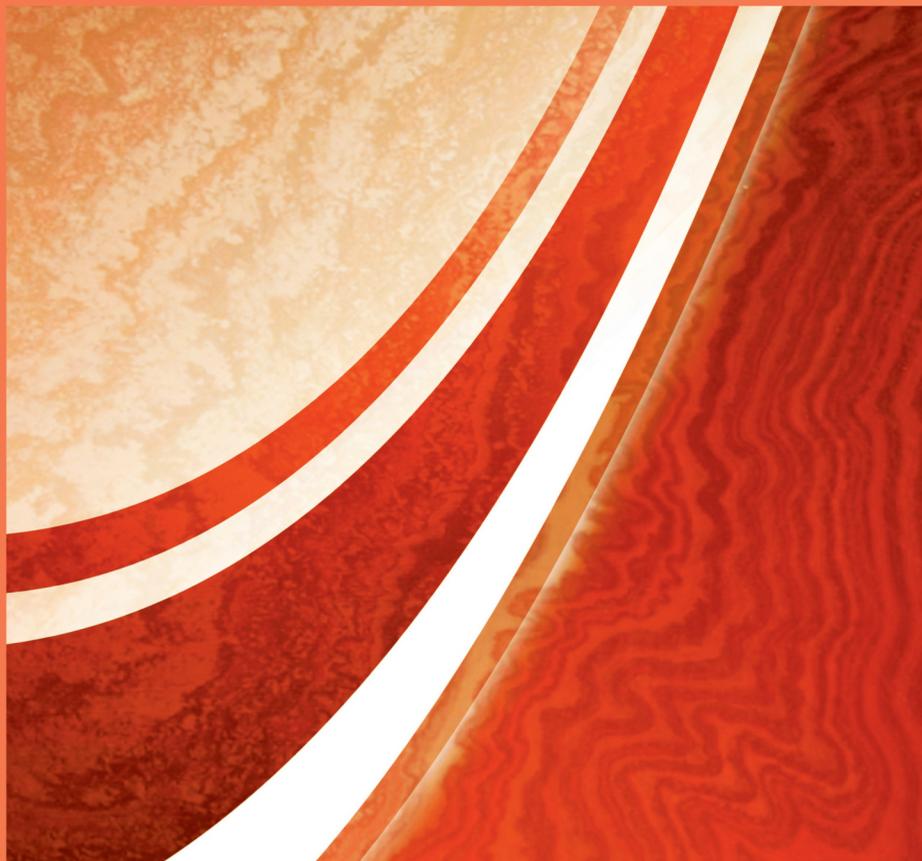




Актуальные проблемы охраны труда и безопасности производства, добычи и использования калийно-магниевых солей

Материалы

IV Международной научно-практической конференции
(Пермь, 28–29 ноября 2023 года)



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Пермский национальный исследовательский университет»
политехнический университет»
Горный институт УрО РАН
Пермский НОЦ «Рациональное недропользование»
Институт безопасности труда,
производства и человека
Институт калия

**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОХРАНЫ ТРУДА
И БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА,
ДОБЫЧИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
КАЛИЙНО-МАГНИЕВЫХ СОЛЕЙ**

Материалы
IV Международной научно-практической конференции
(Пермь, 28–29 ноября 2023 года)

Под научной редакцией профессора Г.З. Файнбурга

Пермь
2023

УДК 331.4 + 613 + 615.834
А43

А43 **Актуальные** проблемы охраны труда и безопасности производства, добычи и использования калийно-магниевых солей : материалы IV Международной научно-практической конференции (Пермь, 28–29 ноября 2023 года) / под науч. ред. проф. Г.З. Файнбурга; ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет». – Пермь, 2023. – 500 с.

ISBN 978-5-6049141-2-0

Приведены материалы IV Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы охраны труда и безопасности производства, добычи и использования калийно-магниевых солей», обсуждающей современные проблемы охраны труда и безопасности производства, включая вопросы управления рисками, выявление, анализ и оценка профессиональных рисков, безопасность эксплуатации горно-шахтного оборудования, нормативные и организационно-технические проблемы соблюдения требований безопасности, вопросы добычи калийных руд и других полезных ископаемых, проблемы использования уникальных свойств соляных горных пород для немедикаментозного оздоровления и лечения методами спелеотерапии и спелеоклиматотерапии, а также другие связанные с ними вопросы.

Рекомендовано к печати Научно-методическим советом Института безопасности труда, производства и человека Пермского национального исследовательского политехнического университета.

УДК 331.4 + 613 + 615.834

ISBN 978-5-6049141-2-0

© ПНИПУ, 2023

UDC 331.4 + 613 + 615.834

A43

A43 **Actual** Problems of Occupational Safety and Health and Production Safety, Mining and Use of Potassium-Magnesium Salts : proceeding of the IV International Scientific and Practical Conference (Perm, November 28–29, 2023) / Scientific edition: Prof. G.Z. Fainburg; Perm National Research Polytechnic University. – Perm, 2023. – 500 p.

ISBN 978-5-6049141-2-0

The Proceeding of the IV International Scientific and Practical Conference "Actual Problems of Occupational Safety and Health and Production Safety, Mining and Use of Potassium-Magnesium Salts" discussing modern problems of Occupational Safety and Health and Production Safety, including risk management, identification, analysis and assessment of occupational risks, safety of mining equipment operation, regulatory organizational and technical problems of compliance with safety requirements, issues of mining of potash ores and other minerals, problems of using unique properties of salt rocks for non-medicamentous healing and treatment by methods of speleotherapy and speleoclimatotherapy, as well as other related issues.

Recommended for publication by the Scientific and Methodological Council of the Institute for Safety & Health of Perm National Research Polytechnic University.

UDC 331.4 + 613 + 615.834

ISBN 978-5-6049141-2-0

© PNIPU, 2023

СОДЕРЖАНИЕ

РАЗДЕЛ 1. ОБЩИЕ ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОХРАНЫ ТРУДА И БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА, ВКЛЮЧАЯ УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ

Р.С. Абдулазизов ПРОБЛЕМЫ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ ОТРАСЛЕВЫХ УСЛОВИЙ ТРУДА В ЭКОНОМИКЕ АЗЕРБАЙДЖАНА	11
Г.М. Рахимова, Ж.О. Ошакбаева, А.Р. Енсебаева, Л.И. Едильбаева, Н.Ж. Тикибаева, М.Б. Текенова АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН В СФЕРЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОГО ТРУДА	28
А.М. Елин ОРГАНИЗАЦИОННО-УПРАВЛЕНЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОХРАНЫ ТРУДА – БАЗОВАЯ ОСНОВА СОХРАНЕНИЯ ЖИЗНИ И ЗДОРОВЬЯ РАБОТНИКОВ	43
Е.А. Замигулов, Р.Р. Шафигуллин ОБРАТНАЯ СВЯЗЬ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ОХРАНОЙ ТРУДА.....	58
Л.В. Константинова, С.К. Белякин ИСПОЛЬЗОВАНИЕ VR-ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ РАБОТНИКОВ ДЕЙСТВИЯМ В НЕШТАТНЫХ И АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЯХ	65
А.В. Галкин ОПЫТ ФОРМИРОВАНИЯ РИСК-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПОВЕДЕНИЯ ПЕРСОНАЛА УГЛЕДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ НА ПРИМЕРЕ АО «СУЭК-КУЗБАСС»	73
Е.М. Неман, В.М. Минько ОБ ОЦЕНКЕ ПОВРЕЖДАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СРЕДЫ И ПЛАНИРОВАНИИ ПРОФИЛАКТИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ	84
А.А. Порываев ПРОБЛЕМЫ КВАЛИФИКАЦИИ ГРУБОЙ НЕОСТОРОЖНОСТИ ПОСТРАДАВШЕГО ПРИ НЕСЧАСТНОМ СЛУЧАЕ НА ПРОИЗВОДСТВЕ	96

Н.Н. Новиков, Е.С. Ворошилова АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ОБУЧЕНИЯ ПО ОХРАНЕ ТРУДА.....	108
Е.С. Ворошилова, В.П. Сальников КОМПЛЕКСНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЧЕЛОВЕЧЕСКИМ ФАКТОРОМ И КАЧЕСТВОМ РАБОЧЕЙ СИЛЫ	119
А.С. Соколова ВЫСОКАЯ КОРПОРАТИВНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ – ГАРАНТ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА И ПРОИЗВОДСТВА.....	131
П.А. Курочкин МОТИВАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ В ОБЛАСТИ ОХРАНЫ ТРУДА В ПРОЦЕССЕ РЕАЛИЗАЦИИ КРУПНЫХ ИНВЕСТИЦИОННЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОЕКТОВ	139
А.В. Тудос О КОНТРАСТАХ СТАТИСТИКИ НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЕВ НА ПРОИЗВОДСТВЕ.....	153
А.В. Будовский, Ю.В. Есипов ОЦЕНКА ВЕРОЯТНОСТИ КАТАСТРОФЫ В СИСТЕМЕ «ОБЪЕКТ – СУБЪЕКТ – ФАКТОРЫ – ЗАЩИТА» НА ПРИМЕРЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ УГОЛЬНЫХ ШАХТ	165
С.М. Григорьева ОЦЕНКА ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РИСКОВ КАК ФОРМА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОХРАНУ ТРУДА	172
Д.В. Удавихин, К.А. Черный ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА ПРИ НАКОПЛЕНИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЗАРЯДОВ НА СРЕДСТВАХ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ	182
А.А. Кутузова, А.В. Смолин ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ ОЦЕНКИ ОПАСНОСТЕЙ У РАБОТНИКОВ ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ.....	192
Е.А. Розенфельд ВЛИЯНИЕ СООТНОШЕНИЯ ГРАДАЦИЙ НА ИТоговый ИНДЕКС БЕЗОПАСНОСТИ РАБОЧИХ МЕСТ ГОРНОДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ.....	201

А.В. Ефимова МАТРИЧНЫЙ МЕТОД ОЦЕНКИ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РИСКОВ НА РАБОЧЕМ МЕСТЕ СТРОГАЛЬЩИКА	210
Е.С. Шаброва, А.Д. Шаброва ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ВРЕДНЫХ ОТХОДОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ	217
О.В. Лонский ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИСТЕМЫ АКТИВНОГО ШУМОПОДАВЛЕНИЯ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ НИЗКОЧАСТОТНОГО ШУМА И ИНФРАЗВУКА В ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ	227
РАЗДЕЛ 2. ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ВЕДЕНИЯ ГОРНЫХ РАБОТ НА КАЛИЙНЫХ РУДНИКАХ	
И.И. Головатый РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПОВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ИСКУССТВЕННЫМ ЗАМОРАЖИВАНИЕМ ПОРОД ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ СТВОЛОВ КАЛИЙНЫХ РУДНИКОВ ..	236
А.В. Таций ИССЛЕДОВАНИЕ ТУРБУЛЕНТНОГО ТЕЧЕНИЯ ПРИ НАГНЕТАТЕЛЬНОМ ПРОВЕТРИВАНИИ ТУПИКОВОЙ ВЫРАБОТКИ МЕТОДАМИ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ	243
М.Д. Попов ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИМЕНИМОСТИ ОДНОМЕРНОГО ПОДХОДА К РАСЧЕТУ ВОЗДУХОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ В НАКЛОННЫХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТКАХ ПРИ НАЛИЧИИ ТЕПЛОВОЙ ДЕПРЕССИИ ПОЖАРА	252
А.К. Дудин, О.В. Иванов ПОСТРОЕНИЕ ПРОГНОЗНОЙ КАРТЫ ЗОН, ОПАСНЫХ ПО ГАЗОДИНАМИЧЕСКИМ ЯВЛЕНИЯМ В ПРЕДЕЛАХ 14–20-Й ЗАПАДНЫХ ПАНЕЛЕЙ ШАХТНОГО ПОЛЯ РУДНИКА БКПРУ-2	264

О.И. Карманов РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО НОРМАЛИЗАЦИИ ТЕПЛООВОГО РЕЖИМА УЧАСТКА ШАХТНОГО ПОЛЯ ГЛУБОКОГО РУДНИКА НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА	274
Д.В. Напарьина, Н.Л. Бельтюков, Д.А. Поспелов ГРАФИЧЕСКОЕ ПОСТРОЕНИЕ ПАСПОРТА ПРОЧНОСТИ ПО КРУГАМ МОРА ДЛЯ СИЛЬВИНИТОВЫХ ПОРОД ГЛУБОКОГО КАЛИЙНОГО РУДНИКА	287
П.С. Сергеев, Н.А. Литвиновская АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ ГАЗОНОСНОСТИ И ГАЗОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОРОД КРОВЛИ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК В УСЛОВИЯХ 1А ЗАПАДНОГО ВЫЕМОЧНОГО СТОЛБА НА ШАХТНОМ ПОЛЕ РУДНИКА ЗРУ ОАО «БЕЛАРУСЬКАЛИЙ»	296
А.Н. Стариков, М.А. Александрова, А.Э. Смирнов ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ УГЛЕРОДНЫХ ГАЗОВ В ВЫРАБОТКАХ КАЛИЙНОГО РУДНИКА В УСЛОВИЯХ ЧАСТИЧНО ПОВТОРНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОЗДУХА	306
А.Н. Русинов ИССЛЕДОВАНИЕ И ВЫБОР ОПТИМАЛЬНЫХ МЕСТ УСТАНОВКИ ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОВЕТРИВАНИЕМ НА РУДНИКЕ 1РУ ОАО «БЕЛАРУСЬКАЛИЙ»....	320
П.П. Соколов ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ КОНЦЕНТРАЦИИ ПЫЛИ НА КАЛИЙНЫХ РУДНИКАХ.....	326
Д.Д. Тюрин, В.В. Аникин ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПАСНЫХ ЗОН ПО СЕЙСМИЧЕСКОМУ ФАКТОРУ ВЗРЫВА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ ВЗРЫВАНИЯ	337
Т.З. Харисов, И.Л. Паньков ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СОЛЯНЫХ ПОРОД 4–5-Й СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ПАНЕЛИ БКПРУ-4 ВКМКС	348

Н.Э. Алиев, И.Л. Паньков, Д.А. Поспелов МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ ГОРНЫХ ПОРОД НА АВТОМАТИЧЕСКОМ КОМПЛЕКСЕ «АСИС» ПРИ ОБЪЕМНОМ СЖАТИИ.....	355
М.А. Ворожцова, И.Л. Паньков ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ТОЛЩИНЫ ДЕСТРУКТИВНОГО СЛОЯ НА ПРОЧНОСТНЫЕ И ДЕФОРМАЦИОННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ СОЛЯНЫХ ПОРОД.....	364
Э.Р. Боровикова, А.В. Евсеев ГРАФИЧЕСКОЕ ПОСТРОЕНИЕ ПАСПОРТА ПРОЧНОСТИ ПО КРУГАМ МОРА ДЛЯ ГИПСА НОВОМОСКОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ.....	373
А.А. Ворончихина, М.С. Треногина РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ГАЗОНОСНОСТИ ИЗВЕСТНЯКОВ ПО СВЯЗАННЫМ ГАЗАМ	380
РАЗДЕЛ 3. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УНИКАЛЬНЫХ СВОЙСТВ ПРИРОДНЫХ КАЛИЙНО-МАГНИЕВЫХ И НАТРИЕВЫХ СОЛЕЙ В ЛЕЧЕБНЫХ И ОЗДОРОВИТЕЛЬНЫХ ЦЕЛЯХ	
Г.З. Файнбург ОСНОВНЫЕ НЕРЕШЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ СОЛЯНОЙ АЭРОДИСПЕРСНОЙ СРЕДЫ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА	388
В.Ю. Мишланов «РЕНЕРИУМ»: МИНЕРАЛЬНЫЕ ИНГАЛЯЦИИ В ЛЕЧЕНИИ РЕСПИРАТОРНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ	406
Н.Н. Санникова, А.А. Лапуста, Р.И. Делендик, Н.Н. Дубовик, Н.М. Трухан, Е.Н. Кулинич, Т.В. Горанина СПЕЛЕОТЕРАПИЯ АЛЛЕРГИЧЕСКОГО РИНИТА В РЕСПУБЛИКАНСКОЙ БОЛЬНИЦЕ СПЕЛЕОЛЕЧЕНИЯ (Г. СОЛИГОРСК, РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ).....	424
Л.И. Аллахвердиева, Н.И. Эфендиева, Г.Э. Агарагимова ЛЕЧЕБНЫЙ ЭФФЕКТ СПЕЛЕОТЕРАПИИ В СОЛЯНОМ РУДНИКЕ «ДУЗДАГ» ПРИ БРОНХИАЛЬНОЙ АСТМЕ У ДЕТЕЙ.....	439
В.А. Семилетова ИССЛЕДОВАНИЕ НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ МЕХАНИЗМОВ ВЛИЯНИЯ СПЕЛЕОКЛИМАТА НА ОРГАНИЗМ ВЗРОСЛОГО ЗДОРОВОГО ЧЕЛОВЕКА	450

М.А. Герасимова, В.А. Семилетова, Е.В. Дорохов, Т.С. Карпикова ВЛИЯНИЕ СПЕЛЕОКЛИМАТОТЕРАПИИ НА ФУНКЦИОНАЛЬНУЮ АКТИВНОСТЬ ЗАТЫЛОЧНОЙ ДОЛИ КОРЫ БОЛЬШИХ ПОЛУШАРИЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ПАССИВНОЙ ОРТОСТАТИЧЕСКОЙ ПРОБЫ	460
Е.А. Николаева РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ АНАЛИЗ МИКРОКЛИМАТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СРЕДЫ СПЕЛЕОСТАЦИОНАРА В КАЛИЙНЫХ РУДНИКАХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ	471
А.Н. Бохан НА ЗАРЕ СТАНОВЛЕНИЯ СПЕЛЕОТЕРАПИИ В КАЛИЙНЫХ РУДНИКАХ И СПЕЛЕОКЛИМАТОТЕРАПИИ В СИЛЬВИНИТОВЫХ СПЕЛЕОКАМЕРАХ (АВТОБИОГРАФИЧЕСКИЕ ЗАМЕТКИ)	480
Н.Л. Вишневская У ИСТОКОВ СПЕЛЕОТЕРАПИИ В КАЛИЙНЫХ РУДНИКАХ: ВОСПОМИНАНИЯ ОЧЕВИДЦА И УЧАСТНИКА	487
ПАМЯТИ ГРИГОРИЯ ЕФИМОВИЧА КОСЯЧЕНКО (10.02.1947 – 09.05.2023)	496

РАЗДЕЛ 1.
ОБЩИЕ ПРОБЛЕМЫ
ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОХРАНЫ ТРУДА
И БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА,
ВКЛЮЧАЯ УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ

ПРОБЛЕМЫ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ ОТРАСЛЕВЫХ УСЛОВИЙ ТРУДА В ЭКОНОМИКЕ АЗЕРБАЙДЖАНА

Р.С. Абдулазизов

Азербайджанский государственный университет
нефти и промышленности,
г. Баку, Азербайджан

Исследование анализирует воздействие различий отраслевых условий труда в различных отраслях, включая такие как горная, строительная и энергетическая индустрия, на уровни профессиональных рисков в Азербайджане и рассматривает социально-экономические аспекты этой проблемы. Оно также показывает изменчивость отраслевых условий труда и рисков в зависимости от технологии производства и квалификации персонала.

Ключевые слова: профессиональный риск, отраслевые условия труда, производственный травматизм, социальная защита, экономика охраны труда.

PROBLEMS OF DIFFERENTIATION OF SECTORAL WORKING CONDITIONS IN THE ECONOMY OF AZERBAIJAN

R.S. Abdulazizov

Azerbaijan State Oil and Industry University,
Baku, Azerbaijan

The study analyzes the impact of differences in occupational conditions across various industries, including mining, construction, and the energy sector, on the levels of professional risks in Azerbaijan. It explores the socio-economic aspects of this issue, demonstrating the variability of occupational conditions and risks based on production technology and personnel qualifications.

Keywords: professional risk, industry-specific working conditions, occupational injuries, social protection, occupational safety and health economics.

Введение

Деятельность любого хозяйствующего субъекта права сопряжена с тремя основными группами риска. Первая – *экономические* (включая финансовые), связанные с предпринимательской деятельностью. Вторая – *производственные* риски, включая технические и технологические. Третья – *профессиональные* риски утраты трудоспособности [2, с.6].

Утрата трудоспособности вызывается производственным травматизмом и профессиональными заболеваниями, возникающими при контактном воздействии опасных факторов на организм работника, действующих на рабочем месте и называемых в совокупности условиями труда [2, с.6].

Эти условия варьируются в зависимости от характера производства, различного в различных отраслях, в том числе и экономике Азербайджана. Поэтому уровень производственного травматизма может служить одним из показателей общего уровня безопасности труда на производстве и социально-экономического развития страны.

Состояние рабочей силы в Азербайджане. В 2022 году численность рабочей силы в стране увеличилась на 607,0 тыс. человек по сравнению с 2010 годом и достигла 5194,4 тыс. человек, из них в экономике занято 4901,1 тыс. человек, безработными являются 293,3 тыс. человек.

Если в 2010 году доля занятых в государственном секторе составляла 26,4 процента от общей численности занятых в экономике, то в 2022 году этот показатель снизился до 21,9 процента, а численность занятых в негосударственном секторе увеличилась в 1,2 раз за этот период.

В 2022 году в производственных сферах (сельском хозяйстве и рыболовстве, промышленности, строительстве) работало 2 509,9 тыс. человек или 51,2 процента от общей численности занятых в экономике, а численность занятых в сфере услуг составила 2 391,2 тыс. человек, что составило 48,8 процента занятого населения.

На долю работающих наймом в 2022 году пришлось 1738,7 тыс. человек, или 35,5 процента от общей численности занятых в экономике. Большинство наемных работников были заняты на крупных и средних предприятиях.

За 2010–2022 годы среднемесячная номинальная заработная плата работающих наймом увеличилась в 2,5 раза и составила 840,0 манатов [3].

Производственный травматизм в экономике Азербайджана.

Коэффициент частоты *общего производственного травматизма* в целом по Азербайджану в 2022 году составил 0,16, т.е. 16 случаев на 100 000 работавших. В *промышленности* в 2022 году он, закономерно, выше – 0,30, т.е. больше общенационального в 1,88 раза. В *горнодобывающей* промышленности он закономерно еще выше – 0,39, т.е. больше общенационального в 2,44 раза, в *строительстве* – 0,65, т.е. больше общенационального в 4,06 раза. А в *энергетике* (производство, распределение и поставке электроэнергии, газа и пара) данный показатель составил 0,65, т.е. 65 случаев на 100 000 работавших, что больше общенационального в 4,06 раза.

Показатели производственного травматизма *со смертельным исходом* в целом по стране равны 0,02 в 2022 году или 2 случая на 100 000 работающих, т.е. в 8 раз меньше, чем уровень общего травматизма (табл.1, график 1)

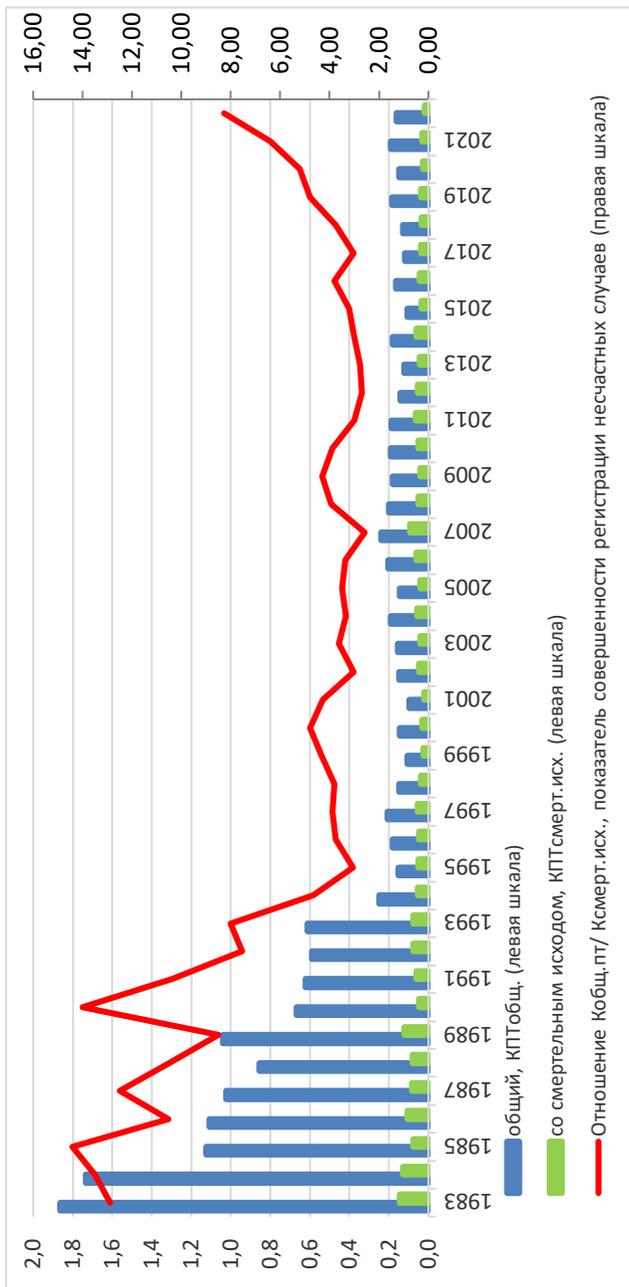
Данные о производственном травматизме в развитых странах за последние 30 лет свидетельствуют о снижении более быстрыми темпами травматизма *со смертельным исходом* по сравнению с *частотой всех НС на производстве*. К сожалению, такая картина не наблюдается на постсоветском пространстве, в частности в Азербайджане. Причины такого казуса были детально разобраны в [1].

Анализ статистических данных по Азербайджану за последние 10 лет свидетельствуют о том, что общий уровень производственного травматизма в стране снижается крайне медленно и нестабильно. При этом тенденция к понижению уровня производственного травматизма поддерживается не столько из-за улучшения условий труда на рабочих местах и повышения культуры безопасности, сколько из-за повышения доли работников тех сфер производственной деятельности, которые традиционно отличаются низкими показателями травматизма (по классификации КДЕС (ред. 2) 14 разделов ВЭД: А, G, I, K, L, M, N, O, P, Q, R, S, T, U) [1, с.11].

Коэффициенты частоты производственного травматизма по видам экономической деятельности в Азербайджане за период 2018–2022 гг.

ВЭД по классификации КДЕС (ред.2) общий производственный травматизм ($K_{\text{общ}}^{\text{ПТ}}$) по стране в целом	2018	2019	2020	2021	2022
	0,13	0,18	0,15	0,19	0,16
в том числе:					
в горнодобывающей промышленности	1,03	1,69	1,11	0,65	0,39
в обрабатывающей промышленности	0,31	0,37	0,38	0,35	0,25
в производстве, распределении и поставке электроэнергии, газа и пара	0,44	0,59	0,53	0,66	0,65
в водоснабжении, очистке и переработке отходов	0,12	0,10	0,10	0,06	0,12
в строительстве	0,41	0,44	0,32	0,47	0,65
на транспорте и складировании	0,21	0,37	0,22	0,34	0,26
в области информации и связи	0,15	0,35	0,13	0,43	0,16
в других видах экономической деятельности	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01
производственный травматизм с летальным исходом ($K_{\text{Смерт.}}^{\text{ПТ}}$), по стране в целом	0,03	0,04	0,03	0,03	0,02
в том числе:					
в горнодобывающей промышленности	0,15	0,17	0,09	0,00	0,09
в обрабатывающей промышленности	0,06	0,02	0,03	0,05	0,02
в производстве, распределении и поставке электроэнергии, газа и пара	0,15	0,26	0,18	0,33	0,22
в водоснабжении, очистке и переработке отходов	0,05	0,07	0,07	0,03	0,00
в строительстве	0,14	0,13	0,09	0,09	0,06
на транспорте и складировании	0,04	0,09	0,03	0,05	0,05
в области информации и связи	0,00	0,04	0,00	0,13	0,00
в других видах экономической деятельности	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01

Источник: коэффициенты рассчитаны автором на основе данных Азстата за период 2018–2022 гг. [3]



Источник: график составлен автором на основе данных МОГ (ILOSTAT exroget) за период 1983–2022 гг. для Азербайджана [1,5].

График 1. Коэффициенты частоты травматизма (в том числе показатель совершенности регистрации несчастных случаев) в Азербайджане за период 1983–2022 гг.

К сожалению, имеет место и традиционная практика сокрытия несчастных случаев на производстве, как работником, так и работодателем [1, с.12].

Промышленность. Согласно классификации Азстат, к промышленности относят: горнодобывающую промышленность; обрабатывающую промышленность; производство, распределение и поставку электроэнергии, газа и пара; водоснабжение, очистку и переработку отходов.

Согласно методологическому пояснению Азстата, к *работающим в неблагоприятных условиях труда* он относит работающих (1) в условиях, не соответствующих санитарно-гигиеническим нормам на рабочем месте; (2) на работах с тяжелыми и вредными условиями труда и на рабочих местах, непригодных для работы по климатическим условиям; (3) на оборудовании, не соответствующем требованиям безопасности труда. Этот показатель охватывает такие ВЭД, как промышленность (B,C,D,E), строительство (F), транспорт и складирование (H), информационно-коммуникационный сектор экономики (J).

Так, в промышленности удельный вес работающих по найму *в неблагоприятных условиях труда* (которым по результатам АРМ определены льготы и компенсации) относительно всех работающих по найму в вышеперечисленных ВЭД (B,C,D,E,F,H,J) был равен в целом за 2022 год 11,15 % (14,6 % в 2010 году).

В свою очередь, удельный вес работающих по найму *в условиях, не соответствующих санитарно-гигиеническим нормам* (которым по результатам АРМ определена надбавка к тарифной ставке) относительно всех работающих по найму в промышленности, составил 12 % (женщин – 4%, мужчин – 8%). Причем 5,1 % женщин и 9,9 % мужчин, работающих по найму в целом в промышленности, получали надбавку к тарифной ставке за такие вредные факторы рабочей среды, как повышенные показатели шума (женщин – 1,7 %, мужчин – 3,5%), вибрации (женщин – 0,4%, мужчин – 1,3 %), излучения (женщин – 0,0 %, мужчин – 0,0 %), концентрации химических веществ (женщин – 2,3 %, мужчин – 2,7 %) и АПФД в воздухе рабочей зоны (женщин – 0,7 %, мужчин – 2,3 %).

Половой состав работающих по найму *в условиях, не соответствующих санитарно-гигиеническим нормам* (которым по результатам АРМ определена надбавка к тарифной ставке) относительно *всех работающих по найму в неблагоприятных условиях труда* в промышленности, составил 13,2 % женщин и 86,8 % мужчин. Причем среди них получали надбавку к тарифной ставке за такие вредные факторы рабочей среды, как повышенные показатели шума (женщин – 12,9 %, мужчин – 87,1 %), вибрации (женщин – 8,3 %, мужчин – 91,7 %), излучения (мужчин – 100,0 %), концентрации химических веществ (женщин – 20,3 %, мужчин – 79,7 %) и АПФД в воздухе рабочей зоны (женщин – 8,8 %, мужчин – 91,2 %).

В свою очередь, в том же году в промышленности в целом удельный вес работающих по найму *на работах с тяжелыми и вредными условиями труда и на рабочих местах, непригодных для работы по климатическим условиям* (которым, по соответствующим Постановлениям Кабмина АР и результатам проведенной АРМ, определен дополнительный отпуск, укороченный рабочий день, льготное пенсионное обеспечение, бесплатное молоко или другие равноценные пищевые продукты, лечебно-профилактическое питание) относительно *всех работающих по найму в промышленности* составил 5,4 % (женщин – 1,0 %, мужчин – 4,4 %).

Причем половой состав работающих по найму *на работах с тяжелыми и вредными условиями труда и на рабочих местах, непригодных для работы по климатическим условиям* относительно *всех работающих в неблагоприятных условиях труда* в промышленности, составил 6,5 % женщин и 93,5 % мужчин. Более того, 9,7 % работающим было дано право на дополнительный отпуск за неудовлетворительные условия труда (12,7 % – в 2010 году), а 0,4 % – укороченный рабочий день (0,1 % – в 2010 году).

Число потерянных человеко-дней по причине производственного травматизма, за период 2015–2020 гг. по всей экономике колеблется в пределах 4300, 4803, 4128, 3137, 3236, 3828 человеко-дней соответственно по годам.

Проанализировав динамику затрат *промышленных предприятий* на технологические инновации в различных отраслях экономики в течение пяти лет, с 2018 по 2022 год, важно отметить следующие ключевые моменты: если в 2018 году около 80 % инвестиций в технологические инновации приходились на «внедрение и разработка новых продуктов, услуг, новых процессов», «планирование производства для выпуска новой продукции, других видов подготовки производства или применения новых услуг или методов их производства» и «научные исследования и работы», то в 2022 году 95% направлялись на «внедрение и разработка новых продуктов, услуг, новых процессов», «приобретение машин и оборудования, связанных с технологическими инновациями» и «приобретение новых технологий» [3]. Данное обстоятельство должно сыграть положительную роль в улучшении показателей травматизма в данном секторе экономики.

Поскольку предприятия квалифицируются по численности работающих и по годовому доходу [7], а организация охраны труда различается на разных по численности предприятиях, то представляет интерес их дифференциация по численности работников.

Группировка числа действующих промышленных предприятий по размеру, на 2022 год, следующая: микропредприятия (1–10 работников) – 57 % (51 % – в 2019 г.), малые (11–50 работников) – 22 % (23 % – в 2019 г.), средние (51–250 работников) и крупные (251 и выше работников) – 22 % (26 % – в 2019 г.).

Как видно, в данном секторе промышленные предприятия в большинстве своем сосредоточены в микро и малых предприятиях (79 %), что делает необходимым проведение более эффективной и результативной государственной политики по управлению охраной труда в этом сегменте, учитывая что в микро- и малых предприятиях есть склонность к пренебрежению нормам и правилам охраны труда, а также наличие объективно малых финансовых средств для применения современных технологий, покупки наиболее безопасного оборудования, а также для внедрения лучших практик корпоративного управления охраной труда (например, ISO 45001:2018).

Проанализировав распределение занятого населения по ВЭД, можно проследить, что в промышленности в целом наблюдается повышение доли занятых с 7,4% в 2018 году до 7,7% в 2022 году. «Сельское хозяйство, лесное хозяйство и рыболовство» составило 35,8 в 2022 году, а строительство – 7,7%. В остальных ВЭД, доля занятого населения вместе взятых составляет 48,8% в 2022 году [3], что соответствует показателям среднеразвитой индустриально-аграрной страны.

Количество действующих предприятий, работающих в сфере *промышленности*, увеличилось с 2837 в 2018 до 4095 предприятий в 2022 году. Численность работающих по найму также увеличилась с 211,8 тыс. человек в 2018 до 224,9 тыс. человек в 2022 году. Это составляет 12,9 % в числе всех занятых в 2022 году в экономике страны.

Среднемесячная продолжительность рабочего времени за 2022 год в промышленности составило 148,4 часов, причем для мужчин это значение выше (151,8 часов), чем для женщин (140 часов).

Горная промышленность. Добыча полезных ископаемых – это важная отрасль, которая обеспечивает общество сырьем для различных производственных процессов. Однако, условия труда в этой отрасли сопряжена с многочисленными и разнообразными опасностями. Защита работников и обеспечение промышленной безопасности являются важными аспектами в этой сфере.

Важным аспектом в оценке безопасности отраслевых условий труда является степень механизации и автоматизации трудовых операций. Ручной труд, механизированный труд с дополнительными вспомогательными операциями ручного труда, механизированный труд без таких операций, а также автоматизированный труд с и без них имеют различную степень опасности. Важно учитывать, что даже в случае механизированного или автоматизированного труда, дополнительные вспомогательные операции могут увеличить степень опасности. Примером таких операций может служить обслуживание и ремонт оборудования.

В горнодобывающей промышленности (367 предприятий) Азербайджана, которая традиционно представлена добычей природного газа, нефти, цветных металлов, бокситов, железной руды, бла-

годаря высокому уровню механизации, высокой квалификации персонала и строгим технологическим регламентам, этот сектор смог снизить профессиональный риск до неустранимого минимума.

Тем не менее, опасности, связанные с горнодобычей, по-прежнему требуют дополнительных мер безопасности и внимания. Так, в 2022 году показатели общего производственного травматизма составили 39 случаев, а смертельного – 9 случаев на 100 000 работающих по найму, соответственно.

Группировка действующих горнодобывающих предприятий по размеру, за 2022 год следующая: микропредприятия – 55 % (52 % – в 2019 г.), малые – 22 % (24 % – в 2019 г.), средние и крупные – 23 % (24 % – в 2019 г.). Как видно из разбивки, на микро – и малые предприятия приходится 77 % предприятий, что делает необходимым проведение более эффективной и результативной государственной политики по управлению охраной труда в этом сегменте экономики.

Количество действующих предприятий, работающих в сфере горнодобычи, постепенно увеличивается и составило 367 предприятий в 2022 году. Численность работающих по найму составляет 33,7 тысяч человек в 2022 году. Это составляет 0,8% в числе всех занятых в экономике Азербайджана.

Динамика роста зарплат в нефтегазовой промышленности за 2005–2022 гг. показывает, что средняя зарплата выросла более чем в 43 раза. Однако средняя зарплата в не нефтегазовой промышленности увеличилась с 2005 года только в 2,5 раза.

Среднемесячная продолжительность рабочего времени за 2022 год в этой отрасли составило 142,7 часов, причем для мужчин это значение выше (144,0 часов), чем для женщин (135,7 часов).

Среди всех затрат на технологические инновации в различных отраслях экономики в течение пяти лет, с 2018 по 2022 год, в базовом году на долю горнодобывающей промышленности пришлось 4,0 %, в 2022 году – 0,1% [3].

Строительство. На другом полюсе обеспечения безопасности находится строительная отрасль, где профессиональные риски имеют

совершенно другие характеристики. Здесь наблюдается низкий уровень механизации работ, что часто означает, что работники подвергаются более высокому уровню физической нагрузки. Стройплощадки могут быть опасными из-за работы на высоте, а также из-за переменности рабочих мест и условий.

Количество действующих предприятий, работающих в сфере строительства, постепенно увеличивается и составило 2332 предприятий в 2022 году. Численность работающих по найму составляет 124,6 тысяч человек в 2022 году. Это составляет 2,5% в числе всех занятых в экономике Азербайджана.

Среднемесячная номинальная заработная плата выросла в строительстве с 2018 года только в 1,16 раза, оставаясь практически неизменной. Это указывает на рост «теневых» заработных плат в строительной отрасли, поскольку рост спроса на рабочую силу и инфляции не может не быть скомпенсирован работодателем.

Среднемесячная продолжительность рабочего времени за 2022 год в строительстве составило 156,7 часов, причем для мужчин это значение достаточно выше (159,0 часов), чем для женщин (139,4 часов).

Важно отметить, что в строительстве недостаточно подготовленные работники (а их масса) сталкиваются с большими рисками при выполнении задач, требующих специализированных знаний и навыков. Так, в 2022 году показатели общего производственного травматизма и смертельного составили 65 случаев и 6 случаев на 100 000 работающих по найму, соответственно. Это выше, чем в горной промышленности и в промышленности в целом в 1,67 и в 2,17 раза соответственно, но одинаково с сектором «производство, распределение и поставка электроэнергии, газа и пара».

В строительстве в целом за 2022 год удельный вес всех работающих по найму *в неблагоприятных условиях труда* (которым по результатам АРМ определена надбавка к тарифной ставке) относительно всех работающих по найму в экономике был равен 3,9 %, (в 2010 году – 5,5 %). Более того, только 0,2 % работающим было дано право на дополнительный отпуск за неудовлетворитель-

ные условия труда (4,5 % – в 2010 году), а 0,1% - укороченный рабочий день (0,1% – в 2010 году) [3].

Энергетика (производство, распределение и поставка электроэнергии, газа и пара)

Относительно высокий уровень автоматизации и высокая квалификация персонала должны делать энергетику, в принципе, одной из самых безопасных отраслей. Тем не менее, даже небольшая ошибка может привести к катастрофическим последствиям, включая человеческие жертвы, а потому в 2022 году показатели общего производственного травматизма и смертельного составили 65 случаев и 22 случаев на 100 000 работающих по найму, соответственно. Это с одной стороны подчеркивает важность строгого соблюдения технологических регламентов и качественного обучения персонала, а с другой заставляет задуматься об истинных причинах столь высокого уровня производственного травматизма в данном секторе экономики. Так, показатель общего травматизма здесь больше общенационального в 4,06 раза, горнодобывающей промышленности в 1,67 раза, обрабатывающей промышленности в 2,6 раза. В свою очередь, показатель производственного травматизма *со смертельным исходом* в энергетике – 22 случаев на 100 000 работавших больше общенационального в 11 раз, горнодобывающей промышленности в 2,4 раза, обрабатывающей промышленности в 11 раз. (табл. 1).

Среднемесячная продолжительность рабочего времени за 2022 год в энергетике составило 154,45 часов, причем для мужчин это значение выше (155,3 часов), чем для женщин (149,3 часов).

Если проанализировать расходы на технологические инновации по областям применения в «производстве, распределении и поставке электроэнергии, газа и пара», то приходишь к любопытным, и вполне объясняющим цифрам: оказывается, последний раз инвестиции по части «приобретение машин и оборудования, связанных с технологическими инновациями» были произведены в 2012–13 гг. и составили около 1,5 млн. манатов, а по части «внедрение и разработка новых продуктов, услуг, новых процессов» около 1,4 млн манатов в период 2005–13 гг., в то время как в 2022 году они и вовсе составили 0 %, а в переработку перетекло 99,9 % всех инновационных инвестиций.

Ко всему сказанному можно также добавить резкое увеличение проектов по строительству энергетической инфраструктуры в Карабахском и Восточно-Зангезурском экономических районах в рамках Программы «Великого возвращения», что также повлияло на увеличение травматизма в данном ВЭД.

Согласно данным Азстата (таблица 2), в энергетике 98,2 % работающих наймом заняты в госпредприятиях, где, как правило, учет несчастных случаев ведется добросовестно. Это вносит свои коррективы в показатели травматизма. Скорее всего показатели травматизма в энергетике отражают истинную картину, а в других отраслях эти показатели занижены.

Стоит также отметить, что в данном секторе экономики функционировало в 2022 году 273 предприятий. Преобладали в основном государственные предприятия, их число увеличилось с 222 в 2015 году до 234 в 2022 году. Группировка действующих предприятий по «производству, распределению и поставке электроэнергии, газа и пара» по размеру, за 2022 год следующая: микропредприятия – 37 % (21 % – в 2019 г.), малые – 19% (26 % – в 2019 г.), средние и крупные – 44% (53% – в 2019 г.). Как видно из разбивки, на микро – и малые предприятия приходится 56 % предприятий, что также делает необходимым проведение более эффективной и результативной государственной политики по управлению охраной труда в этом сегменте экономики.

Количество действующих предприятий, работающих в сфере «производства, распределения и поставки электроэнергии, газа и пара» постепенно увеличивается и составило 273 предприятий в 2022 году. Численность работающих по найму – 27,9 тысяч человек в 2022 году. Это составляет 0,57 % в числе всех занятых в экономике Азербайджана. [3]

Таблица 2

Численность работающих наймом в 2022 году, по формам собственности, тыс. человек (на конец года)

Название раздела ВЭД по классификации КДЕС (ред.2)	в том числе,		в %,		Число лиц, потерявших трудоспособность и погибших при несчастных случаях на производстве – всего, чел.	Число погибших в результате несчастных случаев – всего, чел.	Пересчет по методике оценки вероятного общего числа пострадавших на производстве (МОТ) – всего, чел.	К ^{ПТ} _{общ.}	К ^{ПТ} _{общ.}	
	тос.	нетос.	тос.	нетос.						
Итого	1738,7	904,1	834,6	52	48			0,16	0,02	
По экономике – всего, тыс.чел.										
Производство, распределение и поставка электроэнергии, газа и пара	27,9	27,4	0,5	98,2	1,8	18,0	6,0	>3000	0,65	0,22
Водоснабжение, очистка и переработка отходов	33,6	30,4	3,2	90,5	9,5	4,0	0,0	-	0,12	0
Транспорт и складирование	73,5	42,5	31,0	57,8	42,2	19,0	4,0	>2000	0,26	0,05
Информация и коммуникация	31,9	14,0	17,9	43,9	56,1	5,0	0,0	-	0,16	0
Горнодобывающая индустрия	33,7	11,7	22,0	34,7	65,3	13,0	3,0	>1500	0,39	0,09
Строительство	124,6	25,8	98,8	20,7	79,3	81,0	8,0	>4000	0,65	0,06
Обрабатывающая промышленность	129,7	17,2	112,5	13,3	86,7	32,0	3,0	>1500	0,25	0,02

Источник: показатели рассчитаны автором на основе данных Азстата [5]

Расходы на мероприятия по охране труда

Анализ динамики расходов учитывает инфляционные процессы в рамках концепции "реальной стоимости" или "корректированных на инфляцию" расходов. Это позволит учесть изменения в ценах и сохранить сопоставимость между разными годами. Данные Азстата по расходам на мероприятия по охране труда в экономике в целом (таблица 5) показывают (расходы в 2022 году скорректированы с использованием индекса инфляции). Так, номинально расходы увеличились более чем в 1,5 раза, что можно объяснить несколькими факторами: увеличением номинального количества занятых за этот период, которым также надо приобретать СИЗ, отправлять на переподготовку и повышение квалификации, платить компенсации и льготы за неудовлетворительные условия труда и прочее; рост цен за 12 лет на 81,79 %; снижение стоимости национальной валюты за 12 лет на 47,72 %. [6]

Последние обстоятельства действительно стоит рассмотреть более внимательно, так, если учесть, среднюю девальвацию 0,07 маната в год, то пересчитав цены на 2022 год окажется, что расходы на человека выросли всего на 0,9 маната.

Все это говорит о недостаточном внимании руководителей предприятий к вопросам охраны труда работающих у них и на них лиц.

Заключение

Отраслевые условия труда являются важным фактором уровня травматизма, обнаруживая различия в профессиональных рисках по отраслям и странам. Анализ этих различий позволяет фокусно улучшать условия труда, тематику обучения и методы безопасной работы, а также оценить влияние на оплату труда и структуру рабочей силы.

Расходы на мероприятия по охране труда, в экономике в целом, за 2010–2022 гг., в манагах

Годы	Среднегодовая численность наемных работников	Расходы на мероприятия по охране труда, тыс. манатов	Расходы на мероприятия по охране труда, на I работающего наймом, в манагах	Реальное значение, с учетом инфляции, на 2022 год, в манагах	Размеры минимальной заработной платы, установленной в республике, в манагах	Доходы населения страны на человека в месяц, в манагах	Прожиточный минимум по стране, в манагах
2010	1382900	31596,6	22,8	33,68	85	147,40	87
2011	1387500	33573,8	24,2	34,98	93,5	173,00	95
2012	1480700	50507,2	34,1	47,67	93,5	202,00	108
2013	1514000	50800,7	33,6	46,76	105	221,40	116
2014	1519700	53428,7	35,2	48,46	105	234,90	125
2015	1502500	67873,5	45,2	61,83	105	245,60	131
2016	1514300	70620,1	46,6	62,51	105	264,70	136
2017	1525000	62075,8	40,7	50,78	116	278,20	155
2018	1551700	65799,8	42,4	48,17	130	286,00	173
2019	1646600	62131,7	37,7	42,07	250	298,40	180
2020	1698700	61562,8	36,2	39,54	300	297,80	190
2021	1709100	66182,6	38,7	41,27	300	308,60	196
2022	1738700	60200,5	34,6	34,6	345	333,43	210

Примечание: По данным Центрального банка Азербайджана, курс доллара по отношению к манату с сентября 2017 года не изменился, оставшись на уровне 1,7000 манага. (14.11.2023). Покупательная способность на начало 2022 года: 0,52 манага относительно 1 манага на 2010 год. Рост цен за 12 лет: 81,79%. Снижение стоимости за 12 лет: 47,72%. Это соответствует средней девальвации 0,07 манага в год. [6]

Список литературы

1. Абдулазизов Р.С. Статистика производственного травматизма в Азербайджанской Республике: проблемы и решения // Безопасность и охрана труда. 2023;(3): С. 5–14. DOI 10.54904/52952_2023_3_5
2. Файнбург Г.З., Розенфельд Е.А. Простой практический метод комплексной оценки условий труда // Безопасность и охрана труда. 2022;1:5–14 DOI 10.54904/52952_2022_1_05
3. Официальный сайт Государственного комитета статистики АР <https://www.stat.gov.az/source/labour/>
4. Единая электронная база данных правовых актов Министерства юстиции Азербайджанской Республики <http://www.e-qanun.az/>
5. Народное хозяйство Азербайджанской ССР в 1988 г. Статистической ежегодник. – Б.: Азернешр, 1990. – 424 с. <https://istmat.org/node/53400>
6. <https://www.worlddata.info/asia/azerbaijan/inflation-rates.php>
7. <https://www.taxes.gov.az/ru/page/mikro-kicik-orta-ve-iri-sahibkarliq-subyektlerinin-bolgusu-meyarlarinin-tesdiq-edilmesi>

Об авторе

Абдулазизов Рза Салех оглу, докторант (PhD) Азербайджанского государственного университета нефти и промышленности, начальник отдела охраны труда и промышленной безопасности ООО «Baku Business Consulting», г. Баку, Азербайджанская Республика, e-mail: rza.abdulazizov@gmail.com

About the author

Rza Saleh oglu Abdulazizov, PhD student at the Azerbaijan State Oil and Industry University, Head of the Department of Occupational Safety and Industrial Security at "Baku Business Consulting" LLC, Baku, Azerbaijan Republic. e-mail: rza.abdulazizov@gmail.com.

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН В СФЕРЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОГО ТРУДА

**Г.М. Рахимова, Ж.О. Ошакбаева, А.Р. Енсебаева,
Л.И. Едильбаева, Н.Ж. Тикибаева, М.Б. Текенова**

РГП на ПХВ «Республиканский научно-исследовательский институт по охране труда» Министерства труда и социальной защиты населения Республики Казахстан, г. Астана, Республика Казахстан

В данной статье представлены основные результаты научного исследования проведённого в рамках НТП «Риск-ориентированные организационно-экономические механизмы обеспечения безопасного труда в условиях современного Казахстана» (ИРН ОР11865833), акцентирующих внимание общественности на необходимости ужесточения государственной политики в области охраны труда через призму совершенствования национального законодательства посредством внедрения риск-ориентированных превентивных механизмов.

Ключевые слова: безопасный труд, охрана труда, профессиональный риск, средства индивидуальной защиты, затраты, компетенции.

CURRENT ISSUES OF IMPROVING THE LEGISLATION OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN IN THE FIELD OF ENSURING SAFE WORK

**G.M. Rakhimova, Zh.O. Oshakbaeva,
A.R. Yensebaeva, L.I. Edilbaeva, N.Zh. Tikibaeva,
M.B. Tekenova**

RSE on REM "Republican Research Institute for Labor Protection" of the Ministry of Labor and Social Protection population, Republic of Kazakhstan, Astana, Republic of Kazakhstan

This article presents the main results of a scientific study conducted within the framework of the STP «Risk-oriented organizational-economic mechanisms of safe work in conditions of modern Kazakhstan» (IRN OR11865833) focusing public attention on the need to tighten state policy in the field of occupational safety through the prism of improving national legislation through the introduction of risk-oriented preventive mechanisms.

Keywords: safe work, occupational safety and health, professional risk, personal protective equipment, costs, competence, risk-oriented approach.

Законодательно, требования по охране труда устанавливаются многими нормативно-правовыми актами, имеющими разную юридическую силу, и распространяются на все субъекты трудовых правоотношений вне зависимости от организационно-правовой формы. Нарушение положений нормативных документов по охране труда влечет за собой секционные меры размер, которых зависит от тяжести совершенного правонарушения.

С введением в 2020 году в трудовое законодательство РК¹ в сфере охраны труда риск-ориентированного подхода (далее – РОП), в соответствии с требованиями Конвенции МОТ №187², обозначен новый этап развития государственной политики. На законодательном уровне введено требование к работодателям о создании СУОТ, основанной на управлении профессиональными рисками. Эти меры, относятся к стратегическим важным направлениям государственной политики, которая в соответствии с Национальным планом развития РК до 2025 года³, основывается на оценке рисков.

¹ Трудовой кодекс Республики Казахстан от 23 ноября 2015 года // <https://adilet.zan.kz/rus/docs/K1500000414>

² Конвенция об основах, содействующих безопасности и гигиене труда №187 // https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_norm/---normes/documents/normativeinstrument/wcms_c187_ru.htm

³ Указ Президента Республики Казахстан от 15 февраля 2018 года № 636 «Об утверждении Национального плана развития Республики Казахстан до 2025 года и признании утратившими силу некоторых указов Президента Республики Казахстан» // <https://adilet.zan.kz/rus/docs/U1800000636>

В соответствии с этим все составляющие элементы СУОТ должны быть увязаны с профессиональными рисками через призму выявления вредного воздействия производственных факторов на каждом конкретном рабочем месте и снижения риска возникновения несчастных случаев и профессиональных заболеваний на основе оценки рисков. Кадровое развитие в области охраны труда также должно базироваться на знаниях о рисках, которым подвергается работник на рабочем месте, а сама СУОТ должна быть финансово обеспечена в достаточном объеме.

Научные исследования, проведенные Республиканским научно-исследовательским институтом по охране труда (далее – РНИИОТ) в рамках выполнения Плана действий по обеспечению безопасного труда в Республике Казахстан до 2025 года⁴, направлены на совершенствование научной теории и методологии обеспечения реализации прав работников на безопасный труд, развитие охраны труда, содействие улучшению условий труда и снижению профессиональных рисков.

Научное обоснование применения экономического механизма в охране труда на основе бюджетирования мероприятий как необходимой части организационно-плановой работы, и разработки механизма обеспечения СИЗ на основе РОП на предприятиях всех видов экономической деятельности позволили обосновывать актуальность научных исследований и сформировать следующие выводы.

На сегодняшний день в Казахстане отсутствуют отдельные НПА по планированию расходов на охрану труда. При этом, в нормативных актах отражен порядок, регулирующий все предусмотренные меры (нормы, нормативы, списки, перечни, рационы, режимы и тд.).

Вместе с тем, норма по финансированию мер по охране труда за счет работодателя заложена в Трудовом Кодексе РК. В частности, действует строго регламентированный порядок выдачи работникам специальной одежды и других СИЗ, обеспечения их средствами кол-

⁴ Постановление Правительства Республики Казахстан от 17 июня 2021 года № 419 «Об утверждении Плана действий по обеспечению безопасного труда в Республике Казахстан до 2025 года» // <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P2100000419>

лективной защиты за счет средств работодателя в соответствии с Правилами выдачи работникам молока или равноценных пищевых продуктов и (или) специализированных продуктов для диетического (лечебного и профилактического) питания, специальной одежды и других средств индивидуальной защиты, обеспечения их средствами коллективной защиты, санитарно-бытовыми помещениями и устройствами за счет средств работодателя № 1054⁵, а также Нормами выдачи специальной одежды и других СИЗ работникам организаций различных ВЭД № 943⁶

Следует отметить, что строго регламентированный подход к выдаче СИЗ на основе установленных стандартов в условиях пандемии показал свою неэффективность. В этой связи, особенно актуально научное обоснование защитных мер от воздействия вредных и опасных производственных факторов. Первоочередной мерой по обеспечению безопасного труда является предоставление работникам СИЗ с учетом профессиональных рисков.

По результатам проведенного сравнительного анализа регламентирующих норм в применении СИЗ, действующих в Казахстане с международной практикой было определено три основных подхода – списочный, риск-ориентированный и гибридный. Основанием идентификации опасностей (рисков) является классификация опасных и вредных производственных факторов, в связи с чем РНИИОТ был разработан Классификатор рисков, связанных с воздействием произ-

⁵ Приказ Министра здравоохранения и социального развития Республики Казахстан от 28 декабря 2015 года № 1054 «Об утверждении Правил выдачи работникам молока или равноценных пищевых продуктов и (или) специализированных продуктов для диетического (лечебного и профилактического) питания, специальной одежды и других средств индивидуальной защиты, обеспечения их средствами коллективной защиты, санитарно-бытовыми помещениями и устройствами за счет средств работодателя // <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V1500012675>

⁶ Приказ Министра здравоохранения и социального развития Республики Казахстан от 8 декабря 2015 года № 943 «Об утверждении норм выдачи специальной одежды и других средств индивидуальной защиты работникам организаций различных видов экономической деятельности»

водственных факторов на организм работника, состоящий из 6-ти наименований рисков – механической, физической, химической, биологической, психофизиологической природы, а также общих производственных загрязнений.

На основе анализа передовой практики применения СИЗ была разработана Номенклатура средств индивидуальной защиты в зависимости от негативных производственных факторов и степени их воздействия – каталог или систематизированный перечень СИЗ, актуализированный европейскими нормами, унифицированный лучшими мировыми практиками в области обеспечения работников СИЗ, который определяет количество (нормы) и ассортимент необходимых в течении определенного срока использования их работодателем на предприятии, на основе оценки риска и (или) применяемой практики.

Также, был выявлен спектр потенциальных рисков воздействия доминирующих и сопутствующих вредных и опасных производственных факторов. В рамках сравнительного анализа номенклатуры СИЗ были рассмотрены нормы действующей практики обеспечения СИЗ работников основных групп профессий. Всего исследованием было охвачено 198 наименований профессий, составлен номенклатурный список рисков, воздействующих на данный перечень профессий из 1279 единиц на каждом рабочем месте.

Исследования на «пилотных» предприятиях подтвердили необходимость и целесообразность применения РОП к обеспечению СИЗ позиции анализа достаточности и обеспеченности СИЗ:

- фактическое состояние применения СИЗ не удовлетворяет требованиям надлежащего хранения, обработки и своевременной замены;
- выдача СИЗ осуществляется не в полном объеме согласно норм, и не в достаточной степени защищает от основных и сопутствующих вредных факторов, а также рисков;
- по результатам корреляции фактических и разработанных данных СИЗ выявлен номенклатурный список доминирующих и сопутствующих вредных и опасных производственных факторов, от которых не обеспечена надлежащая защита на всех «пилотных» предприятиях.

При выявлении спектров доминирующих вредных и (или) опасных производственных факторов, одновременно произведён подбор и дополнительная комплектация передовыми СИЗ согласно разработанной Номенклатуре, и осуществлено вероятностное прогнозирование инициируемых вредными факторами заболеваний в перспективе, на случай необеспечения релевантной защиты.

В рамках проведенных исследований разработан проект Методики обеспечения СИЗ на основе риск-ориентированного подхода, в которой были изложены основные положения и требования к порядку обеспечения работников СИЗ при осуществлении работниками деятельности, связанной с воздействиями вредных и/или опасных производственных факторов (ВОПФ). Основой для Методики явились разработанные РНИИОТ в 2022 году Классификатор рисков, связанных с воздействием производственных факторов на организм работника, а также Номенклатура средств индивидуальной защиты в зависимости от негативных производственных факторов и степени их воздействия. Характерной особенностью Методики является ее преемственность с действующим на отечественных предприятиях порядком обеспечения СИЗ, предполагающим формирование набора СИЗ на основе нормативного подхода с учетом вида экономической деятельности (ВЭД) предприятия и профессии работника.

Основным научным результатом явилось создание пошагового алгоритма действий для выбора СИЗ в зависимости от спектра ВОПФ (доминирующих и сопутствующих), выявляемого при ОПР (или АПО).

В целях гармонизации с международными стандартами при классификации СИЗ были определены 4 уровня защиты и соответствующие защитные средства, установленные Управлением по безопасности и гигиене труда (OSHA) для работающих в условиях рисков и опасностей. Для адаптации и учета отечественной специфики ОПР (или АПО) к мировому опыту применено соотнесение «уровней защиты СИЗ» - А, В, С, D к определённой степени профессиональных рисков (от 3 до 5 и выше). В Методике также было регламентировано присвоение порядковых номеров к защищаемой части тела,

обозначаемых римскими цифрами и шифрование для идентификации всего спектра СИЗ в Номенклатуре.

Помимо этого, РНИИОТ была разработана Методика оценки обеспеченности средствами индивидуальной защиты, определяющая требования к порядку оценки обеспеченности СИЗ работников посредством определения этапов проведения анализа эффективности СИЗ, а также выработки конкретных критериев оценки выбора и применения СИЗ:

- устанавливаются две стадии процедуры оценки соответствия выданных СИЗ фактическому состоянию условий труда на рабочем месте, первая - оценка эффективности выбора СИЗ, и вторая - оценка эффективности применения СИЗ;

- учет всех специфических аспектов применения СИЗ работником, в т.ч. обусловленные его возрастом и физиологическими особенностями (размер головы, геометрические параметры лица и шеи, наличие бороды, усов, длинных волос, очков и дефектов лица) и

- определены критерии оценки обеспеченности и эффективности использования СИЗ: эффективное использование СИЗ на рабочем месте (положительная оценка) - присваивается в том случае, если все показатели при проведении АПО и/или ОНР, получают положительные оценки; неэффективное использование СИЗ на рабочем месте (отрицательная оценка) - присваивается в том случае, если хотя бы один из показателей при проведении АПО и/или ОНР получит отрицательную оценку.

- учитывается экономическая целесообразность (если в минимальных нормах имеются СИЗ, в которых нет необходимости), а также предполагается полная защита работника от выявленных доминирующих и сопутствующих вредных и/или опасных производственных факторов.

Помимо этого, проведена оценка эффективности действующей практики обеспечения СИЗ работников основных профессиональных групп исследованных предприятий была проведена на основе выявления спектра доминирующих вредных и (или) опасных производственных факторов, воздействие которых можно предотвратить с помощью передовых СИЗ.

По итогам проведенных научных изысканий был подготовлен проект Правил выбора и выдачи работникам средств индивидуальной защиты на основе оценки профессионального риска, а также был проведен сравнительный анализ двух подходов к определению номенклатуры СИЗ (нормативного, с учетом утвержденных норм, и риск-ориентированного). Исследование на предприятиях с охватом 98 профессий и определением 90 видов СИЗ согласно утверждённых отраслевых норм, которые составили 724 единицы в целях анализа оценки обеспеченности релевантными СИЗ в разрезе каждой профессии позволило выявить уязвимую категорию работников, которые остаются в зоне риска возникновения травм или профессиональных заболеваний.

Следует отметить, что в рамках апробации на «пилотных» предприятиях разработанная РНИИОТ Методика оценки обеспеченности средствами индивидуальной защиты показала свою прикладную значимость по повышению эффективности мер по обеспечению СИЗ.

Также, были разработаны Рекомендации по совершенствованию норм государственного регулирования по внедрению риск-ориентированного подхода в обеспечении СИЗ посредством внесения изменений в соответствующие НПА, в том числе подзаконные акты:

- статью 16 ТК РК дополнить п. 33-1 следующего содержания: «разрабатывает и утверждает методику обеспечения работников средствами индивидуальной защиты, которая включает перечень средств индивидуальной защиты в зависимости от вредных производственных факторов;

- п.13 Правил выдачи работникам специальной одежды и других средств индивидуальной защиты, за счет средств работодателя изложить в следующей редакции: «средства индивидуальной защиты выдаются на основе результатов оценки профессионального риска при приеме или переводе работников на другую работу либо в связи с истечением срока пользования этих средств»;

- Правила управления профессиональными рисками дополнить приложением - «Классификатор производственных факторов для оценки профессионального риска», подготовленный по результатам

НИР для унификации и применения результатов ОПР в обеспечения работников СИЗ;

- процедура оценки обеспеченности СИЗ, входящая в Правила управления профессиональными рисками (Приказ МТЦЗН РК от 11.09.2020 г. № 363) нуждается в пересмотре и требует дополнения подходом, отраженным в предложенной Методике.

Таким образом, в рамках реализации НТП, впервые в Казахстане, был проработан и обоснован предлагаемый инновационный научный РОП к обеспечению СИЗ. Научные результаты направлены на совершенствование научной теории и методологии обеспечения реализации прав работников на безопасный труд, развитие охраны труда, содействие улучшению условий труда и снижению профессиональных рисков

Помимо этого, в рамках научных исследований осуществлен комплексный анализ действующей системы развития профессиональных компетенций по безопасному труду на предприятиях Казахстана.

Он затронул вопросы пересмотра доктринальных подходов к формированию программ обучения, направленных на повышение компетенций руководителей и специалистов в области безопасности и охраны труда.

Так, для выявления характерных особенностей моделей развития профессиональных компетенций в международном аспекте нормативно-правового регулирования проведен анализ зарубежной практики по организации и проведению обучения лиц, занятых в сфере охраны труда таких стран как: Великобритания, США, страны ЕС, Южная Корея, Российская Федерация, Республика Беларусь, Республика Узбекистан.

По результатам анализа установлены основные тренды развития риск ориентированной модели обучения по охране труда, в числе которых: обучение в течение всей жизни, адаптивное обучение, усиление взаимосвязи «теории» и «практики», дуальное обучение и т.д.

Выявлено, что правовое регулирование охраны труда можно разделить на три основных подхода: «жесткий», «мягкий» и «смешанный». «Жесткий» – характеризуется директивной формой разра-

ботки и обеспечения соблюдения предписывающих правил со стороны правительства. «Мягкий» - характеризуется совместным управлением работодателями и регулирующими органами рисками безопасности и охраны труда, и рисками в социальной сфере посредством технических и управленческих стандартов, руководств и норм. «Смешанный», - добровольно принимаемые инициативы, основанные на здравом смысле (ключевые идеи или основные концепции должны быть включены в управление рисками и в профилактические мероприятия).

На основании результатов анализа особенностей моделей развития профессиональных компетенций в международном аспекте нормативно-правового регулирования были выявлены пробелы действующей казахстанской системы повышения профессиональных компетенций (отсутствие единообразия в терминологическом обороте и понятийном аппарате), и сформулированы научно-обоснованные рекомендации по использованию зарубежного опыта по дальнейшему совершенствованию национальной практики развития профессиональных компетенций, посредством актуализации норм действующего законодательства по вопросам повышения компетенций по безопасному труду (раздел 3 Приказа № 1019 МТСЗН «Об утверждении Правил и сроков проведения обучения, инструктирования и проверок знаний по вопросам безопасности и охраны труда работников, руководителей и лиц, ответственных за обеспечение безопасности и охраны труда»⁷).

В целях выработки предложения и рекомендаций, направленных на совершенствование национальной модели развития профессиональных компетенций, был проведен сравнительный анализ регламентирующих норм в развитии профессиональных компетенций, действующих в Казахстане с международной практикой по результа-

⁷Приказ МТСЗН от 25 декабря 2015 года «Об утверждении Правил и сроков проведения обучения, инструктирования и проверок знаний по вопросам безопасности и охраны труда работников, руководителей и лиц, ответственных за обеспечение безопасности и охраны труда» // <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V1500012665#z74>

там которого определено, что нормативное регулирование обучения в области ОТ в исследуемых странах, по сравнению с казахстанским, носит более императивный характер. Императивный характер правовой регламентации порядка обучения безопасным методам работы, проведения инструктажей по охране труда и проверку знаний по вопросам охраны труда стран дальнего зарубежья (страны ЕС, США, Великобритания, Южная Корея), с учетом международных стандартов в данной области способствует формированию действенной системы обучения по охране труда направленного на укрепление связи между национальными целями устойчивого развития, корпоративной социальной ответственностью, безопасностью труда, охраной здоровья и обеспечением благополучия населения.

Результаты исследования позволили не только определить методы безопасной работы в условиях воздействия спектра вредных и (или) опасных производственных факторов, но и сформировать проект расширенного Перечня профессиональных компетенций, позволяющих предупредить негативное воздействие производственных факторов с учетом навыков и знаний.

На основе полученных результатов (прошедших апробацию на пилотных предприятиях) были выработаны предложения и рекомендации по трансформации действующей практики повышения профессиональных компетенций, посредством:

- разграничения процедуры обучения и проверки знаний;
- внедрения централизованной онлайн платформы по проверке знаний;
- усиления требований к лекторам, привлекаемым к обучению в сфере охраны труда по учебным программам (модулям) и ведения их онлайн регистрации;
- формирования единых перечней учебных центров, лекторов и выданных сертификатов.
- пересмотра категорий обучаемых на основе их функционала;
- создания единого учебно-методического центра;

- разработки типовых учебных программ по развитию профессиональных компетенций (общие, специальные, управленческие) с учетом категорий обучаемых.

Перспективы развития системы повышения профессиональных компетенций в сфере охраны труда в Республике Казахстан представлено на рисунке.

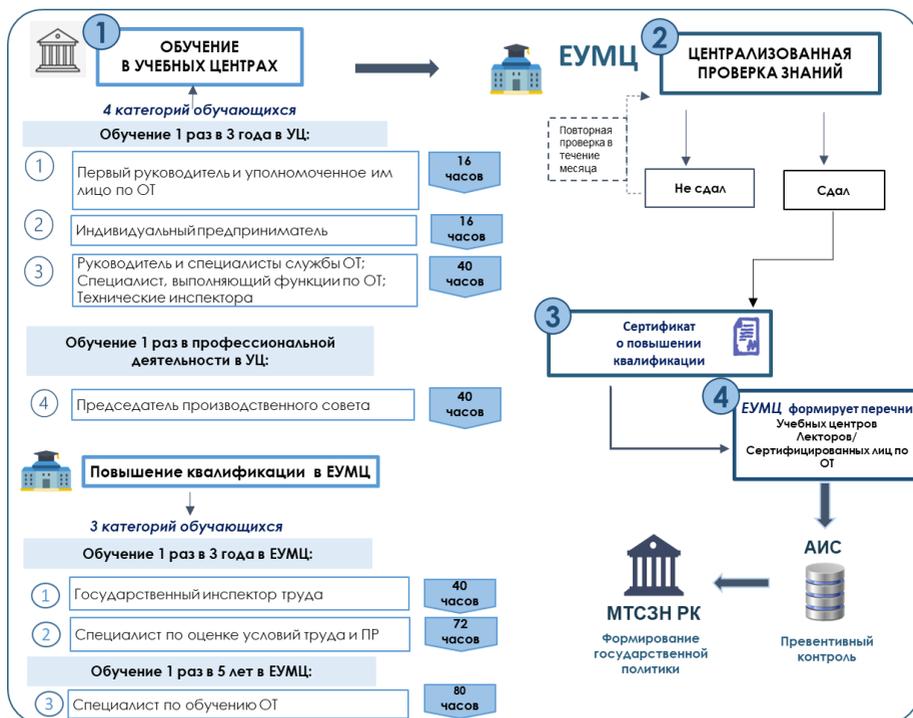


Рис. Проект модели развития профессиональных компетенций в сфере охраны труда в Республике Казахстан

Разграничение обучения и проверки знаний в процессе повышения квалификации руководителей и лиц, ответственных за обеспечение БиОТ имеет ряд положительных сторон:

- мониторинг и контроль за деятельностью учебных центров со стороны уполномоченного органа:

- а) ведение централизованной базы по проверке знаний и выдаче сертификатов;
- б) ведение единого перечня лекторов;
- в) ведение единого перечня Учебных центров;
- г) установление минимальных требований к содержанию учебных программ по предлагаемым категорированиям субъектов, подлежащих обязательному прохождению обучения и проверке знаний;
- д) мониторинг качества знаний и обеспечение высококвалифицированными кадрами в целях снижения производственного травматизма;
- е) эффективное приобретение актуальных знаний, профессиональных компетенций на основе принципа непрерывного обучения;
- ж) снижение коррупционных рисков;
- и) рейтинг Учебных центров по результатам проверки знаний.

Предлагаемая трансформация действующей системы повышения на данном этапе предполагает внесение соответствующих изменений и дополнений в ТК РК и 3 раздел Правил 1019 «Порядок и сроки проведения обучения и проверки знаний по вопросам безопасности и охраны труда руководителей и лиц, ответственных за обеспечение безопасности и охраны труда» и не влечет существенных финансовых затрат как со стороны республиканского бюджета так и таких профессиональные участники рынка услуг в области охраны труда как организации обучения (учебных центров).

