5	25	0,000136
6	Мартенсит	6	21	0,000165
7	Мартенсит	5,6	21	0,000115
8	Мартенсит	5,6	21	0,0000888
13	Мартенсит	6,5	20	0,00015
14	Мартенсит	6	25	0,000134
15	Мартенсит	6	29	0,00015
16	Мартенсит	6	28	0,000092
средние			29,33	0,000097

Для оценки совместного влияния химического состава порошковых проволок на износ и твердость наплавленного слоя использовались математико-статистическими методы, которые позволяют выявить закономерности изменения результирующего показателя в зависимости от поведения различных факторов по известным методикам [24-26].

На рисунках 1-9 приведено влияние различных элементов в наплавленном слое с использованием рассматриваемых порошковых проволок

на твердость и износ отдельно для каждой из серий и общее для данных серий. Полученные графики указывают, что степень влияния различных химических элементов на твердость наплавленного слоя и износ образцов различная. В исследуемых пределах, (как для каждой из серий, так и на общем графике) углерод, кремний, марганец, хром и молибден одновременно повышают твердость наплавленного слоя и уменьшают износ образцов, ванадий имеет такую же тенденцию для каждой из серий. Никель повышает твердость и износ.

При выборе оптимального химического состава для наплавки в состав порошковой проволоки осуществлялось введение вольфрама и кобальта. Поэтому в полученных сериях присутствуют данные элементы. 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. Кобальт же снижает и твердость и износ. 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 по-видимому связано с получением более вязкой, но менее твердой матрицы. В случае отсутствия твердых частиц карбидов, вмонтированных в матрицу, эффект от введения кобальта отрицательный. Опыты указали на нецелесообразность введения в состав шихты разработанных проволок в исследованных пределах вольфрама и кобальта.

Отдельно следует остановиться на влиянии хрома. При сравнении первой и второй серий плавок определено, что повышение концентрации хрома в наплавленном слое в три раза, позволяет увеличить твердость в среднем в 1,5 раза и снизить износ на 45%.

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:

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

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 = 17,03 + 19,49·C - 2,27·Si - 9,43·Mn + 4,25·Cr + 15,67·Mo + 8,35·Ni - 33,56·Co + 12,41·Cu + 191,12·W - 10,69V - 22,45·S + 46,16·P (ошибка аппроксимации составляет 1,09%);

Скорость износа наплавленного слоя образцов:

И = 0,000106 - 0,000268·C + 0,0000179·Si - 0,0000447·Mn + 0,0000108·Cr - 0,0000984·Mo + 0,000036·Ni + 0,000121·Co - 0,0000362·Cu - 0,000647·W + 0,000186·V - 0,000229·S + 0,000722·P (ошибка аппроксимации составляет 2,94 %).

Анализ полученных данных лег в основу разработки химического состава новых порошковых проволок, защищенных патентами РФ [27, 28].

Следует особо отметить, что выбор порошковой проволоки для процесса должен осуществляться исходя из экономических предпосылок, в частности эксплуатационного периода работы оборудования. Так при использовании проволоки системы Fe-C-Si-Mn-Cr-Ni-Mo (патент РФ 2641590) для наплавки защитных пластин шнеков очистного комбайна JOY4LS20 на шахтах Кемеровской области, стойкость по сравнению с аналогичными пластинами, наплавленными проволокой DRATEK, увеличилась на 19,3%. При этом наработка шнеков с наплавкой разработанной проволокой за период испытания составила 253 654 тонн угля, а с использованием пластин, наплавленных проволокой DRATEK, 204 698,7 тонн угля.

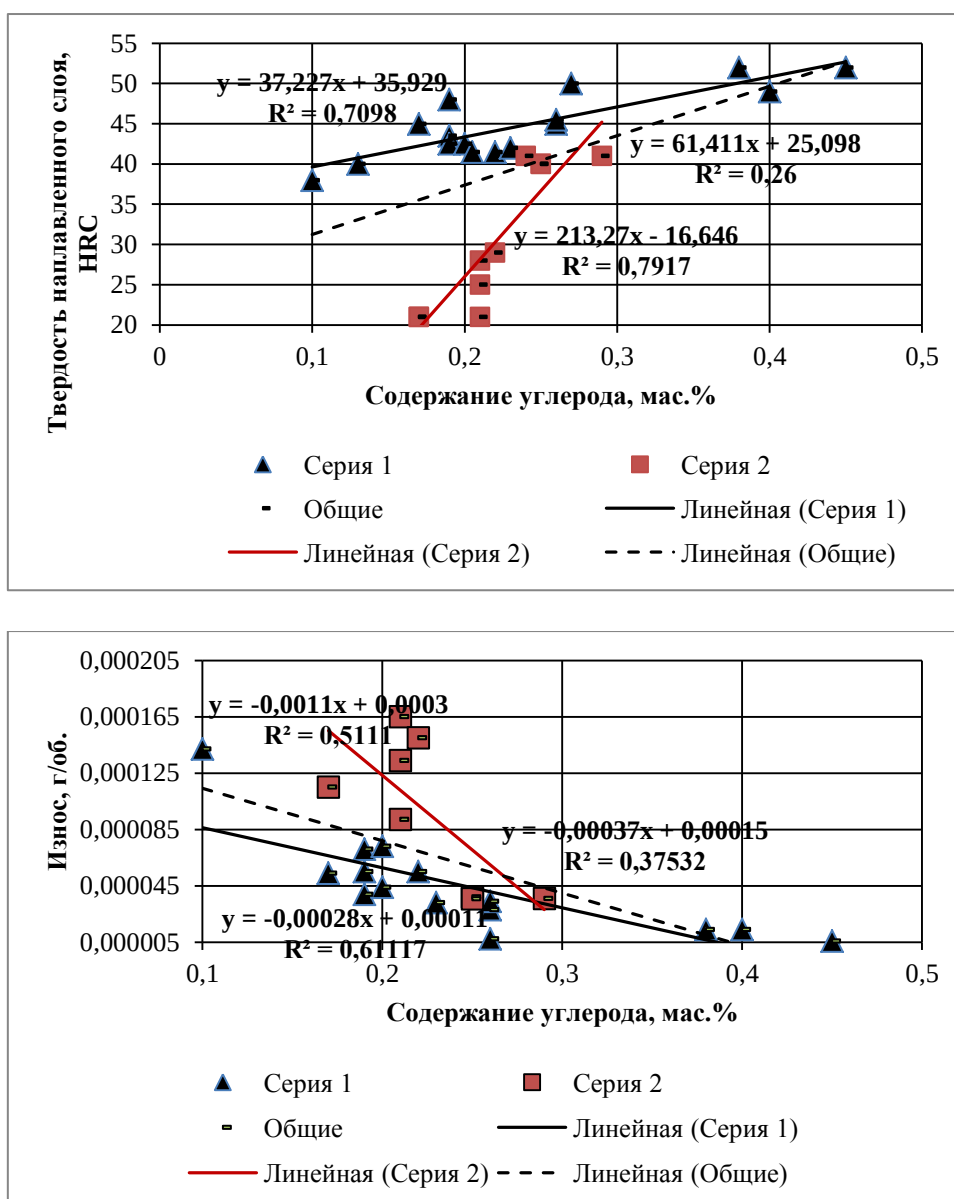


Рисунок 1. Влияние содержания углерода на твердость и износ

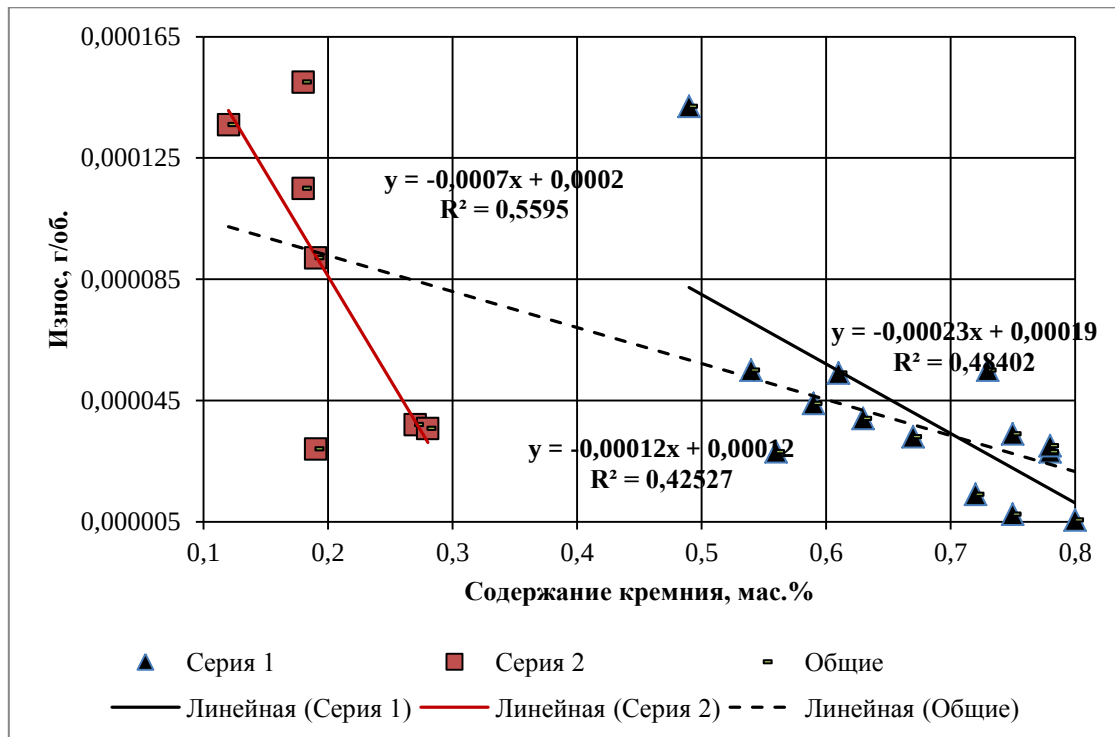
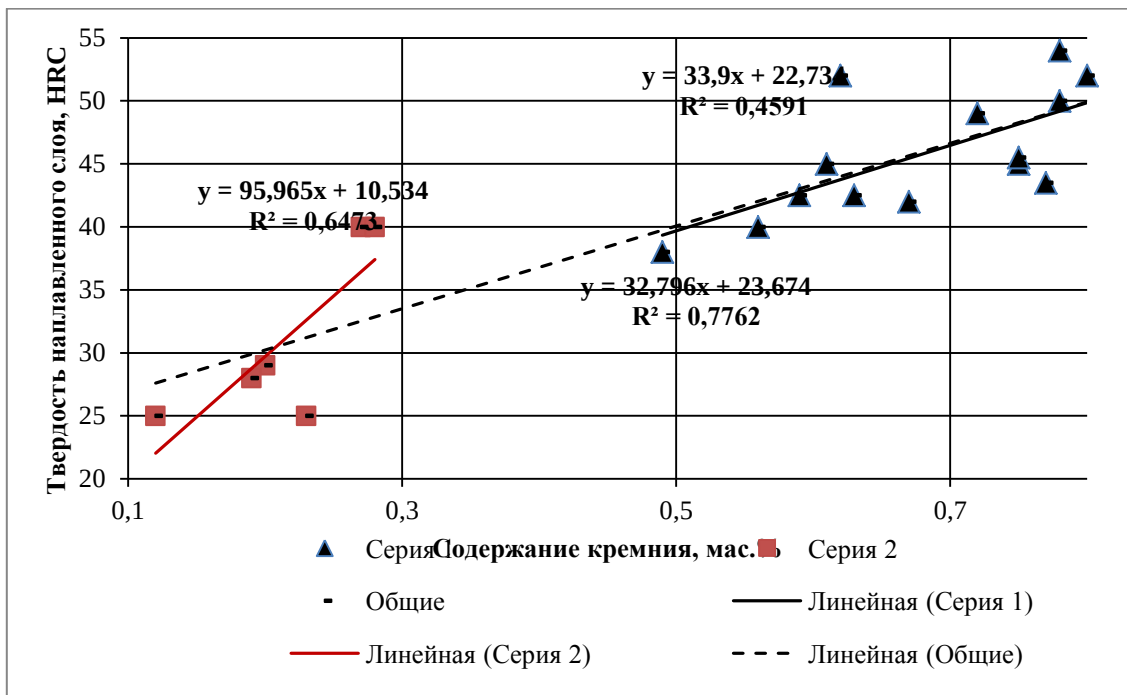


Рисунок 2. Влияние содержания кремния на твердость и износ

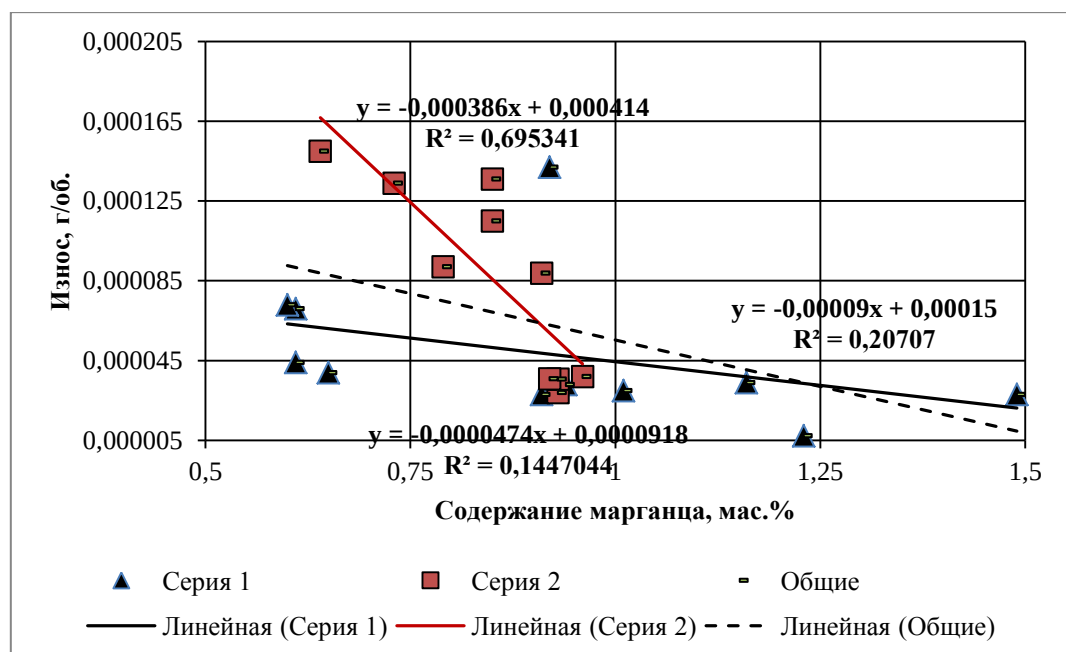
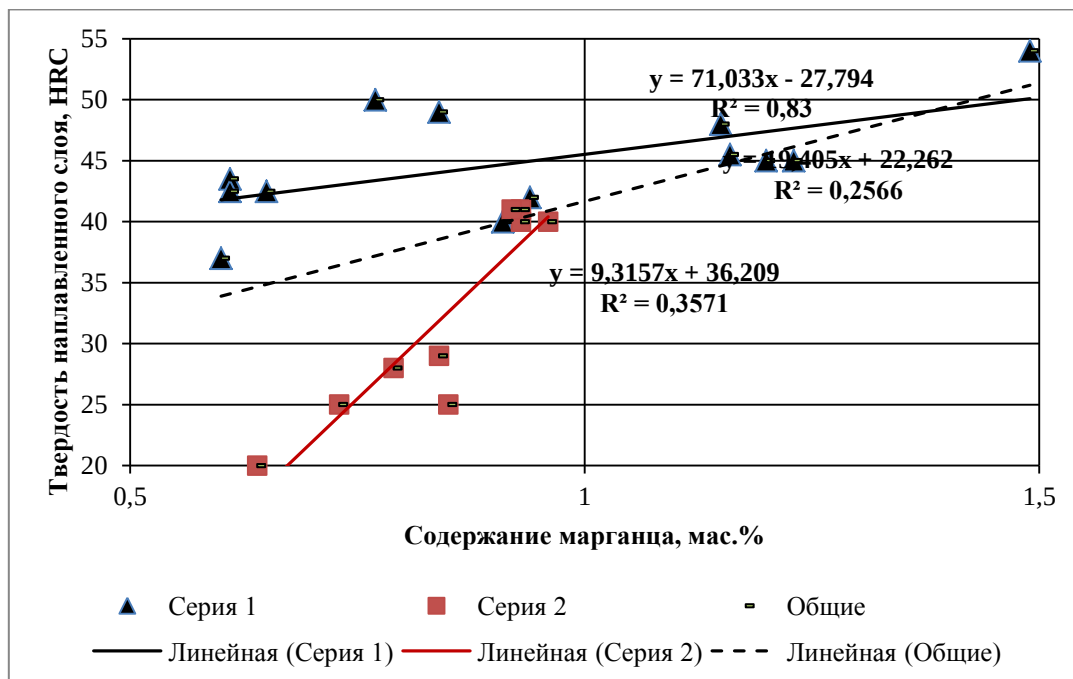


Рисунок 3. Влияние содержания марганца на твердость и износ

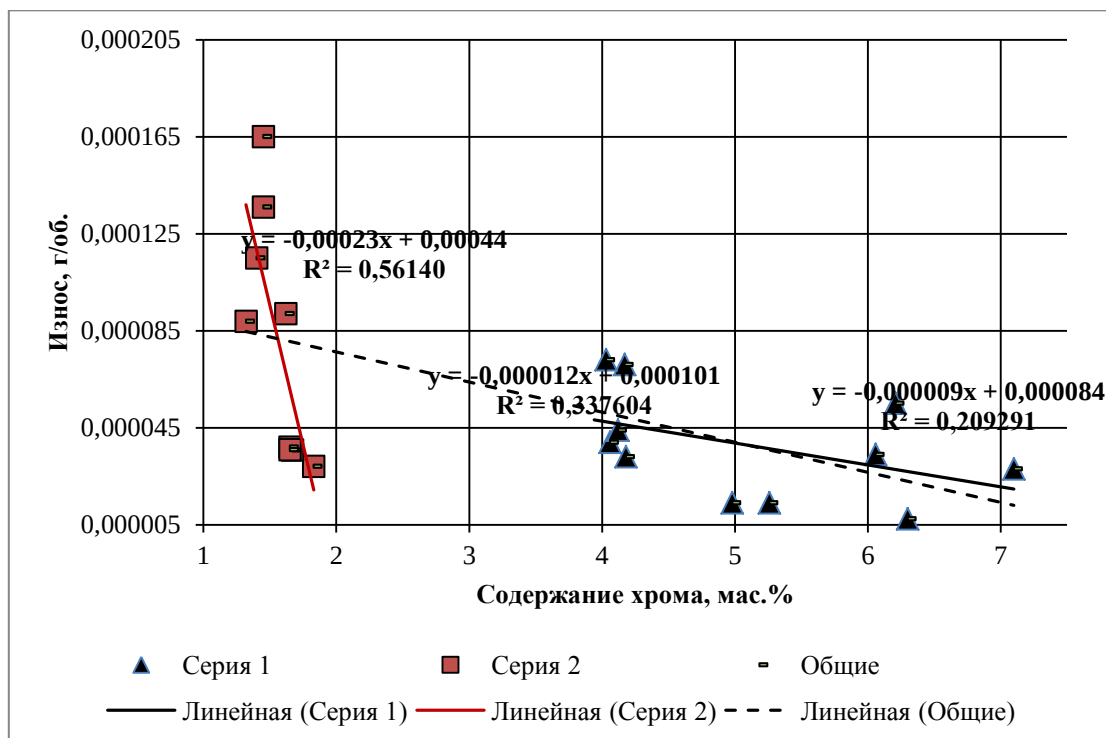
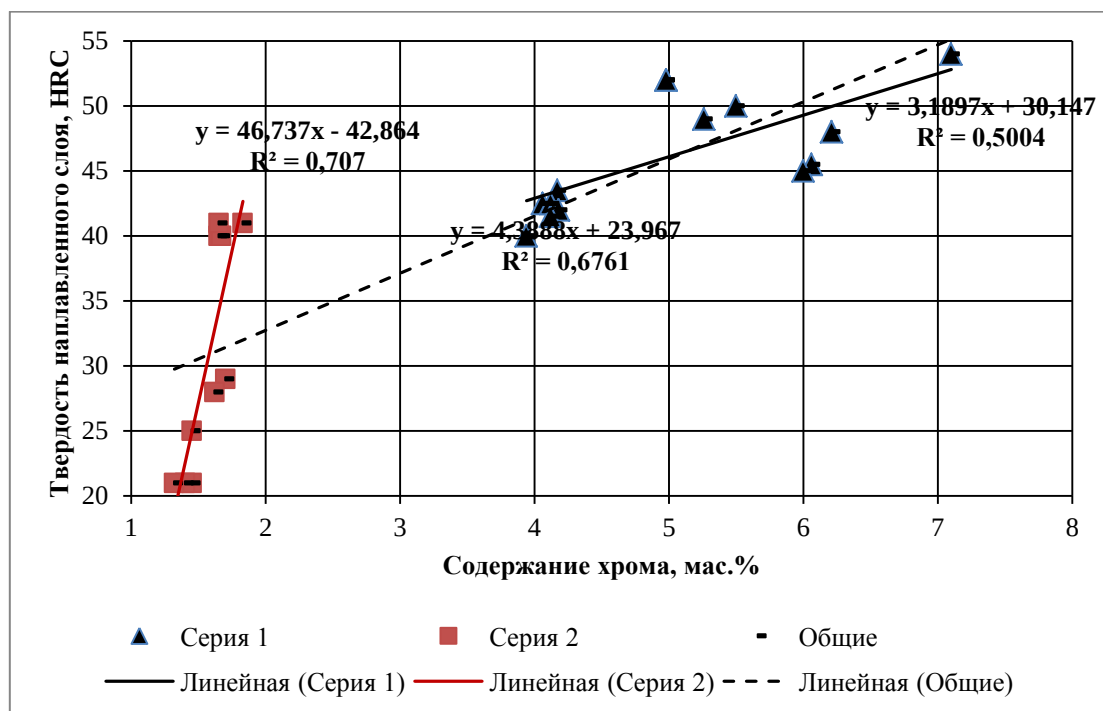


Рисунок 4. Влияние содержания хрома на твердость и износ

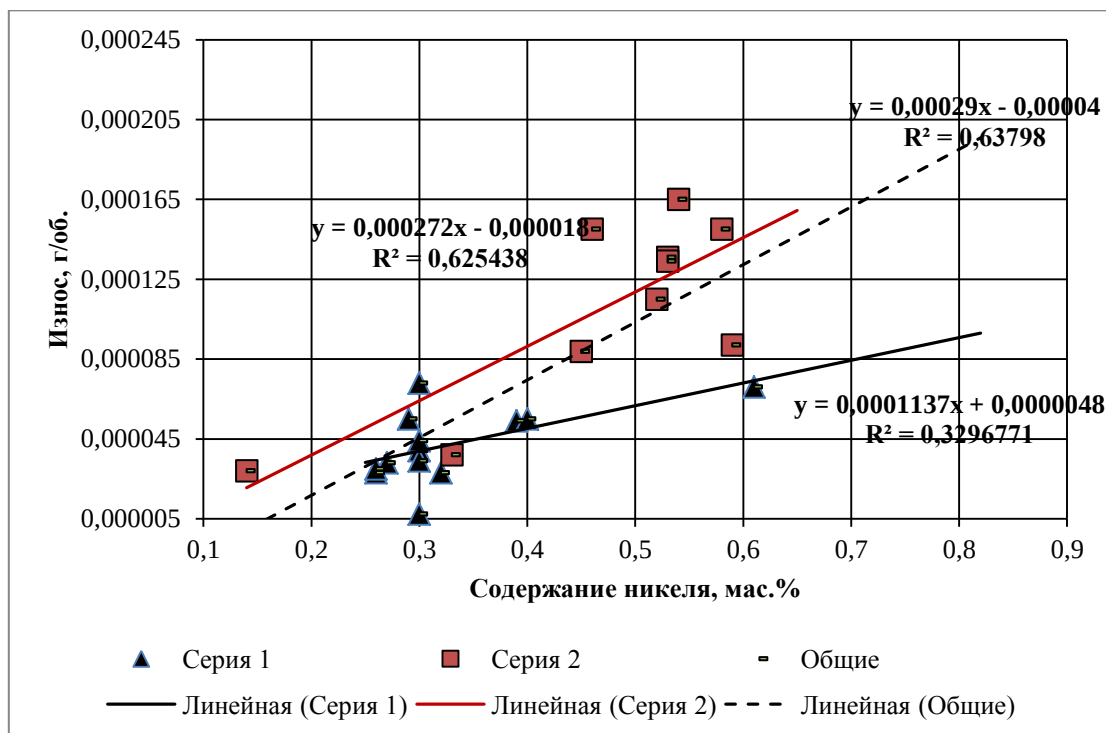
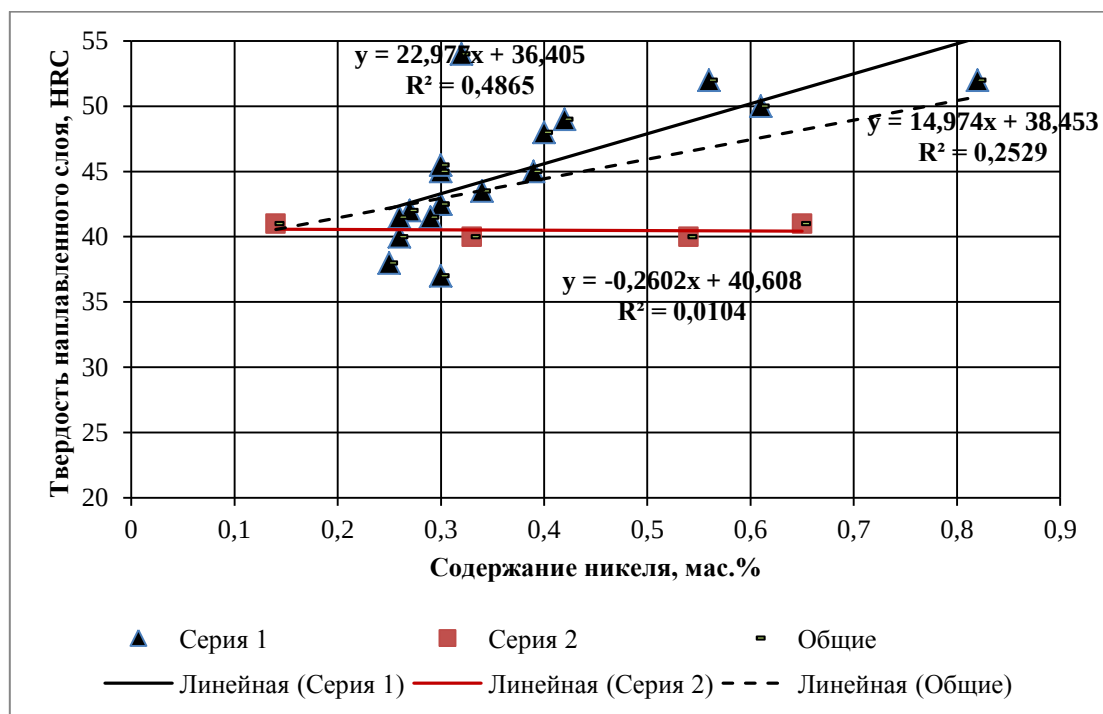


Рисунок 5. Влияние содержания никеля на твердость и износ

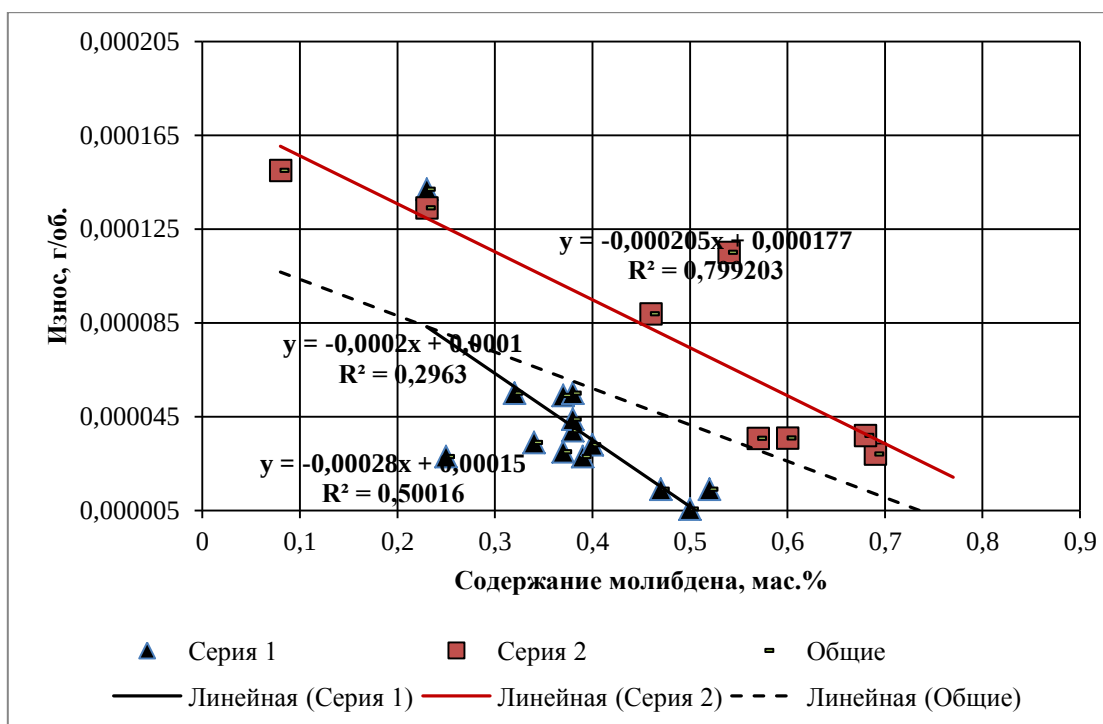
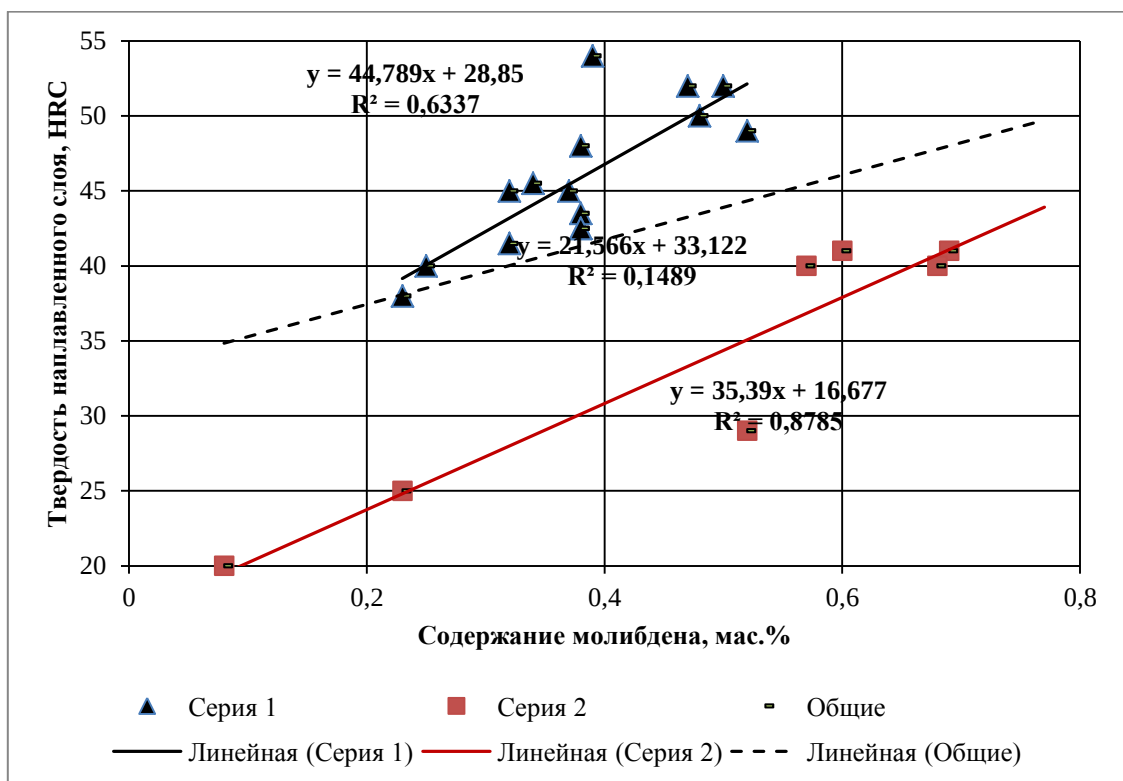