Также результаты исследования развития профессиональных компетенций в области охраны труда представлены в: научно-информационном издании «Безопасный труд: модели развития профессиональных компетенций» на государственном и русском языках, Методических рекомендациях по внедрению риск-ориентированной модели развития профессиональных компетенций по безопасному труду на предприятии.

Следует отметить, что реализация научно-технической программы «Риск-ориентированные организационно-экономические механизмы обеспечения безопасного труда в условиях современного Казахстана» имеет стратегическую значимость и направлена на научное обоснование реализации задач Национального плана развития РК до 2025 года, Плана действий по обеспечению безопасного труда в РК до 2025 года и Концепции безопасного труда в РК до 2030 года.

Более того, следует отметить, что все научные гипотезы РНИИОТ получили свое подтверждение, тем самым обосновав необходимость

нормативного внедрения научных результатов в трудовое законодательство РК в целях совершенствования экономического стимулирования безопасного труда на предприятиях Республики Казахстан посредством внедрения, унифицированного РОП в бюджетировании затрат, выдаче СИЗ, развитии профессиональных компетенций.

Об авторах

Рахимова Гульнур Мешитбаевна – с.н.с, руководитель ЦПК РНИИОТ, Астана, ул. Кравцова 18, e-mail: rakhimova.gulnur@mail.ru

Ошакбаева Жулдыз Орынтайевна – в.н.с., к.б.н., РНИИОТ, Астана, ул. Кравцова 18, e-mail: oshakbayeva@rniiot.kz

Енсебаева Анель Рахметжановна – в.н.с., к.ю.н., РНИИОТ, Астана, ул. Кравцова 18, e-mail: ensebaeva@rniiot.kz

Едилбаева Лаура Ибрагимовна – в.н.с., филиал «Южный» РНИИОТ, Алма-Аты, Жандосова 2, e-mail: laura.ibragimovna@gmail.com

Тикибаева Назымгул Жаксылыковна – н.с., Астана, РНИИОТ, ул. Кравцова 18, e-mail: tikibaeva.n@rniiot.kz

Текенова Марал Боранбаевна – н.с. РНИИОТ, Астана, ул. Кравцова, 18, e-mail: tekenova.m@rniiot.kz

About authors

Rakhimova Gulnur Meshitbaevna – s.s., head of CPC of RNIOT, Astana, st. Kravtsova 18, e-mail: rakhimova.gulnur@mail.ru

Oshakbaeva Zhuldyz Oryntayevna – l.s., Ph.D., RNIOT, Astana, st. Kravtsova 18, e-mail: oshakbayeva@rniiot.kz

Ensebaeva Anel Rakhmetzhanovna – l.s., Ph.D., VNIOT, Astana, st. Kravtsova 18, e-mail: ensebaeva@rniiot.kz

Edilbaeva Laura Ibragimovna – l.s., RNIOT, branch "Yuzhny" Alma-Ata, Zhandosova 2, e-mail: laura.ibragimovna@gmail.com

Tikibaeva Nazymgul Zhaksylykovna – s., Astana, RNIOT, st. Kravtsova 18, e-mail: tikibaeva.n@rniiot.kz

Tekenova Maral Boranbaevna – s. RNIOT, Astana, st. Kravtsova, 18, e-mail: tekenova.m@rniiot.kz УДК 331.45

ОРГАНИЗАЦИОННО-УПРАВЛЕНЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОХРАНЫ ТРУДА – БАЗОВАЯ ОСНОВА СОХРАНЕНИЯ ЖИЗНИ И ЗДОРОВЬЯ РАБОТНИКОВ

А.М. Елин

Всероссийский научно-исследовательский институт труда
Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации,
г. Москва, Россия

В статье рассматриваются основные проблемы, возникающие при обучении требованиям охраны труда в различных обучающих структурах (вузах, колледжах), формах подготовки персонала, а также непосредственно на производстве или в условиях оказания услуг обучающими центрами с учётом особенностей современных подходов к организации и проведению мероприятий сферы труда с работающим персоналом, направленными на освоение знаний, способствующих сохранению жизни и здоровья, в том числе правовых, организационных и научно - методических принципов и процедур сферы социально-трудовых отношений, обеспечивающих защиту работающего персонала от проявлений различных факторов среды и трудового процесса.

Особо подчёркивается значимость законодательного, нормативного правового и локального регулирования данных процессов в зависимости от особенностей обучающих технологий, организации производства или вида экономической деятельности, а также от личностного отношения к рассматриваемым проблемам непосредственных организаторов и участников. Комплексная и системная их организация и осуществление рассматриваются как действенные компоненты социально-экономических и организационно - управленческих технологий на современном этапе развития производства и управления.

Ключевые слова: охрана (безопасность) труда; сохранение жизни и здоровья персонала; социально-экономические и организационно - управленческие технологии сферы экономики и охраны труда; «человеческий фактор» и его проявления; принципы, методы, процедуры; деятельность и жизнедеятельность; опасности и риски; предупредительно - профилактические мероприятия.

ORGANIZATIONAL AND MANAGERIAL TECHNOLOGIES OF LABOR PROTECTION – A BASIC FOR PRESERVING THE LIFE AND HEALTH OF EMPLOYEES

A.M. Elin

All-Russian Scientific Research Institute of Labor
of the Labor Ministry of the Russian Federation, Moscow, Russia

The article discusses the main problems that arise when teaching occupational safety requirements in various training structures (universities, colleges), forms of personnel training, as well as directly at work or in the conditions of service provision by training centers, taking into account the peculiarities of modern approaches to organizing and conducting labor activities with working personnel aimed at mastering knowledge that contributes to preservation of life and health, including legal, organizational, scientific and methodological principles and procedures in the sphere of social and labor relations, ensuring the protection of working personnel from the manifestations of various environmental factors and the labor process. The importance of legislative, regulatory, legal and local regulation of these processes is emphasized, depending on the features of training technologies, the organization of production or the type of economic activity, as well as on the personal attitude of the immediate organizers and participants to the problems under consideration. Their complex and systematic organization and implementation are considered as effective components of socio-economic and organizational and managerial technologies at the present stage of production and management development.

Keywords: labor protection (safety); preservation of life and health of personnel; socio-economic and organizational and managerial technologies in the field of economics and labor protection; "human factor" and its manifestations; principles, methods, procedures; activities and vital activity; hazards and risks; preventive and preventive measures.

Гарантии приоритетов в сохранении жизни и здоровья работников различных видов экономической деятельности и форм собственности являются важнейшими направлениями государственной политики в сфере охраны труда. Сформированная в рыночных усло-

виях система государственного управления охраной труда существенно изменила законодательную, нормативную правовую и организационную базу на всех уровнях управления.

Хотя за последние годы в Российской Федерации наблюдается снижение общего травматизма, уровень его показателей нельзя считать приемлемым.

Анализ обстоятельств и причин производственного травматизма и профессиональных заболеваний подтверждает, что значительное количество несчастных случаев на производстве происходит вследствие слабого знания должностными лицами и работниками основополагающих требований трудового законодательства, нормативных правовых актов, содержащих государственные нормативные требования охраны труда, безопасных приёмов и методов выполнения работ.

Как свидетельствует международная и отечественная практика, около 80 % несчастных случаев происходит из-за ошибок или неправильных действий работников. Наряду с организационно-техническими причинами (устаревшая техника и организация производства; аварийное состояние оборудования и др.). В процессах труда проявляются психолого-педагогические причины несчастных случаев (слабое внимание, эмоциональная неуравновешенность, склонность к риску, незрелость профессиональных качеств, необученность правилам и приёмам безопасного труда и др.). Эффективность и результативность используемых в настоящее время форм и методов обучения и инструктирования работников по вопросам охраны труда, в ряде случаев не дают желаемых результатов. Удельный вес лиц, охваченных действующими формами обучения, не соответствует требованиям трудового законодательства, нормативных правовых актов, а обучение работников непосредственно на производстве или у работодателя не отрегулировано локальными актами.

Охрана труда направлена на изучение жизнедеятельности человека в процессе труда и совершенствования методов и средств обеспечения благоприятных и безопасных условий труда с одновременным повышением его эффективности и стабилизации экономики.

В работе [9] д.т.н., профессор Русак О.Н., рассматривая вклад учёных России в развитие преподавания дисциплин «Безопасность жизнедеятельности» и «Основы безопасности жизнедеятельности», подчеркивал, что понятия «деятельность» и «жизнедеятельность» считаются синонимами, однако первому в научных исследованиях принадлежит приоритет.

В самом общем виде деятельность определяют как специфически человеческую форму активности, содержанием которой является целесообразное изменение и преобразование окружающего человека мира, т.е. такая активность, которая направлена на достижение сознательно поставленной цели. Бесцельная активность не является деятельностью. Другой важной чертой деятельности является её предварительная продуманность. Всякая деятельность осуществляется при участии сознания и характеризуется определённой структурой, т. е. специфическим набором действий и последовательности их осуществления. Последовательность действий и их характер в значительной степени зависят от объективных условий деятельности, в разных условиях достижение одной и той же цели может складываться из различных действий, поэтому набор отдельных действий становится деятельностью только в том случае, если эти действия подчинены единой цели, которая придаёт им смысл в глазах деятеля.

Деятельность включает в себя мотив, цель, средства, результат и сам процесс. В работах специалистов по безопасности анализу понятия «деятельность» уделяется недостаточно внимания. Советский учёный Л. Н. Гумилёв (1912-1992), создавший учение о человечестве и этносах, объяснял присущее человеку стремление к деятельности пассионарностью (лат. *passio* - страсть). Пассионарность, по Л.Н. Гумилёву, – это внутреннее качество, свойственное *Homo Sapiens* и направленное на достижение какой-либо цели (нередко иллюзорной). Пассионарность является внутренней причиной деятельности. Наличие у некоторых индивидов пассионарности противоречит инстинкту самосохранения, пассионарность обладает индукцией. Это значит, что некоторые люди, оказавшись в непосредственной близости от

пенсионеров, начинают вести себя как пенсионеры. Этот фактор может оказывать влияние на условия безопасности.

Безопасность деятельности, как область научных знаний, является родовым понятием, которое служит основой для многочисленных частных видов наук о безопасности (охрана труда, промышленная безопасность, охрана окружающей среды, экологическая безопасность, пожарная безопасность, чрезвычайные ситуации и др.), а потому изучает общие закономерности, которые конкретизируются в частных дисциплинах.

За прошедшее время написаны несколько учебников и учебных пособий по безопасности жизнедеятельности. Прделанная работа была высоко оценена государством. Указом Президента РФ от 25.01.2005 года группе преподавателей вузов присуждена премия Президента РФ в области образования за 2003 год за научную разработку «Создание системы подготовки специалистов по безопасности жизнедеятельности в высших учебных заведениях» [9]. Дальнейшее развитие безопасности деятельности как области знания возможно на основе диссертационных исследований. Однако, в номенклатуре научных специальностей, безопасность деятельности отсутствует. Таким образом, развитие и совершенствование дисциплины «Безопасность жизнедеятельности» затруднено.

На практике государство было заинтересовано в сохранении жизни и здоровья работающих. Декрет Совнаркома от 17.05.1918 г. «Об утверждении инспекции труда» ставил перед учреждаемой инспекцией цель охранять жизнь и труд людей, находящихся в любых условиях, а не только на производстве. Такая же цель стояла перед дисциплиной «Безопасность жизнедеятельности». Таким образом, сохранение жизни и здоровья работников является важнейшим направлением государственной политики в области организации, охраны и безопасности труда [3].

Отсюда возникает широкий спектр требований, связанных с созданием безопасных технологических процессов, а к руководителям производства, инженерно-техническим специалистам и рабочим предъявляются повышенные требования по организации охраны труда и обеспечению безаварийной работы [10].

Современное состояние охраны труда в Российской Федерации, оцениваемое по уровню статистических показателей травматизма, и реальное положение с условиями труда в ряде видов экономической деятельности и производств, побуждает искать пути оптимальных подходов к устранению или снижению воздействия факторов производственной среды и трудового процесса на работников [12].

В последние годы в Российской Федерации, как на законодательном уровне, так и на уровне федеральных органов исполнительной власти принят комплекс мер, направленных на значительную активизацию профилактических мероприятий.

Минтруд России проводит широкомасштабное обновление и пересмотр действующих стандартов безопасности труда, в том числе правил и иных документов. Привлечение к их рассмотрению и обсуждению широкого актива экспертов и специалистов-производственников позволяет нарабатывать и принимать согласованные правовые и локальные акты для различных видов экономической деятельности.

Для производственных структур России особый интерес представляют организация и контроль охраны и условий труда в наиболее проблемных секторах экономики: добыче полезных ископаемых, агропромышленном и лесозаготовительном комплексах, строительстве, машиностроении, деревообработке, то есть в тех видах деятельности, где состояние охраны и условий труда не полностью отвечает государственным нормативам и не обеспечиваются приемлемые параметры безопасности, гигиены, эргономики и экологии.

Производственный процесс любой технологической сложности связан с риском для жизни и здоровья работников. Угрозу несчастных случаев от опасностей или происшествий нельзя полностью исключить ни в одной производственно-технологической или транспортной системе. Можно привести множество факторов трудового процесса, которые объединяют или разделяют те или иные профессии. Разные работники в различной степени рискуют стать жертвой трагического происшествия на своём рабочем месте. Это зависит от состояния производства, вида трудовой деятельности, особенностей технологии, уровня организации труда, культуры производства и управления охраной труда, а также от профессиональной подготовленности работников и защищённости рабочих мест от воздействия

различных производственных, организационно-управленческих и социально-экономических факторов.

Многолетняя практика подтвердила, что построение эффективной системы государственного управления охраной труда возможно на основе систематического сбора и анализа сведений и информации об условиях труда на рабочих местах, фактах производственного травматизма и профессиональной заболеваемости работников, данных прохождения работниками предварительных и периодических медицинских осмотров, сведений об использовании средств на страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, целенаправленном и последовательном проведении реабилитационных и иных мер профилактического характера.

В сфере организации и управления трудовыми процессами, в том числе управления охраной труда, основной акцент необходимо сделать на устранение управляемых причин, связанных с частотой травмирования и заболеваемости из-за воздействия различных производственных факторов.

В результате системной реализации комплекса мер, предусмотренных первым этапом Концепции демографической политики Российской Федерации на период до 2025 года [6], удалось сохранить тенденцию некоторого сокращения численности пострадавших в результате несчастных случаев на производстве. Однако уровень производственного травматизма со смертельным и тяжёлым исходом в организациях России по-прежнему остаётся высоким, а его показатели превышают такой же параметр развитых стран. По данным Роструда наибольшее число работников, погибших в результате несчастных случаев на производствах зафиксировано в таких видах экономической деятельности, как строительство (22,5 % от общего числа пострадавших со смертельным исходом); обрабатывающие производства (17,2 %); транспорт и связь (13,5 %); сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство (10,3 %); добыча полезных ископаемых (7,3 %); операции с недвижимым имуществом, аренда и предоставление услуг (5,6 %); производство и распределение электроэнергии, газа и воды (5,4 %); оптовая и розничная торговля, а также ремонт автотранспортных средств, мотоциклов, бытовых изделий и предметов личного пользования (5 %) [11].

Неблагоприятное состояние охраны труда наряду с рядом причин организационного, технического, технологического, социально-экономического, правового характера во многом объясняется некомпетентностью в вопросах охраны труда, как работодателей, так и работников. При этом, как свидетельствует международная и отечественная практика, около 80 % несчастных случаев происходят из-за ошибок или неправильных действий работников.

Эффективность и результативность, используемых в настоящее время форм и методов обучения и инструктирования работников по вопросам охраны труда, в ряде случаев не дают желаемых результатов. Отчасти это происходит из-за того, что удельный вес лиц, охваченных декларируемыми формами и методами обучения и инструктирования работников, используемых в настоящее время в сфере дополнительной подготовки, не соответствуют требованиям трудового законодательства ни по форме, ни по качеству, ни по содержанию. Здесь явно просматривается сплошной формализм от принятия порядка обучения до его реализации.

Обстоятельства, способствующие росту числа несчастных случаев на производстве, возникают по вполне объективным причинам. Первая причина обнаруживается из анализа эволюции человека-работника. С развитием орудий труда расширился диапазон воздействий человека на окружающий его мир, как по разнообразию, так и по интенсивности. При этом расширился круг ответных реакций внешнего мира на человека в процессе его труда. Возросла также сила этих воздействий. С развитием техники опасность растёт быстрее, чем человеческое противодействие ей. Второй общей причиной, делающей условия труда и жизнь человека более жестокими и опасными, является цена ошибки. Ошибки современного человека обходятся ему гораздо дороже. Третья общая причина, способствующая росту травматизма, – адаптация человека-работника к опасности. Для современного человека техника стала средством удовлетворения его потребностей, даваемые техникой и привыкая к ним, человек, зачастую забывает, что техника является ещё и источником высокой опасности, а её интенсивное использование способствует возрастанию этой опасности [5]. Полученные в ходе исследования [7] результаты позволяют повысить целевые установки по системному повышению эффективности профилактических и преду-

предительных мероприятий в сфере трудовых отношений за счёт разработки и внедрения алгоритмов и моделей выявления, идентификации и управления профессиональными рисками, в том числе за счёт понижения неопределённостей и возможных ошибок на этапах подбора работников, их профессиональной подготовки и использования в условиях конкретных производственных процессов.

Как известно, в рамках реализации поручения Президента РФ В.В. Путина Правительству РФ о мерах по реализации «регуляторной гильотины» 2 августа 2021 года был принят Федеральный закон № 311-ФЗ, которым внесены изменения в раздел X «Охрана труда» Трудового кодекса Российской Федерации.

На основе изменений и дополнений в соответствующие статьи Трудового кодекса Российской Федерации сформированы и успешно внедряются в повседневную деятельность большинства российских организаций социально-экономические и организационно-управленческие технологии, способствующие дальнейшему улучшению состояния условий и охраны труда, сохранению жизни и здоровья работников различных видов экономической деятельности.

В работе [1] отмечается необходимость обеспечения безопасных условий труда работающих для достижения социально-экономического эффекта при переходе российской экономики к социально-ориентированному типу развития, в том числе на основе совершенствования трудовых отношений. Для этого необходимо обеспечить органическое взаимодействие всех направлений деятельности в области охраны труда, государственное управление охраной труда, надзор и контроль за соблюдением законов и иных нормативных правовых актов, государственную экспертизу условий труда, социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, специальную оценку условий труда, социальное партнерство в сфере охраны труда, в том числе с использованием локальных нормативных актов.

Как показал анализ практики обеспечения безопасности и гигиены труда, до настоящего времени существуют различия в учёте и отчётности по травматизму на производстве между федеральными ведомствами, имеет место сокрытие случаев травматизма, включая травматизм с летальным исходом, отсутствует полномасштабный

учёт несчастных случаев на производстве в организациях целого ряда видов экономической деятельности на различных уровнях управления. Органы местного самоуправления исключены из системы управления охраной труда, региональные органы власти ограничены в сфере надзора и контроля охраны труда, практически не несут ответственность за состояние охраны труда в регионах.

Появление новых профессий в результате внедрения дистанционных форм занятости, развития роботизации производства и оказания услуг, организации производства в северных широтах в связи с освоением новых месторождений углеводородного сырья и иных природных ископаемых, а также расширения практики использования новых форм организации заёмного труда, выдвигают новые требования к организационно-экономическому и научно-методическому обеспечению безопасности труда.

Выявление объективных границ использования социального диалога в качестве механизма регулирования отношений в сфере охраны труда, определение основных элементов этого механизма, а также определение роли и места социального диалога в формировании социально-трудовой политики в сфере охраны труда представляется особенно актуальным.

В соответствии с данными Росстата в настоящее время износ основных фондов составляет 49,6 % (2020 год), которые нуждаются в скорейшем обновлении. На устаревшем оборудовании по техническим причинам не всегда возможно обеспечить безопасные условия труда [12].

Государственная инспекция труда в субъектах Российской Федерации имеет федеральный статус и в настоящее время ограничена по числу и частоте проверок соблюдения норм и правил охраны труда в организациях. Органы государственной власти субъектов Российской Федерации за качество контрольных проверок исполнения трудового законодательства, включая охрану труда, ответственности не несут. Система социального партнёрства нуждается в структурном реформировании и расширении полноты использования полномочий при регулировании социально - трудовых отношений: отсутствие переговорного процесса между работодателями и коллективами в организациях малого и среднего бизнеса, не используются

возможности отраслевой формы социального партнёрства для организации безопасного труда при наличии отраслевых профсоюзов и отраслевых объединений работодателей.

Изучение статистики несчастных случаев и материалов инспекции труда свидетельствуют о том, что причинами в более 60 % травм является «человеческий фактор», который всесторонне не исследован и надёжного алгоритма его формирования в целях повышения безопасности ни в теории, ни на практике пока никем не предложено.

Нормативное правовое обеспечение социально-трудовых отношений в сфере охраны труда с учётом изложенного требует дальнейшего совершенствования и развития.

До настоящего времени не удалось сформировать целостную вертикаль государственной системы управления охраной труда: отсутствуют полномочия по охране труда у муниципальных органов власти, нет контрольных функций за безопасностью труда у органов власти субъектов Российской Федерации.

Многолетняя практика подтверждает, что построение эффективной системы государственного управления базируется на основе анализа данных, изучении причин и обстоятельств, наблюдений, обстоятельных оценок происшествий и мер профилактического воздействия на рабочих местах, что позволяет соответствующим службам и специалистам вырабатывать практические рекомендации по предупреждению опасных ситуаций и принятию мер профилактического и предупредительного характера.

Определённый вклад в решение текущих проблем в этой сфере вносят начинающие исследователи, проявляющие личный интерес и заинтересованность в изучении соответствующих ситуаций с целью подготовки обоснованных предложений по изучаемым ими вопросам. В различных научных публикациях они, исследуя проблемные ситуации, излагают своё видение решения, рассматриваемых ситуаций, формируют выводы и предложения по проблемам, которые по их оценкам заслуживают научно обоснованных подходов в решении стоящих перед обществом проблем в данной сфере исследования [4, 5].

Среди наиболее важных научных направлений, которые должны получить дальнейшее развитие, на наш взгляд, по-прежнему актуальными остаются вопросы, связанные с классификаций опасно-

стей и рисков в наиболее опасных видах экономической деятельности, таких как организация безопасных технологий и приёмов безопасного труда шахтёров в угольном производстве (работа в шахтах), работа с химическими и особо токсичными материалами при их добыче, транспортировке и сырьём в технологических процессах переработки, транспортные и погрузочно-разгрузочные работы в портах и на судах, организация трудовых и технологических процессов в особых климатических зонах и т.п.

В общей структуре причин несчастных случаев на производстве с тяжёлыми последствиями почти 70 % происшествий обусловлены управляемыми причинами организационного характера: нарушениями требований безопасности; неудовлетворительной организацией производства работ; недостатками обучения и инструктирования работников; нарушениями технологической и трудовой дисциплины и др. Наибольшее количество работников, погибших в результате несчастных случаев на производстве зафиксировано в таких видах экономической деятельности, как строительство (22,5 % от общего числа пострадавших со смертельным исходом); обрабатывающие производства (17,2 %); транспорт и связь (13,5 %); сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство (10,3 %); добыча полезных ископаемых (7,3 %); операции с недвижимым имуществом, аренда и предоставление услуг (5,6 %); производство и распределение электроэнергии, газа и воды (5,4 %); оптовая и розничная торговля, а также ремонт автотранспортных средств, мотоциклов, бытовых изделий и предметов личного пользования (5 %) [11].

Ряд исследователей отмечают, что уровень производственного травматизма со смертельным и тяжёлым исходом в организациях России по-прежнему находится на высоком уровне, его показатели существенно выше аналогичных в развитых странах, а новых предложений по изменению ситуации ни в организации, ни в технологии работ пока никем до сих пор не предложено. Всё ещё медленно решаются вопросы внедрения робототехнических комплексов и их упрощённых аналогов – манипуляторов в процессы ведения работ с повышенными физическими нагрузками, плохими условиями труда из-за опасных (вредных) производственных факторов.

Для многих промышленных предприятий России существенными факторами роста опасностей, проявления происшествий и, соответственно, рисков остаются различные отклонения от соблюдения режимов технико-технологической эксплуатации производственного оборудования, неудовлетворительная подготовка персонала, нарушения правил внутреннего трудового распорядка, низкая трудовая, производственная, технологическая и организационно-распорядительная дисциплина не только рабочими, но и непосредственными руководителями низшего и среднего уровней управления предприятий, а также неудовлетворительный контроль за их соблюдением со стороны соответствующих служб и руководства ряда первичных коллективов.

Требуют более последовательного и объективного изучения и исследования непосредственно в производственных коллективах теоретические и практические проблемы социально-трудовых отношений в их взаимосвязи социальными и экономическими вопросами, формирующимися в практической деятельности организаций России на основе правовых, организационных и научно-методических принципов и процедур, реализация которых способствовала бы трансформации и успешному внедрению в условия реального производства современных требований организационного и культурного уровней безопасности и охраны труда, отвечающих стабильной, ритмичной и безопасной деятельности персонала [5].

В процессе проведения исследований выявлены и проанализированы интересы субъектов социально-трудовых отношений с позиции их общности и противоречивости, поиска путей и методов преодоления возникающих разногласий в сфере труда. Интересы становятся различными у собственников средств производства и наёмных работников. С точки зрения охраны труда это проявляется в ослаблении внимания к организации производства, состоянию рабочих мест, невыполнении государственных нормативных требований и возрастания числа несчастных случаев. Это подтверждается учёными. «Не может быть экономически правильным то, что не справедливо по отношению к человеку, но не может быть справедливым то, что не учитывает потребности экономики» [8].

Определение эффективности мероприятий охраны труда – ключительная функция управления. Изучение причин и обстоятельств несчастных случаев и происшествий привело учёных к выводу о том, что независимо от травмирующих факторов и обстоятельств в основе механизма происшествия лежат общие закономерности, которые создают предпосылки для формирования единой концепции происхождения производственных травм. Эта концепция позволяет вести активную работу по предотвращению травматизма.

В методологическом отношении формирование безопасности осуществляется с помощью двух взаимосвязанных и последовательно выполняемых этапов работы: анализа условий труда и разработки по этим результатам методов защиты человека от опасностей. Существуют два метода управления условиями и безопасностью труда. Первый состоит в том, чтобы на всех стадиях производственной деятельности предусмотреть безопасность объекта управления априорно, он называется прогностическим. Однако обеспечить полную безопасность практически невозможно. Поэтому возникает необходимость в ретроспективном методе анализа условий труда и управление безопасностью [3].

Следует сказать, что эти вопросы в нашей стране всесторонне рассматриваются учёными-экономистами. Экономика труда – сложная, многофункциональная система. По мнению Н. А. Волгина «Экономика – это наука об использовании ограниченных ресурсов для наибольшего удовлетворения потребностей общества» [2].

Жизнью доказано, что только 4 % всех нарушений совершается по вине непосредственно работниками-исполнителями, а остальные 96 % – по вине менеджмента, не сумевшего выявить и устранить организационные, конструкторские и технические упущения, а также не обеспечившего выполнение требований государственных законодательных и нормативных требований, неэффективностью принимаемых мер или нереализованной возможностью их предотвращения в обусловленные сроки [3].

Следовательно, профилактические и предупредительные мероприятия охраны труда и социально-трудовых отношений лежат в сфере дальнейшего совершенствования социально-экономических процедур, технико-технологических приемов и организационно-управленческих методов их проведения [4, 5].

Список литературы

1. Баранов Ю. В. Регулирование социально-трудовых отношений в сфере охраны труда. /авт. реф. дис. на соиск. уч. ст. д-ра экон. наук., с.4–7.
2. Волгин Н. А. Экономика труда: рыночные и социальные аспекты, Учебно-методический комплекс для подготовки магистров, под общей редакцией д.э.н., профессора Н. А. Волгина. М.: изд. РАГС. 2009.
3. Елин А. М. Охрана труда: проблемы и пути решения (монография). М.: 2010.- 464 с.;
4. Елин А.М. Актуальные проблемы охраны и экономики труда: теория и практика (монография). М.: КнигИздат.2020. – 674 с.;
5. Елин А.М., Елин А.М. Трансформация социально-трудовых отношений: правовые, организационные и научно-методические принципы и процедуры охраны труда (монография). М.: Де Либри. 2018. 534 с
6. Концепция демографической политики Российской Федерации на период до 2025 года, утв. Указом Президента Российской Федерации от 9 октября 2007 года № 1351 и плана Мероприятий по реализации в 2008-2010 годах Концепции демографической политики Российской Федерации на период до 2025 года, утв. распоряжением Правительства Российской Федерации от 14 февраля 2008 г. №170-р.
7. Лёгкий Н.М., Шумилин В.К., Елин А.М. Современные подходы по организации и проведению работ по оценке и снижению профессиональных и производственных рисков (монография). М.: ОнтоПринт.2021.512 с.
8. Рих Артур. Хозяйственная этика. М.: Посев. 1996.– С.22.
9. Русак О.Н. Безопасность жизнедеятельности: цель не достигнута. // Безопасность жизнедеятельности № 9. 2021. С. 3–5.
10. Сажин Б. С. и др. Охрана и безопасность труда на промышленных предприятиях (монография). М.: ГОУ ВПО «МГТУ им. А.Н.Косыгина».2010. –352 с.

11. Самарская Н.А., Ильин С. М. Актуальные вопросы охраны и экономики труда в современной России. (монография). Екатеринбург. 2018. – С.17–21.

12. Сафонов А.Л. Управление рисками и профилактика в сфере охраны труда в новых условиях. М.: 2010.– С. 6–7.

Об авторе

Елин Альберт Максимович, Почётный работник социально-трудовой сферы, доктор экономических наук и кандидат социологических наук, научный консультант Центра исследований охраны труда «ФГБУ «ВНИИ труда» Минтруда России, г. Москва, Россия, 105043, 4-ая Парковая дом 29, e-mail: elin_am@vcot.info .

About the author

Elin Albert Maksimovich. Honorary Worker of the social and labor sphere, Doctor of Economics, Candidate of Social Sciences, Scientific consultant of the Center for Labor Protection Research at the Federal State Budgetary Institution "Labor Research Institute" of the Ministry of Labor of Russia, Moscow, Russia, 105043, 4th Park House 29, e-mail: elin_am@vcot.info .

ОБРАТНАЯ СВЯЗЬ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ОХРАНОЙ ТРУДА

Е. А. Замигулов, Р. Р. Шафигуллин

ЧУ ФНПР «НИИ ОТ В Г. ЕКАТЕРИНБУРГЕ», г. Екатеринбург, Россия

В работе представлены результаты опроса рабочих семи подразделений металлургического производства, где респонденты характеризовали своё отношение к различным аспектам охраны труда. При высоких оценках обучения и инструктажа по охране труда, а также контроля за нарушениями требований безопасности более трети опрошенных не пользуются индивидуальными защитными средствами, считают, что можно нарушить правила по охране труда, и полагают, что соблюдение всех инструкций и правил вряд ли повлияет на уровень травматизма. Делается вывод о том, что система управления охраной труда должна включать элементы пропаганды безопасности, а мониторинг отношения работников к вопросам охраны труда должен проводиться ежегодно и являться основой для планирования работ в этой системе.

Ключевые слова: обратная связь, пропаганда безопасности труда, информация и обучение по охране труда, система управления охраной труда.

FEEDBACK IN THE OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY MANAGEMENT SYSTEM

E.A. Zamigulov, R.R. Shafigullin

PI FITUR «RI OS», Ekaterinburg, Russia

The article presents the results of a survey of workers in seven divisions of metallurgical production, where the respondents characterized their attitude to various aspects of occupational safety. With high estimates of occupational safety training and instruction, as well as control over violations of safety requirements, more than a one-third of respondents do not use personal protective equipment, believe that it is possible to violate occupational safety rules, and believe that compliance with all instruc-

tions and rules is unlikely to affect the injury rate. It is concluded that the labor protection management system should include elements of safety promotion, and monitoring of employees' attitude to labor protection issues should be conducted annually and be the basis for planning work in this system.

Keywords: feedback, occupational safety promotion, occupational safety information and training, occupational safety management system.

В разделе VI (оценка результатов деятельности) Приказа Минтруда РФ №776н от 22.10.2021г. организациям рекомендовано проводить оценку результатов деятельности в области охраны труда с точки зрения достижения её целей, в том числе получения информации для определения результативности и эффективности процедур по охране труда. Именно здесь и идет речь об обратной связи, которая в широком смысле означает ответную реакцию на какое-либо действие или событие. В отношении охраны труда эта связь преследует две цели. Первая – корректирующая, задачей которой является выявление и корректировка ошибок в управлении охраной труда, а вторая – конструктивная, определяющая зоны роста, то есть новые формы, подходы и разработки для повышения эффективности работы в этом направлении.

Анализ результатов обратной связи в контексте охраны труда был проведён нами с помощью специальной анкеты, включавшей 31 утверждение, 5 из которых были взяты из методики Марлоу и Крауна для диагностики самооценки мотивации одобрения [1], и при наличии трёх и более ответов, характеризующих «социальную желательность» результаты анкеты не учитывались. Опрос был проведён в 7 подразделениях заводов, входящих в крупные объединения чёрной металлургии. Определялись среднее значение положительных ответов на утверждения опросника (М) и среднее квадратичное отклонение (СКО). Дополнительно был проведён опрос работников двух «горячих» цехов трубопрокатного завода для выяснения их отношения к производственной опасности.

Для оценки работниками деятельности службы охраны труда в области инструктажа и обучения им было предложено утверждение: «Проводимые в моём подразделении инструктажи и обучение по

безопасности труда носят реальный характер». Средняя положительная оценка по всем подразделениям составила 85,6% при СКО=8,6. Что характеризует высокую и единодушную оценку работы служб охраны труда в этом направлении. В связи с этим возникает вопрос: необходимо ли вообще существование обратной связи в системе охраны труда? Дальнейший анализ результатов показывает, что для точной оценки эффективности работ в области безопасности труда необходима дополнительная информация.

В первую очередь вызывает интерес отношение работников, обученных и проинструктированных, к производственной опасности. Упомянутый выше опрос в двух цехах показал, во-первых, что 47 % работников, (а 80 % из них заявили, что считают свою работу опасной) отметили, что время от времени, по обстоятельствам они нарушали правила по охране труда. У 36 % из них чувство опасности при нарушении возникало очень редко либо они его вообще не испытывали, а сами правила безопасной работы в полном объёме на момент опроса смогли бы вспомнить лишь четверть респондентов. Вероятно, эти данные как первая составляющая обратной связи могут точнее установить сроки и характер повторных обучения и инструктажа по охране труда.

Следующей важной проблемой в контексте охраны труда является адаптация к опасности. Приведенные далее утверждения иллюстрируют это явление и, отчасти, его причины:

- если работать в обход предписаний, то работу можно сделать быстрее и качественнее (36,6 %);
- мне часто приходится работать в условиях дефицита времени, и если я нарушу правила по охране труда, то смогу выполнить работу быстрее (34,6 %);
- я привык работать определённым образом и мой стиль работы не всегда соответствует правилам безопасности (35,2 %);
- выполняя все предписания по технике безопасности, мне трудно выполнить определённый объём работы, от которого зависит мой заработок (35,2 %);

- у меня уже сформировался навык иногда работать в обход требований безопасности, поэтому мне будет трудно соблюдать все эти требования (26 %);

- в моей практике был, по крайней мере, один случай, когда руководитель поручал мне работу, которую нельзя было выполнить, не нарушив правила охраны труда (34,8 %).

Видно, что около трети работников полагают возможным работать в обход правил, гарантирующих их безопасность. Доводы в пользу такой возможности различны, но в их основе лежит стремление к экономии сил и времени. В опросе, проведённом московским ВНИИ охраны труда [2] было показано, что эти два фактора с большим отрывом лидировали в перечне причин, по которым нарушались правила безопасной работы. Постулат «экономия сил» объясняет поведение человека по принципу минимальных затрат: если есть разные варианты достижения цели, то необходимые для этого затраты (и сил, и времени) выбираются по общему принципу наименьшего действия, равно как и наименьших затрат времени. Влияние этого фактора настолько велико, что определить стимул, равный ему по силе воздействия, затруднительно. Применение аверсивных стимулов, если источником негативной информации будет линейный руководитель, нежелательно, так как может вызвать отрицательные эмоциональные и социальные эффекты – тревогу, страх, озлобленность и другие. Возможно, выходом может стать чёткая и ясная система поощрений и наказаний, но условием для наказаний должен быть согласованный с работниками и профсоюзом точный перечень нежелательного поведения с соответствующими формулировками: в пользу такой системы высказалось 67,6 % опрошенных при низкой величине среднего квадратического отклонения (4,5). К этому остаётся добавить, что в среднем 87,6 % работников заявили, что, если они увидят возникновение опасной ситуации на своём или другом рабочем месте, они сообщат об этом, но вдвое меньше (43,1 %) сообщат о нарушении правил по охране труда со стороны работников.

Заслуживает внимания и отношение к использованию средств индивидуальной защиты (СИЗ): 39,6 % работников сообщили, что

они не всегда используют эти средства, так как они затрудняют (по их мнению) выполнение работы. Многочисленные исследования в этом направлении неизменно подтверждают факт ограниченного применения СИЗ. На решение применять их или нет влияет множество факторов: поражения кожи, респираторные или сердечно-сосудистые нарушения, низкая работоспособность и другие, но могут оказывать влияние и социальные факторы, например, отношение рабочего коллектива к этим средствам. Поэтому вовлечение рабочих в программу индивидуальной защиты на всех её этапах, начиная с выбора СИЗ, имеет очень важное значение.

Интерес вызывает тот факт, что все перечисленные нарушения правил по охране труда, отмеченные более чем одной третью опрошенных рабочих, происходят на фоне достаточно высокого уровня контроля: с утверждением «в моём подразделении пристально следят за соблюдением правил охраны труда и любое нарушение всегда фиксируется» согласились 76,7 % опрошенных. Итак, нарушения в области охраны труда, которые были отмечены третьей частью рабочих, происходят с одной стороны на фоне хорошего уровня инструктажа и обучения, а с другой – пристального слежения за соблюдением норм и правил безопасности. Мы проверили результаты опроса (на предмет их неслучайности) выбрав одно подразделение, где оценка значительно отличалась от среднего уровня, и сравнили результаты этого подразделения по другим утверждениям также с их средним уровнем. Приводим эти результаты, где в скобках указаны средние оценки:

- я не всегда использую средства индивидуальной защиты, так как они затрудняют выполнение работы 62,5 % (39,6 %);
- в моём подразделении пристально следят за соблюдением правил охраны труда и любое нарушение всегда фиксируется 57,5 % (76,7 %);
- в нашем коллективе довольно распространено работать с нарушениями правил по технике безопасности 27,5 % (15,8 %);
- я привык работать определённым способом и мой стиль работы не всегда соответствует правилам безопасности 60 % (35,2 %);

- я считают, что опытному работнику соблюдать все правила техники безопасности совсем не обязательно 15,2 % (10,5 %);
- атмосфера в нашем коллективе (бригаде) такова, что работники не придают значения нарушениям норм безопасности 25,3 % (15 %).

Видно, что характеристики недостатков в области охраны труда этого подразделения хорошо согласованы, а не носят случайный характер, и характеризуют уровень культуры безопасности с разных сторон.

Последнее утверждение опросника и полученные по нему результаты вызывают наибольший интерес: 34,7 % рабочих сообщили, что человек, тщательно выполняющий все нормы и правила, вряд ли будет для них примером. Может быть, именно этот ответ и объясняет расхождение между хорошим обучением и надзором за выполнением правил охраны труда и реальным отношением к ним со стороны рабочих.

Существующая и давно не претерпевающая значительных изменений система управления охраной труда носит исключительно информационный характер. Информация (сообщение) необходима, так как даёт специфические в данном контексте знания, но в ней отсутствует, во-первых, побуждение (мотивация) к тому, что следует делать, и разъяснение, почему необходимо поступать именно таким образом. Выбор призывов разного характера, к безопасности, проведенный в лабораторных условиях, показал, что наибольший эффект даёт обращение к ответственности перед родными и близкими и к разуму. Юмор хотя и воспринимают, но само содержание не рассматривается всерьёз. Устрашение имеет эффект, но в ряде случаев формирует негативное отношение из-за повышенного эмоционального фона. Что же касается поучений, на чем сейчас строится инструктаж по охране труда, то они практически бесперспективны. Зато всё большее распространение приобретает содержательная научно-популярная информация: рост уровня образования и громадный объём получаемой информации требует разъяснения сути предписаний исключительно информационного характера.

Результаты показывают, по нашему мнению, необходимость ежегодного специального мониторинга по состоянию ключевых вопросов охраны труда, поскольку именно такая информация позволя-

ет целенаправленно планировать работы в рамках системы управления охраной труда. А пропаганда (разъяснение и побуждение) является важной специальной проблемой безопасности и должна быть составной частью этой системы.

Список литературы

1 Энциклопедия психодиагностики. Психодиагностика взрослых: Энциклопедия / Сост. Д. Я. Райгородский. – Самара : Бахрах-М, 2008. – 704 с.

2. Мариненко Н. В. Уроки безопасности. – М.: Профиздат, 1991. – 112 с.

Об авторах

Замигулов Евгений Анатольевич, кандидат технических наук, директор ЧУ ФНПР «НИИ ОТ в г. Екатеринбурге» Россия, 620000, г. Екатеринбург, ул. Толмачёва, 11 / Пушкина, 10, e-mail: zamigulov@iotekb.ru

Шафигуллин Рустам Ринатович, магистр психологии, психолог ЧУ ФНПР «НИИ ОТ в г. Екатеринбурге» Россия, 620000, г. Екатеринбург, ул. Толмачёва, 11 / Пушкина, 10, e-mail: shafigullin@iotekb.ru

About authors

Zamigulov Evgeny Anatolievich, candidate of technical sciences, director of PI FITUR «RI OS» Ekaterinburg, Russia, 620000, Ekaterinburg, Tolmachev str. 11 / Pushkina str. 10, e-mail: zamigulov@iotekb.ru.

Shafigullin Rustam Rinatovich, master of psychology, psychologist PI FITUR «RI OS» Ekaterinburg, Russia, 620000, Ekaterinburg, Tolmacheva St., 11 / Pushkina St., 10, e-mail: shafigullin@iotekb.ru.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ VR-ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ РАБОТНИКОВ ДЕЙСТВИЯМ В НЕШТАТНЫХ И АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

Л.В. Константинова, С.К. Белякин

Курганский государственный университет,
г. Курган, Россия

Рассмотрены вопросы обучения работников с применением VR технологий на примере ведения горных работ. Описаны целесообразность и преимущества использования VR-тренажера для обучения работников горной промышленности. Приведены этапы внедрения VR-тренажера, структура технологии разработки 3D виртуальных сред, элементы программы обучения с использованием VR-тренажера.

Ключевые слова: безопасность, обучение работников, виртуальная реальность, VR-тренажер.

SING VR TECHNOLOGY FOR TRAINING EMPLOYEES ACTIONS IN NON-REGULAR AND EMERGENCIES

L.V. Konstantinova, S.K. Belyakin

Kurgan State University,
Kurgan, Russia

The issues of training workers using VR technologies are considered using the example of mining operations. The feasibility and advantages of using a VR simulator for training workers in the mining industry are described. The stages of implementation of a VR simulator, the structure of the technology for developing 3D virtual environments, and elements of a training program using a VR simulator are presented.

Keywords: safety, employee training, virtual reality, VR simulator.

Добывающая промышленность занимает одно из приоритетных мест в экономике Российской Федерации. Однако, несмотря на это, данный вид деятельности несет потенциальные угрозы как для работников, так и для местного населения, проживающего вблизи.

Наиболее известными считаются аварии на угольных шахтах, где фиксируется основное количество аварий среди горных предприятий. Причинами являются взрывы горючего газа и угольной пыли, пожары от самовозгорания угля и от внешних источников тепла, обрушения горных пород, внезапные выбросы горных пород и газа, горные удары, прорывы в действующие горные выработки воды и пульпы [1].

14 октября 2022 года на шахте в провинции Бартын на севере Турции. Прогремел взрыв в 18:30 по турецкому времени на глубине около 300 метров. На момент происшествия в шахте работало около 110 работников, почти половина из них находилась на глубине более 330 метров. Число погибших во взрыве достигло 40 человек [2].

За последние 25 лет на территории Российской Федерации и стран СНГ было зафиксировано более 40 аварийных событий на шахтах, карьерах и рудниках. В соответствии с официальными данными, подавляющее большинство происшествий было вызвано детонацией метана. Изредка случались чрезвычайные ситуации, спровоцированные возгоранием или затоплениями.

Среди множества причин, вызывающих производственные аварии в горнодобывающей промышленности, основными являются обрушения руды и вмещающих горных пород (27,3 %), транспортирование людей и грузов (27,1 %), обслуживание машин и механизмов (19,3 %), падения людей (14,4 %), их поражения электрическим током (5,4 %), пожары и взрывы (2,4 %), а также прочие причины (4,1 %) [3], часто отмечалась небрежность и непосредственное нарушение рабочими правил безопасности. Каждая допущенная ошибка или несоблюдение инструкций влекли серьезные негативные последствия, от травм и до гибели работников. Для повышения безопасности работников при выполнении отдельных видов работ необходимо качественное практическое обучение их действиям в аварийных ситуациях.

Поскольку аварийность при проведении горных работ остается на высоком уровне, актуальным является внедрение новых методов обучения в практику горного дела. Эти методы должны быть направлены на увеличение трудовой дисциплины, предотвращение ошибок и небрежности в работе, отработку рациональных действий в аварийных ситуациях.

Существуют множество действенных методов обучения работников безопасному выполнению горных работ и действиям в нестандартных и аварийных ситуациях. Выбор зависит от целей, задач, удобного формата и возможностей обучающей организации. Самыми популярными методами являются лекции, видеоуроки, вебинары, деловые игры, инструктажи, наставничество, дистанционное образование [4].

Вдобавок к традиционным методам обучения рекомендуем использовать обучение с использованием виртуальной реальности (VR). VR помогает сконцентрироваться работнику на учебном процессе, благодаря его более полному погружению в моделируемую среду, что позволяет сделать учебные материалы понятными, интересными и более наглядными.

В отличие от традиционных пользовательских интерфейсов, VR помещает пользователя в около реальное пространство и приобрести опыт взаимодействия в нем [5]. Технология виртуальной реальности позволяет создать реалистичную трехмерную среду посредством комплексного воздействия на восприятие человека с использованием интерактивных устройств, которые динамически обновляют видимое пользователем пространство [6].

Проведенные ранее исследования показывают, что использовать VR-тренажер для обучения [7] особенно целесообразно в следующих случаях:

- невозможно прервать технологический процесс;
- ситуацию сложно (дорого, опасно и др.) смоделировать в реальности;
- физический объект обучения стоит дорого;

- требуется обучение совместным действиям работников, оборудования и др.;

- действия работников требуют глубокого анализа;

- действия работников имеют вариативность;

- необходим инструмент контроля реального уровня подготовки к выполнению работ.

Основные преимущества VR-тренажера:

- сокращение затрат на организацию обучения в особых условиях;

- комплексное получение теоретических знаний и практических навыков;

- возможность обучать работников в любое удобное время и даже удаленно;

- безопасность в ситуациях высокого риска;

- отработка действий в сложных ситуациях;

- коллективное и индивидуальное обучение.

Предлагаемый VR-тренажер включает в себя три режима работы:

- в режиме базового обучения, когда воссоздается ситуация, в которой работнику необходимо выполнить задание по сценарию. Система рассказывает, как правильно и безопасно осуществляют работы с помощью всплывающих подсказок и виртуального помощника;

- в тренировочном режиме работник проходит необходимые этапы безопасного выполнения работ. В случае, если работник нарушил требования безопасности или технологию, он на себе испытывает последствия ошибок и какие негативные последствия его ожидают;

- далее работник переходит в режим экзамена (проверки знаний), в котором самостоятельно, без подсказок выполняет все необходимые действия. В итоге система показывает, какие требования безопасности и технологии работник нарушил, и объясняет, к чему это могло привести и как правильно действовать в данной ситуации.

Безопасность имеет большое значение для работников и предотвращения аварии на горных работах. Одной из технических причин группового несчастного случая, является формирование непроветриваемых зон с высокой концентрацией непредельного оксида углерода в атмосфере горных выработок, в результате взрыва

пыле-метановоздушной смеси. Рассмотрим один из элементов программы обучения работников правилам выполнения работ особенностям ведения горных работ в конкретных горно-геологических и горнотехнических условиях, который включает в себя 5 этапов.

Этап 1 – Описание объекта и задачи. В рамках программы обучения с применением VR-тренажёра необходимо изучить правила выполнения отдельных операций при выполнении горных работ.

Этап 2 – Процедура допуска. Выполнение работ, к которым предъявляются повышенные требования безопасности, должно выполняться по наряду-допуску и под непосредственным руководством лица технического надзора. Рабочие, выполняющие работы повышенной опасности в начале рабочего дня (смены), должны проходить медицинский осмотр (освидетельствование) на состояние алкогольного и наркотического опьянения. Перед допуском на территорию объекта все посещающие его лица должны пройти инструктаж по применению средств индивидуальной защиты, соблюдению требований безопасности и расположению запасных выходов.

Этап 3 – Действия на объекте подготовительные. Обучающийся оказывается в различных ситуациях на предполагаемом рабочем месте. Необходимо выполнить ряд трудовых действий, за которые будет начислено определенное количество баллов. Действия при аварийной ситуации:

На каждом объекте ведения горных работ и переработки полезных ископаемых эксплуатирующей организацией должны быть созданы условия, позволяющие работникам объекта и подрядных организаций в случае аварии беспрепятственно покинуть участок, на котором не исключена возможность нанесения вреда их здоровью. Должны быть созданы условия (организационные, технические), позволяющие осуществить своевременную, безопасную для здоровья доставку пострадавших или внезапно заболевших с территории объекта к месту оказания квалифицированной медицинской помощи. Любым возможным в создавшейся ситуации видом связи сообщить о случившейся аварийной ситуации, ее месте, характере и размерах, при необходимости вызвать скорую помощь.

Этап 4 – Действия на объекте основные. После выполнения всех перечисленных действий выше работник должен принять меры, например, по тушению пожара:

- использовать огнетушители соответствующей марки;
- сорвать пломбу и выдернуть чеку огнетушителя;
- нажать ручку, направив сопло на огонь;
- тушение осуществлять подачей струи огнетушащего вещества на очаг;
- гасить огонь снизу вверх;
- гасить огонь только с наветренной стороны и в направлении от себя;
- гасить огонь малыми порциями огнетушащего вещества, сохраняя его резерв;
- распределять облако огнегасящего средства равномерно по горящему объекту.

Этап 5 – Действия заключительные. После выполненных действий по ликвидации возгорания необходимо выполнить действия после окончания работ. За все время обучения и тестирования обучающемуся начисляются баллы.

В режим экзамена (проверки знаний), обучающийся самостоятельно выполняет все необходимые действия. По итогам, система показывает, какие требования безопасности и технологии он нарушил и объясняет к чему это могло привести. Обучение считается пройденным, если по результатам теста набрано необходимое количество баллов.

Обучение работников действиям в непредвиденных ситуациях с применением VR-тренажёра позволит повысить культуру безопасности работников, безопасность выполнения работ, снизить производственный травматизм и аварийность.

Список литературы

1. Чемезов Е.Н. Безопасность ведения открытых горных работ: учебное пособие / Е.Н. Чемезов. – Москва: Вузовская книга, 2016. – 299 с. – ISBN:978-5-9502-0299-5.

2. Крупные аварии на угольных шахтах в мире в 2014-2022 годах. – URL: <https://ria.ru/20221015/shakhty-1824282338.html?ysclid=lo59b7wgoq991582084> (дата обращения: 04.10.2023).

3. Цыганков Д.А. Профилактика аварийности как следствия горных ударов в рудных и угольных шахтах // Международный журнал экспериментального образования. – 2016. – № 3-1. – С. 99-104. – URL: <https://expeducation.ru/ru/article/view?id=9665> (дата обращения: 05.10.2023).

4. Обучение персонала – цели, факторы, этапы, разновидности, атрибуты. – URL: <https://dvayarda.ru/business/obuchenie-personala/> (дата обращения: 08.10.2023).

5. Joe Vardi. What is Virtual Reality? [DefinitionandExamples]. – Текст: электронный. – URL: <https://www.marxentlabs.com/what-is-virtual-reality/> (дата обращения: 15.03.2023).

6. Технологии виртуальной и дополненной реальности: возможности и препятствия применения. Стратегические решения и риск менеджмент. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36284345&> (дата обращения: 16.10.2023).

7. Константинова Л.В., Белякин С.К. Использование VR-технологий для обучения водителей действиям в случае аварии или дорожно-транспортного происшествия при перевозках опасных грузов В сборнике: Автомобилестроение: проектирование, конструирование, расчет и технологии ремонта и производства: материалы VII Всероссийской научно-практической конференции (Ижевск, 28–29 апреля 2023 г.) / под ред. Н. М. Филькина. – Ижевск: Изд-во УИР ИжГТУ имени М. Т. Калашникова, 2023. – С 261-266.

Об авторах

Константинова Лидия Витальевна, магистрант ФГБОУ ВО «Курганский государственный университет», Россия, 640002, г. Курган, ул. Пролетарская, 62. e-mail: lida27_10@mail.ru

Белякин Сергей Константинович, кандидат технических наук, доцент кафедры «Экология и безопасность жизнедеятельно-

сти» ФГБОУ ВО «Курганский государственный университет», Россия, 640002, г. Курган, ул. Пролетарская, 62. e-mail: bgd@kgsu.ru

About the authors

Konstantinova Lidiya Vitalievna, master's student, Kurgan State University, Russia, e-mail: lida27_10@mail.ru

Belyakin Sergey Konstantinovich, candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Ecology and Life Safety, Kurgan State University, Russia, e-mail: bgd@kgsu.ru

ОПЫТ ФОРМИРОВАНИЯ РИСК-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПОВЕДЕНИЯ ПЕРСОНАЛА УГЛЕДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ НА ПРИМЕРЕ АО «СУЭК-КУЗБАСС»

А.В. Галкин

Научно-исследовательский институт эффективности
и безопасности горного производства, г. Челябинск, Россия

В статье рассматриваются основные закономерности травмирования персонала на угледобывающих предприятиях Кузбасса, отражающие осознанный выбор работниками опасных приемов труда при выполнении производственного задания. Описаны ключевые составляющие методики формирования риск-ориентированного поведения работников, позволяющие в простой форме развивать навыки распознавания опасной комбинации факторов, условий и обстоятельств, повышающих риск негативного события. Рассмотрены примеры закономерных негативных событий, обусловленных осознанными нарушениями требований безопасности в нестандартных производственных условиях как со стороны исполнителей, так и стороны руководителей работ.

Ключевые слова: осознанные нарушения требований безопасности, негативное событие, риск-ориентированный подход, закономерность возникновения негативных событий, опасная производственная ситуация, риск, методика снижения вероятности наступления негативного события.

EXPERIENCE IN THE FORMATION OF RISK-ORIENTED BEHAVIOR OF PERSONNEL OF COAL MINING ENTERPRISES ON THE EXAMPLE OF JSC "SUEK-KUZBASS"

A.V. Galkin

Research Institute of Mining Efficiency and Safety, Ltd,
Chelyabinsk, Russia

The article discusses the main patterns of injury to personnel at the Kuzbass coal mining enterprises, reflecting the conscious choice of dangerous labor methods by employees when performing production tasks. The key components of the methodology for the formation of risk-oriented behavior of employees are described, which allow in a simple form to develop skills for recognizing a dangerous combination of factors, conditions and circumstances that increase the risk of a negative event. assessments of the occupational safety model, typical for different time periods. Examples of natural negative events caused by conscious violations of safety requirements in abnormal production conditions on the part of both performers and work managers are considered.

Keywords: conscious violations of safety requirements, negative event, risk-oriented approach, regularity of occurrence of negative events, dangerous production situation, risk, reduction methodology

Введение

Актуальность темы обусловлена изменившейся за последние 10 лет характеристикой травматизма на угледобывающих предприятиях. А именно: увеличилась доля травм со тяжелым и смертельным исходом, основной причиной которых стали осознанные опасные действия самого пострадавшего (до 90 % от общего количества травм); среди тяжело и смертельно травмированных возросла доля инженерно-технических работников (до 50 % от общего количества травм); при разборе причин и обстоятельств, приведших к негативному событию, выясняется, что пострадавший, как правило, не видел комбинации факторов, которые характеризовались высокой вероятностью наступления негативного события (до 95 % от общего количества травм).

Для изменения обозначенной тенденции руководством АО «СУЭК-Кузбасс» в 2022 году было принято решение о совместной с ООО «НИИОГР» разработке и реализации программы по формированию и освоению безопасного поведения персоналом компании на основе риск-ориентированного подхода [1–4].

Цель и структура обучающих семинаров

Вовлечение персонала в эту работу осуществлялось в формате тематических аналитико-моделирующих семинарах-практикумах. Цель семинаров: сформировать у инженерно-технических работников и персонала рабочих профессий представление о закономерности

возникновения негативных событий и о простых алгоритмах, позволяющих снизить уровень риска травмирования [5].

Продолжительность и содержание семинаров: однодневный семинар с группами – от 25 до 35 человек, время проведения с 9:00 до 17:00 часов.

Первая половина дня – теоретическая часть о закономерности возникновения негативных событий при выборе опасных методов выполнения производственного задания в формате постоянного диалога с присутствующими, с обязательным рассмотрением и разбором негативных событий, происшедших на горнодобывающих предприятиях, где, в том числе, трудятся участники семинара.

Вторая половина дня – практическое задание, связанное с разбором характерных для присутствующих опасных производственных ситуаций, а также с разработкой рекомендаций и мер по совершенствованию производственных процессов, нарядной системы, подготовки персонала.

На рис. 1 приведены задачи, решаемые в первой и второй половинах семинаров.



Рис. 1. Основные задачи, решаемые на аналитико-моделирующих семинарах-практикумах

Ключевой термин, прорабатываемый на семинарах с их участниками – «риск-ориентированное мышление» – это способность идентифицировать опасные комбинации факторов и обстоятельств, которые с высокой вероятностью могут привести к травме [6]. Освоение такого мышления позволит своевременно выявлять опасные производственные ситуации и предпринимать действия по недопущению их реализации в травму [7]. Указанное определе-

ние этого термина было наработано совместно с участниками прошедших семинаров.

Основные закономерности травмирования персонала

Главной прорабатываемой закономерностью на семинаре является приведенная на рис. 2 пирамида происшествий. Опираясь на эту закономерность, участникам семинаров показывается зависимость тяжелых несчастных случаев, находящихся на вершине пирамиды, от неподготовленных условий труда и опасных действий персонала.

Для того чтобы устранить верхушку пирамиды, необходимо работать с ее основанием – ликвидировать неподготовленные условия труда и опасные действия персонала.



Рис. 2. Пирамида происшествий

С помощью, представленной на рис. 3 визуализированной моделью зарождения, развития и реализации опасной производственной ситуации, до участников семинаров доносится основной тезис – снижать вероятность негативного события необходимо и возможно на каждом уровне управления производством, прежде всего, на уровне исполнителя производственного задания [8, 9].

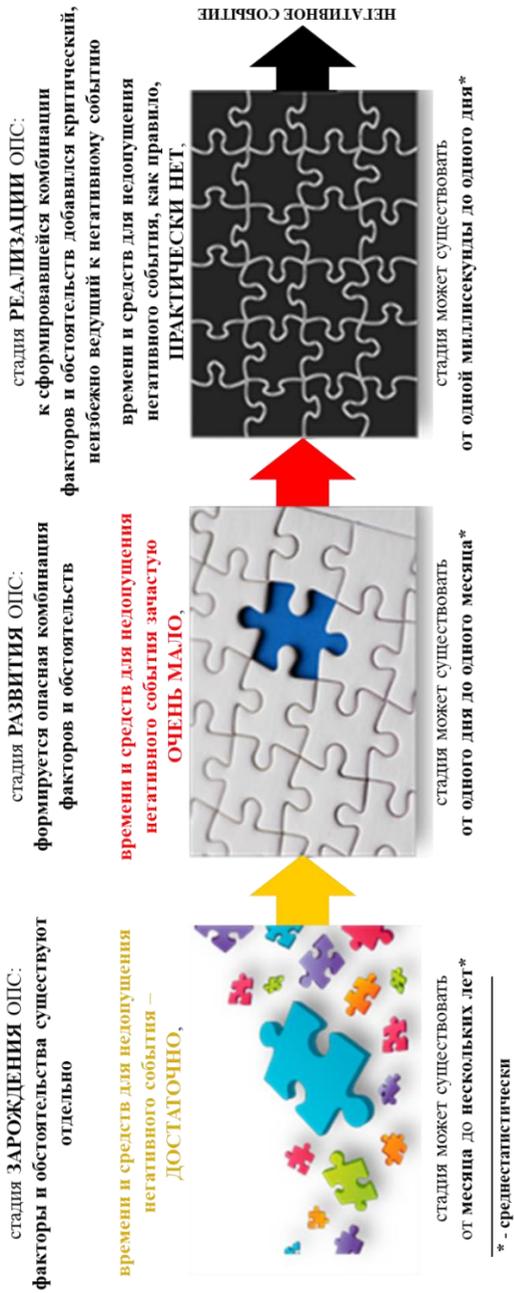


Рис. 3. Модель зарождения, развития и реализации опасной производственной ситуации в негативное событие

Для этого достаточно остановиться и подумать, что и как надо сделать, чтобы несчастный случай не произошел. То, что можно устранить самому, необходимо немедленно устранить. При невозможности самостоятельного устранения необходимо обратиться к вышестоящему начальству. Если меры не найдены – работать нельзя!

Основные составляющие методики снижения вероятности наступления негативного события

В течение всего семинара персонал осваивает простую методику снижения вероятности наступления негативного события (рис. 4).



Рис. 4. Суть методики снижения вероятности наступления негативного события, прорабатываемой с персоналом предприятий АО «СУЭК»

Освоение этой методики позволяет перейти от модели «соблюдаю те требования безопасности, какие могу» к модели «идентифицирую опасности → оцениваю уровень защищенности от них → предпринимаю необходимые и достаточные меры для снижения вероятности наступления негативного события».

Отдельно прорабатываются опасные иллюзии работников, которые, как показывает практика, лежат в основе как недооценки риска, так и переоценки своих возможностей по отношению к опасностям [10]. В данном случае опасная иллюзия понимается как ошибка восприятия (заблуждение), приводящая к тому, что человек неправильно иденти-

фицирует некие объект, явление или ситуацию. Распространенные иллюзии: я смогу – успею и мне хватит сил; меня все видят; сейчас нарушаю только я; все знают, где и что я делаю; я контролирую ситуацию.

Из-за иллюзии, как правило, человек выбирает опасные приемы труда, что обуславливает значительное возрастание риска как в штатной, так и в опасной ситуации [11, 12].

Для освоения первичных навыков самостоятельного выявления опасных комбинаций, приведших к тяжелым и смертельным травмам, участники разбирают многочисленные примеры негативных событий. Помимо комбинаций факторов, условий и обстоятельств, предшествующих травмам, участники семинаров определяют, какие иллюзии пострадавших приводили к неадекватным по отношению к сложившейся на момент травмы ситуации действиям (рис. 5) [13, 14].



Рис. 5. Пример разбора комбинации факторов, условий и обстоятельств, закономерно приведших к смертельной травме

Таким же образом обсуждаются и разбираются примеры и алгоритмы простых, но эффективных действий и мер, которые уже позволили на предприятиях АО «СУЭК» повысить защищенность персонала от опасных производственных факторов и ситуаций (рис. 6).

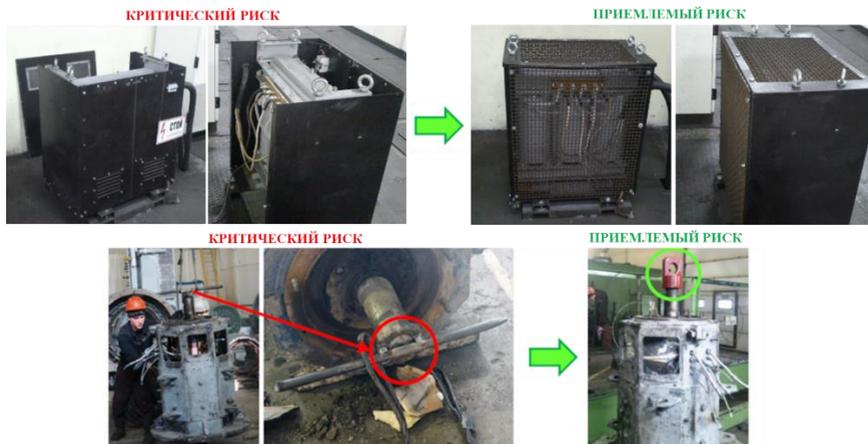


Рис.6. Примеры снижения вероятности негативных событий

На основе представленной методики с октября 2022 г. по октябрь 2023 г. проведено 126 аналитико-моделирующих семинаров, в которых приняли участие 2462 работника АО «СУЭК-Кузбасс».

В качестве обратной связи участники семинаров делились отзывами о полезности для них проведенных семинаров. Все ответы были обобщены по наиболее часто указываемым пунктам:

осознал, что именно мои действия являются ключевыми с точки зрения вероятности наступления негативного события (до 75 % от общего количества участников семинаров);

- наглядно увидел, что основой для травмы является критическая комбинация факторов, условий и обстоятельств, которую необходимо научиться выявлять и контролировать (до 90 % от общего количества участников семинаров);

- каждое мое нарушение может дополнить неочевидную для меня комбинацию факторов, условий и обстоятельств, следовательно, чем меньше я нарушаю, тем надежнее я защищен от травмы (50 % от общего количества участников семинаров);

- мне не стоит рассчитывать на то, что на моем рабочем месте кто-то создаст безопасные условия труда, мне необходимо самому перед началом выполнения производственного задания определить ис-

точники риска и выбрать адекватные найденным опасностям действия в текущей ситуации (25 % от общего количества участников семинаров).

Заключение

В заключении следует отметить, что такая форма вовлечения персонала в процесс управления производственным риском на оперативном уровне является достаточно эффективной и универсальной. Линейные руководители предприятий, которые участвовали в указанных выше аналитико-моделирующих семинарах, неоднократно указывали на то, что рабочие во время обсуждения причин травм и аварий часто выделяют важные организационные аспекты. Это позволяет вместе находить эффективные решения по устранению организационных предпосылок производственного риска.

Список литературы

1. Дикий С.В., Кричигин О.В., Кравчук И.Л., Галкин А.В., Смолин А.В. Формирование риск-ориентированного мышления у персонала угледобывающих предприятий// Безопасность труда в промышленности. 2023. № 9. С. DOI: 10.24000/0409-2961-2023-9

2. Галкин В.А., Макаров А.М., Кравчук И.Л. Возможности сотрудничества государства, бизнеса и персонала горнодобывающих предприятий в обеспечении безопасности труда// Безопасность труда в промышленности. 2022. № 8. С. 33–40. DOI: 10.24000/0409-2961-2022-8-33-40

3. Совершенствование и развитие системы оперативного управления охраной труда и промышленной безопасностью/ Ю.М. Филатов, Х.У. Ли, А.Ф. Павлов и др.// Безопасность труда в промышленности. 2019. № 9. С. 22–25. DOI: 10.24000/0409-2961-2019-9-22-25

4. Галкин А.В. Повышение надежности функционирования системы обеспечения безопасности труда – средство снижения производственного риска// Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2022. № 5–2. С. 220–232. DOI: 10.25018/0236_1493_2022_52_0_220

5. Производственная травма и производственный травматизм: явление и сущность, случайность и закономерность/ В.Б. Артемьев, В.В.

Лисовский, И.Л. Кравчук и др.// Уголь. 2020. № 5. С. 4–11. DOI: 10.18796/0041-5790-2020-5-4-11

6. Захаров П., Пересыпкин С. Культура безопасности труда: человеческий фактор в ракурсе международных практик. М., 2019. 128 с.

7. Кулецкий В.Н., Жунда С.В., Довженок А.С. Организация обеспечения безопасности производственных процессов угольного разреза в условиях увеличения мощности горнотранспортного оборудования// Уголь. 2020. № 2. С. 35–40. DOI: 10.18796/0041-5790-2020-2-35-40

8. Файнбург Г.З. Методы оценки профессионального риска и их практическое применение (от метода Файна-Кинни до наших дней)// Безопасность и охрана труда. 2020. № 2 (83). С. 25–41.

9. Михайлова В.Н., Баловцев С.В., Христофоров Н.Р. Оценка риска возникновения профессиональных заболеваний органов слуха у горнорабочих при нарушении статьи 27 Федерального закона 52// Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2018. № 5. С. 228–234. DOI: 10.25018/0236-1493-2018-5-0-228-234

10. Safety Culture: A Retrospective Analysis of Occupational Health and Safety Mining Reports/ E.J. Tetzlaff, K.A. Goggins, A.L. Pegoraro et al.// Safety and Health at Work. 2021. Vol. 12. Iss. 2. P. 201–208. DOI: 10.1016/j.shaw.2020.12.001

11. Галкин В.А., Макаров А.М., Росляков С.В. Продуктивность труда на горнодобывающих предприятиях как фактор обеспечения их конкурентоспособности// Известия Уральского государственного горного университета. 2020. № 4 (60). С. 228–235. DOI: 10.21440/2307-2091-2020-4-228-235

12. Виноградова О.В. Ошибки человека как фактор производственного риска в горнодобывающей промышленности// Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2020. № 6–1. С. 137–145. DOI: 10.25018/0236-1493-2020-61-0-137-145

13. Кравчук И.Л., Смолин А.В. О целесообразности проектирования системы обеспечения безопасности труда на угледобывающем предприятии// Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2021. № 5–1. С. 316–325. DOI: 10.25018/0236_1493_2021_51_0_316

14. Виноградова О.В. Роль персонала в обеспечении безопасности на угледобывающих предприятиях// Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2021. № 2–1. С. 64–76. DOI: 10.25018/0236-1493-2021-21-0-64-76

Об авторе

Галкин Алексей Валерьевич, доктор технических наук, заведующий лабораторией производственных рисков ООО «Научно-исследовательский институт эффективности и безопасности горного производства», Россия, 454048, г. Челябинск, ул. Энтузиастов, 30, оф. 714. e-mail: a.val.galkin@yandex.ru

About the author

Galkin Alexey Valerievich, Doctor of Technical Sciences, Head of the Laboratory of Production Risks LLC Research Institute of Mining Efficiency and Safety, Russia, 454048, Chelyabinsk, 30 Enthusiasts St., of. 714, e-mail: a.val.galkin@yandex.ru

ОБ ОЦЕНКЕ ПОВРЕЖДАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СРЕДЫ И ПЛАНИРОВАНИИ ПРОФИЛАКТИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ

Е.М. Неман, В.М. Минько

Калининградский государственный технический университет,
г. Калининград, Россия

Цель работы состоит в обосновании и подготовке методики оценки повреждающей способности производственной среды. Приведены различные выражения для количественной оценки повреждающей способности, которая по существу характеризует уровень профессионального риска. Выполнен анализ полученных методик, который показал, что нарастание риска нелинейным образом зависит от продолжительности воздействия опасных и вредных производственных факторов, а также от числа и значений этих факторов, переведенных в баллы риска. В соответствующих расчетах по санитарно-гигиеническим факторам используются результаты специальной оценки условий труда, по техническим факторам баллы риска определяются по специальным справочным таблицам, составленным для каждого технического фактора. При этом и для оценки рисков, связанных с санитарно-гигиеническими факторами и для оценки рисков по техническим факторам применяется шестибальная шкала риска повреждающей способности.

По оценкам повреждающей способности среды по рабочим местам определяются средневзвешенные арифметические или геометрические оценки по подразделениям и в целом по предприятию.

Приведены рекомендации по планированию мероприятий, направленных на снижение повреждающей способности производственной среды, определению оптимальной последовательности реализации запланированных мероприятий.

В целом, как показала апробация изложенной методики на ряде предприятий, применение формул (3), (4) из этой методики дает результаты, близкие к частоте профессионально обусловленной заболеваемости работников.

Ключевые слова: производственная среда, повреждающая способность, профессиональный риск, планирование мероприятий.