Рисунок 6. Влияние содержания молибдена на твердость и износ

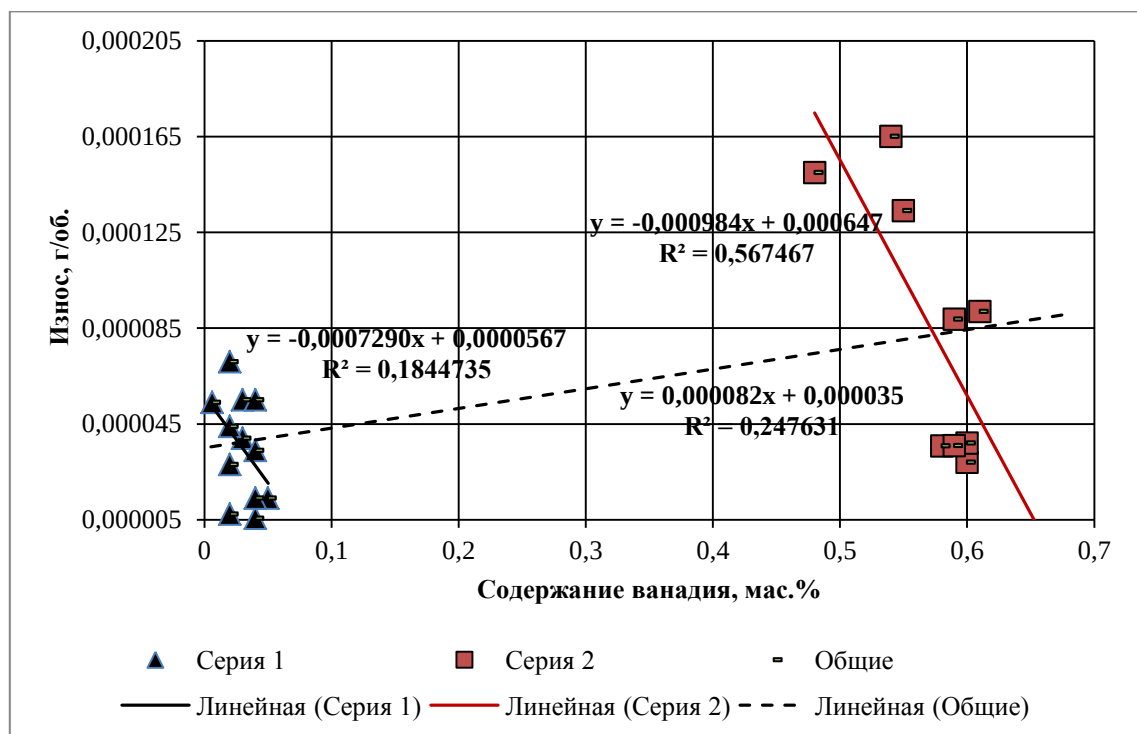
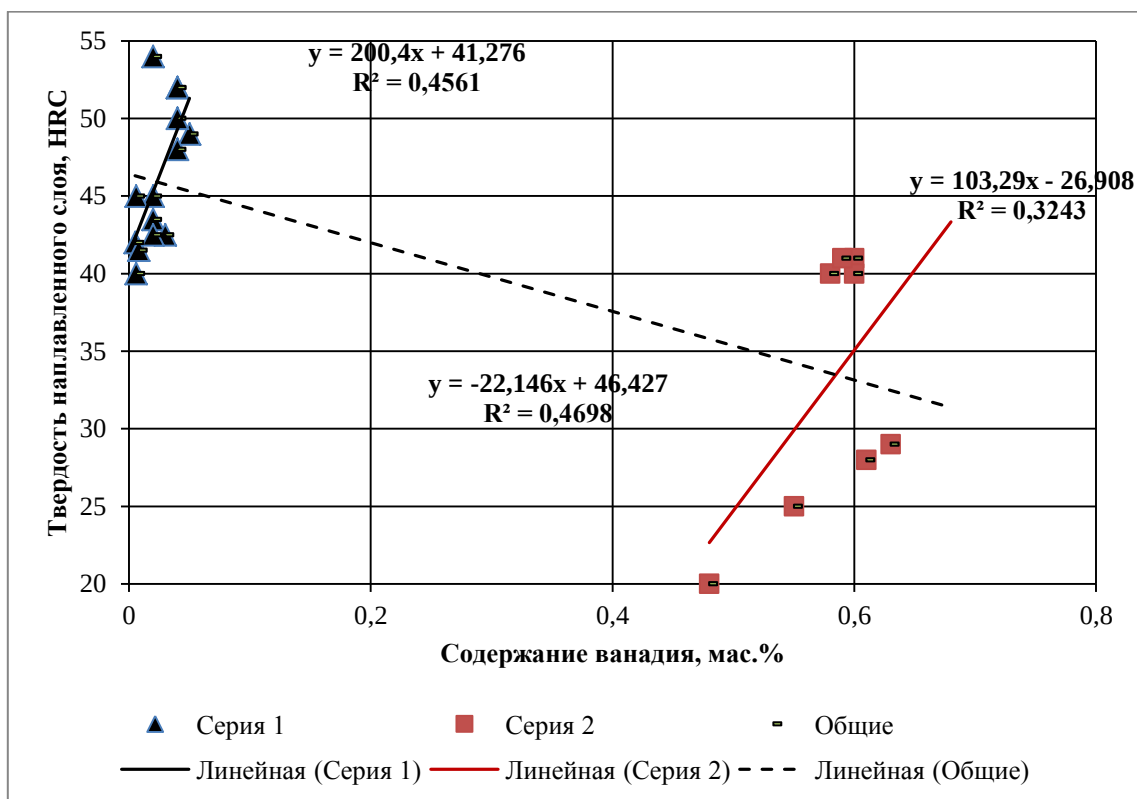


Рисунок 7. Влияние содержания ванадия на твердость и износ

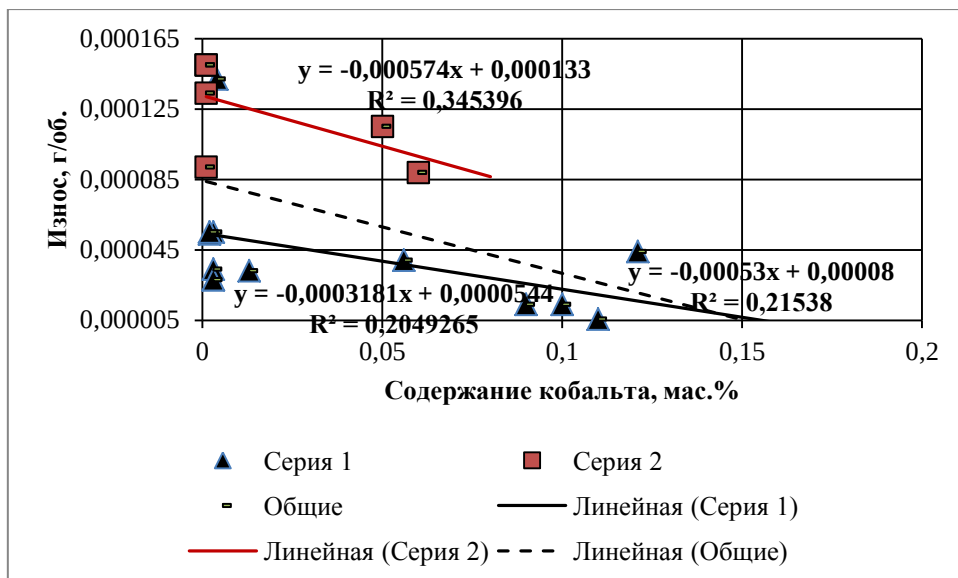
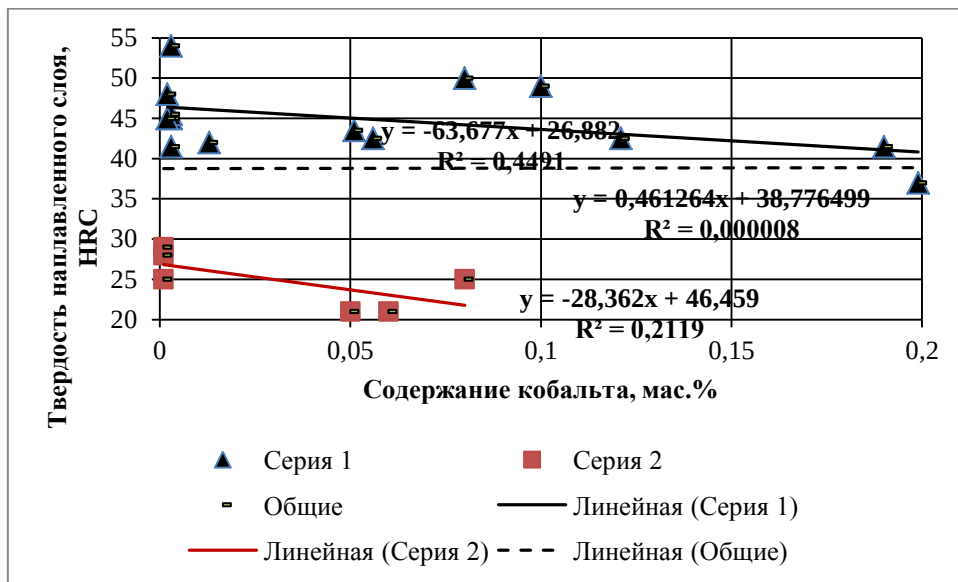


Рисунок 8. Влияние содержания кобальта на твердость и износ

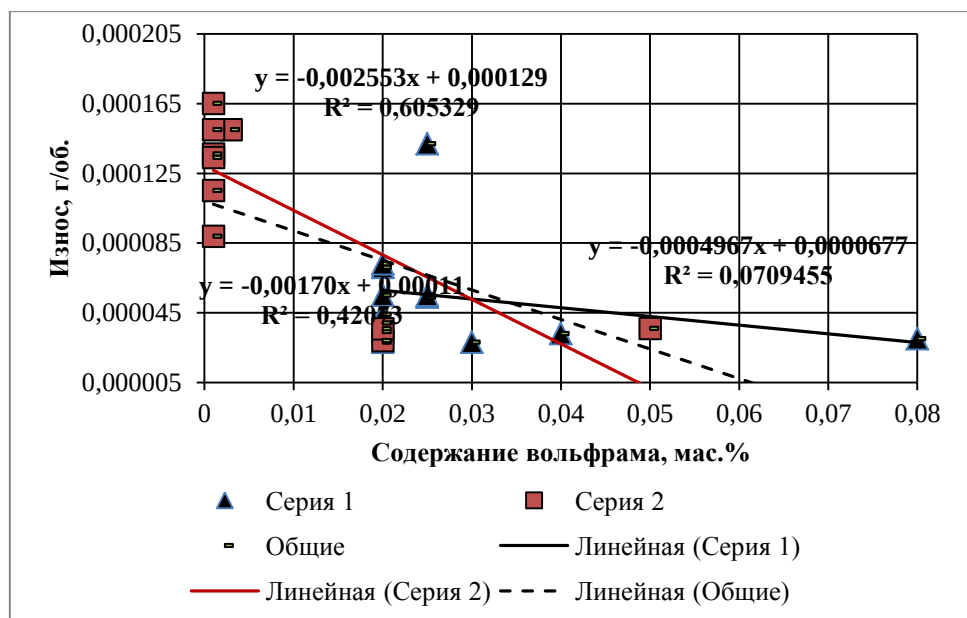
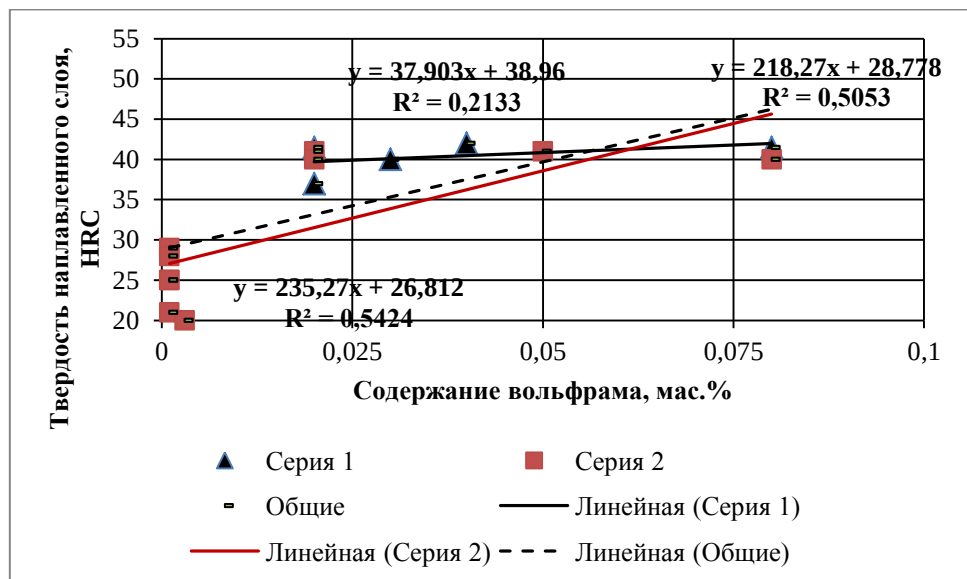


Рисунок 9. Влияние содержания вольфрама на твердость и износ

Выводы

1. Разработаны новые, защищенные патентами РФ порошковые проволоки системы Fe-C-Si-Mn-Cr-Ni-Mo для наплавки горношахтного оборудования.

2. 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-Ni-Mo. Полученные зависимости использованы для прогнозирования твердости наплавленного слоя и его износостойкости при изменении химического состава наплавленного металла.

3. Апробация на шахтах Кемеровской области защитных пластин шнеков очистного комбайна JOY4LS20, наплавленных разработанной порошковой проволокой, показало увеличение стойкости на 19,3%, по сравнению с аналогичными пластинами, наплавленными проволокой DRATEK. При этом наработка шнеков с наплавкой разработанной проволокой за период испытания составила 253 654 тонн угля, а с использованием пластин, наплавленных проволокой DRATEK, 204 698,7 тонн угля.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

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

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 экономнолегированной Fe-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. Influence of Filler Metals in Welding Wires on the Phase and Chemical Composition of Weld Metal/ N A Kozyrev, I V Osetkovskiy, O A Kozyreva, E A Zernin and D S Kartsev//IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Volume 125(2016) - pages 1-7: All-Russia Scientific and Practical Conference on Materials Treatment: Current Problems and Solutions 26–28 November 2015, Yurga, Russia|doi:10.1088/1757-899X/125/1/01/012027.

10. Осетковский И.В., Козырев Н.А., Кибко Н.В., Попова М.В., Крюков Р.Е./Изучение влияния кобальта на структуру и свойства наплавленного порошковой проволокой системы Fe-C-Si-Mn-Cr-Ni - Mo-V металла // Актуальные проблемы в машиностроении. – 2017. - Т.4.– № 2 . - С. 100-106.

11 Influence of the cobalt additive on the flux cored wire of system Fe-C-Si-Mn-Cr-Ni-Mo-V/ I.V Osetkovskiy., N.A.Kozyrev, A.I.Gusev, O.A Kozyreva, R.A. Gizatulin, D.V. Valuev// Key engineering materials- 2017- Vol. 736, -pp 63doi:10.4028/www.scientific.net/KEM.736.63.

12. Abrasive Wear Resistance Comparative Analysis of the Metal Surfaced by Flux Cored Wires Systems Fe-C-Si-Mn-Ni-Mo-W-V and Fe-C-Si-Mn-Cr-Ni-Mo-V / I.V. Osetkovskiy, N.A. Kozyrev, R.E. Kryukov // Materials and processing Technology. Materials science forum, 2017, Vol. 906, pp. 1-7

[||doi:10.428/www.scientific.net/MSF.906.1.](https://doi.org/10.428/www.scientific.net/MSF.906.1)

13. Studying the Influence of Tungsten and Chromium Additives in Flux Cored Wire System Fe-C-Si-Mn-Mo-Ni-V-Co on Surfaced Metal Properties / I.V. Osetkovskiy, N.A. Kozyrev, R.E. Kryukov // Materials and processing Technology. Materials science forum, 2017, Vol. 906, pp. 107-113
[||doi:10.428/www.scientific.net/MSF.906.107.](https://doi.org/10.428/www.scientific.net/MSF.906.107)

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

15. Development of a wear-resistant flux cored wire of Fe-C-Si-Mn-Cr-Ni-Mo-V system for deposit welding of mining equipment parts /I V Osetkovsky, N A Kozyrev, R E Kryukov, A A Usoltsev and A I Gusev// International Scientific and Research Conference on Knowledge-based Technologies in Development and Utilization of Mineral Resources (KTDMUR2017), 6–9 June 2017, Novokuznetsk, Russian Federation, 2017, Vol. 84, pp. 1-7 [||https://doi.org/10.1088/1755-1315/84/1/012017](https://doi.org/10.1088/1755-1315/84/1/012017) References.

16. Study of the properties of flux cored wire of Fe-C-Si-Mn-Cr-Mo-Ni-V-Co system for the strengthening of nodes and parts of equipment used in the mineral mining /A I Gusev, N A Kozyrev, A A Usoltsev, R E Kryukov, I V Osetkovsky //International Scientific and Research Conference on Knowledge-based Technologies in Development and Utilization of Mineral Resources (KTDMUR2017), 6–9 June 2017, Novokuznetsk, Russian Federation, 2017, Vol. 84, pp. 1-5 [||https://doi.org/10.1088/1755-1315/84/1/012018](https://doi.org/10.1088/1755-1315/84/1/012018) References.

17. Quality of Metal Deposited Flux Cored Wire With the System Fe-C-Si-Mn-Cr-Mo-Ni-V-Co / A I Gusev, N A Kozyrev, I V Osetkovskiy, R E Kryukov, O A Kozyreva // International Scientific-Practical Conference: Innovations in Fuel and Energy Complex and Mechanical Engineering (FEC-2017) 18–21 April 2017, Kemerovo, Russian Federation IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering, 2017 , vol 253 pp. 1-7 [||doi:10.1088/1757-899X/253/1/012008.](https://doi.org/10.1088/1757-899X/253/1/012008)

18. Износостойкость металла, наплавленного порошковыми проволоками систем Fe-C-Si-Mn- Ni- Mo- W-V и Fe-C-Si-Mn- Cr- Ni- Mo-V / И.В. Осетковский Н.А. Козырев, А.И. Гусев, Р.Е. Крюков, М.В. Попова // Вестник Сибирского государственного индустриального университета. – 2017. – № 4 (22) – С. 21 – 24.

19. Разработка новых порошковых проволок для наплавки деталей, работающих в условиях ударно-абразивного износа / Н.А. Козырев, А.И. Гусев, Р.Е. Крюков, А.А. Усольцев, Л.П. Бащенко // Черная металлургия. Бюллетень научно-технической и экономической информации. – 2018.– Вып.7(1423). - С.70-77.

20 Developing New Powder Wire for Surfacing Details Which Works in the Wear Resistace Conditions / A.I. Gusev , N.A. Kozyrev , I.V. Osetkovskiy, A.A. Usoltsev // Materials and processing Technology. Materials science forum, 2018, Vol. 927, pp 126-133||doi:10.4028/www.scientific.net/MSF.927.126.

21. Development of a flux-cored wire for surfacing mining equipment operating in the conditions of shock-abrasive wear / A I Gusev, N A Kozyrev, A A Usoltsev, R E Kryukov, A R Mikhno // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 206 (2018) 012034.-P. 1-6|| doi :10.1088/1755-1315/206/1/012034.

22. Разработка порошковой проволоки для наплавки деталей, работающих в условиях износа / Гусев А.И., Усольцев А.А., Козырев Н.А., Кибко Н.В., Бащенко Л.П.// Известия вузов. Черная металлургия. – 2018. — т. 61. № 11. – С. 898-906.

23. 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 (Западно-Сибирское отделение) -2018.- вып.21. -С. 109-123.

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

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

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

27. Пат.2641590 МПК⁸ 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.

28. Пат. 2632505 РФ, МПК⁸ В23 К35/36 В 23Р6/00 Порошковая проволока/ Козырев Н.А., Осетковский И.В., Галевский Г.В., Крюков Р.Е., Гусев А.И., Козырева О.Е., Усольцев А.А.; ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет».- № 2016125086/02(039293), Заявл. 22.06.2016.

УДК 669.046: 536.2.083

В. В. Стерлигов, И. В. Зоря, М. В. Стерлигов

АНАЛИЗ РАБОТЫ И ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ ТЕПЛОВОЙ ИЗОЛЯЦИИ

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

Одним из самых мощных вызовов современному человечеству является глобальное потепление климата. Общеизвестным средством борьбы с этим является энергосбережение, что заявлено в наиболее важных международных документах по этой проблеме [1, 2].

Из всех возможных видов энергии, которые используют современные технологии, теплота составляет около 70 % [3], и именно в тепловых технологиях (энергетика, металлургия и другие) сосредоточен наибольший потенциал энергосбережения. Анализ условий работы теплотехнических агрегатов показывает, что среди прочего потери тепла теплопроводностью через кладку (обмуровку) составляет 3-5 % [3], что приводит к потере миллиардов тонн условного топлива.

Другим практически важнейшим, в силу своей масштабности, является случай потерь тепла в системах теплоснабжения, реализуемого созданием трубопроводов. Мировая статистика подтверждает такое положение: на промышленность расходуется около 40 % всей энергии, а на быт 15-20 %. Для России эти цифры несколько иные, но их порядок подтверждает масштабы энергопотребления: 17 % на промышленность, 20 % на быт.

Эти две среды потребления тепла обсуждаются отдельно еще и потому, что, как правило, потери тепла в агрегатах осуществляются через плоские стенки, а для трубопроводов в ЖКХ – через цилиндрические поверхности.

Геометрия поверхности влияет на процесс теплопроводности [4] и потому количество тепла определяется разными уравнениями:

- для плоской стенки

$$Q_{\text{пл}} = \frac{t_{\text{ст}} - t_{\text{ср}}}{\frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha}} \cdot F, \text{ Вт} \quad (1)$$

- для цилиндрической стенки (трубы)

$$Q_{\text{ц}} = \frac{2\pi(t_{\text{тр}} - t_{\text{ср}}) \cdot l}{\frac{1}{\lambda} \ln \frac{d_{\text{тр}}}{d_{\text{из}}}}, \text{ Вт} \quad (2)$$

Здесь:

$t_{\text{ст}}$ – температура внутренней стенки, °С;

$t_{\text{тр}}$ – температура наружной поверхности трубы, °С;

$t_{\text{ср}}$ – температура окружающей среды, °С;

F – площадь поверхности слоя изоляции, м²;

δ – толщина стенки, м;

l – длина трубы, м;

λ – коэффициент теплопроводности материала, Вт/м·град;

$d_{\text{тр}}$ – диаметр трубы, м;

$d_{\text{из}}$ – диаметр изоляции (наружный), м;

α – коэффициент теплоотдачи от стенки к среде, Вт/м²·град.

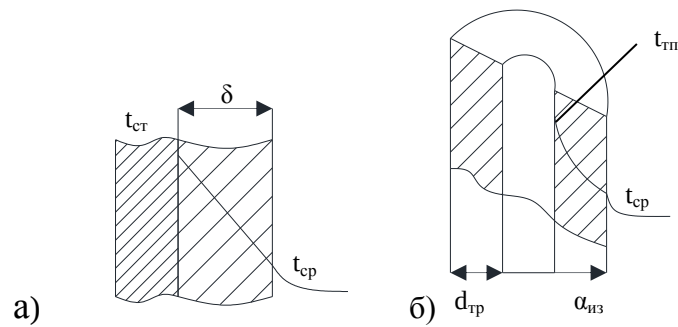


Рисунок 1. Иллюстрация механизма тепловых потерь через стенку: а) – плоская стенка; б) – цилиндрическая стенка

Чтобы устранить влияние размеров, что позволит сравнивать равновеликие агрегаты и конструкции, используют понятие «удельной плотности теплового потока» [5].

$$q = \frac{Q}{F}, \text{ Вт/м}^2 \quad (3)$$

Для плоской стенки

$$q = \frac{t_{\text{ст}} - t_{\text{сп}}}{\frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha}} \quad (4)$$

Для цилиндрической стенки используют величину «удельного теплового потока» на 1 м длины q_l , которая выражается как

$$q_l = \frac{Q}{l} = \frac{2\pi(t_{\text{тр}} - t_{\text{сп}})}{\frac{1}{\lambda} \ln \frac{d_2}{d_1} + \frac{1}{\alpha}} \quad (5)$$

Если учесть, что интенсивность внешнего теплообмена, выраженная величиной коэффициента теплоотдачи α , будет одинакова для обоих случаев, то ее как постоянную (неизменную) величину можно исключить из расчетных уравнений, преобразовав их к виду:

$$q = \frac{t_{\text{ст}} - t_{\text{из}}}{\frac{\delta}{\lambda}} \quad (6)$$

и

$$q_l = \frac{2\pi(t_{\text{тр}} - t_{\text{из}})}{\frac{1}{\lambda} \ln \frac{d_{\text{тр}}}{d_{\text{из}}}} \quad (7)$$

Эффективность теплоизоляции будет определяться возрастанием теплового сопротивления конструкции «стенка – изолятор», что приведет к снижению теплового потока (теплопотерь) и экономии топлива. Но поскольку это достигается за счет устройства дополнительного слоя теплоизоляционного материала, что требует дополнительных затрат, то задача рационального выбора конструкции теплоизолирующей структуры превращается в задачу оптимизации. В соответствии с общепризнанным определением «Оптимизация – процесс выбора наилучшего варианта из возможных» [6]. Для нашего случая – это отыскание минимума суммы совокупных затрат: капитальных (стоимость материала) и эксплуатационных (стоимость сэкономленного топлива).

На примере плоской стенки, как более простого случая, рассмотрим влияние толщины слоя на стоимостные показатели. В источнике [7] приводится график, вид которого представлен на рисунке 2, где исследован такой случай.

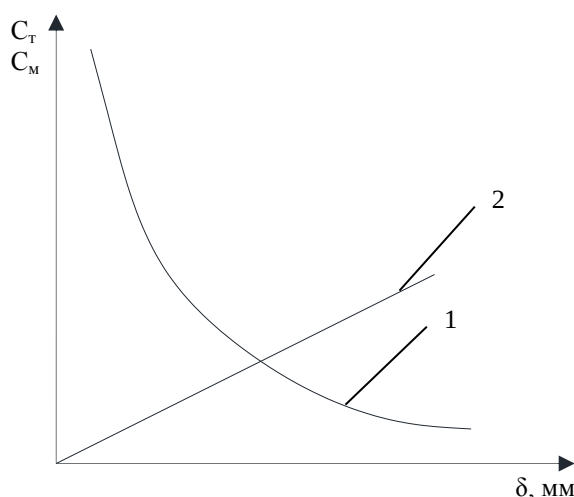


Рисунок 2. Влияние толщины изоляции плоской стенки на величину затрат: 1 – C_T – стоимость сэкономленного топлива; 2 – C_M – стоимость материала

Как видно из рисунка 2, здесь существует некий минимум величины

$$C_\Sigma = C_T + C_M \quad (8)$$

Очевидно, что эта величина, будучи функцией от толщины стенки $C_\Sigma = \varphi(\delta)$, и есть критерий оптимизации при выборе конструкции теплоизоляции.

Устройство теплоизоляции означает увеличение теплового сопротивления. Без изоляции для теплового потока $q^I = \frac{t_{\text{ст}} - t_{\text{ср}}}{\frac{1}{\alpha}}$ оно выражается как:

$$R^I = \frac{1}{\alpha} \quad (9)$$

С изоляцией $q^II = \frac{t_{\text{тр}} - t_{\text{ср}}}{\frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha}}$ тепловое сопротивление выражается как:

$$R^{II} = \frac{1}{\alpha} + \frac{\delta}{\lambda} \quad (10)$$

Тогда разница теплового сопротивления, создающая эффект теплоизоляции, запишется как:

$$\Delta R = R^{II} - R^I = \frac{\delta}{\lambda} \quad (11)$$

Именно эту величину $(\frac{\delta}{\lambda})$ необходимо рассматривать как фактор оптимизации, и она отличается от фактора δ , использованного в [6] и представленного на рисунке 2.

Для нахождения частных зависимостей $C_T = \varphi_1(\frac{\delta}{\lambda})$ и $C_M = \varphi_2(\frac{\delta}{\lambda})$ необходимо провести следующий анализ.

Стоимость сэкономленного топлива можно выразить

$$C_T = \frac{\Delta q}{B \cdot Q_n^p} P_T, \text{ руб/м}^2 \quad (12)$$

где Δq – эффект теплоизоляции, Вт/м²;

B – расход топлива, м³/с, кг/с;

Q_n^p – низшая теплота сгорания топлива,

P_T – цена топлива на рынке, руб/м³, руб/кг.

Следует отметить, что уравнение (12) применимо для газообразного, твердого и жидкого топлива, т.к. произведение $(B \cdot Q_n^p)$, Вт, определяет подаваемую мощность.

Стоимость материала для теплоизоляции 1м² ограждения агрегата выражается уравнением

$$C_m = 1 \cdot \delta \cdot \rho_m \cdot 10^{-3} \cdot P_m, \text{ руб/м}^2 \quad (13)$$

где ρ_m – плотность материала теплоизоляции, кг/м³;

P_m – цена материала, руб/т.

Произведение $1 \cdot \delta \cdot \rho_m$ определяет массу материала для теплоизоляции 1 м²

$$[\text{м} \cdot \text{кг/м}^3] = [\text{кг/м}^2].$$

На основе данных расчетов уравнение (8) можно записать в следующем виде

$$C_\Sigma = \frac{\Delta q}{B \cdot Q_h^p} \cdot P_t + \delta \cdot \rho_m \cdot 10^{-3} \cdot P_m \quad (14)$$

Если выразить величину уменьшения теплового потока при установке слоя теплоизоляции на плоскую стенку, то получим уравнение, которое показывает все факторы оптимизации

$$C_\Sigma = \frac{(t_{ct} - t_{cp})}{1/\alpha} \cdot \frac{\delta/\lambda}{1/\alpha + \delta/\lambda} \cdot \frac{P_t}{B \cdot Q_h^p} + \delta \cdot \rho_m \cdot 10^{-3} \cdot P_m \quad (15)$$

Для практического решения необходимо найти значение δ/λ , дающее минимальное значение величины C_Σ , что формально сводится к дифференцированию уравнения (15) для отыскания функции

$$\frac{\partial C_\Sigma}{\partial(\delta/\lambda)} = 0, \quad (16)$$

что является признаком экстремума для математической модели изучаемого явления [8].

Для цилиндрической поверхности, характерной для теплоизоляции трубопровода, существует еще одна особенность, которая смещает центр внимания при оптимизации энергоэффективности теплоизоляции трубопроводов.

Из уравнения (5) можно найти тепловое сопротивление для различных условий. Если записать тепловое сопротивление без изоляции, а затем с изоляцией

наружного диаметра $d_{из}$, то изменение теплового сопротивления будет выражаться уравнением $\Delta R = \frac{1}{2 \cdot \lambda_{из}} \cdot \ln \frac{d_{из}}{d_{тр}} - \frac{1}{\alpha} \cdot \left(\frac{1}{d_{тр}} - \frac{1}{d_{из}} \right)$.

Из данного уравнения следует, что при наложении изоляции тепловое сопротивление в процессе возрастает на величину $\frac{1}{2 \cdot \lambda_{из}} \cdot \ln \frac{d_{из}}{d_{тр}}$, но одновременно уменьшается на величину $\frac{1}{\alpha} \cdot \left(\frac{1}{d_{тр}} - \frac{1}{d_{из}} \right)$ за счет увеличения поверхности теплоотдачи с наружной стороны. Анализ влияния теплоизоляции показал [4], что есть некоторое критическое сочетание параметров, определяющее кризис этого явления. Установлено, что должно выполняться неравенство

$$\lambda_{из} < \frac{\alpha_2 \cdot \alpha_{тр}}{2}, \quad (18)$$

чтобы наложение теплоизоляции давало положительный эффект, т.е. снижение тепловых потерь в окружающую среду.

В терминах теории подобия [9] условие (18) может быть записано как

$$Bi < 2 \quad (19)$$

Здесь $Bi = \frac{\alpha d}{\lambda}$ - безразмерное число Био, которое представляет собой

отношение теплового сопротивления твердого слоя к тепловому сопротивлению конвективного теплообмена на наружной поверхности.

Очевидно, что если $\frac{d/\lambda}{1/\alpha} < 2$, то преобладающим является тепловое

сопротивление на наружной поверхности, а увеличение диаметра наружной поверхности приводит к увеличению поверхности теплообмена $F = \pi \cdot d_{нар}$ и тепловых потерь. Поэтому, определенные для плоской поверхности важные выводы по увеличению эффективности теплоизоляции с увеличением толщины слоя будут справедливы при $Bi > 2$, а в области $Bi < 2$ важным является выбор материала теплоизоляции, в котором через величину коэффициента

теплопроводности $\lambda_{\text{из}}$ осуществляется результат наложения слоя теплоизоляции на трубу.

Это приводит к выводу, что для труб малого диаметра очень важным является подбор материала теплоизоляции $\lambda_{\text{из}}$. Если взять трубу $d = 25 \cdot 10^{-3}$ м и общепринятое для условий свободной конвекции при воздухе коэффициента теплоотдачи $\alpha = 15$ Вт/м²·град [4], то материалом, удовлетворяющим условию (18) будет тот случай, для которого коэффициент теплопроводности определяется как

$$\lambda_{\text{из}} < \alpha \cdot \frac{d}{2},$$

т.е. $\lambda_{\text{из}} < 15 \cdot 25 \cdot 10^{-3} = 0,1875$ Вт/м·град.

Из справочника данных по теплоизоляционным материалам [10] видно, что для теплоизоляции можно использовать большое количество материалов, тем более, что, в соответствии с источником [4], к теплоизоляционным относятся материалы с коэффициентом теплопроводности $\lambda_{\text{из}} < 0,2$ Вт/м°С, что близко к расчетному значению $\lambda_{\text{из}} = 0,1875$ для нашего примера.

Для практических целей была разработана номограмма, представленная на рисунке 3, для оперативного вычисления требуемого коэффициента теплопроводности материала $\lambda_{\text{из}}$ (пример 1) или, наоборот, для определения величины диаметра трубопровода d_2 , на котором используется материал с заданными свойствами, т.е. известным $\lambda_{\text{из}}$ (пример 2).

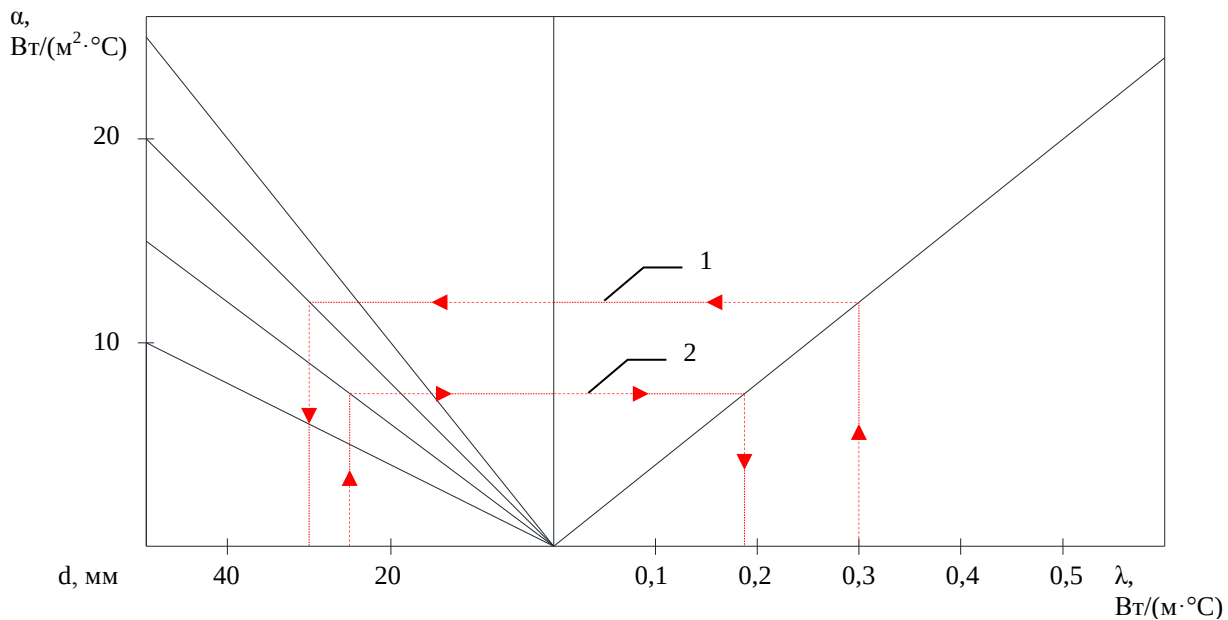


Рисунок 3. Номограмма для определения условий теплоизоляции трубы:

$$1 - \lambda = \varphi(d, \alpha); 2 - d = f(\lambda, \alpha)$$

Из номограммы следует, что интенсивность теплообмена на наружной стороне теплоизоляции трубопровода положительно влияет на процесс: при большем значении α можно применять материал с большим $\lambda_{\text{из}}$, что делает его более дешевым. Тот же самый вывод следует при изучении влияния трубопровода: чем больше диаметр трубы d , тем больше $\lambda_{\text{из}}$ возможен к применению.

С другой стороны, возникает вывод о том, что для тонких трубопроводов ($d < 0,020$ м) необходимо применять специальные теплоизоляционные материалы, в которых особо низкий коэффициент теплопроводности сопровождается очень высокой стоимостью материалов. Поэтому, с экономической точки зрения, рациональным следует признать отказ от теплоизоляции для таких труб, так как экономия от сбережений энергии будет незначительна по сравнению с затратами на теплоизоляцию.

Тут будет к месту упомянуть о так называемой «чудо – краске», которую предлагают на рынке теплоизолирующих материалов некоторые предприимчивые и нечестные производители. Такой краски просто не может быть! Эти важные практические выводы, наряду с возможностью оперативно решать конкретные задачи, делают номограмму важной разработкой.

Вывод

Представленный в статье материал позволяет понять механизм потерь теплопроводностью и определить эффективный способ уменьшения тепловых потерь. Информация является полезной как для студентов, изучающих действие тепловых агрегатов, так и для работников, эксплуатирующих такие установки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Киотский протокол к рамочной конвенции ООН об изменении климата.
2. Парижское соглашение, согласно рамочной конвенции ООН об изменении климата – Париж, 2015
3. Лисиенко В.Г., Щелоков Я.М., Ладыгичев М.Г. Хрестоматия энергосбережения. Справочное издание в 2-х книгах, книга 1. / Под ред. В.Г. Лисиенко – М.: Теплоэнергетика, 2002. – 688 с.
4. Михеев М.А. Основы теплопередачи / М.А. Михеев, И.М. Михеева, М.: «Энергия», 1977. – 320 с., ил.
5. Теория теплообмена (Терминология) – Вып. 83, М.: «Наука», – 1971. – 80 с.
6. Большой советский энциклопедический словарь, 4-е издание, М.: Сов. Энциклопедия; 1986. – 1600 с., ил.
7. Глишков М.А. Общая теория тепловой работы печей / М.А. Глишков, Г.М. Глишков – М.: Metallurgizdat, 1990. – 232 с., ил.
8. Цымбал В.П. Математическое моделирование сложных систем в металлургии / В.П. Цымбал – Кемерово; М.: Издательское объединение «Российские университеты»; Кузбассиздат, АСТШ, 2006. – 431 с.
9. Гухман А.А. Введение в теорию подобия / А.А. Гухман изд. 2-е. – М.: Высшая школа. – 1973. – 296 с. ил.
10. Строительная климатология и теплофизика СНиП 2.01.01-2003. М.: Госстрой РФ – 137 с.
11. Казанцев Е.И. Промышленные печи / Е.И. Казанцев – М.: Metallurgy, 1964 – 451 с., ил.
12. Варгафтик Н.Б. /под ред/ Теплофизические свойства веществ – М.: Госэнергоиздат, 1956. – 580 с. ил.

УДК: 631.4: 631.319

В.И. Мяленко, С.И. Рудакова

**РИСКИ СНИЖЕНИЯ ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ ПРИ
ВОЗДЕЛЫВАНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР**

ФГБОУ ВО Кемеровский ГСХИ, г. Кемерово

Введение

Все возрастающие потребности человеческого общества выступают сегодня, чуть – ли не главной движущей силой технического прогресса, направленного на поиск новых источников энергии и новых конструкций разнообразных технических средств для получения искомых продуктов с новыми потребительскими свойствами, удовлетворяющими современный общественный спрос. Порой это, охватившее всех движение, мало обеспокоенно возможными нарушениями в окружающей среде и изменениями начальной гармонии ее сложения. Таким последствиям, как правило, не уделяется должного внимания.

Действительно, всякая потребность человека, заставляющая его действовать, создавать новые машины и механизмы, вмешиваясь в окружающую среду, имеет, в конце концов, какой - то продукт. Но вместе с продуктом имеют место и образовавшиеся при этом, какие – то последствия и, в конце концов, полезность человеческих действий может быть оценена как разница между продуктами и последствиями.

Потребность + Действие = Продукт + Последствия. Здесь важно отметить, что проявляются последствия не сразу или вдруг, чаще проходит определенное время и только тогда заметны такие образчики последствия как снижение почвенного плодородия, загрязнение почв и порой в болезнях животных, обитающих на техногенных территориях и даже в их генетических мутациях. В этом как раз и есть главная трудность проявления и оценки последствий, они позже дают о себе знать [1].

Цель исследования: Выявить влияние геометрических параметров рабочих органов земледельческих орудий на риски снижения почвенного плодородия.

Условия, материалы и методы

В частности, рассматривая сельскохозяйственное машиностроение, в создании новых образцов, в которых превалирует тенденция повышения производительности труда, которая, в свою очередь, вызвана намерениями соблюдения кратких агротехнических сроков выполнения работ и снижением экономических издержек. Отсюда получается, что чем тяжелее становятся тракторы, тем широкозахватнее должны быть земледельческие орудия для обработки почвы и ухода за посевами. Тяжеловесные сельскохозяйственные агрегаты расплющивают, прессуют почву, которая обычно наполовину состоит из воздушных промежутков. И тогда, глубоко в почве образуются недоступные для корневой системы растений и почвенных бактерий слои, которые препятствуют развитию корневой системы культурных растений из-за отсутствия воздушной аэрации и невозможности проникновения почвенной влаги. Высокие удельные давления на почву производятся движителями сельскохозяйственных агрегатов, при этом за вегетационный период уплотняется 60-70% площадей пашни до уборки, порядка 80% площадей после уборки урожая.

В свое время Чарльз Дарвин мечтал о замене прямого воздействия земледельческими орудиями на почву «возделывание земли посредством жизнедеятельности червей», которые не только постоянно рыхлят почву, но и удобряют ее несколькими тоннами отходов на гектар в год [2].

Результаты и обсуждение

В настоящее время земледельцы хорошо знают, что уплотнение почвы ведет к потере урожайности сельскохозяйственных культур и вынуждены применять дополнительные операции для рыхления, при этом до 80% энергии в земледелии затрачивается на устранение вредных последствий от переуплотнения почвы.

Таким образом, выше приведены основные риски, обусловленные как внешними причинами, чаще техногенного характера, так и естественными тенденциями увеличения энергоемкости сельскохозяйственных агрегатов, последствия которых ведут к переуплотнению почв.

Следующим источником скрытых рисков снижения почвенного плодородия

являются сами рабочие органы земледельческих орудий. Причины этих рисков заключаются в том, что рабочие органы, реализуя свои задачи по созданию благоприятных условий для развития культурных растений, сами в разной степени интенсивности разрушают почвенную структуру. Дело в том, что достигая целей аэрации почвы, создание ее взрыхленной структуры с пористостью не менее 50% осуществляется перемещение пласта почвенного слоя по поверхности рабочего органа. Последние перемещения сопровождаются определенными давлениями в местах контакта почвы и рабочего органа, и в результате часть почвенных агрегатов сминается и разрушается. Почвенные агрегаты (микроагрегаты) представляют собой устойчивые почвенные совокупности размерами 5...10 мм с органическим содержанием, внутри которых располагаются частицы материнской породы. Сам факт разрушения агрегатной структуры почвы наглядно наблюдаем по характеру изнашивания рабочих органов, которое осуществляется твердыми частицами материнской породы (кварц, гранит, полевые шпаты) уже из разрушенных почвенных агрегатов. В то же самое время, выбор раз и навсегда, рациональной геометрии для рабочего органа будет невозможен в связи с периодической сменой сортов растений.

Периодичность сортообновления производят один раз в 3...5 лет по зерновым культурам, а по подсолнечнику, сахарной свекле и кукурузе практически ежегодно [3, 4]. Сортообновление, как правило, сопровождается определенными изменениями в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур, и так же изменяются требования к рабочим органам различных земледельческих орудий. На рисунке 1 показана схема основных причин старения и замены рабочих органов земледельческих орудий.

Исходя, из вышеприведенной схемы следует, что срок службы рабочих органов земледельческих орудий определяется с учетом сортообновлений сельскохозяйственных культур при этом, не достигая физического износа рабочего органа. Последнее обстоятельство диктует необходимость в стратегии выбора определенного алгоритма по созданию рабочих органов земледельческих орудий.

Данная схема на рис. 2 представлена из соображений удобства анализа

отдельных показателей технического уровня создаваемого рабочего органа земледельческого орудия, где рассматриваются аналоговые блоки, обеспечивающие в результате благоприятные условия для культурных растений.

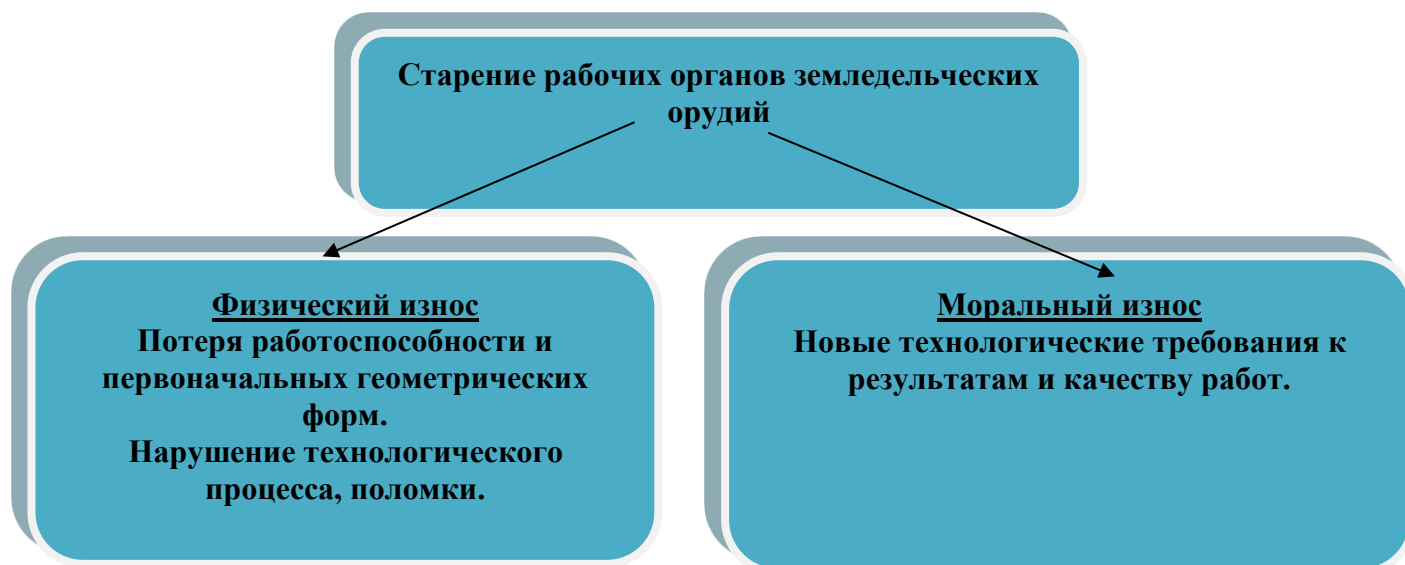


Рисунок 1. Схема основных причин старения и замены рабочих органов земледельческих орудий



Рисунок 2. Алгоритм последовательности выполнения отдельных требований аналоговых блоков при создании рабочего органа

Первый аналоговый блок исследований касается поиска геометрической формы рабочего органа, здесь основными требованиями являются обеспечение эффективного уничтожения сорных растений, рыхление, аэрация почвы и выполнение необходимых перемещений обрабатываемого слоя почвы. Полученный по результатам первого блока макет рабочего органа условно перемещается во второй блок.

Во втором аналоговом блоке рассматриваются технико - экономические показатели, где достигаются требования по оценке силовой нагруженности, выбора скоростного режима рабочего движения в почве, выбор материалов для изготовления и прогнозирования эксплуатационного ресурса срока службы.

Далее следует, блок оценки негативных последствий применения новой конструкции рабочего органа. Оцениваются негативные последствия для почвы и для культурных растений от применения новой конструкции рабочего органа.

Опасность и скрытый характер разрушения почвенных совокупностей проявляется при высоких давлениях со стороны рабочих органов на почву. Вследствие чего и разрушаются почвенные агрегаты. Разрушаются агрегаты в слое непосредственного контакта с поверхностью рабочего органа. Оценка степени разрушения почвенной структуры рабочим органом земледельческого орудия является важной технической задачей, которая занимает, пожалуй, главенствующее место при создании новых конструкций.

Выводы

Таким образом, в заключении представляется возможность разделить риски снижения почвенного плодородия, при возделывании сельскохозяйственных культур, на явные риски и скрытые риски. Явные риски связаны, как правило, с переуплотнением почвы движителями сельскохозяйственной техники, что приводит к «омертвлению» отдельных участков поля и недоступности проникновения к ним влаги, почвенного воздуха и бактерий. Скрытые, или незаметные, риски на первый взгляд разрушение почвенного плодородия производит сам рабочий орган земледельческого орудия, создавая излишние давления на обрабатываемый слой почвы. В этой связи, важно соблюдение представленного выше алгоритма

последовательности работ при создании новых конструкций рабочих органов, в котором отдельное место занимает аналоговый блок оценки последствий выполнения технологических операций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мяленко В.И. Полезность внедрения региональных инноваций // Вестник РАЕН, ЗСО. – 2009. - № 11. – С. 136-142.
2. Гуляев Г.В., Гужов Ю.Л. Селекция и семеноводство полевых культур. – М. Агропромиздат. – 1987. – 447 с.
3. Гиляров М.С., Криволуцкий Д.А. Жизнь в почве. – М. Молодая Гвардия. – 1985. – 191 с.
4. Myalenko V.I., Rudakova S.I. Influence of Depth of Soil Freezing and Duration of the Period of Negative Temperatures on the Development of Fusarium Root Rot of Grain Crops. Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2018. Vol. 32. No. 12. Pp. 36–39 (in Russ.) doi: 10.24411/0235-2451-2018-1121.

УДК 636.4.084

С.Н. Рассолов, Р.А. Ворошилин

ДИНАМИКА ГОРМОНОВ ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ СВИНЕЙ ПРИ ВВЕДЕНИИ В ИХ РАЦИОН ИММУНОНУТРИЕНТОВ

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

Введение

Важнейшим фактором балансирования рационов животных по комплексу питательных и биологически активных веществ является использование микродобавок, среди которых особое место занимают микроэлементы селен и йод.

Минеральные вещества участвуют в процессах всасывания питательных веществ из желудочно-кишечного тракта и их усвоения, создают необходимые условия для работы сердца, мускулатуры, нервной системы и желез внутренней секреции [1].

Микроэлементы йод и селен функционально связаны между собой, поскольку последний входит в состав фермента йодтирониндейодиназы, обеспечивающего трансформацию тироксина в трийодтиронин. Сочетание недостатков этих двух микроэлементов может служить одним из главных факторов риска в провоцировании йоддефицитных состояний, в первую очередь эндемического зоба [2].

Одна из самых больших проблем в доступности солей микроэлементов – их взаимодействие друг с другом и компонентами рациона в кишечнике. Поскольку они используют один механизм поступления в организм, между ними на местах всасывания начинается конкуренция. Кроме того, избыток одного ведет к недостаточному всасыванию другого. А также микроэлементы могут взаимодействовать с макроэлементами, образуя нерастворимые комплексы. Микроэлементы, традиционно применяемые в виде неорганических солей, плохо усваиваются рубцовой микрофлорой, которая переводит большее их количество в нерастворимую и неусвояемую форму. В составе протеинатов микроэлементы соединены с аминокислотами и короткоцепочными пептидами. В такой форме они не образуют заряженных частиц в кишечнике и, соответственно, не вступают в реакцию друг с другом, с различными компонентами рациона и свободно проходят к местам всасывания на ворсинках кишечника. Микроэлементы, в виде хелатов, поступают по путям всасывания аминокислот и пептидов и, таким образом, гораздо более эффективно используются организмом. Они соответствуют природным комплексам микроэлементов в кормовых культурах, обладают высокой биодоступностью. На фоне этого биотические препараты способствуют снижению эндогенных потерь минеральных элементов [3].

Щитовидная железа, являясь основным депо йода в организме животных, которая существенно влияет на эмбриогенез, воспроизводительную способность, развитие молодняка, гемопоэз, обмен веществ, резистентность организма и конечном счете продуктивность. Гормоны щитовидной железы – тироксин и трийодтиронин влияют на многие биологические процессы в организме. Тиреоидные гормоны заставляют клетки вырабатывать большее

количество ферментов, белков и химических веществ, которые усиливают процессы метаболизма [4].

Поэтому совместное использование микронутриентов селена и йода на фоне пробиотиков для повышения продуктивности сельскохозяйственных животных является актуальной проблемой.

Цель настоящей работы – определить эффективность влияния препаратов селена и йода в комплексе с пробиотиком на уровень гормонов щитовидной железы молодняка свиней на доращивании и откорме.

В соответствии с поставленной целью в работе определены следующие задачи:

1. Провести химический анализ кормов хозяйства на содержание в них селена и йода.
2. Изучить показатели уровня гормонов щитовидной железы подопытных животных в зависимости от обеспеченности рационов иммунонутриентами.

Схема и методика исследований

Экспериментальные исследования проводили в ООО СХО «Заречье» отделении Новостройка Кемеровского района Кемеровской области на молодняке свиней на доращивании и откорме типа КМ-1. Предварительно произвели подбор групп – аналогов по происхождению, возрасту и живой массе. После отъема в двухмесячном возрасте были сформированы 4 группы по 10 голов в каждой: 3 опытные и 1 контрольная (табл. 1).

С началом основного периода опыта (с 3-х месячного возраста), условия содержания и кормления для групп были одинаковые, но животным I опытной группы однократно имплантировали йод в дозе 9,0 мг/гол + перорально 0,5 мг/гол селенита натрия и пробиотик Сиб-Мос ПРО в дозе 1 г на 1 кг комбикорма, II опытной группе вводили внутримышечно однократно препарат седимин в дозе 5 мл на голову и перорально пробиотик Сиб-Мос ПРО в дозе 1 г на 1 кг комбикорма, животным III опытной группы вводили внутримышечно однократно препарат селедант в дозе 20 мкг/кг массы тела + пробиотик Сиб-Мос ПРО в дозе 1 г на 1 кг комбикорма.

Таблица 1 - Схема научно-хозяйственного опыта

Группа	Количество животных, голов	Схема и доза введения препаратов
Контрольная	10	Основной рацион, принятый в хозяйстве (ОР)
Опытная I	10	(ОР) + имплантация йода в дозе 9,0 мг/гол + 0,5 мг/гол селенита натрия + Сиб-Мос ПРО в дозе 1 г на 1 кг комбикорма
Опытная II	10	(ОР) + препарат седимин в дозе 5 мл на голову однократно + Сиб-Мос ПРО в дозе 1 г на 1 кг комбикорма
Опытная III	10	(ОР) + препарат селедант в дозе 20 мкг/кг массы тела однократно + Сиб-Мос ПРО в дозе 1 г на 1 кг комбикорма

Седимин – комплексный препарат, который содержит в 1 мл следующие действующие вещества: 16-20 мг/мл железа, 5,5-7,5 мг/мл йода, 0,07-0,09 мг/мл стабилизированного селена (соответствует 0,16-0,20 мг/мл селенита натрия). Селедант – препарат, в состав которого входит органический селен в виде водно-спиртового раствора диметилдипиразолилселенида. Препарат Сиб-Мос ПРО является экологически чистым маннанолигосахаридным препаратом из клеточных стенок дрожжей в сочетании с бактериями *Bacillus subtilis*.

Основной рацион свиней был представлен дертью (овес+ячмень), дертью гороховой и витаминно-минеральным премиксом.

Оценка секреторной активности щитовидной железы подопытных животных была интерпретирована по следующим показателям: общий тироксин (T_4), общий трийодтиронин (T_3) в сыворотке крови, определяли иммуноферментным методом.

Все цифровые данные, полученные в ходе эксперимента, обрабатывали методом вариационной статистики [5].

Результаты исследований

С целью изучения комплексного влияния препаратов селена и йода органической и минеральной формы и их сочетаний в комбинации с

пробиотиком на уровень гормонов в сыворотке крови молодняка свиней на доращивании и откорме был проведен трехкратный забор крови.

Уровень общего тироксина в сыворотке крови молодняка свиней на доращивании и откорме представлен в таблице 2, рисунке 1.

Таблица 2 - Уровень общего тироксина в сыворотке крови молодняка свиней на доращивании и откорме, нмоль/л

Группа	Интервал, дней		
	90	150	240
Контрольная	36,03 ± 2,55	38,92 ± 3,01	37,0 ± 3,30
I Опытная	35,00 ± 2,44	44,30 ± 2,22*	40,5 ± 3,61
II Опытная	35,89 ± 3,00	50,08 ± 2,15**	45,2 ± 1,96*
III Опытная	36,17 ± 2,66	49,10 ± 2,17**	44,8 ± 2,30*

*P<0,05, ** P<0,01

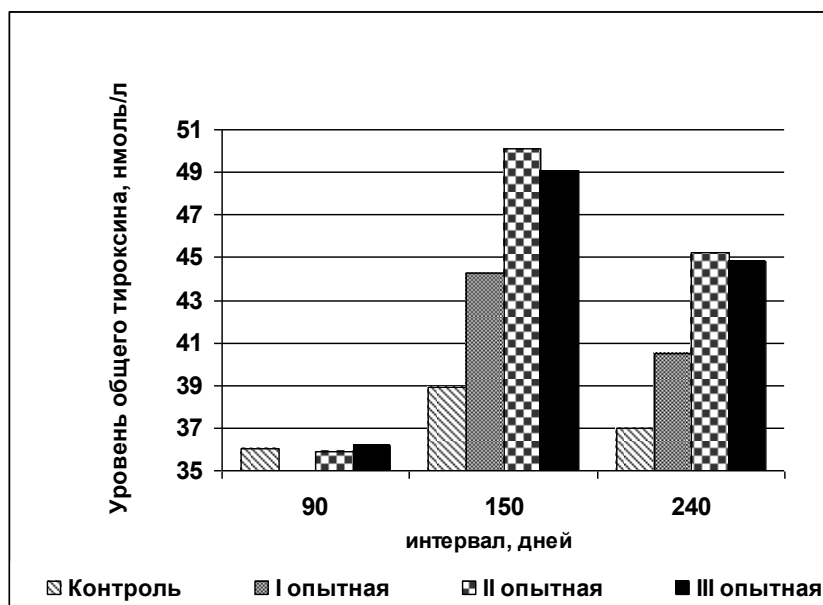


Рисунок 1. Содержание общего тироксина в сыворотке крови молодняка свиней на доращивании и откорме, нмоль/л.

В наших исследованиях произошло достоверное увеличение уровня общего тироксина в опытных группах животных в возрасте 150 дней в I группе на 13,8% (P<0,05), во II группе на 28,7% (P<0,01), в III группе на 26,1% (P<0,01), по отношению к животным контрольной группы. В 240 дней в I группе на 9,4% (P>0,05), во II группе на 22,2% (P<0,05), в III группе на 21,1% (P<0,05). В другие возрастные периоды по уровню общего тироксина

достоверных различий между животными контрольной и опытными группами нами не выявлено.