ON THE ASSESSMENT OF DAMAGING CAPACITY OF THE PRODUCTION ENVIRONMENT AND PLANNING OF PREVENTIVE MEASURES

E.M. Neman, V.M. Minko

Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia

The aim of the work is to substantiate and prepare a methodology for assessing the damaging capacity of the work environment. Various expressions for quantitative assessment of damaging capacity, which essentially characterises the level of occupational risk, are given. The analysis of the obtained methods has been carried out, which has shown that the increase of risk nonlinearly depends on the duration of exposure to hazardous and harmful production factors, as well as on the number of values of these factors translated into risk scores. In the relevant calculations for sanitary and hygienic factors, the results of a special assessment of working conditions are used; for technical factors, risk scores are determined using special reference tables compiled for each technical factor. At the same time both for assessment of risks connected with sanitary-hygienic factors and for assessment of risks on technical factors the six-point scale of risk of damaging ability is applied.

The arithmetic or geometric weighted arithmetic or geometric mean assessments for subdivisions and for the enterprise as a whole are determined according to the assessments of the damaging capacity of the environment for workplaces.

Recommendations on planning of measures aimed at reducing the damaging ability of the production environment, determination of the optimal sequence of implementation of planned measures are given.

In general, as the approbation of the stated methodology at a number of enterprises has shown, the application of formulas (3), (4) from this methodology gives the results close to the frequency of occupationally caused morbidity of workers.

Keywords: production environment, damaging capacity, occupational risk, planning of measures.

Повреждающая способность производственной среды может быть определена через вероятность причинения вреда жизни и (или) здоровью работника в результате воздействия на него вредного и (или) опасного производственного фактора. Указанная вероятность согласно ст. 209 ТК РФ характеризует профессиональный риск, который в зависимости от источника его возникновения подразделяется на риски травмирования работника и риски получения им профессионального заболевания – ст. 218 ТК РФ [1]. Важно только уточнить, что в результате воздействия на работника вредного производственного фактора он может получить не только профессиональное, но и профессионально обусловленное заболевание.

Риски, связанные с повреждающей способностью производственной среды, могут оцениваться исходя из фактических значений опасных (риски травмирования) и вредных (риски заболеваний) производственных факторов. В большинстве случаев эти факторы управляемые и с помощью различных мероприятий могут быть приведены к уровню, при котором риск исключается.

В то же время некоторые существующие методы оценки индивидуальных профессиональных рисков (ИПР) содержат показатели, которыми работодатель практически не может управлять. В частности, в методике оценки ИПР Клинского НИИ [2] учитываются возраст работника, общий стаж работы, стаж работы во вредных условиях труда, состояние здоровья работника, показатели травматизма и профессиональной заболеваемости. Практически те же факторы учитываются и в Руководстве Минздрава России [3]. Однако работодатель с помощью более активной работы по управлению охраной труда может воздействовать только на показатели травматизма и профессиональной заболеваемости. В то же время хорошо известны проблемы в стране с учетом несчастных случаев на производстве [4–7].

Оценка профессионального риска должна давать основу для определения содержания необходимых профилактических мероприятий, установления оптимальной последовательности их реализации. Одной из первых попыток именно такой оценки является

формула среднеквадратического балла, предложенная в Украинском филиале НИИ труда (Г.Ю. Евтушенко, П.Н. Денисенко [8]):

$$K = 1,2 - \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n x_i^2}}{5\sqrt{n}}, \quad (1)$$

где K – коэффициент условий труда на рабочем месте, который исходя из своего определения является и показателем безопасности;

n – число значимых факторов условий труда на рабочем месте;

x_i – оценки факторов условий труда по шестибалльной шкале риска [9], [10], разработанной исходя из Медико-физиологической классификации условий труда по их тяжести [9]. Баллы риска x_i имеют следующее смысловое значение:

1 – оптимальные условия (риск отсутствует);

2 – допустимые условия (риск допустимый, но учитываемый при оценке риска);

3 – не вполне благоприятные условия (пограничное состояние организма у вполне здоровых людей);

4 – неблагоприятные условия (предпатологическое состояние организма у практически здоровых людей);

5 – весьма неблагоприятные (экстремальные) условия; (патологическое состояние организма к концу рабочего периода (смены, недели));

6 – сверхэкстремальные, критические условия на рабочем месте.

Для определения значений баллов x_i были разработаны специальные таблицы [9, 10], по которым в зависимости от значений факторов условий труда (шум, вибрация, освещенность, загазованность и др.) устанавливались баллы x_i – см. табл. 1.

Важно отметить то, что в таблице 1 предусмотрено и состояние условий труда, для которого $x_i = 1$, то есть риск отсутствует.

Однако в последующем для оценки состояния условий труда вместо баллов (по существу это баллы риска) стали применять абстрактные классы и подклассы условий труда, которые нельзя напрямую использовать для оценки профессионального риска. При-

ходится классы и подклассы переводить в баллы риска, используя специальную переводную таблицу [10, 11]. – см. табл. 2, 3.

Таблица 1

Определение риска в баллах по методике ВНИИ труда [9]
для отдельных факторов

Балл риска x_i	Значения факторов производственной среды			
	Шум, дБА	Вибрация, дБ	Искусственное освещение	Загазованность
1	Ниже ПДУ	Ниже ПДУ	Не ниже норм	Отсутствует
2	На уровне ПДУ	На уровне ПДУ	На уровне норм	На уровне ПДК
3	До 5 сверх ПДУ	До 3 сверх ПДУ	До 90% от норм	До 2,5 ПДК
4	От 6 до 10 сверх ПДУ	От 4 до 6 сверх ПДУ	До 75% от норм	До 4,0 ПДК
5	Более 10 сверх ПДУ	От 7 до 9 сверх ПДУ	До 50% от норм	До 6,0 ПДК
6	Более 10 сверх ПДУ плюс вибрация	Более 9 сверх ПДУ плюс охлаждение		Более 6,0 ПДК

Таблица 2

Определение класса условий труда по фактору «шум» согласно
руководству Р 2.2.2006-05 [12] и приказа Минтруда России
от 24.01.2014г.№33н [13]

Методика	Класс условий труда					
	допустимый	вредный				Опасный
		2	3.1	3.2	3.3	
	Превышение ПДУ шума до ... дБА (включительно)					
Руководство Р 2.2.2006-05	≤ ПДУ	5	15	25	35	>35
Приказ Минтруда России от 24.01.2014 г. №33н	Меньше или равно 80	Больше 80 до 85	85-95	95-105	105- 115	Больше 115

Из табл. 2 следует, что в обеих методиках исключается оптимальный класс условий труда, то есть, каким бы ни было снижение шума по отношению к ПДУ, класс условий труда остается допустимым. Таким образом, работодатели не будут заинтересованы в том, чтобы с помощью дополнительных мероприятий перевести состояние условий труда на оптимальный уровень, при котором риск отсутствует. Кроме того, сравнение табл. 1 и 2 показывает, что табл. 1 предусматривает существенно более щадящее шкалирование.

Таблица 3

Перевод классов и подклассов условий труда в баллы риска

Классы и подклассы условий труда	1 оптимальный	2 допустимый	3 вредный				4 опасный
			3.1	3.2	3.3	3.4	
Баллы риска x_i	1	2	3	4	5	6	-

Примечание: по опасному классу балл риска не присваивается, так как такие рабочие места должны быть ликвидированы, либо оперативно приведены в более безопасное состояние

Большое практическое значение имеет то, что для определения значений баллов x_i могут быть использованы психофизические формулы [10]. В частности применительно к повышенному шуму формула записывается в виде

$$x_{ш} = 2 \cdot 10^{0,1k(L_{\phi} - L_{пду})}, \quad (2)$$

где $x_{ш}$ – балл риска для шума:

k – психофизический коэффициент, для шума $k=0,3$;

L_{ϕ} , $L_{пду}$ – фактический и предельно допустимый уровни шума, дБА.

Показатели безопасности и показатели профессионального риска связаны известными соотношениями. При этом для оценки профессионального риска предложены формулы, приведены в работах [10, 11].

$$R = 1 - [\prod_{i=1}^n 0,2(x_{\max} - x_i)]^{t/T}, \quad (3)$$

$$R = 1 - \left[\prod_{i=1}^n (1 - \log_{x_{\max}} x_i) \right]^{t/T}, \quad (4)$$

где $x_{\max}=6$ – максимальная оценка риска в баллах;

t – продолжительность воздействия опасного или вредного производственного фактора (ОВПФ) условий труда;

$T=25$ лет – трудовой стаж, с учетом которого обосновываются предельно допустимые значения факторов условий труда.

Формула (1) также может быть преобразована для оценки профессионального риска. Имеем

$$R = 1 - \left(1,2 - \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n x_i^2}}{5\sqrt{n}} \right)^{t/T} \quad (5)$$

Применяя формулу для среднего геометрического, получим для оценки риска

$$R = 1 - \left(1,2 - \frac{\sqrt[n]{\prod_{i=1}^n x_i}}{5} \right)^{t/T} \quad (6)$$

В формуле (4) использованы известные соотношения: при всяком основании, не равном нулю, логарифм единицы есть ноль; логарифм числа, равного основанию, есть единица.

Важно отметить, что формулы (3–6) позволяют рассчитать уровень профессионального риска, то есть, повреждающую способность производственной среды с учетом числа n действующих факторов, баллов риска x_i по каждому из этих факторов, а также продолжительности t воздействия опасных или вредных факторов. Именно в этом отличие изложенного подхода от всех других известных методов оценки риска [14].

Все приведенные формулы, при граничных значениях факторов дают следующие значения оценок R : при всех $x_i=1$, $R=0$; при всех $x_i=x_{\max}=6$, $R=1$. Однако при промежуточных значениях x_i оценки риска могут быть существенно различными. В связи с этим выполнены расчеты по всем формулам в предположении, что $t=1$ год, а также $t=5, 10, 15, 20, 25$ лет. Результаты расчетов сведены в табл. 4. Принято, что факторы условий труда (их четыре) получили оценки $x_i=2, 2,$

3, 3, которые достаточно часто встречаются при проведении специальной оценки условий труда (СОУТ). Результаты расчетов по указанным формулам возводились в степень t/T .

Полученные формулы, безусловно, имеют разный уровень адекватности. Более адекватной следует считать формулу, расчеты по которой ближе к данным по фактической профессионально обусловленной заболеваемости работников.

Из результатов расчетов, указанных в табл. 4, следует, что наиболее интенсивное увеличение риска приходится на первые периоды воздействия. Так, согласно расчетам по формуле (4), при увеличении продолжительности воздействия до 5 лет риск возрос на 0,33, от 5 до 10 лет – на 0,24, от 10 до 15 лет – на 0,14, от 15 до 20 лет – на 0,08, от 20 до 25 лет – на 0,04. Это означает, что профилактические мероприятия необходимо планировать и осуществлять оперативно, не допускать длительное воздействие ОВПФ на работников.

Таблица 4

Результаты расчетов уровней профессионального риска R
по приведенным в статье формулам для различной
продолжительности воздействия ОВПФ

Номер формулы	Продолжительность воздействия ОВПФ, лет					
	1	5	10	15	20	25
3	0,06	0,25	0,44	0,59	0,69	0,77
4	0,11	0,44	0,68	0,82	0,90	0,94
5	0,015	0,07	0,14	0,20	0,26	0,31
6	0,014	0,07	0,13	0,19	0,24	0,29

Результаты расчетов по формулам (5), (6) существенно ниже значений, получаемых по формулам (3), (4). Объясняется это тем, что формулы (5), (6) основаны на теории среднего балла, а (3), (4) – учитывают влияние каждого значимого фактора условий труда на формирование общего состояния производственной среды без обращения к каким-либо осреднениям. При этом также учитывается независимость

действия каждого отдельного фактора. Применение средних значений приводит к тому, что экстремальные условия, складывающиеся под влиянием какого-то одного фактора, могут выравниваться при учете других факторов, имеющих более благоприятные значения. Подобное выравнивание допустимо только тогда, когда механизм сочетанного действия факторов подчиняется принципу антагонизма.

Важно также то, что формулы (3)-(6) основаны на исследовании данных специальной оценки условий труда (СОУТ). Тем самым повышается практическая значимость этого мероприятия.

Что касается оценки повреждающей способности среды по рискам возможного травмирования работников, то она может вестись по техническим факторам условий труда на рабочем месте: текущее техническое состояние оборудования, его размещение, организация эксплуатации. При этом баллы риска определяются по специальным справочным таблицам [15].

Для оценки повреждающей способности производственной среды в подразделениях или в целом по предприятию целесообразно использовать средневзвешенные арифметические или геометрические оценки. Средневзвешенная оценка \bar{R} будет

$$\bar{R} = \frac{\sum_{j=1}^m R_j \cdot N_j}{\sum_{j=1}^m N_j}, \quad (7)$$

где R_j – оценка риска на j -ом рабочем месте;

N_j – численность занятых на j -м рабочем месте;

m – число рабочих мест.

Более осторожные оценки позволяет получить формула для средневзвешенной геометрической

$$\bar{R} = \left(\prod_{j=1}^m R_j^{N_j} \right)^{1/\sum_{j=1}^m N_j}. \quad (8)$$

На рабочих местах, для которых произведения $R_j \cdot N_j$ имеют большие значения, предупредительно-профилактические мероприятия должны предусматриваться в первоочередном порядке. Это относится и в целом к подразделениям (цехам, участкам). При этом

должно учитываться произведение $\bar{R} \cdot \sum_{j=1}^m N_j$. Используя указанные значения, организации могут получить оптимальную последовательность реализации мероприятий, которая должна быть положена в основу планирования снижения риска.

Рекомендуется также учитывать и социально-экономический фактор. Если получено, что внедрение мероприятий общей стоимостью W обеспечивает перевод общего риска, относящегося к j -му рабочему месту, с начального уровня ($R_{nj} \cdot N_j$) на новый планируемый уровень ($R_{n_j} \cdot N_j$), то социально-экономический показатель E_j этих мероприятий будет

$$E_j = \frac{(R_{nj} - R_{n_j}) \cdot N_j}{W}, \quad (9)$$

где R_{nj} и R_{n_j} – начальный и планируемый уровни риска на j -м рабочем месте, определяемые по приведенным выше формулам (3)-(6).

По существу показатель E_j определяет социальный эффект на единицу затрат. Поэтому мероприятия, характеризующиеся большими значениями E_j целесообразно внедрять в более срочном порядке.

Список литературы

1. Трудовой кодекс Российской Федерации. В редакции, вступившей в силу с 1 марта 2023 г.
2. Кузнецова Д.А. Оценка профессионального риска электрогазосварщика разными методами / Д.А. Кузнецова // Безопасность жизнедеятельности. - 2023. - №6. – С. 9-16.
3. Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки. Руководство Р 2.2.1766-03. Утв. главным санитарным врачом Российской Федерации 24.06.2003 г.
4. Минько В.М. О проблеме учета несчастных случаев и о снижении травмоопасности в строительстве. / В.М. Минько, А. Басараб // Безопасность труда в строительстве. – 2020. – №5. – С. 43–47.

5. Макарчук М.В. Об учете несчастных случаев на производстве / М.В. Макарчук // Охрана труда и социальное страхование. – 2017. – №9. – С. 58–65.

6. Бухтияров И.В. Производственный травматизм как критерий профессионального риска / И.В. Бухтияров, Н.Ф. Измеров, Г.И. Тихонова, А.Н. Чуранова // Проблемы прогнозирования. – 2017. – Т.164. – №5. – С. 140-149.

7. Тихонова Г.И. Производственный травматизм: причины неполной регистрации. / Г.И. Тихонова, А.Н. Чуранова // Охрана труда и социальное страхование. – 2018. - №8. – С. 64-73.

8. Евтушенко Г.Ю., Денисенко А.Н. Комплексная оценка условий труда при помощи индекса, основанного на среднеквадратичном балле / Методы количественной оценки условий труда на промышленных предприятиях. – Киев: Знание, 1975. – 28 с.

9. Количественная оценка тяжести труда. Межотраслевые методические рекомендации. – М.: Экономика, 1988. – 120 с.

10. Минько В.М. Математическое моделирование в охране труда. Монография. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВПО «КГТУ», 2008. – 248 с.

11. Минько В.М. Анализ результатов проведения специальной оценки условий труда на хлебобулочном производстве / В.М. Минько, Н.А. Евдокимова // Охрана и экономика труда. – 2018. - № 2. – С. 48–56.

12. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда. Руководство Р 2.2.2006-05. – М.: Изд-во «Безопасность труда и жизни», 2006. – 120 с.

13. Методика проведения специальной оценки условий труда. Утв. приказом Минтруда России от 24 августа 2014 г. № 33н.

14. Минько В.М. О применимости методов оценки профессиональных рисков в управлении охраной труда / В.М. Минько, Н.А. Евдокимова // Безопасность жизнедеятельности. – 2020. - №12. – С. 3–12.

15. Минько В.М. Оценка уровней профессиональных рисков по данным о состоянии рабочих мест / В.М. Минько, Н.А. Евдокимова, Е.С. Кремлякова // Охрана труда и социальное страхование. – 2020. – №8. – С. 49–58.

Об авторах

Неман Ева Максимовна, магистрант кафедры техносферной безопасности и природообустройства, ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» Россия, 236022, г. Калининград, Советский пр-т, 1 e-mail: eva.neman@klgtu.ru

Минько Виктор Михайлович, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры техносферной безопасности и природообустройства ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» Россия, 236022, г. Калининград, Советский пр-т, 1, e-mail: viktor.minko@klgtu.ru

About authors

Neman Eva Maksimovna, Master's student of the Department of Technosphere Safety and Environmental Engineering, Kaliningrad State Technical University, Russia. e-mail: eva.neman@klgtu.ru

Minko Viktor Mikhailovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Technospheric Safety and Environmental Engineering, Kaliningrad State Technical University, Russia. e-mail: viktor.minko@klgtu.ru

ПРОБЛЕМЫ КВАЛИФИКАЦИИ ГРУБОЙ НЕОСТОРОЖНОСТИ ПОСТРАДАВШЕГО ПРИ НЕСЧАСТНОМ СЛУЧАЕ НА ПРОИЗВОДСТВЕ

А.А. Порываев

Пермский национальный исследовательский
политехнический университет, Пермь, Россия

В работе рассматриваются различные случаи грубой неосторожности, дает им правовую и организационную оценку. Делается вывод о необходимости отказа от порочной и неправомерной практики установления факта грубой неосторожности, степени вины и уменьшения размера возмещения вреда пострадавшему от трудового увечья

Ключевые слова: грубая неосторожность, охрана труда, несчастный случай на производстве

PROBLEMS OF QUALIFICATION OF THE VICTIM'S GROSS NEGLIGENCE IN CASE OF OCCUPATIONAL ACCIDENT

A.A. Poryvaev

Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russia

The work considers various cases of gross negligence, gives them a legal and organizational assessment. It is concluded that it is necessary to abandon the vicious and unlawful practice of establishing the fact of gross negligence, the degree of guilt and reduce the amount of compensation for harm to the victim of labor injury

Keywords: gross negligence, occupational safety, industrial accident

Основная цель охраны труда – предупреждение утраты трудоспособности работником в процессе трудовой деятельности в интересах работодателя и социальная защита пострадавших. Поэтому при

каждом несчастном случае возникает цепочка вопросов типа: Что произошло? Почему это произошло? Как это предотвратить в будущем? Кто понесет прямые и косвенные расходы, вызванные этим событием? Кто, образно говоря, заплатит «за всё»? Как это сделать?

В любом случае любое неблагоприятное событие на производстве требует каких-то действий, влечет за собой те или иные затраты, включая труд занятых в этих действиях людей, расход тех или иных материальных и денежных средств.

Причины несчастного случая на производстве или профессионального заболевания должно установить расследование. Именно оно выявляет технические, организационные и личностные причины произошедшего, что позволяет принятием соответствующих мер «безопасности» избавить трудовой процесс от такого рода опасных происшествий и неблагоприятных событий. Одновременно решается вопрос о возмещении причиненного пострадавшему вреда причинителем вреда, т.е. «виновником» несчастного случая.

Вопрос о том, кто понесет расходы, может решаться по-разному: (1) либо общество в целом в лице государства; (2) либо работодатель, который использовал труд работника для получения своей прибыли, а потому теперь он должен заплатить за непредотвращенное им несчастье; (3) либо пострадавший, ибо то, что с ним произошло, с одной стороны, конечно, его личное деяние и «горе», но с другой стороны, оно доставило массу неприятностей окружающим, включая различного рода затраты.

Первый вариант характерен для коллективистского общества, каким был советский социализм, второй – для индивидуалистического буржуазного общества с его рационализмом и прагматизмом, третий – для феодально-бюрократического общества, где все хорошее изымается в пользу собственников и обслуживающей их бюрократии, а все плохое возлагается на простых «бесправных» людей.

При этом буржуазное право четко говорит о «причинении вреда» «причинителем вреда», который обязан «возместить вред», причиненный пострадавшему, а причинителем вреда практически автоматически считается или владелец рисков – объектов или процессов повышенной

опасности или организатор производства – наниматель пострадавшего. Заметим, что российское право, и трудовое и гражданское, в целом следует в русле этих общих для рыночной экономики положений.

Однако в настоящее время в нашей стране действующими нормативными документами по расследованию несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний предусмотрена возможность устанавливать **факт грубой неосторожности пострадавшего**, которая могла содействовать возникновению или увеличению вреда, причиненного его здоровью. Этот факт порождает **«вину»** пострадавшего.

Эта возможность предусмотрена в предпоследнем абзаце ст. 229.2 Трудового кодекса РФ, в ст. 14 Федерального закона «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний», в утвержденных Приказом Минтруда России от 20.04.2022 № 223н «Об утверждении Положения об особенностях расследования несчастных случаев на производстве в отдельных отраслях и организациях, форм документов, соответствующих классификаторов, необходимых для расследования несчастных случаев на производстве" формах материалов расследования несчастных случаев, в п. 25, 31 Постановления Правительства РФ от 05.07.2022 № 1206 «О порядке расследования и учета случаев профессиональных заболеваний работников" (вместе с "Правилами расследования и учета случаев профессиональных заболеваний работников")»).

Смысл всех этих требований (цитируем Трудовой кодекс РФ): «В случае установления факта грубой неосторожности застрахованного⁸, содействовавшей возникновению вреда или увеличению вреда, причиненного его здоровью, в акте указывается степень вины застрахованного в процентах, установленная по результатам расследования несчастного случая на производстве».

⁸ Имеется в виду пострадавший. Он же работник или застрахованное лицо, работающее не по трудовому договору. Случай, когда один работающий является виновником того, что пострадал другой работающий, не рассматривается в настоящей работе.

Однако, нормотворцам не хватило «смелости» публично переложить **вину** (и затраты) с работодателя на работника, дав четкое юридическое определение «**грубой неосторожности**». А потому ни в одном из действующих документов нет определения терминов *грубая неосторожность*, *неосторожность*, *вина*, *степень вины*, отсутствуют методики определения грубой неосторожности и степени вины.

Все это делает вышеназванные категории оценочными (весьма и весьма субъективными). Это дополнительно вызывает множество проблем и дает основания утверждать, что идеи установления факта грубой неосторожности и степени вины пострадавшего лишь частично и формально основаны на законе, и, в сущности, несправедливы по отношению к пострадавшему.

Этот вывод обоснован тем, что для понимания грубой неосторожности и вины на практике приходится применить к трудовым отношениям не относящиеся к ним нормы гражданского или уголовного права, используя определения, имеющие одинаковое наименование, но разное содержание для правоприменительной практики.

Известно, что любое повреждение здоровья причиняется тем или иным действием, которое может быть абсолютно случайным либо продуманным и целенаправленным. Все реальные действия укладываются в этот диапазон различий.

Целенаправленное причинение вреда порождает правонарушение (деликт или преступление), виновник которого должен быть наказан, а причиненный этим правонарушением вред возмещен. Такое действие характеризуется *прямым умыслом* действующего лица, что и ставится ему в вину.

Однако причинение вреда может произойти и без «злого» *умысла* правонарушителя. Последний, с юридической точки зрения, виновен, но сам он не ожидал именно такого поворота событий, что не позволяет характеризовать его как злоумышленника, как лицо, имевшее умысел. Ему в вину можно поставить не умысел, а неосторожность.

Более того, деяние считается совершенным невиновно, если лицо не предвидело общественно опасных последствий своего де-

яния и по обстоятельствам данной ситуации не могло и не должно было их предвидеть.

Заметим, что в уголовном праве в рамках умысла выделяется *прямой умысел* и *косвенный умысел*, а в рамках неосторожности – *проступное легкомыслие* и *преступная небрежность*. Тем самым *неосторожность* характеризуется либо легкомыслием, не позволившим предвидеть все вредные последствия данного деяния, либо небрежностью в действиях, внезапно получивших из-за конкретной небрежности совершенно нежелательные последствия. При этом, уголовным правом большинства стран не допускается *объективное вменение*, то есть ответственность за деяние, совершённое невиновно.

В административном праве различают умысел и неосторожность (в форме легкомыслия и небрежности). С умыслом связывают понимание правонарушителем не только противоправного характера своего действия (бездействия), но и возможных неблагоприятных последствий.

В гражданском праве различают две формы вины – умысел и неосторожность (простую и грубую), однако эти нюансы не влияют на объем возмещаемого вреда, ибо гражданское законодательство требует полного возмещения вреда причинителем вреда безотносительно к тому, с умыслом либо по неосторожности этот вред был причинен. Поэтому никаких юридически четких различий между простой и грубой неосторожностью не сформулировано. На практике либо руководствуются уголовным кодексом, либо идеей о количественном различении простой и грубой неосторожности.

Иногда говорят, что простая неосторожность связана с недостаточной внимательностью, с небрежностью в поступках, а грубая неосторожность связана с явно потенциально неправомерными действиями. Это означает, что основанием для снижения размера возмещения в соответствии со ст. 1083 ГК РФ грубая неосторожность быть не может.

При этом ответственность по гражданскому законодательству может наступить лишь при наличии вины. Вина потерпевшего в форме *простой неосторожности* во внимание не принимается, а ответственность независимо от вины устанавливается либо прямым

предписанием закона, либо соглашением сторон. При этом, согласно закону ответственность независимо от вины несет владелец источника повышенной опасности. Владельцы источников повышенной опасности освобождаются от ответственности лишь при умысле самого потерпевшего или при наличии непреодолимой силы.

Заметим, что впервые определение *грубой неосторожности* было сформулировано еще в римском праве для описания нарушения правовых норм. Российское деликтное право, считает, что *грубая неосторожность* – это нарушение простых, элементарных правил и требований осмотрительности и предусмотрительности, предосторожности и осторожности.

В нормативных документах, относящихся к охране труда, определение понятия *грубая неосторожность* впервые появилось в ГОСТ 12.0.002-2014 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Термины и определения», в котором под *грубой неосторожностью* понимается **сознательное нарушение** требований безопасности или их **грубое непреднамеренное нарушение** из-за незнания требований безопасности труда при выполнении данной работы.

Легко видеть, что «*умысел*» **нарушителя** нормативных требований включен здесь в грубую неосторожность, ибо он – этот умысел – практически никогда в безопасности труда не направлен пострадавшим на сознательное причинение вреда себе самому или своим коллегам по работе, но может быть направлен на другие цели, и только затем при той или иной последовательности событий привести к неумышленному причинению другим работникам или себе самому вреда.

С позиции соблюдения требований безопасности труда этот *умысел* пострадавшего скорее является «*недомыслом*» (недомысливанием) в отличие от явного умысла иных ситуаций, в первую очередь криминальных.

Согласно статистическим данным Международной организации труда примерно 25 % несчастных случаев связано с невнимательностью, с небрежностью движений, с так называемыми «техническими ошибками». Их можно отнести к простой неосторожности. Оставшиеся 75 % несчастных случаев связаны с так называемыми «интеллектуаль-

ными ошибками» из-за незнания и неумения работать правильно, а потому – безопасно. Их можно отнести к грубой неосторожности.

Вместе с тем, грубая неосторожность связана не только с неверным правонарушением поведением пострадавшего, но и с неблагоприятными условиями труда и недостатками организации трудового процесса.

Работодатель **должен был** научить работника безопасно работать, **должен был** организовать эту работу, включая управление действиями работника, **должен был** обеспечить работника всеми необходимыми инструментами, оборудованием, приборами и средствами индивидуальной защиты, **должен был** не допускать не готового трудиться безопасно работника к самостоятельной работе, **должен был...** Тем самым грубая неосторожность пострадавшего практически всегда оказывается косвенно связана с предумышленным умыслом его руководителей выжимать из подчиненных «план» любой ценой!

При этом вина потерпевшего никогда не предполагается, а потому всегда подлежит доказыванию. Кроме того, вина потерпевшего вообще не учитывается при возмещении вреда в случае потери кормильца – ст. 1089 ГК РФ; при возмещении расходов на погребение – ст. 1094 ГК РФ; при взыскании дополнительных расходов в случае причинения вреда здоровью – ст. 1085 ГК РФ.

Правила соотношения вины причинителя вреда и вины потерпевшего в произошедшем закреплены ст. 1083 ГК РФ, согласно положениям которой, во-первых, вред, причиненный потерпевшему, но возникший вследствие умысла потерпевшего, возмещению не подлежит, а, во-вторых, размер возмещения может быть уменьшен в случае, если причинитель вреда в соответствии с законом отвечает только при наличии вины, которая имеется, а в действиях потерпевшего также присутствует вина в форме грубой неосторожности.

Это случай так называемой **смешанной вины**, т.е. когда и причинитель вреда, и потерпевший содействовали наступлению самого события, в результате которого возникло причинение вреда. Учет вины каждого помогает установить пропорциональность соотношения затрат каждого в возмещении вреда.

Судебная практика по отношению к фактам грубой неосторожности противоречива, и часто решение в пользу пострадавшего зависит исключительно от того, кто представляет пострадавшего в суде: **профессионал в области охраны труда или просто юрист**. В большинстве случаев в первом случае суд не находит оснований для признания факта грубой неосторожности, ибо сталкивается с квалифицированной защитой. Во втором случае приходится надеяться только на квалификацию и человечность самого судьи.

Если сгруппировать типичные решения комиссии об установлении факта грубой неосторожности и вины пострадавшего работника в актах по форме Н-1, то можно выделить следующие группы случаев.

Пострадавший получил травму при выполнении действий (работ), которые ему не поручали. Зачастую это происходит вследствие того, что работник реально выполняет работы сразу по многим профессиям, но при этом оформлен на работу только по одной профессии, и соответственно обучен и допущен только к работе только по ней.

Травма получена пострадавшим в состоянии алкогольного или наркотического опьянения. Сразу возникает вопрос: почему на рабочем месте работник оказывается «под кайфом» и ведет себя неадекватно? Ведь это является нарушением трудовой дисциплины. И кто-то его пропустил на предприятие, допустил до работы. А если, визуально отсутствуют очевидные признаки опьянения (несвязная речь, нарушение координации движения, неадекватное поведение), то причинно-следственная связь опьянения с несчастным случаем исчезает и не может являться основанием для установления факта грубой неосторожности.

Пострадавший нарушил локальные акты организации (инструкции по охране труда, рабочую инструкцию, технологические регламенты и т.д.). Возникает вопрос: А он знал о них, ибо реально сдал проверку знаний? А мог ли он все выполнить на практике эти требования? Зачастую сложности все требования охраны труда, прописанные в многочисленных локальных актах организации, при выполнении того объема работы, который определен заданием, невозможно.

Пострадавший, по мнению комиссии, якобы сознательно нарушил абсолютно недоказуемые требования (должен был выше поднимать ноги при хождении по лестнице, проявлять осторожность при хождении по льду и др.). Вместо часто встречающейся в актах по форме Н-1 формулировки: пострадавший в условиях гололеда проявил грубую неосторожность при ходьбе, упал и сломал себе ногу, нужно было бы записать: несмотря на проявленную осторожность передвижения по территории предприятия в условиях гололеда, пострадавший поскользнулся, упал и сломал себе (ногу, руку, ключицу, ребра ...). Но при такой формулировке никакой вины пострадавшего нет, а вот вина работодателя видна.

Возложение вины на пострадавшего происходит и при перекаладывании ответственности с работодателя на работника в надежде, что вдруг закроют дело.

Пострадавший отказался скрывать несчастный случай на производстве, и за это его наказали процентами вины. Это часто связано с репрессивной системой на предприятии, где царит произвол – за каждый несчастный случай на производстве ряд «виновных» работников вылетают «за забор», либо никто из сотрудников организации не получит 13 зарплату в конце года.

Практика показывает, что повсеместно встречаются ситуации, провоцирующие несчастные случаи, но требующие возложения вины на пострадавшего. Например, практическая деятельность в организации кардинально отличается от того, что прописано в инструкциях по охране труда. Как говорится, работаем как удобно, а если что случится, отвечаем по бумагам.

Или в разных корпоративных документах по охране труда содержатся противоположные требования безопасности, что обусловлено противоречивостью и небрежностью законодательства. Если же произойдёт несчастный случай, то эти требования применяются избирательно и исключительно так, как это удобно работодателю или следствию в соответствии с принципом.

Сегодня в связи с ухудшением экономической ситуации и массовой задолженностью за кредиты, пострадавший начинает не соблюдать все требования безопасности, чтобы выполнить и перевыполнить план,

чтобы хоть что-то заработать. А представитель работодателя делает вид, что он этого не замечает, хотя, по сути, одобряет (его зарплата также зависит от выполнения плана) и поощряет.

Увеличение пенсионного возраста, удлинение рабочих смен, несоблюдение режима труда и отдыха, в результате чего работник физически и психологически устает и начинает «по неосторожности» совершать ошибки, приводящие к несчастным случаям. Особенно ярко это явление выражено у водителей дальнбойщиков, такси, частных автобусов.

Направление работника в командировку без жесткого определения порядка поведения вне постоянного рабочего места или на вахте, включая внерабочее время, по сути, предоставляет работнику большое право выбора вариантов поведения, которое не всегда является правильным и безопасным.

Ну и, конечно, отсутствие медицинского осмотра, обучения или средств индивидуальной защиты, особенно использование дежурного СИЗ, не подходящего по размерам пострадавшему с одновременным лицемерным утверждением работодателя: Он имеет право отказаться от выполнения работы! Попробуй только!

Вышеприведенное показывает, что грубая неосторожность пострадавшего на производстве не является его персонифицированной виной, а является его почти неизбежной бедой, вызванной бесчеловечной системой отношения официальных лиц работодателя и чиновников нормотворческих структур к пострадавшим, в условиях внутренне противоречивой нормативной базы, искусно перемешивающей и запутывающей понятия прав и обязанностей работника.

Закон (ст. 210 ТК РФ) говорит о том, что одними из основных направлений государственной политики в области охраны труда (среди прочих) являются «обеспечение приоритета сохранения жизни и здоровья работников», «расследование и учет несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний», «защита законных интересов работников, пострадавших от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, а также членов их семей на основе обязательного социального страхования работников от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний».

Это означает, что все действующие лица в сфере охраны труда должны максимально обеспечить профилактику несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, а, если они все же произошли (неважно по каким причинам, закон это не выделяет!!!), то – защиту законных интересов пострадавшего путем назначения страхового обеспечения.

Обратим внимание, что социальное страхование профессиональных рисков страхует **утрату трудоспособности при работе по найму**, а не получение конкретной травмы в ходе конкретных трудовых операций. Произошел несчастный случай на работе, дали медики заключение об утрате трудоспособности, и нужно платить всё, что положено. Но не хочется. И тогда на фоне непризнания несчастных случаев страховыми, отказа в назначении страхового обеспечения установление грубой неосторожности и процентов вины кажутся почти детскими играми. При этом факт грубой неосторожности очень часто устанавливается произвольно, без ссылок на нормативно правовые акты, а вина определяется «на глаз». Очень часто ее устанавливают вообще без численного значения, ибо это само по себе сложно и необъективно. Обычно такие акты расследования легких несчастных случаев не обжалуются пострадавшим, так как страховщик листки временной нетрудоспособности оплачивает, и установленная степень вины не влияет на размер выплат. Зачем она тогда нужна?

Однако ситуация кардинально меняется, когда случай переходит из категории легких в тяжелые, либо изначально был смертельным или тяжелым. Тогда пострадавшие или их родственники в большинстве случаев справедливо задают вопрос о законности установления вины и обжалуют акты расследования либо через государственную инспекцию труда, либо сразу обращаясь в суд.

Конституция Российской Федерации установила: вина человека должна быть доказана и установлена судом.

Однако комиссия, состав которой подбирается и утверждается руководителем предприятия, проводит расследование, собирает доказательства и решает вопрос виновности пострадавшего (так, как это нужно руководителю или собственнику). Решение принимается простым большинством голосов, и очевидно, что это большинство (работники) всегда на стороне работодателя. Поэтому вопрос об установлении вины

пострадавшего и её степени должен относиться к компетенции независимого и профессионального органа – суда. И только.

Но как можно доказывать что-то и обвинять пострадавшего в том, что не определено законом, в том, в отношении чего не установлены юридически строгие критерии оценки?

Глубоко убежден, что положения Трудового кодекса РФ и федерального закона «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний» об установлении вины во внесудебном порядке неквалифицированной группой лиц, произвольно или целенаправленно организованной заинтересованной в результатах расследования стороной – работодателем, противоречит Конституции РФ, Гражданскому кодексу РФ, общим принципам права.

Решить поставленные в настоящей статье вопросы можно и нужно раз и навсегда, отказавшись от порочной и неправомерной практики установления факта грубой неосторожности, степени вины и уменьшения размера возмещения вреда пострадавшему от трудового увечья.

Об авторе

Порываев Андрей Анатольевич, заместитель директора Пермского краевого центра охраны труда ПНИПУ, Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Пермь, Россия, Комсомольский пр-т 29, e-mail: proftrud@mail.ru.

About the author

Poryvaev Andrey Anatolyevich, Deputy Director of the Perm Regional Center for Labor Protection PNIPU, Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russia, Komsomolsky Avenue 29, e-mail: proftrud@mail.ru.

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ОБУЧЕНИЯ ПО ОХРАНЕ ТРУДА

Н.Н. Новиков¹, Е.С. Ворошилова²

¹Национальная ассоциация центров охраны труда, г. Москва, Россия

²ООО «Кузбасс-ЦОТ», г. Кемерово, Россия

Статья рассматривает вопросы, связанные с качеством обучения по охране труда. Анализируется действующий порядок обучения. Предлагаются возможные пути совершенствования массового обучения.

Ключевые слова: обучение, качество, компетентность, обучаемые

CURRENT ISSUES OF IMPROVING THE QUALITY OF OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY TRAINING

N.N. Novikov¹, E.S. Voroshilova²

¹National Association of Occupational Safety Centers, Moscow, Russia

²ООО Kuzbass-TSOT, Kemerovo, Russia

The article considers issues related to the quality of occupational health and safety training. The current training procedure is analyzed. Possible ways to improve mass education are offered.

Keywords: training, quality, competence, trainees

Анализ работы обучающих организаций показывает, что в целом массовое обучение работников по охране труда происходит на должном уровне.

Вместе с тем, по отзывам слушателей, иногда довольно резко, имеются недостатки, связанные с качеством изложения и демонстрации лекционного материала, формальным процессом

организации обучения, отсутствием или слабым использованием современных методов и технологий обучения.

Основными причинами данных недостатков являются:

-широкое привлечение к преподаванию малокомпетентных, имеющих поверхностные знания в области охраны труда специалистов, не обладающих опытом преподавательской работы;

- недостаточная обеспеченность обучающих организаций современными техническими средствами поддержки учебного процесса;

-слабый контроль за качеством преподавания со стороны работодателя;

-недостаточный спрос работодателей с обучающихся за усвоение пройденного материала (за их компетентность).

К этому следует добавить, что в стране отсутствует система специализированной подготовки и повышения квалификации преподавателей, работающих в обучающих организациях, осуществляющих обучение по охране труда. В некоторых центрах недостаточное внимание уделяется развитию материально-технической базы (аудио и видеоаппаратура, множительная техника, компьютерная техника и т.д.) и повышению уровня организации учебного процесса.

Встречаются организации, которые готовы выдать документы об обучении по охране труда всего за один день. Их легко найти на просторах интернета.

Качество обучения неизбежно сказывается на уровне травматизма, особенно смертельного. На рисунке приведено распределение количества погибших с момента проверки знания требований ОТ в среднем с 2019 по 2022 год.

Если в течение 3–6 месяцев после прохождения проверки знания не удерживаются в памяти работников, значит либо обучение проводится неэффективно, либо проверка знаний проводится формально. При качественном обучении этих смертей можно было избежать.

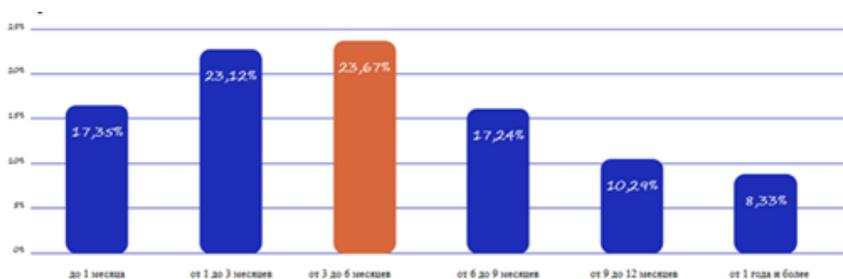


Рис. Время между несчастным случаем и проверкой знания

Новый взгляд на обучение связан с внедрением компетентностного подхода, который является важным связующим звеном между образовательным процессом и интересами работодателей. Уже сейчас ведущие компании и государственные ведомства формулируют свои требования к персоналу на языке компетенций. Разработка и внедрение так называемых "профилей (или моделей) компетенций" (описывающих требования к отдельным категориям работников: высшим руководителям, линейным менеджерам, административному персоналу и др.) являются неотъемлемой частью управления эффективностью многих крупных компаний.

Таким образом, компетентностный подход при обучении и оценке «качества» работников (специалистов) становится доминирующим, как в образовании в целом, так и на многих предприятиях. При этом на первый план выходит *действие, операция*, соотносящаяся с ситуацией, проблемой.

Вместе с тем все еще основной упор в обучении делается на подачу материала в виде лекций, хотя современные подходы к обучению взрослого контингента, имеющего значительный жизненный опыт, требуют активного (иногда доминирующего) участия слушателей в процессе обучения.

Обучение взрослых слушателей, направленное на повышение их компетенции, нужно проводить по следующей примерной схеме:

- укрепление или выработка у слушателей стойкой уверенности в том, что их действия по созданию безопасных условий труда в своей организации принесут реальную практическую пользу;

- упорядочивание и пополнение слушателями общих знаний по охране труда в соответствии с их профессиональными и общественными обязанностями;

- совершенствование или выработка у слушателей навыков анализа состояния условий и охраны труда в организации, значимости опасных и вредных производственных факторов, практических приемов оценки производственного риска и эффективности профилактических мероприятий;

- совершенствование или выработка у слушателей навыков самостоятельной работы с нормативной документацией, регламентирующей порядок решения тех или иных проблем охраны труда в организации;

- совершенствование или освоение слушателями навыков, позволяющих им в дальнейшем на практике разрабатывать локальные нормативные акты, готовить предложения, выдавать предписания и т.п. Следует особо отметить необходимость совершенствования у слушателей практических приемов (коммуникационных технологий) работы с людьми, для уверенной и эффективной работы в трудовых коллективах.

Для исправления существующего положения хорошо было бы разработать и внедрить современную технологию краткосрочного обучения охране труда, для чего:

- разработать критерии определения уровня компетенции на основании должностных обязанностей работника в области охраны труда и систему сертификации компетенции работника в области охраны труда;

- разработать комплекс учебно-методических рекомендаций по организации и содержанию учебного процесса (учитывающие особенности обучения взрослых), направленные на внедрение современных технологий обучения, которые должны обеспечить необходимый уровень компетенции работников в сфере охраны труда в рамках их профессиональных и общественных обязанностей;

- разработать реальные требования к обучающим организациям и привлекаемых ими для преподавания лицам (преподавателям);

- создать систему мастер-классов (в том числе и выездных) для преподавательского состава обучающих организаций по современным подходам к содержанию учебного процесса, в том числе, с использованием компьютерных и информационных технологий;

- разработать средства аудиовизуальной (видеофильмы, слайды и т.п.) поддержки учебного процесса, интерактивные деловые игры (индивидуального и коллективного пользования), с участием компьютерных персонажей, имитирующей действия персонала типичного предприятия по организации работ по охране труда.

В настоящее время в Национальной ассоциации центров охраны труда (НАЦОТ) разработан Стандарт, который устанавливает порядок и процедуры проведения сертификации организаций, оказывающие услуги сторонним организациям и лицам по обучению охране труда, и проверку знаний требований охраны труда.

Обучающие организации, принявшие решение подтвердить свою деятельность на соответствие государственным нормативным требованиям сертификатом соответствия в системе СДСОТ должны отвечать следующим требованиям:

– регистрация в качестве юридического лица (индивидуального предпринимателя – для специалистов физических лиц) в соответствии с законодательством Российской Федерации;

– наличие в Уставе вида деятельности: дополнительное профессиональное образование; обучение работодателей и работников вопросам охраны труда;

– наличие «Положения об обучающей организации», «Паспорт обучающей организации», «Руководство по качеству»;

– наличие необходимого для осуществления деятельности нежилого помещения на праве собственности, хозяйственного ведения, оперативного управления или аренды на срок не менее 11 месяцев;

– наличие в штате специалистов, имеющих высшее образование, подтвержденное документом государственного образца и не менее 3-х лет стажа практической работы по проведению обучения ра-

ботников и работодателей по вопросам охраны труда и прошедших переподготовку или повышение квалификации по охране труда объемом не менее 72 часов;

– наличие справочной базы (в том числе электронной) официально изданных действующих законодательных и иных нормативных правовых актов по охране труда, а также справочной документации по охране труда;

– наличие системы учета и документирования результатов оказания услуг и выполнения работ по охране труда, в том числе утвержденных руководителем правил организации делопроизводства;

– наличие программ обучения, утвержденных руководителем обучающей организации (на момент сертификации не менее 25% от общего объема обучения и в полном объеме при проведении инспекционного контроля);

– наличие работников, аттестованных в установленном порядке как членов комиссии по проверке знаний требований охраны труда, (в обучающих организациях, где предусмотрено обучение по оказанию первой помощи лицам, пострадавшим на производстве, необходимо наличие специалиста с медицинским образованием, имеющим документ, подтверждающий право обучения по оказанию первой помощи);

– наличие утвержденных руководителем учебно-методических материалов, учебно-методических комплексов и контрольных материалов (экзаменационные билеты, тесты, задания) применяемых для проверки знаний требованиям охраны труда;

– наличие в собственности необходимых технических средств обучения, включая: приборы и оборудование для практических занятий (могут быть средства измерения и т.п.), технические средства обучения по оказанию первой помощи лицам, пострадавшим на производстве, используемых в процессе обучения;

– наличие системы учёта и документирования результатов обучения по охране труда и проверки знаний требований охраны труда.

Важную роль в обучении играют учебно-методические комплексы по программе. Как правило, состав учебно-методического

комплекса включает: Учебник или учебное пособие по данному курсу. Учебную программу курса.

Перечень базовой и рекомендованной литературы. Методические рекомендации обучаемым по самостоятельной работе и изучению дисциплины (раздела, темы). Методические рекомендации (указания) по выполнению практических заданий, упражнений, занятий. Методические материалы, обеспечивающие возможность самоконтроля и систематического контроля преподавателем результативности изучения дисциплины. Программу экзамена по дисциплине в виде перечня вопросов или тестов. Раздаточный материал и наглядные пособия, которые включают рабочие тетради, справочные и хрестоматийные издания, компьютерные учебники, аудио- и видеоматериалы.

База вопросов и тестов распределена по элементам УМК, а внутри элемента по разделам, темам, и т.д. Тестирующие программы организованы так, что могут работать в двух режимах: самоконтроль и контроль преподавателем. При самоконтроле в зависимости от выбранного обучаемым режима при неудовлетворительных результатах тестирования программа может отказать ему в доступе к последующим разделам. Режим контроля преподавателем предполагает наличие перечня контрольных тестов, сформированных из общего перечня контрольных вопросов случайным образом. Результаты тестирования в этом случае передаются в общую базу данных обучаемого. Они доступны для просмотра преподавателем.

Отдельно следует отметить некоторые возможные требования к качеству подготовки преподавателей высших учебных заведений. Для них целесообразно ввести возможность прохождения личной стажировки на предприятии в должности специалиста по охране труда (в течении месяца, один раз в три года). Целесообразно проводить обучение (один раз в три года) преподавателей специалистами Минтруда России, Роструда и Социального Фонда по последним выпущенным нормативным документам и проектам готовящихся к выпуску документов. Сделать это сложно, но если мы имеем желание иметь компетентных преподавателей, то это нужно сделать.

Современные технологии должны быть цифровыми и обеспечивать массовое обучение работников.

Они должны учитывать законы психологии, психофизиологии, памяти, восприятия информации и т.п. при подготовке учебного материала для непрерывного обучения взрослых, а также быть основаны на личном предменном доверительном диалоге работника с электронным «напарником» по вопросам охраны труда с широким использованием разнообразных способов подачи информации.

Их применение должно обеспечивать значимое усиление внутренней мотивации каждого работника на безопасный труд, ускоренно формировать безопасное поведение за счет комплексного развития всех способностей работника: интеллектуальных, сенсорных, защитных и физических.

Общая схема организации процесса ускоренного формирования личной мотивации выглядит следующим образом.

При устройстве на работу в учебных центрах происходит комплексное обучение работников безопасным методам и приемам выполнения работ, в том числе использованием электронных учебных курсов, содержащих в себе различные инструменты такие как: видеоинструкции, 3D-реконструкции несчастных случаев (аварий инцидентов), шоковые 3D-видео-ролики, VR-тренажеры.

Непосредственно на работе применяется технология непрерывного ускоренного формирования личной СУОТ с помощью предменного экспресс-обучения, при котором, все работники массово, используя специальные компьютерные терминалы, решают разнообразные задачи по охране труда.

На основании результатов обучения ежемесячно происходит численная оценка профессиональных рисков травматизма каждого работника и определяется уровень опасности их поведения. Для работников с опасным поведением автоматически проводится дополнительное обучение.

Кроме того, периодически на предприятии с работниками проводятся видеоинструктажи по охране труда. Кроме того, можно использовать разработанный Кузбасс-ЦОТ специальный алгоритм создания видеоинструктажей, учитывающий психофизиологические особенности усвоения и запоминания информации работником. К настоящему времени по заказам предприятий специалистами Кузбасс-ЦОТ создано более 250 видеоинструкций.

Еще один инструмент формирования компетенций работника - 3D-реконструкции аварий и несчастных случаев, которые позволяют ознакомить работника с произошедшими авариями, показать нарушения, а главное научить работника правильным действиям, которые позволят сохранить его жизнь и здоровье в случае возникновения аналогичной ситуации. К настоящему времени по заказам предприятий изготовлено более 100 таких реконструкций.

Следующий шаг – 3D-реконструкции аварий с применением технологий VR. С помощью очков VR мы помещаем работника-нарушителя непосредственно внутрь аварии как пассивного наблюдателя. Данный инструмент оказывает дополнительное шоковое эмоциональное воздействие и формирует эмоциональную долговременную память. К настоящему времени изготовлено более 30 таких реконструкций.

Кроме того, использование VR позволяет нам сделать работника активным участником аварийной ситуации или производственной деятельности.

Практика показывает, что подобные тренировки снижают вероятность панического состояния у работника в экстремальных ситуациях и способствуют тому, что работник в реальной аварийной ситуации будет действовать правильно и решительно.

В настоящее время различные предприятия используют: виртуальные экскурсии по производственным объектам, виртуальные тренажеры для отработки действий работников в аварийных ситуациях, виртуальные тренажеры для обучения управлению машинами и механизмами.

Важную роль играют технологии предсменного экспресс-обучения работников на предприятии, которая проходит в форме доверительный диалога работника с электронным «напарником» по вопросам ОТ с широким использованием разнообразных способов подачи информации.

Работник перед сменой проходит идентификацию посредством ввода табельного номера или используя карту доступа. Далее в зависимости от его специальности назначается одна задача по ОТ.

При правильном решении задачи работник допускается к работе. При неправильном решении ему демонстрируются последствия

неправильных действий, дается подсказка, задача повторяется до тех пор, пока работник не решит задачу правильно, после чего он допускается к работе.

За все время эксплуатации, а уже проведено более 20 млн предсменных экспресс-обучений, конфликтов системы с работниками не отмечено. Данная технология имеет «сертификат превосходства» МАСО.

Рассмотрим более подробно типы задач, которые используются на предсменном экспресс обучении задачи с иллюстрациями;

- видеозадачи с целью демонстрации аварийной ситуации;
- интерактивные задачи с выбором ответа из иллюстраций;
- задачи-видеоцепочки, для решения которых нужно в правильном порядке выполнить последовательность действий на примере одной из трудовых операций.

Такое разнообразие представления задач в большей степени отражает реальную обстановку на рабочем месте и развивает интеллектуальные и сенсорные способности работника быстро и надежно выявлять опасности, оценивать их риски и принимать необходимые меры по ликвидации этих опасностей.

При правильном решении задачи демонстрируется травмы, которых работник избежал.

По результатам обучения по методике «Кузбасс-ЦОТ» рассчитываются профессиональные риски травматизма каждого работника и определяется уровень безопасности его поведения.

Эта информация распределяется по уровням управления и служит для принятия управленческих решений и построения прогноза по травматизму.

Работники, имеющие по результатам оценки опасный уровень поведения, а также нарушители ОТ автоматически попадают на дополнительное, специальное обучение, в которые кроме всего прочего входят модели аварий и шоковые видеоролики.

Доказано, что предсменное экспресс-обучение делает поведение всех работников более безопасным за счет выросшей внутренней мотивации на безопасный труд.

Как показала практика данные технологии обеспечивают снижение производственного травматизма, обусловленного человеческим фактором в 1,5–3 раза.

Выводы

Качеству обучения нужно уделять постоянное внимание.

На сайте Минтруда России целесообразно выкладывать инновационные проекты по обучению охране труда, видеофильмы, новые разработки в России и за рубежом, включая новые разработки отмеченные МОТ и МАСО.

Целесообразно, чтобы обучающие организации выкладывали открытые лекции и практические занятия на своих сайтах.

Сведения об авторах

Новиков Николай Николаевич – Заслуженный деятель науки Российской Федерации, доктор технических наук, профессор, Генеральный директор Национальной ассоциации центров охраны труда (НАЦОТ). 105043 Москва, 4-я Парковая ул., д. 29, оф.403 Россия, e-mail: nacot1649654@mail.ru

Ворошилова Евгения Сергеевна, консультант директора по аналитической работе в сфере охраны труда ООО «Кузбасс-ЦОТ» Россия, 650002, г. Кемерово, Сосновый бульвар, 1, e-mail: yes-1988@yandex.ru

About authors

Novikov Nikolai Nikolaevich – Honored Scientist of the Russian Federation, Doctor of Technical Sciences, Professor, General Director of the National Association of Labor Protection Centers (NATOT). 105043 Moscow, 4th Parkovaya st., 29, office 403 Russia, e-mail: nacot1649654@mail.ru

Voroshilova Evgenia Sergeevna, consultant to the director for analytical work in the field of labor protection LLC Kuzbass-TsOT Russia, 650002, Kemerovo, Sosnovy Boulevard, 1, e-mail: yes-1988@yandex.ru

КОМПЛЕКСНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЧЕЛОВЕЧЕСКИМ ФАКТОРОМ И КАЧЕСТВОМ РАБОЧЕЙ СИЛЫ

Е.С. Ворошилова, В.П. Сальников

ООО «Кузбасс-ЦОТ», г. Кемерово, Россия

Представленная в работе схема эволюции систем управления охраной труда различного уровня, показывает, что личная система управления охраной труда имеет весьма глубокие исторические корни. Личная система управления охраной труда является прародителем всех систем управления охраной труда и создавалась, как правило, путем «проб и ошибок», а также за счет подражания правильным действиям более опытных работников.

Показано, что понятия «человеческий фактор» и «качество рабочей силы» обладают близкими характеристиками. Оба понятия можно определить через фактические способности работника и через требования к этим способностям. Разница заключается в том, что личная система управления охраной труда, должна обеспечить безопасное выполнение работы, а качество рабочей силы образует личную систему управления работой, и должна обеспечить качественное выполнение работы.

Установлено, что использование различных технологий обучения (профессиональное обучение, обучение охране труда, предсменное экспресс-обучение, электронные курсы, VR-тренажеры по управлению машинами и механизмами и т.д.), обеспечивает комплексное развитие способностей работников (интеллектуальных, сенсорных, защитных и физических), необходимых для безопасного и качественного выполнения трудовых обязанностей.

В работе представлена схема процедуры персонального комплексного управления человеческим фактором и качеством рабочей силы. Центральным элементом этой схемы является персональная траектория, которая является распределенным во времени и пространстве комплексом мероприятий, направленных на управление человеческим фактором и качеством рабочей силы с учетом индивидуальных особенностей работников.

В работе приведены несколько примеров учета индивидуальных особенностей работников: настройка доминант А.А. Ухтомского, которые обеспечивают переключение поведения работника с бытового на рабочее и искус-

ственно запускают личную систему управления охраной труда; создание и демонстрация учебных материалов с учетом индивидуального темпа восприятия информации работником; формирование индивидуальной программы обучения с использованием индивидуальных репрезентативных систем восприятия информации.

Установлено, что одним из способов комплексного управления человеческим фактором и качеством рабочей является использование Видеоинформационного комплекса (далее – Комплекс) – цифровой системы непрерывного персонального предсменного экспресс-обучения каждого работника по вопросам безопасности труда. Подход к управлению безопасностью труда через непрерывное предсменное экспресс-обучение успешно работает уже много лет и обеспечивает значимое, в 1,5-3 раза, снижение травматизма. В настоящее время планируется расширить возможности комплекса в части обучения качественному выполнению работы и усилить эффективность обучения за счет учета индивидуальных способностей работника.

Ключевые слова: человеческий фактор; производственный травматизм; личная система управления охраной труда; качество рабочей силы; непрерывное экспресс-обучение.

COMPREHENSIVE MANAGEMENT OF HUMAN FACTOR AND WORKFORCE QUALITY

E.S. Voroshilova, V.P. Salnikov

Kuzbass-COT LLC, Kemerovo, Russia

The work provides a diagram of the evolution of occupational safety management systems at various levels, from which it follows that the personal occupational safety management system has very deep historical roots. A person's personal management system is the progenitor of all management systems and was created, as a rule, through "trial and error", as well as by imitating the correct actions of more experienced workers

Research has shown that the concepts of "human factor" and "labor quality" have similar characteristics. Both concepts can be defined through the actual abilities of the employee and through the requirements for these abilities. The difference is that a personal work safety management system must ensure the safe performance of

work, while workforce quality constitutes a personal work management system and must ensure the quality of work.

It has been shown that the use of various training technologies (training in professions and labor protection, pre-shift express training, electronic courses, VR simulators for operating machines and mechanisms, etc.) ensures the comprehensive development of workers' abilities (intellectual, sensory, protective and physical) necessary for the safe and high-quality performance of labor duties.

The paper presents a diagram of the procedure for personal integrated management of the human factor and the quality of the workforce. The central element of this scheme is the "Personal Trajectory", which is a set of measures distributed in time and space aimed at managing the human factor and the quality of the workforce, taking into account the individual characteristics of workers.

Several examples of taking into account the individual characteristics of workers are given: setting up dominant A.A. Ukhtomsky, which ensures: switching an employee's behavior from everyday life to work, artificially launching a personal occupational safety management system and transferring safe behavior to automatic mode (Pavlov's conditioned reflex); taking into account the type of temperament (in development) ensures the demonstration of training materials taking into account the individual pace of information perception by the employee; taking into account representative perception systems (in development) ensures the formation of an individual training program using individual speech predicates (characteristic words).

It is shown that one of the ways to comprehensively manage the human factor and the quality of work is to use the modernized Video Information Complex - a digital system of continuous personal pre-shift express training for each employee on labor safety issues. Labor safety management through continuous pre-shift express training has been successfully working for many years and provides significant 1.5-3 times reduction in injuries. It is planned to expand the capabilities of the complex in terms of training in high-quality work performance and to enhance the effectiveness of this type of training by taking into account the individual abilities of the employee.

Keywords: human factor; industrial injuries; personal occupational safety management system; labor force quality; continuous express training.

Несмотря на высокую автоматизацию производств актуальной проблемой любого предприятия, требующей разрешения, остается высокий травматизм, обусловленный человеческим фактором, поскольку в большинстве случаев именно неправильное поведение работника является движущей силой аварий и происшествий.

Производственный процесс каждого предприятия состоит не только из средств и процессов, необходимых для изготовления продукции, но и включает в себя управление охраной труда – набора взаимосвязанных и взаимодействующих мероприятий, направленных на сохранение жизни и здоровья сотрудников. Кроме того, существуют государственное управление охраной труда, и личная система управления охраной труда у каждого работника.

Рассмотрим эволюцию становления систем управления охраной труда различного уровня.

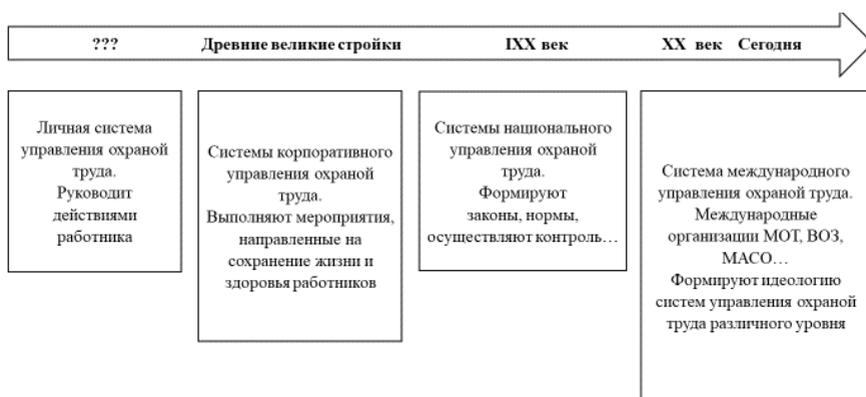


Рис. 1. Эволюция систем управления охраной труда.

На схеме, представленной на рис. 1, видно, что личная система управления охраной труда имеет весьма глубокие исторические корни. Личная система управления человеком является прародителем всех систем управления и создавалась, как правило, путем «проб и ошибок», а также за счет подражания правильным действиям более опытных работников.

Далее последовательно создавались системы управления более высокого уровня:

– системы корпоративного управления охраной труда, которые непосредственно обеспечивают выполнение комплекса взаимосвя-

занных и взаимодействующих между собой мероприятий, направленных на сохранение жизни и здоровья работников;

– системы национального управления охраной труда, которые формируют законы, нормы, правила и т.д., осуществляют контроль за выполнением требований охраны труда;

– система международного управления охраной труда (МОТ, ВОЗ, МАСО, конгрессы, конференции), которая формирует идеологию систем управления охраной труда различного уровня, предлагает рекомендации по охране труда и т.п.

Все эти системы постепенно повышали качество и эффективность управления охраной труда и обеспечивали снижение травматизма.

Из всех этих систем наименее изученной является личная система управления охраной труда, поэтому уделим ей особое внимание.

Чтобы построить модель личной системы управления охраной труда, будем опираться на следующее определение человеческого фактора [1].

Человеческий фактор (ЧФ) – это разность между фактическими и требуемыми способностями работника:

$$\text{ЧФ} = \text{ФС} - \text{ТС}, \quad (1)$$

где фактические способности (ФС) – это способности работника безопасно выполнять работу, базирующиеся на основных составляющих: интеллектуальной, сенсорной, защитной и физической;

требуемые способности (ТС) – это совокупность требований к интеллектуальным, сенсорным, защитным и физическим способностям человека, которые требуются для выполнения работы.

Если $\text{ТС} < \text{ФС}$, то ЧФ – положительная величина. Количество ошибочных действий и вероятность возникновения несчастных случаев ниже требуемого уровня. Поведение работника оценивается как безопасное.

Если $\text{ТС} \approx \text{ФС}$, то ЧФ – нейтральная величина. Количество ошибочных действий и вероятность возникновения несчастных случаев отвечает требуемому уровню. Поведение работника можно охарактеризовать как удовлетворительное.

Если $ТС > \PhiС$, то $ЧФ$ – отрицательная величина. Количество ошибочных действий и вероятность возникновения несчастного случая превышает требуемый уровень. Работнику свойственно опасное поведение.

Под поведением в процессе трудовой деятельности мы понимаем выполнение работником необходимых мероприятий по охране труда, направленных на сохранение его жизни и здоровья.

Исходя из выше сказанного, личная система управления охраной труда является частью системы самоуправления человека, которая проявляется через его поведение: безопасное ($ЧФ > 0$), удовлетворительное ($ЧФ \approx 0$) и опасное ($ЧФ < 0$).

В процессе разработки различных методов и приемов формирования у работников личной системы управления охраной труда достаточно неожиданно было обнаружено, что понятия «человеческий фактор» и «качество рабочей силы» обладают близкими характеристиками. Оба понятия можно определить через фактические способности работника и через требования к этим способностям. Разница заключается в том, что личная система управления охраной труда, должна обеспечить безопасное выполнение работы, а личная система управления работой должна обеспечить качественное выполнение работы.

Тогда качество рабочей силы ($КРС$), на основании отношения (1), можно определить, как разность между фактическими и требуемыми способностями работника качественно выполнять работу:

$$КРС = \PhiС - ТС. \quad (2)$$

Если $ТС < \PhiС$, то $КРС$ – положительная величина. Вероятность некачественного выполнения работы ниже требуемого уровня. Работник обеспечивает качественное выполнение работы.

Если $ТС \approx \PhiС$, то $КРС$ – нейтральная величина. Вероятность некачественного выполнения работы соответствует требуемому уровню. Работник обеспечивает удовлетворительное качество выполнения работы.

Если $TC > FC$, то KFC – отрицательная величина. Вероятность некачественного выполнения работы высока. Работник не способен обеспечить качественное выполнение работы.

Откуда следует, что личная система управления работой – это часть системы самоуправления человека, проявляющаяся в процессе труда, и которую можно характеризовать как: качественная ($KPC > 0$), удовлетворительная ($KPC \approx 0$) и некачественная ($KPC < 0$).

Поскольку у нас имеются инструменты, позволяющие обеспечить ускоренное формирование личной системы управления охраной труда, возникла идея об использовании тех же инструментов для развития и поддержки личной системы управления работой.

На рис. 2 представлена «Модель комплексного управления человеческим фактором и качеством рабочей силы».

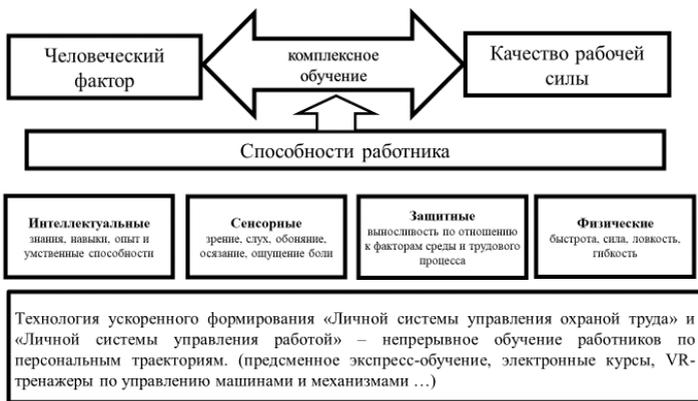


Рис. 2. Модель комплексного управления человеческим фактором и качеством рабочей силы. Описание в тексте

В данной работе представлена упрощенная модель комплексного управления человеческим фактором и качеством рабочей силы, в которой основным средством управления является обучение работников (рис. 2). Использование различных технологий обучения (про-

фессиональное обучение, обучение охране труда, предсменное экспресс-обучение, электронные курсы, VR-тренажеры по управлению машинами и механизмами и т.д.) обеспечивает комплексное развитие способностей работников (интеллектуальных, сенсорных, защитных и физических), необходимых для безопасного и качественного выполнения трудовых обязанностей.

Вопрос: зачем это нам надо? Назовём три причины.

1. В настоящее время наблюдается: дефицит рабочей силы; большая текучка кадров; снижение качества рабочей силы, и как следствие, большое число ошибок при выполнении работы просто по незнанию, что зачастую приводит к травмам.

2. К работе привлекается значительное число трудовых мигрантов обособленными группами не только не владеющих в полном объеме знаниями по безопасности труда, но и зачастую вообще не владеющих русским языком.

3. Реализация мероприятий по Комплексному управлению человеческим фактором и качеством рабочей силы полезны для всех работников, поскольку формируют понимание того, что работу можно выполнять качественно и безопасно. Это особенно важно для молодых работников, не имеющих достаточного производственного опыта.

На наш взгляд, комплексное управление (в том числе на родном языке мигранта) человеческим фактором и качеством рабочей силы окажет положительное влияние как на снижение травматизма, так и на повышение качества выполняемых работ. Тем более, что технология массового непрерывного экспресс-обучения существует и применяется на практике.

На рис. 3 представлена схема процедуры персонального комплексного управления человеческим фактором и качеством рабочей силы. Центральным элементом этой схемы является «Персональная траектория», которая является распределенным во времени и пространстве комплексом мероприятий, направленных на управление человеческим фактором и качеством рабочей силы с учетом индивидуальных особенностей работников.

Комплекс мероприятий воздействует на работников, осуществляя управление человеческим фактором и качеством рабочей силы.

Информация об уровнях способностей работника безопасно и качественно выполнять работу анализируется системами СУОТ, СУПБ и Комплекса, после чего, в случае необходимости, Персональная траектория корректируется с учетом индивидуальных особенностей работника.

Число траекторий равно числу работников.

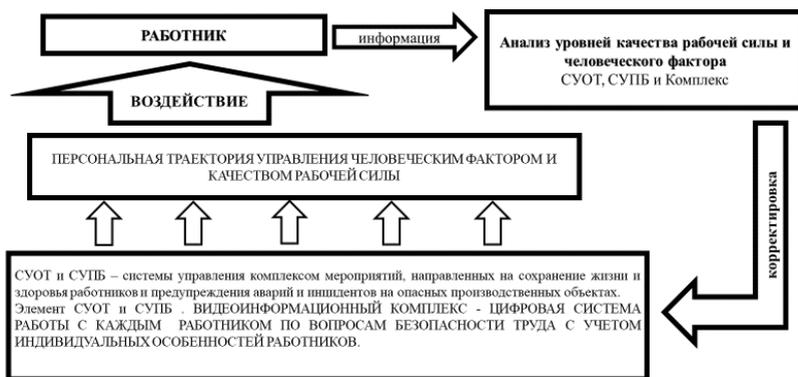


Рис. 3. Схема персонального комплексного управления человеческим фактором и качеством рабочей силы.

В схеме выделен видеоинформационный комплекс – цифровая система работы с каждым работником по вопросам безопасности труда, как элемент СУОТ и СУПБ. Управление безопасностью труда через непрерывное предсменное экспресс-обучение успешно работает уже много лет [2] и обеспечивает значимое, в 1,5–3 раза, снижение травматизма. Планируется расширить возможности Комплекса в части обучения качественному выполнению работы и усилить эффективность этого вида обучения за счет учета индивидуальных способностей работника [3,4].

Приведём несколько примеров учета индивидуальных особенностей работников:

1. Настройка доминант А.А. Ухтомского (используется) обеспечивает:

- переключение поведения работника с бытового на рабочее, искусственно запуская личную систему управления охраной труда;
- переводение безопасного поведения в автоматический режим (условный рефлекс Павлова).

2. Учет типа темперамента (в разработке) обеспечивает демонстрацию учебных материалов с учетом индивидуального темпа восприятия информации работником;

3. Учет репрезентативных систем восприятия (в разработке) обеспечивает формирование индивидуальной программы обучения с использованием индивидуальных речевых предикатов (характерных слов).

Для реализации этого подхода возможности Комплекса будут дополнены различными компонентами, необходимыми для улучшения качества рабочей силы.