Уровень трийодтиронина в крови показывает интенсивность обменных процессов и является одним из критериев оценки гомеостаза. Уровень содержания общего трийодтиронина в крови молодняка свиней на доращивании и откорме представлен в таблице 3, рисунке 2.

Таблица 3 - Уровень общего трийодтиронина в сыворотке крови молодняка свиней на доращивании и откорме, нмоль/л

Группа	Интервал учета, дней		
	90	150	240
Контрольная	1,53 ± 1,01	1,55 ± 1,22	1,48 ± 2,17
I опытная	1,48 ± 1,14	1,65 ± 1,36	1,57 ± 1,60
II опытная	1,55 ± 1,90	1,69 ± 1,10*	1,60 ± 1,54*
III опытная	1,52 ± 0,81	1,66 ± 0,87*	1,58 ± 0,75

* P<0,05

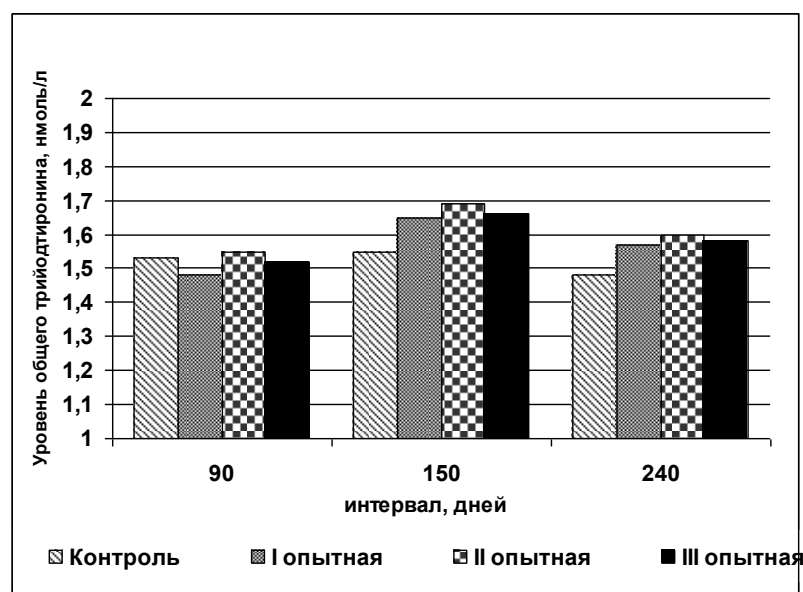


Рисунок 2. Содержание общего трийодтиронина в сыворотке крови молодняка свиней на доращивании и откорме, нмоль/л.

Определенный нами уровень общего трийодтиронина в сыворотке крови свиней показывает, что во II и III опытной группе отмечалось достоверное повышение содержания общего трийодтиронина, в 150 дней в II опытной группе на 9,0%, в III группе на 7,1% (P<0,05). В 240 дней в II опытной группе

на 8,1% ($P < 0,05$) по сравнению с контрольными аналогами. В другие периоды достоверных различий в уровне общего трийодтиронина в сыворотке крови между животными контрольной и опытными группами не было выявлено, но отмечалась положительная тенденция к их повышению.

Совместное использование препаратов селена и йода на фоне пробиотикотерапии в рационе молодняка свиней, оказывают стимулирующее влияние на секреторную функцию щитовидной железы, что подтверждается работами многих ученых [6,7,8]. Связано это, по всей вероятности, с тем, что селен, в составе фермента глутатионпероксидазы, на фоне нормализации микрофлоры желудочно-кишечного тракта, участвует в защите тиреоидной ткани от повреждающего действия свободных радикалов. Кроме того, тироциты содержат тиоредоксинредуктазу, еще один селенсодержащий фермент, необходимый для синтеза дезоксирибонуклеотидов, потенциального регулятора оксидантного статуса, способного защитить клетку от опасного воздействия продуктов метаболизма окислителей, возникающих при синтезе гормонов щитовидной железы [9].

Заключение

Таким образом, на основании вышеизложенного, можно сделать заключение, что использование препаратов селена и йода в комплексе с пробиотиком в кормлении молодняка свиней, обеспечивает оптимальную секреторную активность щитовидной железы, что свидетельствует о нормализации эндокринного гомеостаза по сравнению с животными контрольной группы не получавших данные добавки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кальницкий, Б.Д. Минеральные вещества в кормлении животных / Б.Д. Кальницкий. – Л.: Агропромиздат, 1985. – С.138–146.
2. Artbur J.R. Roles of selenium in type I iodithyronine 5- deiodinase and in thyroid hormone and iodine metabolism / J.R Artbur, G.J Becrett // Ed. R. F. Burk. N. Y. Springer- Verlag, 1994. – P. 93-115.
3. Кривич, С.М. Использование органических минеральных добавок – путь к повышению качества молока / С.М. Кривич, Г.А. Ярмоц // Сб. статей 8

межд. научн.-практ. конф. «Аграрная наука – сельскому хозяйству». – Барнаул. – 2013. – Кн. 3. – С. 215 – 217.

4. Данилова, Л.И. Эндемический зоб: клинические аспекты проблемы // Медицинские новости. – 1997. – № 6. – С. 3-11.

5. Плохинский, Н.А. Руководство по биометрии для зоотехников. – М.: Колос, 1969. – 256 с.

6. Джамбулатов З.М. Влияние соотношения микроэлементов в экосистемах Дагестана на заболеваемость животных эндемическим зобом / З.М. Джамбулатов, С.Г. Луганова и др. // Ветеринария. – 2009. – № 6. – С. 50-52

7. Габитова З.С. Морфофункциональное состояние тиреоидного статуса у свиней при коррекции йодной недостаточности / З.С. Габитова, А.Н. Мамцев, В.Н. Байматов // Российский ветеринарный журнал. – 2009. – № 4. – С. 43–45.

8. Курушкин В.В. Неспецифическая резистентность кур-несушек на фоне применения пробиотика и препарата йода // Известия Оренбургского ГАУ. – 2014. – № 1. - С. 171–173.

9. Шацких Е.В. Физиологическое обоснование использования различных форм соединений селена, йода и цинка в кормлении цыплят-бройлеров : автореф. дис. ... д-ра. биол. наук. – Боровск, 2009. – 48 с.

А.П. Гришкова¹, Н.А. Чалова¹, А.А. Аришин², Г.М. Гончаренко³

АССОЦИАЦИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ГЕНОТИПИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ПОРОД СВИНЕЙ ПО ГЕНАМ MC4R И LEP С ИХ ПРОДУКТИВНЫМИ КАЧЕСТВАМИ

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

²*ООО СПК «Чистогорский»*

³*СибНИПТИЖ СФНЦА РАН*

Введение

Создание животных с определёнными фенотипическими признаками методами традиционной селекции представляет длительный процесс, который не всегда приводит к желательным результатам. В настоящее время, в связи с использованием ДНК-маркёров, открывается возможность получать животных с комплексом генов, ассоциированных с хозяйственно полезными признаками, прогнозировать их проявление и закреплять их в последующих поколениях. В селекции свиней рассматривается ряд перспективных генов, принимающих непосредственное участие в липидном обмене и оказывающих влияние на биохимические и физиологические процессы в организме животного, в том числе на продуктивность и качественные показатели мяса и сала. К таким генам можно отнести ген LEP и ген рецептора меланокортина 4 – MC4R.

Основная функция гена MC4R заключается в контроле массы тела и регуляции пищевого обмена [22]. При изучении связи аллельного состояния этого гена с толщиной спинного сала показано, что животные с аллелем А в этом генотипе имеют большее накопление жира, а с аллелем G соответственно меньшее [10, 11, 15, 16, 19, 20, 21]. Однако при селекции на увеличение скороспелости свиней, как отмечают авторы [10, 11], предпочтение следует отдавать генотипу AA. По сообщению [14], к «желательному» генотипу скороспелости у свиней породы ландрас относится гетерозиготный генотип AG. Аналогичную функцию в организме выполняет ген LEP, поэтому интерес

представляют оба гена [2, 8]. В гене LEP (ген ожирения) выявлено несколько мутаций, среди которых наиболее изученной оказалась замена цитозина на тимин с образованием ТТ, ТС и СС генотипов. Показано, что генотип ТТ является предпочтительным, поскольку связан с более низким содержанием жира, тогда как генотип СС способствует более быстрому привесу за счет накопления животными жира [8, 12, 17, 18].

Исследование влияния лептина на спектр липидов крови вызывает интерес, поскольку именно липиды крови в значительной степени отражают особенности липидного гомеостаза в организме [17, 18]. Установлено, что для носителей нежелательного генотипа СС и промежуточного генотипа ТС характерно уменьшение содержания в плазме крови свиней суммарных фосфолипидов, триацилглицеролов, а также увеличение уровня свободного холестерина и его эфиров [12]. При этом индекс окисленности липидов имеет наиболее высокие показатели у свиней с генотипами ТС и СС. Количественные изменения фондов основных липидов и высокий уровень пероксидации липидов свидетельствуют о нарушении регуляции липидного метаболизма в связи с наличием мутантного аллеля гена лептина.

Исследования проведены на контрастных по толщине шпика породах свиней.

Кемеровская порода - это материнская порода российской (сибирской) селекции универсального направления продуктивности. Имеет среднее многоплодие, высокие материнские качества и выдающиеся вкусовые качества мяса и сала (мясо «коробута»). Достоинством кемеровской породы свиней является хорошая приспособленность к климатическим и кормовым условиям, высокие показатели скороспелости и сохранности приплода. Современная кемеровская порода представлена в ООО СПК «Чистогорский» поголовьем чистопородных животных в количестве 470 основных свиноматок, многоплодие ведущей группы которых составляет 11,2 поросенка, к отъему в 30 дней выращивают по 10,2 головы со средней живой массой 1 головы 7,36 кг. Живой массы 100 кг ремонтный молодняк достигает за 183-186 дней, толщина шпика у хрячков и свинок в среднем составляет 22,6 мм [3, 5].

Современный тип ландраса - это типично беконные средние и крупные свиньи с сильно растянутым, узким, но глубоким, расширяющимся к заднему туловищем. Кожа тонкая, эластичная, покрытая белой мягкой блестящей щетиной [7, 13]. поголовье свиней породы ландрас на племпредприятии в настоящее время представлено 150 основными свиноматками, многоплодие которых в среднем по 394 учтенным опоросам составило 11,8 поросят, масса гнезда и одной головы при отъеме в возрасте 30 дней соответственно 75,1 и 7,15 кг. Сохранность приплода в среднем получена у свиноматок по первому опоросу – 83,9 %, с двумя и более – 89,0 %. Живой массы 100 кг ремонтный молодняк достигает в возрасте 176 дней при затратах корма – 3,1 кг, толщина шпика над 6-7 грудными позвонками – 17,0 мм, над последним ребром – 12,1 мм, длина туловища – 128 см [4].

Чистогорская порода свиней создана путем воспроизводительного скрещивания животных крупной белой породы отечественной (ООО СПК «Чистогорский»), английской (компания PIC) и французской селекции (компания Францгибрид) и йоркшир (племзавод «Юбилейный» Тюменской области). Порода утверждена в 2016 году. Численность свиней новой породы - более 3,5 тыс. голов, в том числе 250 основных свиноматок. Животные имеют многоплодие 13,2 голов, в 30-дневном возрасте количество поросят в гнезде 11,9 голов, сохранность приплода – 90,2 %, возраст достижения живой массы составил 165 дней, затраты корма – 2,80 корм. ед., толщина шпика над 6-7 грудными позвонками – 20,7 мм, длина туши – 97,0 см, площадь «мышечного глазка» - 45,0 см², масса задней трети полутуши – 11,8 кг, выход мяса – 61,0 % [6].

Таким образом, используя богатый генетический ресурс, биотехнологическими методами возможно быстрое конструирование новых высокопродуктивных животных с желательными свойствами, приспособленных к промышленным условиям среды для последующей гибридизации и реализации племенного молодняка во все регионы Сибири и Дальнего Востока.

Объекты и методы исследований

Исследования проведены на свиньях пород, разводимых в ООО СПК «Чистогорский» (ЧГ), общей численностью 364 головы, в том числе: чистогорская 114, ландрас 140, кемеровская 110 голов. Скороспелость, толщину шпика, массу гнезда в 30 дней оценивали по данным бонитировки.

Молекулярно-генетические исследования проводили в лаборатории биотехнологии СибНИПТИЖ СФНЦА РАН. ДНК выделяли из ушных выщипов или крови с применением набора реагентов «АмплиПрайм ДНК-сорб-В» производителя ООО «НекстБио». Анализ проводили методом ПЦР-ПДРФ [9, 12]. Рестрикцию амплифицированных фрагментов гена MC4R и LEP проводили эндонуклеазами Tag 1 и Hinf I соответственно производства (СибЭнзим).

Результаты исследований

Настоящими исследованиями показано, что противоположные по селекции на толщину шпика породы - ландрас и кемеровская - существенно различаются по частоте генотипов MC4R гена (табл.1).

Таблица 1 – Частота генотипов гена MC4R у свиней разных пород

Порода, хозяйство	n	Частота генотипов		
		AA	AG	GG
Ландрас, ЧГ	140	15,0±3,01	37,9±4,10	47,1±4,21
Чистогорская, ЧГ	114	28,1±4,21	60,5±4,58	11,4±2,98
Кемеровская, ЧГ	110	40,9±4,68	28,2±4,29	30,9±4,40

Так, в кемеровской породе генотип AA этого гена выявлен у 40,9 %, тогда как у свиней породы ландрас его уровень ниже на 25,9 % ($P<0,001$). Соответственно альтернативный генотип GG у ландрасов встречается чаще на 16,2 %, чем в кемеровской ($P<0,05$). У свиней чистогорской породы выявлено больше гетерозигот в сравнении с животными пород ландрас и кемеровская на 22,6 и 32,3 % ($P<0,001$).

При этом у ландрасов частота аллеля A гена MC4R ниже, а аллеля G на 0,211 выше, в сравнении со свиньями кемеровской породы ($P<0,001$) (табл. 2).

Таким образом, можно предположить, что аллель G связан с пониженной толщиной шпика.

Таблица 2 – Частота аллелей гена MC4R у свиней разных пород

Порода	n	Частота аллелей	
		A	G
Ландрас, ЧГ	140	0,339±0,028	0,661±0,028
Чистогорская, ЧГ	114	0,583±0,046	0,417±0,046
Кемеровская, ЧГ	110	0,550±0,034	0,450±0,034

Распределение генотипов гена LEP (табл. 3) показало, что все свиньи породы ландрас были гомозиготные по аллелю T, тогда как в кемеровской породе таких животных было 50 %, чистогорской – 28,9 %.

Таблица 3 – Частота генотипов LEP у свиней разных пород

Порода, хозяйство	n	Частота генотипов		
		ТТ	ТС	СС
Ландрас, ЧГ	140	100,0	0,0	0,0
Чистогорская, ЧГ	114	28,9±4,25	50,9±4,68	20,2±3,75
Кемеровская, ЧГ	110	50,0±5,59	32,5±5,23	17,5±4,25

Аналогично генотипам, частоты аллелей кемеровской и чистогорской пород отличались от породы ландрас, но были сходны между собой (табл. 4).

Таблица 4 – Частота аллелей LEP у свиней разных пород

Порода	n	Аллель	
		T	C
Ландрас, ЧГ	140	1,0	0,0
Чистогорская, ЧГ	114	0,544±0,046	0,456±0,046
Кемеровская, ЧГ	110	0,663±0,053	0,337±0,053

Результаты исследований ассоциативных связей изученных генов с хозяйственно ценными признаками показали (табл. 5), что свиньи кемеровской породы с ТТ генотипами гена LEP отличаются более высокой скороспелостью, в сравнении с носителями генотипа ТС и СС, на 7,8 - 9,4 дней соответственно.

Таблица 5 – Продуктивность свиней с разными генотипами генов MC4R и LEP

Порода	Генотип гена MC4R			Генотип гена LEP		
	AA	AG	GG	TT	TC	CC
Скороспелость, дней						
Ч.П.	185,9±2,06	189,7±1,49	187,7±3,63	186,5±4,50	183,7±3,33	186,50±4,50
Кем.	207,4±2,73	205,1±2,58	208,4±2,45	199,1±3,64	206,9±4,73	208,5±7,04
Толщина шпика над 6-7 позвонком, мм						
Ч.П.	22,66±0,24	22,36±0,15	23,00±0,39	22,52±0,22	22,50±0,18	22,54±0,25
Кем.	27,97±0,62	27,09±0,71	27,95±0,55	27,00±0,93	28,29±0,61	28,00±0,71
Масса гнезда в 30 дней, кг						
Ч.П.	90,00±2,60	89,72±1,68	92,55±2,66	87,28±2,78	93,41±1,80	86,42±2,23
Кем.	72,20±1,40	72,53±2,16	75,44±0,87	68,93±3,29	69,98±2,06	76,86±1,18

Примечание: Ч.П. - чистогорская порода, Кем. - кемеровская порода

При анализе массы гнезда поросят в 30 дней у свиноматок различных пород с разными генотипами гена LEP получены противоречивые данные. Так, гетерозиготные свиноматки чистогорской породы имеют выше массу гнезда в сравнении с гомозиготами CC и TT на 6,13-6,99 кг ($P<0,05$). Однако в кемеровской породе по этому показателю имеют превосходство свиноматки с гомозиготным генотипом CC на 6,88-7,93 кг, чем животные с другими вариантами генотипов ($P<0,05$; $P<0,001$). По гену MC4R существенных различий по учтённым показателям не выявлено.

Заключение

1. В породах с разным направлением селекции выявлены существенные отличия полиморфизма LEP и MC4R генов липидного обмена. Соотношение генотипов гена MC4R (AA:AG:GG) в породе ландрас составляет 15,0:37,9:47,1 %, тогда как в кемеровской оно имеет вид – 40,9:28,2:30,9 %. При этом у ландрасов частота аллеля А гена MC4R ниже, а аллеля G выше на 0,211 в сравнении со свиньями кемеровской породы ($P<0,001$). Свиньи чистогорской породы характеризуются более высокой на 22,6 и 32,3 % ($P<0,001$) частотой гетерозигот MC4R гена, в сравнении с животными пород ландрас и кемеровская.

2. При изучении полиморфизма гена LEP выявлен мономорфизм в породе ландрас по аллелю Т, тогда как в кемеровской породе соотношение генотипов (ТТ:ТС:СС) составляет 50,0:32,5:17,5 % соответственно. В чистогорской породе распределение генотипов гена LEP было неоднозначно.

3 Гетерозиготные свиноматки чистогорской породы имеют выше массу гнезда, в сравнении с гомозиготами СС и ТТ на 6,13-6,99 кг ($P<0,05$), а в кемеровской породе по этому показателю имеют превосходство свиноматки с гомозиготным генотипом СС на 6,88-7,93 кг, чем животные с другими вариантами генотипов ($P<0,05$; $P<0,001$). По гену MC4R существенных различий по учтённым показателям не выявлено.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Wikberg J.E.C. Melanocortin receptors perspectives: for novel drugs / J.E.C. Wikberg // Eur. J. Pharm. – 1999. - № 1/3. – P. 295-310.
2. Лядский И.К. Связь Asp298 Asn-полиморфизма гена mc4r с толщиной спинного сала у свиней крупной белой породы / И.К. Лядский, А.А. Геть, К.Ф. Почерняев // Цитология и генетика. – 2011. - № 2. – С. 52-56.
3. Максимов Г.В. Влияние гена MC4R на мясную продуктивность свиней / Г.В. Максимов, Л.В. Гетманцева // Главный зоотехник. – 2011. - № 10. – С. 9-12.
4. Barb C.R. The role of melanocortin 3 and 4 receptor in regulating appetite, energy homeostasis and neuroendocrine function in the pig / C.R. Barb, A.S. Robertson, J.B. Barrett, R.R. Kraeling, K.L. Houseknecht // J. Endocrinol. –2004. – 181. – P. 39–52.
5. Brun C.S. Evaluation of the porcine melanocortin 4 receptor (MC4R) gene as a positional candidate for a fatness QTL in a cross between Landrace and Hampshire / C.S. Brun, C.B. Jorgensen, V.H. Nielsen, L. Andersson, M. Fredholm // Anim. Genet. – 2006. – 37. – P. 359–362.
6. Houston R.D. A melanocortin 4 receptor (MC4R) polymorphism is associated with performance traits in divergently selected large white pig populations / R.D. Houston, N.D. Cameron, K.A. Rance // Anim. Genet. – 2004. – 35. –P.386–390.

7. Kim K.S. A missense variant of the porcine melanocortin 4 receptor (MC4R) gene is associated with fatness, growth, and feed intake traits / K.S. Kim, N. Larsen, T. Short, G. Plastow, M.F. Rothschild // *Mammalian Genome*. –2000. – 11. – P. 131–135.
8. Szyndler-Nędza M. Effect of mutation in MC4R gene on carcass quality in Pulawska pig included in conservation breeding programmer / M. Szyndler-Nędza, Tyra, T. Blicharski, K. Piorkowska // *Animal Science Papers and Reports*. - 2010. - Vol. 28 (1). – P. 37-45.
9. Широкова Н.В. Оценка влияния гена MC4R на откормочные и мясные качества свиней породы ландрас / Н.В. Широкова, А.В. Радюк, РюГю Алиев, Т.Ю. Тарусова, Н.Ф. Бакоев // *Научное обозрение. Биологические науки*. – 2015. – № 1. – С. 180-188.
10. Гетманцева Л.В. Молекулярно-генетические аспекты селекции животных / Л.В. Гетманцева // *Молодой учёный*. - 2010. - № 12-2. - С. 199-201.
11. Леонова М.А. Воспроизводительные качества свиней породы ландрас разных генотипов по генам PRLR и MC4R / М.А. Леонова // *Научный журнал КубГАУ*. – 2014. - № 103 (09). – С. 272-277.
12. Орешин А.М. Оценка генотипа и фенотипа свиней (*sus scrofa*) по гену лептина / А.М. Орешин: автореф. канд. биол. наук. - Саранск, 2010. - 19 с.
13. Czech J. Association of the RYR1, GH, LEP and TF genes with carcass and meat quality traits in pigs/ J. Czech // *Anim. Sci.* - 1999. – Vol. 44. - P. 481-486.
14. Geary T. Leptin as a predictor of carcass composition in beef cattle / Geary T. // *J. Anim Sci.* - 2003. - Vol. 81. - P. 1-8.
15. Гришкова А.П. Кемеровский заводской тип мясных свиней – КМ 1: Монография / Кемеровский сельхозинститут. - Кемерово: Кузбассвузиздат, 2001. – 88 с.
16. Гришкова А.П. Теоретические и практические основы интенсивного производства свинины: монография /А.П. Гришкова, А.А. Аришин, Н.А. Чалова и др. – Кемерово, 2014. – 245 с.
17. Кабанов В.Д. Свиноводство. - М.: Колос, 2001. - 431 с.

18. Шейко И.П. Свиноводство / И.П. Шейко, В.С. Смирнов. — Минск: Новое знание, 2005. - 384 с.
19. Гришкова А.П. Селекционно-генетические основы промышленной технологии производства свинины: монография /А.П. Гришкова, А.А. Аришин, Н.А. Чалова и др. – Кемерово: Кузбассвуиздат, 2015. – 195 с.
20. Гришкова А.П. Характеристика продуктивности свиней чистогорской породы / А.П. Гришкова, А.А. Аришин, Н.А. Чалова и др. // Свиноводство. - 2017. - № 3. - С. 7-10.
21. Леонова М.А. Оценка продуктивности свиней различных генотипов по генам LIF, MC4R, PRLR / М.А. Леонова: автореф. канд. с.-х. наук. - п. Персиановский, 2015. - 19 с.

УДК 633.34: 571.17

В.И. Заостровных, А.А. Кадуров

СЕЛЕКЦИОННАЯ ЦЕННОСТЬ СОРТООБРАЗЦОВ СОИ РАЗЛИЧНЫХ ГРУПП СПЕЛОСТИ ДЛЯ УСЛОВИЙ ЛЕСОСТЕПИ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

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

Введение

В настоящее время в мире существует проблема дефицита пищевого и кормового белка, так же недостаточное его производство. Снижение употребления белка с пищей соответствует современным мировым тенденциям степени его обеспеченности населения Земли. Общий дефицит белка на планете оценивается в 10-25 млн. т в год, так из 6 млрд. человек, приблизительно половина страдает от его недостатка. В России, начиная с 1992 г., потребление белков животного происхождения сократилось на 25-35% и, следовательно, произошел рост потребления углеводсодержащей пищи (картофеля, хлебопродуктов, макаронных изделий). Среднедушевое потребление белка

уменьшается на 17-22%, а семьях с низким доходом – не превышает 29-40 г в сутки [1; 2].

Бесспорным является тот факт, что семена сои – это непревзойденный источник растительного белка, который лучше, чем у многих культур, сбалансирован по аминокислотному составу. В соевом белке в дефиците только метионин. Поэтому он несколько уступает идеальному белку, но его усвояемость и биологическая ценность все же выше, чем у многих других культур [3].

Важнейшими факторами, ограничивающими рост урожайности этой культуры в условиях Западной Сибири являются болезни. Поражение патогенными грибами вызывает снижение урожая на 20-30% и ухудшает его качество. Эта проблема может быть решена при использовании сортов с различной степенью устойчивости (от иммунных до толерантных, адаптированных к экстремальным условиям среды, а также включающих хозяйственно-ценные признаки) [4; 5; 6; 7].

Расширение ареала возделывания сои в Сибири может произойти только за счет выведения и распространения новых адаптивных сортов, устойчивых к вредным организмам. Выведение таких сортов зависит иммунологического изучения селекционных образцов и выделения комплексно-устойчивых для дальнейшего использования в селекционном процессе [8].

Цель исследований

Провести иммунологическое изучение селекционных образцов различных групп спелости к наиболее распространённым болезням в условиях лесостепи Кемеровской области и выделить устойчивые для селекции.

Объект, методика и условия проведения исследований

Объектами исследований явились болезни сои, наиболее распространённые и вредоносные в лесостепи Западной Сибири. В комплексное изучение были вовлечены сортообразцы культурной сои различных групп спелости. Тепловые ресурсы лесостепи Западной Сибири, по средним многолетним показателям, вполне благоприятны для возделывания сои. Однако, распределение температур по годам и, особенно по периодам

вегетации, отличалось большим отклонением от оптимальных значений. В лесостепи Кемеровской области (1996-2017 гг.) самыми засушливыми были – 1998, 1999, 2003, 2010, 2012, 2016 годы. ГТК в годы исследований составлял от 0,6 до 2,2. Нестабильность в проявлении некоторых агрометеорологических факторов позволила более полно выявить достоинства и недостатки изучаемых образцов, их устойчивость к болезням сои.

Исследования проводились по методике ВИРа «Коллекция мировых генетических ресурсов зерновых бобовых ВИР: пополнение, сохранение и изучение» 2010 [9]. Учёты и наблюдения за распространённостью и развитием болезней проводили общепринятыми методами.

Результаты исследований

В условиях лесостепной зоны Кемеровской области продолжительность вегетационного периода сортов, внесённых в Государственный сортовой реестр РФ по Западно-Сибирскому региону, составляла: СибНИИК-315 (к-9609, СибНИИ кормов) – 98 дней, СибНИИСХоз-6 (к-10044, СибНИИСХ) – 96, Омская 4 (к-9332, СибНИИСХ) – 112, Алтом (к-10043, АлтайНИИЗиС) – 115 дней. Длительный вегетационный период последних не может гарантировать их созревание в годы с недостаточным количеством суммы активных температур. Скороспелые сорта СибНИИК-315 и СибНИИСХоз-6 восприимчивы к болезням; последний – имеет невысокое прикрепление нижних бобов, что способствует потерям при механизированной уборке. Выведение скороспелых сортов сои, устойчивых или толерантных к болезням, является весьма актуальным.

В наших исследованиях образцы сои из СибНИИСХ – СибНИИСХоз-6, Линия 5/95, Линия 42/93 вызрели за 88-100 дней и вошли в скороспелую группу. На один день быстрее стандарта достигла полной спелости Линия 128, то есть 91 день. Вегетационный период Линии 125 равен стандарту. Сортообразцы Линия 626 и Золотистая созрели за 93 и 94 дня соответственно. Более позднеспелыми оказались образцы: Линия 111, Линия 119, Линия 120, Линия 115, Сибирячка – 97; 97; 97; 99; 99 дня соответственно. Самым позднеспелым образцом явилась Линия 114 – 103 дня.

В лесостепи Кемеровской области нами выявлено на сое около 14 видов возбудителей болезней, из них более 11 – грибной природы, остальные бактериального и вирусного происхождения (таблица 1).

Таблица 1 – Видовой состав наиболее распространённых болезней сои в лесостепи Кемеровской области

Экологическая группа, подгруппа	Видовой состав типичных представителей	Экологическая ниша
1. Группа – почвенные, или корне-клубневые		
1.1. Подгруппа – почвенно-воздушно (сосудисто) семенные	<i>F. solani</i> var. <i>argillaceum</i> (Fr.) Bilai, <i>F. oxysporum</i> Schlecht., <i>F. solani</i> (Mart.) App. et Wr. (фузариозные корневые гнили)	Корни (первичная ниша), другие органы (вторичная ниша)
2. Группа – наземно-воздушные, или листо-стеблевые		
2.1. Подгруппа – воздушно-капельно-семенные	<i>Peronospora manshurica</i> (Naum.) Syd. (пероноспороз или ложная мучнистая роса)	Семядоли, листья, семена
	<i>Septoria glycines</i> Hemmi. (септориоз, или ржавая пятнистость)	Семядоли, листья, черешки, стебли, бобы, семена
	<i>Ascochyta sojaecola</i> Abramov. (аскохитоз)	Семядоли, листья, стебли, бобы, семена
	<i>Pseudomonas glycineum</i> Coerper. (бактериальная угловатая пятнистость, бактериальный «ожог»)	Семядоли, листья, черешки, стебли, бобы, семена
3. Группа – трансмиссивные		
3.1. Подгруппа – типичные трансмиссивные	<i>Phaseolus virus 2</i> , Smith. (вирус жёлтой мозаики фасоли)	Надземные органы растений, проводящая система
3.2. Подгруппа – трансмиссивно-семенные	<i>Soja virus 1</i> (вирус мозаики сои)	Надземные органы растений, (в том числе семена), их проводящая система

В результате проведенных нами исследований установлено, что группа наземно-воздушных или листо-стеблевых фитопатогенов сои в условиях лесостепной зоны Кемеровской области наиболее многочисленная и распространенная. В ее состав входят 8 видов вредоносных болезней, или 53,8 % от общего количества.