Для учета типа темперамента сотрудника разрабатывается специализированный модуль, который позволит отнести сотрудника к определенному типу темперамента и с учетом этого изменять скорость отображения различных графических элементов. Одним из элементов, который хорошо отображает данное изменение – это видеоролик, ускорение или замедление скорости демонстрации которого в зависимости от типа темперамента способствует лучшему усвоению предоставляемой информации.

Для учета репрезентативных систем восприятия сотрудника также разрабатывается программное решение, способное определить ведущую репрезентативную систему для корректировки предоставляемой информации посредством индивидуальных речевых предикатов. Определение ведущей репрезентативной системы планируется на основе механизма, предоставляющего сотруднику право выбора вопроса из нескольких категорий, каждая из которых различается по степени использования различных репрезентативных систем. Далее собирается статистика выбора, на основании которой формируется представление о том, какая система является для сотрудника ведущей. Кроме того, учет репрезентативных систем включает в себя репрезентативную выборку целевой аудитории на предмет способов

получения человеком информации из внешнего мира. Опрос позволит выявить доминирующую репрезентативную систему работника и сформировать для каждого работника индивидуальный подход к прохождению предметного экзамена.

Заключение. В работе показана тесная связь между человеческим фактором и личной системой управления охраной труда, которые опираются на основные способности человека.

Показана возможность комплексного управления человеческим фактором и качеством рабочей силы с использованием «Персональной траектории», которая является распределенным во времени и пространстве набором мероприятий по обеспечению безопасности труда с учетом индивидуальных особенностей работников.

Показано, что одним из способов комплексного управления человеческим фактором и качеством рабочей является непрерывное предметное экспресс-обучение работников.

Список литературы

1. Ворошилов, С.П. Новая концептуальная модель «человеческого фактора» / С.П. Ворошилов, А.С. Ворошилов, Я.С. Ворошилов, Н.Н. Новиков, С.С. Данилюк // Охрана труда и социальное страхование. – Москва. – 2021. - № 2. – С. 88-96.

2. Ворошилова, Е.С. Управление безопасностью поведения работников / Я.С. Ворошилов, Г.Е. Седельников, А.И. Фомин, А.А. Ли // Вестник научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. – 2023. – №3. – С. 6-11.

3. Дружилов С.А., Олещенко А.М. Психические состояния человека в труде: теоретический анализ взаимосвязей в системе «Свойства личности – Состояния – Процессы» // Психологические исследования. 2014. Т. 7, № 34. С. 10.

4. Зуева Е.Ю., Ефимов Г.Б. Принцип доминанты Ухтомского как подход к описанию живого. – Препринты ИПМ им. М.В. Келдыша РАН. – М.: 2010. – № 14. – С. 32-38.

Об авторах

Ворошилова Евгения Сергеевна, консультант директора по аналитической работе в сфере охраны труда ООО «Кузбасс-ЦОТ» Россия, 650002, г. Кемерово, Сосновый бульвар, 1, e-mail: yes-1988@yandex.ru

Сальников Валерий Павлович, руководитель группы программного обеспечения ООО «Кузбасс-ЦОТ» Россия, 650002, г. Кемерово, Сосновый бульвар, 1, e-mail: v.salnikov@kuzbasscot.ru

About the authors

Voroshilova Evgenia Sergeevna, consultant to the director for analytical work in the field of labor protection LLC Kuzbass-TsOT Russia, 650002, Kemerovo, Sosnovy Boulevard, 1, e-mail: yes-1988@yandex.ru

Salnikov Valery Pavlovich, head of the software group of Kuzbass-TsOT LLC Russia, 650002, Kemerovo, Sosnovy Boulevard, 1, e-mail: v.salnikov@kuzbasscot.ru

ВЫСОКАЯ КОРПОРАТИВНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ – ГАРАНТ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА И ПРОИЗВОДСТВА

А. С. Соколова

Всероссийский научно-исследовательский институт труда
Минтруда России, г. Москва, Россия

В статье рассматривается важность обеспечения безопасных условий труда на всех рангах управления в организации. Поднимается тема актуальности вопросов, связанных с подготовкой работающего персонала для безопасности труда и производства.

Ключевые слова: обучение по охране труда; корпоративное управление; жизнь работника на производстве; нормативный документ по охране труда; коллектив; персонал; безопасность труда

HIGH CORPORATE RESPONSIBILITY – GUARANTOR OF LABOR AND PRODUCTION SAFETY

A.S. Sokolova

All-Russian Scientific Research Institute
of the Ministry of Labor of the Russian Federation, Moscow, Russia.

The article discusses the importance of ensuring safe working conditions at all management ranks in the organization. The topic of the relevance of issues related to the training of working personnel for occupational safety and production is raised.

Keywords: occupational safety and health training; corporate management; life of an employee at work; regulatory document on occupational safety; collective; personnel; safety

С каждым годом в России развивается практика корпоративного управления в области социальной ответственности. Увеличивается число отечественных компаний, внедряющих в свою деятельность

принципы и стандарты коллективной ответственности за безопасность труда и производства. Одной из важнейших задач данной направленности необходимо считать ответственные практики в отношении персонала, нацеленные на сохранение жизни работника на производстве. Особенно это важно для предприятий, эксплуатирующих опасные производственные объекты, которые отличаются повышенным уровнем аварийности и травматизма.

Анализ обстоятельств и причин производственного травматизма и профессиональных заболеваний ещё раз подтверждает, что значительное количество несчастных случаев на производстве происходит вследствие слабого знания должностными лицами и работниками основополагающих требований трудового законодательства, нормативных правовых актов, содержащих государственные нормативные требования охраны труда, безопасных приёмов и методов выполнения работ.

Главным тезисом опасных производств должно стать понимание того, что производственные площадки - не место для риска. Обеспечение безопасных условий труда – ежедневная, кропотливая, порой рутинная, но важная часть работы сотрудников, а также лидеров коллективов. Если они относятся к своей работе без формализма, то травм на производстве не будет. Ответственность за выполнение требований и правил должен нести каждый член трудового коллектива, в рамках должностных обязанностей и норм Трудового кодекса Российской Федерации.

История развития охраны труда в любой отрасли промышленности связана с появлением того или иного производства как совершенно необходимый элемент технологического процесса и, в частности, в горном деле охрана труда, несомненно, начала развиваться одновременно с возникновением в России горного промысла [1].

Горные предприятия относятся к одним из самых опасных. Работники имеют постоянную близость с природой, которая, не являясь гарантом стабильности и безопасности.

В нашей стране огромное количество мест, где добываются полезные ископаемые. Профессии, связанные с горной промышленностью, очень актуальны и востребованы. Поэтому к учебным учре-

ждениям, готовящим будущих специалистов, также предъявляются высокие требования. Необходимо отметить, что технику безопасности на горных производствах студенты профильных ВУЗов узнают на самых первых лекциях.

Для того, чтобы несчастные случаи не стали неожиданностью, на производствах должны проводить регулярные тренировки. Особенностью обучения на опасных производствах должны создаваться подобие критической ситуации и отрабатываться поведенческая модель. Такая работа с персоналом помогает избежать паники, повысить стрессоустойчивость и помочь работникам понять ход действий на каждом этапе.

Меры безопасности в местах добычи полезных ископаемых категорически необходимы. Такого рода предприятия имеют прописанные строгие правила, используемые десятками лет. Безопасность должна быть гарантирована на каждом этапе работы. Повышение производительности в таком виде деятельности не должно влиять на риски, которых и так достаточно.

Развитие отечественного законодательства об охране труда стало проследиваться еще с 1742 г. Тогда великий русский ученый М. В. Ломоносов в своем труде «Первые основы металлургии или рудных дел» рассмотрел некоторые вопросы безопасности и гигиены труда «горных людей». Это касалось уже тогда организации их отдыха и труда, надежности и безопасности крепления грунтов, их безопасного передвижения по пролетам, удобной и практичной рабочей одежды. С. А. Соболев, один из современных исследователей того времени, говорил об истоках науки трудового права в первых актах, принятых на горнозаводских предприятиях Урала и Сибири в XVIII в. Но дело сдвинулось только в последней четверти XIX в. Российская фабричная инспекция берет свое начало с первого закона от 1 июня 1882 г. «О малолетних, работающих на заводах, фабриках и мануфактурах. Можно говорить о том, что образцом послужила, в данном случае, практика Великобритании, где инспекция начала работу еще в 1834 г. [2].

Напомню, что независимо от рода деятельности любой компании или предприятия в России, сотрудники в обязательном порядке

должны быть ознакомлены с правилами безопасности места работы в день приема на должность.

Многолетняя практика подтверждает, что построение эффективной системы управления базируется на основе анализа данных, изучении причин и обстоятельств, наблюдений, оценок происшествий и мер профилактического воздействия на рабочих местах, что позволяет соответствующим службам и специалистам вырабатывать практические рекомендации по предупреждению опасных ситуаций и принятию мер профилактического и предупредительного характера [3].

Среди важных направлений исследований, которые должны получить дальнейшее развитие, по мнению авторов [4] актуальными остаются вопросы, связанные с подготовкой работающего персонала по вопросам охраны труда и отработкой соответствующих форм и технологий такого обучения непосредственно в организациях и учебных центрах, уточнением классификаторов опасностей и рисков в наиболее опасных видах экономической деятельности.

Отработки и совершенствования технологий и приемов безопасного труда шахтеров в угольном производстве (работа в шахтах с подземными выработками), работа с химическими и особо токсичными материалами при их добыче, транспортировке и сырьем в технологических процессах переработки, транспортные и погрузочно-разгрузочные работы в портах и на судах, организация трудовых и технологических процессов в особых климатических зонах и т. п. [5].

В работе [6] подчеркнута, что базовой целью обеспечения безопасности для любого организатора производства в области производственных, экологических и профессиональных рисков является защита персонала, населения и окружающей природной среды от недопустимого воздействия при вводе в эксплуатацию, эксплуатации и снятии с эксплуатации производственных мощностей компании. Базовая цель обеспечения безопасности достигается путём реализации экономических, производственных, технических и организационных целей обеспечения безопасности. Цели охраны труда и безопасности производства просты и понятны—минимизация всех видов ущерба организатора производства (социальных, репутационных,

кадровых, экономических, моральных потерь) при неблагоприятных условиях труда. Эти цели задают перспективу и направление работы, а также предполагают реализующие эти цели задачи, но однозначно не определяют её результаты из-за их стохастичности. В глобальной перспективе реализация этих целей и задач должна привести к ещё более существенному снижению производственного травматизма и профессиональной заболеваемости.

Показатели травматизма в промышленности демонстрируют устойчивую тенденцию к снижению. Позитивные тенденции сохраняются как в отношении общей численности пострадавших при несчастных случаях с утратой трудоспособности, так и в отношении случаев с летальным исходом. Существенным является тот факт, что значительное снижение общих показателей производственного травматизма произошло в отраслях, традиционно относящихся к категории наиболее опасных и вносящих существенный вклад в общее количество смертельных случаев на производстве (добыча полезных ископаемых, строительство, сельское хозяйство, транспорт и связь). Но наряду с позитивными тенденциями наблюдается и ряд негативных трендов, одним из которых является «показатель качества регистрации» данных о случаях не летального травматизма. Под качеством данных понимается совокупность свойств, обеспечивающих их пригодность для решения определенных задач (например, точность, полнота, непротиворечивость, защищенность и др.) [7].

Корпоративная система охраны труда на предприятии должна базироваться в специально разработанных программах, которые реализуются в виде локальных нормативных актов по отдельным направлениям – стандартов предприятия или положений. Следование правилам безопасности труда, прописанных в нормативных документах предприятия дают огромные преимущества для работников и производства в целом, а именно:

- снижение уровня травматизма и профзаболеваний;
- увеличение производительности труда;
- повышение качества продукции;

- привлечение потребителя, инвесторов или заказчиков, что влечет за собой конкурентоспособность, а далее уменьшение материальных потерь предприятия, вследствие чего имидж предприятия растет вместе с прибылью.

Для того, чтобы компания стала успешной, ее руководство должно относиться к безопасности как к одному из ключевых элементов производственной деятельности, не менее важных чем себестоимость, производительность и качество [8].

Руководство организации обязано проводить не только анализ проведенной работы в системе безопасности труда, но и важной и обязательной работой должен быть исходный анализ состояния охраны труда. Проводить их должны лидеры коллективов вместе с компетентными лицами. Такой анализ даст возможность выявить все стороны проблемы, затем на их основе должны сформироваться заключительные выводы. В оценочную часть, вернее основополагающей частью должен входить количество пострадавших в несчастных случаях с коэффициентом смертельного травматизма.

Критериями успешности такой деятельности компании в сфере охраны труда и безопасности производства в работе [6] описаны следующие позиции:

- наличие и нормальная укомплектованность служб охраны труда, пожарной безопасности, промышленной безопасности (при наличии ОПО) и т.п.;

- наличие сертифицированной в уважаемых компаниях-сертификаторах реально функционирующей системы управления охраной труда и безопасностью производства;

- высокая (выше 68%) доля практически безопасных условий труда, определяемых по техническому и организационному уровню рабочих, идентифицированным опасностям и рискам их воздействия, а также постоянное улучшение условий труда;

- прогрессивное финансирование работ по охране труда и безопасности производства;

- постоянное обучение персонала вопросам безопасности;

- обеспечение высококачественными средствами индивидуальной защиты;

– наличие системы положительного стимулирования работников за деятельность по охране труда.

Основной задачей деятельности специалиста в сфере управления должно стать систематическое напоминание об их основных целевых задачах на каждом этапе выполнения профессиональных обязанностей, а также мерах безопасности труда работников, последовательного улучшения условий и охраны труда в организации. Сотрудничество работодателей и персонала предприятий является основным элементом организационных мер по управлению профессиональными рисками, направленное на осознанное соблюдение работником правил охраны труда. Такое положение возможно только при одном условии – активное союзничество работника и руководителя, что, в свою очередь, напрямую связано с их информированностью о потенциальных опасностях и о возможности их избежать.

Список литературы

1. Хусаинова, Р.Г. Становление охраны труда в горной промышленности России / Р.Г. Хусаинова // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. – 2011. – № 4(18). – С. 102–104. – EDN PBSELZ

2. Масыгина, Н. И. Некоторые исторические предпосылки в области охраны труда / Н. И. Масыгина // Молодежь и научно-технический прогресс: Сборник докладов XVI международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. В 2-х томах, Губкин, 06 апреля 2023 года. – Губкин-Старый Оскол: Общество с ограниченной ответственностью "Ассистент плюс", 2023. – С. 539–543. – EDN NBVKYA.)

3. Новиков Н. Н., Ворошилов С. П., Тодрадзе К. Н., Файнбург Г.З. Путь дальнейшей организации обучения по охране труда в России // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2021. – № 2. – С. 93–103

4. Легкий Н. М., Шумилин В. К., Кривенцов С. М. Безопасность жизнедеятельности. Улучшение условий труда и снижение рисков на рабочих местах. – М.: Эдитус, 2020. – 102 с.

5. Сажин Б. С., Гудим Л. И., Елин А. М., Сажина М. Б. Безопасность труда на промышленных предприятиях. – М.: МГТУ им. Косыгина, 2010. – 352 с.

6. Файнбург, Г. З. К системе критериев оценки эффективности работы по охране труда на корпоративном уровне / Г. З. Файнбург // Безопасность и охрана труда. – 2023. – № 3(96). – С. 15–20. – DOI 10.54904/52952_2023_3_15. – EDN HMRYRF.

7. Обучение по охране труда как одна из основ экономики / А.М. Елин, А. С. Соколова // Энергобезопасность и энергосбережение. – 2022. – № 2. – С. 12–18. – DOI 10.18635/2071-2219-2022-2-12-18. – EDN EUNAMO.

8. Елин, А. М. О лидерском стиле управления в сфере охраны и безопасности труда / А. М. Елин, Н. П. Пашин, А. С. Соколова // Социально-трудовые исследования. – 2022. – № 2(47). – С. 141–147. – DOI 10.34022/2658-3712-2022-47-2-141-147. – EDN DCHIYV.

Об авторе

Соколова Александра Сергеевна, главный специалист административного отдела в ФГБУ «ВНИИ труда» Минтруда России, г. Москва, Россия, 105043, 4-ая Парковая дом 29, e-mail: sokolovaas@vcot.info.

About the author

Sokolova Alexandra Sergeevna, Chief Specialist of the Administrative Department at the Federal State Budgetary Institution "Labor Research Institute" of the Ministry of Labor of the Russian Federation, Moscow, Russia, e-mail: sokolovaas@vcot.info .

МОТИВАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ В ОБЛАСТИ ОХРАНЫ ТРУДА В ПРОЦЕССЕ РЕАЛИЗАЦИИ КРУПНЫХ ИНВЕСТИЦИОННЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОЕКТОВ

П.А. Курочкин

Научно-исследовательский проектный институт по переработке газа,
г. Москва, Россия

В статье рассматривается развитие практических подходов мотивации работников в процессе реализации крупных инвестиционных строительных проектов. Автором обобщен опыт строительства объектов в составе Сила Сибири, АРКТИК СПГ-2, исследованы организационные и социально-экономические решения, позволяющие мотивировать работников вовлекаться в работу по охране труда.

Ключевые слова: охрана труда, мотивация, социально-экономические отношения, система управления охраной труда, строительство.

MOTIVATION OF CONSTRUCTION ORGANIZATIONS IN THE FIELD OF OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH DURING IMPLEMENTATION OF LARGE INVESTMENT CONSTRUCTION PROJECTS

P. A. Kurochkin

Research and Design Institute for Gas Processing, Moscow, Russia

The article discusses the development of practical approaches to motivating employees in the process of implementing large investment construction projects. The author summarizes the experience in the construction of facilities within the Power of Siberia, ARCTIC SPG-2, investigated organizational and socio-economic decisions that allow motivating employees to be involved in labor protection work.

Keywords: occupational safety and health, motivation, socio-economic relations, occupational safety and health management system, construction.

Введение. Требования к корпоративным системам управления охраной труда закреплено в законодательных и иных нормативных актах РФ, а также национальных стандартах [1–9].

Управление социально-трудовыми и социально-экономическими отношениями предприятий и организаций промышленности и транспорта (в том числе, строительных организаций), а также направления повышения эффективности управления охраной труда работников подробно представлены в исследованиях [10–14]

С 1 марта 2023 года в Российской Федерации реализуется подход к построению СУОТ, который определяет цель всей системы как «предупреждение производственного травматизма и профессиональной заболеваемости» [15,16]. Требования к структуре СУОТ закреплены в приказе Министерства труда и социальной защиты РФ от 29 октября 2021 г. № 776н «Об утверждении Примерного положения о системе управления охраной труда» [9,15], а реализация подхода требует разработки и внедрения в практическую деятельность строительных организаций риск-ориентированного подхода, заключающегося в выявлении взаимосвязи между условиями труда, безопасностью производственно-технологического процесса и здоровья работающих.

Развитие предупредительного императива на уровне системы управления охраной труда обуславливает необходимость исследования и обобщения практик, обеспечивающих мотивирование к безопасному труду как работников, так и рабочих коллективов (звеньев, бригад, трудовых коллективов строительных организаций).

Личная и коллективная мотивация в системе управления охраной труда. В целях формирования необходимого уровня мотивации работников строительных организаций к безопасной организации и выполнения работ на объектах строительства, формирования и управления намерениями большого количества работников строительных организаций в области безопасного поведения, в структуре взаимодействия Генерального строительного подряда (Заказчик – Генеральный строительный подрядчик – Строительные организации) эффективна система мотивации, ориентированная на работу с трудовыми коллективами, включающая позитивную и негативную составляющие (табл. 1).

Таблица 1

Система коллективной мотивации в системе Генерального
строительного подряда

Элементы системы	Генеральный строительный подрядчик	Строительные организации
Система наказаний	Включение про-активных показателей (ЛТИФ, ПАБ, удовлетворенность руководства) в КПЭ рабочих коллективов	Заранее оцененные убытки (штрафы за нарушение требований ОТ, ПБ и Э)
Система поощрений	Ежеквартальный конкурс «Лучший проект в области ОТ и ПБ». Основные критерии: происшествия, замечания Заказчика, госорганов, аудитов, внедрение сквозных практик, инициативы проектов	В договора с подрядными организациями – материальное стимулирование (2 % от объема закрытых работ) Инструменты «прощения» штрафов за нарушения требований в области ОТ, ПБ и Э Ежеквартальный конкурс «Лучший подрядчик в области ОТ и ПБ» (методика есть, рекомендуется внесение корректировок) Ежеквартальный конкурс «Лучший подрядчик в области ООС» (конкурс проводился, нужно подумать над унифицированной методикой)

Источник: составлено автором

Система негативной мотивации (наказания) основана на применении мер дисциплинарного воздействия к нарушителям с учётом тяжести зафиксированного нарушения и предусматривает предупреждение (устное), дисциплинарное взыскание или, в случае грубого нарушения, прекращение сотрудничества с нарушителем в рамках работ по реализации конкретного строительного проекта.

Во всех случаях, система требует определения степени участия как самого виновника происшествия, так и его непосредственного руководителя, т.е. мерам воздействия подвергаются все участники или виновники происшествия в зависимости от степени вины.

Практические подходы мотивации строительных организаций к организации безопасных условий труда в процессе реализации крупных строительных проектов. Коллективная ответственность в области охраны труда подразделений и рабочих коллективов предусматривает достижение целевых значений ключевых показателей эффективности (фактически, требований к организации и выполнению работ, согласованных до начала работ по проекту и корректируемых в каждом цикле планирования – ежегодно) – показателя частоты травматизма с потерей рабочего времени LTIFR, вовлеченности работников в реализацию про-активных мероприятий, в том числе в проведение поведенческих аудитов безопасного выполнения работ на вверенных участках. Необоснованные отклонения или не обеспечение запланированных показателей, влечет собой применение комплекса организационных и дисциплинарных мероприятий (снижение премии коллективу по результатам периода оценки; не награждение грамотой Генерального директора, если целевые показатели вовлеченности и LTIFR не достигнуты).

Коллективная ответственность строительных организаций закрепляется в требованиях договора на выполнение работ в части «Заранее оцененные убытки (штрафы)» и включает в себя описание размеров и порядка применения штрафных санкций к строительной организации в случае нарушения последней требований в области безопасности и охраны труда. В каждом отдельном случае, в зависимости от позиции инвесторов и Заказчика работ по реализации инвестиционного строительного проекта, размер и порядок применения штрафов могут различаться. В рамках выработки единого унифицированного подхода, в АО «НИПИГАЗ» сформированы единые универсальные формы (ЕУФ) штрафов, применяемых к строительным организациям и, отдельно, к поставщикам и контрагентам, оказывающим услуги.

Система поощрений строительных организаций, за обеспечение необходимого уровня безопасной организации и выполнения работ, минимизации или исключения рисков реализации проекта в области безопасности и охраны труда нацелена на повышение заинтересованности строительных организаций в реализации договорных обязательств без травм и происшествий, повышение эффективности системы управления охраной труда в части развития культуры безопасного труда как соб-

ственных работников, так и работников субподрядных организаций, привлеченных для выполнения отдельных видов работ.

Основные аспекты программы поощрения строительных организаций приведены в табл. 2.

Таблица 2

Программа поощрения строительных организаций АО «НИПИГАЗ»

Аспект программы	Описание
Виды положительной мотивации строительных организаций	<ul style="list-style-type: none"> - не материальная мотивация (благодарственные письма от руководителя проекта сотрудникам подрядных организаций); - материальная мотивация (до 2% от стоимости фактически выполненных работ за оцениваемый период с подтверждением не менее 70% выплаченной суммы на премирование сотрудников подрядных организаций); - аннулирование актов выявленных нарушений за счёт подтверждения реализации про-активных мероприятий по улучшению условий труда, обеспечению требуемого уровня безопасного проведения работ (кроме ряда грубых нарушений, например, нарушений Ключевых правил безопасности КПБ)
Критерии оценки по каждому виду мотивации	разрабатываются отдельно, но включают лидерские про-активные действия (в отношении персонала), достижения установленных КПЭ в области производственной безопасности и не допущения травм и происшествий (в отношении материальной мотивации подрядных организаций), реализация про-активных сверхнормативных или сверхдоговорных мероприятий (в отношении аннулирования актов)
Источник финансирования программы мотивации	отдельный счёт от штрафных санкций в области ОТ, ПБ и ООС проектного офиса АО «НИПИГАЗ»
Период оценки	Оценка строительных организаций производится ежеквартально. По итогам года проводится оценка динамики изменений системы управления в области безопасности и охраны труда строительных организаций, на основе данной оценки формируется рейтинг строительных организаций общий для всех подразделений АО «НИПИГАЗ»
Организация оценки	Оценка производится комиссией во главе с руководителем проекта. Инициатор и ответственное лицо по процессу – инициатор заключения договора с подрядной организацией. Члены комиссии – сотрудники функции ОТ, ПБ и ООС, как эксперты по оцениваемым темам и критериям

Источник: сформировано автором

Применение рейтингования в системе мотивации строительных организаций в области охраны труда. Использование ключевых показателей эффективности и рейтингования как действенной технологии управления охраной труда предусматривает периодическую оценку ключевых показателей эффективности системы управления охраной труда строительных организаций. Оценка строительных организаций, привлекаемых для выполнения отдельных работ по реализации инвестиционного строительного проекта по договору применяется для мотивирования самих строительных организаций, а также в процессах выбора контрагентов за счет предоставления накопленной информации об эффективности систем управления контрагентов.

Внедрение процессов оценки строительных организаций способствует:

- повышению персональной (личной) ответственности за состоянием условий труда на рабочем месте в рамках выполнения работ непосредственно на Проектах, строительных и производственных объектах Предприятия / Заказчика;

- недопущению происшествий (инцидентов) путем обеспечения высокого уровня оперативного взаимодействия и сотрудничества на всех уровнях управления, как сотрудников Предприятия, так и работников Подрядных организаций / Поставщиков услуг.

Оценка эффективности систем управления охраной труда строительных организаций направлена на получение достоверной, оперативной и объективной информации об уровне развития Системы управления охраной труда каждой из оцениваемых строительных организаций и выявление возможностей для ее улучшения в рамках действующих Договоров подряда.

В системе Генерального строительного подряда рейтинг строительных организаций, привлеченных к выполнению работ, формируется на основе оценки нескольких параметров (табл. 3).

Параметры рейтинговой оценки строительной организации

Параметр (направление оценки)	Вес в системе оценки
Травматизм и аварийность	35
Оценка деятельности строительной организации по видам работ	25
Приверженность вопросам безопасности и охраны труда	15
Нарушения требований в области безопасности и охраны труда	15
Общая оценка работы по охране труда	10

Источник: составлено автором

Разработанная методика основана на подсчете количества баллов по основным представленным направлениям (таблица 3). Каждому блоку присвоен весовой коэффициент, отражающий приоритетность направления и значимость, ряд показателей (например, травматизм и аварийность) имеют блокирующий статус, снижая общую оценку до минимальной (например, наличие смертельного несчастного случая у строительной организации в оцениваемом периоде). Итоговый балл оценки в области безопасности труда определяется как сумма баллов по всем оцениваемым критериям.

Рейтинговая оценка строительной организации подлежит ежеквартальному обновлению на основании подсчета среднего значения из сводных ежемесячных оценок по производственной безопасности за квартал.

Каждой строительной организации при заключении Договора подряда устанавливается единая «входная оценка», которая равна «30». Данная «входная оценка» (рейтинг) говорит только о том, что к данной Подрядной организации со стороны АО «НИПИГАЗ» на момент ее мобилизации для выполнения работ, замечаний и претензий в области охраны труда нет, т.е., при условии допуска строительной организации к выполнению работ, уровень её системы управления производственной безопасностью принимается соответствующий требуемому.

Если строительная организация имела опыт работы на других проектах АО «НИПИГАЗ» и включена в рейтинг подрядных организаций, то «входная оценка» на Проекте, где данная организация выхо-

дит для осуществления работ, может быть использована из данного рейтинга, путём расчёта среднего его значения за последние два года работы строительной организации на иных проектах АО «НИПИГАЗ», при условии подтверждении данной оценки со стороны службы охраны труда строительного проекта по итогам её допуска.

При завершении работ, рейтинговая оценка строительной организации фиксируется на уровне последнего расчета средней рейтинговой оценки и может быть использована, при участии данной организации в новой конкурентной процедуре.

При работе строительной организации на двух и более строительных проектах под управлением АО «НИПИГАЗ», рейтинговая оценка строительной организации рассчитывается с учетом весового коэффициента проекта, рассчитываемого на основании вклада человеко-часов, отработанных строительной организацией на Проекте в значение суммарных человеко-часов, отработанных строительной организацией на всех строительных Проектах под управлением АО «НИПИГАЗ» в период оценки.

Расчёт осуществляется по формуле:

$$Рпб = \frac{\sum_{i=1}^N K_{ччi} \cdot P_{нбi}}{n}, \quad (1)$$

где Рпб – сводный рейтинг строительной организации на уровне Компании (с учётом её деятельности на всех Проектах, где строительная организация выполняет работы); $K_{ччi}$ – коэффициент вклада строительной организации в наработку на i -м Проекте за оцениваемый период времени; $P_{нбi}$ – рейтинг по производственной безопасности строительной организации на i -м Проекте за оцениваемый период времени; n – количество Проектов, на котором Подрядная организация выполняет работы.

По результатам оценки и расчёта рейтинга определяется уровень соответствия строительной организации требованиям АО «НИПИГАЗ» и ее эффективности, согласно следующему распределению, представленному в табл. 4.

Таблица 4

Уровни рейтинга подрядных организаций

Рейтинг	Уровень соответствия	Диапазон баллов
С	Не соответствует минимальному требуемому уровню	0–29
В	Соответствует минимальному требуемому уровню	30–79
А	Превосходит минимально требуемый уровень	Более 80

Источник: составлено автором

Полученный общий оценочный балл определяет итоговый рейтинг строительной организации, который рассчитывается ежеквартально, как среднее значение полученных оценок за три месяца (квартал). Чем выше общий оценочный балл, тем выше рейтинг строительной организации.

По результатам оценки деятельности строительной организации в проектом офисе разрабатываются мероприятия, направленные на улучшение и дальнейшее развитие Системы управления производственной безопасностью.

В табл. 5 перечислены возможные мероприятия, реализуемые совместно Генеральным строительным подрядчиком и строительными организациями по итогам оценки.

Таблица 5

Рекомендуемые мероприятия по результатам рейтинговой оценки строительных организаций

Мероприятия	Группа, к которой отнесена строительная организация по результатам рейтинговой оценки		
	А	В	С
Приостановка работ	Нет	Нет	Да (по согласованию в Руководителем проекта)

Мероприятия	Группа, к которой отнесена строительная организация по результатам рейтинговой оценки		
	А	В	С
Совещания с руководителями проекта строительной организации (Руководитель проекта, его заместители, Директора, т.п.)	Возможно (по инициативе куратора Договора подряда или Подрядчика)	Да (по инициативе администратора договора)	Да (по инициативе администратора договора)
Разработка плана корректирующих мероприятий	Нет	Да	Да
Актуализация Плана управления производственной безопасностью строительной организации	Да (по решению строительной организации)	Да (по решению Генерального строительного подрядчика и(или) Заказчика)	Да (по решению Генерального строительного подрядчика и(или) Заказчика)
Влияние на оценку строительной организации на этапе конкурентных процедур	Да (возможное повышение оценки, по сравнению с прошлой)	Да (возможное повышение или понижение оценки, по сравнению с прошлой)	Да (понижение оценки, вплоть до значения, блокирующего участие - за исключением безальтернативных контрагентов)
Влияние на квалификацию строительной организации	Нет	Нет	Да (изменение статуса «Квалифицирован» на «Дисквалифицирован»)
Расторжение действующего Договора подряда	Нет	Нет	Да (по решению Руководителя проекта Генерального строительного подрядчика - за исключением безальтернативных контрагентов)

Источник: составлено автором

Рекомендованные мероприятия являются обязательными к исполнению, форма и содержание мероприятий выбирается представителями Генерального строительного подрядчика и строительной организации.

План корректирующих действий, по итогам соответствующих значений рейтинга (рейтинг В и С), разрабатывается строительной организацией в недельный срок для последующего согласования Генеральным строительным подрядчиком.

Выявленные замечания к Системе управления охраной труда строительной организации по итогу её оценки рейтинга (рейтинг В и С), могут быть основанием для требований со стороны Генерального строительного подрядчика к пересмотру положения о системе управления охраной труда строительной организации. Строительные организации, получившие рейтинг А, могут по собственной инициативе актуализировать документы в рамках развития собственной системы управления охраной труда.

В отношении строительных организаций с рейтингом В и С, по результатам расчёта которого разработан план корректирующих действий, ответственным сотрудником службы охраны труда и Куратором Договора подряда АО «НИПИГАЗ» отслеживается динамика выполнения (закрытия) разработанных мероприятий по производственной безопасности, направленных на улучшение целевых показателей и развитие Системы управления производственной безопасности.

Сводные оценки (рейтинг) строительных организаций на уровне Проекта и Предприятия учитываются при:

- проведении квалификационной оценки строительных организаций;
- оценки в области производственной безопасности, при участии строительной организации в конкурентных процедурах.

Критерии и особенности использования значений оценки (рейтинга) по производственной безопасности, включая возможность использования составных её частей (оценку в области безопасности труда и оценку в области экологической безопасности) в мотивации

строительных организаций, регламентируются соответствующими локальными нормативными актами проекта.

Таким образом, в ходе изучения и исследования вопросов коллективной мотивации строительных организаций к безопасному труду при реализации крупных инвестиционных строительных проектов выявлены определенные взаимосвязи, которые позволяют обобщить практику коллективной мотивации в системе Генерального строительного подряда, а также подчеркнуть, что большое место в работе занимают организационные и экономические решения, сформированные в процессе подготовки и организации договорной работы. Используя опыт АО «НИПИГАЗ» реализации крупных инвестиционных строительных проектов, автор обобщает практику рейтингования в системе мотивации строительных организаций, выполняющих работы по договору. Главное внимание обращается на процесс мотивации в цикле классического менеджмента: оценка (рейтинг) – планирование мероприятий – реализация мероприятий – оценка улучшений. Это позволяет рассматривать результаты рейтинга в договорной работе при привлечении строительных организаций к тендерам.

Список литературы

1. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 04.08.2023) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.09.2023). URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34683/ (дата обращения 29.09.2023)
2. ГОСТ 12.0.230-2007 «ССБТ. Системы управления охраной труда. Общие требования»;
3. ГОСТ 12.0.230.1-2015 «ССБТ. Системы управления охраной труда. Руководство по применению ГОСТ 12.0.230-2007»;
4. ГОСТ 12.0.230.2-2015 «ССБТ. Системы управления охраной труда в организациях. Оценка соответствия. Требования»;
5. ГОСТ Р 12.0.007-2009 «ССБТ. Система управления охраной труда в организации. Общие требования по разработке, применению, оценке и совершенствованию»;

6. ГОСТ Р 12.0.008-2009 «ССБТ. Системы управления охраной труда в организациях. Проверка (аудит)».

7. ГОСТ Р 12.0.009-2009 «ССБТ. Система управления охраной труда на малых предприятиях. Требования и рекомендации по применению»;

8. ГОСТ 12.0.230.3-2016 «ССБТ. Система стандартов безопасности труда. Системы управления охраной труда. Оценка результативности и эффективности».

9, Приказ Минтруда России от 29.10.2021 № 776н «Об утверждении Примерного положения о системе управления охраной труда» (Зарегистрировано в Минюсте России 14.12.2021 N 66318) URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_403335/ (дата обращения 29.09.2023)

10. Елин А.М. Охрана труда: принципы и методы управленческого воздействия: Монография. [Текст] / А.М. Елин. - Минтруд России, ВНИИ труда. - Тамбов: Консалтинговая компания Юком, 2021. - 260 с. ISBN 978-5-4480-0329-5

11. Елин А.М. Управление персоналом в условиях рынка. [Текст] / А.М. Елин. - М.: Социум. 2002. – 264 с. ISBN 5– 85085 – 694-3.

12. Елин А.М. Охрана труда: проблемы и пути решения. [Текст] / А.М. Елин. – М.: ФГУ «ВНИИ охраны и экономики труда» Росздрави. 2010. - 464 с. ISBN 978 -5-91923-001- 4

13. Елин А.М. Охрана и безопасность труда на промышленных предприятиях. под. ред. д.т.н. Сажина Б.С. [Текст] // Б.С. Сажин, Л.И. Гудим, А.М. Елин, М.Б. Сажина. - М. ГОУ ВПО «МГТУ им. А.Н. Косыгина», 2010. - 352 с. ISBN 978-5-8196-0171-6.

14. Елин А.М., Елин А.М. Трансформация социально-трудовых отношений: правовые, организационные и научно-методические принципы и процедуры охраны труда [Текст] / А.М. Елин, А.М. Елин. - М.: Де-Либри, 2018. - 534 с. ISBN 978-5-4491-0177-8

15. Мажкенов С.А. Новая концепция управления охраной труда на основе риск-ориентированного и процессного подхода. [Текст] / С.А. Мажкенов. – Экономика труда. – т.9. - № 9 (сентябрь 2022) – С. 1373-1390.

16. Мажкенов С.А. Безопасность и экономика труда: актуальные проблемы и решения. [Текст] / С.А. Мажкенов. – М.: Юстицинформ, 2023. – 280 с.

Об авторе

Курочкин Павел Александрович, руководитель управления, Научно-исследовательский проектный институт по переработке газа (г. Москва); 117342, г. Москва, ул. Профсоюзная, д. 65, к.1, e-mail: kurochkinpa@nipigas.ru

About the author

Kurochkin Pavel Aleksandrovich, Head of Department, Research and Design Institute for Gas Processing (Moscow); 117342, Moscow, st. Profsoyuznaya, d. 65, k.1, e-mail kurochkinpa@nipigas.ru

О Контрастах Статистики Несчастных Случаев на Производстве

А.В. Тудос

Журнал «Охрана труда и социальное страхование»,
г. Москва, Россия

Рассматриваются вопросы сбора достоверной статистической информации о несчастных случаях на производстве.

Ключевые слова: несчастный случай на производстве, статистика

ON CONTRASTS OF OCCUPATIONAL ACCIDENT STATISTICS

A.V. Tudos

Journal "Occupational Safety and Social Insurance,"
Moscow, Russia

The issues of collecting reliable statistical information on accidents at work are considered.

Keywords: industrial accident, statistics

Охрана труда – в соответствии со статьей 209 ТК РФ – это «система сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности». Для успешного решения большого количества вопросов этого важнейшего направления деятельности необходима качественная нормативная база, достаточное финансовое обеспечение, подготовленные кадры и четкое знание ситуации с гибелью и травмированием людей в период исполнения ими трудовых обязанностей.

При этом наличие именно точной статистики во многом определяет отношение к охране труда работодателей, властных

структур, органов государственного контроля (надзора) и других организаций.

Условно представим себе идеальную ситуацию, на производстве нет несчастных случаев и профессиональных заболеваний у работников. Будут ли работодатели в такой ситуации нести затраты на охрану труда (обучение, СИЗ, медосмотры и т.д.), содержать специалистов по охране труда, вести большое количество документов и т.д. Естественно – нет, ибо нет проблемы, работники не гибнут, не травмируются, не получают профессиональных заболеваний. То есть, невольно получается, что именно статистика негласно определяет отношение к охране труда всех, кто имеет к ней прямое или косвенное отношение.

В этой связи имеет смысл остановиться на отдельных вопросах статистического наблюдения более детально.

Федеральным законом от 02.06.2021 года №311-ФЗ в ТК РФ были внесены существенные изменения, в частности, была введена новая редакция X-го раздела «Охрана труда». Его глава 36.1 регламентирует порядок расследования, оформления (рассмотрение), учет микроповреждений (микротравм), несчастных случаев.

В соответствие с ней в ТК РФ введена новая статья 226 «Микроповреждения (микротравмы)», которой ранее не было.

Она предусматривает, что «в целях предупреждения производственного травматизма и профессиональных заболеваний работодатель самостоятельно осуществляет учет и рассмотрение обстоятельств и причин, приведших к возникновению микроповреждений (микротравм) работников.

Основанием для регистрации микроповреждения (микротравмы) работника и рассмотрения обстоятельств и причин, приведших к его возникновению, является обращение пострадавшего к своему непосредственному или вышестоящему руководителю, работодателю (его представителю).

Рекомендации по учету микроповреждений (микротравм) работников утверждаются федеральным органом исполнительной

власти, осуществляющим функции по выработке и реализации государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере труда, с учетом мнения Российской трехсторонней комиссии по регулированию социально-трудовых отношений»

Реализуя требования указанной статьи ТК РФ, Минтрудом России 15.09.2021 года издан приказ №632н, которым утверждены Рекомендации по учету микроповреждений (микротравм) работников.

Появление и наличие этой статьи в ТК РФ в определенной степени радует. Дескать, это повысит ответственность работодателя и теперь он будет учитывать каждую царапину работника, полученную при исполнении обязанностей. Такой учет позволит улучшить охрану труда и не допустить более серьезных травм. Намерение похвальное, но, судя по всему, это выстрел из пушки по воробьям. Попробуем аргументировать данный тезис.

Сегодня на работодателя в сфере охраны труда возложено громадное количество обязанностей. Сложно рассчитывать, что его приведет в восторг еще и учет микротравм в соответствии с рекомендациями Минтруда России. Для работодателя это новые затраты и хлопоты. Взамен он получит какую-то статистику, ее надо анализировать – по причинам, профессиям, полу, возрасту, стажу работы и т.д. Будет ли полученная информация объективной и полной? Вопрос риторический. Пока многие работодатели не понимают, как к этому отнесется государственная инспекция труда, что каждый из них получит от реализации нововведения и как к этому отнесутся его работники.

Для примера возьмем двух плотников. Один из них раз в 10 дней бьет себя молотком по пальцу, получает микротравму и говорит об этом бригадиру (мастеру), а тот передает «вверх» по цепочке. У другого плотника схожая ситуация, но он ничего и никому не докладывает. Если его спрашивают о травме, то говорит, что получил ее дома.

В итоге работник, добросовестно информирующий руководителя, невольно попадает в немилость: не умеет работать без

травм и своим докладом создает проблемы мастеру, бригадиру, а те должны каждую микротравму учитывать и отчитываться. Через год плотнику, у которого на счету несколько десятков микротравм, предложат либо держать язык за зубами, либо «взять шинель» и идти домой. Работник, который не будет сообщать о полученных микротравмах, априори окажется в выигрыше. Обещано не подвергать санкциям даже тех, кто регулярно получает микротравмы. Но в такое обещание верится с трудом. И не надо забывать особенности российского менталитета, согласно которому «стучать» начальству всегда не приветствовалось.

Работник должен добровольно сообщать о микротравмах, полученных при исполнении трудовых обязанностей. При этом, по ст. 51 Конституции РФ, **«никто не обязан свидетельствовать против себя самого, своего супруга и близких родственников, круг которых определяется федеральным законом»**. Так что рассчитывать на получение объективной картины с микротравмами даже в рамках одного предприятия предельно сложно.

Теперь рассмотрим пример с двумя одинаковыми предприятиями. На одном за год зарегистрировано условно 200 микротравм, на другом – в 10 раз меньше. Как к этому отнесется государственная инспекция труда, осуществляющая государственный контроль (надзор) за соблюдением трудового законодательства, в том числе статьи 226 обновленного ТК РФ и рекомендаций Минтруда? Много микротравм на предприятии - плохо, их отсутствие - тоже плохо. Где «золотая середина» - не ясно.

Кто бывал в горняцких регионах, наверное, видел руки горняков. Они зачастую со шрамами от микротравм, в которые вьелась угольная или рудничная пыль. Трудно рассчитывать, что там под землей по каждому случаю ссадины, кровоподтека, ушиба, поверхностной раны – шахтеры будут информировать начальников, не зная, чем это потом им аукнется. И таких примеров можно привести много.

Можно допустить, что на фоне многочисленных случаев несвоевременной выплаты зарплаты, сокращения штатов, низкой оплаты труда, применения гражданско-правовых договоров, перевода на сокращенную рабочую неделю или рабочий день, оплаты труда в «конвертах» и прочего – введение на законодательном и нормативном уровне нормы о необходимости ведения учета микротравм (микрповреждений) является популистской мерой заботы о работниках.

В стихотворении В. Маяковского «Послушайте!» есть фраза ставшая знаменитой: «Если звезды зажигают, значит это кому-нибудь нужно?». Если на законодательном уровне ввели необходимость учета микротравм (микрповреждений), значит это кому-то нужно и выгодно. Общеизвестно, что любая медаль имеет две стороны, на одной, касающейся микротравм (микрповреждений), мы уже остановились.

На этом фоне есть необходимость обратить внимание на другую более важную сторону медали, касающуюся учета легких, тяжелых и смертельных несчастных случаев на производстве.

Статья 230.1 ТК РФ устанавливает порядок регистрации и учета несчастных случаев только на производстве. Она регулирует - как должен вестись учет несчастных случаев на конкретном предприятии и законодательно не определяет – как и кем должен вестись учет смертельных, тяжелых, групповых, легких несчастных случаев и их последствий на отраслевом, федеральном, региональном и муниципальном уровнях.

Образовалась серьезная диспропорция. Порядок учета микротравм (микрповреждений) детально прописан на законодательном и нормативном уровнях, а - как и кем ведется учет смертельных, тяжелых легких несчастных случаев ТК РФ не отрегулировал.

Похоже, кому-то очень захотелось сделать картину несчастных случаев и профзаболеваний более благостной. И чтобы отвлечь внимание от более важного и значимого, в ТК РФ ввели отдельную статью об учете микротравм. Получается прямо по дедушке И. Крылову

– «слона-то я и не приметил». Механизм учета смертельных, тяжелых и легких несчастных случаев на отраслевом, федеральном, региональном и муниципальном уровнях оказался не отрегулированным. «Значит это кому-нибудь нужно» и удобно.

Следует подчеркнуть, что различные федеральные органы исполнительной власти (ФОИВ) ведут учет погибших и пострадавших по направлению своей основной деятельности. Например, МЧС России ведет учет погибших и пострадавших при пожарах, а также при ЧС природного и техногенного характера. Учет погибших и пострадавших обучающихся в организациях, осуществляющих образовательную деятельность, осуществляет Министерство просвещения РФ. В МВД России на ГУ ОБДД возложен учет погибших и раненых при ДТП на дорогах общего пользования.

Количество погибших и пострадавших – это показатель эффективности деятельности ведомства в установленной сфере деятельности.

При этом Минтруд России, который осуществляет государственную политику в сфере охраны труда, вообще не ведет учет несчастных случаев, погибших и пострадавших на производстве. Такой учет осуществляет, находящаяся в ведении Минтруда России, Федеральная служба по труду и занятости. Но при этом она учитывает только погибших и пострадавших при смертельных, тяжёлых и групповых несчастных случаях. Такой усеченный учет – это надводная часть айсберга, который не позволяет получить полную картину о положении дел с травматизмом работающих на производстве. Здесь уместно отметить, что данные Роструда в отличие, например, от МЧС России, формируются по видам экономической деятельности, а не в разрезе конкретных министерств, агентств служб и других структур.

Данные МЧС России о количестве пожаров, погибших и пострадавших от них на объектах министерств и ведомств.

Пожары на объектах министерств и ведомств Российской Федерации в 2021 году

Ведомственная принадлежность	Кол-во пожаров, ед.	Прямой ущерб, тыс. руб.	Погибло людей, чел.	Травмировано, чел.
1. Федеральные органы государственной власти				
Гос. власть в РФ, Другие гос. органы РФ, Центральный банк РФ	55	0	0	0
Президент РФ	0	0	0	0
Совет Безопасности РФ	0	0	0	0
Администрация Президента РФ	0	0	0	0
Государственный совет РФ	0	0	0	0
Законодательная власть в РФ	0	0	0	0
Федеральное Собрание РФ	0	0	0	0
Совет Федерации Федерального Собрания РФ	0	0	0	0
Государственная Дума Федерального Собрания РФ	0	0	0	0
Исполнительная власть в РФ	2	330	0	0
Правительство РФ	6	12	0	0
Фед. мин-ва, сл. и агент., рук. деят. кот. осущ. През. РФ, фед. сл. и агент., подв. этим мин.	0	0	0	0
МЧС России	6	1100	0	0
Россотрудничество	0	0	0	0
ФСВТС России	0	0	0	0
ФСТЭК России	0	0	0	0
Миност России	2	0	0	0
ФСИН России	44	5555	0	1
ФССП России	3	0	0	0
ГФС России	0	0	0	0
Росфинмониторинг	0	0	0	0
Росархив	0	0	0	0
Управление делами Президента РФ (фед. агентство)	5	0	2	1
Фед. мин-ва, рук-во деят. кот. осущ. Правит. РФ, фед. службы и агент., подв. этим фед. мин.	0	0	0	0
Минздрав России	97	1480	8	14
Росздравнадзор	1	181	0	0
Минкультуры России	17	27061	0	1
Ростуризм	82	0	0	0
Министерство науки и высшего образования РФ	82	4712	0	4
Минприроды России	4	0	0	0
Росгидромет	1	0	0	0
Росприроднадзор	1	0	0	0
Росводресурсы	0	0	0	0
Рослесхоз	6	4106	0	0
Роснедра	0	0	0	0
Минпромторг России	17	2968	7	3
Росстандарт	1	0	0	0
Министерство просвещения РФ	19	621	0	0
Министерство Российской Федерации по развитию Дальнего Востока и Арктики	0	0	0	0
Минкавказ России	0	0	0	0
Минсельхоз России	24	3368	0	0
Россельхознадзор	0	0	0	0
Росрыболовство	5	30	0	0
Минопорт России	2	0	0	0
Минстрой России	0	0	0	0
Минтранс России	16	0	0	0
Ространнадзор	0	0	0	0
Росавиация	2	0	0	0
Росавтодор	4	247	0	0
Росжелдор	4	247	0	0
Росморречфлот	2	0	0	0
Минтруд России	2	2	0	0
Роструд	0	0	0	0
Минфин России	0	0	0	0
ФНС России	7	50	0	0
Федеральная пробирная палата (федеральная служба)	0	0	0	0
Росалкогольрегулирование	0	0	0	0
ФТС России	0	0	0	0
Казначейство России	2	0	0	0
Росмушество	5	0	0	0
Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций РФ	6	186	0	0
Роскомнадзор	1	0	0	0
Минэкономразвития России	1	0	0	0

Ведомственная принадлежность	Кол-во пожаров, ед.	Прямо утерб, тыс. руб.	Погибло людей, чел.	Травмировано, чел.
Роспечать	1	0	0	0
Росвязь	3	1268	0	0
Росаккредитация	0	0	0	0
Роспатент	0	0	0	0
Минэнерго России	20	9942	0	1
Фед. службы и агентства, рук-во деят. кот. осуществляет Правительство РФ	0	0	0	0
ФАС России	0	0	0	0
Росстат	0	0	0	0
Росреестр	1	0	0	0
Роспотребнадзор	3	4804	0	0
Рособрнадзор	1	0	0	0
Ростехнадзор	0	0	0	0
Росрезерв	0	0	0	0
Росмолодежь	0	0	0	0
ФАДН России	0	0	0	0
ФМБА России	4	0	0	0
Судебная власть в РФ	0	0	0	0
Конституционный суд РФ	0	0	0	0
Верховный Суд РФ	0	0	0	0
Судебный департамент при Верховном Суде РФ	2	0	0	0
Система федеральных судов общей юрисдикции	1	0	0	0
Система федеральных арбитражных судов	0	0	0	0
Система прокуратуры РФ	0	0	0	0
Следственный комитет РФ	4	64	0	0
Другие гос. органы РФ. Центральный банк РФ	0	0	0	0
Счетная палата РФ	0	0	0	0
ЦИК России	0	0	0	0
Уполномоченный по правам человека в РФ	0	0	0	0
Уполномоч. при Президенте РФ по защите прав предпринимателей	0	0	0	0
Банк России	2	0	0	0
Гос. власть в субъектах РФ. Другие гос. органы субъектов РФ	5	0	1	1
Высшее должностное лицо субъекта РФ	0	0	0	0
Законодательная (представительная) власть субъектов РФ	0	0	0	0
Исполнительная власть субъектов РФ	1	0	0	0
Правительства (Администрации) субъектов РФ	11	26	0	0
Органы исполнительной власти субъектов РФ	9	3356	0	0
Органы исп. вл. субъектов РФ, осущ. функции в обл. финансирования	3	0	0	0
Органы исп. вл. субъектов РФ, осущ. функции в области экономики	1	0	0	0
Органы исп. вл. субъектов РФ, осущ. функции в обл. промыш. и торговли	5	0	0	0
Органы исп. вл. субъектов РФ, осущ. функции в обл. сельского хозяйства	5	2064	0	0
Органы исп. вл. субъектов РФ, осущ. функции в обл. труда и соц. вопросов	17	173	0	1
Органы исп. вл. субъектов РФ, осущ. функции в обл. образования и науки	101	4081	1	0
Органы исп. вл. субъектов РФ, осущ. функции в обл. физкультуры и спорта	10	1364	0	0
Ор. исп. вл. суб. РФ, осущ. функции в обл. предпр. и ликвид. последствий стих. бед.	4	5842	0	0
Органы исп. вл. субъектов РФ, осущ. функции в обл. охраны окр. среды	15	2795	0	0
Органы исп. вл. субъектов РФ, осущ. функции в обл. здравоохранения	79	10785	2	1
Органы исп. вл. субъектов РФ, осущ. функции в области ЖКХ	7075	60080	236	390
Органы исп. вл. субъектов РФ, осущ. функции в области культуры	15	4057	0	0
Органы исп. вл. субъектов РФ, осущ. функции в обл. связи и СМИ	0	0	0	0
Органы исп. вл. субъектов РФ, осущ. функции в обл. транспорта и дорожного строит-ва	40	12391	3	0
Органы исп. вл. субъектов РФ, осущ. функции в обл. архитектуры и строительства	11	0	0	0
Органы исполнит. власти субъектов РФ, осущ. другие функции	23	13	2	0
Органы судебной власти субъектов РФ	2	213	0	0
Конституционные (уставные) суды субъектов РФ	0	0	0	0
Мировые судьи	1	0	0	1
Другие гос. органы субъектов РФ	8	610	0	0
Уполномоченные по правам человека субъектов РФ	0	0	0	0
Уполномоч. по защите прав предпринимателей в субъектах РФ	0	0	0	0
Контрольно-счетные органы субъектов РФ	0	0	0	0
МЕСТНОЕ САМОУПРАВЛЕНИЕ В РФ				
Избирательные комиссии субъектов РФ	0	0	0	0
Местное самоуправление в РФ. Избирательные комиссии муницип. образований	28	0	0	0
Представительные органы муниципальных образований	22	600	2	1

Ведомственная принадлежность	Кол-во пожаров, ед.	Прямой ущерб, тыс. руб.	Погибло людей, чел.	Травмировано, чел.
Представительные органы муниципальных районов	152	1267	1	3
Представительные органы муниципальных округов	0	0	0	0
Представительные органы городских округов	506	122069	10	13
Представит. орг. внутригор. тер-рий (внутригор. муницип. обр.) городов фед. знач.	1	0	0	0
Представительные органы городских поселений	41	438	0	1
Представительные органы сельских поселений	137	14100	2	6
Местные администрации (исполн.-распорядит. органы) муниципальных образований	1597	49870	55	61
Местные администрации (исполн.-распорядит. органы) муниципальных районов	1962	9366	35	14
Местные администрации (исполн.-распорядит. органы) муниципальных округов	8	0	1	1
Местные администрации (исполн.-распорядит. органы) городских округов	4417	45861	178	161
Мест. админ. (исп.-расп. орг.) внутригор. тер-рий (внут. мун. обр.) гор. фед. знач.	8	55	0	2
Местные администрации (исполн.-распорядит. органы) городских поселений	1258	24399	48	48
Местные администрации (исполн.-распорядит. органы) сельских поселений	4333	78231	58	43
Контрольно-счетные органы муниципальных образований	0	0	0	0
Контрольно-счетные органы муниципальных районов	1	0	0	0
Контрольно-счетные органы муниципальных округов	0	0	0	0
Контрольно-счетные органы городских округов	10	38	0	2
Контрольно-счетные орг. внутригор. тер-рий (внутр. мун. обр.) гор. фед. знач.	0	0	0	0
Контрольно-счетные органы городских поселений	1	0	0	0
Контрольно-счетные органы сельских поселений	1	0	0	0
Иные органы местного самоуправления	83	414	3	1
Иные органы муниципальных районов	15	0	2	0
Иные органы муниципальных округов	1	0	0	0
Иные органы городских округов	148	6255	8	12
Иные органы внутригородских территорий городов фед. значения	0	0	0	0
Иные органы городских поселений	26	362	2	0
Иные органы сельских поселений	5	0	0	0
Избирательные комиссии муниципальных образований	0	0	0	0
Избирательные комиссии муниципальных районов	0	0	0	0
Избирательные комиссии муниципальных округов	0	0	0	0
Избирательные комиссии городских округов	0	0	0	0
Избират. комиссии внутригородских территорий городов фед. значения	0	0	0	0
Избирательные комиссии городских поселений	0	0	0	0
Избирательные комиссии сельских поселений	0	0	0	0
ОРГ., ГРУП. ХОЗ. СУБЪЕКТОВ И ОБЩ. ОБЪЕД., МЕЖГОС. ОРГ. УПР., ВКЛЮЧ. ДЛЯ ОФИЦ. СТАТ. УЧ.				
Организации, по которым осущ. фед. стат. наблюдение. Группы хоз. суб. и обществ. объединений	3	0	0	0
Организации, по которым осущ. федеральное стат. наблюдение	0	0	0	0
Банки	2	0	0	0
Банк ВТБ (ПАО)	0	0	0	0
ВЭБ РФ	0	0	0	0
ПАО СБЕРБАНК	7	683	0	0
Фонды	1	0	0	0
ПФР	2	0	0	0
ФОМС	0	0	0	0
ФСС	0	0	0	0
РГНФ	0	0	0	0
РФФИ	0	0	0	0
Фонд содействия инновациям	0	0	0	0
Фонд "РЖС"	0	0	0	0
ФПИ	0	0	0	0
РФРИТ	0	0	0	0
Государственные корпорации	4	0	0	0
Госкорпорация "Росатом"	8	187	0	0
Государственная корпорация "Ростех"	3	0	0	0
Агентство по страхованию вкладов	0	0	0	0
Фонд содействия реформированию ЖКХ	1	0	0	0
Госкорпорация "Роскосмос"	4	4	0	0
Государственные компании	5	365	0	0

Ведомственная принадлежность	Кол-во пожаров, ед.	Прямой ущерб, тыс. руб.	Погибло людей, чел.	Травмировано, чел.
Государственная компания "Автотор"	0	0	0	0
Российские академии	0	0	0	0
РАН	8	474	0	0
РААСН	0	0	0	0
РАО	0	0	0	0
РАХ	0	0	0	0
Акционерные общества	182	97989	0	10
ПАО "ГАЗПРОМ"	22	494	0	1
ОАО "БИОПРЕПАРАТ"	0	0	0	0
ОАО "Концерн "ДеКО"	0	0	0	0
ПАО СК "Росгосстрах"	1	0	0	0
ОАО "Ростопром"	0	0	0	0
РАО "Росавтотранс", ОАО	0	0	0	0
АО "ВДНХ"	1	0	0	0
ОАО "Росовазастрой"	0	0	0	0
ОАО "РЖД"	108	4380	1	0
ПАО "НК "Роснефть"	10	0	0	1
ПАО "ЛУКОЙЛ"	6	160	0	0
ПАО "Транснефть"	3	0	0	0
АО "Транснефтепродукт"	0	0	0	0
ПАО "Газпром нефть"	1	0	0	0
АО "РОСНАНО"	0	0	0	0
Другие организации, по которым осущ. федеральное стат. наблюдение	19	1919	0	1
Общественная палата РФ	0	0	0	0
АУЗМАШ	0	0	0	0
Центросоюз Российской Федерации	8	1464	0	0
Агентство стратегических инициатив (АСИ)	0	0	0	0
Группировки хозяйств, субъектов и обществ. объедин., использ. для офиц. стат. учета	57	0	3	3
Группировки хозяйствующих субъектов	10	0	0	0
Хозяйств. общества, образован. из гос. предприятий, добр. объединений гос. предприятий	86	2348	6	3
АО, товар-ва, с/х произв. коопер., образ. при реорг. колх. и совх. и прив-ции отд. с/х предпр.	258	82944	6	6
Крестьянские (фермерские) хозяйства	206	20470	2	1
Муниципальные организации	5490	78929	123	144
Приватизированные предприятия	97	377151	0	2
Иностр. юр. лица и их представительства, осущ. деят. на территории РФ	6	10615	0	0
Хоз. общ-ва и товарищ-ва с участием иностр. юр. и (или) физич. лиц, а также лиц без гр-ва	95	8132	0	6
Предст-ва (пос-ва) иностр. гос-в, иные предст-ва иностр. неком. неправ. орг-ций	9	0	0	0
Организ., учрежденные юр. лицами или гражданами, или юр. лицами и гражданами совместно	12668	2802825	384	649
Индивидуальные предприниматели	1670	1211357	18	46
Казачьи общ-ва, создан. в форме некоммерч. орг-ции и внесен. в гос. реестр казачьих общ-в в РФ	0	0	0	0
Добров. объедин. (ассоциации) экономич. взаимодействия субъектов РФ, органов мест. самоупр.	0	0	0	0
Другие хозяйствующие субъекты	100	21281	4	4
Общественные объединения	739	213035	20	31
Общероссийские общественные объединения	12	8790	0	2
Межрегиональные общественные объединения	2	0	0	0
Региональные и местные общественные объединения	13	0	0	1
Международные общественные объединения	0	0	0	0
Межгосударственные органы управления	0	0	0	0
Межгосударств. органы управления, образов. странами с участием РФ	2	102	0	0
МАК	0	0	0	0
Комитет по делам воинов-интернационалистов при СГП СНГ	0	0	0	0
Электроэнергетический совет СНГ	0	0	0	0
МЕАДУМ	0	0	0	0
Исполнительный комитет СНГ	0	0	0	0
Главное командование объединенных Вооруженных Сил СНГ	0	0	0	0
Статкомитет СНГ	0	0	0	0
ОДКБ	0	0	0	0
Исполнительный комитет Союза Беларуси и России	0	0	0	0
Координац. совет генеральных прокуроров государств - участников СНГ	0	0	0	0
ЕАГ	0	0	0	0
ЕАЭС	0	0	0	0

Учет по видам экономической деятельности – это, образно говоря, средняя температура по больнице. Он удобен для ФОИВ, ибо он делает их непричастными к охране труда и травматизму работников.

Необходимо отметить, что кроме Роструда учет несчастных случаев на производстве ведут Социальный фонд РФ (только по застрахованным работникам) и Росстат (по отдельным видам экономической деятельности). В соответствии с Положением об отчетности в Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору, утвержденным приказом Ростехнадзора от 26.10.2006 № 954, отдельные данные по погибшим и пострадавшим на опасных производственных объектах собирает Ростехнадзор.

Свой учет по этому направлению деятельности ведут отраслевые и региональные профсоюзы, результаты которого они отражают в годовом отчете (форма 19-ТИ). Это предусмотрено приложением №5 к постановлению Исполкома ФНПР от 15.11.22 № 13-7, которым утверждено Положение о технической инспекции труда

Но, к сожалению, в итоге единой и четкой картины с травматизмом работников в настоящее время нет.

К ситуации с многообразием и неполнотой учёта несчастных случаев с работающими, у которых есть трудовые отношения с работодателем по нормам ТК РФ необходимо добавить отсутствие статистики по погибшим и пострадавшим среди самозанятых, индивидуальных предпринимателей и лиц, занятых в рамках платформенной занятости, которые также являются работниками. Все это в конечном итоге не позволяет определить истинное положение дел с травматизмом среди работающего населения.

Для решения затронутой проблемы необходима, как сейчас стало модно говорить, политическая воля. Необходимо желание заинтересованных ФОИВ, в первую очередь, Министерства экономического развития РФ, которое в соответствии с Положением об этом федеральном органе исполнительной власти, утвержденным постановлением Правительства РФ от 05.06.2008 № 437 (ред. от 22.02.2023), осуществляет «выработку и реализацию государственной политики и нормативно-правовое регулирование... в сфере

официального статистического учета». Необходимо также желание Росстата, Минтруда России, Минздрава России, Социального фонда РФ и других структур. Хочется надеяться, что оно будет проявлено.

Это позволит сделать статистику о погибших и пострадавших от различных несчастных случаев максимально соответствующей действительности.

А это позволит успешно решать многие другие проблемы, имеющиеся в сфере охраны труда.

Об авторе

Тудос Александр Васильевич, шеф-редактор ежемесячного журнала «Охрана труда и социальное страхование», Россия, 117393 Москва, ул. Гарибальди, д. 24, к. 3; e-mail: ohranatruda@umail.ru

About the author

Tudos Alexander Vasilievich, chief editor of the monthly magazine "Labor Protection and Social Insurance," Russia, 117393 Moscow, st. Garibaldi, 24, building 3; e-mail: ohranatruda@umail.ru

ОЦЕНКА ВЕРОЯТНОСТИ КАТАСТРОФЫ В СИСТЕМЕ «ОБЪЕКТ – СУБЪЕКТ – ФАКТОРЫ – ЗАЩИТА» НА ПРИМЕРЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ УГОЛЬНЫХ ШАХТ

А.В. Будовский, Ю.В. Есипов

Донской государственный технический университет,
г. Ростов-на-Дону, Россия

Работа посвящена исследованию и апробации метода расчета вероятности катастрофы у условиях эксплуатации угольных шахт. в шахтах. Авторы рассматривают основные факторы, влияющие на возникновение аварийных ситуаций, и предлагают методы к оценке вероятности их возникновения. В статье также представлен методы анализа и оценки рисков катастроф, позволяющие определить степень опасности и выработать меры по предотвращению или минимизации последствий аварий. Результаты исследования могут быть использованы для совершенствования системы безопасности на шахтах, а также при разработке нормативных документов и стандартов в области охраны труда и промышленной безопасности.

Ключевые слова: риск, катастрофа, авария, угольная шахта, объект, субъект, факторы, защита, охрана труда, промышленная безопасность.

ASSESSMENT OF THE PROBABILITY OF DISASTER IN THE SYSTEM "OBJECT - SUBJECT - FACTORS - PROTECTION" ON THE EXAMPLE OF THE OPERATION OF COAL MINES

A.V. Budovsky, Yu.V. Esipov

Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russia

The work is devoted to the study and testing of the method of calculating the probability of disaster in the operating conditions of coal mines. in the mines. The authors consider the main factors influencing the occurrence of emergency situations and propose approaches to assessing the probability of their occurrence. The article

also presents methods of disaster risk analysis and assessment, allowing to determine the degree of danger and develop measures to prevent or minimize the consequences of accidents. The results of the study can be used to improve the safety system at mines, as well as in the development of regulatory documents and standards in the field of occupational safety and industrial safety.

Keywords: risk, disaster, accident, coal mine, object, subject, factors, protection, labor protection, industrial safety.

Введение. Процесс добычи угля в шахтах сопровождается возникновением вредных и опасных факторов, угрожающих здоровью и жизни людей. Анализ аварийности показал, что особенно опасны аварии, приводящие к масштабным разрушениям в шахтах. Аварии возникают и при добыче других полезных ископаемых. Значительную опасность для людей, работающих под землей, являются обрушение горных пород, взрыв метана, угольной пыли. Опасность угольной пыли, образующейся в шахте, заключается и в возможности ее самовозгорания. Уголь способен самовозгораться и на земной поверхности в штабелях, породных отвалах. Но ущерб здоровью шахтеров может принести не только пожар или обрушение верхнего слоя пород, но и работа на неисправном оборудовании, нарушение проветривания, недопустимая загазованность горных выработок, неточный расчет количества воздуха, неисправность вентиляционных сооружений, а также человеческий фактор.

Пожары в шахтах возникают из-за плохой организации противопожарной защиты, а именно: из-за нарушения всех профилактических мер по изоляции горных выработок выработанных пространств; из-за нарушения метода ведения очистных работ при разработке угольных пластов и требований техники безопасности. Обвалы и обрушения возникают в шахтах из-за плохой проверки состояния выработок, нарушения технологии добычи угля, несоблюдения паспортов крепления и управления кровлей.

Цель. Оценка вероятности возникновения такого происшествия как катастрофа при эксплуатации угольных шахт и разработка предложений по эффективному применению способов и средств защиты работников.

Для достижения цели необходимо решить следующие задачи:

- анализ литературы, поиск достоверных исходных данных для системы «объект-субъект-факторы-защита» [1].;
- представление выбранных исходов в виде линейки параметров восприимчивости;
- путём анализа результатов специальной оценки условий труда на различных производствах, систематизация параметров воздействия;
- расчет значений приведенного параметрического запаса безопасности Z_B ;
- расчет вероятности наступления возможных исходов.

Этап 1. Для решения первой задачи были изучены нормативно-правовые акты в области системы управления охраны труда (СУ-ОТ), специальной оценки условий труда (СОУТ), а также публикации в рецензируемых журналах (Безопасность труда в промышленности, г. Москва; Безопасность техногенных и природных систем, г. Ростов-на-Дону; Акустика, г. Санкт-Петербург).

Этап 2. С помощью данных таблицы 1 построим линейку как детерминированных, так и случайных параметров восприимчивости. При этом уровни параметров восприимчивости $\{r_1, r_2, r_3\}$ соответственно, характеризуют исходы.

Параметры восприимчивости опишем с помощью линейки детерминированных и случайных значений (по возрастанию), см. рисунок:

$$r_{det} = \{r_1, r_2, r_3\} = \{(m, \sigma)_{r_1}, (m, \sigma)_{r_2}, (m, \sigma)_{r_3}\}. \quad (1)$$

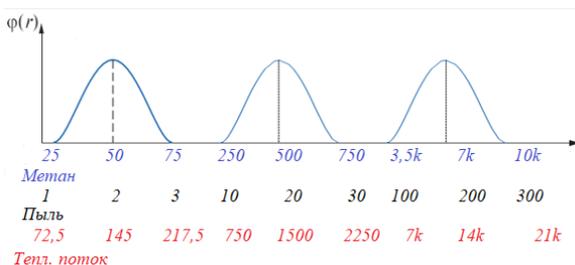


Рис. Графическое представление степени поражения работников от уровня концентрации газов метана, угольной пыли и интенсивности теплового облучения

С другой стороны, параметры непосредственного воздействия каждого фактора на работника определим по зависимости

$$S=f \cdot v. \quad (2)$$

Причем, параметры этих воздействий измеряем с относительной погрешностью каждого из указанных параметров 25 %.

Далее измеренные величины каждого действующего фактора принимаем как случайные с нормальным распределением и выражают собой математическое ожидание воздействия на соответствующем (*i*) уровне

$$m_{si} = S_i \det. \quad (3)$$

С учетом принятых предположений абсолютную погрешность воздействия выразим

$$\Delta = 3 \sigma_i \quad (4)$$

где σ_i – среднеквадратическое отклонение на (*i*) уровне с квантилем доверия 0,997.

Следовательно, были построены «линейки» случайных параметров восприимчивости, табл. 1, и параметров воздействия, табл. 2.

Таблица 1

Степени поражения работников от уровня концентрации газов метана, угольной пыли и интенсивности теплового облучения

Степень поражения	Метан, мг/м ³			Угольная пыль, мг/м ³			Тепловой поток, Вт/м ²		
		Δ	σ		Δ	σ		Δ	σ
Пороговая	50	25	8,33	2	1	0,33	140	72,5	24,17
Поражающая	500	250	83,3	20	10	3,33	1500	750	250
Смертельная	7000	3500	1166,7	200	100	33,33	14000	7 000	2333,3

Представим параметры воздействия в табл. 2.

Параметры воздействия

Параметр	Воздействие	Δ	σ
Метан	3 345 мг/м ³	1572,5	557,5
Угольная пыль	160 мг/м ³	80	26,7
Тепловой поток	17 000 Вт/м ²	8 500	2 833,3

Этап 3. Построим логическую модель исхода – катастрофы. Пусть переменные X, Y, Z – факторы воздействия: химический (метан), химический (угольная пыль), тепловой (тепловое излучение), соответственно.