В процессе изучения селекционного материала сои отмечено, что максимальное развитие болезней на всходах скороспелых форм (фузариоза – 24,8%, бактериоза – 19,5%) было намного ниже по сравнению с позднеспелыми и среднеспелыми образцами, которые поражались фузариозом соответственно на 30,7–40,9% и бактериозом на 42,1–48,0% (в 1,2–2,5 раза сильнее). Более того, обнаружены скороспелые образцы из СибНИИСХ (Амурская 815×Maple Presto) и (Линия 5/95 и.о. Амурская 2806/79), которые поражались в пределах спорадической заболеваемости (3,7–4,1% и 4,7–8,4%), т.е. были высокоустойчивыми к фузариозу и бактериозу (таблица 2).

Таблица 2 – Распространенность болезней на всходах скороспелых образцов сои

№ каталога ВИР	Сортообразец	Происхождение	Вегетационный период, дни	Распространенность, %	
				фузариоза	бактериоза
9609	СибНИИК-315 (стандарт)	СибНИИ кормов	98	9,6	19,5
–	Амурская 815 × Maple Presto	СибНИИСХ	92	4,1	3,7
–	Линия 42/93 (Омская 3 × Мутант 71/150)	»	100	10,8	14,2
10044	СибНИИСхоз-6	»	96	24,8	19,1
–	Линия 5/95 и.о. Амурская 2806/79	»	99	8,4	4,7
	НСР ₀₅	–	–	4,3	3,8

При оценке на устойчивость к бактериальной угловатой пятнистости установлено, что образец Угра (к 5536, Швеция) из среднеспелой группы не поражался данным заболеванием (таблица 3). В позднеспелой группе не поражались бактериальной угловатой пятнистостью образцы: 1040-4-2 (к 5830, Швеция), ВНИИОЗ 106 (к 9999, НПО «Волгоградское»), Безенчукская

улучшенная (к 5307, Самарская обл.), Соната (к 9963) и Амурская 664 из ВНИИ сои. В очень позднеспелой группе устойчивостью к бактериальной угловатой пятнистости отличались образцы Maple Ridge (к 9648, США) и (Чайка × Шведская, Белоруссия). Остальные образцы поражались в средней степени.

Таблица 3 – Устойчивость образцов сои к бактериальной угловатой пятнистости в группах спелости

№ ка- талога ВИР	Сорт, образец	Происхождение	Вегетационный период, дни	Поражено листьев	
				Р*	Рб**
Скороспелая группа (92–99 дней)					
9609	СибНИИК-315 (стандарт)	СибНИИ кормов	98	32,0	3,7
Среднеспелая группа (101–110 дней)					
5536	Угра	Швеция	108	0	0
7328	Maple Presto	Канада	109	60,0	15,0
9053	Рассвет	ВНИИ сои	107	50,0	11,6
Позднеспелая группа (111–120 дней)					
–	Амурская 664	ВНИИ сои	114	5,0	0,1
5830	1040-4-2	Швеция	114	0	0
9999	ВНИИОЗ-106	НПО «Волгоградское»	116	0	0
5307	Безенчукская улучшенная	Самарская обл.	112	0	0
9963	Соната	ВНИИ сои	118	0	0
8889	IHAR-Nk	Чехия	117	53,3	10,0
9470	Grignon 19	Франция	111	46,7	21,3
Очень позднеспелая группа (121–130 дней)					
9648	Maple Ridge	США	126	5,0	0,1
–	Чайка × Шведская	Белоруссия	126	0	0

* Р – распространенность, %, ** Рб – развитие болезни, %.

Результаты оценки поражения растений сои септориозом свидетельствуют, что среди образцов очень позднеспелой группы распространенность и развитие болезни были ниже ($15,8 \pm 9,2\%$ и $1,9 \pm 0,5\%$ соответственно). Скороспелая, среднеспелая и позднеспелая группы по этому признаку достоверно не отличались (распространенность – 44,0–49,9%, развитие – 7,9–9,2%). У стандартного сорта СибНИИК 315 заболевание отмечено на 54,0% растений, развитие болезни не превышало 8,0%. В коллекции обнаружен лишь один образец (Чайка × Шведская, Белоруссия), который существенно отличался от стандарта по распространенности

септориоза, но он относится к очень позднеспелой группе и созревает в течение 126 дней.

На листьях у 55% селекционных образцов сои было установлено развитие аскохитоза. Его распространенность варьировала: в скороспелой группе от 0 до 3,3%, среднеспелой и позднеспелой – от 0 до 20 и от 0 и до 25% соответственно. У образцов очень позднеспелой группы данного заболевания не обнаружено.

Наименьшая распространенность фузариозной корневой гнили ($4,5 \pm 0,8\%$) отмечена на корнях растений образцов скороспелой группы, в сравнении со среднеспелой и позднеспелой, где она увеличивалась в 2,6–2,9 раза. На всходах сои слабо поражались фузариозом скороспелые образцы из СибНИИСХ (Амурская 815 $\times$ Maple Presto) и (Линия 5/95 и.о. Амурская 2806/79); при анализе корневой системы они также оказались устойчивыми. Из других групп спелости выделились образцы из ВНИИ сои, СибНИИСХ, Чехии, Белоруссии, Германии, на которых распространенность корневых гнилей не превышала 3,3–5,0%, развитие – 0,3–1,0%. Распространенность болезни на сорте СибНИИК-315 составляла 12,7%, на сорте Алтом и образцах из Канады, Швеции, Франции она увеличивалась в 5,0–8,0 раз. На остальных изучаемых селекционных образцах сои распространенность корневых гнилей колебалась от 3,3 до 20,0%.

Несмотря на устойчивость к листо-стеблевым инфекциям среднеспелых и позднеспелых образцов, наибольшую ценность для селекционного процесса в лесостепи Кемеровской области представляют скороспелые формы, созревающие за 85–100 дней, а удлинение вегетационного периода до 120–130 дней не позволяет получать зрелые семена. Устойчивые позднеспелые формы могут быть использованы в селекционном процессе.

Наиболее ценными для селекции являются выделенные образцы с групповой устойчивостью к болезням всходов (фузариозу, бактериозу), бактериальной угловатой пятнистости и септориозу в период вегетации, а также к корневым гнилям. Из них образцы (Амурская 815 $\times$ Maple Presto) и (Линия 5/95

и.о. Амурская 2806/79) являются скороспелыми и созревают за 92–99 дней, остальные относятся к позднеспелой и очень позднеспелой группам (таблица 4).

Таблица 4 – Сортообразцы сои с групповой устойчивостью к грибным и бактериальным болезням

Сортообразец	Фузариоз + бактериоз	Бактериальная угловатая пятнистость	Септориоз	Корневые гнили
Амурская 815 × Maple Presto	+	–	–	+
Линия 5/95 и.о. Амурская 2806/79	+	–	–	+
Безенчукская улучшенная	+	+	–	–
Амурская 664 (ВНИИ сои)	+	+	+	–
Чайка × Шведская	+	+	+	–

При анализе наблюдалась корреляция продуктивности с продолжительностью вегетационного периода ($r = 0,27 \dots 0,41$), числом продуктивных узлов ($r = 0,42 \dots 0,65$), числом бобов на растении ($r = 0,48 \dots 0,68$), числом семян с одного растения ($r = 0,59 \dots 0,71$), массой 1000 семян ($r = 0,28 \dots 0,59$), распространённостью болезней ($r = -0,36 \dots -0,62$).

Таблица 5 – Элементы структуры урожая комплексно-устойчивых к болезням образцов сои различных групп спелости

№ ка- талога ВИР	Сортообразец	Происхождение	Число семян с растения, шт.	Масса, г	
				семян с растения	1000 семян
Скороспелая группа (91-100 дней)					
9609	СибНИИК-315 (стандарт)	СибНИИ кормов	28,2 ± 2,68	3,9	141,7
–	Амурская 815 × Maple Presto	СибНИИСХ	32,1 ± 3,40	3,4	111,8
–	Л 5/95 и.о. Амур.2806/79	СибНИИСХ	42,7 ± 6,43	5,1	125,9
Позднеспелая группа (111-120 дней)					
–	Амурская 664	ВНИИ сои	53,5 ± 4,88	7,1	140,5
5307	Безенчукская улучшенная	Самарская обл.	28,7 ± 3,80	4,5	119,5
Очень позднеспелая группа (121-130 дней)					
–	Чайка × Шведская	Белоруссия	28,2 ± 3,50	4,0	144,0
НСР ₀₅	–	–	10,54	1,10	22,10

Скороспелый образец сибирской селекции (Линия 5/95 и.о. Амурская 2806/79, СибНИИСХ), характеризующийся как устойчивый к комплексу

болезней, достоверно превышал стандарт по числу семян с растения (на 14,5 шт.) и хорошо отзывался на улучшение условий выращивания (таблица 5).

Работа по изучению селекционного материала сои продолжена в 2015-2017 гг. с привлечением перспективных сортообразцов нового поколения из Сибирского научно-исследовательского института сельского хозяйства (г. Омск) (таблица 6).

Таблица 6 – Распространенность и развитие болезней на скороспелых сортообразцах сои из СибНИИСХ, 2015-2017 гг.

Сортообразец	Семядоли		Листья						Корневые гнили	
	фузариоз	бактериоз	септориоз		угловатая бактериальная пятнистость		вирус мозаики сои		Р, %	Рб, %
	Р, %	Р, %	Р, %	Рб, %	Р, %	Рб, %	Р, %	Рб, %		
СибНИИК-315 (ст.)	20,90	16,42	32,84	1,52	22,39	0,45	0,00	0,00	7,45	4,13
Линия 111	26,87	10,45	5,97	0,12	43,28	1,04	77,61	5,13	15,56	7,15
Линия 115	14,49	17,39	23,19	0,46	28,99	0,58	31,88	0,64	9,84	4,71
Линия 119	25,35	9,86	9,86	0,20	22,54	0,45	76,06	2,93	7,94	3,62
Линия 120	21,74	5,80	55,07	1,62	21,74	0,43	57,97	2,55	13,47	7,02
Линия 125	11,48	19,67	32,79	0,66	42,62	0,85	29,51	0,59	3,38	0,99
Линия 128	8,77	31,58	33,33	0,67	66,67	3,44	54,39	2,77	9,17	4,81
Линия 626	3,33	26,67	30,00	0,60	48,33	1,73	51,67	2,73	11,48	5,79
Золотистая	4,41	38,24	20,59	0,41	64,71	3,21	44,12	2,29	3,13	1,08
Сибирячка	15,94	27,54	13,04	0,26	42,03	1,80	55,07	2,61	14,48	7,78
НСР ₀₅	1,26	1,03	14,72	0,78	16,86	0,93	18,86	2,14	6,68	1,49

Примечания. Р, % – распространенность болезней, %; Рб, % – развитие болезней, %

Наименьшее распространение фузариоза на семядолях отмечено у сортообразца Линия 626 – 3,33%, что ниже стандарта на 17,57%. Распространение бактериоза было выявлено в пределах от 5,80 (Линия 120) до 38,24% (Золотистая). Среди болезней, обнаруженных на листьях сортообразцов сои преобладал вирус мозаики сои, среднее распространение которого было на уровне 53,6%. Распространение угловатой бактериальной пятнистости составило 37,2%, что на 16,4% меньше, чем вируса мозаики сои. Распространение септориоза отмечено на уровне 23,7%.

Наименьшее распространение, среди выявленных болезней, получили корневые гнили – 9,4% [10].

Таким образом, в результате многолетних исследований (1996-2017 гг.) нами выявлены наиболее вредоносные виды болезней сои, проведена оценка

селекционного материала на устойчивость сортообразцов различных групп спелости к ним и выделены перспективные для использования в селекционном процессе.

Выводы

1. В результате изучения сортообразцов сои различных групп спелости выделены комплексно-устойчивые к наиболее распространенным болезням: (Амурская 815 × Maple Presto), (Линия 5/95 и.о. Амурская 2806/79) из СибНИИСХа; Безенчукская улучшенная (к-5307, Самарская обл.); (Чайка × Шведская, Белоруссия) и Амурская 664 (ВНИИ сои).

2. Скороспелые сортообразцы нового поколения из СибНИИСХ: Линия 125 и Линия 115 обладают относительной устойчивостью к комплексу грибных, бактериальных и вирусных болезней.

3. Особую ценность представляет скороспелые сортообразцы сибирской селекции: Линия 5/95 и.о. Амурская 2806/79, Линия 125 устойчивые к комплексу болезней, характеризующиеся наиболее высокими показателями основных элементов продуктивности и качества семян.

Список литературы

1. Foley J.A. Solutions for a cultivated planet / Foley J.A., Ramankutty N., Brauman K.A. // Nature. – 2011. – Vol. 478. – P. 337-342.

2. Черешнев, В.А. Проблема продовольственной безопасности: национальные и международные аспекты / В.А. Черешнев, В.М. Позняковский // Индустрия питания. – 2016. – № 1. – С. 6-14.

3. Бельшкіна, М.Е. Приоритетные направления развития сои в Российской Федерации / АгроXXL. – 2013. – № 10-12. – С. 9-11.

4. Ашмарина, Л.Ф. Болезни сои в Западной Сибири / Л.Ф. Ашмарина, И.М. Горобей, Н.М. Коняева // Вестн. Рос. акад. с.-х. наук. – 2008. – № 1. – С. 34-39.

5. Ашмарина, Л.Ф. Видовой состав возбудителей фузариозов сельскохозяйственных культур в Западной Сибири / Л.Ф. Ашмарина, И.М. Горобей // Защита растений. – 2008. – № 12. – С. 42-46.

6. Yin Xiaogang. Impacts and adaptation of the cropping systems to climate change in the Northeast Farming Region of China / Yin Xiaogang, Olesen Jorgen E., Wang Meng // European journal of agronomy. – 2016. – Vol. 78. – P. 60-72.
7. Marko Oskar. Portfolio optimization for seed selection in diverse weather scenarios / Marko Oskar, Brdar Sanja, Panic Marko // Plos one. – 2017. № 9. – Vol. 12. С. 0184198.
8. Омелянюк, Л.В. Продуктивность образцов зернобобовых культур, созданных в ГНУ СИБНИИСХ, в зависимости от погодных условий вегетационного периода / Л.В. Омелянюк, А.М. Асанов // Достижения науки и техники АПК. – 2013. – № 5. – С. 17-20.
9. Вишнякова, М.А. Коллекция мировых генетических ресурсов зерновых бобовых ВИР: пополнение, сохранение и изучение / М.А. Вишнякова, Т.В. Буравцева, С.В. Булынецв. – СПб, 2010. –150 с.
10. Myalenko V.I., Rudakova S.I. Influence of Depth of Soil Freezing and Duration of the Period of Negative Temperatures on the Development of Fusarium Root Rot of Grain Crops. Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2018. Vol. 32. No. 12. Pp. 36–39 (in Russ.) doi: 10.24411/0235-2451-2018-1121.

УДК 633.34 (571.17)

А.А. Кадуров, В.И. Заостровных

**ПРИГОДНОСТЬ СОРТООБРАЗЦОВ СОИ ИЗ МИРОВОГО
ГЕНОФОНДА КОЛЛЕКЦИИ ВИР К МЕХАНИЗИРОВАННОМУ
ВОЗДЕЛЫВАНИЮ В УСЛОВИЯХ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

ФГБОУ ВО Кемеровский государственный сельскохозяйственный институт,

г. Кемерово

Введение

На территории регионов России за последние годы наблюдается подъем производства сои. Так, в 2017 г. было произведено 38 933,6 тыс. ц, что на 16,5%

выше объема производства предыдущего года. Лидером производства сои от общего произведенного объема за 2017 г. стал Дальневосточный Федеральный округ с долей около 50,6%. Причины увеличения производства сои заключаются, прежде всего, в устойчивом повышении спроса на высокобелковые культуры [1]. Наметилось стабильное возрастание промышленного производства сои с использованием современных механизированных комплексов. По природным ресурсам, накопленному научному потенциалу, многолетнему передовому опыту Россия имеет огромные возможности развития соеводства как за счет расширения посевных площадей, так и возрастания урожайности. Сорта сои, внесенные в Государственный сортовой реестр по 10 – ому Западно-Сибирскому региону и рекомендованные для возделывания в условиях Кемеровской области имеют ряд недостатков (в том числе низкое прикрепление бобов и склонность к полеганию), не позволяющих в полной мере использовать их потенциал. При уборке таких сортов сои теряется около 1,5-2 ц/га.

Поэтому необходимо создание широкого спектра высокотехнологичных, пригодных к механизированному возделыванию, скороспелых, стрессоустойчивых сортов, адаптированных к условиям Западно-Сибирского региона [2; 3; 4].

Цель исследований

Изучение сортообразцов сои из мирового генофонда коллекции ВИР на пригодность к механизированному возделыванию и другим хозяйственно-ценным признакам с целью выделения лучших для использования в селекционном процессе.

Объект, методика и условия проведения исследований

Исследования проводились в 2016-2017 гг. на опытном участке кафедры земледелия и растениеводства Кемеровского государственного сельскохозяйственного института, который находится в п. Новостройка Кемеровской области. Почва – чернозем оподзоленный среднесиловый среднегумусный тяжелосуглинистый. Структура почвы по шкале соответствует отличному состоянию. Содержание обменного калия 150 мг/кг, а подвижного

фосфора 135 мг/кг. Содержание гумуса в горизонте А (Апах+А1) – 7,7-8,7 %, что является хорошим показателем для этого типа почвы.

Агроклиматические условия в годы проведения исследований были различными. Так, в период всходов сои, в 2016 г. наблюдался дефицит осадков, в связи с чем дата наступления цветения затягивалась. В фазу бобообразования наблюдалось обильное выпадение осадков, что способствовало объективной оценке сортообразцов сои на устойчивость к полеганию. Гидротермический коэффициент составил 0,94. Вегетационный период 2017 г. характеризуется менее продолжительной засухой и большим количеством выпавших осадков. Гидротермический коэффициент составил 1,28.

Исследования проводились по методике ВИРа «Коллекция мировых генетических ресурсов зерновых бобовых ВИР: пополнение, сохранение и изучение» 2010 [5]. Посев сои проведен 24-25 мая на глубину 5-6 см, площадь деланки 2 м². Предшественником – соя по многолетним травам. Объектом изучения явились селекционные сортообразцы сои из мировой коллекции Всероссийского научно-исследовательского института им. Н.И. Вавилова. За стандартный вариант использован районированный в Кемеровской области сорт сои СибНИИК – 315. Происхождение изучаемых сортообразцов представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Происхождение изучаемых сортообразцов сои

Сортообразец	№ каталога ВИР	Происхождение
СН 23-42	10878	Беларусь
НМ 648 (Rita)	11046	Словакия
1075/3	11048	Польша
Augusta	-	Польша
Аннушка	11279	Украина
N/M 4142	11350	Польша
Заряница	11483	Россия, Красноярский ГАУ

В период вегетации отмечали наступление фенологических фаз развития растений, определяли полегаемость, высоту прикрепления нижнего боба, после уборки – элементы структуры урожая. Математическая обработка результатов выполнена с использованием метода дисперсионного анализа [6].

Результаты исследований

Продолжительность вегетационного периода сортообразцов сои

складывалась из межфазных периодов: всходы-цветение; цветение-бобообразование; бобообразование-полная спелость (таблица 2).

Таблица 2 – Продолжительность вегетационного периода сортообразцов сои, 2016-2017 гг.

Сортообразец	Продолжительность межфазных периодов, дни						Период вегетации, дни		
	всходы-цветение		цветение-бобообразование		бобообразование-полная спелость				
	2016	2017	2016	2017	2016	2017	2016	2017	среднее
СибНИИК-315 (ст.)	26	30	24	18	42	42	92	91	91,5
СН 23-42	27	28	27	21	39	39	101	99	100
НМ 648(Rita)	25	24	24	18	42	42	98	99	98,5
1075/3	35	35	24	18	42	42	99	103	101,0
Augusta	29	28	23	17	43	43	97	99	98
Аннушка	35	32	25	19	41	41	98	98	98,0
N/M 4142	39	37	23	17	43	43	103	104	103,5
Заряница	22	22	25	19	41	41	99	100	99,5

Все исследуемые сортообразцы сои показали более длительный период вегетации, по сравнению со стандартом СибНИИК-315, который созрел за 91 день. Наиболее скороспелыми, из испытываемых сортообразцов, оказались Аннушка (к-11279, Украина), НМ 648 (Rita) (к-11046, Словакия) и Augusta (Польша) достигшие полной спелости за 98 дней. Образцы СН 23-42 (к-10878, Беларусь), Заряница (к-11483, Россия, Красноярский ГАУ), 1075/3 (к-11048, Польша) и N/M 4142 (к-11350, Польша) имели период вегетации более 100 дней, из-за чего их использование является рискованным в условиях Кемеровской области [7].

Уборка сортообразцов сои была проведена согласно методике ВИРа (2010 г.), в фазу полной спелости, при 75%-ном побурении бобов. После уборки определяли пригодность к механизированному возделыванию и изучали элементы структуры урожая (таблица 2).

Таблица 3 – Пригодность сортообразцов сои к механизированному возделыванию и компоненты продуктивности, 2016-2017 гг.

Сортообразец	Высота прикрепления нижнего боба, см	Степень полегания %	Пригодность к механизированному возделыванию	Число семян на одном растении, шт.	Масса семян с одного растения, г	Масса 1000 семян, г	Масса семян с 1 м ² , г
СибНИИК-315 (ст.)	7,38	0	удовлетвор.	72,79	11,37	156,20	135,78
СН 23-42	8,42	20	неудовлетвор.	35,69	5,62	157,57	53,94
НМ 648(Rita)	8,36	10	удовлетвор.	80,98	12,76	157,53	157,28
1075/3	9,43	10	хорошая	76,32	13,71	179,70	221,51
Augusta	17,20	10	хорошая	55,87	6,42	114,89	105,78
Аннушка	15,07	0	отличная	161,20	22,71	140,87	128,32
N/M 4142	19,52	10	хорошая	78,87	12,14	153,99	145,72
Заряница	12,25	30	удовлетвор.	56,38	7,75	137,59	109,07
НСР ₀₅	-	-	-	17,71	3,84	13,15	41,33

Для механизированного возделывания сои, с минимальными потерями урожая, необходимо чтобы высота прикрепления нижнего боба составляла не менее 12 см. Исходя из таблицы 2, следует, что у всех сортообразцов высота прикрепления нижнего боба превосходит показатели стандартного сорта на 0,98 (НМ 648(Rita)) (к-11046 , Словакия) – 12,14 (N/M 4142) (к-11350, Польша) см. Лучшими явились: Augusta и N/M 4142 (к-11350) из Польши; Аннушка (к-11279, Украина); Заряница (к-11483, Россия, Красноярский ГАУ).

Максимальное количество семян на одном растении определено на сортообразце Аннушка (к-11279, Украина) – 161,20 шт., а масса семян с одного растения – 22,71 г, что превышало стандарт на 11,34 г. У остальных образцов этот показатель существенно ниже. Наилучший показатель массы 1000 семян обнаружен на сортообразце 1075/3 (к-11048, Польша) – 179,70 г. По совокупности показателей продуктивности (массы семян с одного растения – 13,71 г и с 1 м² – 221,51 г) следует, что сортообразец 1075/3 (к-11048, Польша) является наиболее продуктивным.

Для селекции сои очень важно выявление сортообразцов с комплексом лучших хозяйственно-ценных признаков [8; 9; 10], что мы и осуществили в

своей работе. По этим признакам наилучшим сортообразцом явился 1075/3 (к-11048, Польша) со следующими показателями: вегетационный период 101 день; хорошая пригодность к механизированному возделыванию; масса семян с одного растения на уровне стандарта (13,71 г); масса семян с 1 м² – 221,51 г, что превышало стандарт на 85,73 г.

Выводы

1. В результате проведенных исследований лучшими сортообразцами по пригодности к механизированному возделыванию явились: 1075/3 (к-11048, Польша), Augusta (Польша), Аннушка (к-11279, Украина), N/M 4142 (к-11350, Польша).

2. Наиболее скороспелыми оказались Аннушка (к-11279, Украина), НМ 648 (Rita) (к-11046, Словакия) и Augusta (Польша), достигшие полной спелости за 98 дней. Самым позднеспелым явился N/M 4142 (к-11350, Польша) – 103 дня, который созревал на 12 дней позднее стандартного сорта СибНИИК-315. Для агроклиматических условий Кемеровской области возделывание такого образца является рискованным.

3. По комплексу хозяйственно-ценных признаков лучшим сортообразцом явился – 1075/3 (к-11048, Польша) со следующими параметрами: вегетационный период 101 день; хорошая пригодность к механизированному возделыванию; масса семян с одного растения на уровне стандарта (13,71 г); масса семян с 1 м² составляла 221,51 г, что превышало стандарт на 85,73 г. Это делает его наиболее пригодным для использования в селекционном процессе в условиях Кемеровской области.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Омелянюк, Л.В. Продуктивность образцов зернобобовых культур, созданных в ГНУ СИБНИИСХ, в зависимости от погодных условий вегетационного периода / Л.В. Омелянюк, А.М. Асанов // Достижения науки и техники АПК. – 2013. – № 5. – С. 17-20.
2. Шукис, Е. Р. Результаты изучения исходного материала по сое в условиях Приобской лесостепи Алтайского края / Е. Р. Шукис, С. К. Шукис //

Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2015. – № 3 (125). – С. 12 – 16.

3. Кочегура, А. В. Селекционно-технологические аспекты стабилизации урожаев сои на юге европейской части России / А. В. Кочегура, С. В. Зеленцов, В. Л. Махонин // Масличные культуры: науч. – техн. бюл. Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2011. – № 2 (148-149) – С. 41-45.

4. Паршуткина, Е. В. Оценка исходного материала для селекции сои в условиях южной лесостепи Западной Сибири / Е. В. Паршуткина, Н. А. Поползухина, О. А. Рожанская // Вестник ОмГАУ. – 2016. – № 1. – С. 54-51.

5. Вишнякова, М. А. Коллекция мировых генетических ресурсов зерновых бобовых ВИР: пополнение, сохранение и изучение / М. А. Вишнякова, Т. В. Буравцева, С. В. Булынец. – СПб., 2010. –150 с.

6. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М.: Альянс, 2011. – 352 с.

7. Шафигулин, Д. Р. Изучение скороспелости у коллекционного материала сои / Д. Р. Шафигулин, М. С. Гинс, Е. С. Романова, Д. Б. Бородин // Вестник ОрелГАУ. – 2017. – № 3. – С. 56-62.

8. Pandey R. D. Interrelationship study among different compenents for seed yield in soybean / R. D. Pandey, K. Singh, B. V. P. Singh, M. K. Gupta // Abstracts of Contributed Papers and Posters. In: F. Moscardi et al., (Editors). – 2004. – 228 p.

9. Хасбиуллина О.И. Новый сорт сои – Приморская 96 / О.И. Хасбиуллина, Е.С. Бутовец, Л.А. Дега // Достижения науки и техники АПК. – 2017. – № 6. – С. 37-38.

10. Myalenko V.I., Rudakova S.I. Influence of Depth of Soil Freezing and Duration of the Period of Negative Temperatures on the Development of Fusarium Root Rot of Grain Crops. Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2018. Vol. 32. No. 12. Pp. 36–39 (in Russ.) doi: 10.24411/0235-2451-2018-1121.

УДК 613.64

Т.Н. Страшникова, А.М. Олещенко, Д.В. Суржиков,

В.В. Кислицына, В.А. Штайгер

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ФАКТОРОВ НА РАБОЧИХ МЕСТАХ РАБОТНИКОВ ГОРНОРУДНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

ФГБНУ «Научно-исследовательский институт комплексных проблем гигиены и профессиональных заболеваний», г. Новокузнецк

Ресурсодобывающие предприятия являются основой формирования бюджета страны. В России добывается 48 наименований минерального сырья, что делает ее абсолютным лидером среди 166 горнодобывающих стран. Россия владеет примерно 40% мировых залежей железных руд, это соответствует почти 65 млрд. тонн руды. Каждый год в нашей стране добывают 15% мировой добычи железных руд [2].

Кемеровская область – один из основных добывающих регионов России. Горно-металлургическая промышленность области, наряду с угольной, является базовой отраслью экономики Кузбасса, на ее долю приходится около 30% всей промышленной продукции области. Несмотря на значительную модернизацию, горнорудная промышленность характеризуется сложными условиями труда, воздействием на работников комплекса неблагоприятных производственных факторов – шума, вибрации, запыленности, что определяет высокий риск развития профессиональных заболеваний [1, 3, 4, 6]. Таштагольский рудник является градообразующим предприятием по добыче железной руды города Таштагола. С 2004 года входит в состав ОАО «Евразруда».

Материалы и методы исследования

Гигиеническая оценка производственных факторов работников Таштагольского рудника проводилась на основании карт аттестации рабочих

мест с приложением протоколов замеров и оценок и сводной ведомости по условиям труда профессиональных групп. Изучались условия труда работников основных профессий: подземный горнорабочий (участок внутришахтного транспорта № 11), машинист буровой установки (участок буровых работ № 9), машинист погрузочной машины (участок нарезных работ № 6), машинист вибропогрузочной установки (участок очистных работ № 1), проходчик (участок нарезных работ № 6), проходчик (участок горноподготовительных работ № 10), электрослесарь дежурный и по ремонту оборудования (ремонтно-восстановительный участок № 4). Анализ условий труда проводился на основании «Руководства по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда: Р 2.2.2006-05» [7].

Результаты и обсуждение

Таштагольское месторождение находится на юге Кемеровской области в пределах муниципального образования г. Таштагол. Отработка месторождения осуществляется подземным способом Таштагольским филиалом ОАО «Евразруда». В настоящее время горные работы ведутся на семи горизонтах шахты, очистные и горные работы достигли глубины 895 метров от первоначальной поверхности.

Подготовка Таштагольского месторождения осуществляется проходчиками участка горно-подготовительных работ № 10, а разработка – проходчиками участка нарезных работ № 6 и машинистами буровых установок участка буровых работ № 9. В дальнейшей разработке месторождения участвуют машинисты погрузочной машины и вибропогрузочной установки (участок очистных работ № 1), подземные горнорабочие (участок внутришахтного транспорта № 11) и электрослесари по ремонту оборудования (ремонтно-восстановительный участок № 4).

При подземной добыче руды применяется следующее горное буровое оборудование: станки глубокого бурения НКР-100М; бурильные установки УБШ-207, УПБ; перфораторы ПТ-48, ПП-54, ПК-60; скреперные лебедки ЛС-30, ЛС-77; подвижной внутришахтный транспорт: ВДПУ (вибродоставочная подвижная установка), ППМ-5 (породопогрузочная машина).

Работающие механизмы во время бурения, уборки, погрузки, транспортировки горной массы являются источниками шума. Также шум вызывают электромоторы этого оборудования, общешахтная система проветривания нагнетательно-всасывающего типа с фланговым проветриванием и местная вентиляция нагнетательного типа вентиляторами СВМ-6.