Уровни параметров восприимчивости {r1, r2, r3} соответственно, характеризуют такие исходы:

1. Травмы и повреждения;
2. Увечья и отказы;
3. Летальные исходы и разрушения.

Общий вид:

Катастрофа это: (травмы и повреждения) или (увечья и отказы) или (летальные исходы и разрушения) (5)

Рассматривая исходы отдельно запишем их булевы модели следующим образом:

1. Травмы и повреждения описываются булевой функцией $Y_1 = (X_1 \vee Y_1) \wedge Z_1$

2. Увечья и отказы $Y_2 = (X_2 \vee Y_2) \wedge Z_2$

3. Летальные исходы и разрушения $Y_3 = (X_3 \vee Y_3) \wedge Z_3$

В итоге лингвистическое выражение (5) представим в виде булевой модели катастрофы:

$YY = ((X_1 \vee Y_1) \wedge Z_1) \vee ((X_2 \vee Y_2) \wedge Z_2) \vee ((X_3 \vee Y_3) \wedge Z_3)$ (6)

Этап 4. Согласно алгоритму [2-4] проведем соответственно расчеты значений приведенного параметрического запаса безопасности и вероятности исходов (5)(6):

$$Z_B = (m_s - m_r) / (\sigma_r^2 + \sigma_s^2)^{0,5} \quad (7)$$

$$q_i = 0,5 \pm F((m_s - m_r) / (\sigma_r^2 + \sigma_s^2)^{0,5}). \quad (8)$$

Результаты расчёта занесём в табл. 3

Таблица 3

X ₁	Y ₁	Z ₁	X ₂	Y ₂	Z ₂	X ₃	Y ₃	Z ₃
q ₁	q ₂	q ₃	q ₄	q ₅	q ₆	q ₇	q ₈	q ₉
0,999	0,999	0,999	0,999	0,999	0,999	0,002	0,1762	0,791

$$\text{Pro(катастрофа=1)} = 1 - (1 - ((1 - (1 - p_1)(1 - p_2)) * p_3)) (1 - ((1 - (1 - p_4)(1 - p_5)) * p_6)) (1 - ((1 - (1 - p_7)(1 - p_8)) * p_9)) = 0,9463.$$

Выводы. В статье рассмотрен подход к расчету вероятности и оценке рисков катастроф, происходящих в шахтах. Авторы приводят основные факторы, влияющие на вероятность возникновения аварий, и предлагают метод их учета.

Одним из ключевых факторов является геологическая характеристика района [5, 6], включающая такие параметры, как глубина залегания полезных ископаемых, прочность и трещиноватость пород, а также концентрация метана и угольной пыли. Учет этого фактора позволяет определить степень риска для шахты и разработать меры по его минимизации.

Также важным фактором является техническое состояние оборудования и систем безопасности, которые должны соответствовать действующим стандартам и нормам. Устаревание или износ оборудования может привести к аварийным ситуациям, поэтому важно регулярно проводить его проверку и замену.

Список литературы

1. Есипов Ю.В., Мишенькина Ю.С., Черемисин А.И. Модели и показатели техносферной безопасности: монография. М.: ИНФРА. 2018. 154 с. ISBN: 978-5-16-106506

2. Есипов Ю.В. Научно-прикладные задачи техносферной безопасности : монография / Ю.В. Есипов, Б.Ч. Месхи, М.С. Джиялджи. – Москва : ИНФРА-М, 2022. – 123 с. – (Научная мысль). Doi: 10.12737/1882552.

3. Киреев В.Э., Есипов Ю.В., Будовский А.В. Оценка профессионального заболевания на основе полной линейки исходов «отравление аммиаком – удушье – летальный исход»// Безопасность труда в промышленности. – 2022. – № 8. – С. 48-54. DOI: 10.24000/0409-2961-2022-8-48-54

4. В. Э. Киреев, Ю. В. Есипов, А. В. Будовский. Оценка профессионального заболевания работников с помощью комплекса возможных симптомов и линейки исходов "травма - увечье - летальный исход" на примере вибрационного воздействия // Безопасность труда в промышленности. – 2023. – № 7. – С. 66-71. – DOI 10.24000/0409-2961-2023-7-66-71.

5. Айруни, А.Т. Взрывоопасность угольных шахт / А.Т. Айруни, Ф.С. Клебанов, О.В. Смирнов. – М.: Изд-во. «Горное дело» ООО «Киммерийский центр», 2011. – 264 с.

6. Аношина, И.М. Расчет техногенного риска аварий на угольных шахтах / И.М. Аношина // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2005. – № 2. – С. 130–138.

Об авторах

Будовский Александр Владимирович, магистрант, инженер кафедры «Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды» ФГБОУ ВО «Донской государственной технической университет» Россия, Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1. e-mail: k55355396@gmail.com

Есипов Юрий Вениаминович, доктор технических наук, профессор кафедры «Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды» ФГБОУ ВО «Донской государственной технической университет» Россия, Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1. e-mail: yu-yesipov5@yandex.ru

About authors

Budovskiy Alexandr Vladimirovich, Master's student, Engineer of the Department of "Life Safety and Environmental Protection" of the Don State Technical University, Rostov-on-Don, 1 Gagarin Square, Russia. e-mail: k55355396@gmail.com

Esipov Yuri Veniaminovich, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of "Life Safety and Environmental Protection" of the Don State Technical University, Rostov-on-Don, 1 Gagarin Square, Russia, e-mail: yu-yesipov5@yandex.ru

ОЦЕНКА ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РИСКОВ КАК ФОРМА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОХРАНУ ТРУДА

С.М. Григорьева

АО «Салаватстекло», г. Салават, Россия

В статье определено значение управленческих и технико-технологических мероприятий в сфере охраны труда, своевременная, системная и последовательная реализация которых способствует сохранению трудового потенциала в процессе трудовой деятельности.

Ключевые слова: политика в сфере труда; безопасность труда; конвенция МОТ; структура и факторы риска; этапы оценки.

ASSESSMENT OF OCCUPATIONAL RISKS AS A FORM OF IMPACT ON OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH

S.M. Grigorieva

Joint Stock Company "Salavatsteklo", Salavat, Russia

The article defines the importance of managerial and technical and technological measures in the field of labor protection, the timely, systematic and consistent implementation of which contributes to the preservation of labor potential in the process of labor activity.

Keywords: labor policy; safety; ILO convention; structure and risk factors; assessment stages.

Основные направления государственной политики в области охраны труда – это законодательное определение проблем, которые надлежит постоянно решать органам государственной власти и местного самоуправления в соответствии с их компетенцией, работодателям на соответствующем уровне, исходя из конкретной ситуации в этой области, а также путей и методов их решения. Человек, его пра-

ва и свободы являются высшей ценностью в Российской Федерации. Признание, соблюдение и защита прав и свобод человека и гражданина - обязанность государства. Именно в силу принятой на себя обязанности по защите прав и свобод человека государство определило в статье 210 Трудового кодекса Российской Федерации основные направления своей политики в области охраны труда [1].

Безопасности труда в последнее время уделяется все больше внимания, и это неудивительно, ведь сохранение жизни и здоровья человека труда - проблема государственного масштаба. Среди множества обязанностей работодателя, установленных трудовым законодательством в сфере охраны труда, одной из ключевых является осуществление мероприятий по снижению профессиональных рисков. Подробнее рассмотрим, что такое профессиональный риск, какие мероприятия рекомендуется проводить работодателем с целью его выявления и оценки, какими документами руководствоваться, а также в чем заключается профилактика производственного травматизма и профессиональных заболеваний, направленная на снижение профессионального риска.

Одним из первых нормативных актов в сфере охраны здоровья работников и их защиты от профессионального риска можно назвать Конвенцию Международной организации труда № 148 «О защите трудящихся от профессионального риска, вызываемого загрязнением воздуха, шумом и вибрацией на рабочих местах», которая была ратифицирована СССР в марте 1988 года. Право работников на безопасные условия труда нашло свое отражение в Конституции Российской Федерации, федеральных законах: от 30 марта 1999 года № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения»; от 24 июля 1998 года № 125-ФЗ «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний»; от 27 декабря 2002 года № 184-ФЗ «О техническом регулировании», а также в иных нормативных правовых актах. Федеральным законом от 18 июля 2011 года № 238-ФЗ «О внесении изменений в Трудовой Кодекс Российской Федерации» трудовое

законодательство было дополнено понятиями «профессиональный риск» и «управление профессиональными рисками».

Профессиональный риск - вероятность причинения вреда жизни и (или) здоровью работника в результате воздействия на него вредного и (или) опасного производственного фактора при исполнении им своей трудовой функции с учетом возможной тяжести повреждения здоровья [2].

Управление профессиональными рисками - комплекс взаимосвязанных мероприятий, являющихся элементами системы управления охраной труда и включающих в себя выявление опасностей, оценку профессиональных рисков и применение мер по снижению уровней профессиональных рисков или недопущению повышения их уровней, мониторинг и пересмотр выявленных профессиональных рисков [2]. Порядок оценки уровня профессионального риска устанавливается федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере труда с учетом мнения Российской трехсторонней комиссии по регулированию социально-трудовых отношений [3].

Структура профессионального риска учитывает два основных фактора: проявленный риск и скрытый риск. Проявленный риск представляет собой: несчастные случаи на производстве (производственный травматизм), следствие которых может быть смертельный исход, временная, частичная или полная утрата трудоспособности. Скрытый риск порождает общее нездоровье работника и складывается из: профессионально обусловленных заболеваний, связанных с одним или несколькими производственными факторами в процессе трудовой деятельности; общих заболеваний, не имеющих связи с трудовой деятельностью, но осложненных профессиональными факторами.

Профессионально обусловленные заболевания - группа болезней, полиэтиологических по своей природе, в возникновении которых производственные факторы вносят определенный вклад. Для этих болезней характерны: большая распространенность; недостаточная изученность количественных показателей условий труда,

определяющих развитие болезней; значительные социальные последствия - негативное влияние на демографические показатели (смертность, продолжительность жизни, частые и длительные заболевания с временной утратой трудоспособности).

К профессионально обусловленным заболеваниям относятся заболевания сердечно-сосудистой системы (артериальная гипертония, ишемическая болезнь сердца), нервно-психические заболевания типа невроз, болезни опорно-двигательного аппарата (например, пояснично-крестцовый радикулит), ряд заболеваний органов дыхания и другие. Профессионально обусловленная заболеваемость - заболеваемость общими (не относящимися к профессиональным) заболеваниями различной этиологии (преимущественно полиэтиологичными), имеющая тенденцию к повышению по мере увеличения стажа работы в неблагоприятных условиях и превышающая таковую в профессиональных группах, не подвергающихся воздействию вредных факторов [4].

Скрытый риск заслуживает особого внимания, поскольку способствует росту общей заболеваемости, снижению иммунитета, ускорению старения организма и психологическим стрессам работников, а также является причиной различных заболеваний, заканчивающихся летальным исходом (сердечно-сосудистые, онкологические и др.). Поэтому при оценке профессионального риска внимание необходимо уделять не только явным, но и скрытым факторам, которые можно выявить при периодических медицинских осмотрах (обследованиях).

Выявление и оценка уровня профессионального риска. Итак, как следует из формулировки понятия управления профессиональными рисками, в него входят мероприятия по выявлению, оценке и снижению уровней рисков. Выявление рисков осуществляется по результатам двух основных мероприятий: единого комплекса последовательно осуществляемых мероприятий по идентификации вредных и (или) опасных факторов производственной среды и трудового процесса и оценке уровня их воздействия на работника с последующим установлением классов (подклассов) условий труда при проведении специальной оценки усло-

вий труда; оценки состояния здоровья работников по результатам периодических медицинских осмотров (обследований).

Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки профессионального риска установлены Р 2.2.1766-03 [5]. Данное Руководство представлено для оценки профессионального риска, которую имеют право проводить специалисты центров государственного санитарно-эпидемиологического надзора (Роспотребнадзор), научно-исследовательских организаций и центров медицины труда и экологии человека. Остановимся на некоторых моментах, заслуживающих внимание работодателя. В соответствии с Руководством оценка профессионального риска осуществляется по результатам: производственного контроля, проводимого согласно СП 1.1.1058-01 [6]; государственного санитарно-эпидемиологического надзора; санитарно-эпидемиологической оценки производственного оборудования и продукции производственного назначения; специальной оценки условий труда.

Анализ риска состоит из:

- оценки риска – выявление (идентификации) опасности, оценка экспозиции и характеристика риска;
- управления риском – принятие решений и действия, направленные на обеспечение безопасности и здоровья работников;
- распространения информации о риске – доведение до работодателей, работников и других заинтересованных сторон с соблюдением установленных законодательством Российской Федерации условий и этических норм.

Оценка опасностей и рисков, в свою очередь, состоит из трех этапов [5]:

1. Первый этап: осмотр рабочего места для выявления: опасных и (или) вредных факторов производственной среды, которые присутствуют или могут возникнуть, включая организацию труда; видов работ, при которых работники могут подвергаться выявленным опасным факторам, включая обслуживание оборудования, чистку и аварийные работы.

2. Второй этап: сбор информации об опасных и (или) вредных производственных факторах для определения степени риска и возможных мер защиты; оценка экспозиции работников по уровню фактора и времени его воздействия и ее сравнение с нормативами. При оценке профессионального риска обязательно используют данные о профессиональных заболеваниях, производственных травмах и др.

3. Третий этап: оценка возможности устранения опасности или ее снижения до минимального допустимого уровня или до уровня, который в свете современных знаний не приведет к нарушениям здоровья при длительности воздействия в течение всего трудового стажа.

К оценке профессиональных рисков на первом и втором этапе рекомендуется привлекать инженерно-технических и научных работников (химиков, физиков, биологов, экологов и др.), а также использовать международные карты химической безопасности, карты опасности по профессиям (должностям), компьютерные базы и банки данных, математические программы и другие современные технологии. Что касается оценки экспозиции, она проводится по действующим стандартам. Предпочтение при этом отдается международным стандартам ISO.

Заключительным этапом оценки риска является установление класса условий труда согласно Руководству Р 2.2.2006-05 [7] и категории доказанности риска (пункт 3.5 Р 2.2.1766-03). На основании результатов оценок определяются меры профилактики (меры по управлению риском). При их выборе комплекса мер профилактики необходимо определить, какова первоочередная цель: устранение опасного фактора или риска; устранение опасного фактора или риска в источнике; снижение уровня опасного фактора или внедрение безопасных систем работы; при сохранении остаточного риска использование средств индивидуальной защиты (далее - СИЗ).

В комплексе мер защиты и профилактики СИЗ используются в случаях, когда другие меры неприменимы или не обеспечивают безопасных условий труда. При этом учитывают следующее: необходимость правильного применения и обслуживания СИЗ; СИЗ могут создавать неудобства или быть вредными для здоровья или опасными для работы; СИЗ защищают только пользователя, в то время как дру-

гие работники, оказывающиеся в данной рабочей зоне, остаются незащищенными; СИЗ могут создавать ложное чувство безопасности при неправильном использовании или обслуживании.

К мерам профилактики можно отнести: регулярное наблюдение за условиями труда; регулярное наблюдение за состоянием здоровья работников (предварительные и периодические медицинские осмотры (обследования), группы диспансерного наблюдения, целевые медицинские осмотры и др.); регулярный контроль защитных приспособлений и применения СИЗ; систематическое информирование работников о существующем риске нарушений здоровья, необходимых мерах защиты и профилактики; пропаганда здорового образа жизни (борьба с вредными привычками, занятия физкультурой и профессионально ориентированными видами спорта) и другие меры оздоровления.

Управление риском должно предусматривать активное взаимодействие работодателей, работников и других сторон, заинтересованных в улучшении условий труда и сохранении здоровья работников. В целях добровольного применения всеми работодателями стандартов безопасности труда с 1 июля 2009 года введен в действие для применения в Российской Федерации в качестве национального стандарта ГОСТ 12.0.230-2007 [8], ГОСТ Р 12.0.007-2009 [9], разработанные в соответствии с общепризнанными международными принципами.

Акционерное общество «Салаватстекло» (далее - АО «Салаватстекло») - одно из ведущих предприятий отрасли по производству стекла и изделий из стекла, в соответствии с требованиями законодательных, нормативных правовых актов в области охраны труда рассматривает процесс управления профессиональными рисками, как приоритетную задачу сохранения жизни и здоровья работников, вовлекая каждого в процесс управления профессиональными рисками на всех уровнях, от руководителей и специалистов до рабочего персонала, стремясь развить риск-ориентированное мышление.

В АО «Салаватстекло» были переработаны инструкции по охране труда с учетом правил по охране труда, введенных в действие в соответствии регуляторной гильотиной. Инструкции по охране труда предусматривают доведение до работников информации о воздействии вред-

ных и (или) опасных производственных факторов и факторов трудового процесса, которые при длительном воздействии могут оказать неблагоприятное влияние на организм работника при выполнении трудовых функций, приводящие к таким последствиям, как несчастный случай на производстве, снижение работоспособности, профессионально обусловленное заболевание, профессиональное заболевание.

Инструкция по охране труда по использованию (применению) средств индивидуальной защиты, разработанная с учетом требований Технического регламента Таможенного союза «О безопасности средств индивидуальной защиты» [10], «Правил обеспечения работников средствами индивидуальной защиты и смывающими средствами» [11], предназначенная для работников, применяющих СИЗ при выполнении работ, разработана с учетом воздействия вредных факторов, выявленных на рабочих местах при проведении специальной оценки условий труда [12] и идентификации опасностей, представляющих угрозу жизни и здоровью работников, а также факторов окружающей среды или трудового процесса, способные привести к травме или профессиональному заболеванию [13]. Инструкция по охране труда позволяет усвоить:

- основные требования к правильному применению СИЗ, применение которых требует от работников практических навыков в зависимости от риска причинения вреда;
- способы проверки пригодности, исправности, комплектности и целостности СИЗ, изложенных в эксплуатационной документации на конкретно используемые СИЗ;
- рекомендации по эксплуатации и уходу за СИЗ.

Руководители, специалисты, рабочий персонал структурных подразделений АО «Салаватстекло» вовлечены в процесс выявления (идентификации) опасностей на рабочих местах (рабочих зонах) в рамках процедуры управления профессиональными рисками в системе управления охраной труда (СУОТ), предусматривающий процесс распознавания и понимания опасности на рабочем месте и для работников, чтобы оценить, расставить по приоритетам, устранить или уменьшить риски в области безопасности труда и охраны здоровья [14].

Преимуществом вовлеченности персонала АО «Салаватстекло» считается, что все заинтересованные стороны могут сотрудни-

чать друг с другом в целях обеспечения соответствующих законодательных, нормативных правовых требований, улучшения единого понимания проблем и задач на конкретном рабочем месте, а также принятия мер, которые требуются для их решения. Таким образом, действующие в АО «Салаватстекло» процедуры наблюдения, измерения и учета позволяют не только обеспечивать их выполнение, но и своевременно оценивать их результативность или эффективность.

Список литературы

1. Семенихин, В.В. Охрана труда (второе изд., переработанное и дополненное). М.:ГроссМедиа: РОСБУХ, 2014.
2. Федеральный закон от 30 декабря 2001г. № 197-ФЗ «Трудовой кодекс Российской Федерации».
3. Елин, А.М. Охрана труда: проблемы и пути решения (монография). М., 2010. 464с.
4. Гигиена труда / под ред. Акад. РАМН, проф. Н.Ф. Измерова, проф. В.Ф. Кириллова. М:ГЭОТАР-Медиа, 2008.
5. Р 2.2.1766-03 «Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы. Принципы и критерии оценки», утв. Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 24 июня 2003 года.
6. Постановление Главного государственно санитарного врача Российской Федерации от 10 июля 2001 года № 18 Санитарные правила СП 1.1.1058-01 «Организация и проведение производственного контроля за соблюдением санитарных правил и выполнением санитарно-противоэпидемиологических (профилактических) мероприятий».
7. Р 2.2.2006-05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда», утв. Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 29 июля 2005 года.
8. Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 21 июля 2007 года № 169-ст ГОСТ 12.0.230-2007 «Система стандартов безопасности труда. Системы управления охраной труда. Общие требования».

9. Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 21 апреля 2009 года № 138-ст ГОСТ Р 12.0.007-2009 «Система стандартов безопасности труда. Системы управления охраной труда в организации. Общие требования по разработке, применению, оценке и совершенствованию».

10. Решение комиссии Таможенного союза от 9 декабря 2022 года № 878 ТР ТС 019/2011 Технический регламент Таможенного союза «О безопасности средств индивидуальной защиты».

11. Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 29 октября 2021 года № 766н «Об утверждении Правил обеспечения работников средствами индивидуальной защиты и смывающими средствами».

12. Федеральный закон от 28 декабря 2013 года № 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда».

13. Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 31 января 2022 года № 36 «Об утверждении Рекомендаций по классификации, обнаружению, распознаванию и описанию опасностей».

14. Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28 августа 2020 года № 581-ст ГОСТ Р ИСО 45001-2020 «Системы менеджмента безопасности труда и охраны здоровья. Требования и руководство по применению».

Об авторе

Григорьева Светлана Михайловна – начальник отдела промышленной безопасности, охраны труда и окружающей среды Акционерного общества «Салаватстекло», 453253, Российская Федерация, Республика Башкортостан, город Салават, ул. Индустриальная, 18; e-mail: info@salstek.ru

About the author

Grigorieva Svetlana Mikhailovna – head of the department of industrial safety, labor protection and environmental protection of the Joint Stock Company "Salavatsteklo", 453253, Russian Federation, Republic of Bashkortostan, Salavat city, st. Industrialnaya, 18; e-mail: info@salstek.ru

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА ПРИ НАКОПЛЕНИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЗАРЯДОВ НА СРЕДСТВАХ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ

Д.В. Удавихин, К.А. Черный

Пермский национальный исследовательский
политехнический университет, г. Пермь, Россия

В статье посвящена применению средств индивидуальной защиты в особо опасных производственных условиях, к числу которых относятся технологические процессы, связанные с применением легковоспламеняющихся и горючих жидкостей и обладающие повышенной пожароопасностью и пожаровзрывоопасностью.

Рассмотрен вариант внедрения в систему управления охраной труда процедуры оценки накопления электрических зарядов на поверхностях используемых средств индивидуальной защиты в пожароопасных и пожаровзрывоопасных помещениях. Приведены примеры измерительных приборов, которые могут быть использованы в оценке накопления электрических зарядов.

Приведено описание источников возникновения потенциально опасных событий в отношении работ, связанных с использованием легковоспламеняющихся и горючих жидкостей в машиностроительной отрасли. Показана необходимость учета опасности накопления электрических зарядов на используемых средствах индивидуальной защиты при оценке производственных и профессиональных рисков.

Ключевые слова: электрические заряды; электростатические разряды; средства индивидуальной защиты; искры; пожароопасность; взрывопожароопасность.

ENSURING OCCUPATIONAL SAFETY DURING THE ACCUMULATION OF ELECTRIC CHARGES ON PERSONAL PROTECTIVE EQUIPMENT

D.V. Udavikhin, K.A. Chernyi

Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russia

The article is devoted to the use of personal protective equipment in particularly hazardous production conditions, which include technological processes related to the use of flammable and combustible liquids and having increased fire and explosion hazard.

The option of introducing a procedure for assessing the accumulation of electric charges on the surfaces of used personal protective equipment in fire-hazardous and fire-and-explosion hazardous premises into the occupational health and safety management system has been considered. Examples of measuring instruments that can be used in assessing the accumulation of electric charges are given.

A description of the sources of the occurrence of potentially hazardous events in relation to work related to the use of flammable and combustible liquids in the engineering industry is provided. The need to take into account the danger of accumulation of electric charges on the personal protective equipment used in the assessment of production and professional risks is shown.

Keywords: electric charges; electrostatic discharges; individual protection means; sparks; fire hazard; explosion and fire hazard.

Введение

При организации процессов производственной деятельности промышленных предприятий проблема обеспечения безопасности труда работника при выполнении трудовых функций на сегодняшний день все больше выводится на первый план, особенно в крупных холдингах и корпорациях, поскольку напрямую влияет на репутацию в целом.

В современном обществе принято рассматривать безопасность труда, как комплекс мероприятий, который направлен на предупреждение и снижение производственных и профессиональных рисков. Среди мероприятий по управлению рисками важное место занимают

правильный подбор и правильное использование средств индивидуальной защиты работников.

Однако следует отметить, что прежде чем регламентировать применение отдельных средств индивидуальной защиты в определенных искусственно созданных производственных условиях возникает необходимость оценить безопасность их использования, т.е. оценить какую опасность для работника могут принести сами средства индивидуальной защиты.

Очевидно, что указанные проблемы наиболее актуальны для особо опасных производственных условий, к числу которых относятся повышенная пожароопасность и пожаровзрывоопасность.

Так, к примеру, на предприятиях машиностроения осуществляются ручная мойка в ваннах различных материалов, деталей, изделий керосином, бензином, заливка и слив моющих растворов в ванны и иные емкости, а также загрузка и выгрузка в процессе мойки материалов, деталей, изделий. Такие технологические процессы связаны с использованием легковоспламеняющихся жидкостей I класса [1, С. 4] (температура вспышки до +28 °С, например, бензин с температурой вспышки от –58 °С до +10 °С [1, С. 23], и иные растворители (ацетон, бензол, спирты и др.) с температурой вспышки от –50 °С до +78 °С [1, С. 79], керосин с температурой вспышки от +28 °С [1, С. 52]) и горючих жидкостей IV класса [1, С. 4] (температура вспышки от +100 °С, например, трансформаторных масел с температурой вспышки +135 °С [1, С. 89]. При осуществлении таких технологических процессов, необходимо, обеспечить отсутствие источников, способных образовывать искры, разряды, воспламенить легковоспламеняющиеся и горючие вещества и материалы, а также обеспечить защиту работника от такого опасного производственного фактора как повышенное образование электростатических разрядов [2].

Рассматривая образование электростатических разрядов от использования СИЗ в качестве одного из видов объектов пожара – «носильные вещи (вещи на человеке)», приведем статистику возникших пожаров и погибших работников за период с 2017 по 2021 года в Российской Федерации (таблица) [3, С. 11].

Из сведений, приведенных в таблице, видно, что смертельный травматизм, имевший место среди таких объектов пожара как «носильные вещи (вещи на человеке)», в динамике по годам с 2017 года к 2020 году возрос в процентном соотношении с 0,97 % до 2,82 %, к 2021 году произошло снижение до 2,01 % от общего количества погибших по данному виду объекта пожара.

Статистика возникших пожаров и погибших работников за период с 2017 по 2021 года в Российской Федерации

Объект пожара	% от общего количества пожаров / % от общего количества погибших				
	2017	2018	2019	2020	2021
Здания жилого назначения и надворные постройки	70,01 / 92,26	70,83 / 92,02	24,47 / 90,01	26,02 / 88,54	29,27 / 90,00
Место открытого хранения веществ, материалов, с/х угодья и прочие открытые территории (кроме мусора)	2,59 / 0,10	2,46 / 0,21	34,31 / 0,26	33,92 / 0,37	31,73 / 0,24
Здания производственного назначения	2,10 / 0,75	2,13 / 0,90	0,75 / 0,84	0,78 / 1,00	0,92 / 1,30
Носильные вещи (вещи на человеке)	1,04 / 0,97	0,94 / 0,71	0,36 / 2,44	0,34 / 2,82	0,30 / 2,01

С учетом приведенной статистики, представляется актуальным исследование образования электростатических разрядов от использования СИЗ работниками, с учетом конкретных условий, характеризующихся повышенной пожароопасностью и пожаровзрывоопасностью.

На примере машиностроительной отрасли рассмотрим подробнее вопросы безопасного применения средств индивидуальной защиты в аспекте накопления на них электрических зарядов.

Условия воспламенения при электростатическом разряде

Каждый объект имеет собственное электрическое поле, создаваемое электронами в материале. Электрическое поле вокруг изолированных объектов отличается от электрического поля, возникающих вокруг двух объектов, которые физически соединены или находятся в контакте. Когда два связанных объекта внезапно разделяются, первоначальное электрическое поле меняется, электро-

ны перераспределяются и сами образуют новое электрическое поле. Если один или несколько объектов являются непроводящими, то после разделения электронов возникают два объекта с равными зарядами противоположных знаков [4].

Для проведения качественной оценки безопасности СИЗ необходимо выявить полный перечень применяемых в технологических процессах легковоспламеняющихся и горючих веществ (взрывоопасных смесей), определив для каждого вещества наименьшую энергию электрического заряда, способную воспламенить легко воспламеняющуюся смесь горючего вещества с воздухом – минимальную энергию зажигания (далее – МЭЗ) [5].

Чувствительность взрывоопасных смесей к электростатическому зажиганию зависит от концентрации и МЭЗ горючих веществ и материалов. Полезное эмпирическое правило состоит в том, что оптимальная по условиям зажигания концентрация взрывоопасной смеси приблизительно соответствует удвоенному значению нижнего предела воспламенения. Ввиду зависимости от концентрации смесь из вещества с высоким значением МЭЗ при оптимальной концентрации может быть более чувствительной к зажиганию, чем смесь из вещества с низким значением МЭЗ, но с концентрацией паров вблизи пределов диапазона воспламенения [6].

Если средства индивидуальной защиты, сделанные из пластмасс (например, защитные шлемы, аппаратура для дыхания или щитки), будут использоваться в соответствии с рекомендациями изготовителя, то вряд ли приведут к риску зажигания от статического электричества в зонах классов 1, 2, 20, 21 или зоне класса 22, но только в том случае, если в таких зонах не производятся операций или действий, приводящие к высокой электризации (например, протирка) и отсутствуют газы или пары с низкой МЭЗ [6].

Воспламенение искровым разрядом произойдет, если выделяющаяся в разряде энергия будет больше воспламеняющей горючую смесь, или, в общем случае, выше минимальной энергии воспламенения горючей смеси. Условие безопасности может быть записано как

$$W_p = \alpha \times W_{\text{мин}} , \quad (1)$$

где α – коэффициент безопасности, который выбирают, исходя из реальных производственных условий ($\alpha < 1$); $W_{\text{мин}}$ – энергия разряда и минимальная энергия воспламенения, Дж.

Энергия W_p , Дж, выделяемая в искровом разряде с заряженной проводящей поверхности определяется как

$$W_p = \frac{(C \times \Phi^2)}{2}, \quad (2)$$

где C – электрическая емкость заряженного проводящего оборудования относительно земли, Ф; Φ – потенциал зараженной поверхности относительно земли, В [7, С. 17–18].

Энергия разряда с заряженной диэлектрической поверхности можно определить только экспериментально. Обычно величина ее ниже энергии разряда с заряженных проводящих поверхностей [7, с. 18].

Минимальная энергия воспламенения горючих смесей зависит от природы веществ и также определяется экспериментально [7, с. 18].

Для примера, МЭЗ бензина марки авиационный 91/115 составляет 0,41 мДж, бензина марки авиационный 91/130 этилированный составляет 0,30 мДж, что является крайне малым значением, и таким образом электростатические разряды могут привести к воспламенению таких сред [8, с. 222].

Нормативные требования к испытаниям средств индивидуальной защиты

В настоящее время информация о возможности применения при работах с легковоспламеняющимися и горючими веществами таких средства индивидуальной защиты, как каска защитная, очки защитные, щитки защитные, респираторы, наушники противошумные, маски и полумаски панорамные, рукавицы и перчатки отсутствует, поскольку не нормируются какие-либо показатели, характеризующие отсутствие потенциала электростатически заряженной поверхности средства индивидуальной защиты (кВ). Ситуация может дополнительно усугубиться в силу возможного электростатического синергизма средств индивидуальной защиты, то есть взаимного усиления накопления электрических зарядов.

Рассмотрев в качестве примера каску защитную, можем увидеть, что кроме самого корпуса каски защитной, выполненного из

пластика, на ней присутствуют трущиеся об волосистую часть головы элементы внутренней оснастки, такие как несущая и затылочная ленты, которые обхватывают голову в точке объема для удержания каски на голове, амортизатор, обхватывающий голову со всех сторон и пружинящий при попадании тяжелых предметов, подбородочный ремень, крепеж подбородочного ремня, смягчающая и потовпитывающая лента, амортизационные ленты. Указанные элементы изготовлены из синтетических материалов, и могут служить накоплению электрических зарядов на каске защитной, а при определенных условиях создавать электростатическое поле, которое может привести к возникновению искрения и созданию пожароопасной или пожаро-взрывоопасной ситуации.

При производстве касок защитных для подтверждения эксплуатационных характеристик производят испытания на амортизацию, сопротивление перфорации, на огнестойкость, испытывают крепление подбородочного ремня, испытывают износостойкость маркировки. Также дополнительно испытывают каски защитные при очень низких температурах ($-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ или $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$), при очень высоких температурах ($+150\text{ }^{\circ}\text{C}$), а также проводят испытания на электрическую изоляцию, с целью проверки тока утечки (должен составлять не более 1,2 мА), испытания на боковую деформацию, испытания на защиту от брызг расплавленного металла [9]. Но, ни одна из характеристик подверженных испытанию касок защитных не предусматривает оценку ее электростатических свойств. Таким образом, можно констатировать, что в Российской Федерации отсутствуют стандарты, регламентирующие порядок производства, изготовления, использования, утилизации антистатических касок защитных.

Однако следует упомянуть, что на мировом рынке присутствует каска немецкого производителя UVEX 9780 Antistatic, которую по заявлению производителя можно носить в зонах с взрывоопасной атмосферой, и ее применение обеспечивает защиту от электростатического разряда в местах скопления воспламеняющейся пыли, газа или паров. Указанная защитная каска предназначена для неограниченного использования в соответствии с директивой АТЕХ 94/9/ЕС [10], а также соответствует требованиям ТР ТС 019/2011 [11] и ГОСТ EN 397-2020 [9].

Помимо касок защитных, другие средства индивидуальной защиты также имеют в своем составе элементы, выполненные из синтетических, металлических, металлопластиковых материалов, и которые в свою очередь способствуют накоплению электрических зарядов.

Фактическую оценку возможности использования средств индивидуальной защиты при производстве работ с легковоспламеняющимися и горючими жидкостями следует проводить с учетом микроклиматических параметров окружающей среды (влажности, скорости движения воздуха, температуры воздуха, и также нагретых поверхностей), с использованием внесенных в государственный реестр средств измерений. В качестве таких средств могут выступать:

– Измеритель параметров электростатического поля ИПЭП-1, позволяющий бесконтактным способом измерить потенциал электростатически заряженных объектов, напряженности электростатического поля вблизи заряженных плоских поверхностей и поверхностной плотности электрических зарядов [12];

– Измеритель напряженности электростатического поля СТ-01, позволяющий измерить электростатическое поле [13].

Немаловажно при проведении оценки учитывать фактор накопления электрических зарядов на самом человеке, его пространственного расположения, относительно земли, и окружающих его предметов, наличия заземляющих устройств.

Заключение

Достоверно оценить накопление электрических зарядов на средствах индивидуальной защиты, определяющее возможность их применения в пожароопасных или пожаровзрывоопасных условиях труда на сегодняшний день представляется затруднительным, поскольку отсутствует методология такой оценки. Однако современные тенденции совершенствования системы управления профессиональными рисками настоятельно требуют решение вышеобозначенной задачи с целью снижения возможности возникновения потенциально опасных ситуаций, связанных с возгораниями, взрывами, с последующим травматизмом работников.

Список литературы

1. Безуглов П.Т. Справочная таблица огнеопасных веществ / Изд. третье, испр. и дополн. – Л.: Гостоптехиздат, 1950. – 110 с.
2. ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200136071> (дата обращения: 15.10.2023).
3. Пожары и пожарная безопасность в 2021 году: статист. сб. – Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2022. – 114 с.
4. Türker L. Electrostatic Discharge and Energetic Materials // *To Chemistry Journal*. – 2019. – Vol. 2. – P. 72–114.
[(2019) ISSN: 2581-7507, Middle East Technical University, Turkey, <https://www.purkh.com/articles/electrostatic-discharge-and-energetic-materials.pdf>].
5. ГОСТ 12.1.044-89 Система стандартов безопасности труда. Пожаровзрывобезопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200004802> (дата обращения: 15.10.2023).
6. ГОСТ 31610.32-1-2015/IEC/TS 60079-32-1:2013 Взрывоопасные среды. Часть 32-1. Электростатика. Опасные проявления. Руководство [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200135553> (дата обращения: 15.10.2023).
7. Липкович, И.Э. Теория горения и взрыва: лабораторный практикум / И.Э. Липкович, Н.В. Петренко. – Зерноград: Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВПО ДГАУ, 2014. – 60 с.
8. Корольченко, А.Я. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения: справочник в 2-х томах / А.Я. Корольченко, Д.А. Корольченко. – М.: Пожнаука, 2004. – Т. 1. – 713 с.
9. ГОСТ EN 397-2020 Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты головы. Каски защитные. Общие технические требования. Методы испытаний [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/566418294> (дата обращения: 15.10.2023).
10. Директива АТЕХ 94/9/ЕС Европейского парламента и совета от 23.03.1994 по сближению законов Государств – Членов об оборудо-

вании и защитных системах, предназначенных для применения в потенциально взрывоопасных атмосферах [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.icqc.eu/userfiles/File/directive%2094%209%20atex%20EC.pdf> (дата обращения: 15.10.2023).

11. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 019/2011 «О безопасности средств индивидуальной защиты» [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/902320567> (дата обращения: 15.10.2023).

12. Руководство по эксплуатации УШЯИ.411153.002 РЭ Измеритель параметров электростатического поля ИПЭП-1. – 2003. – 25 с.

13. Руководство по эксплуатации МГФК 410000.001 РЭ Измеритель напряженности электростатического поля СТ-01. – 2013. – 22 с.

Об авторах

Удавихин Дмитрий Владимирович, аспирант кафедры «Безопасность жизнедеятельности», Пермский национальный исследовательский политехнический университет, 614990, Пермь, Комсомольский пр. 29, электронная почта: dmutry88@mail.ru

Черный Константин Анатольевич, доктор технических наук, заведующий кафедрой «Безопасность жизнедеятельности», Пермский национальный исследовательский политехнический университет, 614990, Пермь, Комсомольский пр. 29, электронная почта: chernyy_k@mail.ru

About authors

Udavikhin Dmitry Vladimirovich, Post-graduate student, of the Department of Life Safety, Perm National Research Polytechnic University, 614990, Perm, Komsomolsky pr. 29, e-mail: dmutry88@mail.ru

Cherny Konstantin Anatolyevich, Doctor of Technical Sciences, Head of the Department of Life Safety, Perm National Research Polytechnic University, 614990, Perm, Komsomolsky pr. 29, e-mail: chernyy_k@mail.ru

ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ ОЦЕНКИ ОПАСНОСТЕЙ У РАБОТНИКОВ ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

А.А. Кутузова, А.В. Смолин

Научно-исследовательский институт эффективности и безопасности
горного производства, г. Челябинск, Россия

В статье рассмотрен один из аспектов обоснования необходимости формирования и освоения навыков осознанных безопасных действий на примере работников угледобывающих предприятий, в основе которого точная оценка опасностей (близкая к реальным условиям производства). Посредством анкетирования операционного персонала угледобывающих предприятий выявлено, что до 39 % работников недооценивают существующие опасности на своих рабочих местах, что впоследствии становится непосредственной причиной их травмирования. Недооценка, как правило, является следствием отсутствия у операционного персонала навыков точной оценки реальной опасности, особенно при выполнении производственного задания в нестандартных условиях. В связи с этим необходимо обучать персонал таким образом, чтобы он мог адекватно текущей производственной ситуации идентифицировать, оценивать опасности и на этой основе применять соответствующие безопасные приемы выполнения работ.

Ключевые слова: недооценка опасности; нестандартные условия труда; опасная производственная ситуация; управление риском; оценка опасностей персоналом; осознанное безопасное поведение.

IMPROVING THE ACCURACY OF HAZARD ASSESSMENT EMPLOYEES OF MINING ENTERPRISES

A.A. Kutuzova, A.V. Smolin

Scientific Research Institute of Efficiency and Safety of Mining Production,
Chelyabinsk, Russia

The article considers one of the aspects of substantiating the need to form and master the skills of conscious safe actions on the example of employees of coal mining enterprises, which is based on an accurate assessment of hazards (close to real

production conditions). By means of a survey of the operating personnel of coal mining enterprises, it was revealed that up to 39 % of employees underestimate the existing dangers in their workplaces, which subsequently becomes the direct cause of their injury. Underestimation, as a rule, is a consequence of the lack of operational personnel skills to accurately assess the real danger, especially when performing a production task in abnormal conditions. In this regard, it is necessary to train personnel in such a way that they can adequately identify, assess hazards and, on this basis, apply appropriate safe methods of performing work.

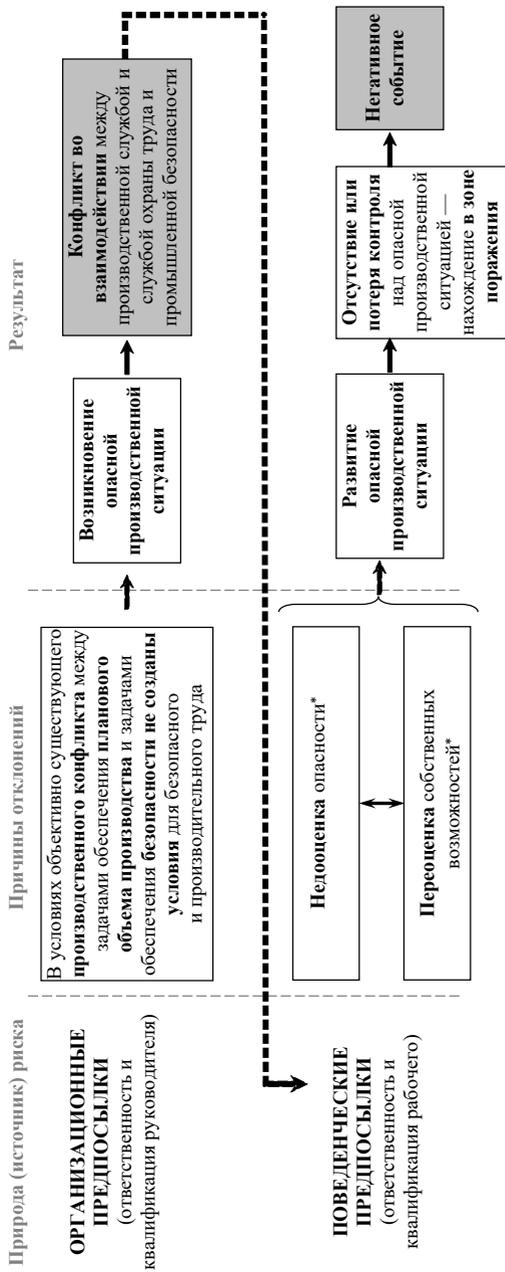
Keywords: underestimation of danger; abnormal working conditions; dangerous industrial situation; risk management; assessment of hazards by personnel; conscious safe behavior.

Решая задачу устойчивого снижения уровня травматизма и аварийности, отечественные угледобывающие предприятия (УДП) активно осваивают процедуру управления риском. Важным аспектом в решении этой задачи является объективная необходимость постоянного повышенного внимания персонала УДП в части контроля опасных производственных ситуаций. Под опасной производственной ситуацией (ОПС) понимается комбинация производственных факторов и обстоятельств в деятельности предприятия или его подразделений, обуславливающая возникновение и нарастание вероятности негативного события [1].

Контроль ОПС необходим для выбора адекватных этой ситуации действий. Именно адекватность действий персонала зачастую играет определяющую роль в возникновении или недопущении травм и аварий, поскольку выполнение операционным персоналом УДП своих трудовых функций более чем в 70 % рабочего фонда времени осуществляется в нештатных условиях. Вместе с тем отсутствие у работников соответствующей подготовки выполнения производственного задания в таких условиях приводит к тому, что зачастую они не имеют необходимого представления как его выполнить безопасно.

Появление со временем устойчивого убеждения у персонала, что выполнение работы с нарушениями – это допустимо, напрямую ведет к закономерному росту количества нарушений требований безопасности, и скоплению опасных комбинаций на рабочих местах [2].

Как следствие возникает сочетание нештатных условий и опасных действий персонала, из-за недооценки опасности, что часто приводит к негативному событию (рис. 1).



*Ключевые факторы опасной производственной ситуации (ОПС)

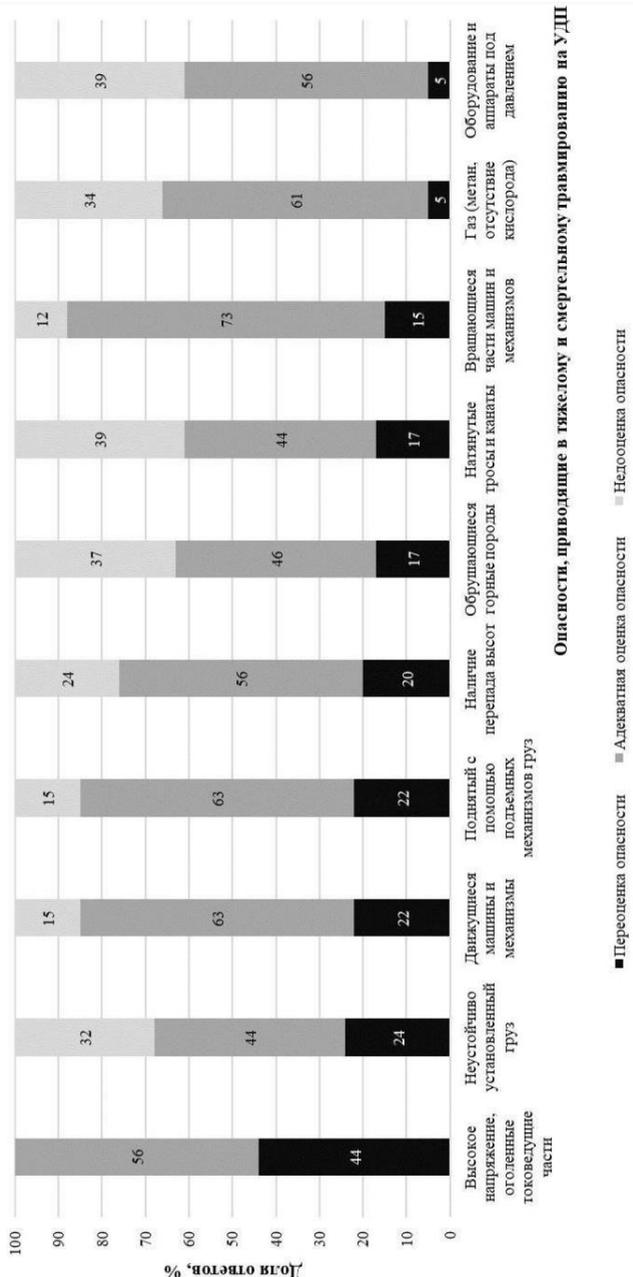
Рис. 1. Основные причины, приводящие к негативным событиям на отечественных угледобывающих предприятиях в нештатной ситуации [3]

Формирование осознанного безопасного поведения у работников, когда ежесменная оценка риска и текущей производственной ситуации с точки зрения опасности становится привычкой и нормальной производственной практикой, обеспечивает снижение вероятности наступления негативного события [4].

Одним из основных инструментов корректировки опасного поведения работников предприятий, применяемых на УДП, является поведенческий аудит безопасности (ПАБ). Особенность ПАБ заключается в том, что обсуждение опасного поведения с работниками происходит, как правило, уже после нарушения, а выявленное нарушение анализируется без рассмотрения его взаимосвязи с другими факторами и обстоятельствами, комбинация которых закономерно повышает риск негативного события [5].

На сегодняшний день, кроме ПАБ, создаются и реализуются другие инструменты. Например, демонстрация с последующим разбором двух вариантов выполнения работ: безопасное – в соответствии с требованиями охраны труда и промышленной безопасности и выполнение работ, когда работник подвергает себя необоснованному риску, нарушая требования безопасности. Такой подход реализован на полигоне «Умный труд», созданный на учебной базе Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета [6].

Также имеется зарубежный опыт, в частности Японии, в котором поведение работников основывается на их собственном понимании существующих опасностей и соответствующих этим опасностям безопасных действий. Это понимание формируется в специализированных корпоративных тренировочных центрах, расположенных на предприятиях. Здесь работники отрабатывают не только правильные действия при работе с опасностями, но и могут наглядно увидеть последствия ошибок и опасных действий без ущерба собственному здоровью [7].



Опасности, приводящие в тяжелому и смертельному травмированию на УДЦ

Рис. 2. Оценка опасностей профессии «проходчик» (по результатам анкетирования 171 работника АО «СУЭК-Кузбасс»)

Основой для осознанного безопасного поведения является способность персонала адекватно оценивать реальную опасность. Оценить эту способность можно посредством анкетирования. Такое анкетирование было проведено на предприятиях АО «СУЭК-Кузбасс» в 2022–2023 гг. Цель анкетирования – определить количество работников, способных идентифицировать и адекватно оценить опасности, которые приводили к тяжелым и смертельным травмам за последние 5 лет. Заполненные анкеты были распределены и обработаны по профессиям. В качестве примера приведены итоги анкетирования 171 рабочего профессии «проходчик». Результаты анкетирования представлены на рисунке 2.

Результаты анкетирования показали, что даже у работников одной профессии отсутствует единое представление об уровне оцениваемых опасностей.

На основе ответов респондентов были выделены следующие группы работников: недооценивающие опасность, адекватно оценивающие опасность и переоценивающие опасность. Недооценка и переоценка опасности, как правило, основываются на собственных ошибочных убеждениях («иллюзиях»), не соответствующих реальным условиям производства. В том числе не последнюю роль в недооценке и переоценке играют такие факторы, как недостаток опыта и/или квалификации при выполнении конкретных работ.

Также недооценку опасности обуславливает еще и тот факт, что ежесменно выполняя производственное задание в нештатных условиях, персонал привыкает к ведению работ с нарушениями требований безопасности. Тем самым повышая риск наступления негативного события.

Все это обуславливает потребность в освоении персоналом УДП навыков точной оценки опасности в каждой конкретной ситуации. Результатом освоения таких навыков предполагается переход персонала из групп недооценивающих и переоценивающих опасность в группу работников, дающей адекватную оценку (рис. 3).

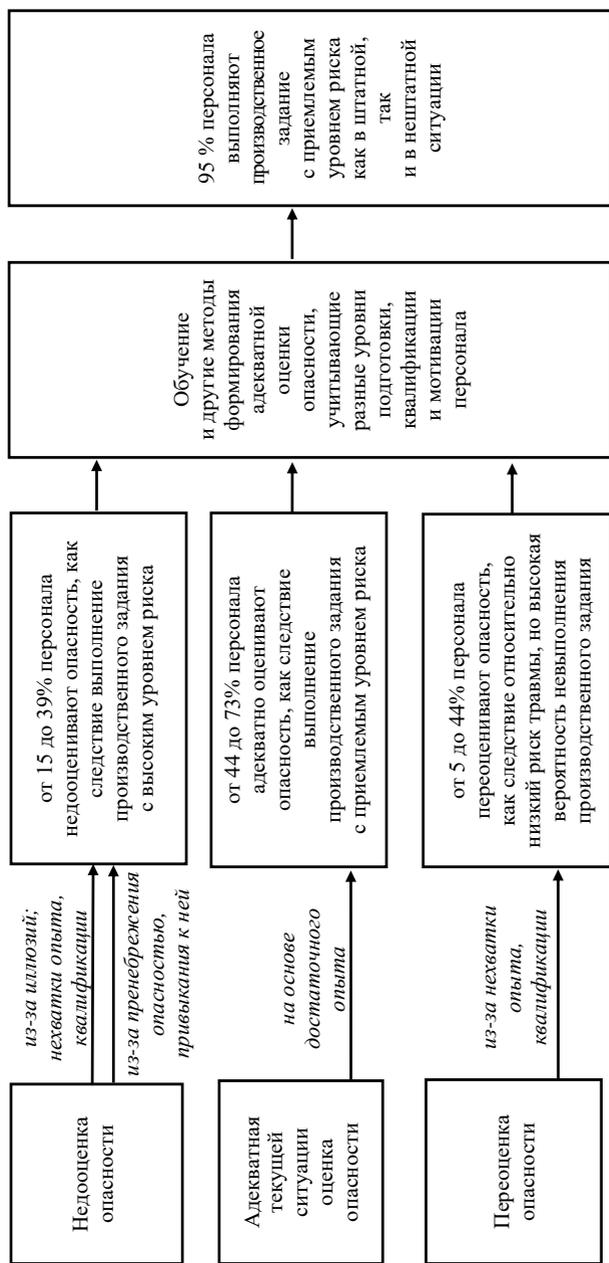


Рис. 3. Схема работы с персоналом для обеспечения осознанного выбора безопасных действий

Заключение

При выполнении производственного задания в нештатных условиях труда работники зачастую лишены возможности действовать в соответствии с требованиями безопасности, поскольку ими не освоен навык владения осознанными безопасными действиями в этих условиях, что закономерно ведет к возрастанию риска травмирования и, как следствие, увеличению количества травм. Для того чтобы не допускать развития такой тенденции необходимо обучать персонал таким образом, чтобы он мог адекватно текущей производственной ситуации идентифицировать, оценивать опасности и на этой основе применять соответствующие безопасные приемы и методы выполнения работ.

Список литературы

1. Кравчук, И.Л. Выявление и устранение опасных производственных ситуаций – важнейший организационный аспект обеспечения безопасности горного производства // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2015. – С. 99–107.

2. Кравчук, И.Л. Риск негативных событий, обусловленный нарушениями требований безопасности, и способ его снижения / И.Л. Кравчук, В.Ю. Гришин, А.В. Смолин // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2015. – №6 (специальный выпуск 28). – 20 с. – М.: издательство «Горная книга».

3. Тенденции, закономерности и методологические принципы управления риском на горнодобывающих предприятиях в условиях развития горнотехнических систем: Отчет о научно-исследовательской работе (FUWE-2022-0005) / Челябинский филиал ИГД УрО РАН. – Челябинск, 2022. – 72 с.

4. Дикий, С.В. Формирование риск-ориентированного мышления у персонала угледобывающих предприятий / С.В. Дикий, О.В. Кричигин, И.Л. Кравчук, А.В. Галкин, А.В. Смолин // Безопасность труда в промышленности. – 2023. – № 9. – С. 81–88. DOI: 10.24000/0409-2961-2023-9-81-88.

5. Захаров П., Пересыпкин С. Культура безопасности труда: человеческий фактор в ресурсе международных практик. М. – 2019. – 128 с.

6. Полигон «Умный труд» открыт! – https://www.spbgasu.ru/news-and-events/news/poligon_umnyu_trud_otkryt-1/.

7. Фомин, А.В. Особенности культуры труда на японских предприятиях / А.В. Фомин, О.А. Лапаева, А.В. Смолин, М.В. Михно // Уголь. – 2018. – №2. – С. 61–66.

Об авторах

Кутузова Анастасия Андреевна, лаборант ООО «Научно-исследовательский институт эффективности и безопасности горного производства», Россия, 454048, г. Челябинск, ул. Энтузиастов, 30, оф. 716., e-mail: anastasia_kutuzovaaaa99@mail.ru.

Смолин Антон Вячеславович, кандидат технических наук, научный сотрудник ООО «Научно-исследовательский институт эффективности и безопасности горного производства», Россия, 454048, г. Челябинск, ул. Энтузиастов, 30, оф. 716., e-mail: 89507358464@mail.ru.

About authors

Kutuzova Anastasia Andreevna, laboratory assistant of LLC «Scientific Research Institute of Efficiency and Safety of Mining Production», Russia, 454048, Chelyabinsk, ul. Enthusiasts, 30, office 716., e-mail: anastasia_kutuzovaaaa99@mail.ru.

Smolin Anton Vyacheslavovich, Candidate of Technical Sciences, Researcher, LLC «Scientific Research Institute of Efficiency and Safety of Mining Production», Russia, 454048, Chelyabinsk, ul. Enthusiasts, 30, office 716., e-mail: 89507358464@mail.ru.

ВЛИЯНИЕ СООТНОШЕНИЯ ГРАДАЦИЙ НА ИТОГОВЫЙ ИНДЕКС БЕЗОПАСНОСТИ РАБОЧИХ МЕСТ ГОРНОДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Е.А. Розенфельд

Пермский национальный исследовательский
политехнический университет, г. Пермь, Россия

Условия труда на горнодобывающих предприятиях характеризуются множеством вредных и опасных производственных факторов, а также наличием сложных организационных и технологических процессов с присущими им различными опасностями и рисками. В данной статье кратко рассмотрена методика комплексной оценки рабочего места и проведено исследование влияния соотношения градаций, характеризующих уровень безопасности рабочего места на итоговый индекс безопасности типичных рабочих мест горнодобывающих предприятий. Показано, что наиболее оптимальным является значение рассматриваемого показателя, равное трем.

Ключевые слова: система управления охраной труда, показатели, индекс безопасности, безопасность рабочего места, безопасные условия труда.

THE INFLUENCE OF THE RATIO OF GRADATIONS ON THE TOTAL SAFETY INDEX OF WORKPLACES IN MINING ENTERPRISES

E.A. Rozenfeld

Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russia

Working conditions at mining enterprises are characterized by many harmful and hazardous production factors, as well as the presence of complex organizational and technological processes with various inherent hazards and risks. This article briefly examines the methodology for an integrated assessment of a workplace and con-

ducts a study of the influence of the ratio of gradations characterizing the level of workplace safety on the final safety index of typical workplaces in mining enterprises. It is shown that the most optimal value of the considered indicator is equal to three.

Keywords: occupational safety and health management systems, safety index, safety workplace, safety and health working condition.

Добыча полезных ископаемых подземным способом представляет собой сложную по организации и технологии деятельность с присущими ей различными опасностями и рисками производственных и трудовых процессов, обеспечение безопасности которых возложено на хозяйствующего субъекта права – организатора производства и входит в обязательные требования законодательства Российской Федерации [1 – 3].

Эта важная практическая задача, стоящая перед всеми организаторами производства, наталкивается на отсутствие адекватных и применимых на практике методик оценивания риска.

Разнообразие видов деятельности горнодобывающих предприятий приводит к многообразию различных по своей природе рисков, которое порождает соответствующее многообразие концепций когнитивного понимания риска, методологий его оценки и методик оценивания [4 – 6].

Если для экономических (предпринимательских), экологических и производственных рисков вопросы методологии их оценки относительно хорошо изучены и проработаны, а в ее рамках построены и строятся новые методики оценивания риска, то ситуация с профессиональными рисками характеризуется неразвитостью собственной методологии [7] и соответствующих методик оценки профессионального риска и оценивания его уровня.

Нами была разработана и описана в [8,9] универсальная методика комплексной оценки рабочего места, включающая оценку профессиональных рисков. Основная идея этой методики заключается в том, что расчетная комплексная оценка опасных и вредных факторов производства, определяющих условия труда, может быть получена с помощью

универсального способа обобщения системы простых и ясных показателей, каждый из которых несложно определить на практике.

Предложено вести такую оценку на основе агрегирования построенной системы таких показателей как:

1. Технический уровень рабочего места
2. Организационный уровень рабочего места
3. Условия труда на рабочем месте, включая роль человеческого фактора.

Каждый показатель, в том числе фактор условий труда, используемый при оценке, оценивается по отдельной шкале порядка - нелинейной шкале ранжирования с помощью вербально-балльного метода по пяти градациям.

Каждая градация описана вербальным способом достаточно детально, что позволяет понимать сущность градации почти однозначно. Также каждой градации присвоено по специальной предложенной нами методике некоторое условное значение баллов.

Вербальное описание пяти градаций выполнено следующим образом: недопустимо опасно (градация 5 – красная зона); допустимо опасно с повышенным уровнем опасностей (градация 4 – красно-желтая зона); допустимо опасно (градация 3 – желтая зона); допустимо опасно с пониженным уровнем опасностей (градация 2 – желто-зеленая зона); практически безопасно (градация 1 – зеленая зона).

Нами на основе проведенного анализа линейного и нелинейного роста балльной оценки градаций [8], предложено выбирать условные баллы, присваиваемые градациям, исходя из геометрической прогрессии

$$B_n = x^{n-1}, \quad (1)$$

где B_n – условный балл n -ной градации, x – основание прогрессии, n – порядковый номер градации (при движении от «безопасно» к «опасно»).

Изначально в качестве основания геометрической прогрессии – $B_n = x^{n-1}$, мы принимали значение **3** и получили для пяти градаций шкалы порядка (ранжирования) следующий ряд рангов в условных баллах: 1, 3, 9, 27, 81.

Индекс комплексной оценки (совокупный показатель любого количества показателей) Q_{Γ} определим как средневзвешенное среднее геометрическое по всей рассматриваемой совокупности оцениваемых N характерных одиночных показателей q_i :

$$Q_{\Gamma} = \exp\left(\frac{1}{W} \sum_{i=1}^n w_i \ln q_i\right), \quad (2)$$

где W равно сумме всех N весов значимости w_i каждого показателя, q_i - i -й единичный показатель, который сам может быть обобщенной функцией (индексом) какой-либо совокупности показателей.

При вычислении обобщенных показателей итоговое расчетное значение в общем случае может оказаться неравным выбранным для отдельной шкалы целочисленным баллам, характеризующим не столько точку шкалы порядка, сколько саму градацию. Для того, чтобы четко понимать, к какой градации нужно отнести полученное в расчете число баллов, предложено разделить шкалу порядка на условные полосы, связанные с градациями, границы которых между градациями определены в условных точках шкалы порядка, равных

$$g_i = \sqrt{(B_i \cdot B_{i+1})}, \quad (3)$$

где $i = 1, 2, 3, 4$.

Для выбранного нами ряда баллов 1, 3, 9, 27, 81 получены следующие 4 границы между 5 градациями: 1,73; 5,19; 15,59; 46,77. При этом соотношение между границами равно 3, как и основание прогрессии выбранной нами шкалы рангов. Таким образом: первая градация соответствует баллам менее 1,73; вторая – от 1,73 до менее 5,19; третья от 5,19 до менее 15,59; четвертая градация от 15,59 до менее 46,77; пятая градация – от 46,77 и выше.

Применив разработанную методику с выбранным основанием прогрессии равным 3 для оценки трех типичных рабочих мест горнохимического предприятия: машиниста комбайна, дежурного слесаря и офисного работника, мы получили следующие результаты: офисный работник работает в практически безопасных условиях труда (градация 1), машинист комбайна работает в условиях постоянной

умеренной опасности (градация 3), а дежурный слесарь – в условиях повышенной опасности (градация 4) [8].

Теперь предлагается рассмотреть другие варианты ряда рангов в условных баллах и потом посмотреть как выбор основания выбранной нами геометрической прогрессии влияет на значения индекса безопасности условий труда рабочего места в целом (итоговый комплексный показатель оценки).

Итак, если в качестве **конкретного значения** x – основания геометрической прогрессии – $B_n = x^{n-1}$ примем **число 2**, то получим следующий ряд 1,2,4,8,16.

Границы между градациями будут следующие: 1,41; 2,82; 5,65; 11,31.

В этом случае: первая градация соответствует баллам менее 1,41; вторая – от 1,41 до менее 2,82; третья от 2,82 до менее 5,65; четвертая градация от 5,65 до менее 11,31; пятая градация – от 11,31.

Если в качестве **значения** примем **число 4**, то получим ряд 1,4,16,64,256 Границы между градациями будут: 2,8,32, 128. И тогда: первая градация соответствует баллам менее 2; вторая – от 2 до менее 8; третья от 8 до менее 32; четвертая градация от 32 до менее 128; пятая градация – от 128 и выше.

Рассмотрим еще вариант со значением $x=5$. Тогда ряд будет 1,5,25,125,625 Границы между градациями 2,23; 11,18; 55,9; 279,5. И получаем, что: первая градация соответствует баллам менее 2,23; вторая – от 2,23 до менее 11,18; третья от 11,18 до менее 55,9; четвертая градация от 55,9 до менее 279,5; пятая градация – от 279,5 и выше.

Рассмотрим теперь какие результаты оценки рассмотренных ранее типичных рабочих мест горнодобывающих предприятий мы получим, если в качестве основания геометрической прогрессии мы возьмем 2,4 или 5.

Таблица 1

Примеры оценки типичных рабочих мест горнодобывающих предприятий (при $x=2,4,5$)

Название рабочего места	Значение x	Показатели индекса безопасности (см. примечание)									
		I				II				III	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Машинист проходческо-очистного комбайна калийного рудника (А)	2	8	8	8	2	2	4	2	2	8	8
	4	64	64	64	4	4	16	4	4	64	64
	5	125	125	125	5	5	25	5	5	125	125
Дежурный слесарь флотофабрики (Б)	2	4	16	8	2	16	8	2	4	8	8
	4	16	256	64	4	256	64	4	16	64	64
	5	25	625	125	5	625	125	5	25	125	125
Офисный работник, например, бухгалтер (В)	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4
	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5

Примечания:

I – технический уровень; II – организационный уровень; III – совокупность опасностей и рисков их воздействия производственной среды и трудового процесса.

1 – местонахождение РМ; 2 – характер труда; 3 – характер ручного труда; 4 – наличие средств защиты; 5 – степень новизны РМ; 6 – степень СКЗ; 7 – степень СИЗ; 8 – степень документирования; 9 – совокупность опасностей; 10 – совокупность рисков.

Таблица 2

Индексы безопасности различных рабочих мест при разных x

Индекс безопасности	Обозначение рабочего места	Расчетные условные баллы по формуле 2		
		$x=2$	$x=4$	$x=5$
Технического уровня	А	5,65	32	55,9
	Б	5,65	32	55,9
	В	1	1	1
Организационного уровня	А	2,37	5,65	7,47
	Б	5,65	32	55,9
	В	1	1	1
Совокупности опасностей и рисков их воздействия производственной среды и трудового процесса	А	8	64	125
	Б	8	64	125
	В	1,41	2	2,23
Итоговый индекс уровня безопасности	А	4,74	22,61	37,37
	Б	6,34	40,31	73,09
	В	1,12	1,25	1,3

Как видно из табл. 2, итоговый индекс уровня безопасности независимо от значения x попадает в градацию 3 (допустимо опасные условия труда умеренной опасности) для машиниста проходческо-очистного комбайна калийного рудника, градацию 4 (допустимо опасные условия труда повышенной опасности) для дежурного слесаря флотофабрики и градацию 1 (практически безопасные условия труда) для офисного работника, например, бухгалтера, поэтому в дальнейшем для наших расчетов остановимся на значении равном трем, так как именно ряд, полученный на основе этого значения четко разделяет (выделяет) градации, что особенно существенно при построении индекса ком-

плексной оценки, а также является близким к ряду, построенному в хорошо апробированном методе Файна–Кинни.

Выводы

В статье приведено исследование влияния соотношения градаций на итоговый индекс безопасности рабочих мест горнодобывающих предприятий. Были рассмотрены различные значения данного показателя и проведены расчёты его влияния на значение итогового индекса безопасности типичных рабочих мест горнодобывающих предприятий, таких как: машинист проходческо-очистного комбайна калийного рудника, дежурный слесарь флотофабрики и любой офисный работник. Показано, то наилучшим значением рассматриваемого показателя является три, и именно это значение мы и будем использовать в дальнейших исследованиях.

Список литературы

1. Федеральный закон от 31 июля 2020 г. № 247-ФЗ «Об обязательных требованиях в Российской Федерации».
2. Федеральный закон от 30.12.2001 № 197-ФЗ «Трудовой кодекс РФ».
3. Приказ Минтруда России от 28 декабря 2021 г. № 926 «Об утверждении Рекомендаций по выбору методов оценки уровней профессиональных рисков и по снижению уровней таких рисков».
4. Левашов С.П. Мониторинг и анализ профессиональных рисков в России и за рубежом. – Курган: Изд-во Курганского гос. ун-та, 2013. - 345 с.
5. Малашкина В. А. Погорелая Ю.В. Сравнение методов оценки и анализа рисков на горнодобывающих предприятиях // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2012. № 12. С. 267-279.
6. Подход к оценке уровня безопасности производства на горнодобывающем предприятии / О.И. Черских, В.С. Минаков, Е.А. Муштонина, М.Н. Полещук // Известия ТулГУ. Науки о Земле. 2022. Вып. 4. С. 156-164.

7. Старовойтов И.Г., Бирюк В.А., Булавка Ю.А. Методы оценки риска в системе управления охраной труда // Вестник Университета гражданской защиты МЧС Беларуси. 2018. Т. 2. № 1. С. 5-17.

8. Файнбург Г.З., Лискова М.Ю., Розенфельд Е.А. Методика оценки уровня безопасности рабочих мест горнодобывающих предприятий / Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. – 2021. - выпуск 4. – С. 193-203.

9. Файнбург Г.З., Розенфельд Е.А. Простой практичный метод комплексной оценки условий труда // Безопасность и охрана труда. 2022. №1. С. 5-14. DOI 10.54904/52952-2022-1-05.

Об авторе

Розенфельд Екатерина Алексеевна – зам. директора ПКЦОТ, Пермский национальный исследовательский политехнический университет, 614000, Россия, Пермь, Комсомольский пр-т 29, e-mail: kitten8989@list.ru.

About the author

Rozenfeld Ekaterina Alekseevna – deputy director of PRCOSN, Perm National Research Polytechnic University, 614000, Russia, Perm, Komsomolsky pr. 29, e-mail: kitten8989@list.ru.

МАТРИЧНЫЙ МЕТОД ОЦЕНКИ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РИСКОВ НА РАБОЧЕМ МЕСТЕ СТРОГАЛЬЩИКА

А.В. Ефимова

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
г. Санкт-Петербург, Россия

Обеспечение безопасности и сохранение здоровья работника в процессе трудовой деятельности является главной задачей любого производства. Оценка и управление профессиональными рисками являются составной частью системы управления охраной труда.

Оценка рисков помогает снизить риск возникновения несчастных случаев и профзаболеваний на конкретном рабочем месте и выявить, какие меры по обеспечению безопасности на предприятии необходимо принимать в первую очередь.

Ключевые слова: строгальщик, матрица, профессиональный риск, безопасность

ASSESSMENT OF OCCUPATIONAL RISKS IN THE PLANER'S WORKPLACE

A.V. Efimova

St-Petersburg Peter the Great Polytechnic University,
Saint-Petersburg, Russia

Ensuring safety and preserving employee health in the course of labor activity is the main task of any production. Occupational risk assessment and management is an integral part of the occupational health and safety management system.

Risk assessment helps to reduce the risk of accidents and occupational diseases at a particular workplace and to identify what safety measures should be taken at the enterprise in the first place.

Keywords: planer, matrix, occupational risk, safety

Строгальщик – это рабочий, занимающийся обработкой строганием по металлу, изготовление малогабаритных деталей. Строгальщик, как и все работники на станках имеют риски для здоровья и жизни. Рассматривается актуальная проблема по выявлению, и оцениваю опасностей в сфере обработки металла.

Цель исследования: показать каким методом производится оценка уровни риска на рабочем месте строгальщика.

Задачи исследования: выбрать наиболее подходящий метод оценки рисков для строгальщика.

Согласно Приказу Минтруда России от 29.10.2021 № 776н [3] не предусмотрено конкретного метода оценки рисков. Можно выбрать одну из Приказа Минтруда России от 28.12.2021 № 926 [3], а можно соединить несколько методов и сделать свою.

Для станочника предлагается оценка рисков матричным методом на основе бальной оценки. Этот метод состоит из качественной оценке показателей вероятности возникновения опасных событий и тяжести их последствий. Показатели имеют свои весовые баллы. И риск рассчитывается путём перемножения баллов показателей друг на друга.

В табл. 1 представлена оценка степени тяжести последствий. В табл. 2 представлена оценка вероятности возникновения последствия.