Высокий уровень шума, превышающий ПДУ в 1,4 раза (на 41,3%), выявлен на рабочих местах проходчиков участков нарезных работ № 6 и горноподготовительных работ № 10, машиниста буровой установки на участке буровых работ № 9. Минимальный уровень шума, превышающий ПДУ на 8,7%, выявлен на рабочем месте электрослесаря дежурного и по ремонту оборудования ремонтно-восстановительного участка № 11. По продолжительности воздействия производственного шума на организм шахтеров выявлены три специальности с максимальным временем воздействия: машинист буровой установки на участке буровых работ № 9, проходчик и машинист погрузочной машины на участке нарезных работ № 6. Максимальный уровень шума и большая продолжительность его воздействия (5 ч.) выявлена у проходчика участка нарезных работ № 6. У машиниста буровой установки на участке буровых работ № 9 наблюдается максимальное по продолжительности воздействие шума – 5,5 ч.

3 (вредный) класс условий труда по воздействию производственного шума 3 и 4 степени имели 4 специальности: подземный горнорабочий (3.3), машинист буровой установки на участке буровых работ № 9 (3.4), проходчик на участке нарезных работ № 6 (3.4), проходчик на участке горноподготовительных работ № 10 (3.4). Вторую группу составили специальности, имеющие 3 (вредный класс) условий труда 2 степени (3.2): машинист погрузочной машины на участке нарезных работ № 6, машинист вибропогрузочной установки на участке очистных работ № 1, электрослесарь дежурный и по ремонту оборудования ремонтно-восстановительного участка № 4.

Работающие механизмы во время бурения, уборки, погрузки, транспортировки горной массы являются источниками не только шума, но и

локальной и общей вибрации. Кроме этого, вибрацию вызывают электромоторы используемого в работе оборудования, общешахтная система проветривания нагнетательно-всасывающего типа с фланговым проветриванием и местная вентиляция нагнетательного типа вентиляторами СВМ-6.

Класс условий труда трех специальностей, на рабочих местах которых установлено наличие локальной и/или общей вибрации – 3.1 (класс вредный первой степени).

Производственный микроклимат на рабочих местах основных профессиональных групп характеризуется длительным воздействием на организм работника низких температур окружающего (подземного) воздуха, высоким уровнем влажности (свыше 80%), и очень низкой скоростью движения подземного воздуха (0,3-0,4м/с).

Все исследуемые профессиональные группы имеют 3 (вредный) класс условий труда 1 степени (3.1), что подтверждают карты аттестации рабочих мест. Продолжительное влияние (6-7,2 часа) отрицательного микроклимата на организм шахтеров выявлено у следующих профессиональных групп: машинист буровой установки (участок буровых работ № 9), машинист погрузочной машины (участок нарезных работ № 6), проходчик (участок нарезных работ № 6), электрослесарь дежурный и по ремонту оборудования (ремонтно-восстановительный участок № 4), подземный горнорабочий (участок внутришахтного транспорта № 11). На рабочих местах исследуемых профессиональных групп фактический уровень температуры окружающего воздуха ниже ПДУ на 4-5 °С.

Рабочие места основных профессиональных групп горнорудного предприятия характеризуются наличием в воздухе рабочей зоны аэрозоля преимущественно фиброгенного действия (АПФД) – пыль кремнийсодержащая (SiO_2 от 2 до 10%).

В таблице 5 представлена гигиеническая оценка запыленности воздуха рабочих мест основных профессиональных групп.

На рабочих местах всех профессиональных групп наблюдается длительное по времени (7,2-8 часов) воздействие кремнийсодержащей пыли на организм работников. Высокий уровень кремнийсодержащей пыли выявлен в воздухе рабочей зоны проходчика участка нарезных работ № 6 и машиниста вибропогрузочной установки участка очистных работ № 1, в 9,8 и 10,8 раз соответственно превышающий ПДУ. В воздухе рабочей зоны машиниста буровой установки участка буровых работ № 9 и проходчика участка горноподготовительных работ № 10 выявлено содержание кремнийсодержащей пыли, в 7-7,7 раз превышающую ПДУ. На рабочих местах машиниста погрузочной машины участка нарезных работ № 6, подземного горнорабочего участка внутришахтного транспорта № 11 и электрослесаря дежурного по ремонту оборудования ремонтно-восстановительного участка № 4 содержание кремнийсодержащей пыли в воздухе рабочей зоны превышает ПДУ в 3,5-4,2 раза.

Условия труда машиниста буровой установки (участок буровых работ № 9) и проходчиков (участок нарезных работ № 6 и участок горноподготовительных работ № 10) отнесены к 3 классу 3 степени (3.3). К 3 классу 2 степени (3.2) относятся условия труда подземного горнорабочего (участок внутришахтного транспорта № 11), машиниста погрузочной машины (участок нарезных работ № 6) и машиниста вибропогрузочной установки (участок очистных работ № 1). Электрослесарь дежурный и по ремонту оборудования (ремонтно-восстановительный участок № 4) имеет условия труда 3 класса 1 степени (3.1).

Таким образом, общая оценка условий труда работников по степени вредности и опасности производственных факторов показала, что к 3 классу 4 степени (3.4), при которой могут возникать тяжелые формы профессиональных заболеваний, отмечается значительный рост числа хронических заболеваний и высокие уровни заболеваемости с временной утратой трудоспособности, относятся условия труда следующих профессиональных групп: подземный горнорабочий (участок внутришахтного транспорта № 11), машинист буровой установки (участок буровых работ № 9), проходчик (участок нарезных работ №

б), проходчик (участок горноподготовительных работ № 10). К 3 классу 3 степени (3.3), при которой происходит развитие профессиональных болезней легкой и средней степеней тяжести и рост хронической патологии, относятся условия труда машиниста погрузочной машины (участок нарезных работ № 6), машиниста вибропогрузочной установки (участок очистных работ № 1) и электрослесаря дежурного и по ремонту оборудования (ремонтно-восстановительный участок № 4).

Заключение

При эксплуатации горного оборудования и технологического транспорта происходит комплексное воздействие на работников добывающего предприятия рудно-породной пыли, производственного шума, общей и локальной вибрации, неблагоприятного микроклимата.

На предприятиях горнорудной промышленности рекомендуется уменьшать количество работающих во вредных и опасных условиях труда, повышать эффективность использования средств индивидуальной защиты. Необходимо обеспечивать постоянный контроль за деятельностью всех структурных подразделений в целях совершенствования организации системы охраны труда и промышленной безопасности при ведении работ на горнорудных предприятиях. Для этого необходимы систематизация и анализ основных проблем в горнорудной промышленности. В качестве необходимых мер профилактики нарушения здоровья рекомендуются все формы защиты, обусловленные параметрами времени (рациональные режимы труда и отдыха, сокращенный рабочий день, дополнительный отпуск) с обязательным мониторингом здоровья работников [5, 8].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Головкова Н.П., Чеботарев А.Г., Лескина Л.М., Хелковский-Сергеев Н.А., Ершов В.П., Котова Н.И., Королева Е.П., Макеева Л.Г., Пасеков А.Н. Отраслевая медицина труда как основа сохранения здоровья работающих // Медицина труда и промышленная экология. 2013. № 6. С. 25-29.

2. Гурова А.М., Тюнин А.И. Развитие горнодобывающей промышленности в России // Современные проблемы социально-гуманитарных

наук. 2016. № 6 (8). С. 105-108.

3. Кислицына В.В., Корсакова Т.Г., Мотуз И.Ю. Особенности условий труда и профессионального риска работников, занятых при открытой добыче угля // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2013. № 4. С. 52-55.

4. Коршунов Г.М., Черкай З.Н., Мухина Н.В. Профессиональные болезни рабочих в горнодобывающей промышленности // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2012. № S 2 (1). С. 90-99.

5. Петров Б.А. Горнорудная промышленность: состояние надзора, аварийность, травматизм, проблемы промышленной безопасности // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2008. № S2. С. 38-51.

6. Рукавишников В.С., Шаяхметов С.Ф., Панков В.А., Колычева И.В. Здоровье работающих в горнодобывающей промышленности Сибири и Крайнего Севера // Медицина труда и промышленная экология. 2004. № 6. С. 6-10.

7. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда: Р 2.2.2006-05. М., 2005. 156 с.

8. Страшникова Т.Н., Захаренков В.В., Олещенко А.М., Суржиков Д.В., Кислицына В.В. Гигиеническая оценка условий труда и риска для здоровья работников предприятия горнорудной промышленности // Медицина труда и промышленная экология. 2016. № 5. С. 25-27.

А.М. Олещенко, Д.В. Пестерева

НЕКОТОРЫЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИЗУЧЕНИЯ СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ ПЕДАГОГОВ

*ФГБНУ «Научно-исследовательский институт комплексных проблем гигиены
и профессиональных заболеваний», г. Новокузнецк*

Модернизация современного образования требует от педагогов освоения новых профессиональных компетенций и приводит к росту интенсивности труда и увеличению профессионально обусловленной заболеваемости. По результатам мониторинга интенсификации и особенностей труда педагогических работников в условиях модернизации образования, проведенного региональными организациями Профсоюза Российской Федерации, интенсивность труда педагогических работников значительно возросла вследствие освоения новых профессиональных компетенций в условиях модернизации образования и увеличения отчетности. Большинство учителей, принявших участие в мониторинге, имеет учебную нагрузку больше одной ставки по предмету и при этом от 58 до 84 % опрошенных учителей в различных территориях России отметили, что хотели бы работать на одну ставку [4].

По степени значимости профессиональное здоровье работников образования следует рассматривать в контексте общей концепции охраны здоровья нации, так как именно от учителя в огромной степени зависит здоровье подрастающего поколения [3].

Начало изучения различных сторон педагогического труда в нашей стране приходится на 20-30-е годы XX в., когда в основу исходной методологии был положен санитарно-гигиенический подход для массового статистического изучения и санитарно-гигиенического обследования работников образования.

Позднее, вплоть до середины 60-х гг. большая часть отечественных

научных исследований изучения заболеваемости учителей проводилась также на основе сплошного и выборочного методов, но в основном по материалам учета случаев утраты трудоспособности. По характеру и времени изучения заболеваемости педагогов в большинстве случаев использовались ретроспективные трехгодичные исследования описательного или аналитического типа, что обеспечивало получение более достоверных и устойчивых результатов. Использование методов вариационной статистики позволило анализировать не только распространенность и структуру заболеваемости, но и ее зависимость от ряда профессионально-производственных, социально-бытовых факторов и образа жизни.

Обсуждение применения метода социологического опроса для изучения заболеваемости учителей приходится на 60-е гг. прошлого века. По материалам Е.К. Доронкиной, С.С. Кручининой уровни заболеваемости педагогов по данным опроса более чем в два раза превышают показатели по данным обращаемости и временной нетрудоспособности [1]. Сравнительный анализ используемых методик позволил авторам сделать вывод, что метод опроса полнее раскрывает картину их истинной заболеваемости и отражает комплексные данные, сходные с результатами медицинских осмотров.

В связи с недостаточностью использования материалов анамнестического метода для анализа заболеваемости в недавнем прошлом большая часть выборочных исследований выполнялась с применением комплексного подхода, в соответствии с которым сведения о заболеваемости с временной утратой трудоспособности дополняются результатами профилактических осмотров или углубленных медицинских обследований с параллельным анализом анкетного материала [1].

В начале XXI века вышла серия научных работ отечественных гигиенистов, посвященных условиям труда учителей и работников дошкольного образования, где медико-статистические, социально-гигиенические и функциональные методы исследования дополнены психодиагностическими методиками и социологической характеристикой трудящихся общеобразовательных учреждений.

До настоящего времени не выработано унифицированного подхода к изучению заболеваемости педагогов. В значительной части тематических научных работ исследование ограничено анализом наиболее доступных материалов официальной статистики – данных о временной нетрудоспособности, либо материалов социологических опросов, что не позволяет комплексно характеризовать заболеваемость данного контингента на основе объективных данных.

В числе современных оптимальных методов изучения заболеваемости, обеспечивающих сопоставимость полученных результатов для сравнительного анализа, можно выделить комплексные ретроспективные исследования, базирующиеся на материале 3-х, 5-летней обращаемости и временной нетрудоспособности, дополненные сведениями социологического опроса. Следует также продолжать изучение социально-гигиенических факторов, влияющих на заболеваемость учителей.

В соответствии с направлением отечественной системы здравоохранения на сохранении благополучного состояния здоровых лиц, сотрудниками Научно-исследовательского института комплексных проблем гигиены и профессиональных заболеваний в союзе с коллегами из Комитета образования и науки, Кустового медицинского информационно-аналитического центра и Федеральной службы по надзору в сфере защиты потребителей и благополучия человека (учреждения из г. Новокузнецка) разработана информационно-аналитическая система слежения за здоровьем работников образования, позволяющая формировать интегрированную оценку показателей общественного здоровья с учетом данных социологического опроса респондентов, проводить анализ причин негативных последствий, дающий возможность принятия адекватных управленческих решений, направленных на улучшение состояния здоровья участников воспитательно-образовательного процесса [2, 5, 6].

Таким образом, прогнозирование состояния здоровья работников образования целесообразно проводить на основе мониторинга его функциональных резервов; для оценки донологических состояний

использовать методологические подходы теории стресса и адаптации. Метод социологического опроса позволяет обогатить результаты сплошного и выборочного методов исследования, которые традиционно затрагивают в основном данные случаев утраты трудоспособности, полнее и шире раскрывает картину истинной заболеваемости работников образования и отражает комплексные данные, сходные с результатами медицинских осмотров образовательных учреждений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гревцова Е.А. Комплексная социально-гигиеническая оценка условий труда и здоровья учителей общеобразовательных школ центрального федерального округа Российской Федерации и меры их оптимизации: дисс. ... докт. мед. наук. М., 2007. 400 с.

2. Захаренков В.В., Виблая И.В., Пестерева Д.В., Забродина Е.А. Динамическая оценка состояния здоровья педагогов в период повсеместной реализации мониторинга здоровья школьников в г. Новокузнецке // Инновации в технологиях и образовании: сборник статей участников VII Международной научно-практической конференции: в 4 частях. Белово, 2014. С. 257-260.

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. Олещенко А.М., Пестерева Д.В. Факторы профессионального риска здоровья педагогов в условиях интенсификации их труда // Вестник Российской академии естественных наук. Западно-Сибирское отделение. 2018. № 21. С. 192-195.

5. Пестерева Д.В., Виблая И.В. Динамическая оценка показателей заболеваемости педагогов г. Новокузнецка // Вестник Кузбасского научного центра. 2012. № 15. С. 124-126.

6. Пестерева Д.В. Внедрение мониторинга здоровья работников образования как путь к преодолению негативного воздействия факторов риска труда педагогов // Здоровье. Медицинская экология. Наука. 2018. № 1 (73). С. 40-42.

А.Ю. Милюков, Д.Д. Устьянцев

КЛИНИЧЕСКАЯ ПРОГНОСТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РИСКА РАЗВИТИЯ ОСЛОЖНЕНИЙ ПРИ ХИРУРГИЧЕСКОМ ЛЕЧЕНИИ ПЕРЕЛОМОВ ПРОКСИМАЛЬНОГО ОТДЕЛА БЕДРЕННОЙ КОСТИ

*Государственное автономное учреждение здравоохранения Кемеровской
области «Областной клинический центр охраны здоровья шахтеров»,
г. Ленинск-Кузнецкий*

В России ежегодно диагноз перелома проксимального отдела бедра выставляется 100–150 пострадавшим на 100 тыс. населения [1]. Количество пациентов растет параллельно числу пожилых людей [2]. Пациенты старше 65 лет отличаются значительным риском развития осложнений в послеоперационном периоде, более высокой летальностью после травмы по сравнению с более молодыми людьми [3, 4]. Это связано с коморбидными заболеваниями, снижением физиологического резерва организма [5, 6].

Целью исследования

оценка клинического применения прогностической модели риска послеоперационных осложнений для эффективного хирургического лечения (остеосинтез или первичное тотальное эндопротезирование) пациентов с переломами проксимального отдела бедренной кости посредством анализа осложнений, сроков лечения, функциональных результатов, летальности.

Материал и методы

Исследование выполнено в соответствии с принципами Хельсинской декларации 2013 года, «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. С 01.2017 по 12.2018 г. в Областном клиническом центре охраны здоровья шахтеров были пролечены 90 пациентов, которые составили основную группу. В контрольную вошли 145 пациентов находившиеся в период проведения ретроспективных исследований с 01. 2013

по 12.2016 г. Критерии включения пациентов в исследование: возраст ≥ 18 лет, тяжесть травмы ≤ 15 баллов по шкале тяжести травмы (Injury Severity Score, ISS), отсутствие перевода в другие клиники, длительность пребывания в клинике ≥ 1 сутки). Для каждого пациента индивидуально учитывали следующие переменные: возраст (18-64 года – молодой; 65+ это пожилой), пол, коморбидный статус (0, 1-2, 3+ сопутствующих заболеваний), класс тяжести состояния по классификации ASA, тип перелома, вид операции (остеосинтез или замещение сустава), длительность пребывания в клинике. Объективную оценку подготовки больных к операции проводили с помощью разработанной нами прогностической модели риска послеоперационных осложнений по номограммам отдельно для мужчин и женщин. Переломы верифицировали в соответствии с МКБ-10 на основании жалоб, физикального исследования и рентгенографии тазобедренного сустава в 2 проекциях. Пациенты были распределены на группы низкого ($<10\%$), среднего (10-30%) и высокого риска ($>30\%$) развития послеоперационных осложнений. Хирургическое лечение включало остеосинтез с использованием интрамедуллярных штифтов PFN, канюлированных винтов и тотальное эндопротезирование тазобедренного сустава. Возможность проведения операции определяли с учетом рисков послеоперационных осложнений, связанных с возрастом, сопутствующей патологией, классом тяжести ASA в соответствии с предложенным нами способом. В послеоперационном периоде регистрировали вид и количество наблюдаемых осложнений, сроки лечения, летальность. Оценку функциональных результатов проводили через 1 год по шкале Американской академии хирургов-ортопедов (AAOS), разработанной R.A. Goodwin в 1968 году, и оценочной шкале Harris для тазобедренного сустава (Harris Evaluation System of the Hip). Статистическую обработку проводили с использованием пакета программ обработки статистических данных общественных наук версии 21 «IBM SPSS Statistics 21».

Результаты

Характеристики демографических, клинических и физиологических параметров у пациентов в основной (n=90) и сравниваемой (n=145) группах

имели высокую степень соответствия. Типы переломов были представлены медиальными у 76 % пациентов и латеральными у 24%. Применение прогностической модели перед операцией с помощью номограммы позволило определить риск развития послеоперационных осложнений соответственно у 10 (11%), 58 (64%) и 22 (25%) пациентов основной группы. При этом количество пациентов основной группы с высоким риском развития послеоперационных осложнений было снижено в 1,34 раза ($\chi^2 = 36.2$, $p < 0,01$) по отношению к первоначальному значению за счет перераспределения в группы среднего и низкого риска (увеличение числа пациентов с низким риском в 2,5 раза по отношению к первоначальной оценке, $\chi^2 = 23.2$, $p < 0,01$).

Разработанный нами способ выбора тактики хирургического лечения был положен в основу алгоритма хирургического лечения с использованием прогностической модели. Потенциальный риск развития осложнений (выше или менее 30 %) определяли по номограмме (сочетание параметров) с учетом возраста, категории коморбидности, класса тяжести состояния больного по классификации объективного статуса больного Американского общества анестезиологов (ASA), типа перелома отдельно для мужчин и женщин. При выявлении сочетания 4 класса тяжести по ASA с потенциальным риском развития осложнений выше 30 % оперативные вмешательства не выполняли и пациенты переводились в профильные отделения для коррекции сопутствующей патологии. При 3 классе выполняли малоинвазивный. Выбор методики остеосинтеза определяется типом перелома (винты или штифт PFN). При 1 или 2 классе тяжести по ASA применялся принцип неограниченной (требуемой) степени хирургической инвазии. При медиальных переломах выполнялось тотальное эндопротезирование тазобедренного сустава или остеосинтез с учетом количественного анализа рентгенограмм для определения периферического индекса структурных изменений (кортикальный индекс Barnett–Nordin), качественной оценки выраженности остеопороза головки бедра (индекс Singh) и уровня физической активности пациента посредством индекса мобильности Ривермид (RMI). Операции тотального эндопротезирования тазобедренного сустава и остеосинтеза были выполнены соответственно 71,1%

и 28,9% пациентам в исследуемых группах. У 25 % пациентов основной группы имели высокий риск ($>30\%$) развития послеоперационных осложнений против 37,9 % пациентов группы сравнения ($p=0,03$). Продолжительность пребывания в клинике свыше 3 дней до операции в основной группе была у 84,5 % пациентов и в группе сравнения у 74,5% ($p=0,04$), что было обусловлено предварительной коррекцией соматической патологии в профильных отделениях. Общее количество осложнений после операции в обеих группах составило 8,8% и 15,2% соответственно. В основной группе их было меньше в 1,7 раза ($p=0,009$). Сроки пребывания в отделении реанимации и интенсивной терапии не имели статистически значимых различий. Длительность пребывания в стационаре пациентов основной группы оказалась короче в 1,3 раза ($p=0,04$) по отношению к этому показателю в сравниваемой группе. Все пациенты (100%) были выписаны на амбулаторное лечение в удовлетворительном состоянии, осложнений на момент выписки и летальных исходов не было зарегистрировано.

Клиническая оценка функциональных результатов проведена через 1 год после операции у 84 (93%) пациентов основной группы и у 135 (93%) пациентов группы сравнения, с которыми не была утрачена связь. Анализ по Goodwin в исследуемых группах показал, что у пациентов основной группы отличных и хороших результатов, соответственно в 2,8 ($\chi^2=12,8$, $p=0,0025$) и 2 раза ($\chi^2=3,8$, $p=0,05$) больше, тогда как в группе сравнения отмечали наиболее высокий удовлетворительный результат. По шкале Harris у 49 пациентов основной группы результаты оценены как отличные и хорошие. Балльная оценка была выше в 1,5 ($\chi^2=12,6$, $p=0,05$) и 1,2 раза ($\chi^2=6,0$, $p=0,05$) по отношению к значениям в группе сравнения. Лучший результат был у пациентов основной группы, что позволило провести активную реабилитацию в раннем послеоперационном периоде.

Обсуждение

Представленные усилия по разработке модели для прогнозирования осложнений у пациентов с травмой не являются беспрецедентными. За последние 30 лет Шкала Тяжести Травмы и Повреждений (TRISS) была

доминирующим способом определения исхода травмы. Созданная с помощью логистической регрессии, модель TRISS разрабатывалась для прогнозирования вероятности выживания после травмы с учетом возраста, Шкалы Тяжести Травмы (ISS) и Ревизионной Шкалы Травмы (RTS). В то время как TRISS широко использовалась для оценки и сравнения исходов травмы, в травматологической литературе ее осуждали за важные недостатки. За последние 20 лет она не раз подвергалась жесткой критике за то, что основывалась на базе данных 80-х годов, на Исследовании Исхода Обширной Травмы (Major Trauma Outcomes Study). Из-за того, что система лечения травмы претерпела значительные изменения за этот период, современная прогностическая ценность TRISS была поставлена под сомнение. Это было частично связано с разработкой новых индексов в 1990-м и 1995-м годах, но необходимость постоянных и многократных обновлений ограничивала их практическое применение. Другим недостатком TRISS является ее неспособность прогнозировать риск развития послеоперационных осложнений. Шкала, характеризующая тяжесть травмы (ASCOT), была признана улучшенным предиктором риска осложнений и исхода, однако сложность проведения подсчетов ограничивает ее широкое применение. К сожалению, на сегодняшний день нет легкой в применении статистически точной современной модели потенциального риска осложнений при переломах бедренной кости. Преимущество применения нашей модели заключается в том, что она позволяет получить более объективную информацию о пациенте до оперативного лечения и правильно оптимизировать хирургическое лечение с минимальными рисками. Следует признать, что у нашей модели есть и минусы: она разрабатывалась, применялась и проверялась по отношению к учетной (стационарной) госпитализации. Период наблюдений клинико-функциональных результатов через 1 год после операции является недостаточным сроком для наиболее полной оценки результатов лечения. Модель является лишь предиктором вероятности осложнений и не позволяет оценивать возвращение к предшествующему функциональному статусу или прогнозировать его и качество жизни пациента в будущем. Но это является недостатком только в том

смысле, что данная информация должна быть проверена в дальнейших перспективных исследованиях с помощью сбора и анализа данных по исходам переломов бедренной кости, что может быть важным для принятия решения о профилактических и реабилитационных мероприятиях.

Заключение

Результаты проведенного исследования позволяют судить о большей эффективности хирургического лечения пациентов с переломами проксимального отдела бедренной кости с учетом потенциальной оценки риска развития послеоперационных осложнений. Клиническое применение прогностической модели позволило уменьшить количество осложнений в 1,7 раза ($p=0,009$), снизить сроки лечения в 1,3 раза ($p=0,04$), увеличить отличные и хорошие функциональные результаты в 2 ($p=0,001$) и 1,4 раза ($p=0,05$) в группах соответственно. Разработанный алгоритм является простым и наглядным для понимания и ежедневного практического использования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Воронцова Т.Н., Богопольская А.С., Черный А.Ж., Шевченко С.Б./ Структура контингента больных с переломами проксимального отдела бедренной кости и расчет среднегодовой потребности в экстренном хирургическом лечении //Травматология и ортопедии России. 2016. № 1 (79). С.7 -20.)
2. Nirula R, Gentilello LM. /Futility of resuscitation criteria for the "young" old and the "old" old trauma patient: a National Trauma Data Bank analysis. *J Trauma*. 2004; 57(1): 37-41.
3. Rogers FB, Osier T, Krasne M, Rogers A, Bradburn EH, Lee JC, et al. /Has TRISS become an anachronism? A comparison of mortality between the National Trauma Data Bank and Major Trauma Outcome Study Databases. *J Trauma Acute Care Surg*. 2012; 73(2):326-331.
4. Physical status of patients according to ASA (American Society of Anesthesiologists). *ANEST-REAN.ru*. Available at: <http://anest-rean.ru/asa/>
5. Милюков А.Ю., Устьянцев Д.Д., Гилев Я.Х., Мазеев Д.В./ Прогностическая значимость коморбидного статуса в развитии осложнений

при хирургическом лечении пациентов с травмами проксимального отдела бедренной кости //Политравма. 2017.№2.С.17-26.)

6. Tikhilov RM, Shapovalov VM. /The manual for hip joint replacement. Spb: Vreden RosNIITO, 2008; 324 p. Russian (Тихилов Р.М., Шаповалов В.М. Руководство по эндопротезированию тазобедренного сустава. СПб.: РосНИИТО им. Р.Р.Вредена, 2008. 324 с.)

УДК 377

Г. Г. Колмогорцев, Д.В. Васильев

БЛОКЧЕЙН ОПРЕДЕЛИТ УРОВЕНЬ ЖИЗНИ В СТРАНАХ НА БЛИЖАЙШИЕ 100 ЛЕТ

*ЧОУ ДПО "Институт повышения квалификации
и профессиональной переподготовки кадров", г. Кемерово*

14 марта Герман Греф, руководитель ПАО «Сбербанк», крупнейшего российского банка, контрольный пакет акций которого принадлежит государству, указал на главное препятствие, которое мешает развитию страны: *«Отсутствие эффективной системы государственного управления. Это главное. Если эта проблема будет решена, все остальные будут преодолены автоматически. Я глубоко в этом убежден, во все остальное просто не надо пускаться»*. Напомним, что ранее Греф выделял роль блокчейна в улучшении работы государственного аппарата, в частности, в противодействии коррупции. То, что за блокчейном видят будущее в этом направлении, уже становится трендом. Так, чуть ранее, 12 марта, руководитель фракции Республиканской партии в американской Палате представителей Конгресса США, Кевин МакКарти, выступил с речью, в которой доказывал необходимость внедрения блокчейна в деятельность законодательной ветви власти. Патрик Бирн, глава Overstock, также отмечал, что ведет переговоры с властями США по поводу внедрения блокчейна, так как эта технология позволит сократить уровень коррупции и повысить эффективность работы чиновников. Как это все реализуется на практике- читаем далее.

American Blockchain Dream: Безопасность и оборона США все больше базируются на блокчейне

Применение блокчейна в сфере государственного управления происходит, быть может, не так заметно для внешнего наблюдателя, однако практические изменения есть. Более того, определенная скрытность в таких процессах, скорее всего, вызвана не тем, что какие-либо органы власти опасаются некоторого обвинения в стремлении «следовать за хайпом», а на

самом деле более прагматическими рассуждениями: блокчейн дает преимущество в конкуренции между политическими системами мира. И если ранее было соревнование между капитализмом и социализмом, то сейчас такое разделение уже не актуально и водораздел между странами, которые добиваются заметного успеха в последовательном улучшении уровня жизни большинства и у которых это не получается, уже кроется в том, насколько их правительства восприимчивы к блокчейну, а в случае с финансовыми вопросами — и к криптовалютам.

Заметных успехов в этом плане добиваются США, которые постепенно двигаются в сторону, чтобы представить миру новую версию American Dream — American Blockchain Dream. Блокчейн — это не просто технология для какой-то одной цели, это новация, которая обладает потрясающим ресурсом консолидации общества. Так, только первые шаги работы в этом направлении в Фискальной службе одного из округов штата Флорида, Семинол, привели руководителя ведомства, Джоэла Гринберга, к мысли о том, что, во-первых, все государственные услуги можно перевести на блокчейн, а во-вторых, *«эта новация позволит объединить все разрозненные графства штата в одну гигантскую систему, которая позволит наладить более эффективное взаимодействие государства и населения, а также сократить траты на чиновничий аппарат и другие расходы»*. На федеральном уровне внедрение блокчейна США также уже началось. Как рассказал 20 марта Сикина Хашэм, менеджер программ Погранично-таможенной службы США, «мы уже стали в тестовом режиме работать с блокчейном в сфере оборота товаров на границе, по направлению обслуживания туристических потоков.. и мы ориентируемся на то, что представители финтех-отрасли помогут нам лучше разобраться в этой технологии». При этом у Хашэма уже есть представление о том, где блокчейн будет весьма эффективен — распознавание личности человека, пересекающего границу, по биометрическим параметрам: *«очевидно, блокчейн нам поможет наладить эффективное взаимодействие с другими органами власти по данному вопросу»*.

Блокчейн получает большую востребованность и в сфере американской

безопасности. Уже выделены средства на проект, ориентированный на обеспечение более эффективного взаимодействия ведомств в случае наступления чрезвычайных ситуаций. В этом проекте напрямую задействовано Логистическое агентство вооруженных сил США, которое является частью Министерства обороны этой страны.

Работа на блокчейне становится постепенно необходимым условием, чтобы получить заказ у Пентагона: неслучайно, что шесть из семи крупнейших авиационных и военно-промышленных компаний США намерены в ближайшие три года перейти на использование данной технологии. Как отмечено в исследовании, «использование блокчейна позволяет не только обеспечить прозрачность всех цепочек поставок, а также гарантировать их гибкость, что в итоге приведет к увеличению экономии средств, а также к повышению качества производимой продукции. Успех цифровой экосистемы при этом определяется тем, что она охватывает весь жизненный цикл производимого продукта».