Таблица 1

Оценка степени тяжести последствий

Описание последствий в случае реального возникновения опасности (опасного действия, ситуации)	Тяжесть ущерба	Весовой коэффициент
Травма, требующая оказания простых мер первой помощи или не требует вовсе (легкие ушибы, синяки и иные микроповреждения). Неблагоприятные изменения в организме работника, восстанавливающиеся к началу следующей смены	Незначительный ущерб (микротравма, дискомфорт работника на рабочем месте)	1
Травма с необходимостью обращения за медицинской помощью с потерей трудоспособности не более 3 дней.	Малый ущерб (воздействие на состояние здоровья работника незначительно)	5
Пострадавшего работника доставляют в организацию здравоохранения или требуется ее посещение с потерей трудоспособности до 30 дней. Легкий несчастный случай. Проявляются начальные признаки профессионального заболевания. Отравление.	Средний ущерб (неблагоприятное воздействие на состояние здоровья работника)	10
Длительное расстройство здоровья работника с временной потерей трудоспособности с 30 до 60 дней. Тяжёлый несчастный случай.	Большой ущерб (значительная утрата трудоспособности)	13
Травма, повлекшая смерть работника (работников). Травма, заболевание с потерей трудоспособности, приведшая к постоянной инвалидности или профессиональному заболеванию.	Очень большой ущерб (смертельный случай, хроническое заболевание, опасность развития острых поражений)	15

Таблица 2

Оценка вероятности возникновения последствия

Описание вероятности (частоты) возникновения опасности (опасного действия, ситуации)	Вероятность (частота) возникновения	Весовой коэффициент
<p>Опасность или ее проявление, которые могут вызвать определенный ущерб, не должны возникнуть за все время профессиональной деятельности работника.</p> <p>Получение травмы, вредного воздействия на организм работника при реализации опасного события практически исключено.</p>	Очень низкая (практически невозможно)	1
<p>Сложно представить опасное событие, однако может произойти. Для реализации опасного события необходимы многочисленные поломки (отказы) оборудования, ошибки персонала. Возможны единичные случаи возникновения опасных событий в течении года.</p>	Низкая	2
<p>Опасность или ее проявления, которые могут вызвать определенный ущерб, возникают лишь в определенные периоды профессиональной деятельности работника.</p> <p>Возможны периодические случаи возникновения опасных событий в течение года.</p>	Средняя	3
<p>Опасность или ее проявления, которые могут вызвать определенный ущерб, возникают постоянно в течение всей профессиональной деятельности работника. Возможны множественные случаи возникновения опасных событий в течении года.</p>	Высокая	5
<p>Опасное событие, скорее всего, произойдет. Сочетание всех факторов, влияющих на вероятность возникновения опасного события показывает, что оно может происходить ежедневно.</p>	Очень высокая	7

По табл. 3 с помощью матрицы «5x5» устанавливаем уровень риска. По таблице 4 определяем значимость риска и необходимые меры снижения уровня риска.

Таблица 3

Матрица оценки рисков «5x5»

Тяжесть ущерба	Значение веса коэффициента тяжести в баллах	Вероятность возникновения опасности (опасного действия, ситуации)				
		Очень низкая	Низкая	Средняя	Высокая	Очень высокая
		1	2	3	5	7
Незначительный ущерб (микротравма, дискомфорт работника на рабочем месте)	1	1	2	3	5	7
Малый ущерб (воздействие на состояние здоровья работника незначительно)	5	5	10	15	25	35
Средний ущерб (неблагоприятное воздействие на состояние здоровья работника)	10	10	20	30	50	70
Большой ущерб (значительная утрата трудоспособности)	13	13	26	39	65	91
Очень большой ущерб (смертельный случай, хроническое заболевание, опасность развития острых поражений)	15	15	30	45	75	105

Значимость риска и меры контроля/снижения уровня риска

Значимость (категория) риска	Необходимость проведения мероприятий для снижения риска
Низкий	Зона наиболее возможного приемлемого низкого уровня риска. Риск является удовлетворительным и не требует дополнительных мер управления. Необходимо поддерживать риск на существующем уровне
Средний	Риск быть уменьшен до того уровня, насколько это практически обоснованно путем применения мер защиты, т.е. необходимо планировать мероприятия по снижению и (или) исключению риска и определить сроки выполнения мероприятий.
Высокий	Риск являются недопустимым. Риски должны быть снижены и (или) исключены. Руководитель организации определяет необходимость немедленного устранения значительных рисков, приостановке работ до устранения рисков или планирование и выполнение мероприятий по снижению и (или) исключению рисков в установленные сроки

Опасности на рабочем месте строгальщика связаны с получением травм тела и конечностей различного характера, повреждением глаз, поражением электрическим током, несоответствием параметров микроклимата предъявляемым к ним санитарным требованиям, появлением аллергических реакций, при попадании на кожу различных чистящих и смазочных материалов, физическими перегрузками, нарушением слуха из-за постоянного шума и др.

Существует огромное множество методов оценки профессиональных рисков. Для каждого предприятия подбор методики производится индивидуально и опирается в специфику деятельности.

Для строгальщика, как работника на станке в цехе на заводе более эффективным будет матричный метод на основе бальной оценки.

Дальнейшие исследования будут направлены на саму оценку рисков на рабочем месте строгальщика и составление карты рисков.

Список литературы

1. Приказ Минтруда России от 16.09.2022 № 570н "Об утверждении профессионального стандарта "Строгальщик" (Зарегистрировано в Минюсте России 17.10.2022 N 70554) [Электронный ресурс]. - URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_429645/ (дата обращения: 03.10.2023).

2. Приказ Минтруда России от 29.10.2021 № 776н "Об утверждении Примерного положения о системе управления охраной труда" (Зарегистрировано в Минюсте России 14.12.2021 № 66318) [Электронный ресурс]. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_403335/ (дата обращения: 03.10.2023).

3. Приказ Минтруда России от 28.12.2021 № 926 "Об утверждении Рекомендаций по выбору методов оценки уровней профессиональных рисков и по снижению уровней таких рисков" [Электронный ресурс]. – URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=411523> (дата обращения: 04.10.2023).

Об авторе

Ефимова Алена Владимировна, студент Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, elena2555@yandex.ru

About the author

Efimova Alena Vladimirovna, student of Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, elena2555@yandex.ru

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ВРЕДНЫХ ОТХОДОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Е.С. Шаброва, А.Д. Шаброва

Ленинградский государственный университет имени А.С. Пушкина,
г. Санкт – Петербург, Россия

Средняя общеобразовательная школа № 606 с углубленным
изучением английского языка Пушкинского района Санкт-Петербурга
имени Героя Российской Федерации К.Ю. Сомова,
г. Санкт – Петербург, Россия

В статье рассматривается проблема обеспечения безопасности при увеличении отходов металлургической промышленности и усилении их влияния на экологию и здоровье людей. Рассмотрены и проанализированы статистические данные по образованию и переработке, а также хранению и захоронению опасных и вредных отходов металлургической промышленности. Анализ статистических данных проведен в динамике за последние 10 лет.

Ключевые слова: отходы, производство, металлургическая промышленность, экология.

ENSURING THE SAFETY OF HAZARDOUS WASTE FROM METALLURGICAL PRODUCTION IN THE RUSSIAN FEDERATION

E.S. Shabrova, A.D. Shabrova

Leningrad State University named after A.S. Pushkin, St. Petersburg, Russia

Secondary School No. 606 of the Pushkin District of St. Petersburg
named after the Hero of the Russian Federation K.Y. Somov,
St. Petersburg, Russia

The article discusses the problem of increasing waste from the metallurgical industry and the impact of this problem on the environment. Statistical data on the formation and processing, as well as storage and burial of hazardous and harmful wastes of the metallurgical industry are considered and analyzed. The analysis of statistical data is carried out in dynamics over the past 10 years.

Keywords: waste, production, metallurgical industry, ecology.

Растущее население планеты в сочетании с достижениями в области технологий, увеличением потребления ресурсов и увеличением масштабов производства привело к большому количеству отходов металлургической промышленности. Устойчивое освоение ресурсов и энергии является неизбежной тенденцией развития современного общества.

Исходя из данных, представленных в таблице, можно сделать вывод, что ежегодно в России количество отходов неумолимо растёт. Лишь в 2020 году мы замечаем, что такая неутешительная тенденция начинает сдавать свои позиции. Но, уже в 2021 году рост количества отходов вновь продолжается. Как показывает статистика, только за 2022 год было образовано 9017 миллионов тонн отходов, из них опасных 104 миллиона тонн! И это только за один год! Страшно представить, насколько большой урон смогли уже нанести эти опасные вещества экологии нашей планеты.

1) 2003 г. – по данным бывш. Министерства природных ресурсов Российской Федерации, 2004–2009 гг. – по данным Ростехнадзора, с 2010 г. – по данным Росприроднадзора.

2) Отходы производства и потребления с I по IV класс опасности для окружающей среды.

3) До 2017 г. – использование и обезвреживание отходов производства и потребления.

**Образование, утилизация, обезвреживание и размещение отходов
производства и потребления в Российской Федерации [1]
(миллионов тонн).**

Год	Образование отходов производства и потребления - всего	В том числе опасных	Утилизация и обезвреживание отходов производства и потребления	Размещение отходов производства и потребления в местах:	
				Хранения	Захоронения
2003	2613.5	287.3	1342.7	1385.6	361.6
2004	2644.3	142.8	1140.9	1866.0	450.0
2005	3035.5	142.5	1265.7	1670.9	406.5
2006	3519.4	140	1395.8	2189.1	543.4
2007	3899.3	287.7	2257.4	1746.1	1036.8
2008	3876.9	122.9	1960.7	1868.5	648.9
2009	3505	141	1661.4	1650.6	683.6
2010	3734.7	114.4	1738.1	1634.5	593.0
2011	4303.3	120.2	1990.7	1919.4	665.0
2012	5007.9	113.7	2348.1	2109.1	777.3
2013	5152.8	116.7	2043.6	4071.8	814.9
2014	5168.3	124.3	2357.2	2426.2	524.5
2015	5060.2	110.1	2685.1	1978.1	354.6
2016	5441.3	98.3	3243.7	2105.3	503.8
2017	6220.6	107.2	3264.6	2378.5	826.0
2018	7266.1	98.1	3818.4	2546.2	1029.2
2019	7750.9	100.6	3881.9	2621.9	1178.9
2020	6955.7	98.1	3429.0	2874.1	832.3
2021	8448.6	117.9	3937.2	3510.8	981.5
2022	9017.3	104.7	4125.2	3797.5	2415.4

С быстрым развитием металлургической промышленности образуется невероятное количество металлургических отходов. Однако, основная часть твердых отходов металлургии не была своевременно и эффективно переработана, что привело к серьезным проблемам загрязнения окружающей среды, таким как загрязнение тяжелыми металлами воздуха, воды, почвы и

флоры. Поскольку образование отходов металлургии неизбежно при производстве промышленных материалов, практика обращения с отходами на современном этапе сосредоточена на том, чтобы управлять утилизацией отходов.

Вещества, называемые отходами, попадают под строгое правовое регулирование, целью которого является защита здоровья и жизни людей, и защиту окружающей среды. Отходы металлургического производства необходимо перерабатывать правильно, чтобы максимально эффективно снизить их вредоносный потенциал. На рисунке отчетливо видно увеличение количества отходов за последние 10 лет.



Рис. Динамика образования отходов производства в период с 2003 по 2023 годы.

Следует также обратить внимание на понятие утилизации. Ошибочно приравнивать утилизацию к уничтожению. Под утилизацией понимают получение нового продукта, сырья, которое можно в дальнейшем использовать повторно в любом другом или в том же производстве. Уничтожение же предполагает избавление от отходов, не годящихся для дальнейшего использования [2].

Обезвреживание отходов заключается в изменении свойств отходов и их количества в целях снижения негативного воздействия отходов на здоровье человека и окружающую среду [3].

Для того, чтобы разобраться в проблеме, следует хорошо понимать виды отходов металлургического производства. Отходы могут существовать в твердой, жидкой или газообразной форме. Однако отходы, в какой бы форме они ни находились, являются одной из самых серьезных проблем в мире и вызывают как проблемы, связанные с ухудшением здоровья людей, так и проблемы окружающей среды. Экологические угрозы могут включать загрязнение грунтовых и поверхностных вод фильтратами, а также загрязнение воздуха в результате сжигания отходов, которые не утилизируются надлежащим образом или испарений от них, возникающих в результате воздействия солнечных лучей.

Существует два направления металлургической промышленности: цветная металлургия (использует цветные металлы) и черная металлургия (железо и другие черные металлы). К продуктам последней относят:

- Шлак – в металлургии – побочный продукт или отход от производства металла после очистки от остатков ценных компонентов, отправляемый в отвал. Некоторые из них применяются в строительной сфере.

- Шламы на первый взгляд кажутся лишь мелкими частицами, однако представляют собой отходы разработки в виде пыли, грязи, мелкого порошка, осадка. Некоторые виды шлама так же, как и шлак используют в строительном производстве.

- Окалина, которую часто используют для покрытия чугуна и стали из-за большого содержания железа [4].

Отличие отходов черной металлургии от отходов цветной заключается в том, что все вышеперечисленные отходы металлургии могут быть довольно легко и безопасно переработаны и широко применены: из них можно дополнительно извлечь полезные металлы, а остатки активно использовать в строительстве.

Данные виды отходов образуются в одной только черной металлургии, но стоит также обратить повышенное внимание к отходам цветной металлургии, которые наиболее опасны для организма человека и природы в целом. Они содержат огромное количество тяжелых металлов, которые очень токсичны для человека и других живых организмов, они способны накапливаться в человеческом организме и вызывают различные мутации. Лишь немногие из этих отходов подвержены переработке.

Так, металлургическая пыль, образующаяся в процессах производства чугуна и стали, состоит в основном из значительного количества железа, восстановителей и легирующих элементов. На данный момент разработано или исследуется несколько процессов для извлечения ценных металлических элементов, содержащихся в металлургической пыли, обеспечивая при этом экологически безвредный продукт.

Прямая переработка пыли от металлургического производства ограничена присутствием летучих токсичных соединений металлов, таких как цинк, кадмий, мышьяк и свинец, которые не могут быть утилизированы на свалках без какой-либо предварительной обработки.

Одной из основных причин загрязнения почвы, водоемов, водоносных горизонтов и сельскохозяйственных угодий тяжелыми металлами – сточные воды и шламы металлургических производств.

Выделяют следующие классы токсичности цветных металлов, имеющих губительное воздействие на живой организм.

1-й класс. Отходы данного класса настолько токсичны, что в результате отравления ими единственным исходом является только смерть, даже при воздействии на организм незначительного количества этого вещества. К ним относятся цинк, ртуть, мышьяк, свинец [5].

Ртуть, кадмий, свинец и мышьяк обладают наибольшим потенциалом причинения вреда из-за их широкого образования на металлургическом производстве. В результате их воздействия здоровье человека ухудшается, иногда со смертельным исходом.

Цинк и мышьяк являются канцерогенами. При постоянном влиянии на людей металлургических отходов, содержащих цинк, развиваются злокачественные опухоли, которые могут быть обнаружены в различных органах и тканях человека.

Кадмий вызывает дегенеративное заболевание костей, повреждение органов ЖКТ, легких и почек.

А ртуть и свинец повреждают центральную нервную систему. Наиболее опасное воздействие на организм происходит при вдыхании паров ртути во время промышленных процессов на металлургическом предприятии. Ртуть вызывает задержку психического и когнитивного развития. Также ртуть вызывает уродства плода и наследуемые мутации [5].

Свинец способен накапливаться в организме. Организм человека распознает свинец как серу и сразу же аккумулирует его к жизненно важным органам - к почкам, к костному и головному мозгу, что ведет к необратимому нарушению функционирования головного мозга и центральной нервной системы. При худшем развитии событий, такое отравление может привести к смерти, вызванной почечной недостаточностью и иными необратимыми повреждениями других органов [6].

2-й класс. Отходы средней токсичности вызывают значительные отклонения во всех системах человеческого организма. К этому классу относят никель, хром, кобальт, молибден.

Хром также является канцерогеном, наравне с цинком, ртутью и мышьяком. Соединения хрома губительно влияют на слизистые и кожу человека, вызывают озноб и рвоту. Одним из самых опасных последствий вдыхания отходов металлургического производства, содержащих хром, является поражение печени и почек и увеличение вероятности появления рака легких у людей, проживающих на территориях, расположенных недалеко от металлургических комплексов [7].

3-й класс. Не опасны для организма в небольших количествах, но при постоянном воздействии на организм человека, приводит к отравлениям [7].

Утилизация твердых отходов металлургии по-прежнему остается общемировой проблемой. Из-за ограничений современных технологий, огромное количество отходов металлургии не используется эффективно. Некоторые отходы металлургического производства используются для производства других материалов, например строительных. Однако традиционный процесс переработки шлака водой приводит к потере большого количества тепла, загрязнению окружающей среды и расходу водных ресурсов. Промышленное хранение – не единственный способ решить проблему переработки и обезвреживания металлургических отходов.

В настоящее время металлургические комбинаты предпочитают скапливать отходы своего производства на полигонах, шламовых полях и отвалах. [8].

Так, в России сложилась ситуация, что количество отходов металлургического производства настолько велико, что отвалы и полигоны нередко превышают размеры самих рудных запасов, а количество содержащихся в этих свалках металлов также превышает их содержание в оставшихся месторождениях.

Поскольку образование отходов металлургической промышленности неизбежно при производстве промышленных материалов, традиционные методы обращения с отходами в современных реалиях сосредоточены на том, как управлять способом образования и утилизации отходов. Фактически, считается, что отходы металлургической промышленности вообще не имеют очевидного экономического использования и, таким образом, обычно выбрасываются на свалку.

Подводя итоги, хочется сказать, что отходы металлургического производства образуются в таких количествах, что даже половина из них не может быть обезврежена или переработана. Металлургические отходы хранятся на полигонах и других специально отведенных местах, что ведет к загрязнению плодородных и ранее пригодных для жизни живых организмов территорий. Это является не только экономически невыгодным решением (ведь многотонные отходы остаются многотонным

бременем экосистемы вместо того, чтобы быть использованными в производстве, так как данные отходы не могут быть переработаны), но также ведет к нерациональному использованию природных ресурсов нашей родной планеты. Свалки отходов - места их захоронения и хранения - занимают огромные площади, в том числе и плодородных земель. Кроме самих свалок, еще на огромные расстояния простирается непригодная для жизни не только флоры и фауны, но и для человека территория. Таким образом, складирование промышленных отходов и неэффективная их утилизация и переработка приводит к расточению природных ресурсов и загрязнению водных, воздушных и почвенных пространств. Также многие отходы металлургии губительно влияют на человека: тяжелые металлы откладываются в организме и ведут к необратимым последствиям, вплоть до смерти; вредные азобразные отходы металлургической промышленности ведут к таким последствиям, как различные пороки развития, поражение систем человеческого организма и развитию мутаций у людей, постоянно проживающих рядом с промышленным металлургическим производством.

Список литературы

1. Образование, использование, обезвреживание и размещение отходов производства и потребления в Российской Федерации. Федеральная служба государственной статистики. // <https://rosstat.gov.ru> (Дата обращения 27.04. 2023).

2. Отходы металлургического производства. Текст: электронный <https://lomvtormetalla.ru> (дата обращения 10. 07. 2023)

3. Отходы производства и потребления, методология. – Текст: электронный <https://rosstat.gov.ru> Федеральная служба государственной статистики (дата обращения 01.08.2023).

4. Металлургические отходы. – Текст: электронный // <https://ecologia.life/russian> (Дата обращения 01.06. 2023).

5. Тяжелые металлы. – Текст электронный. // <https://ecomuseum.kz> = Общественное объединение Карагандинский

областной Экологический Музей <https://ecomuseum.kz/proekty/chemical-safety/problems/hazardous-substances/heavy-metals/> (дата обращения: 27.04.2022).

6. Отравление свинцом. – Текст электронный.//Всемирная организация здравоохранения. <https://www.who.int/ru> (Дата обращения 05.08.2023).

7. Металлургические отходы. - Текст электронный. // <https://metallplace.ru> (Дата обращения 09.08.2023).

8. Отходы металлургии. – Текст электронный <https://www.chemistry-expo.ru> (Дата обращения 06.08.2023).

Об авторах

Шаброва Елена Сергеевна – к.т.н., доцент кафедры физической культуры и спорта ГОАОУ ВО ЛО «Ленинградский государственный университет имени А.С. Пушкина». 196605, Россия, Санкт-Петербург, Пушкин, Петербургское шоссе, д. 10, e-mail: 89112742888@mail.ru.

Шаброва Анна Дмитриевна – ученица ГБОУ "Средняя общеобразовательная школа № 606", Россия. Санкт-Петербург, г. Пушкин, ул. Московская 2/13, e-mail: anna.shabrova2009@mail.ru

About authors

Shabrova Elena Sergeevna – Ph.D., Associate Professor, Department of Physical Culture and Sports, GOAOU HE LO "Leningrad State University named after A.S. Pushkin." 196605, Russia, St. Petersburg, Pushkin, Petersburg highway, 10, e-mail: 89112742888@mail.ru.

Shabrova Anna Dmitrievna – student of GBOU "Secondary school No. 606", Russia, St. Petersburg, Pushkin, st. Moscow 2/13, e-mail: anna.shabrova2009@mail.ru

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИСТЕМЫ АКТИВНОГО ШУМОПОДАВЛЕНИЯ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ НИЗКОЧАСТОТНОГО ШУМА И ИНФРАЗВУКА В ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

О.В. Лонский

Пермский национальный исследовательский
политехнический университет, г. Пермь, Россия

Целью работы является оценка перспектив использования активного шумоподавления в горнодобывающей промышленности.

В зависимости от отрасли промышленности видов работ используемого оборудования частотная характеристика шума сильно варьируется. В горнодобывающей промышленности, которая широко представлена в Пермском крае, обычно преобладает низкочастотный шум и инфразвук (низкочастотные акустические колебания) от работающих конвейеров, грохотов, дробилок, мельниц, вентиляторов главного проветривания, компрессоров и т.д.

Крупные технологические процессы, связанные с перекачкой жидкости, а в особенности объекты нефтяной и газовой отрасли, такие как нефтеперерабатывающие заводы и фабрики с каждым годом увеличивают уровень загрязнения в производственной среде низкочастотными акустическими колебаниями. Это связано с тем, что повышается всасывающая и нагнетающая эффективность перекачивающих насосов, а значит, следовательно, повышается уровень воздействия.

В работе проанализированы параметры низкочастотного шума и инфразвука, современные методы борьбы и снижения уровня звукового давления. Рассмотрено негативное влияние низкочастотных акустических колебаний на организм человека. Низкочастотные акустические колебания, уровни значений которых превышает ПДУ, при воздействии работников приводят к негативным нарушениям в нервной, сердечно-сосудистой, дыхательной системах, нарушение кохлеовестибулярного анализатора. Происходящие изменения прямо зависят от уровня, частоты и длительности воздействия низкочастотных акустических колебаний. Рассмотрены основ-

ные элементы системы активного шумоподавления: низкочастотный микрофон, обработчик сигнала, который используется для анализа звуковых волн, полученных микрофона, усилители, динамики.

Ключевые слова: низкочастотный шум, инфразвук, активное шумоподавление, горнодобывающая промышленность, вредный производственный фактор.

PROSPECTS FOR THE USE OF THE ACTIVE NOISE REDUCTION TO REDUCE LOW-FREQUENCY NOISE AND INFRASOUND IN THE MINING INDUSTRY

O.V. Lonsky

Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russia

The aim of the work is to assess the prospects for the use of active noise reduction in the mining industry.

Depending on the industry, the types of work of the equipment used, the frequency response of noise varies greatly. The mining industry, which is widely represented in the Perm Region, is usually dominated by low-frequency noise and infrasound (low-frequency acoustic vibrations) from working conveyors, screens, crushers, mills, main ventilation fans, compressors, etc.

Large technological processes associated with liquid pumping, and especially oil and gas industry facilities, such as refineries and factories, increase the level of pollution in the production environment with low-frequency acoustic vibrations every year. This is due to the fact that the suction and discharge efficiency of the pumping pumps increases, which means, consequently, the level of exposure increases.

The paper analyzes the parameters of low-frequency noise and infrasound, modern methods of combating and reducing the sound pressure level. The negative effect of low-frequency acoustic vibrations on the human body is considered.

Low-frequency acoustic vibrations whose values exceed the remote control when exposed to workers lead to negative disturbances in the nervous, cardiovascular, respiratory systems, violation of the cochleovestibular analyzer. The changes that occur directly depend on the level, frequency and duration of exposure to low-frequency acoustic vibrations.

The main elements of the active noise reduction system are considered: a low-frequency microphone, a signal processor that is used to analyze sound waves received by the microphone, amplifiers, speakers.

Keywords: low-frequency noise, infrasound, active noise reduction, mining industry, harmful production factor.

В зависимости от отрасли промышленности, видов работ и используемого оборудования частотная характеристика шума бывает совершенно разной.

В зависимости от частоты шум делят на шум низкой частоты (от 16 до 350 Гц) средней частоты (от 350 до 800 Гц) и высокой частоты (более 800 Гц). Колебания ниже 20-16 Гц считаются инфразвуковыми. Обычно их называют низкочастотными акустическими колебаниями (НАК).

«В горнодобывающей промышленности, которая широко представлена в Пермском крае, обычно преобладает низкочастотный шум и инфразвук от работающих конвейеров, грохотов, дробилок, мельниц, вентиляторов главного проветривания, компрессоров и т.д.» [1]

Крупные технологические процессы, связанные с перекачкой жидкости, а в особенности объекты нефтяной и газовой отрасли, такие как нефтеперерабатывающие заводы и фабрики с каждым годом увеличивают уровень НАК загрязнения в производственной среде. Это связано с тем, что повышается всасывающая и нагнетающая эффективность перекачивающих насосов, а значит, следовательно, повышается уровень воздействия НАК. [2].

Низкочастотный шум способен оказывать вредное влияние не только на орган слуха, но и другие органы и системы человека. Его биологическое действие имеет определенное сходство с действием на организм человека инфразвука [3,4].

Низкочастотные акустические колебания, уровни значений которых превышают ПДУ, при воздействии на работников приводят к негативным нарушениям в нервной, сердечно-сосудистой, дыхательной системах, нарушение кохлеовестибулярного анализатора. Происходящие изменения прямо зависят от уровня, частоты и длительности воздействия низкочастотных акустических колебаний. С низкочастотным

шумом и инфразвуком сложно бороться и средствами коллективной защиты, и средствами индивидуальной защиты (СИЗ).

Подавляющее число ученых пришли к выводу, что низкочастотный и инфразвуковой шум в человеческом организме воспринимает именно орган слуха. [5]

Субъективные ощущения дискомфорта, появляющиеся при воздействии на человека НАК. Ощущение головокружения, тошноты, тремора тела, дискомфорта в области кишечника, головной боли, чувство страха, удушье, кашель, беспокойство и др. являются признаками сенсорно-соматовегетативного висцерального дискомфорта. Themann С.Л., Masterson Е.А. отмечают «преходящее онемение неба и кожи лица, по-видимому, сенсорно-коркового генеза. В целом характер жалоб при воздействии инфразвука позволяет постулировать представление об инфразвуковом гипоталамическом кризе (диэнцефальном синдроме) с сенсорно-соматовегетативными и висцеральными симптомами» [6].

Одними из основных негативных эффектов воздействия инфразвука на организм являются различные нарушения, связанные с нервной системой: сонливость, головокружения, резкое снижение работоспособности, нарушения координации движений, в связи с негативным влиянием НАК на вестибулярный аппарат работника. [7]

Это может приводить к ошибкам в работе, снижению качества продукции, несчастным случаям и авариям на производстве на ОПО к которым относятся предприятия горнодобывающей промышленности.

Профилактика, лечение и реабилитация которой занимает большое количество времени и бывает не достаточно эффективна при продолжающемся действии инфразвуковых волн на рабочих местах. А последствия такого воздействия имеют положительный результат лишь при хирургическом лечении и пожизненном, довольно дорогостоящим, протезировании. [8]

В месте с тем работодатели не всегда стремятся к выявлению НАК, обнаруженные превышения заставляют разрабатывать и внедрять мероприятия по охране труда для борьбы с НАК. Поэтому на многих существующих предприятиях нет информации о воздействии в частности инфразвука на организмы работников.

Защита от НАК на производстве затрудняется их свойствами.

Из-за того, что волна НАК может распространяться наратно большее расстояние, чем аналогичная среднечастотная шумовая волна, что связано с низкой скоростью затухания в воздухе равное $8 \cdot 10^{-6}$ дБ/км, то защитить работников предприятий с повышенным низкочастотным шумом инфразвуком увеличением расстояния не получится.

Волны НАК из-за большой длины могут проникать сквозь препятствия, которые не пропускают или сильно ослабляют более высокочастотные звуковые волны. Волны НАК могут дифрагировать вокруг препятствий (зданий и горных массивов), и проникать в закрытые пространства, производственные помещения.

Применение обычных звукопоглощающих материалов для борьбы с НАК неэффективно.

СИЗ органов слуха, которые используются для защиты от вредного шума, могут оказывать ограниченную защиту от инфразвука. Как правило, они не способны эффективно защитить от инфразвука, так как их конструкция не предназначена для этого.

Однако существуют специализированные средства индивидуальной защиты от инфразвука, такие как наушники с инфразвуковой фильтрацией. Эти наушники имеют специальные мембраны, которые блокируют инфразвуковые колебания, но пропускают высокочастотные звуки, которые не являются вредными для здоровья. [9]

В настоящее время стали активно использоваться системы активного шумоподавления в автомобилях, наушниках и для других целей.

Идею активного шумоподавления почти век назад предложил немецкий ученый Пауль Люг (Paul Lueg). Кузнецов А.Н., Поливаев О.И. в своей статье [10] пишут «Принцип действия системы активного шумоподавления заключается в следующем. Микрофон, установленный на пути звуковой волны, обнаруживает шум и подает пропорциональный входной сигнал электронной системе, которая его обрабатывает (инвертирует) и отправляет в громкоговоритель. Система настраивается так, чтобы достигнуть максимальной интерференции между оригинальными и произведенными звуковыми волнами. Эта система позволяет значительно снизить уровень шума особенно в низкочастотном диапазоне до 500 Гц до 10–15 Дб.»

Получение таких результатов звукоизоляцией, звукопоглощением другими известными методами, практически невозможно, так как для этого нужны очень высокие затраты.

Для выполнения своих функций активное шумоподавление должно содержать такие элементы как:

Микрофон: например: низкочастотный микрофон для измерения инфразвука 378A07 диапазон измерения 0,13–20000 Гц.

Обработчик сигнала: обработчик сигнала используется для анализа звуковых волн, полученных микрофонами. Он определяет, какие звуки являются шумом и какой уровень шума необходимо подавить. В системе активного шумоподавления использует специальные алгоритмы обработки сигналов для снижения уровня шума. Ее принцип действия основан на создании звуковых волн, которые в противофазе (со сдвигом на 180 градусов) отключают шумовые колебания [12–14].

Усилитель: усилитель используется для усиления шумоподавляющего сигнала. Сигнал, определенный обработчиком сигнала, посылается на усилитель, который усиливает шумоподавляющий сигнал до необходимого уровня.

Динамики (наушники): динамики используются для передачи сигнала шумоподавления на уши пользователя.

Устройства активного шумоподавления часто осуществляют шумоподавление наушниками, чтобы максимально изолировать звуковое пространство уха от окружающего шума. [11].

Выводы

1. Учитывая то, что в горнодобывающей промышленности имеется большое количество производственных процессов и оборудования, выделяющих НАК, можно рекомендовать проведение исследований в области борьбы с НАК методом активного шумоподавления в местах превышения значений ПДУ для низкочастотного шума и инфразвука.

2. Выбор способа использования активного шумоподавления является задачей, которую необходимо решать специалистам в каждом отдельном случае в зависимости от результатов исследования шумовых и иных характеристик конкретного производственного объекта.

3. Для проведения исследований необходимо применять современное оборудование, используемое в этой области знаний.

Список литературы

1. Лонский О.В., Пчелин Д.Р. Перспективы использования активного шумоподавления в промышленности // Вестник научных конференций [Электронный ресурс]. 2022. № 6-1 (82). С. 56–57. URL: <https://ukonf.com/doc/cn.2022.06.01.pdf> (дата обращения: 15.09.2022).
2. Товаровский В.Н. Охрана труда от инфразвука. Минск : БГУИР, 2014. 214 с.
3. Безопасность жизнедеятельности персонала, подвергающегося кумулятивному воздействию низкочастотного шума и инфразвука / В.Н. Зинкин, П.М. Шешегов, С.П. Драган, Е.А. Кондратьева, А.Д. Котляр-Шапиров // Безопасность жизнедеятельности: наука, образование, практика : материалы VI Межрегион. науч.-практ. конф. с междунар. участием (Южно-Сахалинск, 28 нояб. 2015 г.). Южно-Сахалинск : Сахалин. гос. ун-т, 2016. С. 226–230.
4. Шевчук И.А., Рогачева Е.Н., Дубовик В.А. Влияние инфразвука на человека // Наука. Т. 7. № 3. 2015. С. 54-61.
5. Themann C.L., Masterson E.A. Occupational noise exposure: A review of its effects, epidemiology, and impact with recommendations for reducing its burden // Journal of the Acoustical Society of America. 2019. V. 146. Art. 3879.
6. Актуальные проблемы защиты населения от низкочастотного шума / В.Н. Зинкин, С.К. Солдатов, А.В. Богомолов, С.П. Драган // Технология гражданской безопасности. 2015. Т. 12. № 1. С. 90–96.
7. Occupational noise: Auditory and non-auditory consequences / A. Sheppard, M. Ralli, A. Gilardi, R. Salvi // International Journal of Environmental Research and Public Health. 2020. V. 17 (23). Art. 8963.
8. Федина И.Н., Преображенская Е.А. Особенности снижения слуха, вызванного шумом в современных условиях // Медицина труда и промышленная экология. 2017. № 9. С. 200–201.
9. Методические рекомендации по подбору и применению средств индивидуальной защиты органа слуха. М. : Ассоциация СИЗ, 2019. 22 с.

10. Кузнецов А.Н., Поливаев О.И. Перспективы использования систем активного шумоподавления // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2010. № 1 (24). С. 46–48.

11. Ходунова О.А. Адаптивное устройство активного шумоподавления // Материалы IV Всерос. молодеж. науч.-техн. конф. с междунар. участием «Россия молодая: передовые технологии – в промышленность!» (Омск, 15-17 нояб. 2011 г.). В 2-х кн. Кн. 2. Омск : ОмГТУ, 2011. С. 134–137.

12. Sun X., Kuo S. M. Active narrowband noise control systems using cascading adaptive filters // IEEE Transactions on Audio, Speech, and Language Processing. 2007. V. 15 (2). P. 586–592.

13. Design and analysis of an improved hybrid active noise control system / T. Padhi, M. Chandra, A. Kar, M. N. S. Swamy // Applied Acoustics. 2017. V. 127. P. 260–269.

14. Chang C.-Y., Kuo S. M., Huang C.-W. Secondary path modeling for narrowband active noise control systems // Applied Acoustics. 2018. V. 131. P. 154–164.

Об авторе

Лонский Олег Васильевич, кандидат технических наук, доцент кафедры «Безопасность жизнедеятельности» Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» (ПНИПУ) Россия, 614990, Пермский край, г. Пермь, Комсомольский проспект, д. 29, e-mail: bg@pstu.ru

About the author

Lonsky Oleg Vasilyevich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department "Life Safety" Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "Perm National Research Polytechnic University" (PNRPU) Russia, 614990, Perm Krai, Perm, Komsomolsky Prospekt, 29, e-mail: bg@pstu.ru

РАЗДЕЛ 2.
ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ
ВЕДЕНИЯ ГОРНЫХ РАБОТ
НА КАЛИЙНЫХ РУДНИКАХ

РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПОВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ИСКУССТВЕННЫМ ЗАМОРАЖИВАНИЕМ ПОРОД ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ СТВОЛОВ КАЛИЙНЫХ РУДНИКОВ

И.И. Головатый

ОАО "Беларускалий", г. Солигорск, Республика Беларусь

Рассмотрен опыт строительства калийных рудников ОАО «Беларуськалий» с привлечением современных принципов и подходов к проектированию и управлению искусственным замораживанием пород. Описаны главные инновационные решения по организации мониторинга и управления замораживанием пород, разработанные в тесной кооперации с Горным институтом УрО РАН и реализованные на практике: использование распределенных оптоволоконных измерений температур в контрольно-термических скважинах, интеллектуальных методов математической обработки данных измерений для восстановления поля температур по всем породном массиве, проработка и развитие концепции замораживания «по требованию», направленной на повышение энергоэффективности работы замораживающей станции.

Ключевые слова: искусственное замораживание пород, ледопородное ограждение, шахтные стволы, управление, энергоэффективность.

DEVELOPMENT OF PRINCIPLES FOR INTELLIGENT CONTROL OF ARTIFICIAL GROUND FREEZING DURING THE CONSTRUCTION OF POTASH MINE SHAFTS

I.I. Golovaty

OJSC Belaruskali, Soligorsk, Republic of Belarus

The experience of constructing potash mines of OJSC "Belaruskali" is considered using modern principles and approaches to the design and manage-

ment of artificial ground freezing. The main innovative solutions for organizing monitoring and management of rock freezing, developed in close cooperation with the Mining Institute of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences and implemented in practice, are described: the use of distributed fiber-optic temperature measurements in control thermal wells, intelligent methods of mathematical processing of measurement data to restore the temperature field across all rock mass, elaboration and development of the freezing “on-demand” concept, aimed at increasing the energy efficiency of the freezing station.

Keywords: artificial ground freezing, frozen wall, mine shafts, management, energy efficiency.

Введение

Строительство шахтных стволов в сложных гидрогеологических условиях осуществляется с использованием специальных методов. Применительно к стволам калийных рудников наиболее распространенным и единственным безопасными специальным методом является искусственное замораживание пород. Это связано с тем, что проникновение подземных вод вышележащих надсолевых толщ в продуктивные пласты особенно опасно ввиду растворимости калийных солей в воде [1, 2].

Искусственное замораживание пород является длительным и дорогостоящим видом работ. Суммарная длительность стадий активного и пассивного замораживания составляет обычно не менее года. В течение этого времени непрерывно работает замораживающая станция, охлаждающая рассол до проектных температур. Для глубин замораживания 200-250 м усредненная по времени мощность замораживающей станции обычно составляет 500-800 кВт [3, 4]. С учетом стоимости 1 кВт·ч это приводит к финансовым затратам, исчисляемым десятками миллионов рублей в год.

При этом важно отметить, что холодопроизводительность замораживающей станции зачастую используется неэффективно. Породный массив перемораживается, особенно на стадии пассивного замораживания. В некоторых ситуациях неэффективность работы замораживающей станции может проявляться и в недостаточной проморозке породного массива, что может повлечь за собой возникновение аварийных ситуа-

ций. Это связано во многом с тем, что породный массив является сложной системой, в которой протекает множество взаимосвязанных физических процессов теплопереноса, массопереноса, перераспределения механических напряжений. Учет всех этих процессов крайне затруднителен при проведении оперативных оценок состояния ледопородного ограждения, что и приводит в конечном счете к неэффективной работе замораживающей станции.

Таким образом, обеспечение безопасности и энергоэффективности искусственного замораживания пород невозможно без организации непрерывного контроля за состоянием замороженных пород. Именно поэтому в последнее десятилетие вместе с развитием измерительной аппаратуры, математических методов и вычислительной техники стала активно развиваться тематика, связанная с мониторингом и управлением замораживанием пород. В зарубежных работах рассматриваются такие подходы к управлению как периодическое замораживание (intermittent freezing) [5], а также вводится понятие замораживания по требованию (freezing on demand) [6]. При этом, в российских и белорусских статьях развивается технология интеллектуального мониторинга [7, 8], а также существенно развивается и расширяется подход замораживания по требованию [2].

Далеко не всегда разрабатываемые и описываемые в литературе подходы и принципы проходят апробацию на практике. В то время как именно практический эффект от внедрения того или иного подхода определяет его эффективность с учетом реальных условий горного производства. В настоящей работе описан опыт разработки и применения принципов интеллектуального управления искусственным замораживанием пород при строительстве стволов калийных рудников ОАО «Беларуськалий».

Строительство калийного рудника Петриковского ГОК

Петриковский калийный рудник расположен недалеко от г. Петриков на юге Республики Беларусь. Проходка двух шахтных стволов (скипового и клетьевого) была начата в 2016 году. Проходка обоих стволов осуществлялась с использованием метода искусственного замораживания пород, рассольной схемы. В качестве рассола

применялся водяной раствор хлорида кальция. Проектная глубина замораживания составила 275 м.

Весь процесс формирования и поддержания ледопородного ограждения около каждого ствола сопровождался непрерывным мониторингом температуры в четырех вертикальных контрольно-термических скважинах с использованием распределенных измерений температур (DTS – distributed temperature sensing). Измерительное, серверное и сетевое оборудование размещалось в пределах промплощадки рудника. Для обработки сигналов с оптоволоконного датчика использовалась наиболее совершенная на тот момент времени система Silixa Ultima DTS, которая обеспечивала пространственное разрешение измерений по глубине 25 см, а абсолютная погрешность измерения температуры при этом составляла 0,2 °С.

Измеренные профили температуры по глубине скважин в разных моменты времени использовались для восстановления поля температур по всем породном массиве путем решения обратной задачи теплопереноса в породном массиве с учетом фазовых превращений поровой воды. Коллективом ученых Горного института УрО РАН был разработан уникальный алгоритм решения регуляризованной обратной задачи. Он позволял автоматически подобрать эффективные теплофизические параметры многослойного породного массива, обеспечивающие соответствие модельных распределений температуры и измеренных в ходе натурального мониторинга данных с минимальной погрешностью.

Еще одним нововведением, примененным в ходе контроля за состоянием замороженного породного массива на этапе проходки шахтных стволов, стал оптоволоконный датчик непрерывного контроля температуры в шпурах, пробуренных через бетонную крепь ствола в горизонтальном направлении вглубь породного массива. Этот датчик позволил получить информацию о динамике поля температур во внутренней части ледопородного ограждения. Эта информация затем использовалась для уточнения параметров модели замораживаемого породного массива, а также для оперативной разработки эффективных мероприятий по оттаиванию пород в непо-

средственной окрестности с бетонной крепью для выполнения тампонажных работ.

Строительство Дарасинского калийного рудника

Дарасинский рудник расположен в Солигорском районе Минской области, республика Беларусь. Искусственное замораживание пород также применялось для проходки обоих стволов этого рудника (скипового и клетьевого). Искусственное замораживание стволов начато в конце 2020 года. Проектная глубина замораживания была принята равной 185 м. Также использовалась рассольная схема замораживания, а в качестве рассола применялся водяной раствор хлорида кальция.

Вокруг каждого из стволов было пробурено по 39 замораживающих скважин. При проектных диаметрах стволов 8 м, диаметры замораживающих контуров составляли 15,4 м, что немного ниже соответствующего значения для рудника Петриковского ГОК (16,4 м). Расстояние между устьями соседних замораживающих колонок примерно равно 1,24 м.

Мониторинг и управление процессом замораживания, как и в случае рудника Петриковского ГОК, осуществлялся с использованием оптоволоконной системы Silixa Ultima DTS, измерявшей профили температур по глубине восьми контрольно-термических скважин (по четыре на каждый ствол). Измерения температуры использовались для параметризации модели тепломассопереноса в замораживаемом многослойном массиве и восстановления поля температур во всем объеме пород. При анализе замораживания пород на Дарасинском руднике мы впервые столкнулись с острой необходимостью учета конвективного переноса теплоты в модели, что было вызвано присутствием плоскопараллельного течения подземных вод в одном из слоев пород [1]. А для настройки параметров модели помимо использованного ранее детерминированного алгоритма мы также применяли нейросетевой подход, позволявший наиболее быстро определить требуемые приращения эффективных свойств пород для получения соответствия данных наблюдений и моделирования.

При замораживании пород при строительстве Дарасинского рудника впервые была применена концепция замораживания «по требова-

нию». Она была существенно развита по сравнению с [6]: мы дополнили ее основными стратегиями и принципами. Далее эта концепция была успешно применена на практике. С ее помощью мы внедрили новые технические решения, направленные на повышение энергоэффективности и безопасности ведения работ по углубке стволов. К ним относятся введение поинтервального разрешения проходческих работ, позволяющее начать проходку обоих стволов раньше, а также введение комплекса мероприятий ввиду присутствия фильтрационного потока подземных вод в одном из замораживаемых слоев пород. За счет более раннего начала проходки стволов экономия электроэнергии на работу замораживающей станции на формирование и поддержание ледопородного ограждения двух стволов Дарасинского рудника составила более 3 млн кВт*ч (более 20 % общих затрат на работу замораживающего комплекса за периоды активного пассивного замораживания).

Заключение

В статье представлен обзор основных принципов и подходов к искусственному замораживанию пород, разработанных при тесном сотрудничестве автора, коллектива ученых Пермского Горного института, а также горных инженеров, участвовавших в работах по строительству стволов. Об успешности применения этих принципов и подходов при строительстве двух калийных рудников ОАО «Беларуськалий» можно судить исходя из экономии электроэнергии на работу замораживающих станций (более 20 % для каждого из рудников) и отсутствия аварийных ситуаций при проходке и креплении стволов.

Список литературы

1. Semin M., Golovaty I., Pugin A. Analysis of temperature anomalies during thermal monitoring of frozen wall formation // Fluids. – 2021. – Т. 6. – №. 8. – С. 297.
2. Головатый И.И., Левин Л.Ю., Семин М.А., Пугин А.В. Реализация принципов замораживания «по требованию» при строительстве стволов Дарасинского рудника // Горный журнал. 2023. № 8. С. 34-39.

3. Levin L., Zaitsev A., Pugin A., Semin M., Golovaty I. Thermal monitoring of frozen wall thawing after artificial ground freezing: case study of Petrikov potash mine // *Tunnelling and Underground Space Technology*. – 2021. – Т. 107. – С. 103685.

4. Левин Л.Ю., Семин М.А., Зайцев А.В. Контроль и прогноз формирования ледопородного ограждения с использованием оптоволоконных технологий // В сборнике: Стратегия и процессы освоения георесурсов. Сборник научных трудов. Пермь, 2016. С. 236-238.

5. Zhou Y., Zhou G. Intermittent freezing mode to reduce frost heave in freezing soils-experiments and mechanism analysis // *Canadian Geotechnical Journal*. 2012. Vol. 49. No. 6. P. 686-693

6. Alzoubi M. A., Nie-Rouquette A., Ghoreishi-Madiseh S. A., Hassani F. P., Sasmito A. P. On the concept of the freezing-on-demand (FoD) in artificial ground freezing for long-term applications // *International Journal of Heat and Mass Transfer*. 2019. Vol. 143. 118557.

7. Panteleev I., Kostina A., Zhelnin M., Plekhov A., Levin L. Intellectual monitoring of artificial ground freezing in the fluid-saturated rock mass // В сборнике: *Procedia Structural Integrity*. 2nd International Conference on Structural Integrity, ICSI 2017. 2017. С. 492-499.

8. Головатый И.И., Левин Л.Ю., Паршаков О.С., Диулин Д.А. Оптимизация процессов формирования ледопородного ограждения при сооружении шахтных стволов // *Горный журнал*. – 2018. – № 8. – С. 48-53.

Об авторе

Головатый Иван Иванович, Генеральный директор ОАО «Беларуськалий», 223710 г. Солигорск Минской области, Республика Беларусь, ул. Коржа, 5.belaruskali.office@kali.by,

About the author

Golovaty Ivan Ivanovich, General Director of OJSC Belaruskali, 223710, Soligorsk, Minsk Region, Republic of Belarus, 5 Korzha Str. belaruskali.office@kali.by,

ИССЛЕДОВАНИЕ ТУРБУЛЕНТНОГО ТЕЧЕНИЯ ПРИ НАГНЕТАТЕЛЬНОМ ПРОВЕТРИВАНИИ ТУПИКОВОЙ ВЫРАБОТКИ МЕТОДАМИ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

А.В. Таций

Горный институт УрО РАН, г. Пермь, Россия

Для детального исследования структуры турбулентного течения воздуха в тупиковой горной выработке при различном удалении вентиляционного трубопровода от груди забоя использовался метод трехмерного численного моделирования динамики жидкости и газа.

В работе приводятся параметры моделирования, при которых находится стационарное решение, при этом результаты являются устойчивыми, достигая установленной точности.

Предложены показатели наглядной количественной оценки интенсивности циркуляции воздушных масс при различной величине отставания вентиляционного трубопровода от груди забоя. Одним из них является относительная величина спутного потока воздуха, направленного на грудь забоя, выраженная через отношение расхода в рассматриваемом поперечном сечении выработки к расходу воздуха поступающего на проветривания тупикового забоя.

Результаты, полученные при трехмерном численном моделировании, указывают на возможность обоснования увеличения отставания вентиляционного трубопровода от груди забоя более 15 метров при приведенных в настоящем исследовании параметров геометрии выработки.

Ключевые слова: тупиковая горная выработка; нагнетательный способ проветривания; численное моделирование; турбулентность; безопасность

ANALYSIS OF THE STRUCTURE OF TURBULENT AIR FLOWS IN BLIND HEADINGS

A.V. Tatsy

Mining Institute of the Ural Branch of the RAS, Perm, Russia

For a detailed study of the structure of turbulent airflow in a blind heading at varying distances of the ventilation pipeline from the working face area, a three-dimensional numerical modeling method of fluid and gas dynamics was employed. The paper presents the modeling parameters that yield a steady-state solution, with the results proving stable and reaching the established accuracy.

Indices for a visual quantitative assessment of the intensity of air circulation under different offsets of the ventilation pipeline from the working face area are proposed. One such index is the relative magnitude of the air inflow directed towards the dead-end face, expressed as the ratio of the airflow in the considered cross-section of the dead-end tunnel to the airflow entering the dead-end face for ventilation purposes.

The results obtained from the three-dimensional numerical modeling indicate the possibility of justifying an increase in the offset of the ventilation duct from the dead-end tunnel face by more than 15 meters under the geometric parameters considered in this study.

Keywords: mine; dead-end tunnels; injection method of ventilation; numerical modeling, turbulence, safety.

Введение

При настоящем уровне интенсивности ведения горных работ всё больше внимания уделяется увеличению эффективности технологических процессов, связанных с добычей полезного ископаемого. Одним из вспомогательных технологических процессов направленных на безопасность и прямым образом влияющих на скорость ведения горных работ является вентиляция горных выработок.

В части проветривания тупиковых горных выработок обязательны к исполнению ряд требований, прописанных в Федеральных нормах и правилах промышленной безопасности. Так, правилами промышленной безопасности регламентируется отставание вентиляционного трубопровода от груди забоя [1]. В современных условиях данный фактор существенно влияет на скорость ведения горных работ. Максимальное отставание, которое может быть достигнуто, составляет 15 метров при площади сечения горных выработок более 16 м². Обоснование безопасности ведения работ при увеличении отставания могло бы позволить увеличить энергоэффективность вентиляции, а также обеспечить поддержание высокой скорости ведения горных работ [2].

Натурные исследования структуры турбулентного движения воздуха при нагнетательном способе проветривания тупиковых гор-

ных выработок с практической точки зрения чрезвычайно затратны в плане времени и материальных ресурсов. Для проведения точного эксперимента требуется постоянное поддержание расхода воздуха, выходящего из трубопровода, а также использование высокоточной приборной базы, позволяющей фиксировать даже незначительные колебания воздушных потоков.

Численное моделирование позволяет детально изучить структуру потока и зависимости его основных характеристик от параметров проветривания или геометрии выработки, не нарушая технологические процессы на производстве. Поэтому в качестве инструмента для изучения структуры турбулентного течения воздуха в настоящей работе используется метод численного моделирования с применением методов вычислительной динамики жидкости и газа [3,4].

Основной целью настоящего исследования является определение влияния отставания вентиляционного трубопровода на структуру турбулентного движения воздуха в тупиковой выработке.

Разработка трехмерной численной модели

Для разработки трехмерной численной модели использован программный комплекс Ansys Fluent. В рамках этой модели была создана трехмерная геометрия, которая воспроизводит все ключевые детали и характеристики исследуемого объекта, а именно тупиковую выработку с вентиляционным трубопроводом. Однако, стоит отметить, что в процессе моделирования мы сосредоточились на учете существенных геометрических особенностей и параметров, которые непосредственно влияют на исследуемый вопрос о структуре турбулентного движения воздуха. Некоторые малозначительные аспекты геометрии и особенности, такие как незначительное поджатие конца трубопровода или макрошероховатость стенок, не были включены в расчеты. Это связано с тем, что они не оказывают существенного влияния на нашу основную задачу исследования.

Исходя из результатов предварительного моделирования, выбор был сделан в пользу модели RKE (k -epsilon realizable) на основе её способности обеспечивать наилучшую сходимость и стационарность решения.

Для построения геометрии расчетной области использованы распространённые параметры горных выработок, проводимых буро-

взрывным способом. Площадь сечения выработки в свету составляет $29,2 \text{ м}^2$, сечение вентиляционного трубопровода $0,8 \text{ м}^2$.

В качестве граничных условия задана начальная скорость в вентиляционном трубопроводе, которая составляет $21,75 \text{ м/с}$, а на выходе из тупиковой выработки задано относительное давление в 0 Па . На стенках вентиляционного трубопровода и поверхности выработки были установлены условия прилипания потока.

В данном исследовании был проведен анализ размера и плотности сетки, чтобы определить, зависят ли результаты численных расчетов от деталей сетки. Для учета влияния высоких градиентов скорости вблизи стенок горной выработки и трубопровода на турбулентный поток сетка была уплотнена вблизи стенок выработки и вентиляционного трубопровода [5].

Максимальный размер элемента сетки внутри основного течения воздушного потока и размер ближайшего к стенке элемента пограничного слоя составляет не более 10 см . Это позволяет детально учитывать изменения в потоке воздуха внутри горных выработок и вентиляционного трубопровода. Анализ разного размера элементов сетки позволил убедиться, что выбранный размер сетки обеспечивает достаточную детализацию потока.

На рис. 1 представлены фронтальная и аксонометрическая проекции расчетной области, разбитая на сетку.

Для уверенности в достоверности и точности результатов в ходе вычислительной процедуры проводился анализ сходимости и невязок, позволяющих сделать количественную оценку удовлетворения полученного решения основным балансовым уравнениям для потока: уравнениям неразрывности, Навье–Стокса, переноса турбулентных характеристик потока k и ϵ .

Для оценки сходимости моделирования турбулентных потоков были проведены итерационные расчеты с различными значениями числа итераций, а также с различными абсолютными невязками скорости.



Рис.1. Фронтальная и аксонометрическая проекции расчетной области, разбитой на сетку

Рассматривались 2 основных варианта расчета при невязках в 10^{-4} и 10^{-5} . Приемлемая точность решения была достигнута только для порогового значения абсолютных невязок в 10^{-5} , а количество итерации при этом достигает 12 500. Такая маленькая величина порогового значения абсолютных невязок связана с тем, что в рассматриваемой задаче турбулентные потоки характеризуются высокой сложностью и большими градиентами, что предъявляет более высокую точность к расчетам для корректного воспроизведения физических особенностей потока воздуха.

Результаты численного моделирования

Для исследования структуры турбулентного течения воздуха был выбран перечень показателей для количественной оценки турбулентной структуры потоков в призабойной части выработки при изменении величины отставания вентиляционного трубопровода от груди забоя.

Расчет этих показателей производился в поперечных сечениях горной выработки с интервалом в 1 метр.

К таким показателям были отнесены:

- **Относительная величина спутного потока воздуха, направленного к груди забоя**, выраженного отношением расхода воздуха движущегося в рассматриваемом поперечном сечении по

направлению к груди забоя, к расходу воздуха, исходящему из вентиляционного трубопровода. (рис. 2).

• **Относительная максимальная скорость в сечении**, выраженная отношением максимальной скорости воздуха в рассматриваемом сечении к максимальной скорости воздуха в вентиляционном трубопроводе (рис. 3).

На рис. 2 представлен график зависимости величины спутного потока воздуха при различном отставании вентиляционного трубопровода от груди забоя.

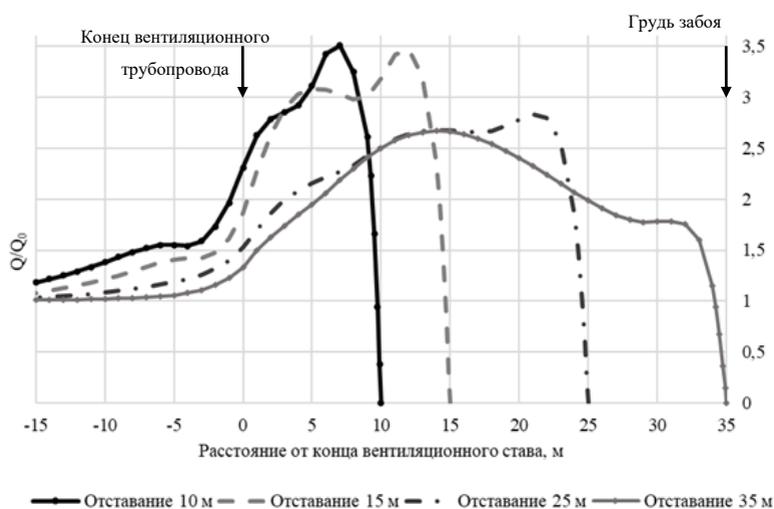


Рис. 2. Величина спутного потока воздуха при различном отставании вентиляционного трубопровода от груди забоя

Представленная зависимость позволяет характеризовать турбулентность потока воздуха, выделив вихревые зоны, наличие которых на графике выражено «горбами» приведенных кривых.

Полученные результаты показывают очевидные различия по структуре течения воздуха при различном отставании вентиляционного трубопровода. Так, при увеличении отставания трубопровода зона действия основного вихря увеличивается до определенного пре-

дела. Для случаев отставаний 15-25 м на кривых можно отметить два локальных максимума. Наличие сразу двух максимумов связано со сложной структурой стационарного вихря, формирующегося в призабойной зоне, «закрученности» данного вихря в направлении оси горной выработки. При этом во всех рассмотренных модельных случаях в призабойной зоне наблюдался единственный вихрь, который с ростом величины отставания конца трубопровода менял свою форму и становился более асимметричным.

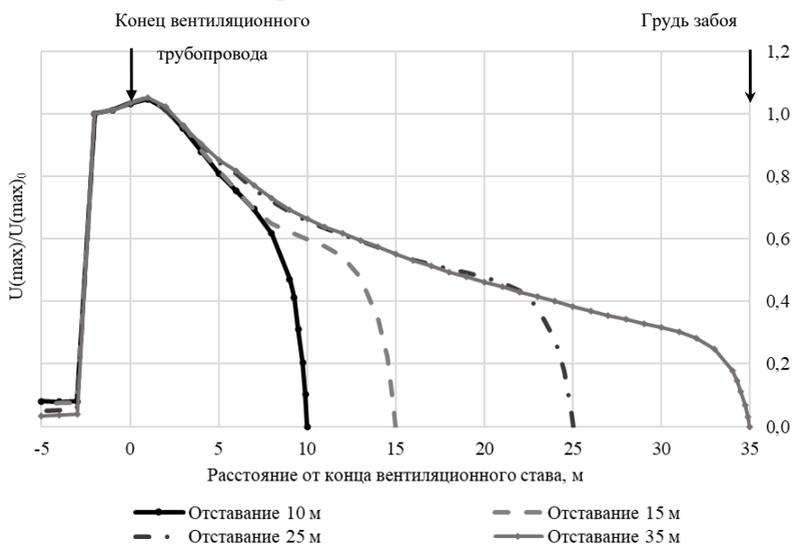


Рис. 3. Зависимость относительной максимальной скорости воздуха в рассматриваемом сечении от отставания вентиляционного трубопровода до груди забоя

Кривые зависимости относительной максимальной скорости при различном отставании вентиляционного трубопровода (рис. 3) наглядно указывают, что при отставании трубопровода до 25 м резкое затухание турбулентного потока воздуха происходит непосредственно у груди тупикового забоя. При росте удаления трубопровода от забоя относительная максимальная скорость начинает плавно уга-

сать по всей длине тупиковой выработки близко к линейному закону до самого забоя. Также чётко выражено подобие кривых на первых 5 метрах после конца вентиляционного трубопровода.

Заключение

В результате проведенных численных расчетов определено, что в условиях выработок большого сечения около $29,2 \text{ м}^2$ в призабойной зоне формируется единый стационарный вихрь, протяженность которого в рамках данного исследования может достигать от 5 до 34 метров в зависимости от удаления вентиляционного трубопровода от забоя.

Введенные количественные критерии позволили выявить, что интенсивность массообменных процессов практически не снижается на удалении конца трубопровода от 15 до 35 метров от груди забоя по сравнению с зоной вблизи конца трубопровода. Это означает, что в приведенном диапазоне значений безопасно ведение горных работ, а полученные результаты могут быть использованы в качестве обоснования увеличения расстояния между забоем и концом трубопровода.

Данное исследование показывает эффективность применяемого способа изучения структуры турбулентного потока воздуха в тупиковой горной выработке при нагнетательном способе проветривания.

Список литературы

1. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых», утв. приказом Ростехнадзора № 505 от 08.12.2020 г.

2. Исследование динамики процесса воздухообмена в системе тупиковых и сквозной выработок большого сечения / Мальцев, С.В., Казаков, Б. П., Исаевич, А. Г., Семин, М. А.// Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2020. – №. 2. – С. 46-57.

3. Файнбург Г.З. Цифровизация процессов проветривания калийных рудников. Пермь-Екатеринбург, 2020. – 422 с.

4. Анализ закономерностей накопления и выноса выхлопных газов от машин с двигателями внутреннего сгорания в тупиковых

камерообразных горных выработках / Е.В. Накаряков, М.А. Семин, Е.Л. Гришин, Е.В. Колесов //Безопасность труда в промышленности. – 2021. – №. 5. – С. 41-47.

5. Колесов Е.В., Казаков Б.П. Эффективность проветривания тупиковых подготовительных выработок после взрывных работ // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2020. – Т. 331. – №. 7. – С. 15-23.

Об авторе

Таций Алексей Вадимович – младший научный сотрудник, сектор Аэрологической безопасности, отдел Аэрологии и теплофизики, Горный институт Уральского отделения Российской академии наук, г. Пермь, Россия; e-mail: alexeytacy@gmail.com

About the author

Tatsy Alexey Vadimovich – junior researcher, Aerological Safety Sector, Department of Aerology and Thermophysics, Mining Institute of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Perm, Russia; e-mail: alexeytacy@gmail.com

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИМЕНИМОСТИ ОДНОМЕРНОГО ПОДХОДА К РАСЧЕТУ ВОЗДУХОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ В НАКЛОННЫХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТКАХ ПРИ НАЛИЧИИ ТЕПЛОВОЙ ДЕПРЕССИИ ПОЖАРА

М.Д. Попов

Горный институт УрО РАН, г. Пермь, Россия

Подземные пожары в горных выработках представляют серьезную угрозу для горнорабочих из-за отравления шахтной атмосферы. Статья подчеркивает важность расчетов распространения продуктов горения в аварийном режиме проветривания для эффективной разработки планов локализации и ликвидации аварий.

В горизонтальных выработках продукты горения распространяются согласно направлению воздушного потока в нормальных условиях проветривания. Однако, в вертикальных и наклонных выработках с нисходящим проветриванием, аварийные ситуации могут изменять направление воздушного потока из-за тепловых депрессий.

Статья выделяет недостатки одномерного подхода, который пренебрегает неоднородностью распределения теплофизических свойств воздушного потока. Этот метод, игнорируя влияние вихревой структуры в горной выработке, может привести к значительным расхождениям между расчетами и экспериментальными данными. Рассматриваются различные сценарии движения воздушного потока в аварийных ситуациях и оценка устойчивости с использованием критической тепловой депрессии.

Результаты численного эксперимента подчеркивают существенные различия между одномерными расчетами и численными данными, обусловленные упрощением модели в одномерном подходе. Для коррекции этого недостатка предложено ввести поправочный коэффициент, учитывающий влияние вихревой структуры в наклонных выработках. Этот коэффициент призван улучшить точность одномерной модели, сближая ее с результатами трехмерной численной модели.

Таким образом, предложенный подход с поправочным коэффициентом направлен на более точное предсказание поведения воздушного потока в условиях пожаров в наклонных горных выработках, повышая точность одномерных моделей и их прогностическую способность.

Ключевые слова: рудник; наклонная выработка; тепловая депрессия, источник тепловыделения, численное моделирование, безопасность.

INVESTIGATION OF THE APPLICABILITY OF A ONE-DIMENSIONAL APPROACH TO CALCULATING AIR DISTRIBUTION IN INCLINED MININGS IN THE PRESENCE OF THERMAL DEPRESSION OF A FIRE

M.D. Popov

Mining Institute of the Ural Branch of the RAS, Perm, Russia

Underground fires in mine workings pose a serious threat to miners due to the poisoning of the mine atmosphere. The article emphasizes the importance of calculating the distribution of combustion products in emergency ventilation mode for the effective development of plans for the localization and elimination of accidents.

In horizontal excavations, combustion products spread according to the direction of air flow under normal ventilation conditions. However, in vertical and inclined workings with downward ventilation, emergency situations can change the direction of air flow due to thermal depressions.

The article highlights the disadvantages of the one-dimensional approach, which neglects the heterogeneity of the distribution of the thermophysical properties of the air flow. This method, ignoring the influence of the vortex structure in the mine workings, can lead to significant discrepancies between calculations and experimental data. Various scenarios of air flow in emergency situations and stability assessment using critical thermal depression are considered.

The results of the numerical experiment highlight the significant differences between one-dimensional calculations and numerical data, due to the simplification of the model in the one-dimensional approach. To correct this shortcoming, it is proposed to introduce a correction factor that considers the influence of the vortex structure in inclined workings. This coefficient is intended to improve the accuracy

of the one-dimensional model, bringing it closer to the results of the three-dimensional numerical model.

Thus, the proposed correction factor approach aims to predict the behavior of air flow more accurately during fire conditions in inclined mine workings, increasing the accuracy of one-dimensional models and their predictive ability.

Keywords: mine; inclined mining; thermal depression, heat source, numerical modeling, safety.

Пожары в подземных горных выработках представляют большую опасность для горнорабочих, так как в момент аварийной ситуации происходит отравление шахтной атмосферы продуктами горения, возможна инициация взрывов метана и рудничной пыли. В данных условиях с точки зрения разработки плана по локализации и ликвидации аварии необходимо выполнять расчеты связанные с прогнозированием распространения продуктов горения по горным выработкам [4]. Конечной целью данных расчетов является определение оптимальных путей выхода горнорабочих с аварийного участка вентиляционной сети без создания угрозы их жизни. При этом для месторождений полезных ископаемых топология горных выработок которых представляет преимущественно горизонтальные участки, распространение продуктов горения совпадает с начальным направлением движения воздушного потока в нормальном режиме проветривания. При этом из-за роста аэродинамического сопротивления при возникновении рудничных аварий, связанных с пожарами и высокими температурами воздуха, величина расхода, проходящего по аварийному участку, может уменьшаться. [4] Однако если речь идет о подземных рудниках с большим количеством разновысотных горизонтов и, как следствие, большим количеством аэродинамических связей между ними, представляющих собой вертикальные и наклонные горные выработки, направление движения воздушных потоков при пожарах может изменяться. Изменение направления движения воздушных потоков характерны для пожаров в вертикальных и наклонных горных выработках с нисходящим проветриванием вследствие

возникновения в них тепловых депрессий, вызванных интенсивным нагревом воздуха проходящего через очаг возгорания [1]. При этом в зависимости от интенсивности источника тепловыделения, а также аэродинамических характеристик вентиляционной сети и наклонной горной выработки возможны различные сценарии движения воздушного потока, к примеру приведенных в [2]:

1. Стадия однонаправленного движения воздушного потока, когда тепловой мощности недостаточно для изменения направления воздушного потока.

2. Частично возвратные течения, при которых возможно разнонаправленное движение потоков.

3. Полностью возвратные течения газозвушной смеси.

Оценка устойчивости движения воздушного потока в вертикальных и наклонных горных выработках в аварийной ситуации может быть выполнена путем определения критической тепловой депрессии необходимой для изменения направления движения воздушного потока. Данный подход применяется на угольных шахтах, где в качестве основного критерия устойчивости воздушного потока является выполнение неравенства [3]:

$$H_{\text{Тд}} \geq H_{\text{кр}}, \quad (1)$$

где $H_{\text{Тд}}$ – тепловая депрессия пожара; $H_{\text{кр}}$ – критическая депрессия выработки, Па.

В рамках одномерного подхода к расчету теплораспределения в сети горных выработок при подземном пожаре тепловая депрессия от пожара в наклонной выработке рассчитывается по формуле [5, 6]:

$$H_{\text{Тд}} = \Delta \rho g h, \quad (2)$$

$$\Delta \rho = \rho(T_1) - \rho(T_2) = \rho_0 \left(\frac{T_0 + 273}{T_0 + 273 + \frac{W}{Q_m c}} - 1 \right), \quad (3)$$

где Q_m – массовый расход воздуха в наклонной выработке, кг/с, ρ_0, T_0 – начальная температура и плотность воздуха в выработке, кг/м³, °С, W – мощность источника тепловыделения, Вт, c – удельная теплоемкость воздуха, Дж/(кг °С).

Таким образом, при одномерном подходе устойчивость проветривания наклонной выработки при пожаре зависит только от разности плотностей воздуха до и после нагрева и не зависит от характера движения воздуха в самой наклонной выработке в аварийной ситуации. Одномерный подход не учитывает неоднородность распределения теплофизических свойств потока по сечению горной выработки. Также при стремлении расхода к нулю выражение (3) стремится к бесконечности, что соответствует бесконечному возрастанию теплового напора.

Одним из способов определения условий применимости одномерного подхода при решении задач с интенсивными источниками нагрева являются экспериментальные исследования. Однако натурные экспериментальные исследования движения воздушных потоков в наклонных горных выработках в аварийной ситуации сопряжены с рядом трудностей. Главная проблема заключается в невозможности выполнения экспериментальных замеров ввиду наличия высоких температур и непригодности шахтной атмосферы для дыхания. Также невозможно заранее выявить место возникновения возгорания и, как следствие, разместить оборудование, позволяющие оценить динамику протекания процессов теплопереноса в наклонных выработках. Ввиду этого для проверки применимости одномерного подхода для расчета процессов теплопереноса в наклонных выработках при протекании аварийной ситуации в данной работе применяется численный эксперимент с привлечением методов вычислительной динамики жидкости и газа.

Для разработки трехмерной численной модели использован программный комплекс Ansys Fluent. В общем виде геометрия представляет собой горизонтальный участок горной выработки прямоугольного сечения с Т-образным перекрестком, который является началом наклонного участка горной выработки, с возможностью изменения угла.

Внутри наклонного участка расчетной геометрии располагается тело, имитирующее источник интенсивного тепловыделения, геометрические размеры которого соответствуют реальным размерам дизельной техники, применяемой на горнодобывающих предприятиях (рис. 1).



Рис. 1. Геометрическая модель участка вентиляционной сети с наклонным элементом

При решении задачи движения воздушного потока в условиях наличия интенсивного источника тепловыделения методами CFD необходимо на всех поверхностях расчетной области задать соответствующие исследуемому физическому процессу граничные условия.

Для рассматриваемой задачи граничными условиями, которые необходимо задать это граничные условия входа и выхода в расчетную область и граничные условия для твердой стенки.

Граничные условия на входе в расчетную модель заданы массовым расходом типа `MassFlowInlet`, который варьировался в диапазоне от 50 до 400 кг/с. Граничное условие на выходе из сквозной выработки задан нулевым абсолютным значением типа `PressureOutlet`. Окончание наклонного участка выработки задан граничным условием типа `Opening`, подразумевающий условие свободной поверхности в случае, если ожидается движение потока как в одну, так и в другую сторону. В модели учитывается теплообмен со стенками выработки, которая задана фиксированной температурой, которая варьировалась

в диапазоне от 20 до 50 градусов. Источник тепловыделения задан тепловым потоком и варьировался от $0,2 \text{ кВт/м}^2$ до 5 кВт/м^2 , что соответствует суммарному тепловыделению в пике до 20 МВт. При этом указанная мощность тепловыделения соответствует пиковому тепловыделению процесса горения шахтной погрузо-доставочной машины.

В данном исследовании был проведен анализ размера и плотности сетки, чтобы определить, зависят ли результаты численных расчетов от деталей сетки. Для учета влияния высоких градиентов скорости на турбулентный поток сетка была сгущена вблизи стенок на границе тела, имитирующего источник пожара. для дальнейших расчетов выбрана сетка с размером элемента $0,25 \text{ м}$; количество элементов расчетной области составило 3,12 млн.

На рис. 2 представлена фрагмент расчетной сетки для участка сопряжения двух выработок и участка источника местоположения тепловыделения.

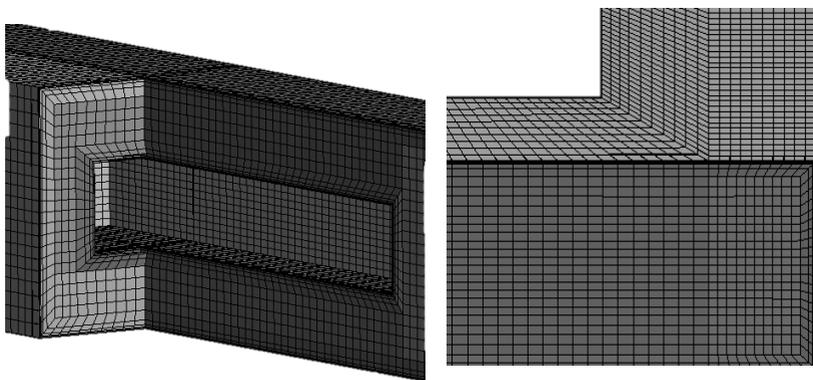


Рис. 2. Расчетная сетка для участка сопряжения и местоположения источника тепловыделения

Расчет турбулентных характеристик потока осуществлялся с помощью RANS модели турбулентности SST k - ω . Уравнения переноса турбулентных характеристик потока (кинетической

энергии турбулентности и удельной скорости диссипации турбулентной энергии) использовались для замыкания системы балансовых уравнений массы, импульса и энергии. Для учета переменности плотности воздуха использовалось уравнение идеального газа. Воздух считался однородной средой, а динамика продуктов горения не рассматривалась в задаче. Это связано с тем, что в настоящем исследовании мы ставили перед собой цель изучить только тепловой эффект от действующего пожара.

Для каждого из выполненных вариантов численного моделирования с целью анализа полученных результатов сделан расчет характерных параметров для конечной итерации расчет. За конечную итерацию принималась та итерация при которой не наблюдалось изменение массовых расходов на входе и выходе из расчетной области по отношению к предыдущему временному шагу. Таким образом анализ производился для установившегося с точки зрения массовых расходов режима течения жидкости.

Для каждого из выполненных расчётов в качестве характерных параметров выводилась средняя плотность по объему наклонного участка трубопровода при фиксированном начальном расходе воздуха в сквозной выработке и тепловой мощности источника тепловыделения.

По данным численного моделирования плотность изменяется с ростом мощности тепловыделения по степенному закону вида $\rho = \rho_0 + ax^b$ с показателем степени b , которой варьируется в диапазоне от 0,36 до 0,46 (см. рис. 3). Причем показатель степени возрастает по мере роста массового расхода в выработке и, как следствие, по мере роста критического напора для рассматриваемой наклонной выработки.

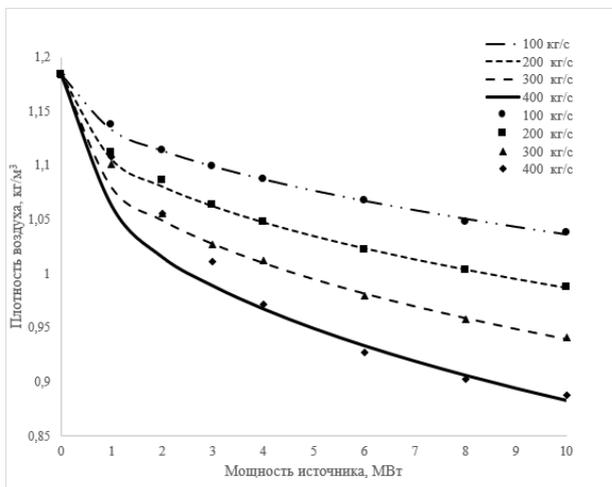


Рис. 3. Зависимости плотности воздуха от мощности теплового источника при различных расходах воздуха на входе в расчетную область

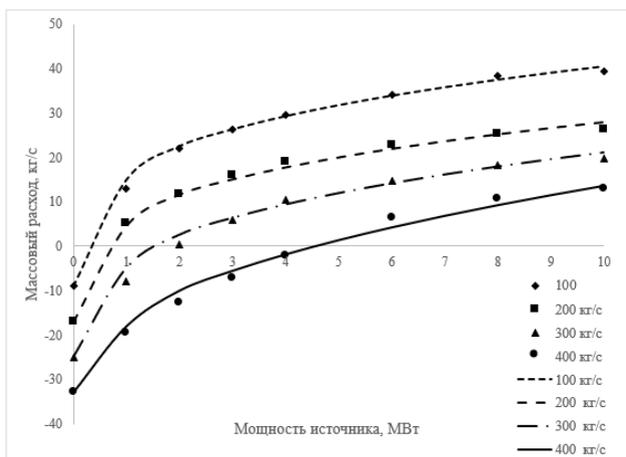


Рис. 4. Зависимости массового расхода в наклонной выработке от мощности теплового источника при различных расходах воздуха на входе в расчетную область

При этом массовый расход воздуха изменяется также по степенному закону с показателем от 0,33 до 0,55 (см. рис.3). Однако если в случае зависимостей $\rho(W)$ меньшему расходу на входе в домен соответствует больший показатель степени, то в случае зависимостей $Q_{\text{накл}}(W)$, напротив, большему расходу соответствует больший показатель степени. (см. рис 4).

Если взять полученные зависимости $Q_{\text{накл}}(W)$ и подставить их формулу формуле (3) вместо переменной $Q_{\text{т}}$, то результаты можно представить в виде графиков рис.5.

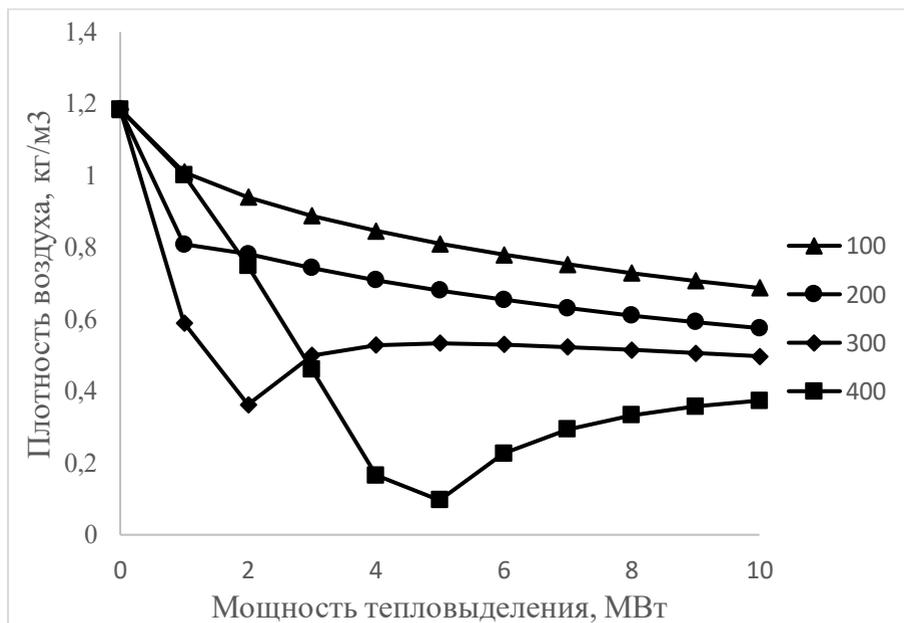


Рис. 5. Зависимость плотности воздуха от мощности источника тепловыделения при одномерной расчёте

Рассчитанные значения значительно отличаются от величин, полученных в ходе численного эксперимента. Расхождения между рассчитанными значениями и данными, полученными в ходе численного эксперимента связаны с тем, что располагаемая тепловая мощность при одномерном расчёте, сообщается к расходу воздуха, выхо-

дующему из домена. Это предположение упрощает модель, но не учитывает важное воздействие вихревой структуры в сечении наклонной горной выработки, особенно в зоне источника тепловыделения.

Фактическое значение массового расхода воздуха в зоне теплового воздействия оказывается больше, чем было предположено в одномерной модели, из-за присутствия вихревой структуры. Этот аспект успешно учитывается в трехмерной численной модели, которая может более точно описать сложные вихревые потоки и их влияние на массовый расход воздуха.

Однако, в одномерной постановке, где такие детали упрощаются, полученные значения плотности не позволяют корректно рассчитать тепловой напор. Для устранения этого недостатка предлагается ввести поправочный коэффициент $k_{\text{конв}}(Q, W)$, как некоторую функцию, зависящую от начального расхода тепловой мощности. Этот коэффициент должен учесть дополнительный массовый расход, обусловленный вихревой структурой, и позволит более корректно оценить тепловую депрессию в условиях наклонной горной выработки. В этом случае выражение (3) примет следующий вид:

$$\Delta\rho = k_{\text{конв}}(W) \left(\frac{T_0 + 273}{T_0 + 273 + \frac{W}{Q_m(W) \cdot c}} - 1 \right) \quad (4)$$

Таким образом, предлагаемый подход с поправочным коэффициентом должен улучшить точность расчетов в одномерной модели, делая их ближе к результатам трехмерной численной модели, где учтены сложные гидродинамические явления.

Список литературы

1. Левин Л. Ю., Палеев Д. Ю., Семин М. А. Расчет устойчивости воздушных потоков в выработках шахтных вентиляционных сетей по фактору тепловой депрессии // Вестник научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. – 2020. – №. 1. – С. 81-85.

2. Zhou L., Smith A. C. Improvement of a mine fire simulation program–incorporation of smoke rollback into MFIRE 3.0 // Journal of fire sciences. – 2012. – Т. 30. – №. 1. – С. 29-39.

3. Василенко В. И. Принципы, критерии, алгоритмы управления проветриванием и устойчивость вентиляционных струй при авариях в шахте // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. – 2010. – №. 8. – С. 42-46.

4. Левин Л. Ю., Кормициков Д. С., Семин М. А. Решение задачи оперативного расчета распределения продуктов горения в сети горных выработок //Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2013. – №. 12. – С. 179-184.Шалимов А. В., Попов М. Д. Влияние тепловых факторов на величину аэродинамического сопротивления горной выработки //Горное эхо. – 2023. – №. 3. – С. 142-148.

5. Шалимов А. В. Теоретические основы прогнозирования, профилактики и борьбы с аварийными нарушениями проветривания рудничных вентиляционных сетей //Стратегия и процессы освоения георесурсов. – 2012. – С. 255-257.

6. Шалимов А. В. Конвективная стратификация воздушных потоков по сечению горных выработок, её роль в формировании тепловых депрессий и влияние на устойчивость проветривания //стратегия и процессы освоения георесурсов. – 2013. – С. 272-274.

Об авторе

Попов Максим Дмитриевич, инженер отдела Аэрологии и теплофизики, Горный институт Уральского отделения Российской академии наук, maxpan09@gmail.com, Scopus ID: 57208722129

About the author

Popov Maksim Dmitrievich, engineer of the aerology and thermophysics department of Mining Institute of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Perm, Russia, maxpan09@gmail.com, Scopus ID: 57208722129

ПОСТРОЕНИЕ ПРОГНОЗНОЙ КАРТЫ ЗОН, ОПАСНЫХ ПО ГАЗОДИНАМИЧЕСКИМ ЯВЛЕНИЯМ В ПРЕДЕЛАХ 14–20-Й ЗАПАДНЫХ ПАНЕЛЕЙ ШАХТНОГО ПОЛЯ РУДНИКА БКПРУ-2

А.К. Дудин¹, О.В. Иванов²

¹Пермский национальный исследовательский
политехнический университет, г. Пермь, Россия

²Горный институт УрО РАН, г. Пермь, Россия

В статье представлены решающие правила для прогнозирования зон, опасных по газодинамическим явлениям, полученные на основе статистического анализа геологической информации и разработанного метода прогноза, который использует эффективную математическую модель в калийных рудниках. Эта модель может быть использована при планировании и строительстве новых шахтных полей, чтобы обеспечить безопасность работников и предотвратить возможные аварии и происшествия. Одним из основных вопросов, рассмотренных в данном исследовании, была оценка надежности и точности прогноза при выборе метода ведения горных работ на калийных пластах. Учитывались различные факторы, влияющие на прогноз, такие как геологическая структура пластов, свойства горных пород и другие. Результаты исследования показали, что выбранный метод прогнозирования оказался достаточно адекватным и точным в практике ведения горных работ на калийных пластах. Он позволил предсказать изменения в геологической структуре пластов, определить опасные участки и возможности принимать необходимые меры для обеспечения безопасности работников и сохранения инфраструктуры шахтных полей. Данное исследование имеет важное практическое значение для горнодобывающей отрасли, особенно для предприятий, занимающихся добычей калийных солей. Оно помогает оптимизировать процессы ведения горных работ, улучшить планирование и прогнозирование, а также снизить риски и обеспечить безопасность при работе на опасных калийных пластах. По полученным новым геологическим данным, для условий 14–20 западных панелей шахтного поля рудника БКПРУ-2, обрабатывающего Дурьманский участок Верхнекамского месторождения калийных солей, построены прогнозные карты.

Ключевые слова: калийные пласты, газодинамические явления, прогнозная карта, дискриминантный анализ, решающие правила

«CONSTRUCTION OF A FORECAST MAP OF ZONES DANGEROUS FOR GAS-DYNAMIC PHENOMENA WITHIN THE 14-20 WESTERN PANELS OF THE MINE FIELD OF THE BKPRU-2 MINE »

A.K. Dudin¹, O.V. Ivanov²

¹Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russia

²Mining Institute of the Ural Branch of the RAS, Perm, Russia

The article presents the decisive rules for predicting zones dangerous by gas-dynamic phenomena, obtained on the basis of statistical analysis of geological information and the developed forecasting method, which uses an effective mathematical model in potash mines. This model can be used in the planning and construction of new mine fields to ensure the safety of workers and prevent possible accidents and incidents. One of the main issues considered in this study was the assessment of the reliability and accuracy of the forecast when choosing a method of mining on potash formations. Various factors affecting the forecast were taken into account, such as the geological structure of formations, rock properties, and others. The results of the study showed that the chosen forecasting method turned out to be quite adequate and accurate in the practice of mining on potash formations. It made it possible to predict changes in the geological structure of formations, identify dangerous areas and opportunities to take the necessary measures to ensure the safety of workers and preserve the infrastructure of mine fields. This study is of great practical importance for the mining industry, especially for enterprises engaged in the extraction of potash salts. It helps to optimize mining operations, improve planning and forecasting, as well as reduce risks and ensure safety when working on hazardous potash formations. According to the new geological data obtained, forecast maps have been constructed for the conditions of the 14-20 western panels of the mine field of the BKPRU-2 mine, which is working out the Durymskiy section of the Verkhnekamsk potash deposit.

Keywords: potash formations, gas-dynamic phenomena, forecast map, discriminant analysis, decisive rules

Введение

Данная проблема в настоящий момент актуальна и требует уточнений в связи с получением новых результатов геологоразведочных работ. Исследования заключается в прогнозировании и предотвращении газодинамических явлений (ГДЯ) из забоя горных выработок в виде внезапных выбросов соли и газа, которые представляют опасность и серьезную угрозу жизни работников шахты. Такие явления сопровождаются разрушением приконтурной части массива с большой скоростью (до 30 м/с), выбросом разрушенной горной породы в выработку, интенсивным газовыделением и ударной воздушной волной.

В связи с этим мы дадим общую оценку данному явлению. Цель нашей работы: на основе теоретических и эмпирических данных дать оценку газодинамической опасности продуктивных пластов в пределах северо-западной части шахтного поля рудника БКПРУ-2 [1].

Процедура прогноза зон, опасных по ГДЯ, заключается в подстановке значений геологических показателей в конкретной точке наблюдения в решающие правила и определении значения дискриминантной функции. На основании рассчитанных значений дискриминантной функции производится отнесение точки наблюдения к зоне, опасной или неопасной по ГДЯ. В случае если подстановочное значение дискриминантной функции является положительным, то точка наблюдения относится к зоне, опасной по ГДЯ, а при отрицательном значении – к зоне, неопасной по ГДЯ. Точками наблюдения могут служить поверхностные скважины детальной разведки, подземного разведочного бурения и бороздовые пробы.

В «Руководстве по прогнозированию ...» применяются унифицированные решающие правила, которые позволяют проводить региональный и локальный прогноз. Региональный прогноз проводится по данным, полученным при бурении геологоразведочных скважин с поверхности, а локальный – по данным эксплуатационной разведки и результатам бороздового опробования калийных пластов непосредственно в горных выработках.

В каждой точке опробования определяется численное значение решающего правила (F_p), которое заносится на карту с заданными координатами. Путем интерполяции между точками с полученными значениями решающего правила находится его нулевое значение, являющееся границей зон с положительным значением - опасной по ГДЯ, с отрицательным – неопасной.

Прогноз зон, опасных по ГДЯ, и построение прогнозных карт осуществляется отдельно для сильвинитового пласта КрII, пласта АБ сильвинитового или смешанного состава геологической службой рудника. Карты зон, опасных по ГДЯ, ежегодно дополняются при составлении планов горных работ по каждой из планируемых к отработке и подготовке панелей или блоков и передаются на горные участки [3].

При ведении подготовительных и очистных горных работ на шахтных полях рудников ПАО «Уралкалий» в пределах зон влияния дизъюнктивных геологических нарушений (Зырянского сдвига, Троицкого надвига, Соликамского надвига и других дизъюнктивных нарушений) возможны интенсивные газовыделения и газодинамические явления из кровли и забоя горных выработок [4]. Для уточнения границ зон влияния дизъюнктивных геологических нарушений должны проводиться исследования газоносности и структурно-геологических особенностей пластов на участке шахтного поля, в пределах которого прогнозируется или выявлено нарушение. Мероприятия по безопасному ведению горных работ в зоне влияния дизъюнктивного геологического нарушения (режим полуавтоматического (дистанционного) управления комбайном, изменение параметров системы разработки, изменение формы сечения и ширины выработки, изменение параметров дегазационного бурения, уменьшение скорости проходки выработки комбайном с одновременным применением контроля предупредительных признаков и предвестников ГДЯ, использование методов физико-механического воздействия на горные породы в зонах, опасных по ГДЯ – торпедирование, камуфлетное взрывание, сотрясательное взрывание и т.п. принимаются после установления границ зоны влияния дизъюнктивного нарушения по ГДЯ на основании результатов изучения структурно-

тектонических особенностей строения и газоносности в пределах данного участка шахтного поля рудника ПАО «Уралкалий» [5].

Решающее правило для отнесения точки наблюдения к зоне, опасной по ГДЯ из кровли пласта КрII, имеет вид [2]:

$$F_p = 14,11 \times X_1 - 21,75 \times X_2 - 23,44 \times X_3 - 21,73 \times X_4 + 289,2 \times X_5 - 4,31 \times X_6 - 17,73 \times X_7 + 2034,33 \geq 0,$$

где X_1 – мощность пласта КрII, м;

X_2 – содержание KCl в породах пласта КрII, %;

X_3 – содержание $MgCl_2$ в пласте КрII, %;

X_4 – содержание NaCl в пласте КрII, %;

X_5 – содержание Br в пласте КрII, %;

X_6 – содержание $CaSO_4$ в пласте КрII, %;

X_7 – содержание нерастворимого остатка в пласте КрII%.

Процедура прогноза заключается в подстановке численных значений показателей $X_1 \dots X_7$ в выражение и получении рассчитанного значения F_p . В том случае если рассчитанное значение $F_p \geq 0$, то точка наблюдения относится к зоне, опасной по ГДЯ, в противном случае, если $F_p < 0$, точка наблюдения относится к зоне, неопасной по ГДЯ.

На основе новых данных проведенных геологоразведочных работ в северо-западной части шахтного поля рудника БКПРУ-2 построены карты прогноза (рис. 1 и рис. 2).



Рис.1. Прогнозная карта зон, опасных по ГДЯ из кровли пласта КрII, на шахтном поле рудника БКПРУ-2 по новым данным

Как видно из рисунка 1, пласт КрII практически на всей северо-западной части шахтного поля рудника БКПРУ-2 относится к зо-

нам, опасным по ГДЯ. Отмечаются лишь небольшие локализованные участки в центрах 6, 7 и 8 блоков.

Состав пород пласта Б по площади Верхнекамского месторождения калийных солей весьма изменчив – от каменной соли до карналлита. Статистический анализ геологических условий возникновения ГДЯ показал, что наибольшее количество ГДЯ зафиксировано при сильвинитовом составе пород пласта АБ и на площадях, где пласт Б представлен смешанными солями (сильвинит + карналлит). Причем максимальным различием состава пород обладает пласт Б. Поэтому для разделения исходных данных по составу пород и для получения решающих правил прогнозирования зон, опасных по ГДЯ для различных составов пород использовались геологические данные по пласту Б.

Разведочный анализ исходных данных по пласту Б показал, что границей разделения состава пород пласта Б на сильвинитовый и смешанные соли являются содержание в породах пласта KCl и $MgCl_2$, которые имеют следующие значения:

- для сильвинитового состава пласта Б содержание KCl не менее 22%, содержание $MgCl_2$ не более 1%;
- для смешанных солей – содержание KCl не менее 22%, содержание $MgCl_2$ свыше 1%.

Аналогичные содержания этих компонентов приняты по блоку в условиях для подсчета запасов на Верхнекамском месторождении.

Прогнозирование зон, опасных по ГДЯ, для условий отработки пласта АБ может производиться в зависимости от числа используемых показателей с помощью четырех решающих правил для сильвинитового состава пород пласта Б и одного решающего правила для смешанных солей пласта Б.

В том случае, если пласт Б представлен карналлитовой породой точка наблюдения относится к зоне, опасной по ГДЯ [6].

В зависимости от наличия в точке наблюдения данных о газоносности пород пласта АБ и пределе прочности на сжатие пород пласта каменной соли Б-В, решающее правило прогноза зон, опасных по ГДЯ, для сильвинитового состава пород пласта Б имеет следующий вид:

- при отсутствии данных по газоносности и по пределу прочности на сжатие пород пласта каменной соли Б-В [2]:

$$F_p = -19,98 \times X_1 - 1,16 \times X_2 + 31,18 \times X_3 - 3,64 \times X_4 - 747,02 \times X_5 + 6,87 \times X_6 - 4,57 \times X_7 + 310,72 \geq 0,$$

- при наличии данных по газоносности и по пределу прочности на сжатие пород пласта каменной соли Б-В:

$$F_p = -0,36 \times X_1 - 1,21 \times X_2 - 4,19 \times X_3 - 1,14 \times X_4 + 37,55 \times X_5 - 0,26 \times X_6 - 1,02 \times X_7 + 0,017 \times X_8 + 1,83 \times X_9 + 107,69 \geq 0,$$

- при наличии данных по пределу прочности на сжатие пород пласта каменной соли Б-В:

$$F_p = 0,03 \times X_1 - 1,25 \times X_2 - 4,05 \times X_3 - 1,14 \times X_4 + 58,64 \times X_5 - 0,29 \times X_6 - 1,11 \times X_7 + 0,007 \times X_8 + 111,6 \geq 0,$$

- при наличии данных по газоносности пород пласта АБ:

$$F_p = -0,17 \times X_1 - 1,19 \times X_2 - 3,94 \times X_3 - 1,11 \times X_4 + 40,15 \times X_5 - 0,32 \times X_6 - 1,04 \times X_7 + 1,77 \times X_9 + 107,69 \geq 0,$$

где X_1 – мощность пласта Б, м;

X_2 – содержание КСl в породах пласта Б, %;

X_3 – содержание $MgCl_2$ в пласте Б, %;

X_4 – содержание NaCl в пласте Б, %;

X_5 – содержание Br в пласте Б, %;

X_6 – содержание $CaSO_4$ в пласте Б, %;

X_7 – содержание нерастворимого остатка в пласте Б, %;

X_8 – предел прочности пород пласта каменной соли Б-В на сжатие, кгс/см²,

X_9 – ранг газоносности пласта Б, принимается равным 1, если установленная замерами средняя газоносность пласта АБ превышает 0,4 м³/м³, в обратном случае ранг газоносности равен 0.

В случае, когда отсутствуют данные о пределе прочности на сжатие пород пласта каменной соли Б-В, но имеются сведения по содержанию нерастворимого остатка в породах пласта каменной соли Б-В, для определения предела прочности используется следующая зависимость:

$$\sigma_{сж} = 275,71 - 10,98 \cdot Н.О.,$$

где Н.О. – содержание нерастворимого остатка в породах пласта каменной соли Б-В, %.

Решающее правило для прогноза зон, опасных по ГДЯ, для смешанных солей пласта Б представляет собой следующую дискриминантную функцию [2]:

$$F_p = -1,39 \times X_1 + 0,06 \times X_2 - 0,66 \times X_3 - 0,05 \times X_4 - 40,24 \times X_5 - 1,46 \times X_6 - 1,3 \times X_7 + 23,73 \geq 0,$$

где X_1 – мощность пласта Б, м;

X_2 – содержание KCl в породах пласта Б, %;

X_3 – содержание $MgCl_2$ в пласте Б, %;

X_4 – содержание NaCl в пласте Б, %;

X_5 – содержание Br в пласте Б, %;

X_6 – содержание $CaSO_4$ в пласте Б, %;

X_7 – содержание нерастворимого остатка в пласте Б, %.

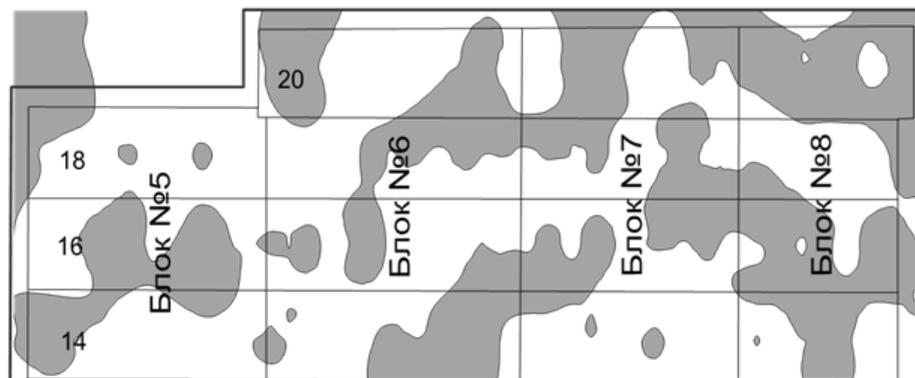


Рис. 2. Прогнозная карта зон, опасных по ГДЯ из кровли пласта АБ, на шахтном поле рудника БКПРУ-2 по новым данным

Как видно из рис. 2, пласт АБ в пределах северо-западной части шахтного поля рудника БКПРУ-2 относится к зонам, опасным по ГДЯ, на границах блоков, панелей и шахтного поля. В центре 5-го блока 16 панели зона, опасная по ГДЯ, вероятнее всего, из-за присутствия в составе пород пласта АБ смешанных солей. Можно отметить, что зон, опасных по ГДЯ, на пласте АБ наблюдается гораздо меньше, чем на пласте КрII.

Заключение

На основе свежих результатов геологоразведочных работ и с использованием решающих правил прогноза зон, опасных по ГДЯ, для шахтного поля рудника БКПРУ-2, построены уточненные карты зон, опасных по ГДЯ, для пластов КрП и АБ в пределах 22 западной панели шахтного поля рудника БКПРУ-2.

Список литературы

1. Андрейко С.С., Лукьянец Ю.В. Анализ факторов газоносности и тектонического строения сильвинитовых пластов в надвиговых и сдвиговых зонах шахтных полей рудников БКПРУ-2 и БКПРУ-4 ПАО «Уралкалий»//Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2017. № 6. С. 31-40.

2. Специальные мероприятия по безопасному ведению горных работ на руднике БКПРУ-2 ПАО «Уралкалий» в условиях «газового режима»: коллектив авторов под общ.ред. сотрудников «ГИ УрОРАН»; Пермь – Соликамск, 2019.С.97.

3. П.В. Долгов, Г.Д. Полянина, А.Н. Земсков. Методы прогноза и предотвращения газодинамических явлений в калийных рудниках – Наука Казахской ССР, 1987.

4. Андрейко С.С. Механизм образования очагов газодинамических явлений в соляном породном массиве. Пермь: Изд.-во Пермского гос. техн. ун та, 2008. – 196 с

5. Проскуряков Н. М., Ковалев О. В., Мещеряков В. В. Управление газодинамическими процессами в пластах калийных руд: М.: Недра, 1988.

6. Андрейко С.С. Газодинамические явления в калийных рудниках: методы прогнозирования и способы предотвращения: учеб. пособие. – Пермь: Изд.-во Перм. гос. техн. ун-та, 2007. – 219 с.

Об авторах

Дудин Александр Константинович (Пермь, Россия) - студент кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых» ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», 614990, Комсомольский проспект, 29, г. Пермь, Россия, e-mail: a.c.a.b_neon@mail.ru

Иванов Олег Васильевич (Пермь, Россия) - кандидат технических наук, доцент кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых» ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», 614990, Комсомольский проспект, 29, г. Пермь, Россия, e-mail: miner200@mail.ru

About the authors

Dudin Alexander Konstantinovich, student of Department of Mineral Deposits Development of Perm National Research Polytechnic University, 614990, Komsomolsky Prospekt, 29, Perm, Russia, e-mail: a.c.a.b_neon@mail.ru

Ivanov Oleg Vasilievich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of Department of Mineral Deposits Development of Perm National Research Polytechnic University, 614990, Komsomolsky Prospekt, 29, Perm, Russia, e-mail: miner200@mail.ru

РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО НОРМАЛИЗАЦИИ ТЕПЛОВОГО РЕЖИМА УЧАСТКА ШАХТНОГО ПОЛЯ ГЛУБОКОГО РУДНИКА НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА

О.И. Карманов

Пермский национальный исследовательский
политехнический университет, г. Пермь, Россия

В статье представлены результаты моделирования тепловой модели участка шахтного поля глубокого рудника. Согласно результатам моделирования температура воздуха в некоторых участках шахтного поля превышает предельное значение $+26\text{ }^{\circ}\text{C}$. В целях снижения температуры рудничного воздуха в работе проведены исследования, направленные на нормализацию теплового режима рудника.

Ключевые слова: рудник, моделирование, вентиляция, кондиционирование воздуха, тепловой режим.

DEVELOPMENT OF MEASURES TO NORMALIZE THERMAL CONDITIONS OF A SECTION OF THE MINING FIELD OF A DEEP MINE BASED ON THE APPLICATION OF AIR CONDITIONING SYSTEMS

O.I. Karmanov

Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russia

The article presents the results of modeling a thermal model of a section of the mine field of a deep mine. According to the modeling results, the air temperature in some areas of the mine field exceeds the limit value of $+26\text{ }^{\circ}\text{C}$. In order to reduce the temperature of the mine air, research was carried out aimed at normalizing the thermal regime of the mine.

Keywords: mine, modeling, ventilation, air conditioning, thermal regime.

Введение

С каждым годом условия ведения горных работ становятся сложнее из-за геолого-технических факторов. Это приводит к ухудшению условий труда горнорабочих, в частности повышение температуры рудничного воздуха.

При строительстве новых выработок помимо прочих задач, необходимо принять комплекс технических решений по обеспечению безопасных условий труда рабочих, в том числе и обеспечение безопасных микроклиматических условий. Принятие мер по обеспечению безопасности труда рабочих осуществляется на всех этапах жизненного цикла рудника – от проектирования до момента эксплуатации. На этапе проектирования для определения наиболее подходящих мер применяются различные прогнозные расчеты, в том числе и с использованием моделей, построенных в различных программных продуктах. Таким образом, целью работы является разработка теплового режима шахтного поля глубокого рудника для расчета прогнозного теплораспределения по выработкам.

Разработка тепловой модели

Основой для теплофизической модели рудника служила построенная ранее вентиляционная модель. Вентиляционная модель строилась по схемам рудника, для выработок также указаны такие параметры как: тип выработки, площадь сечения, скорость воздуха и так далее.

Параметры вкладки «Общее» теплофизической модели представлены на рис. 1.

На этой вкладке были выставлены временные параметры: шаг по времени, который был принятым равным 1 секундой для получения наиболее точных результатов, а также конечное время.

Для инициализации модели были выбраны модельные параметры. Параметры вкладки «Факторы» представлены на рис. 2.

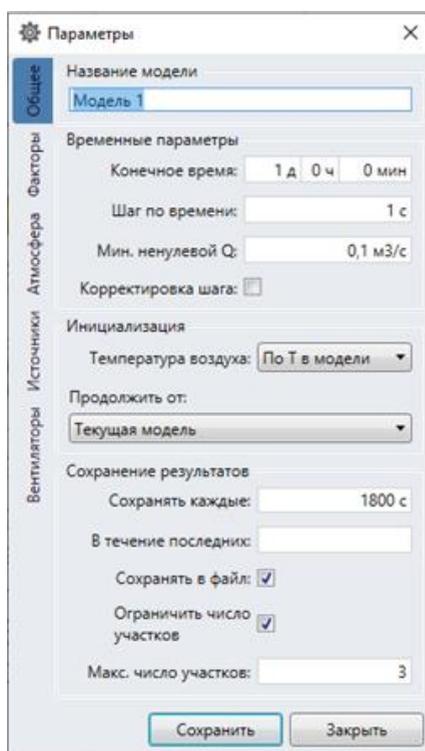


Рис. 1. Параметры модели; вкладка «Общее»

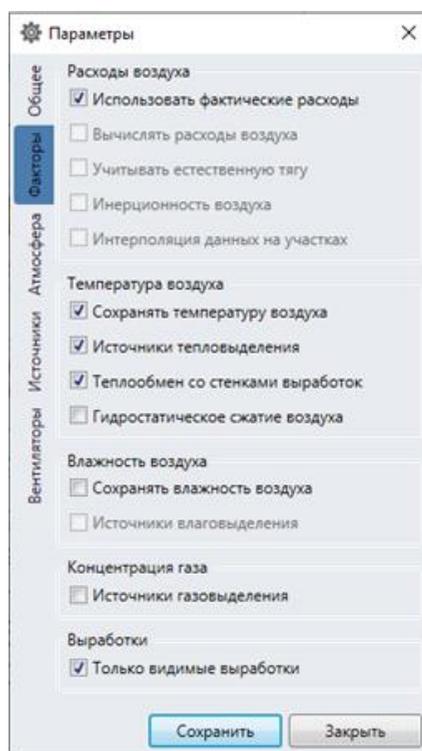


Рис. 2. Параметры модели; вкладка «Факторы»

Для отслеживания параметров температуры воздуха был выбран соответствующий пункт. Так как в модели добавлены источники тепловыделения, то в модели они тоже учитываются. Параметры вкладки «Атмосфера» представлены на рис. 3.

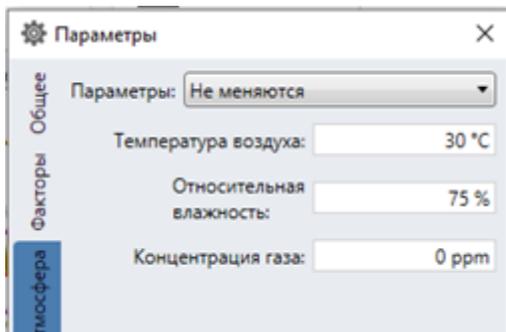


Рис. 3. Параметры модели; вкладка «Атмосфера»

Так как рудник разрабатывается на достаточно большой глубине, то и температура воздуха достаточно высокая.

Результаты моделирования представлены на рис. 4.



Рис. 4. Результаты моделирования

Согласно цветовой градации, указанной на рисунке, можно отметить, что большинство выработок окрашены красным цветом, то есть температура воздуха находится выше 26 °С.

Анализ результатов моделирования

Полученные результаты моделирования говорят о том, что температура воздуха в большей части выработок не соответствует требованиям безопасности, так как находится выше 26 °С.

При этом, обратив внимание на направление движения воздуха, можно отметить, что температура воздуха, поступающая в выработки, находится в пределах 20°С, однако далее, проходя через выработки, температура может доходить до 30°С.

Полученные результаты соотносятся с работой Зайцева А.В. [2], где в рамках наблюдений были также отмечены высокие температуры рудничного воздуха (рис. 5).

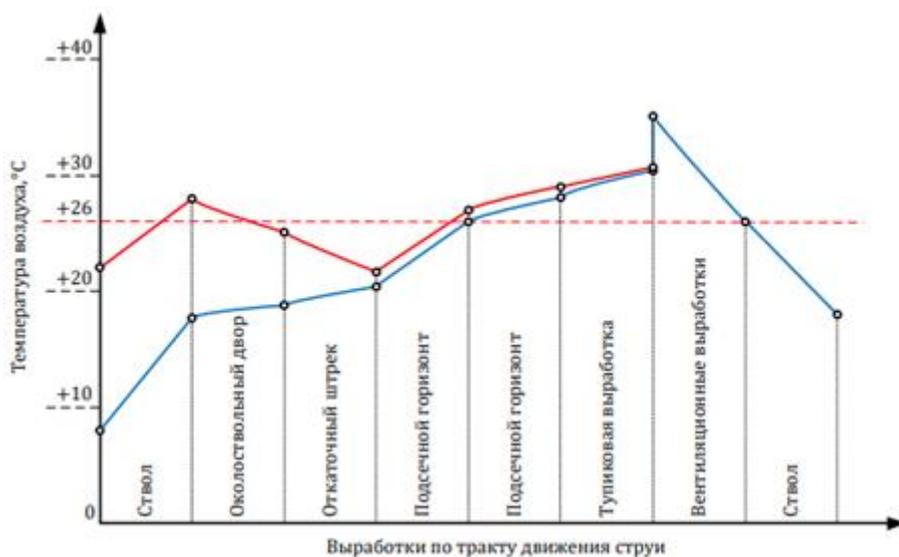


Рис. 5. Распределение температуры воздуха в холодный (синий график) и теплый (красный график) периоды года по тракту движения воздуха в руднике «Таймырский»

На температуру также влияют источники тепловыделения, что логично, так как они также повышают температуру воздуха в выработке (рис. 6).



Рис. 6. Влияние бурильной установки на температуру воздуха в выработке

Таким образом, учитывая результаты моделирования, можно отметить, что высокие температуры в горных выработках рудника «Таймырский» являются проблемой, на которую следует обратить внимание. Можно выявить несколько причин возникновения данной проблемы.

1) Глубина ведения горных работ превышает 1000 метров, это является одним из основных факторов формирования неблагоприятных микроклиматических условий в руднике, так как с увеличением глубины возрастает и температура породного массива (согласно геотермии глубоких месторождений (по Ю.В. Шувалову) температура пород составляет $+39^{\circ}\text{C}$).

2) При анализе результатов моделирования отмечено, что в результате теплообмена с окружающим породным массивом, а также из-за техногенных источников тепловыделения в выработках, температура воздуха также становится выше нормы, при этом температура поступающего воздуха в пределах нормы.

С учетом всего вышесказанного, следует вывод, что необходимо принимать меры по нормализации теплового режима. В целях нормализации параметров микроклимата, оценивается эффективность внедрения систем кондиционирования воздуха.

Обзор систем кондиционирования воздуха

Под кондиционированием воздуха понимают совокупность различных мероприятий, направленных на улучшение атмосферных условий. Чаще под кондиционированием подразумевают только охлаждение воздуха.

Искусственное охлаждение воздуха, поступающего в рудник, осуществляется различными способами:

1) местным охлаждением передвижными холодильными машинами (применяют обычно при проходке выработок);

2) общим охлаждением на поверхности всего воздуха, поступающего в рудник (охлаждение воздуха осуществляется в аммиачных холодильных установках); этот способ малоэффективен, так как воздух на пути следования снова нагревается;

3) охлаждением на поверхности рассолов, поступающих в рудник; в воздухоохладителе они понижают температуру воздуха;

4) холодильной установкой, расположенной под землей; при этом могут быть два варианта: все узлы установки расположены под землей или система охлаждения конденсатора вынесена на поверхность.

В подземных холодильных установках применяют различные разновидности газа фреона [3].

При проектировании систем кондиционирования воздуха (СКВ) в рудниках необходимо учитывать множество различных факторов. Одним из таких является глубина рудников. В зависимости от глубины рудника можно выделить следующие варианты расположения СКВ: поверхностные СКВ, подземные и поверхностно-подземные.

1. Поверхностные системы кондиционирования

Данный вариант расположения эффективен только при небольшой (порядка 500 м) глубине шахты (рудника). Связано это с тем, что при поступлении воздуха в воздухоподающий ствол происходит его нагрев вследствие возрастающего барометрического давления. При данной глубине, как было указано выше, температура горных пород составляет порядка 8–11 °С.

Следовательно, воздух в горных выработках будет вновь охлаждаться. При этом будут соблюдаться условия по тепловому режиму для осуществления работ. Если в СКВ воздух был охлажден до тем-

пературы, при которой происходит его осушение, влага на стенках горных выработок выпадать не будет.

Если же рассматривать рудники, где добыча полезных ископаемых проводится на больших глубинах, то использование поверхностных систем кондиционирования воздуха без дополнительных технических мероприятий позволяет нормализовать температуру воздуха лишь в районе выработок околоствольных дворов и главных воздухоподающих выработок.

Для эффективного охлаждения воздуха непосредственно в очистных и подготовительных выработках, а также их забоев, необходима разработка дополнительных технических мероприятий, направленных на уменьшение нагрева воздуха при его дальнейшем движении по воздухоподающим выработкам горизонтов [2].

2. Подземные системы кондиционирования

Данный вариант используется в основном на глубоких шахтах и рудниках. Для этой цели используются передвижные подземные СКВ, устанавливаемые непосредственно в горных выработках, в которых ведутся работы. На неглубоких подземных горнодобывающих предприятиях данные установки не применяются.

С целью экономии энергетических ресурсов, при осуществлении воздухоподготовки в теплое время года, разрабатывались различные способы охлаждения воздуха: охлаждение воздуха льдом, применение геотермальных насосов, пропускание воздуха через выравнивающие каналы и т.д. Однако для условий неглубоких шахт и рудников (особенно соляных) не все вышеприведенные способы применимы, а ряд из них имеют малый КПД и, следовательно, затрачивают значительное количество электроэнергии на свою работу. Плюсы данной СКВ меньшие потери при транспортировке хладоносителя по трубопроводам.

3. Поверхностно-подземные системы кондиционирования

Поверхностно-подземные системы кондиционирования могут применяться как в неглубоких, так и глубоких (более 1000 м) рудниках. Отмечается, что данный вариант расположения СКВ также помогает повысить энергетическую эффективность воздухоподготовки.

В настоящее время наиболее эффективными в охлаждении большого объема воздуха являются парокompрессорные холодильные установки. Они представляют собой комплекс основных и вспо-

могательных функциональных блоков, объединенных в единую систему трубопроводами, запорно-регулирующей арматурой, средствами контроля, защиты и управления. Общий вид парокомпрессорной холодильной установки приведен на рис. 7.

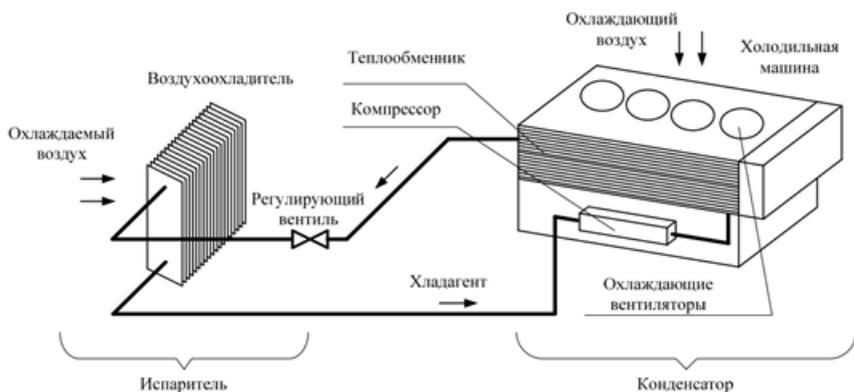


Рис. 7. Структурная схема парокомпрессорной холодильной установки

В испарителе хладоноситель кипит за счет тепла, отнимаемого от охлаждаемого воздуха. Далее по трубопроводу хладоноситель в газообразном состоянии поступает в компрессор конденсатора СКВ, где он сжимается. Сжатие сопровождается соответствующим повышением температуры. В теплообменниках конденсатора хладоноситель охлаждается до температуры насыщения и, конденсируясь, переходит в жидкое состояние. Тепло нагрева и конденсации отводится охлаждающей средой за счет охлаждающих вентиляторов. Для регулирования давления хладоносителя в трубопроводе предназначен регулируемый вентиль.

Для применения поверхностно-подземной СКВ не понадобится проходить дополнительные выработки для ее размещения, сбрасывать избыточные тепловыделения в руднике.

Теплый воздух, нагретый в конденсаторе подземной СКВ, предлагается выбрасывать в исходящую по вентиляционному стволу струю воздуха, повышая ее температуру. В случае небольшой глубины под-

земного горнодобывающего предприятия (до 500 м) в одной из главных вентиляционных выработок, подходящих к вентиляционному стволу, может быть размещен конденсатор поверхностной СКВ, который будет «выбрасывать» в вентиляционный ствол, нагретый в процессе работы конденсатора поверхностной СКВ поток воздуха [4].

Моделирование технических решений по нормализации теплового режима залежей С-3, С-4

Для большей наглядности сменим градацию цветов: на минимальной отметке установим отметку 20 °С, на максимальную отметку - 26°С (рис. 8). Отметка 26°С – максимально допустимая температура в горной выработке, регламентированная ПБ.

Сменив градацию, можно отметить, что поступающий воздух – находится в пределах нормы (20°С). Также, учитывая большую протяженность выработок, глубину выработок, а также стадию, которая была смоделирована (4 ПК – стадия максимальной добычи), становится очевидно, что охлаждение поступающего воздуха не является эффективным мероприятием нормализации теплового решения. Объясняется это тем, что при прохождении воздуха по выработкам, происходит теплообмен с породным массивом и температура увеличивается. Также нельзя забывать про влияние источников тепловыделения.

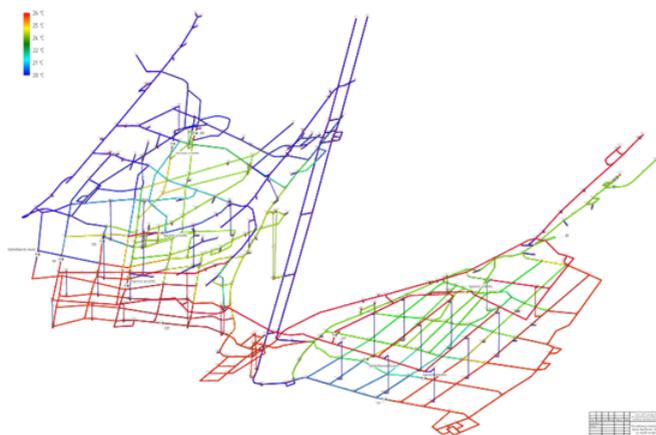


Рис. 8. Тепловая модель залежей С-3, С-4

С учетом вышеуказанных факторов, следует вывод, что для изменения ситуации и снижения температуры воздуха, необходимо использовать дополнительные средства.

На основе анализа различных мероприятий по нормализации теплового режима сделан вывод, что наиболее эффективным методом является местное кондиционирование рабочих зон.

По представленной схеме можно сделать вывод, что система местного кондиционирования рабочих зон позволяет снизить температуру до норм, допустимых законодательством. Единично наблюдаются небольшие превышение менее чем на 2°C.

Подобная система позволяет охлаждать воздух в наиболее «горячих» участках – там, где находятся источники тепловыделения. По результатам моделирования метод эффективен, однако в дальнейшем необходимо произвести более детальные расчеты и подбор оборудования. Также, данное решение является довольно затратным в виду необходимости закупки достаточного количества оборудования.

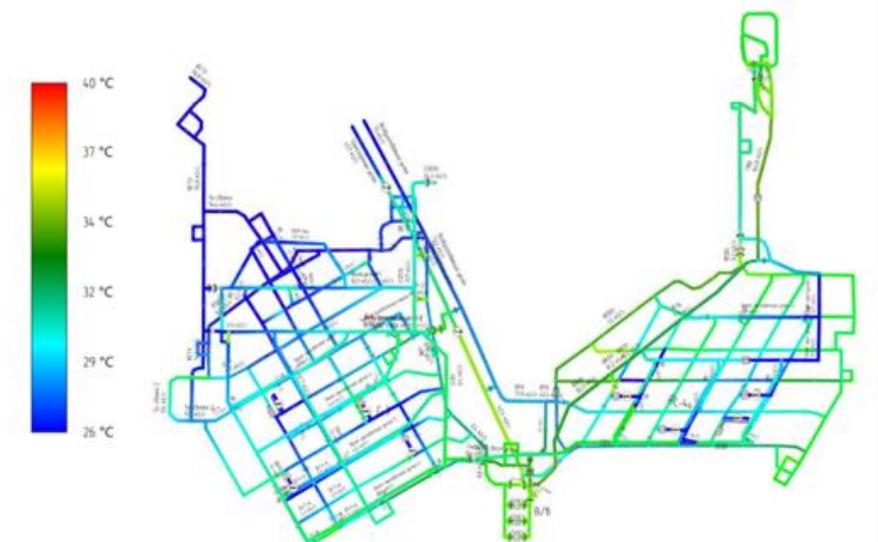


Рис. 9. Тепловая модель с местным кондиционированием рабочих зон

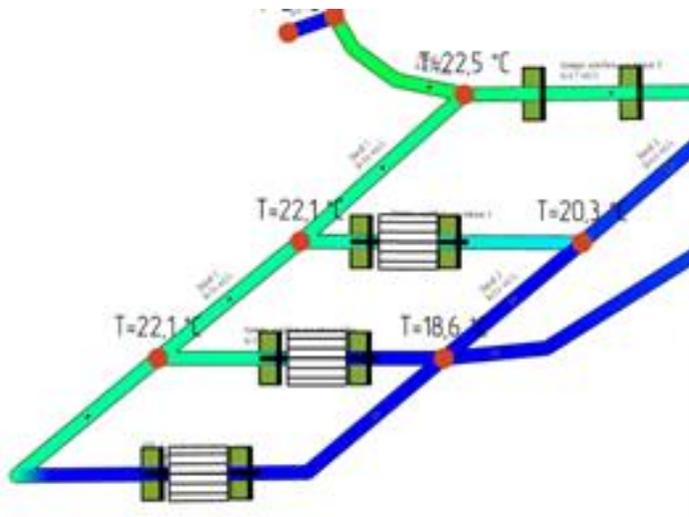


Рис. 10. Участок тепловой модели

Заключение

Цель данной работы заключалась в построении теплового режима участка шахтного поля глубокого рудника на основе применения систем кондиционирования воздуха.

В рамках работы было выполнено следующее:

1) Разработана тепловая модель залежей с помощью аналитического комплекса «АэроСеть»; смоделирована ситуация теплораспределения по выработкам;

2) Проанализированы результаты моделирования; отмечено, что на части участков наблюдается температура воздуха, которая выше предельно допустимых законодательством норм;

3) Для поиска решения приведен обзор систем кондиционирования, их виды и типовые примеры; проведен анализ литературы на предмет применимости систем;

В аналитическом комплексе «АэроСеть» сформирована модель теплораспределения со средствами кондиционирования; отмечено, что наиболее эффективным решением является система местного кондиционирования рабочих зон.

Список литературы

1. Рудник «Таймырский» реализует проекты по восполнению сырьевой базы // Норникель [Электронный ресурс] – 2023 – Режим доступа: <https://www.nornickel.ru/news-and-media/press-releases-and-news/rudnik-taymyrskiy-realizuet-proekty-po-vozpomeniyu-syrevooy-bazy/>
2. Зайцев А. В. Научные основы расчёта и управления тепловым режимом подземных рудников: дис... д-ра техн. наук. – Пермь, 2019. – 247 с.
3. Комаров В.Б., Килькеев Ш. Х. Рудничная вентиляция – М., «Недра», 1979 – 416 с.
4. Николаев А.В. Вариант применения системы кондиционирования воздуха в неглубоких подземных горнодобывающих предприятиях // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Геология. Нефтегазовое и горное дело. – 2014. – № 13. – С. 93–98

Об авторе

Карманов Олег Игоревич (Пермь, Россия) – студент кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых» ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», 614990, Комсомольский проспект, 29, г. Пермь, Россия, e-mail: Olegkarmanov@icloud.com

About the author

Karmanov Oleg Igorevich, student of Department of Mineral Deposits Development of Perm National Research Polytechnic University, 614990, 29 Komsomolsky Prospekt, Perm, Russia, e-mail: Olegkarmanov@icloud.com

ГРАФИЧЕСКОЕ ПОСТРОЕНИЕ ПАСПОРТА ПРОЧНОСТИ ПО КРУГАМ МОРА ДЛЯ СИЛЬВИНИТОВЫХ ПОРОД ГЛУБОКОГО КАЛИЙНОГО РУДНИКА

Д.В. Напарьина, Н.Л. Бельтюков, Д.А. Поспелов

Пермский национальный исследовательский
политехнический университет, г. Пермь, Россия

В работе представлен краткий обзор методики проведения испытаний сильвинитовых горных пород (232 образца) на электромеханическом и гидравлическом оборудовании на одноосное сжатие и растяжение. При обработке результатов проведенных экспериментов использовался пакет описательной статистики с дальнейшей корректировкой количества образцов. Построен паспорт прочности по критерию Кулона–Мора, анализируя который, были определены: коэффициент сцепления – 3,74 МПа, угол внутреннего трения – 54° и максимальное касательное напряжение – 63,6 МПа.

Ключевые слова: паспорт прочности, критерий прочности Кулона–Мора, испытания на одноосное сжатие, испытания на растяжение математическая статистика

GRAPHICAL CONSTRUCTION OF A STRENGTH PASSPORT BY MOHR CIRCLES FOR SILVINITE ROCKS OF A DEEP POTASH MINE

D.V. Naparina, N.L. Belyukov, D.A. Pospelov

Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russia

The paper presents a brief overview of the methodology for testing silvinitic rocks (232 samples) on electromechanical and hydraulic equipment for uniaxial compression and tension. When processing the results of the conducted experiments, a package of descriptive statistics was used with further adjustment of the number of

samples. A strength passport was constructed according to the Coulomb-Mohr criterion, analyzing which the following were determined: the coefficient of adhesion – 33,9, the angle of internal friction – 54 ° and the maximum tangential stress – 63,6 МПа.

Keywords: strength passport, Coulomb-Mohr strength criterion, uniaxial compression tests, tensile tests mathematical statistics

Введение

При разработке месторождений полезных ископаемых для характеристики геомеханических процессов в массиве горных пород используются различные критерии прочности [1–5]. Критерии прочности представляет собой зависимость напряженно-деформированного состояния массива горных пород и его механических свойств. На основе существующих критериев строится паспорт прочности пород, представляющий собой комплекс показателей, которые характеризуют прочность горного массива под воздействием различных механических факторов. Паспорт прочности рассчитывается и строится по результатам испытаний образцов и позволяет оценить условия разрушения пород в различных напряженных состояниях [6]. Одним из наиболее распространенных критериев прочности является критерий Кулона-Мора, представляющий собой зависимость касательных напряжений от величины приложенных нормальных.

В данной работе представлены результаты испытаний образцов сильвинитовых пород одного из глубоких калийных рудников, которые использовались для построения паспорта прочности по кругам Мора.

Проведение испытаний на одноосное сжатие

Определение физико-механических свойств сильвинитовых пород проводилось в соответствии с действующими стандартами [7–9].

Лабораторные испытания проводились в режиме одноосного нагружения на электромеханическом прессе Zwick/Z250 с предельной нагрузкой – 250 кН (рис. 1, *а*), позволяющем проводить испытания (рис. 1, *б*) с заданной скоростью деформирования и с автоматической регистрацией результатов эксперимента.



a



б

Рис. 1. Лабораторное оборудование для проведения испытаний на одноосное сжатие (электромеханический пресс Zwick/Z250 (*a*));
Примеры испытания образцов (*б*)

Проведение испытаний на растяжение

Предел прочности на растяжение определялся методом раскалывания породных пластин клиньями. Испытания проводились на ручном гидравлическом прессе Т. 10 (рис. 2). Это один из распространенных методов определения прочности горных пород на разрыв. Сущность метода состоит в испытании образца пластинообразной формы на сжатие линейно сосредоточенной нагрузкой с двух сторон между клиньями (рис. 2). Такая нагрузка вызывает разрыв образца на две части по поверхности, проходящей вдоль контакта породы с линейно сосредоточенной сжимающей нагрузкой.

Статистический анализ результатов испытаний образцов на одноосное сжатие и растяжение

В данной работе статистический анализ использовался при обработке результатов испытаний сильвинитовых образцов на одноосное сжатие и растяжение. Из отобранного керна соляных пород со скважин было изготовлено и испытано 77 образцов для одноосного сжатия и 155 – для растяжения. Некоторые из полученных результатов представлены в табл. 1 и табл. 2.



а



б

Рис. 2. Установка определения по растяжению (гидравлический пресс Т.10) (*а*); примеры расколотых пластин образцов клиньями (*б*)

Таблица 1

Часть результатов испытаний образцов на одноосное сжатие

Скважина	h, мм	d, мм	h/d	$\sigma_{сж}$, МПа
2	33	68	0,49	27,24
	36	69	0,52	28,04
	36	69	0,52	28,62
	36	68	0,53	27,50
	36	68	0,53	32,06
	61	65	0,94	23,85
	65	65	1,00	29,08
	66	65	1,02	27,05
	85	65	1,31	24,21
	90	65	1,38	19,75
	96	65	1,48	27,25
	134	71	1,89	24,24

Таблица 2

Часть результатов испытаний образцов на растяжение

Скважина	Длина, мм	Высота, мм	N, кН	σ_p , МПа
9	72,1	16	2,55	2,21
	37,5	16	1,47	2,45
	29	16	1,22	2,63
	72,2	20,5	2,71	1,83
	42,4	20,5	1,37	1,58
	40,7	20,5	2,13	2,55
	72,3	18,7	2,43	1,80
	38	18,7	0,86	1,21
	38,5	18,7	1,29	1,79

При помощи пакета описательной статистики в Microsoft Excel были получены величины, которые использовались для анализа полученных данных (табл. 3 и табл. 4).

Таблица 3

Данные описательной статистики для одноосного сжатия

Среднее арифметическое	25,88
Стандартная ошибка	0,386
Медиана	26,23
Стандартное отклонение	3,385
Дисперсия выборки	11,46
Минимальное значение	18,69
Максимальное значение	32,58
Доверительный интервал	min – 22,85 max – 29,62

Таблица 4

Данные описательной статистики для растяжения

Среднее арифметическое	2,092
Стандартная ошибка	0,035
Медиана	2,124
Стандартное отклонение	0,444
Дисперсия выборки	0,197
Минимальное значение	0,721
Максимальное значение	3,548
Доверительный интервал	min – 1,68 max – 2,57

Далее произведено сравнение значений, полученных при определении пределов прочности на сжатие и растяжение с границами доверительных интервалов. Значения, не входящие в границы, удаляются из дальнейших операций. Таким образом количество образцов для одноосного сжатия составило 48 шт., а для растяжения – 106 шт. По оставшимся полученным значениям строится паспорт прочности сильвинитовых пород: $A_{\sigma_{сж}} = 26,13$ МПа и $A_{\sigma_{р}} = 2,14$ МПа (Рисунок 3).

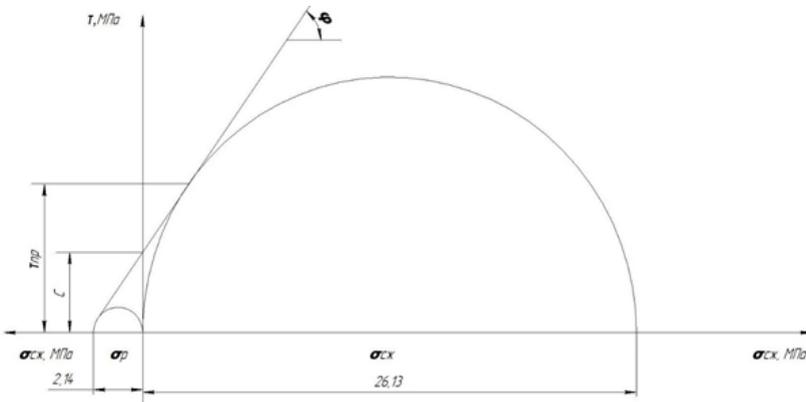


Рис. 3. Графическое построение паспорта прочности (масштаб 1:1)

Проведя анализ рисунка 4, были определены: коэффициент сцепления $C = 3,74$ МПа; угол внутреннего трения $\varphi = 54^\circ$ и предельное касательное напряжение ($\tau_{\text{пр}}$) в случае одноосного сжатия, которое определяется по формуле (1):

$$\tau_{\text{пр}} = \frac{1}{2} \sigma_{\text{сж}} \cdot \cos \varphi = 7,67 \text{ МПа} \quad (1)$$

Выводы

1. Определены физико-механические свойства сильвинитовых пород, отобранных на одном из глубоких калийных рудников. Испытано 77 образцов на одноосное сжатие на прессе Zwick/Z250 и 155 образцов на растяжение на ручном гидравлическом прессе Т. 10.

2. При анализе испытаний на одноосное сжатие и растяжение сильвинитовых образцов использовался статистический анализ, по результатам которого было исключено 29 образцов для сжатия и 49 образцов для растяжения.

3. Построен паспорт прочности по критерию Кулона-Мора, основанный на зависимости касательных напряжений от нормальных.

4. При анализе графического представления паспорта прочности определены: коэффициент сцепления – 3,74, угол внутреннего трения – 54° и максимальное касательное напряжение – 7,67 МПа.

5. Полученные результаты будут использованы в качестве исходных данных при геомеханическом обеспечении ведения горных работ на одном из калийных рудников России.

Список литературы

1. Еременко В. А., Айнбиндер И. И., Пацкевич П. Г., Бабкин Е. А. Оценка состояния массива горных пород на рудниках ЗФ ОАО «ГМК «Норильский никель» // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2017. – № 1. – С. 5–17.

2. Paul A., Murthy V. M. S. R., Prakash A., Singh A. K. Estimation of rock load in development workings of underground coal mines. A modified RMR approach current science, 114(10), 2018.pp. 2167–2174.

3. Протосеня А. Г., Вербило П. Э. Оценка прочности блочного массива методом численного моделирования // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. – 2016. – № 4. – С. 47–54.

4. Bahrani N., Hadjigeorgiou J. Influence of Stope Excavation on Drift Convergence and Support Behavior: Insights from 3D Continuum and Discontinuum // Models Rock Mechanics and Rock Engineering. 2018. pp. 1–19.

5. Лушников В. Н., Сэнди М. П., Еременко В. А., Коваленко А.А., Иванов И. А. Методика определения зоны распространения повреждения породного массива вокруг горных выработок и камер с помощью численного моделирования // Горный журнал. – 2013. – № 12. – С. 5–17.

6. Хажылылай Ч.В., Еременко В.А., Косырева М.А., Янбеков А.М // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2018. № 12. – С. 92–101.

7. ISRM: Suggested Methods for Determining the Uniaxial Compressive Strength and Deformability of Rock Materials, 1979.

8. ГОСТ 21153.2-84. Породы горные. Методы определения предела прочности при одноосном сжатии. – М.: Изд-во стандартов, 2001. – 10 с.

9. ГОСТ 28985–91. Породы горные. Методы определения деформационных характеристик при одноосном сжатии. – М.: Изд-во стандартов, 2004. – 19 с.

Об авторах

Напарина Дарья Васильевна (Пермь, Россия) – студент кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых» ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» 614990, г. Пермь, Комсомольский проспект, д. 29, e-mail: naparina00@bk.ru

Николай Леонидович Бельтюков (Пермь, Россия) – доцент кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых» ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» 614990, г. Пермь, Комсомольский проспект, д. 29, e-mail: bnl@mi-perm.ru

Дмитрий Андреевич Поспелов (Пермь, Россия) – ассистент кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых» ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» 614990, г. Пермь, Комсомольский проспект, д. 29, e-mail: dimapospelov@gmail.com

About authors

Naparina Darya Vasilyevna (Perm, Russia) – student of Department of Mineral Deposits Development of Perm National Research Polytechnic University, Perm, Komsomolsky Prospekt, 29, 614990, Perm, e-mail: naparina00@bk.ru

Nikolay Leonidovich Beltyukov (Perm, Russia) – Associate Professor of Department of Mineral Deposits Development of Perm National Research Polytechnic University, Komsomolsky Prospekt, 29, Perm, 614990, e-mail: bnl@mi-perm.ru

Dmitry Andreevich Pospelov (Perm, Russia) – Assistant of Department of Mineral Deposits Development of Perm National Research Polytechnic University, Perm, Komsomolsky Prospekt, 29, 614990, Perm, e-mail: dimapospelov@gmail.com

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ ГАЗОНОСНОСТИ И ГАЗОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОРОД КРОВЛИ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК В УСЛОВИЯХ 1А ЗАПАДНОГО ВЫЕМОЧНОГО СТОЛБА НА ШАХТНОМ ПОЛЕ РУДНИКА ЗРУ ОАО «БЕЛАРУСЬКАЛИЙ»

П.С. Сергеев¹, Н.А. Литвиновская²

¹ Пермский национальный исследовательский политехнический университет, г. Пермь, Россия

² Горный институт УрО РАН, г. Пермь, Россия

В статье рассматриваются математические методы, которые используются для обработки результатов исследований в расчетах горных дисциплин. С помощью статистических критериев произведен анализ замеров газоносности и газодинамических характеристик пород кровли подготовительных выработок в условиях 1а западного выемочного столба на шахтном поле рудника ЗРУ ОАО «Беларуськалий». Такие критерии, как: критерий *t*-Стьюдента, *F*-критерий Фишера, критерий К. Пирсона дали возможность произвести проверку на правильность замеров газоносности и газодинамических характеристик.

Ключевые слова: статистический критерий, критерий *t*-Стьюдента, *F*-критерий Фишера, критерий К. Пирсона, газоносность, газодинамические характеристики

ANALYSIS OF THE RESULTS OF STUDIES OF THE GAS CONTENT AND GAS DYNAMIC CHARACTERISTICS OF THE ROOF ROCKS OF PREPARATORY WORKINGS IN THE CONDITIONS OF THE 1A WESTERN EXCAVATION COLUMN IN THE MINE FIELD OF THE 3RU MINE OF JSC BELARUSKALI

P.S. Sergeev¹, N.A. Litvinovskaya²

¹ Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russia

² Mining Institute of the Ural Branch of the RAS, Perm, Russia

The article discusses mathematical methods that are used to process research results in the calculations of mining disciplines. With the help of statistical criteria, the analysis of measurements of the gas content and gas dynamic characteristics of the roof rocks of the preparatory workings in the conditions of 1a of the western excavation column at the mine field of the 3RU mine of JSC Belaruskali was carried out. Criteria such as: t-Student's criterion, Fischer's F-criterion, K. Pearson's criterion made it possible to verify the correctness of measurements of gas content and gas dynamic characteristics.

Keywords: statistical criterion, Student's t-criterion, Fisher's F-criterion, K. Pearson's criterion, gas content, gas dynamic characteristics

Введение

Статистика находит все большее применение в технике. Правильное применение математического анализа не может быть сведено к одним математическим приемам, а требует, прежде всего, предварительного теоретического анализа, хорошего знания физической сущности явления. Внедрение математической статистики в производственную практику поможет найти дополнительные пути к повышению культуры производства, эффективности использования оборудования и росту производительности труда, снижению себестоимости и увеличению рентабельности [1].

Целью данной работы является изучение математических методов в расчетах горных дисциплин, а также применение их на практике.

t-критерий Стьюдента

В математической статистике оценку малых выборок принято проводить на основе распределения Стьюдента.

В частности, на основе распределения Стьюдента можно получить надежную оценку доверительного интервала для аттестованного значения образца для контроля:

$$C \pm t_{p,f} \cdot \frac{S}{\sqrt{n}}, \quad (1)$$

где $t_{p,f}$ – табличное значение коэффициента Стьюдента, зависящее от заданной доверительной вероятности P и числа степеней свободы

$f = n - 1$; S – среднее квадратическое отклонение выборки из n результатов.

Для оценки результатов межлабораторных сравнительных испытаний целесообразно использовать следующую формулу расчета критерия Стьюдента:

$$t_i = \frac{|X_i - c|}{\sqrt{\frac{\Delta_{ат}^2}{3} + \frac{S^2}{N}}}, \quad (2)$$

где t_i – значение статистики Стьюдента для i -й лаборатории; X_i – результат испытаний i -й лаборатории; C – аттестованное значение образца для контроля; S_2 – выборочная дисперсия результатов в межлабораторных сравнительных испытаниях (далее МСИ); N – количество лабораторий-участников МСИ; $\Delta_{ат}$ – погрешность аттестованного значения образца для контроля.

Расчетное значение статистики Стьюдента t_i сравнивают с табличным значением критерия Стьюдента $t_{p,f}$ при числе степеней свободы $f = N - 1$ для доверительной вероятности $P = 0,95$ [2,3].

Критерий проверки гипотезы о виде распределения. Критерий К. Пирсона

Критерий К. Пирсона используется для проверки гипотезы о принадлежности двух выборок одной и той же совокупности.

Если $\varphi(x)$ – плотность вероятности теоретического закона, а p_1, p_2, \dots, p_k – вероятности, вычисленные согласно $\varphi(x)$ для отдельных разрядов (строк) вариационного ряда, то отклонение $\bar{P} - p_i$ по строкам служат выражением соответствия эмпирического распределения теоретическому.

В качестве критерия проверки принимают величину:

$$U = \sum_i^x c (\bar{P} - p_i)^2, \quad (3)$$

где c – веса, вводимые для учета вероятностей появления в отдельных разрядах.

Если за веса принять величины, обратно пропорциональные вероятностям разрядов, то по К. Пирсону распределение U приближается к распределению χ^2 независимо вида $\varphi(x)$

Плотность вероятности χ^2 имеет следующий вид:
 При $x > 0$

$$\varphi_{\chi^2}(x) = \frac{1}{2^{\frac{k}{2}} \Gamma(\frac{k}{2})} x^{\frac{k}{2}-1} e^{-\frac{x}{2}}. \quad (4)$$

Следовательно,

$$U = \chi^2 = \sum_1^r \frac{(\bar{P} - p_i)^2}{NP}, \quad (5)$$

где $N = \sum_1^r n_i$ при $k = r - 1$

Степень свободы:

$$k = r - c - 1. \quad (6)$$

Для сравнения теоретического и эмпирического распределений по строкам, число n_i в каждом разряде должно быть не менее 5 [4].

F-критерий Фишера

F-критерий Фишера применяется для проверки нулевой гипотезы, а именно, когда размах значений и дисперсия имеют расхождения в значениях газоности и газодинамических характеристик.

F-критерий Фишера рассчитывается по формуле:

$$F = \frac{\sigma_1^2}{\sigma_2^2}, \quad (7)$$

где σ_1^2 и σ_2^2 – соответственно большая и меньшая дисперсия выборок.

При уровне значимости 0,05 и числом совокупности n_1 и n_2 из таблицы значений F-критерия Фишера находят критическое значение и сравнивают с ранее рассчитанным:

$$F \geq F_{кр}, \quad (8)$$

где $F_{кр}$ – критическое значение [5].

Анализ газоносности и газодинамических характеристик пород кровли подготовительных выработок в условиях 1а западного выемочного столба на шахтном поле рудника ЗРУ ОАО «Беларуськалий»

Исследования газоносности и газодинамических характеристик пород кровли подготовительных горных выработок в условиях подработки проводились в транспортном и конвейерном штреках 1а западного выемочного столба (рис. 1 и 2).