Не только в США осознают выгоды блокчейна. О том, что европейцам нужно начать внедрять блокчейн в сферу безопасности Евросоюза, в начале марта заявили представители «мозгового центра» по данной технологии в Брюсселе. То, что эта технология — серьезное явление, символически подтвердил факт, что следующим местом работы генерального секретаря НАТО Андерса Фогга Расмуссена с 20 марта стала швейцарская блокчейн-компания Concordium Network. При этом бывший руководитель самого мощного военно-политического блока в мире справедливо заметил: *«Я уверен, что мы только начинаем постепенно видеть преимущества блокчейна, включая процессы, которые имеют отношение к механизмам эффективно работающей демократии»*. На новом месте работы он будет изучать возможности практического применения блокчейна в процессе голосования избирателей. Интерес к такому аспекту использования этой технологии проявляют также избирательные комиссии в США и России.

Цифровизация и блокчейн идут рука об руку

Стоит заметить, что часто применение блокчейна увязывается с общей цифровизацией — как это, например, происходит в Дании, где 90% всех

государственных услуг уже переведено «в цифру». Изначально стратегия цифровизации, принятая в 2016 году, не содержала даже слова «блокчейн», однако эта технология стала интегральной ее частью уже позже, на практике, а документ обновлялся дважды, в октябре 2017 года и в январе 2018. В последней версии уже отмечено, что Дания стала первой страной в мире, которая перевела на блокчейн государственную регистрацию морских судов в портах. В сферу морской логистики внедряет блокчейн и правительство Сингапура, а во Франции судебная система стала «переезжать» на такие инновационные «рельсы».

Внедрение блокчейна в соседней с Данией Швеции происходит на базе аналитического документа, подготовленного в 2016 году агентством Vinnova и посвященного полностью этой технологии. Так, с 2017 года с помощью этой новации государственный орган Lantmäteriet стал регистрировать сделки с недвижимостью. В июне 2018 года были подведены первые итоги проекта: время совершения таких транзакций удалось сократить со средних четырех месяцев до нескольких дней. Проект стал развиваться с включением еще большего числа участников, в том числе банков. Аналогичная работа, правда, в тестовом режиме, ведется и коллегами Lantmäteriet в России — в Росреестре.

Внедрение блокчейна происходит в государственных компаниях, что в итоге ставит целью обеспечить большую прозрачность всех сделок, а также, если происходит дотирование средств из бюджета, уменьшить необходимость в этом. В России эта технология будет внедряться «Российскими железными дорогами» (РЖД): компания в настоящее время ищет подрядчика по соответствующему проекту. Предполагаемая сумма инвестиций — 40 миллионов рублей, которые будут направлены на разработку сервиса по мониторингу грузовых перевозок на базе блокчейна. Транспортные коммуникации в китайском Шэньчжэне также переводятся на новую основу.

Блокчейн: существенная помощь в повышении качества жизни человека

Новая технология становится все ближе к обычному человеку: так, в российском Белгороде подведены итоги двухгодичного эксперимента по стимулированию безналичных расчетов граждан с помощью блокчейна, и вследствие обнаруженной эффективности

было принято решение о его дальнейшем продолжении. В Эстонии на блокчейн переведено все электронное обслуживание пациентов в сфере здравоохранения.

Конечно, блокчейн — это технология, которая, даже если стартует под конкретную задачу, все равно показывает свой всеобъемлющий характер. Учитывая то, какую экономию с помощью блокчейна может получить потребитель при оплате жилищно-коммунальных услуг, а также заметно сэкономить на тратах на товары повседневного спроса в будущем, то популярная концепция «умный город» начинает все больше приобретать социальный характер.

Блокчейн-Оруэлл не дремлет

Если говорить о блокчейне, то как будто «упускается» момент криптовалют, однако это не так. Современные цифровые активы «живут» на блокчейне. Конечно, существует риск, что блокчейн в некоторых странах приведет общество к антиутопии в духе романа Джорджа Оруэлла «1984». Так, с одной стороны, комиссар Комиссии по торговле товарными фьючерсами (CFTC), Дэн Берковиц заявляет, что *«блокчейн может дать огромную экономию на расходах как для государственных органов, так и для бизнеса»*. С другой стороны, шеф Берковица, Кристофер Джанкарло, лелеет надежду о совсем другом: начать с помощью блокчейна осуществлять тотальный контроль за любыми действиями участников Уолл-стрит.

Однако в случае реализации оруэлловского сценария, децентрализованным коммуникациям ценностей придется искать другую технологию для своей работы. Пока что такие риски не проявляются, а это значит, что, развивая блокчейн, государства мира в итоге встретятся в недалеком будущем с криптовалютами, которые получают все большее распространение. Таким образом, подход «блокчейн, но не криптовалюты» просто является нежизнеспособным. Между тем скорость перехода политических систем к блокчейн-зрелости будет определяющим фактором для характера развития стран в ближайшие, как минимум, 100 лет: у государств, которые все время шли в «догоняющем» режиме, сейчас появилась уникальная возможность выбиться в мировые лидеры. Успеют ли они воспользоваться этим технологическим «окном возможностей» — станет известно очень скоро.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. <https://t.me/DeCenter>

Ю.П.Холюшкин

**НЕКОТОРЫЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ПРИМЕНЕНИЮ
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ В ПОЛИТОЛОГИИ**

*Государственная публичная научно-техническая библиотека СО РАН,
г. Новосибирск*

Для реализации современных задач политологии необходимо использовать одно из новых направлений искусственного интеллекта – "интеллектуальный анализ данных", который является кратким и неточным переводом с английского языка терминов Data Mining и Knowledge Discovery in Databases (DM&KDD) [1].

В основу технологии Data Mining положена концепция шаблонов (pattern), представляющих собой закономерности. В результате обнаружения этих, скрытых от невооруженного глаза закономерностей решаются задачи Data Mining. Различным типам закономерностей, которые могут быть выражены в форме, понятной человеку, соответствуют определенные задачи Data Mining [2].

Data Mining является мультидисциплинарной областью, возникшей и развивающейся на базе достижений прикладной статистики, распознавания образов, методов искусственного интеллекта, теории баз данных и др. Отсюда обилие методов и алгоритмов, реализованных в различных действующих системах Data Mining. Многие из таких систем интегрируют в себе сразу несколько подходов. Тем не менее, как правило, в каждой системе имеется какая-то ключевая компонента, на которую делается главная ставка. Ниже приводится классификация указанных ключевых компонент, при этом выделенным классам дается краткая характеристика. Приведем основные из них (Рис.1).

1. Распознавание образов. Распознавание образов – это научная дисциплина, целью которой является классификация объектов по нескольким категориям или классам. Объекты называются образами. Классификация

основывается на прецедентах. Прецедент – это образ, правильная классификация которого известна. Идея принятия решений на основе прецедентности – основополагающая в естественно-научном мировоззрении. Задача распознавания образов является основной в большинстве интеллектуальных систем. Теория искусственного интеллекта, ИИ (artificial intelligence, AI) – общее понятие, описывающее способность вычислительной машины моделировать процесс мышления за счет выполнения функций, которые обычно связывают с человеческим интеллектом. Обычно к сфере ИИ относят построение и использование экспертных систем, логический вывод (доказательство теорем и правильности программ), понимание естественных языков, зрительное и слуховое восприятие. Иногда элементы ИИ реализуются в некоторых пространственно-аналитических и геомоделирующих блоках и причисляются к функциональным возможностям ГИС.



Рисунок 1. Data Mining — мультидисциплинарная область (по Дюк, 2002)

2. Визуализация. В результате визуализации создается графический образ анализируемых данных. Для решения задачи визуализации используются графические методы, показывающие наличие закономерностей в данных. Пример методов визуализации - представление данных в 2D и 3D измерениях. В той или иной мере средства для графического отображения данных поддерживаются всеми системами Data Mining [3]. Вместе с тем, весьма внушительную долю рынка занимают системы, специализирующиеся исключительно на этой функции. В настоящее время в политическом пространстве становится очевидной тенденция усиления роли визуальной информации. Главной особенностью визуализации является то, что оно не

только видится в качестве важного источника информации, но и формирует окружающую политическую реальность. В связи с этим осмысливается процесс визуализации как одного из видов политических технологий, применяемых в современном мире [4].

3. Экспертные системы. Теория экспертных систем, это область разработок и создания систем искусственного интеллекта, включающего знания о слабо структурированной и трудно формализуемой узкой предметной области (политология, медицина, археология и др.) и способная предлагать и объяснять заказчику разумные решения. В структурном плане экспертная система состоит из базы знаний, механизма логического вывода и системы объяснений. Практические успехи в таких областях науки, как археология, антропология, медицина, генетика, геология, программирование, показывают, что ЭС являются одним из перспективных, позволяющих разрешить ряд проблем в политологии, на основе анализа политической информации. Трудность процесса создания ЭС усугубляется тем, что многие из научных задач не могут быть заданы в числовой форме и выражены в точно определенной форме. Решение видится в создании системной иерархической классификации понятий, разрабатываемых автором [5].

4. Информационный поиск. Термин "информационный поиск" (англ. "information retrieval") ввёл американский математик К. Муэрс. Он заметил, что побудительной причиной такого поиска является информационная потребность, выраженная в форме информационного запроса. К объектам информационного поиска К. Муэрс отнес документы, сведения об их наличии и (или) местонахождении. Решать проблемы фактографического поиска первыми стали представители библиотек. Они разработали средства информационного поиска, получившие название "справочно-поисковый аппарат" (каталоги, библиографические указатели и др.). С точки зрения использования компьютерной техники "информационный поиск – совокупность логических и технических операций, имеющих конечной целью нахождение документов, сведений о них, фактов, данных, релевантных запросу потребителя.

В настоящее время главными проблемами доступа к знаниям, представленным в огромных объемах в сети Интернет, являются слабая структурированность информации, ее распределенность по различным Интернет-сайтам, электронным библиотекам и архивам. Для решения данных проблем существует ряд подходов, одни из которых направлены непосредственно на унификацию или реорганизацию данных [Data Warehousing Technology], другие – ориентированы на унификацию средств доступа к ним [ANSI/NISO z39.50-2003]. Предлагаемый подход направлен на построение специализированных Интернет-порталов знаний, ориентированных на работу с множеством разнородных ресурсов или источников данных по определенной научной тематике. Информационную основу портала знаний составляет онтология предметной области.

5. Оперативная аналитическая обработка. Для того чтобы существующие хранилища данных способствовали принятию управленческих решений, информация должна быть представлять аналитику политической информации в нужной форме, то есть она должна иметь развитые инструменты доступа к данным хранилища данных и их обработки. Очень часто информационно-аналитические системы, создаваемые в расчете на непосредственное использование лицами, принимающими политические решения, были чрезвычайно просты в применении, но жестко ограничены в функциональности. Такие статические системы называются в литературе информационными системами. Они содержат в себе предопределенные множества запросов и, будучи достаточными для повседневного обзора, неспособны ответить на все вопросы к имеющимся данным, которые могут возникнуть при принятии стратегических решений. Результатом работы такой системы, как правило, являются лишь многостраничные отчеты, после тщательного изучения которых, у аналитика появляется новая серия вопросов.

6. Теория баз данных. Базу данных (БД) можно определить как унифицированную совокупность данных, совместно используемую различными в рамках некоторой единой автоматизированной информационной системы

(ИС). Начиная с 50-х годов XX столетия, в системе управления базами данных сложился блок фундаментальных понятий. В рамках данной статьи для нас в первую очередь представляют интерес предметные области, связанные со сферой политологии набор принципов, которые определяют организацию логической структуры хранения данных в БД, которую можно назвать моделью данных.

7. Хранилища данных. Ключевым фактором деятельности политических структур является оперативное принятие эффективных решений. Однако естественное стремление усовершенствовать процессы принятия решений нередко наталкивается на труднопреодолимое препятствие – огромный объем и высокая сложность данных, содержащихся в разнообразных оперативных и других информационных системах. Сделать такую информацию доступной для анализа – одна из наиболее серьезных задач, стоящих сегодня перед профессионалами в области информационных технологий в политологии. Большие объемы накопленных данных постоянно приходится модифицировать из-за быстрой смены аппаратного и программного обеспечения БД, при этом неизбежны потери и искажение информации.

Одним из средств, для преодоления подобных трудностей является создание информационных хранилищ политологических данных, доступ к которым не будет сильно зависеть от изменения данных во времени и от используемого программного обеспечения. Другой подход ориентирован на сжатие больших объемов данных путем нахождения некоторых общих закономерностей (знаний) в накопленной информации. Оба направления актуальны с практической точки зрения.

8. Эффективные вычисления и статистика. Первым шагом процесса интеллектуального анализа данных, как видно из диаграммы (Рис.1), является четкое определение проблемы и рассмотрение способов использования данных для решения проблемы. Этот шаг включает анализ требований, определение области проблемы, метрик, по которым будет выполняться оценка модели, а также определение задач для проекта интеллектуального анализа данных.

Для этой цели используются ряд шагов, располагающихся один за другим:

а) Постановка задач, которая оказывает влияние на все остальные звенья исследования, включая оценку достоверности полученных результатов;

б) Блок построения моделей играет двойную роль: как динамическую связь между звеньями в пределах одного построения, либо между разными, альтернативными или дополняющими друг друга построениями. В приблизительном виде это напоминает аналогичные построения Ж-К.Гардена [6: с. 211, рис.28].

В монографии "О профессии исследователя в точных науках" Е.М. Регирер, так формулирует сущность научного метода: «Строить предположения о ближайших причинах – гипотезы – и проверять на соответствие фактам те выводы, которые из этих гипотез вытекают – это и есть научный метод... Во всех науках имелись и имеются ложные гипотезы, ошибочные предположения. Ни одна наука не становится от этого ненаучной, если только она ведет систематическую проверку и изучение выводов принятой гипотезы» [7].

Таким образом, логистическое требование, предъявляемое к первому базовому шагу схемы, состоит в перечислении возможных альтернативных задач и в обосновании выбора той или иной проблемы.

Чтобы ответить на эти вопросы, возможно, потребуется исследовать уровень доступности данных, изучить возможности доступа к этим данным.

Также необходимо рассмотреть способы для учета результатов построения модели в ключевых показателях эффективности, которые используются для оценки ведения научного проекта.

Стереотипным требованием у большинства политологов на втором шаге процесса интеллектуального анализа данных является наличие исчерпывающего объема политических материалов.

Неполные данные, ошибочные данные и входные параметры, которые выглядят как независимые, но на самом деле имеют прочную взаимосвязь, могут непредвиденным образом повлиять на результаты построенной модели. Поэтому искусство отбора политологического материала в этом случае состоит в том, чтобы определить, исходя из задач исследования, такую методику

отбора, которая позволяет свести к минимуму число необходимых для решения данной задачи документов. Однако на пути реализации этой творческой работы в политологической практике имеются существенные трудности. Все они в той или иной мере связаны со сбором и отбором наблюдений и фактов, их анализом и интерпретацией.

Нейросети. Нейронные сети ищут более сложные (нелинейные) функции от тех же переменных, и потому обладают большей разрешающей способностью. Если же и нейронные сети не в состоянии правильно распознать классы, то, скорее всего, на основании использованных переменных в принципе невозможно построить представленную классификацию. В таком случае можно будет говорить о том, что авторы такой классификации либо неявно использовали дополнительную информацию, не учтенную при анализе, либо же где-то допустили ошибку. Таким образом, нейронные сети могут быть использованы в качестве своеобразного “детектора лжи”, осуществляющего процедуру фальсификации научных гипотез, сформулированных в виде классификаций эмпирических объектов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Брандт З. Анализ данных. Статистические и вычислительные методы для научных работников. – М.: Изд. «Мир», 2003: 688 с.
2. Дюк В.А. Data Mining – интеллектуальный анализ данных. – СПб, 2002.
3. Холюшкин Ю.П. , Витяев Е.Е., Мартынович В.В. Web-система создания, использования и применения стратегий решения задач археологии // Информационные технологии в гуманитарных исследованиях. – Новосибирск: РИЦ НГУ, Вып. 20, 2014. 117 с.
4. Скорик А.В. Визуализация как политическая технология // Вестник РУДН: Серия Политология 2018 Vol. 20 No. 4. С. 609—615.
5. Холюшкин Ю.П. Системная археология. – Новосибирск: РИЦ НГУ, 2010: 554 с.
6. Гарден Ж.-К. Теоретическая археология. – М.: Прогресс, 1983: 296 с.
- Регирер Е. М. О профессии исследователя в точных науках. – Москва: Наука, 1966.

К 80-ЛЕТИЮ ГЕННАДИЯ ИОНОВИЧА ЧЕЧЕНИНА



28 сентября 2018г. исполнилось 80 лет Чеченину Геннадию Ионовичу, заведующему кафедрой медицинской кибернетики и информатики Новокузнецкого государственного института усовершенствования врачей Минздрава, доктору медицинских наук,

профессору, Заслуженному деятелю науки РФ.

В 1963 г. Геннадий закончил лечебный факультет Томского государственного медицинского института. С 1965 года по 1970 - главный врач района и ЦРБ, практикующий хирург. В июне 1970 года по приглашению заведующего отделом здравоохранения г. Новокузнецка Г.И. Чеченин переезжает в Новокузнецк. Здесь он активно принимает участие в обосновании и организации одного из первых в РСФСР отдела АСУ при городской клинической больнице №1 (на две тысячи коек) и возглавляет его в течение 1970–1971гг. Основной задачей отдела АСУ становится проведение на научной основе предпроектного обследования существующей системы здравоохранения и подготовка технического задания на разработку автоматизированной системы управления здравоохранением крупного промышленного города (АСУ «Горздрав»).

Важнейшим итогом этого этапа работы стало получение заданий Государственного комитета по науке и технике Совета Министров СССР (ГКНТ) Новокузнецким ГИДУВом на выполнение двух тем НИР, связанных с совершенствованием управления здравоохранением, ответственным исполнителем, которых был назначен Г.И. Чеченин. Это позволило ему в 1974 году организовать отдел АСУ ГИДУВа и стать его первым руководителем.

В 1977 году Г.И.Чеченин защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата, а в 1991 г. - доктора медицинских наук. Стажировался на

фирмах в России, Англии по применению современных методов и средств информатизации.

Г.И. Чеченин - известный в нашей стране ученый в области информатизации здравоохранения. 40 лет руководил медицинским информационно-аналитическим центром. Его научные работы позволили сформировать новое научно-учебно-производственное направление в информатизации здравоохранения, разработать теорию, методы и осуществить автоматизацию здравоохранения г. Новокузнецка и ряда других городов РФ.

Профессор Г.И. Чеченин возглавляет серьезную научную школу: под его руководством защищено 26 диссертаций, из них 7 докторских. Им принято участие более чем в ста научных форумах, конференциях, семинарах. Подготовлено и опубликовано более 500 научных работ в том числе 11 монографий.

Труд Г.И. Чеченина высоко оценен Правительством Российской Федерации и отмечен следующими наградами: «Знак Почета», Юбилейная медаль «За доблестный труд» к 100-летию со дня рождения В.И.Ленина, нагрудный знак «Отличник здравоохранения». В 1997 году ему присвоено почетное звание - Заслуженный работник здравоохранения Российской Федерации, в 2004 г. - почетный профессор Кузбасса. Г.И. Чеченин стал лауреатом Международной премии по информатиологии и награжден медалью имени академика И.И. Юзвизина. В 2006 году награжден медалью «За особый вклад в развитие Кузбасса». В 2008 получил звание Заслуженного деятеля науки Российской Федерации.

Стаж педагогической работы в институте усовершенствования врачей - 33 года, научно-педагогический стаж - 48 лет, общий стаж работы - 58 лет.

Научные разработки Г.И. Чеченина внесли фундаментальный вклад в развитие теории и методов информатики, системного анализа и автоматизации, оценку общественного здоровья, создание социально-гигиенического мониторинга общественного здоровья и среды обитания, оптимизацию системы охраны здоровья населения на основе применения экономико-математических методов средств вычислительной техники и информационных технологий.

Геннадий Ионович замечательный учитель, справедливый руководитель, чуткий, душевный и доброжелательный человек. Самые дорогие и близкие люди, семья доктора Чеченина, тоже врачи, известные и уважаемые не только в родном Новокузнецке, но и в стране.

В настоящее время Геннадий Ионович член редакционной коллегии научно-практического рецензируемого журнала «Врач и информационные технологии». Занимается рецензированием научных публикаций, курирует работы молодых ученых, ведет активную научно-преподавательскую деятельность (годовая учебная нагрузка в НГИУВе в 2018 году – 799 часов).

В последние годы организовал ряд региональных научных семинаров по темам информатизации, оценки общественного здоровья и качества медицинской помощи, а также межрегиональную научно практическую конференцию «Состояние здоровья населения, проблемы и перспективы, 2016». Ежегодно принимает участие в международных и всероссийских конференциях с докладами по результатам собственной исследовательской работы о состоянии общественного здоровья.

Строгий и принципиальный руководитель, доброжелательный и душевный человек, всегда готов прийти на помощь коллегам и друзьям. Г.И. Чеченин активно участвует в общественной жизни области, города, института: член Общественного медицинского совета Кемеровской области, Совета старейшин при Главе городского округа Новокузнецк, Муниципального экологического совета Новокузнецка, Ученого совета НГИУВа, Общественной организации «Западно-Сибирское отделение общероссийской общественной организации «Российская академия естественных наук».

Все ученики, коллеги и друзья от души поздравляют Геннадия Ионовича с 80-летним Юбилеем и желают крепкого здоровья, дальнейших успехов в благородном труде, семейного тепла и благополучия!

Редакционная коллегия сборника научных трудов, ученики и друзья сердечно поздравляют Геннадия Ионовича с юбилеем и желают ему доброго здоровья, счастья и новых научных свершений.

К 85-ЛЕТИЮ АЛЕКСАНДРА ФЕОПЕНОВИЧА КОРОБЕЙНИКОВА



6 апреля 2019 года исполнилось 85 лет со дня рождения и 60 лет педагогической и научно-производственной деятельности геологу, ученому с мировым именем, профессору, доктору геолого-минералогических наук, Коробейникову Александру Феопеновичу.

Родился Александр Феопенович в деревне Таскино Чаинского района Томской области в семье служащих: мать – учительница, отец – партийный работник. В 6 лет он остался без

родителей и воспитывался бабушкой. Во время войны пришлось испытать и голод и холод. Всё это повлияло на формирование его характера и выработку таких черт, как самостоятельность, требовательность, прежде всего к себе и товарищам, коллегам, презрение к подхалимам и приспособленцам.

В школе Александр хорошо учился, неплохо рисовал и мечтал поступить в Строгановское художественное училище. Но судьба распорядилась посвоему. И вместо Строгановского училища Александр в 1949 г., после окончания школы, поступил в Томский горный техникум Министерства угольной промышленности СССР. В то время в горном техникуме была самая высокая стипендия среди техникумов Томска. А это имело большое значение, так как помощи, кроме бабушки, ждать было не от кого. В 1953 г. он с отличием окончил техникум по специальности «Разведка угольных месторождений». Был распределен в Управление карьерами Томского Облисполкома, где проработав год техническим руководителем и, сознавая недостаточность геологических знаний, в 1954 г. поступил на геолого-разведочный факультет Томского политехнического института на специальность «Геология и разведка

месторождений полезных ископаемых». Его тянула жажда знаний, романтика путешествий и геологических открытий.

Пять студенческих лет пролетели незаметно. Лекции, семинары, лабораторные занятия, зачеты, экзамены, занятия спортом (имел 2-й разряд по боксу). Связанная узами с геологией его художественная душа постоянно тянулась к искусству. Он не пропускает ни одного симфонического концерта, театральной премьеры, новой кинокартины, посещает художественные выставки, собирает книги о художниках и их альбомы. У него собрана прекрасная библиотека о русских и зарубежных художниках.

В студенческие годы Александр Феопенович увлекается минералогией и геохимией и это сказалось на всей его дальнейшей научной деятельности. На формирование и становление его как геолога, ученого и педагога большое влияние оказали его учителя профессора А.М. Кузьмин, Ю.А. Кузнецов, Ф.Н. Шахов, Л.Л. Халфин и др. Под их влиянием и руководством Александр Феопенович выработал в себе такие качества ученого исследователя, как работоспособность, целеустремленность, скрупулезность, нетрадиционный взгляд и подход на хорошо известные явления и процессы в геологии.

После окончания в 1959 г. института Александр Феопенович два года работал геологом, начальником поисково-ревизионной партии Западной комплексной геологоразведочной экспедиции Красноярского геологического управления Министерства геологии СССР, занимаясь проблемой прогнозирования золотого оруденения в регионах Сибири. Знания и навыки, полученные в институте, помогали ему в расшифровке проверяемых аномальных на золото участков и рудных тел.

В октябре 1960 г., по ходатайству профессора А.М. Кузьмина, А.Ф. Коробейников был переведен ассистентом на кафедру минералогии и кристаллографии ГРФ ТПИ, где читал лекции и вел практические занятия по курсам «Кристаллография», «Минералогия», «Геохимия». Под руководством профессора А.М. Кузьмина ведет большую научно-исследовательскую работу, занимаясь проблемами прогнозирования золотого оруденения в регионах Сибири. В 1966 г. досрочно заканчивает аспирантуру и успешно защищает

кандидатскую диссертацию на тему «Контактово-метасоматические и гидротермальные образования золоторудного поля Коммунар», где был им обобщен огромный фактический материал, собранный во время летних полевых работ и в период аспирантской подготовки. Результаты исследований были внедрены в ПГО «Красноярскгеология».

После защиты диссертации Александр Феопенович по конкурсу переходит на кафедру геологии и разведки месторождений полезных ископаемых ГРФ старшим преподавателем (1967 г.), а затем – доцентом (1968 г.). А в 1976 г. был избран заведующим этой кафедры, проработав в этой должности 28 лет. С 1968 г. и по сей день является научным руководителем лаборатории геологии золота, которая была создана в 1965 г. при ГРФ ТПИ по предложению члена-корреспондента АН СССР Ф.Н. Шахова и решению межрегионального научного семинара по изучению золоторудных месторождений Сибири. Под руководством А.Ф. Коробейникова лаборатория объединила преподавателей и научных сотрудников ГРФ, занимающихся проблемами геологии и геохимии золота Сибири, Забайкалья, Средней Азии. А в 1990 г. на базе ряда кафедр и лабораторий ГРФ, ХТФ ТПИ А.Ф. Коробейников организует Инновационный научно-образовательный центр «Золото-платина», становясь его научным руководителем.

За это время Александр Феопенович со своими соратниками и коллегами прошёл маршрутами под землей и на поверхности Алтай и Саяны, Приуралье и Северный Урал, Якутию и Туву, Забайкалье и Заполярье, Среднюю Азию и Казахстан.

Итогом этих «скитаний»-исследований стала докторская диссертация, защищенная в 1983 г. на тему «Геохимические условия формирования золоторудных месторождений Алтае-Саянской складчатой области». Это крупная теоретическая работа была направлена на решение важных народно-хозяйственных проблем золотодобывающей промышленности Сибири и являлась научной базой для прогнозирования и освоения золоторудных месторождений не только Сибири, но и других регионов страны. Диссертация была высоко отмечена научной общественностью страны.

На протяжении всей своей научно-исследовательской деятельности А.Ф. Коробейниковым разрабатываются теоретические основы эндогенного рудообразования, геохимии благородных металлов, новые приемы прогнозирования, поисков и оценки золотого и нетрадиционного золото-платиноидно-редкометалльного оруденения промышленного типа в различных структурах земной коры континентов и океанов. Созданная им в Томске научная школа «Геология и геохимия благородных и редких металлов Сибири» успешно выполняет важные теоретические и прикладные научные исследования, направленные на разработку проблем благороднометалльного рудообразования и на укрепление сырьевой базы горнорудных предприятий России и стран СНГ, а также на подготовку высококвалифицированных специалистов (горных инженеров-геологов, магистров геологии, кандидатов и докторов наук) для производственных, научных и учебных организаций страны. Им предсказаны и открыты нетрадиционные комплексные руды золота и платиновых металлов во многих золоторудных полях Сибири и Казахстана – в Сухоложском, Нежданинском, Олимпиадинском, Саралинском, Коммунарском, Балахчинском, Зун-Холбинском, Ольховско-Чибижекском, Синюхинском, Воронцовском, Боко-Васильевском, Бакырчикском, Костобе-Эспинском и других золотоносных регионах России. Исследованиями установлены основные закономерности образования и размещения месторождений золота и платины, в связи с процессами рифтогенеза, палеодиапиризма, мантийно-корового магматизма и сопровождающего метасоматизма в соответствии с геодинамическим развитием земной коры. Установлена региональная и локальная структурная, минералогическая, геохимическая зональности размещения различного типа оруденения, обусловленные глубиной становления палеодиапиров, магматитов и метасоматитов в глубинных расколах земной коры и проявления плюмтектоники. Для различных типов месторождений выявлена однотипная рудно-метасоматическая вертикальная зональность размещения разных типов метасоматитов и руд в магма-рудно-метасоматических колоннах протяженностью 15...3 км по вертикали. В этих колоннах установлено

волнообразное размещение богатой продуктивной минерализации (рудных столбов) в вертикальных диапазонах 240...400, 400...600 и 800...1200 м.

Большие достижения получены Александром Феопеновичем при изучении геохимии золота в магматических и метасоматических процессах земной коры и мантии. Установлено перераспределение и вынос металла до 50 % при внутримантийном метасоматизме вещества и фракционирования золота в магматических и метасоматических процессах земной коры с возникновением глубинных и коровых рудообразующих флюидных систем. Получены количественные показатели накопления и рассеяния благородных металлов в продуктах гидротермально-метасоматических процессов и доказана ступенчатая последовательность формирования промышленного оруденения благородных металлов в крупных структурах земной коры.

А.Ф. Коробейниковым предложена и обоснована идея формирования крупных и гигантских комплексных нетрадиционных месторождений золота, платиновых и редких металлов в зонах метасоматоза черносланцевых формаций на площадях проявления плюмтектоники, рифтогенеза и палеодиапиризма. На основе разработанных мантийно-коровых и геолого-геохимических моделей формирования таких эндогенных месторождений предложены новые критерии и признаки локализации промышленного оруденения, а также приемы регионального и локального прогнозирования и поисков скрытого комплексного оруденения в пределах известных и новых рудоносных регионов страны. Разработка всех этих научных направлений ведется на основе предложенной новой классификации золото-платиноидно-редкометалльных месторождений, объединенных в десять формационных групп среди орогенно-рифтогенных структур континентов и океанов. Предложенная систематика нетрадиционных комплексных благороднометалльных и редкометалльных рудных объектов может использоваться при разработке геолого-генетических, формационных, геолого-промышленных типов месторождений при прогнозно-поисковых и оценочных работах в разновозрастных рудоносных регионах. Реализация на практике научных разработок коллектива центра «Золото-платина» ТПУ в дальнейшем

поможет укрепить минерально-сырьевую базу благороднометалльной отрасли России новыми нетрадиционными источниками минерального сырья.

В 1968–2013 гг. научным коллективом под руководством А.Ф. Коробейникова разработаны и представлены в ГКН ВШ РСФСР, Российскую Академию Наук, МинГео РСФСР, Минобразования РФ, Министерство природных ресурсов РФ многие научно-технические программы и итоги их выполнения по проблемам золотоносности и платиноносности Сибири и других регионов. Научные разработки за XII пятилетку были признаны Главным Советом Минвуза РСФСР одними из лучших по геологии рудных месторождений. За разработку теории рудообразования и закономерностей размещения, комплексных золото-платиноидных месторождений Александру Феопеновичу в 1998 году была присуждена Премия имени академика С.С. Смирнова Российской Академии Наук, а в 2001 и 2015 годах Премия Томской области за высокие достижения в сфере образования и науки.

Научные исследования по благороднометалльной и редкометалльной тематике в центре «Золото-платина» под руководством А.Ф. Коробейникова проводились и проводятся по предложениям производственных организаций Сибири, Казахстана, Урала или по грантам Президента РФ, Российского фонда фундаментальных исследований, Российской Академии Наук, Министерства образования и науки РФ, а так же на основе хоздоговорных работ и контрактов с ПО «Енисейзолото», «Запсибзолото», «Каззолото», с ПГО «Красноярскгеология», «Запсибгеология», «Южгеология», Главного управления алмазов и золота при Совете Министров СССР, с Комитетами природных ресурсов по Томской области, Алтайскому и Красноярскому краев.

Созданная в Томске А.Ф. Коробейниковым научная школа по геологии и геохимии благородных и редких металлов, успешно выполняет крупные теоретические и прикладные исследования, направленные на разработку проблем рудообразования и на укрепление сырьевой базы горнорудных предприятий России, а также на подготовку высококвалифицированных специалистов для учебно-научных и производственных организаций страны.

Коллектив школы неоднократно поддерживался грантами Президента РФ и Министерством образования и науки РФ.

Руководимая А.Ф. Коробейниковым кафедра геологии и разведки месторождений полезных ископаемых за 28 лет обеспечила выпуск горных инженеров-геологов и магистров геологии в количестве 1584 человека очного и заочного обучения. Им подготовлено 11 докторов и 29 кандидатов наук. Он автор и соавтор более 470 опубликованных работ в отечественной и зарубежной (более 100) печати, 16 монографий и брошюр, 3 учебников и 11 учебных пособий. Коллективная монография «Научные основы прогнозирования и поисков золотых и комплексных золото-платиноидных месторождений: прогнозно-поисковые комплексы. – Томск: изд-во ТПУ, 2015. – 253 с.» в 2018 г. Московском Международном салоне образования была награждена Дипломом и медалью. Выполняемые студентами и магистрантами под руководством А.Ф. Коробейникова исследовательские работы отмечались грамотами, дипломами, денежными премиями на Международных и региональных конференциях, симпозиумах молодых ученых. Так в 1976 г. студент специальности В. Хитров, а в 1999 г. студентка А. Фальк были награждены Золотыми медалями Академии Наук за достижения в научных исследованиях.

А.Ф. Коробейников с 1982 г. является членом УМО Минобразования РФ, с 1998 г. – руководителем НМС геологических специальностей Сибирского учебно-методического центра высших учебных заведений; много лет возглавляет специализированный совет по защите докторских диссертаций при ТПУ; он являлся заместителем главного редактора журнала «Известия Томского политехнического университета», членом НМС Программы «Платина России» Министерства природных ресурсов РФ, членом Международной ассоциации по генезису рудных месторождений (IAGOD), членом научного Совета Всероссийского Минералогического общества РАН.

Трудовая и научная деятельность Александра Феофеновича отмечена многими наградами и званиями. Он награжден медалью «Ветеран труда», почетными знаками «Ударник 9-й пятилетки» и «300 лет горно-геологической

службе России», золотой медалью и Дипломом «За заслуги перед Томским политехническим университетом» и «Памятным знаком В.А.Обручева», Почетной Грамотой МАН; ему присвоены высокие звания Заслуженного деятеля науки РФ и Заслуженного геолога РФ, Почетного разведчика республики Казахстан; он является Почетным профессором Томского политехнического университета, лауреатом премии РАН им. Академика С.С. Смирнова и дважды лауреатом премии Томской области в области науки и образования.

Согласно оценкам Кембриджского и Американского биографических центров, А.Ф. Коробейников вошел в число 2000 интеллектуалов XX века; в 2009 г. он включен в энциклопедию «Лучшие люди России» и в энциклопедию «Who is Who в России» Международного Швейцарского издательства.

Редакционная коллегия сборника научных трудов, ученики и друзья сердечно поздравляют Александра Феопеновича с юбилеем и желают ему доброго здоровья, счастья и новых научных свершений.

УДК 550.832

Геолого-геофизическая характеристика разреза Герасимовского месторождения палеозойской нефти (Томская область) / В.И. Исаев, Г.Г. Номоконова, А.О. Алеева // Вестник РАЕН (ЗСО) -2019. №22. – С. 3.

Для Герасимовского нефтегазоконденсатного месторождения проведен анализ петрофизической информации и данных геофизических исследований скважин, расчет электрических параметров пластов-коллекторов и интервальных времен упругих колебаний твердой фазы (минерального скелета). Поскольку высокие значения УЭС юрских пластов-коллекторов, рассчитанные по петрофизическим уравнениям, в вертикальном разрезе Герасимовского месторождения является практически «сквозной» характеристикой, то, возможно, что эта геофизическая характеристика юрского разреза может быть использована как индикатор нефтегазоносности палеозойского НГК. Рис.3. Табл.2. Библ.4.

For the Gerasimovskoye oil and gas condensate field, petrophysical information and well survey data have been analyzed, electrical parameters of reservoir formations and interval times of elastic vibrations of the solid phase (mineral skeleton) have been calculated. Since high values of the resistivity of the Jurassic reservoirs, calculated by petrophysical equations, in the vertical section of the Gerasimovskoye field is almost a «through» characteristic, it is possible that this geophysical characteristic of the Jurassic section can be used as an indicator of the oil and gas potential of the Paleozoic oil and gas complex. Fig.3. Tab.2. Ref.4.

УДК 552.578.2.061.32

Геотермический режим нефтематеринской тогурской свиты - источника углеводородов доюрского нефтегазоносного комплекса северо-запада Томской области / В.И. Исаев, Г.А. Лобова, Т.Е. Лунёва, А.С. Меренкова // Вестник РАЕН (ЗСО) -2019. №22. – С. 9.

Проведено палеотемпературное моделирование для нижнеюрской тогурской свиты на северо-западе Томской области в пределах Колтогорского

мезопрогиба и структур его обрамления. Построены карты плотности теплового потока из доюрского основания и латерально-временного положения очагов генерации тогурской нефти на все геологические времена формирования осадочного бассейна. Оценена плотность генерации тогурской нефти и построена схематическая карта распределения этого параметра. Сопоставлены зоны повышенных значений плотности генерации тогурской нефти и установленной нефтегазоносности территории исследования. Рис.2. Библ.6.

Paleotemperature modeling was carried out for the Lower Jurassic Togur suite in the north-west of the Tomsk region within the Koltogor mezodepression and its framing structures. The maps of heat flow density from the pre-Jurassic basement and lateral-temporal position of the foci of Togur oil generation for all geological times of the formation of the sedimentary basin have been constructed. The Togur oil generation density was estimated and a schematic map of the distribution of this parameter was constructed. The zones of elevated values of the Togur oil generation density and the established oil and gas content of the study area are compared. Fig.2. Ref.6.

УДК 550.823

Геотермический критерий нефтегазоносности п-ва Ямал / В.И. Исаев, М.Ф. Галиева, Д.С. Крутенко// Вестник РАЕН (ЗСО) -2019. №22. – С. 14.

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

Геотермические критерии нефтегазоносности Останинской группы месторождений (Томская область) / В.И. Исаев, Д.С. Крутенко, М.Ф. Галиева // Вестник РАЕН (ЗСО) -2019. №22. – С. 20.

Путем решения обратной задачи геотермии в 37 глубоких скважинах рассчитаны значения плотности теплового потока и построена схематическая карта глубинного теплового потока изучаемой территории. 75% месторождений УВ, расположенных на изучаемой территории, тяготеют к аномальным особенностям распределения глубинного теплового потока, что позволяет рассматривать возможность применения геотермического критерия в качестве поискового. Рис. 2. Библ. 7.

Values of deep heat flow density were calculated and sketch map of deep heat flow was plotted within the study area by solving inverse problem of geothermy in 37 deep wells. 75% of hydrocarbon fields in the study area correlate with anomalous features of deep heat flow. It confirms the opportunity to consider geothermal criterion as a prospecting criterion. Fig.2. Ref. 7.

УДК 553.982

Классификационный анализ свойств нефтей с различными физико-химическими и качественными показателями / И. Г. Яценко // Вестник РАЕН (ЗСО) -2019. №22. – С. 25.

Предложен подход к исследованию свойств нефтей на основе последовательного применения двух разнородных классификаций нефтей: по индексу качества и по физико-химическим показателям. Изложены методические вопросы классификационного подхода к анализу нефтей, реализуемого в виде двухэтапной процедуры. Подход иллюстрируется на примере анализа особенностей разных типов трудноизвлекаемых нефтей. Анализ позволил установить особенности физико-химических свойств трудноизвлекаемых нефтей, относящихся к различным классам качества. Табл. 4. Библ. 9.

An approach to the study of oil properties is proposed on the basis of the consistent application of two heterogeneous classifications of oils: by quality index and by physico-chemical indicators. The methodological issues of the classification approach to the analysis of petroleum, implemented in the form of a two-step procedure, are considered. The approach is illustrated by the example of analyzing the characteristics of different types of hard-to-recover oils. The analysis allowed to establish the features of physical and chemical properties of hard-to-recover oils belonging to different quality classes. Table 4. Ref. 9.

УДК 553.98.041

Инновационные технологии. Проблемы и перспективы / В.В. Ростовцев, Е.Ю. Липихина, В.Г. Лукьянов, В.Н. Ростовцев // Вестник РАН (ЗСО) -2019. №22. – С. 35.

В ближайшие десятилетия главными рычагами экономики России останутся две трубы – нефтяная и газовая. К сожалению, в среднесрочной перспективе Россию неминуемо ждет снижение объемов добычи нефти. Экономически эффективных, способных оперативно восполнить падающую добычу, месторождений в нашей стране практически не осталось. Страна лишилась системного, планового, объемного финансирования геологоразведочных работ. Решить эту проблему могут только инновационные технологии. [1, 2] Одна из них – технология квантово-оптической фильтрации космоснимков, создана специалистами АО «ТОМКО» с участием академиков ЗСО РАН. Рис. 6. Библ. 4.

In the coming decades, the main levers of the Russian economy will remain two pipes – oil and gas. Unfortunately, in the medium term, Russia will inevitably face a decline in oil production. Cost-effective, able to quickly fill the falling production of deposits in our country is almost gone. The country has lost the systematic, planned, volume financing of exploration. Only innovative technologies can solve this problem. One of them is quantum-optical filtration of space images (Kofiks) created by specialists of JSC "TOMKO", with the participation of academics of the SOA's Ryan. Fig.6. Ref. 4.

УДК 553.313 (571.16)

Комплексные руды бакчара: история и преспективы / В. А. Домаренко, А.Я. Пшеничкин, В.П. Дмитриенко // Вестник РАЕН (ЗСО) -2019. №22. – С. 43.

Приведён анализ истории геологической и минералого-геохимической изученности крупнейшего в мире Западно-Сибирского железорудного пояса формации прибрежно-морских хемогенных оолитовых гётит-гидрогётит-лептохлоритовых руд, представляющего собой полосу шириной около 150 км и протяжённостью около 6000 км от бассейна рек Турухан, Большая Хета на северо-востоке до истоков р. Омь на юго-западе, обрамляя с востока и юга Западно-Сибирскую низменность с общей площадью до 300000 км². На западной окраине пояса находятся Лисаковское и Аятское месторождения (Республика Казахстан), на восточной, в пределах Томской области, – самые крупные объекты Колпашевского и Бакчарского рудных узлов с комплексными железо-редкоземельными рудами. Основное внимание при изучении было уделено Бакчарскому узлу, ресурсы которого составляют около 30 млрд. т. В бакчарских железных рудах обнаружены сопутствующие элементы, важные для развития электронной техники и новых технологий: V, Mn, P, Ti, Co, Zn Sc Mo Ge, Be, Zr, Y, U, Th, редкие и редкоземельные элементы (Ce, La, Sm, Eu, Y, Yb, Lu и др.), благородные металлы (Pt, Pd, Au, Ag). Библ. 21.

Given an analysis of the history of geological and mineral-geochemical study of the world's largest West Siberian iron ore belt formation of coastal-marine hemolite geolite-hydrogittis-leptokurtotic ore representing a strip width of about 150 km and a length of about 6000 km from the basin of the river turuhan, the Big hat in the North-East to the bottom of the om river in the South-West, flanking the East and South of the West Siberian lowland with a total area of 300,000 km². On the Western edge of the belt there are Lisakovskoye and Ayatskoye deposits (Republic of Kazakhstan), on the Eastern, within the Tomsk region - the largest objects of Kolpashevsky and Bakchar ore nodes with complex iron-rare-earth ores. The main attention in the study was paid to the Bakchar Bakchar node, whose resources amount to 30 billion tons.

Concomitant elements important for the development of electronic technology and new technologies were found in Bakchar iron ores: V, Mn, P, Ti, Co, Zn Sc Mo Ge, Be, Zr, Y, U, Th, rare and rare earth elements (Ce, La, Sm, Eu, Y, Yb, Lu, etc.), noble metals (Pt, Pd, Au, Ag). Ref. 21.

УДК 553.313

Перспективы прогнозирования месторождений типа «карлин» в юго-западном обрамлении сибирского кратона / В.А. Домаренко, В.И. Молчанов // Вестник РАЕН (ЗСО) -2019. №22. – С. 56.

УДК 669.184.244.62

Исследование влияния технологии продувки конвертерной ванны на качество микроструктуры стали, непрерывнолитых заготовок и готового проката / Солоненко В.В., Протопопов Е.В., Щипанов С.С., Амелин А.В., Темлянцева М.В. // Вестник РАЕН (ЗСО) -2019. №22. – С. 61.

В статье представлены результаты исследования металлургического качества стали непрерывнолитых заготовок и готового проката при использовании в конвертерном процессе для изменения аэродинамики струи и снижения окисленности расплава кислородных фурм с составными соплами. Рис. 9. Табл. 1. Библ. 5.

The article presents the results of a study of the metallurgical quality of steel of continuous cast blanks and finished products when used in the converter process to change the aerodynamics of the jet and reduce the oxidation of the melt of oxygen tuyeres with composite nozzles. Fig.9. Table 1. Ref. 5.

УДК 625.143.48

Разработка технологии сварки длинномерных рельсовых / Н.А. Козырев, Р.А. Шевченко, С.Н. Кратко, Р.Е. Крюков, А.Р. Михно , В.Е. Хомичева // Вестник РАЕН (ЗСО) -2019. №22. – С. 72.

УДК 625.143.48

Изменение параметров удельного электрического сопротивления рельсовых сталей от температуры / В.А. Кузнецов, Р.А. Шевченко, Н.А. Козырев, А.А. Усольцев, В.Е. Хомичева // Вестник РАЕН (ЗСО) -2019. №22. – С. 86.

УДК 519.237: 669.018.25

Эксплуатационные показатели новых порошковых проволок для наплавки / Н.А. Козырев, А.А. Усольцев, Р.Е. Крюков, А.И. Гусев, И.В. Осетковский, В.Е. Хомичева // Вестник РАЕН (ЗСО) -2019. №22. – С. 91.

УДК 669.046: 536.2.083

Анализ работы и выбор параметров тепловой слоевой изоляции / В.В. Стерлигов, И. В. Зоря, М. В. Стерлигов // Вестник РАЕН (ЗСО) -2019. №22. С. 111.

Статья посвящена вопросам теплоизоляции теплотехнических устройств. Рассмотрены особенности процесса теплопроводности для плоской и цилиндрической стенок. Разработанная номограмма для оперативного анализа и подбора оптимальных параметров структуры теплоизоляции. Может быть полезна инженерам и студентам, занятым в теплоэнергетике. Рис. 3. Библ. 12.

The present article is devoted to the problems thermal insulation of heat engineering devices. The features of the thermal conductivity process for flat and cylindrical walls are considered. The special nomogram has worked out for operational analysis and selection of optimal parameters of the thermal insulation structure. It can be useful to engineers and students engaged in heat power engineering. Fig.3. Ref. 12.

УДК: 631.4: 631.319

Риски снижения почвенного плодородия при возделывании сельскохозяйственных культур / В.И. Мяленко, С.И. Рудакова // Вестник РАЕН (ЗСО). – 2019. – № 22. – С. 121.

Всякая потребность человека, заставляющая его действовать, создавать новые машины и механизмы, вмешиваясь в окружающую среду, имеет, в конце концов, какой-то продукт. Но вместе с продуктом имеют место и образовавшиеся при этом, какие – то последствия и, в конце концов, полезность человеческих действий может быть оценена как разница между продуктами и последствиями. Потребность + Действие = Продукт + Последствия.

Выявить влияние геометрических параметров рабочих органов земледельческих орудий на риски снижения почвенного плодородия является актуальной темой. Риски снижения почвенного плодородия, при возделывании сельскохозяйственных культур, делятся на явные риски и скрытые риски. Явные риски связаны, как правило, с переуплотнением почвы движителями сельскохозяйственной техники, что приводит к «омертвлению» отдельных участков поля и недоступности проникновения к ним влаги, почвенного воздуха и бактерий. Скрытые, или незаметные, риски на первый взгляд разрушение почвенного плодородия производит сам рабочий орган земледельческого орудия, создавая излишние давления на обрабатываемый слой почвы. В этой связи, важно соблюдение представленного алгоритма последовательности работ при создании новых конструкций рабочих органов, в котором отдельное место занимает аналоговый блок оценки последствий выполнения технологических операций. Рис. 2. Библ. 4.

Every human need, forcing him to act, to create new machines and mechanisms, interfering in the environment, has, in the end, some product. But along with the product, there are also some consequences that have formed at the same time, and, finally, the usefulness of human actions can be assessed as the difference between products and consequences. Need + Action = Product + Consequences.

To reveal the influence of geometrical parameters of working bodies of agricultural implements on the risks of reducing soil fertility is an important topic. The risks of reducing soil fertility in the cultivation of crops are divided into obvious risks and hidden risks. Clear risks are usually associated with soil over-compaction by agricultural machinery engines, which leads to the "necrosis" of certain areas of the field and the inaccessibility of moisture, soil air and bacteria to them. Hidden, or

invisible, risks at first sight destruction of soil fertility is made by the working body of the agricultural tool, creating excessive pressure on the cultivated soil layer. In this regard, it is important to comply with the algorithm presented sequence of works in the creation of new designs of working bodies, in which a special place is occupied by an analog unit for assessing the consequences of technological operations. Fig.2. Ref. 4.

УДК 636.4.084

Динамика гормонов щитовидной железы свиней при введении в их рацион иммунонутриентов / С.Н. Рассолов, Р.А. Ворошилин // Вестник РАЕН (ЗСО). - 2019.С. 126.

В опыте, проведенном на молодняке свиней, показано, что однократное введение препаратов селена и йода на фоне пробиотика в условиях дефицитного рациона по селену и йоду, положительно сказалось на повышении секреторной активности щитовидной железы. Рис. 2. Табл. 3. Библ. 9.

In the experience which has been lead on young growth of pigs, unitary introduction of selenium and iodine preparations and on a background probiotic in conditions of a scarce diet on selenium and iodine is shown, that has positively affected increase secretion activity of a thyroid gland. Fig.2. Table 3. Ref. 9.

УДК 636.4.082

Ассоциация показателей генотипической структуры отечественных пород свиней по генам MC4R И LEP с их продуктивными качествами / А.П. Гришкова, Н.А. Чалова, А.А. Аришин , Г.М. Гончаренко // Вестник РАЕН (ЗСО). - 2019.С. 134.

Целью настоящей работы стало исследование полиморфизма генов MC4R и LEP у свиней пород, созданных в Сибири, и изучение ассоциативных связей генотипов с хозяйственно ценными признаками. Исследования проведены на свиньях пород чистогорская (n=114), кемеровская (n=110), ландрас (n=140). Для ассоциативных исследований использовали данные по скороспелости, толщине шпика, массе гнезда в 30 дней. Показано, что противоположные по селекции на толщину шпика породы, ландрас и кемеровская, существенно различаются по

частоте генотипов гена MC4R. В кемеровской породе генотип AA этого гена выявлен у 40,9 %, тогда как у ландрасов его уровень ниже на 25,9 % ($P < 0,001$). Соответственно, альтернативный генотип GG у ландрасов встречается чаще на 16,2 %, чем в кемеровской ($P < 0,05$). При этом частота аллеля A гена MC4R ниже, а аллеля G на 0,211 выше у ландрасов в сравнении со свиньями кемеровской породы ($P < 0,001$). По гену LEP все свиньи породы ландрас были гомозиготные по аллелю T, в кемеровской породе таких животных было 50%, в чистогорской – 28,9 %. При анализе воспроизводительных качеств, в частности по массе гнезда поросят в 30 дней, у свиноматок чистогорской и кемеровской пород с разными генотипами гена LEP получены противоречивые данные. Так, гетерозиготные свиноматки чистогорской породы имеют выше массу гнезда в сравнении с гомозиготами CC и TT - на 6,13-6,99 кг ($P < 0,05$). Однако в кемеровской породе по этому показателю имеют превосходство свиноматки с гомозиготным генотипом CC - на 6,88-7,93 кг, чем животные с другими вариантами генотипов ($P < 0,05$; $P < 0,001$). По гену MC4R существенных различий по учтённым показателям не выявлено. Рис. 2. Табл. 3. Библ. 9.

The purpose of this work was to study the polymorphism of the MC4R and LEP genes in pigs of breeds created in Siberia, and to study the associative connections of genotypes with economically valuable traits. The studies were conducted on pigs of the Chistogorsk breeds ($n = 114$), Kemerovo ($n = 110$), landrace ($n = 140$). For associative studies used data on ripening, lard thickness, mass of the nest in 30 days. It was shown that the breeds that are opposite in breeding for lard thickness, Landrace and Kemerovo, differ significantly in the frequency of genotypes of the MC4R gene. In the Kemerovo breed, the AA genotype of this gene was detected in 40.9%, whereas in the Landrace its level was 25.9% lower ($P < 0.001$). Accordingly, the alternative GG genotype in Landrace is more common by 16.2% than in Kemerovo ($P < 0.05$). The frequency of the allele A of the MC4R gene is lower, and the allele G is 0.211 higher in landrace compared to pigs of the Kemerovo breed ($P < 0.001$). According to the LEP gene, all pigs of the Landrace breed were homozygous for the T allele, in the Kemerovo breed of such animals was 50%, in the Chistogorsk breed - 28.9%. When analyzing the reproductive qualities, in particular,

by the mass of the nest of piglets at 30 days, conflicting data were obtained in sows of the Chistogorsk and Kemerovo breeds with different genotypes of the LEP gene. So, the heterozygous sows of the Chistogorsk breed have a higher nest mass compared to SS and TT homozygotes - by 6.13-6.99 kg ($P < 0.05$). However, in the Kemerovo breed, sows with a homozygous CC genotype have a superiority of 6.88-7.93 kg in this indicator than animals with other genotype variants ($P < 0.05$; $P < 0.001$). There were no significant differences in MC4R gene for the indicators taken into account. Fig.2. Table 3. Ref. 9.

УДК 633.34: 571.17

Селекционная ценность сортообразцов сои различных групп спелости для условий лесостепи кемеровской области / В.И. Заостровных, А.А. Кадуров // Вестник РАЕН (ЗСО). – 2019. – № 22. – С. 142.

Представлены результаты многолетнего изучения видового состава болезней сои. Установлено, что в лесостепи Кемеровской области распространены около 14 видов возбудителей болезней, из них более 11 – грибной природы, остальные бактериального и вирусного происхождения. Обнаружены скороспелые сортообразцы сибирской селекции Линия 5/95 и.о. Амурская 2806/79, Линия 125 устойчивые к комплексу болезней, характеризующиеся наиболее высокими показателями основных элементов продуктивности и качества семян. Табл. 6. Библ. 10.

The results of a long-term research of the species composition of soybean diseases. In the forest-steppe Kemerovo region determined about 14 species of pathogens including 11 mushrooms and the rest are of bacterial and viral origin. Early maturing varieties of Siberian selection Line 5/95, Amur 2806/79, Line 125 resistant to a complex of diseases, characterized by the highest rates of basic elements of productivity and seed quality. Table 6. Ref. 10.

УДК 633.34 (571.17)

Пригодность сортообразцов сои из мирового генофонда коллекции вир к механизированному возделыванию в условиях Кемеровской области / А.А. Кадунов, В.И. Заостровных // Вестник РАЕН (ЗСО). – 2019. – № 22. – С. 152.

Определены наиболее пригодные сортообразцы для механизированного возделывания: 1075/3 (к-11048, Польша), Augusta (Польша), Аннушка (к-11279, Украина) и N/M 4142 (к-11350, Польша). Лучшая урожайность получена на сортообразце 1075/3 (к-11048, Польша): масса семян с одного растения –13,71 г, масса семян с 1 м² составляла 221,51 г. Табл.3. Библ. 10.

Variety samples: 1075/3 (к-11048, Poland), Augusta (Poland), Annushka (к-11279, Ukraine) and N/M 4142 (к-11350, Poland) is most suitability for mechanized cultivation. The highest yield was observed on the variety sample 1075/3 (к-11048, Poland): the seed weight of one plant was 13,71 g; seed weight per 1 m² 221,51 g. Tabl.3. Ref. 10.

УДК 613.6:574

Гигиеническая оценка производственных факторов на рабочих местах работников горнорудного предприятия / Страшникова Т.Н., Олещенко А.М., Суржигов Д.В., Кислицына В.В., Штайгер В.А. // Вестник РАЕН (ЗСО). – 2019. – № 22. – С.159.

В статье дана гигиеническая оценка факторов производственной среды работников основных профессиональных групп предприятия по добыче железной руды: шума, вибрации, запыленности, микроклимата. Определены классы условий труда. Предложены профилактические мероприятия, направленные на снижение уровней воздействия. Библ. 8.

The article provides a hygienic assessment of the factors of the working environment of employees of the main professional groups of an enterprise for the extraction of iron ore: noise, vibration, dust, microclimate. Classes of working conditions are defined. Proposed preventive measures aimed at reducing exposure levels. Ref. 8.

Некоторые методические аспекты изучения состояния здоровья педагогов / Олещенко А.М., Пестерева Д.В. // Вестник РАЕН (ЗСО). – 2019. – №22. – С. 166.

В статье предложен ретроспективный взгляд на методы, используемые в изучении заболеваемости педагогов; описаны преимущества использования метода социологического опроса; представлена информационно-аналитическая система слежения за здоровьем работников образования. Библ. 6.

The article offers a retrospective view of the methods used in studying teachers' morbidity, describes the advantages of using the method of sociological survey; presents the information-analytical system for monitoring of teachers' labour. Ref. 6.

УДК 616.718.4-001.5-089-06

Клиническая прогностическая модель риска развития осложнений при хирургическом лечении переломов проксимального отдела бедренной кости / А.Ю. Милюков, Д.Д. Устьянцев // Вестник РАЕН (ЗСО). – 2019. – №22. – С. 170.

В исследовании на 161 пациенте с переломами проксимального отдела бедренной кости показана эффективность хирургического лечения с учетом потенциальной оценки риска развития послеоперационных осложнений. Клиническое применение прогностической модели позволило уменьшить количество осложнений в 1,7 раза, снизить сроки лечения в 1,3 раза, увеличить отличные и хорошие функциональные результаты в 2 и 1,4 раза ($p=0,05$) в группах соответственно. Разработанный алгоритм является простым и наглядным для понимания и ежедневного практического использования. Библ. 6.

There was a study of 161 patients with femoral proximal fractures that demonstrated the efficiency of the surgical treatment given the potential evaluation of the post-operation complications' development risk. Clinical utility of the prognostic model allowed to decrease the complications' quantity by 1.7 time, the treatment duration – by 1.3 time, to increase the good and excellent results incidence by 2 times and 1.4 time ($p=0.05$) in two groups respectively. Developed algorithm is simple and obvious for understanding and daily practical use. Ref. 10.

УДК 377

Блокчейн определит уровень жизни в странах на ближайшие 100 лет / Георгий Колмогорцев Дмитрий Васильев // Вестник РАЕН (ЗСО). – 2019. – №22. – С. 177.

УДК 327

Некоторые методические подходы к применению интеллектуального анализа данных в политологии /Ю.П.Холюшкин // Вестник РАЕН (ЗСО). – 2019. – № 22. – С.182.

Для реализации современных задач политологии необходимо использовать одно из новых направлений искусственного интеллекта – "интеллектуальный анализ данных", который является кратким и неточным переводом с английского языка терминов Data Mining и Knowledge Discovery in Databases (DM&KDD). Data Mining представляет собой процесс обнаружения в сырых политологических данных (сырые политологические данные) ранее неизвестных, нетривиальных, доступных для интерпретации знаний (закономерностей), необходимых для принятия решений в различных сферах научной археологической деятельности. Предлагаемое применение технологий DM&KDD обусловлено накоплением огромных объемов информации в политологических компьютерных базах данных (преимущественно на Западе), которыми стало трудно пользоваться традиционными способами. Последнее обстоятельство связано со стремительным развитием вычислительной техники и программных средств, предназначенных для представления и обработки политологических данных. В качестве «документирования» последовательности методов KDD&DM мы используем понятие стратегии решения задачи – последовательность методов KDD&DM, стыкованная между собой по спецификации передаваемых данных, стыкованная со спецификацией имеющихся данных и решающая поставленную задачу. Рис. 1. Библ. 6.

For the implementation of modern tasks of political science it is necessary to use one of the new directions of artificial intelligence - "data mining", which is a brief and inaccurate translation from English of the terms Data Mining and Knowledge

Discovery in Databases (DM & KDD). Data mining is the process of discovering previously unknown, non-trivial, available for the interpretation of knowledge (patterns) necessary for making decisions in various fields of scientific archaeological activity in raw political science data (raw political science data). The proposed use of DM & KDD technologies is due to the accumulation of huge amounts of information in political science computer databases (mainly in the West), which have become difficult to use in traditional ways. The latter circumstance is associated with the rapid development of computing equipment and software designed for the presentation and processing of political data. As a “documenting” a sequence of KDD & DM methods, we use the concept of a problem solving strategy — a sequence of KDD & DM methods that is linked to each other in terms of the specification of transmitted data, linked to the specification of available data and solvable. Fig.1. Ref. 6.

Научное издание

ВЕСТНИК
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК
ЗАПАДНО–СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

Выпуск 22, 2019 г.

В авторской редакции

Подписано в печать 11.09.2019 г. Формат бумаги 60×84 1/8. Бумага писчая.
Печать офсетная. Усл. печ.л. 12,12. Уч. – изд.л. 13,49. Тираж 300 экз. Заказ № 209

Отпечатано в
Издательском центре
Сибирского государственного индустриального университета