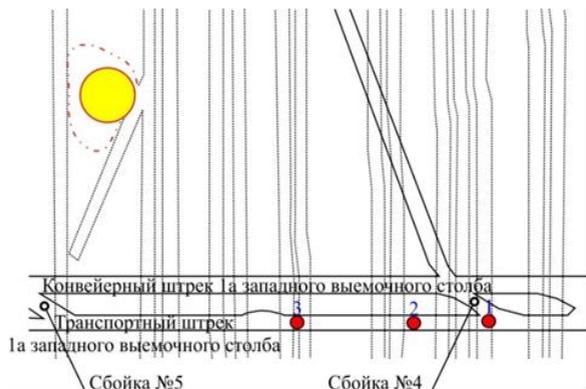


Рис. 1. Места проведения исследований газоносности и газодинамических характеристик пород кровли в условиях подработки 4 сильвинитового слоя горными работами по слоям 2, 2-3, 3 Третьего калийного пласта (сбойки № 4 и 5)

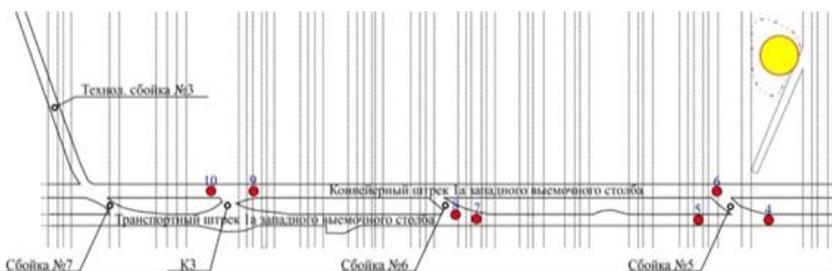


Рис. 2. Места проведения исследований газоносности и газодинамических характеристик пород кровли в условиях подработки

4 сильвинитового слоя горными работами по слоям 2, 2-3, 3
Третьего калийного пласта (сбойки № 5, № 6 и № 7)

В табл. 1 представлены значения газоносности породы кровли.

Таблица 1

Газоносность горной породы кровли в м³/м³

	скв.1	скв.2	скв.3	скв.4	скв.5	скв.6	скв.7	скв.8	скв.9	скв.10
мин	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,11	0,05	0,05	0,11	0,11
мах	6,01	0,23	0,14	0,17	6,39	8,61	0,14	2,35	4,99	0,23
сред	1,367	0,122	0,095	0,096	1,166	1,773	0,064	0,684	1,378	0,125

Среднее значение газоносности пород кровли пласта скв.6 почти в 28 раз больше чем на скв.7. При такой разнице в статистических характеристиках вариационных рядов целесообразно проверить нулевую гипотезу которая в данном случае может быть представлена следующим образом: различаются ли выборки значений газоносности пород кровли пласта в силу случайных колебаний, либо они взяты из нескольких генеральных совокупностей с различными законами распределения и, следовательно, характеризуют зоны пород кровли пласта с существенно различной газоносностью пород.

Для проверки нулевой гипотезы воспользуемся F -критерием Фишера.

Для вычисления F нужно найти отношение дисперсий двух выборок, причем так, чтобы большая по величине дисперсия находилась бы в числителе, а меньшая – в знаменателе:

$$F = \frac{\sigma_1^2}{\sigma_2^2} = F = \frac{5,839602^2}{0,000878^2}$$

Условие отказа от нулевой гипотезы является выполнение соотношения $F \geq F_{кр}$, где $F_{кр}$ – критическое значение. При уровне значимости 5 %, $k_1 = n_1 - 1 = 4$ и $k_2 = n_2 - 1 = 5$ из таблицы значений F - критерия Фишера находим критическое значение, которое равно 4,53 ($F_{кр} =$

4,53). Отсюда $F \geq F_{кр}$ и с вероятностью 0,95 можно отвергать нулевую гипотезу, которую мы ранее предполагали.

С помощью t -критерия Стьюдента проверим гипотезу, которая в данном случае может быть представлена следующим образом: различаются ли выборки значений давления свободного газа пород, в силу случайных колебаний, либо они взяты из нескольких генеральных совокупностей с различными законами распределения и, следовательно, характеризуют зоны пород кровли пласта с существенно различным давлением свободного газа.

В табл. 2 представлены значения давления свободного газа в массиве.

Таблица 2

Давление свободного газа в массиве в МПа

	скв.1	скв.2	скв.3	скв.4	скв.5	скв.6	скв.7	скв.8	скв.9	скв.10
мин	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19
мах	0,313	0,191	0,191	0,19	0,323	0,38	0,19	0,23	0,288	0,192
сред	0,213	0,191	0,190	0,190	0,209	0,220	0,190	0,200	0,208	0,190

Стандартное отклонение давления свободного газа в скважине 5 составило 0,037350916, а в скважине 4 соответственно 2,77556⁻¹⁷.

Вычисляем эмпирическое значение по формуле t -критерия Стьюдента для независимых выборок:

$$t_i = \frac{|0,190 - 0,209|}{\sqrt{\frac{(2,77556^{-17})^2}{3} + \frac{(0,037350916)^2}{11}}} = 130,625$$

Степень свободы – 11+11-2=20.

Далее пользуемся таблицей критических значений t – Стьюдента.

При уровне значимости в 1% значение критерия 2,845 во много раз меньше эмпирического значения 130,625. С вероятностью 0,99% можно отвергать нулевую гипотезу, которую мы ранее предполагали.

В табл. 3 представлены значения начальных скоростей выделения газов.

Таблица 3

Начальная скорость выделения в л/м

	скв.1	скв.2	скв.3	скв.4	скв.5	скв.6	скв.7	скв.8	скв.9	скв.10
мин	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
мах	5,19	0,57	0,41	0,29	3,77	6,18	0,2	1,82	3,87	0,38
сред	1,185	0,173	0,103	0,111	0,595	1,018	0,061	0,521	0,955	0,055

Используя критерий Пирсона, при уровне значимости 0,05 проверим согласуется ли гипотеза о нормальном распределении генеральной совокупности X по результатам выборки.

Выборочное среднее:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum x_i n_i = \frac{1}{110} 52,53 = 0,4775.$$

Выборочная исправленная дисперсия:

$$S^2 = \frac{1}{n-1} \sum (\bar{x} - x_i)^2 n_i = \frac{1}{109} (111,16146625) = 1,0198.$$

Выборочное исправленное среднее квадратическое отклонение:

$$S = \sqrt{1,0198} = 1,00985.$$

Выдвигаем гипотезу H_0 : распределение генеральной совокупности X подчинено нормальному закону с параметрами $a=0,4775$ и $\sigma=1,00985$. Проверим эту гипотезу по критерию Пирсона при уровне значимости $\alpha=0,05$.

Рассчитываем теоретические частоты n_0^i по формуле:

$$n_0^i = \frac{nh}{S} \phi(u_i),$$

где $u_i = \frac{x_i - \bar{x}}{S}$, h – шаг между вариантами,

$$\phi(u) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{u^2}{2}}.$$

Более точно рассчитаем шаг по формуле Стерджесса:

$$h = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{1 + 3,322 \lg n}, \quad (9)$$

$$h = \frac{6,18 - 0,01}{1 + 3,322 \lg 110} = 0,793 \approx 1.$$

Наблюдаемое значение критерия:

$$\chi_{\text{набл}}^2 = \sum_{i=1}^{39} \frac{(n_i - n_i^0)^2}{n_i} = 4712,753.$$

По таблице критических значений $\chi_{\text{кр}}^2$ при уровне значимости $\alpha = 0,05$ и числе степеней свободы $k = l - 3 = 39 - 3 = 36$ найдем $\chi_{\text{кр}}^2 \approx 50,998$. Так как $\chi_{\text{набл}}^2 = 4712,753 \geq \chi_{\text{кр}}^2 \approx 50,998$, нулевую гипотезу о нормальном распределении можно принять при данном уровне значимости.

Заключение

В результате исследования с помощью статистических критериев был произведен анализ газоносности и газодинамических характеристик. Было предложено обработать данные с помощью трех критериев. Проанализировав таблицу с замерами газоносности и газодинамических характеристик, использовали такие критерии, как критерий t-Стьюдента, с которым благополучно была отвергнута гипотеза о взятии значений замера давления свободного газа в массиве из нескольких генеральных совокупностей; критерий Пирсона, с которым нулевую гипотезу о нормальном распределении начальной скорости газовыделения приняли при данном уровне значимости; F-критерий Фишера, которым отвергли гипотезу о взятии значений замера газоносности пород кровли из нескольких генеральных совокупностей.

Список литературы

1. ГОСТ ИСО/МЭК 17025–2009 Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий. М.: Стандартинформ, 2012. 27 с.
2. Налимов В.В. Применение математической статистики при анализе вещества. М.: Физматиздат, 1960. 430 с.
3. Кобзарь А.И. Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. 816 с.

4. Математическая статистика в горном деле. Учебное пособие для вузов спец. “Маркшейдерское дело”, М., “Высшая школа”, 1973. 109-117 с.

5. С.С. Андрейко, Н.А. Литвиновская. Локальный прогноз зон, опасных по газодинамическим явлениям из почвы горных выработок пласта АБ на южной части шахтного поля БКПРУ-4 Верхнекамского месторождения калийных солей, 2013. 5-7 с.

Об авторах

Сергеев Павел Сергеевич (Пермь, Россия) – студент кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых» ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», 614990, Комсомольский проспект, 29, г. Пермь, Россия, e-mail: pavlik-sergeev-@bk.ru

Литвиновская Наталья Александровна (Пермь, Россия) - кандидат технических наук, научный сотрудник «Горный институт Уральского отделения Российской академии наук», 614007, Сибирская 78-а, г. Пермь, Россия, e-mail: nlitvinovskaya@mail.ru

About authors

Sergeev Pavel Sergeevich (Perm, Russia), student of Department of Mineral Deposits Development of Perm National Research Polytechnic University, 614990, 29 Komsomolsky Prospekt, Perm, Russia, e-mail: pavlik-sergeev-01@bk.ru

Litvinovskaya Natalia Aleksandrovna (Perm, Russia), Candidate of Technical Sciences, Researcher «Mining Institute of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences», 614007, Sibirskaya 78-a, Perm, Russia, e-mail: nlitvinovskaya@mail.ru.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ УГЛЕРОДНЫХ ГАЗОВ В ВЫРАБОТКАХ КАЛИЙНОГО РУДНИКА В УСЛОВИЯХ ЧАСТИЧНО ПОВТОРНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОЗДУХА

А.Н. Стариков, М.А. Александрова, А.Э. Смирнов

Горный институт УрО РАН,
г. Пермь, Россия

В работе произведен расчет выбросов углеродных газов и экономические затраты при использовании системы с рециркуляцией и без неё. Также дана оценка влияния вентиляционных систем с рециркуляцией на выбросы углеродных газов и экономические затраты.

Ключевые слова: рудник, рециркуляционное проветривание, энергоэффективность, парниковые газы.

EXPERIMENTAL RESEARCH OF GREENHOUSE GAS DISTRIBUTION IN POTASH MINE WORKINGS UNDER CONDITIONS RECIRCULATING VENTILATION

A.N. Starikov, M.A. Aleksandrova, A.E. Smirnov

Mining Institute of the Ural Branch of the RAS, Perm, Russia

The paper calculates greenhouse gas emissions and economic costs when using a system with and without recirculation. The influence of ventilation systems with recirculation on greenhouse gas emissions and economic costs is also assessed.

Keywords: mine, recirculating ventilation, energy efficiency, greenhouse gases.

Введение

В современном мире все больше набирают обороты тенденции экологического производства, в частности уменьшение выбросов углеродных газов. Проветривание рудников является одним из самых энергозатратных технологических процессов. Рост энергопотребления вызывает рост выработки электроэнергии и увеличению выбросов углеродных газов за счет сжигания топлива на тепловых электростанциях. В нашей стране основным источником большей части выбросов является энергетический сектор, где в 2018 году доля выбросов составила 78,9 % от совокупного объема выбросов [1].

Актуальность работе добавляет постановление Правительства РФ от 21.09.2019 №1228 «О принятии Парижского соглашения» [2]. Согласно которому РФ должна достичь к 2030 году выбросов углеродных газов не более 70 % от уровня 1990 года.

Одним из наиболее энергозатратных технологических процессов при разработке месторождений полезных ископаемых подземным способом является проветривание шахт. Главным образом электроэнергия затрачивается на работу систем главной вентиляционной установки и систем воздухоподготовки.

Согласно исследованиям [3–4] одним из возможных способов снижения энергозатрат на проветривание рудника является применение систем с частично-повторным использованием воздуха. Экономический эффект и целесообразность использования достигается в том случае, когда экономия электроэнергии на ГВУ будет больше, чем потребление электроэнергии вспомогательными шахтными рециркуляционными установками.

Целью работы является оценка влияния рециркуляционного проветривания не только на снижения энергозатрат на проветривание рудника, но и на выбросы углеродных газов, выделяющихся при ведении добычных работ. Для исследования была проведена газовая съёмка и построена модель вентиляционной сети калийного рудника в программно-вычислительном комплексе «Аэросеть». На основе данных, полученных при моделировании, рассчитывался экономиче-

ский эффект от использования рециркуляционного проветривания, а также объем выбросов углеродных газов.

Расчет влияния рециркуляционного проветривания на выбросы углеродных газов

Рециркуляционное проветривание представляет собой систему проветривания рудника, при которой некоторая часть исходящей струи смешивается со свежей и вновь участвует в проветривании рабочих зон. При такой схеме проветривания снижается нагрузка, приходящаяся на систему воздухоподготовки, в том числе на вентилятор главного проветривания. Для оптимизации работы рециркуляционный режим проветривания осуществляется с использованием систем автоматического управления проветриванием. Однако стоит отметить, что без разработки обоснования безопасности и дальнейшей его экспертизы использование рециркуляции запрещено Федеральными нормами и правилами в области промышленной безопасности [5].

Также хочется отметить, что горное предприятие само по себе является источником загрязнения окружающей среды, так как газы выделяемые в процессе добычи полезного ископаемого выносятся на поверхность.

К одним из основных углеродных газов относятся углекислый газ и метан. Для оценки объемов выбросов данных газов в атмосферу был рассмотрен процесс проветривания очистного забоя при работе рециркуляционной установки. Схема движения воздуха представлена на рисунке 1. Замеры производились в следующих точках:

- 1) у ствола на свежей струе (1 замер);
- 2) на свежей струе после рециркуляционной сбойки (2 замера);
- 3) на исходящей струе до рециркуляционной сбойки (6 замеров);
- 4) на исходящей струе перед вентиляционным стволом (1 замер).

Далее на схеме и графиках эти точки отмечены соответственно 1, 2, 3, 4.

Отбор проб проведен «мокрым» способом. На рисунках 2 и 3 представлены графики изменения средней концентрации газов по тракту движения воздуха.

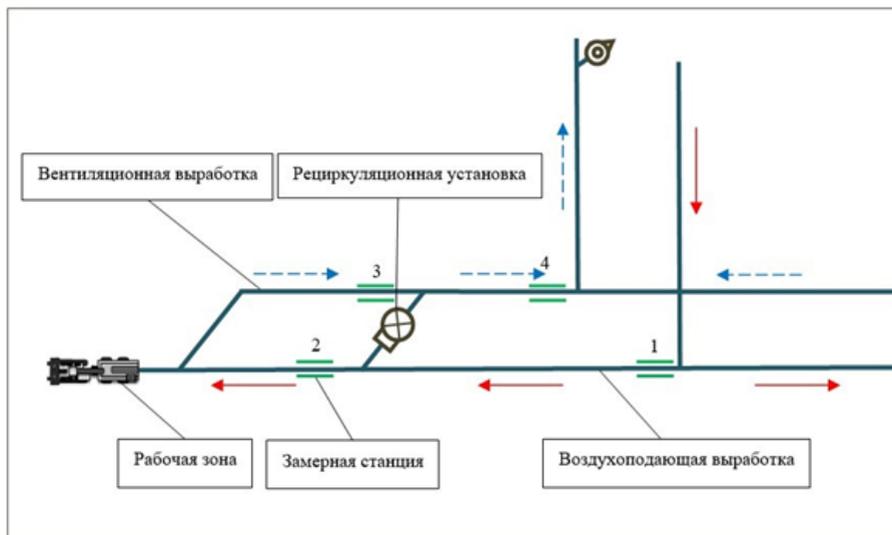


Рис. 1. Схема проведения эксперимента

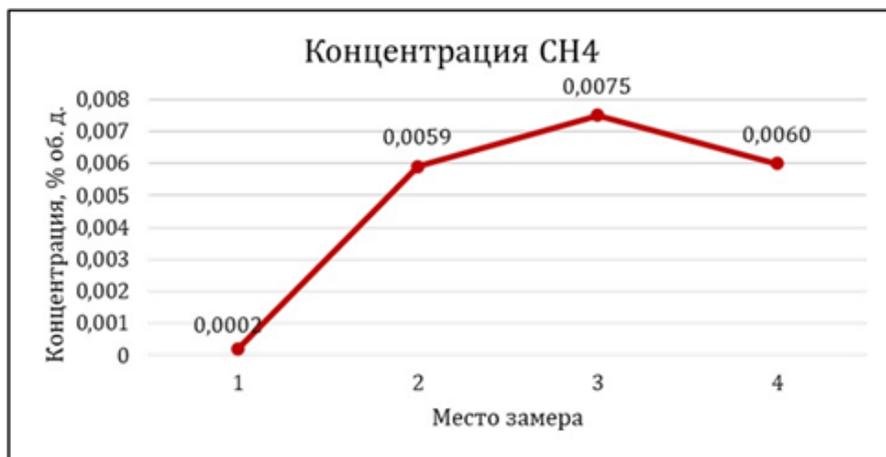


Рис. 2. График концентрации метана

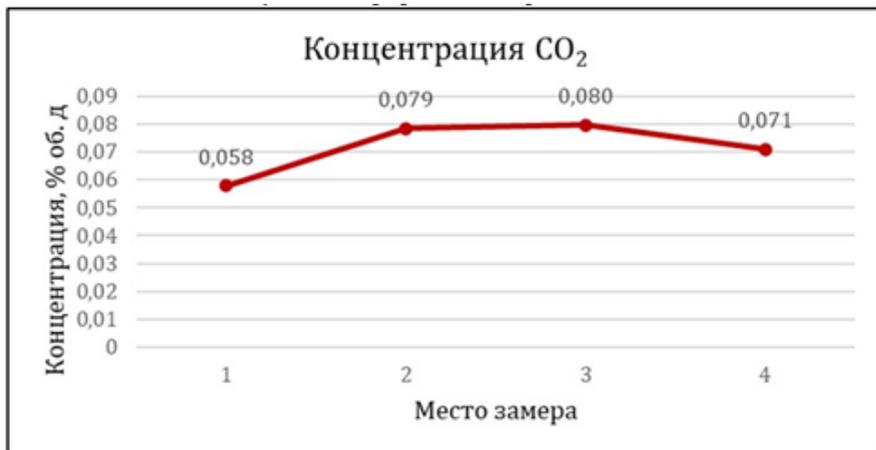


Рис. 3. График концентрации углекислого газа

Для оценки объемов выбросов был произведен пересчет CH₄ и в CO₂ эквивалент CO₂ (рис.4). Расчет производился исходя из методики количественного определения объемов выбросов парниковых газов [6].

В данном методе выбросы углеродных газов считаются с учетом потенциалов глобального потепления парниковых газов (для CO₂ GWP = 1, для CH₄ GWP = 25), результат выражается в CO₂-эквиваленте. Расчет производится по формуле:

$$E_{CO_2e,y} = \sum_{j=1}^n (E_{i,y} \times GWP) \quad (1)$$

где:

$E_{CO_2e,y}$ – выбросы парниковых газов в CO₂-эквиваленте за период y , т CO₂-эквивалента;

$E_{i,y}$ – выбросы i парникового газа за период y , т;

GWP_i – потенциал глобального потепления (GWP – global warming potential) – коэффициент пересчета величин выбросов i -парникового газа в эквивалент диоксида углерода (на горизонте 100 лет), т CO₂-эквивалента/т;

n – количество видов выбрасываемых парниковых газов;
 i – CH_4 .

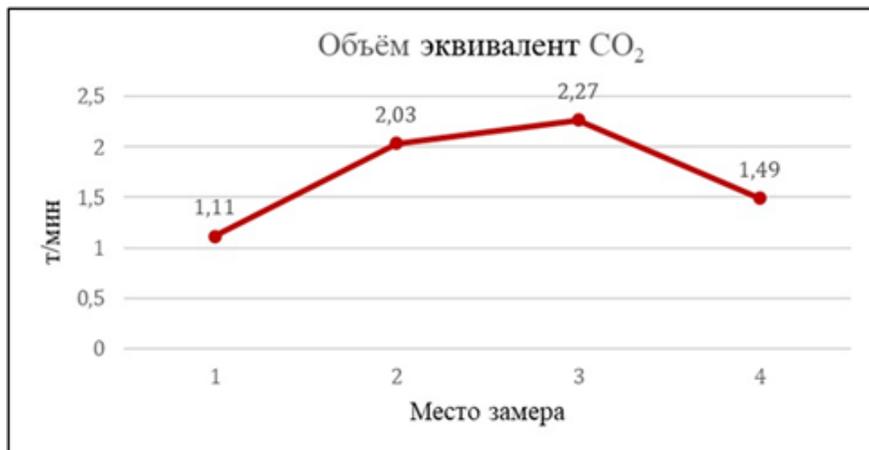


Рис. 4. График объёма углекислого газа проходящего по выработке

Из графиков видно, что после смешения свежей и исходящей струй воздуха (после рециркуляционной сбойки) концентрация углеродных газов возросла. Наибольшее значения как по углекислому газу, так и по метану, было зафиксировано на исходящей струе перед рециркуляционной установкой. Объём углеродных газов, который был бы «выброшен» в атмосферу в случае проветривания рудника без частично-повторного использования воздуха равен сумме объёма выбросов в точке 1 и приращению объёмов выбросов между точками 2 и 3. Количество углеродных газов выходящих из рудника при использовании рециркуляционной схемы проветривания зафиксировано в точке 4. Результаты расчетов объемов выбросов углеродных газов представлены на рисунках 5 и 6.

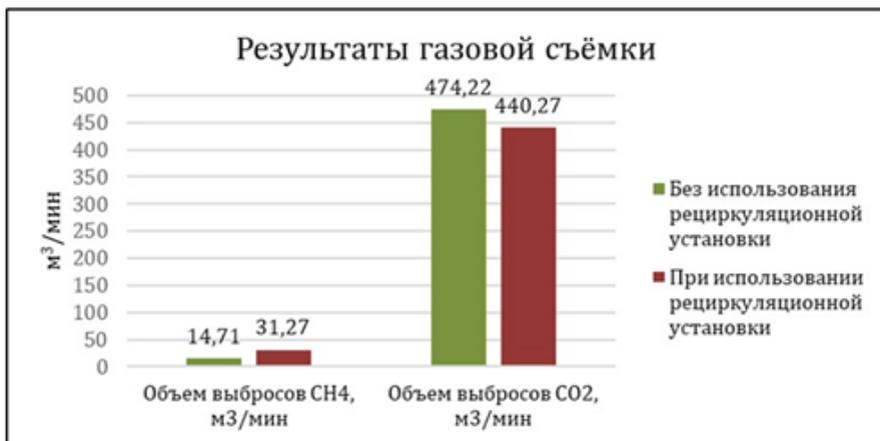


Рис. 5. Диаграмма сравнения выбросов углеродных газов



Рис. 6. Диаграмма сравнения выбросов в пересчете на т. СО₂ эквивалент

По данным, представленным на диаграммах, видно, что применение систем проветривания воздуха не позволяет снизить объем выбросов углеродных газов из рудника. Для утверждения полученного заключения необходимо проведение повторных замеров.

Если рассматривать ситуацию в рамках системы проветривания и воздухоподготовки калийного рудника, основным источником образования углекислого газа является работа газовых калориферных установок и выработка электроэнергии на работу главной вентиляционной установки. Электроэнергию для работы рассматриваемого горного предприятия поставляет тепловая электростанция, работающая на сжигании природного газа.

Для определения параметров работы системы, в аналитическом комплексе «Аэросеть» было произведено моделирование вентиляционной сети одного из калийных рудников Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей. Моделирование производилось для двух режимов проветривания: при нормальном режиме работы (без рециркуляции) и с рециркуляцией.

Экономические затраты на электричество были рассчитаны из расчета стоимости 1 кВт час равной 3,6 руб. по формуле:

$$TFC_{эл.} = A \times N \times 3,6 \quad (2)$$

где:

$TFC_{эл.}$ – Годовые экономический затраты на электроэнергию, руб./год;

A – энергопотребление кВт·ч;

N – количество часов в году, 8760 ч.

Экономические затраты на природный газ были рассчитаны из расчета стоимости 1 тыс. м³ равной 4400 руб. по формуле:

$$TFC_{газ} = Q_{газ} \times 4400 \quad (3)$$

где:

$TFC_{газ}$ – Годовые экономический затраты на природный газ, руб./год;

$Q_{газ}$ – Годовой расход природного газа, тыс. м³ /год.

Результаты моделирования при использовании разных систем проветривания приведены в таблице.

Результат моделирования

Показатели	Без использования систем с рециркуляцией	С применением систем рециркуляции
Производительность ГВУ, м ³ /мин	31 794	17 111
Энергопотребление ГВУ, кВт	1383,1	426,4
Суммарное энергопотребление ГВУ + рециркуляционные установки, кВт	–	866,4
Экономические затраты на электроэнергию, руб./год	43 617 442	27 322 790
Потребление газа калориферной установкой, тыс. м ³ /год	3887,238	2114,572
Экономические затраты на газ, руб./год	18 186 080	9 777 680
Общие экономические затраты, руб./год	61 803 522	37 100 470

Проанализировав данные в таблице, можно сделать вывод при применении системы с частично-повторным использованием воздуха производительность ГВУ снизилась в 1,86 раза с 31 794 м³/мин до 17 111 м³/мин. Суммарное энергопотребление снизилось на 38 %. За счет уменьшения требуемого для подачи в рудник количества воздуха снизилась нагрузка на калориферную установку, потребления газа для обогрева воздуха сократилось в 1,84 раза. Общие экономические затраты снизились с 61 803 522 до 37 100 470 руб. в год. Годовой экономический эффект за счет применения систем с рециркуляцией составляет 24 703 052 рубля в год.

Объем выбросов углекислого газа был рассчитан согласно методике, представленной в статье «Влияние рециркуляционного проветривания на снижение выбросов парниковых газов калийного рудника» [7].

Количественное определение выбросов углеродных газов осуществляется с использованием методов расчета на основе данных о деятельности предприятия и коэффициентов выбросов, методика для стационарного сжигания топлива. Расчет произведен для электроэнергии, потребляемой ГВУ и шахтными вентиляционными установ-

ками, а также для работы газовых калориферных установок. В расчете учитываются только выбросы диоксида углерода, поэтому валовые выбросы углеродных газов будут равны выбросам CO₂.

По данному методу количественное определение выбросов CO₂ от сжигания топлива выполняется по формуле:

$$E_{CO_2 y} = \sum_{j=1}^n (FC_{jy} \times EF_{CO_2 j, y} \times OF_{j, y}) \quad (4)$$

где:

$E_{CO_2 y}$ – выбросы CO₂ от стационарного сжигания топлива за период y , т CO₂;

FC_{jy} – расход топлива j за период y , тыс. м³, т, т у.т. или ТДж;

$EF_{CO_2 j, y}$ – коэффициент выбросов CO₂ от сжигания топлива j за период y , т CO₂/ед.;

$OF_{j, y}$ – коэффициент окисления топлива j , доля;

j – вид топлива, используемого для сжигания;

n – количество видов топлива, используемых за период y .

Значение коэффициента выбросов и коэффициента окисления топлива принимаются по справочным материалам, приложенным к методике расчетов. Согласно данным материалам, коэффициент выбросов углекислого газа от сжигания топлива для природного горючего газа составляет 54,4 т CO₂/ТДж. Коэффициент окисления топлива по умолчанию для всех видов газообразного топлива равняется 1,0.

Далее определяем расход топлива в энергетическом эквиваленте по формуле:

$$FC_{jy} = FC'_{jy} \times NCV_{j, y} \times 10^{-3} \quad (5)$$

где:

FC_{jy} – расход топлива j в энергетическом эквиваленте за период y , ТДж;

FC'_{jy} - расход топлива j в натуральном выражении за период y , тыс. м³;

$NCV_{j,y}$ – низшая теплота сгорания топлива j за период y , МДж/м³.

Для выработки 1 кВт·ч требуется сжигание 0,32 м³ природного газа. Фактический расход топлива рассчитывается по формуле:

$$FC'_{jy} = A \times N \times 0,32 \times 10^{-3} \quad (6)$$

где:

A – энергопотребление кВт·ч;

N – количество часов в году, 8760 ч.

Методика расчета выбросов углеродных газов при работе калориферной установки аналогична методике расчета выбросов углеродных газов при выработке электроэнергии потребляемой ГВУ и шахтными вентиляционными установками.

Для нагрева 1 м³/мин воздуха в год требуется сжигание примерно 0,13 тыс. м³ природного газа. Фактический расход топлива рассчитывается по формуле:

$$FC'_{jy} = Q \times 0,13 \quad (7)$$

где:

Q – количество воздуха, необходимое для проветривания рудника.

Результаты расчета выбросов углеродных газов, приходящихся на работу системы проветривания рудника, представлены на рис. 7.

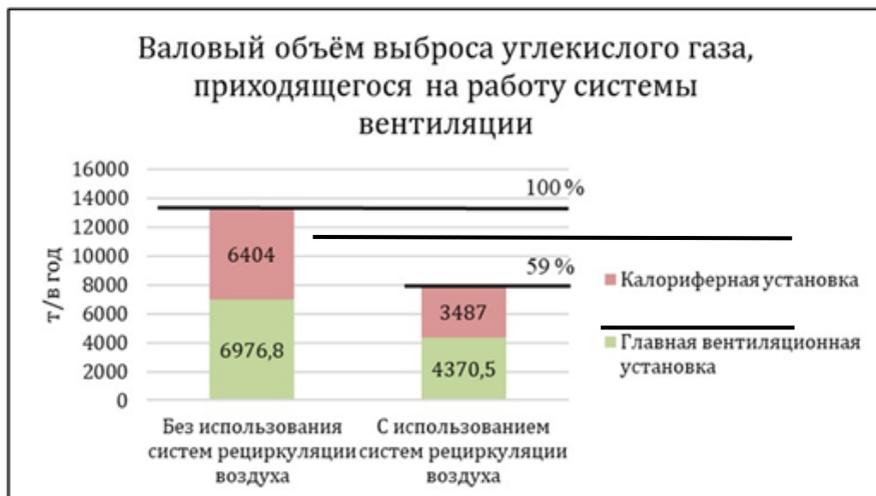


Рис. 7. Валовый объём выбросов углекислого газа, приходящегося на работу системы вентиляции

Результаты расчетов дают основания для следующих выводов при применении систем с рециркуляцией воздуха выброс углеродных газов уменьшился с 13380,8 т CO₂ в год до 7857,5 т CO₂ в год, или на 41 %.

Заключение

При проведении газовой съёмки было выявлено, что выбросы углеродных газов из рудничного воздуха (CO₂-эквивалент) выросли на 6 %. В результате можно сделать вывод, что применение систем проветривания с частично-повторным использованием воздуха не позволяет снизить объём выбросов углеродных газов, выбрасываемых из рудничного воздуха, однако данная система вентиляции показывает положительный эффект в снижении выбросов углеродных газов за счет повышения энергоэффективности системы проветривания.

При частично-повторном использовании воздуха производительность ГВУ снизилась в 1,86 раза. Суммарное электропотребление снизилось на 38 %. Выброс углеродных газов уменьшился на 41 %, с 13380,8 т CO₂ в год до 7857,5 т CO₂ в год. Общий экономический эффект

за счет снижения потребления электроэнергии и расхода газа составляет уменьшение расходов в 1,66 раза или 24 703 052 рублей в год.

Можно сделать положительный вывод о использовании рециркуляционного проветривания, как мероприятия для снижения выбросов углеродных газов и затрат на проветривание рудника.

Список литературы

1. Глобальная декарбонизация: текущие тенденции и прогнозы / С. Р. Сулейманов, С. В. Сочнева, Н. В. Трофимов, Э. А. Галлямов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2021. – Т. 16, № 3(63). – С. 32-37. – DOI 10.12737/2073-0462-2021-32-37.

2. Постановление Правительства РФ от 21.09.2019 №1228 «О принятии Парижского соглашения».

3. Левин, Л. Ю. Исследование рециркуляционного способа проветривания калийных рудников и его экономическая эффективность / Л. Ю. Левин, Ю. В. Круглов // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2008. – № 10. – С. 39-48.

4. Применение рециркуляционных установок для повышения эффективности проветривания рудников с учетом обеспечения безопасных условий труда / Н. А. Трушкова, Б. П. Казаков, А. В. Зайцев, Е. Л. Гришин // . – 2015. – Т. 1. – С. 283-290.

5. Приказ Ростехнадзора от 08.12.2020 N 505 "Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности "Правила безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых" (Зарегистрировано в Минюсте России 21.12.2020 N 61651)

6. Приказ Минприроды России от 27.05.2022 N 371 "Об утверждении методик количественного определения объемов выбросов парниковых газов и поглощений парниковых газов" (Зарегистрировано в Минюсте России 29.07.2022 N69451).

7. Мальцев, С. В. Влияние рециркуляционного проветривания на снижение выбросов парниковых газов калийного рудника / С. В. Мальцев, М. А. Александрова, А. М. Громова // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. – 2023. – № 1. – С. 479-489.

Об авторах

Стариков Алексей Николаевич (Пермь, Россия), младший научный сотрудник «Горный институт Уральского отделения Российской академии наук», 614007, Сибирская 78-а, г. Пермь, Россия, e-mail: starikov4488@mail.ru

Александрова Марина Алексеевна (Пермь, Россия), инженер-исследователь «Горный институт Уральского отделения Российской академии наук», 614007, Сибирская 78-а, г. Пермь, Россия, e-mail: marjoiny1@gmail.com

Смирнов Александр Эдуардович (Пермь, Россия), инженер-исследователь «Горный институт Уральского отделения Российской академии наук», 614007, Сибирская 78-а, г. Пермь, Россия, e-mail: alexsmirnov45454@gmail.com

About authors

Starikov Alexey Nikolaevich, junior Researcher «Mining Institute of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences», 614007, Sibirskaya 78-a, Perm, Russia, e-mail: starikov4488@mail.ru

Aleksandrova Marina Alekseevna, research engineer «Mining Institute of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences», 614007, Sibirskaya 78-a, Perm, Russia, e-mail: marjoiny1@gmail.com

Smirnov Aleksandr Eduardovich, research engineer «Mining Institute of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences», 614007, Sibirskaya 78-a, Perm, Russia, e-mail: alexsmirnov45454@gmail.com

ИССЛЕДОВАНИЕ И ВЫБОР ОПТИМАЛЬНЫХ МЕСТ УСТАНОВКИ ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОВЕТРИВАНИЕМ НА РУДНИКЕ 1РУ ОАО «БЕЛАРУСЬКАЛИЙ»

А.Н. Русинов, А.В. Зайцев

Пермский национальный исследовательский
политехнический университет, г. Пермь, Россия

В статье представлено исследование систем автоматического управления проветриванием и выбор параметров регулирования и размещения САУП на примере 1РУ ОАО «Беларуськалий». Произведено построение и моделирование вентиляционной сети с целью оценки обеспеченностью всех потребителей, расчёт требуемого количества воздуха, требуемого для проветривания рудника, анализ результатов моделирования и оценка наиболее эффективного размещения средств частичного повторного использования воздуха.

Ключевые слова: рудник, рециркуляция, вентиляционная сеть, шахтная вентиляционная установка, проветривание, воздухораспределения.

RESEARCH AND SELECTION OF OPTIMAL LOCATIONS FOR INSTALLING ELEMENTS OF THE AUTOMATIC VENTILATION CONTROL SYSTEM AT MINE 1RU OF OJSC "BELARUSKALI"

A.N. Rusinov, A.V. Zaitsev

Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russia

The article presents a study of automatic ventilation control systems and the choice of control parameters and placement of automatic control systems using the example of 1RU of OJSC «Belaruskali». The construction and modeling of the ventilation network was carried out in order to assess the supply of all consumers, the required amount of air required to ventilate the mine was calculated, the modeling re-

sults were analyzed and the most effective placement of partial air reuse facilities was assessed.

Keywords: mine, recycling, ventilation network, mine ventilation unit, ventilation, air distribution.

Введение

Эффективное решение задач вентиляции современных подземных горнодобывающих предприятий трудно осуществимо без использования средств промышленной автоматизации. На данном этапе развития горной промышленности происходит увеличение объемом добычи руды и постепенное разрастание вентиляционных сетей, сопряженное с постоянным изменением местоположения рабочих зон. Поэтому вентиляционные сети рудников являются в каждом случае индивидуальными и требуют сбалансированного управления воздухом распределением внутри горизонта и между горизонтами рудника в целом.

Разработка технических решений по вентиляции проектируемых рудников основана на решении задач расчета количества воздуха, требуемого для проветривания выработок рудника, и определения аэродинамического сопротивления вентиляционной сети.

Разработка конкретной оптимальной системы автоматического управления проветриванием (САУП) требует решения комплекса задач. Данные задачи связаны с оптимальным выбором мест установки вентиляционного оборудования.

Исследование САУП

Объектом исследования является вентиляционная сеть калийного рудника 1РУ ОАО «Беларуськалий». Проветривание осуществляется главной вентиляционной установкой ВРЦД-4.5 всасывающий способом. Для снижения нагрузки на ГВУ и улучшения проветривания отдаленных участков шахтного поля на северном направлении горизонта -264 м, на южном и северном направлениях горизонта -305 м, на южном и юго-восточном направлениях горизонта -430 м используются вспомогательные рециркуляционные установки ШВУ-12 (на базе ВМЭ-12А). Для перераспределения воздуха по направлениям горизонтов используются автоматические вентиляционные двери

(АВД), установленные на юго-восточном направлении горизонта - 264м (-200м), северном и южном направлении горизонта -305 м, на юго-восточном, северном и южном направлении горизонта -430 м.

Суть исследования заключается в следующем: изменяя положение ШВУ по 6 вариантам расположения северного направления горизонта -264 м и моделируя каждое положение, установить оптимальное место установки ШВУ.

Задачи исследования:

- произвести расчет количества воздуха, требуемого для проветривания рудника;

- выполнить моделирование воздухораспределения в вентиляционной сети с целью оценки обеспеченности воздухом всех потребителей рудника;

- произвести оценку параметров средств регулирования воздуха (АВД) и вариантов размещения средств частичного повторного использования воздуха (ШВУ);

- выполнить моделирование воздухораспределения в вентиляционной сети при использовании частичного повторного использования воздуха с целью оценки обеспеченности воздухом всех потребителей рудника;

произвести оценку наиболее эффективного размещения средств частичного повторного использования воздуха (ШВУ).

По результатам расчета количества воздуха получены величины для шести положений шахтной вентиляционной установки (рис. 1), полученные величины практически одинаковы, отличаются лишь величиной утечек в сбойках между воздухоподающими и вентиляционными выработками.

Для каждого из шести положений произведено моделирование воздухораспределения с целью обеспеченности, требуемым количеством воздуха всех горизонтов, столбов, панелей и рабочих зон.

Для выбора оптимального местоположения ШВУ в конкретной сети и дальнейшего анализа критерия оптимальности произведено сравнение следующих параметров, представленных в таблице.

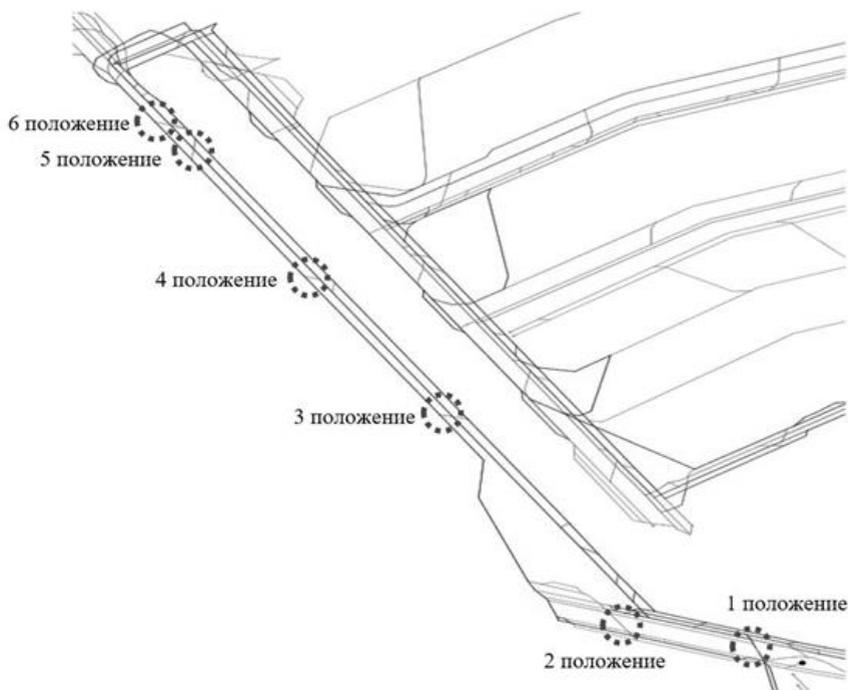


Рис. Места исследуемых положений ШВУ

Произведено исследование оптимального места установки ШВУ. Осуществлены расчеты требуемого количества воздуха при шести вариантах установки ШВУ, произведено моделирование воздухораспределения в построенной вентиляционной сети рудника в программе АК «Аэросеть», а также оценка наиболее эффективного размещения средств частичного повторного использования воздуха.

Результаты моделирования

Параметр	Ед. изм.	Положение ШВУ					
		1	2	3	4	5	6
Производительность ГВУ	м³/мин	14322	14323	14111	14047	14166	14226
Напор ГВУ	Па	1752	1752	1575	1483	1462	1452
Обороты ГВУ	об/мин	275	275	265	260	260	260
КПД		82%	82%	81%	81%	80%	80%
Мощность ГВУ	кВт	513	513	457	430	429	429
Давление на сопряжении ствола №3	Па	1108	1108	945	855	822	805
Давление на сопряжении ствола №2	Па	114	113	115	118	123	123
Давление на сопряжении вентиляционных выработок со сбойкой	Па	1063	1053	854	726	650	637
Давление на сопряжении воздухоподающих выработок со сбойкой	Па	158	160	211	266	344	332
Мощность ШВУ	кВт	64	35	41	23	12	8
Длина воздухоподающих выработок от ствола №2 до ШВУ	м	1812	1984	2088	2490	2744	2809
Длина вентиляционных выработок от ШВУ до ствола №3	м	580	790	1339	1677	1992	2052
Длина воздухоподающих выработок от ШВУ до последнего потребителя	м	5493	5392	4843	4510	4194	4137
Длина вентиляционных выработок от последнего потребителя до ШВУ	м	5659	5479	5341	4562	4279	4187

Выводы

1. При уменьшении рециркуляционного контура, т.е. при приближении ШВУ к проветриваемым рабочим зонам, создается наиболее энергоэффективный с точки зрения проветривания рециркуляционный контур.

2. Оптимальное местоположение ШВУ по результатам моделирования в конкретном рассматриваемом случае соответствует положению 6. Это положение ШВУ, в сравнении с другими, обеспечивает меньшую потребляемую мощность: ГВУ – 429 кВт и ШВУ – 8 кВт.

3. Соотношение длины выработок от сопряжений со стволом до ШВУ к длине выработок от ШВУ до потребителей не является критерием оптимальности установки ШВУ.

4. Расположение рециркуляционной установки практически никак не влияет на требуемое расчётное количество воздуха северного-

го направления и никак не влияет на РКВ панелей и столбов горизонта -264 м (-200 м).

Список литературы

1. Правила промышленной безопасности при разработке подземным способом соляных месторождений республики Беларусь. – Солигорск, 2014.

2. Инструкция по расчету количества воздуха, необходимого для проветривания рудников Старобинского месторождений калийных солей. – Минск – Солигорск – Пермь, 2010.

3. Аналитический комплекс «АэроСеть». Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ: свид. №2015610589. / Зайцев А.В., Казаков Б.П., Кашников А.В., Кормщииков Д.С., Круглов Ю.В., Левин Л.Ю., Мальков П.С., Шалимов А.В.; заявитель и правообладатель ГИ УрО РАН – №2014613790 заявл. 24.04.2014; опубл. 14.01.2015, Реестр программ для ЭВМ. – 1 с.

4. Руководство по проектированию вентиляции шахт. – М.: Недра, 1975

Об авторе

Русинов Александр Николаевич (Пермь, Россия) – студент кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых» ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», 614990, Комсомольский проспект, 29, г. Пермь, Россия, e-mail: sasha.rusinov.00@mail.ru

About the author

Rusinov Alexandr Nikolaevich (Perm, Russia) – student of Department of Mineral Deposits Development of Perm National Research Polytechnic University, 614990, 29 Komsomolsky Prospekt, Perm, Russia, e-mail: sasha.rusinov.00@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ КОНЦЕНТРАЦИИ ПЫЛИ НА КАЛИЙНЫХ РУДНИКАХ

П.П. Соколов

Пермский национальный исследовательский
политехнический университет, г. Пермь, Россия

В процессе выполнения работы была построена модель в программно-аналитическом комплексе «АэроСеть», для выявления закономерности между скоростью воздуха и концентрацией пыли в длинных сквозных выработках, а также сделаны выводы о влиянии различных факторов на изменение динамики концентрации пыли.

Ключевые слова: скорость воздуха, концентрация пыли, длинная выработка, математическая модель.

STUDY OF THE DYNAMICS OF DUST CONCENTRATION AT POTASH MINES

P.P. Sokolov

Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russia

In the course of the work, a model was built in the «AeroSet» software and analytical complex to identify the pattern between air velocity and dust concentration in long through mine workings, as well as conclusions were drawn about the influence of various factors on changes in the dynamics of dust concentration.

Keywords: air velocity, dust concentration, long mine working, mathematical model

Актуальность нашего исследования, заключается в том, что технологический процесс добычи калийной руды сопровождается

выделением целого ряда «вредностей» (шум, вибрации, повышенная температура и т.д.) [1, 3]. Также серьезное негативное влияние на организм человека оказывает соляная пыль, образующаяся в процессе добычи и транспортировки руды. Кроме того, пыль может затруднять работу оборудования, тем самым снижая производительность. Также исходя из результатов данного исследования, можно сделать вывод об оптимальном месторасположении шахтной вентиляционной установки (ШВУ), которая служит для частично-повторного использования воздуха.

Общие сведения

По имеющимся в литературе данным [1–5] на калийных рудниках было проведено достаточное количество воздушно-пылевых съёмок, которые позволят проследить динамику пылевого потока в целом, выявить и изучить основные очаги пылеобразования, оценить эффективность и практическую применимость данной модели на практике.

Запыленность воздуха в горных выработках и в других рабочих помещениях зависит от многих факторов, в основном же она определяется интенсивностью образования и выделения пыли в рудничную атмосферу при выполнении различных производственных процессов.

Наибольшее количество пыли образуется при выемке руды и проходке выработок, буровых работах, а также при выполнении операций по транспортированию [1, 3]. Наиболее интенсивное пылеобразование имеет место при работе очистных и проходческих комбайнов, на долю которых приходится 90–95 % всей пыли, образующейся в процессе ведения горных работ.

В отличие от пылеобразования, пылевыведение сопровождает практически все производственные процессы в руднике, в том числе и те, которые не связаны с разрушением пород. К ним относятся процессы транспортирования горной массы по сети горных выработок, перемещения механизмов, крепления горных выработок и даже сам процесс

проветривания, поэтому очень важно проводить исследование пылевой обстановки не только в рабочих зонах, но и в остальных выработках.

Методика выполнения исследования

Выполнение исследований динамики концентрации пыли заключалась в построении модели пылераспределения, по результатам, полученным с помощью нее, можно сделать выводы о динамике распространения пыли по выработке.

Модель пылераспределения представляет собой систему горных выработок, построенных в программно-аналитическом комплексе «АэроСеть». Принципиальная модель – это модель, без применения к ней каких-либо условий. Принципиальная модель пылераспределения представлена на рисунке 1. Далее производилось математическое моделирование пылераспределения через 3 минуты от начала пылевыведения и затем через 9 минут после пылевыведения. В начало исследуемого участка выработки был интегрирован источник пылевыведения. По результатам опытных испытаний интенсивность пылевыведения принимаем равной 800 мг/м^3 . Исследование будет проводиться при скоростях воздуха $2,7 \text{ м/с}$ и $1,6 \text{ м/с}$. Данная модель учитывает только влияние скорости воздушного потока на концентрацию пыли.

Согласно [5], известно, что реализован алгоритм решения сетевой задачи распространения пыли в вентиляционной сети в аналитическом комплексе «Аэросеть».

В ходе реализации алгоритма предполагается, что распределение расходов в вентиляционной сети известно. Далее задается фиксированный шаг по времени Δt . Далее определяется свой шаг по пространству:

$$\Delta L_i = v_i \Delta t_i, \quad (1)$$

где ΔL_i – элементарный отрезок выработки (ветви), м; v_i – скорость движения воздуха, м/с.

Выбор шага по пространству позволяет упростить схему для одномерного уравнения адвекции:

$$C_{i,j}(t + \Delta t) = C_{i,j}(t) + \frac{W_{i,j}(t)}{Q_i}, \quad (2)$$

Данное уравнение применимо для всех узлов ветви, кроме начального ($j=1$), для которого концентрация рассчитывается из граничного условия – условия перемешивания потоков загрязненного воздуха. Принимается, что при входе в рассматриваемую ветвь концентрация вредной примеси усредняется соизмеримо расходам входящих потоков воздуха:

$$C_{i,1}(t + \Delta T) = \frac{\sum_{e=1, e \neq i}^n C_{em}(t) Q_e}{\sum_{e=1, e \neq i}^n Q_e}, \quad (3)$$

Если начальный узел ветви является атмосферным, то концентрация вредных примесей в данном узле задается равной нулю.

Для программной реализации используется модифицированный метод поочередных приближений, позволяющий улучшить сходимость численных расчетов.

Исходные данные, необходимые для расчетов распространения вредных примесей, имеют следующий вид:

Топология модели вентиляционной сети.

Длины и сечения всех выработок.

Статусы всех узлов.

Расходы воздуха Q_i ($\text{м}^3/\text{с}$) во всех выработках, полученные в результате предварительного расчета воздухораспределения в сети.

Источники выделения или поглощения вредной примеси в каждой из выработок.

Интервалы времени действия каждого источника выделения или поглощения вредной примеси.

Суммарный промежуток времени, в течение которого наблюдается распространение вредной примеси по сети.

Шаг по времени $\Delta t(\text{с})$, определяющий точность расчета.

После внесения необходимых данных в сети производятся подготовительные действия [5].

Описанная выше схема была модифицирована в [5] с использованием метода расщепления по физическим процессам. В этом случае данный алгоритм распределения вредных примесей выполняет во всех внутренних узлах каждой ветви два шага:

Шаг 1. Расчет конвективного переноса примесей с учетом источников выделения этих примесей в соответствии со схемой ... на узлах $j = 2, \dots, n_i$

$$C_{i,j}^* = (1 - \Delta t \lambda) C_{i,j-1}(t) + \frac{W_{i,j}(t)}{Q_i}, \quad (4)$$

где $C_{i,j}^*$ – промежуточные узловые значения концентрации вредных примесей, $\text{м}^3/\text{м}^3$; λ – коэффициент интенсивности осаждения вредной примеси на стенки горной выработки, с^{-1} .

На этом шаге по формулам (2-3) рассчитываются значения на входных узлах ветвей:

Для внутреннего узла:

$$C_{i,1}^* = \frac{\sum_{e=1, e \neq i}^n C_{em}(t) Q_e}{\sum_{e=1, e \neq i}^n Q_e}, \quad (5)$$

Для атмосферного узла:

$$C_{i,1}^* = 0, \quad (6)$$

Шаг 2. Расчет диффузионного переноса вредных примесей на внутренних узлах $j = 2, \dots, n_i - 1$ согласно ВВЦП (верхняя по времени и центральная по пространству):

$$C_{i,j}(t + \Delta t) = C_{i,j}^* + s_i (C_{i,j+1}^* - 2C_{i,j}^* + C_{i,j-1}^*), \quad (7)$$

$$s_i = \max\left(\frac{1}{2}; D_i \frac{\Delta t}{\Delta L_i^2}\right), \quad (8)$$

где D_i – коэффициент продольной дисперсии (диффузии), $\text{м}^2/\text{с}$.

Дополнительные граничные условия для шага 2 имеют вид:

$$C_{i,1}(t + \Delta T) = C_{i,1}^*, C_{i,n_i}(t + \Delta T) = C_{i,n_i}^* \quad (9)$$

В результате расчета уравнений (1-9) определяется распределение вредных примесей в вентиляционной сети рудника с учетом процесса продольной диффузии [6].

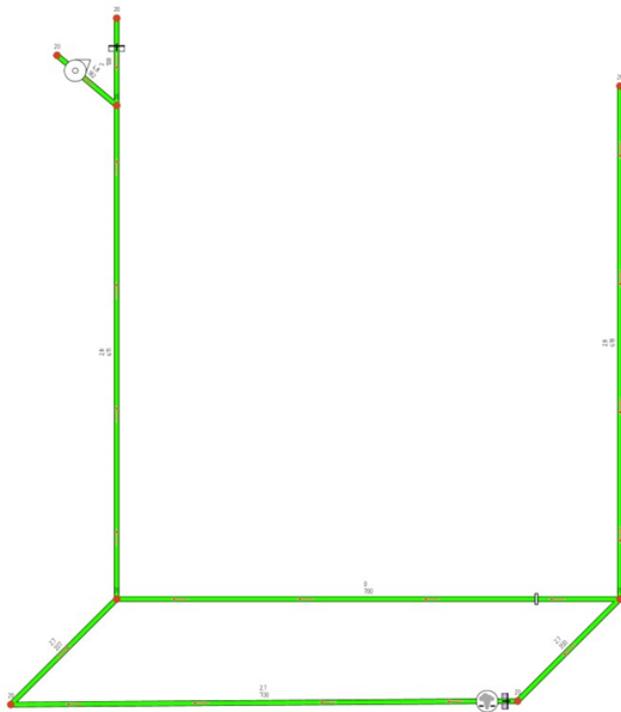


Рис. 1. Модель пылераспределения

Результаты

Через 3 минуты после начала пылевыведения мы можем видеть (см. рис. 2, рис. 3), что при скорости воздушного потока 1,6 м/с пыль преодолела расстояние в 220 метров и имела наибольшую концентрацию (440 мг/м³) на расстоянии в 100 метров от источника пылевыведения. При скорости воздушного потока в 2,7 м/с пыль преодолела расстояние в 290 метров и имела

наибольшую концентрацию (392 мг/м^3) на расстоянии в 120 метров от источника пылевыведения. На этом этапе мы уже можем сделать вывод о том, что скорость влияет на концентрацию и динамику распределения пыли по выработке.

Через 9 минут после начала пылевыведения мы можем видеть (см. рисунок 4, рисунок 5), что при скорости воздушного потока $1,6 \text{ м/с}$ пыль преодолела расстояние в 835 метров и имела наибольшую концентрацию (688 мг/м^3) на расстоянии в 150 метров от источника пылевыведения и сохраняла такую концентрацию на протяжении 500 метров. При скорости воздушного потока в $2,7 \text{ м/с}$ пыль преодолела расстояние в 1357 метров и имела наибольшую концентрацию (392 мг/м^3) на расстоянии в 110 метров от источника пылевыведения и сохраняла такую концентрацию на протяжении 1077 метров.

Результаты через 3 минуты после начала пылевыведения

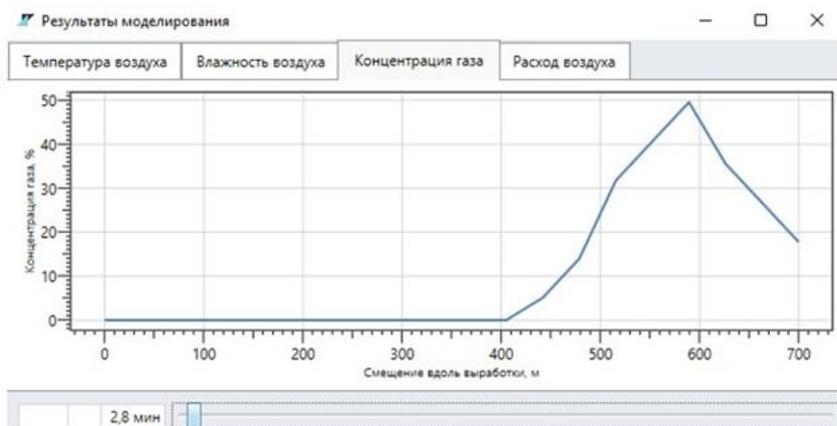


Рис. 2. Результаты моделирования при скорости воздуха $2,7 \text{ м/с}$



Рис. 3. Результаты моделирования при скорости воздуха 1,6 м/с

Результаты через 9 минут после начала пылевыведения

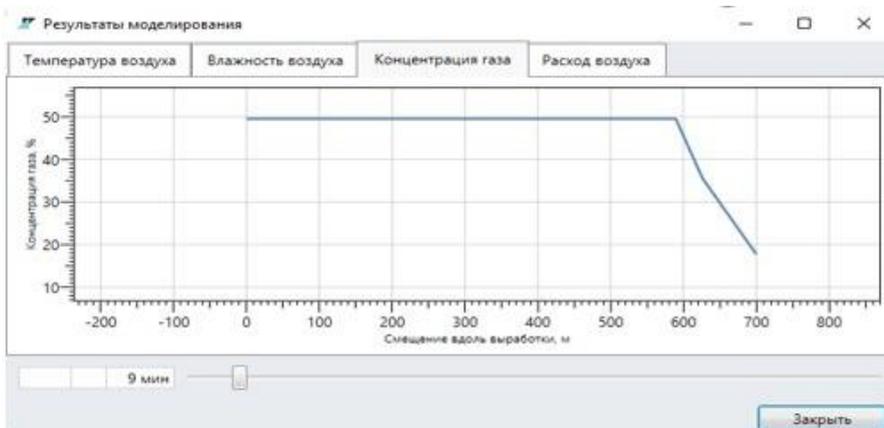


Рис. 4. Результаты моделирования при скорости воздуха 2,7 м/с

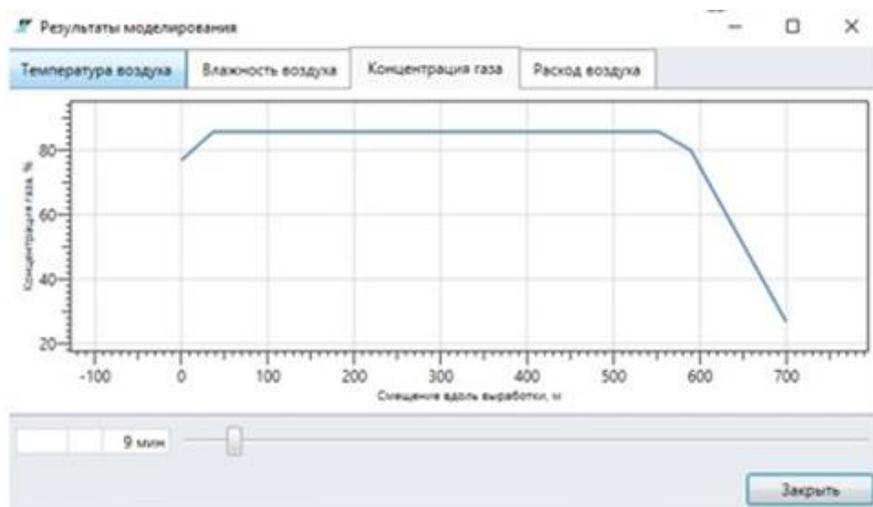


Рис. 5. Результаты моделирования при скорости воздуха 1,6 м/с

Заклучение

В результате исследования динамики концентрации пыли в горных выработках было установлено, что наибольшая концентрация пыли наблюдается при скорости воздуха 1,6 м/с и составляет 660 мг/м^3 , наименьшая концентрация наблюдается при скорости воздуха 2,7 м/с и составляет 400 мг/м^3 , однако стоит отметить, что при скорости воздуха в 2,7 м/с пыль распространяется на существенно большее расстояние, чем при скорости воздуха в 1,6 м/с.

По результатам моделирование можно выявить следующие закономерности:

Чем выше скорость воздуха, тем концентрация пыли меньше, но воздух захватывает и переносит частицы пыли на более большие расстояния.

Чем ниже скорость воздуха, тем концентрация пыли больше, т.к. воздух движется с недостаточной скоростью, чтобы перене-

сить пыль на большие расстояния, поэтому она скапливается на небольшом отрезке.

Исходя из этих данных можно сделать вывод об оптимальном местоположении ШВУ, о рациональности использования пылеулавливателей и пылесадительных камер.

Так же перспективность данного исследования заключается в том, что в дальнейшем есть возможность исследовать зависимость динамики концентрации пыли так же и от других факторов таких как влажность, размер частиц, их вес, форма и т.д.

Список литературы

1. Исаевич, А.Г. Экспериментальное исследование динамики изменения фракционного состава соляного аэрозоля в комбайновом забое калийного рудника / А.Г. Исаевич, Г.З. Файнбург, С.В. Мальцев // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2022. – № 1. – С. 60-71. – DOI 10.25018/0236_1493_2022_1_0_60. – EDN TYRMAA.

2. Снежневский, А. Ю. Методы борьбы с пылью в выработках калийных рудников / А.Ю. Снежневский // Стратегия и процессы освоения георесурсов: Материалы научной сессии Горного института УрО РАН по результатам НИР в 2003 году. – Пермь: Горный институт Уральского отделения Российской академии наук, 2004. – С. 236-238. – EDN VQPDGD.

3. Исаевич, А. Г. Исследование пылевой обстановки в условиях калийного рудника, опыт снижения запыленности атмосферы рабочих мест / А. Г. Исаевич, Д. С. Кормщиков // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. – 2018. – № 4. – С. 60-74. – EDN YUONXN.

4. Isaevich, A.; Semin, M.; Levin, L.; Ivantsov, A.; Lyubimova, T. Study on the Dust Content in Dead-End Drifts in the Potash Mines for Various Ventilation Modes. *Sustainability* 2022, *14*, 3030.

5. Исаевич А.Г. Научное обоснование методологии управления пылевой обстановкой в горных выработках калийных рудников:

2.8.6.: автореф. дис. ... д-ра тех. наук: / Исаевич, Алексей Геннадьевич; ГИ УрО РАН. – Пермь, 2023. – 43 с.

Об авторе

Соколов Павел Павлович (Пермь, Россия) – студент кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых» ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», 614990, Комсомольский проспект, 29, г. Пермь, Россия, e-mail: pashqqsokol@yandex.ru

About the author

Sokolov Pavel Pavlovich, student of Department of Mineral Deposits Development of Perm National Research Polytechnic University, 614990, 29 Komsomolsky Prospekt, Perm, Russia, e-mail: pashqqsokol@yandex.ru.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПАСНЫХ ЗОН ПО СЕЙСМИЧЕСКОМУ ФАКТОРУ ВЗРЫВА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ ВЗРЫВАНИЯ

Д.Д. Тюрин¹, В.В. Аникин²

¹ Пермский национальный исследовательский
политехнический университет, г. Пермь, Россия

² Горный институт УрО РАН, г. Пермь, Россия

В статье приведены расчеты величины опасной зоны по сейсмическому фактору для двух видов взрыва (камуфлетный и взрыв на выброс) в различных грунтах (водонасыщенном и обводненном). Представлены зависимости величины сейсмически безопасного расстояния от массы взрыва, типа грунта, числа зарядов при одновременном взрывании и взрывании с замедлением.

Ключевые слова: сейсмическое действие, опасная зона, сейсмически безопасное расстояние, запретная зона, одновременное и неодновременное взрывание.

DETERMINATION OF HAZARDOUS ZONES BY SEISMIC EXPLOSION FACTOR UNDER DIFFERENT EXPLOSION CONDITIONS

D.D. Tyurin¹, V.V. Anikin²

¹ Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russia

² Mining Institute of the Ural Branch of the RAS, Perm, Russia

The article provides calculations of the size of the danger zone according to the seismic factor for two types of explosion (camouflage and blowout explosion) in various soils (water-saturated and water-saturated). The dependences of the seismic safety distance on the mass of the explosion, type of soil, number of charges during simultaneous explosion and explosion with deceleration are presented.

Keywords: seismic action, danger zone, seismically safe distance, restricted zone, simultaneous and non-simultaneous blasting

Введение

При ведении взрывных работ необходимо учитывать следующие основные опасные факторы – ударная воздушная волна (УВВ), разброс кусков взрываеваемой породы, сейсмическое действие взрыва и газы, образующиеся при детонации ВВ.

В данной работе рассматривается только сейсмическое воздействие взрывных работ при различной массе ВВ для разных видов взрыва, проводимых в различных грунтах. Сейсмическое воздействие – колебательное движение грунта, вызванное взрывными работами, приводящее к деформации и разрушению зданий и сооружений.

При ведении взрывных работ необходимо вводить запретную и опасную зоны, которые устанавливаются и оформляются согласно требованиям ФНП [1]. Радиус как запретной, так и опасной зон определяется в проекте или паспорте буровзрывных (взрывных) работ.

Запретная и опасная зоны при взрывных работах, их границы согласно требованиям ФНП

При производстве взрывных работ перед началом заряжания с момента доставки взрывчатых материалов к местам производства работ вводится запретная зона, в пределах которой запрещается находиться людям, не связанным с заряданием.

Проход в запретную зону разрешается только в сопровождении руководителя взрывных работ.

Размеры запретной зоны должны определяться в проекте (паспорте) буровзрывных (взрывных) работ.

На открытых горных работах запретная зона должна составлять не менее 20 м от ближайшего заряда. Она распространяется как на рабочую площадку того уступа, на котором проводится зарядание, так и на ниже и вышерасположенные уступы, считая по горизонтали от ближайших зарядов.

В подземных выработках запретная зона должна определяться расчетом по действию ударной воздушной волны от взрыва максимально возможного количества взрывчатых веществ, установленного в соответствии с пунктом 820 настоящих Правил, и должна составлять не менее 50 м. Запретная зона распространяется на все выработки, сообщаемые с местом производства взрывных работ (п. 159 [1]).

Опасная зона должна определяться расчетом в проекте или паспорте буровзрывных (взрывных) работ и вводится:

с начала укладки боевиков при взрывании с применением электродетонаторов в боевиках;

до начала установки в сеть пиротехнических реле (замедлителей) или детонаторов при взрывании с применением детонирующих шнуров;

с момента подсоединения волноводов участков к магистрали при использовании в боевиках неэлектрических систем инициирования с низкоэнергетическими волноводами;

с момента подсоединения взрывной сети участков к магистральной при взрывании с использованием электронных систем инициирования (п. 160 [1]).

На границах запретной и опасной зон должны быть выставлены посты, обеспечивающие их охрану, за исключением границы опасной зоны в подземных выработках с исходящей вентиляционной струей воздуха, по которым направляются продукты взрыва. Постовым запрещается поручать работу, не связанную с выполнением прямых обязанностей (п. 161 [1]).

Результаты исследования

1) Согласно выражению $r_c = K_r \cdot K_c \cdot \alpha \cdot \sqrt[3]{Q}$, устанавливаем, как изменяется безопасное расстояние r_c в зависимости от вида взрыва, типа грунта и массы ВВ. Результаты сведены в табл. 1.

Таблица 1

Сейсмически безопасное расстояние для камуфлетных взрывов и взрывов на выброс в водонасыщенных и обводненных грунтах

Q	КГ	α	r_c
1200	20	1	424
2400	20	1	536
4800	20	1	680
1200	20	0,8	339,2
2400	20	0,8	428,8
4800	20	0,8	544
1200	15	1	318
2400	15	1	402
4800	15	1	510
1200	15	0,8	254,4
2400	15	0,8	321,6
4800	15	0,8	408

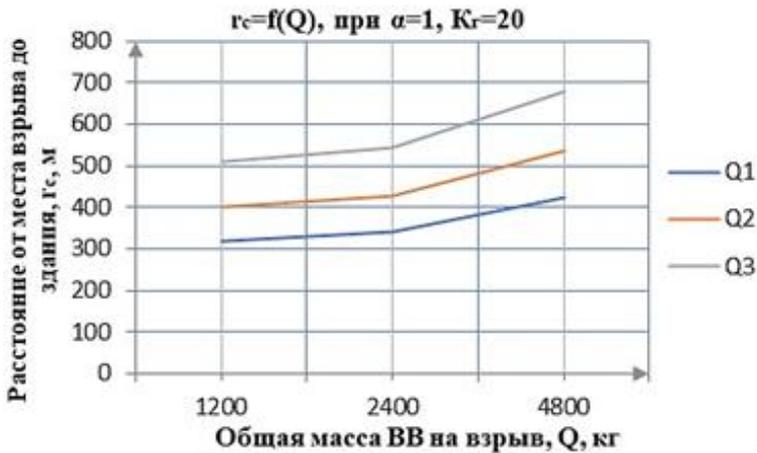


Рис. 1. Зависимость сейсмически безопасного расстояния r_c от массы камуфлетного взрыва и взрыва на выброс при водонасыщенном грунте и обводненных грунтах

Данный график показывает, что с увеличением массы взрыва растет величина безопасного расстояния как при камуфлетном взрыве, так и при взрыве на выброс в рассмотренных грунтах.

2) Исходя из формулы $r_{c1} = N^{1/6} \cdot r_c$, рассчитываем значения безопасного расстояния (для водонасыщенных грунтов и почвенных обводненных грунтов и грунтов с высоким уровнем грунтовых вод) при камуфлетных взрывах и взрывах на рыхление массой, соответственно, $Q = 1200, 2400$ и 3600 кг. Результаты сведены в табл. 2, 3

2.1.) при **одновременном** (без замедления) взрывании группы из N зарядов ВВ общей массой Q в тех случаях, когда расстояние от охраняемого объекта до ближайшего заряда и до наиболее удаленного заряд различаются **не более** чем на 20%, безопасное расстояние (м): $r_{c1} = N^{1/6} \cdot r_c$

Таблица 2

Значения сейсмически безопасного расстояния (для водонасыщенных грунтов и обводненных грунтов, и грунтов с высоким уровнем грунтовых вод) при камуфлетных взрывах и взрывах на рыхление при числе зарядов $N = 3, 6, 9, 12$ при одновременном взрывании

Q	Kr	a	rc1
1200	20	0,8	407
2400	20	0,8	514,6
4800	20	0,8	652,8
1200	20	0,8	454,5
2400	20	0,8	574,6
4800	20	0,8	729
1200	20	0,8	481,7
2400	20	0,8	608,9
4800	20	0,8	772,5
1200	20	0,8	512,2
2400	20	0,8	647,5
4800	20	0,8	821,4

$$r_{\text{снб}}=f(N), \text{ при } \alpha=1, K\Gamma=20$$

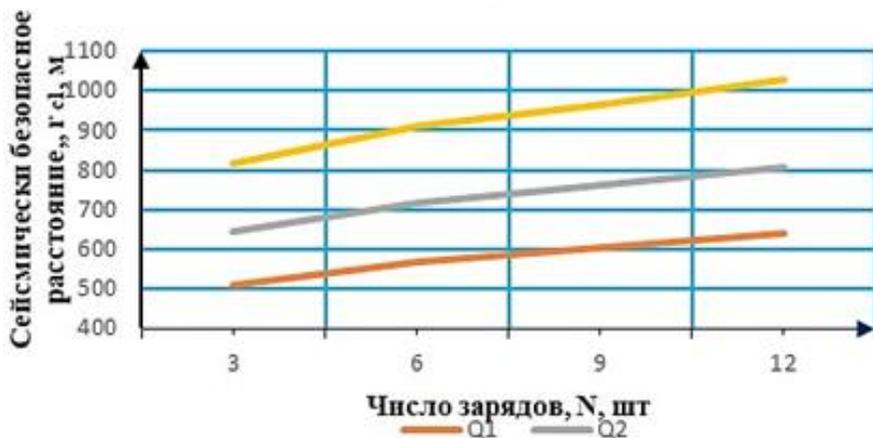


Рис. 2. Зависимость сейсмически безопасного расстояния от числа зарядов при взрыве на выброс в водонасыщенном грунте ($Q_1 = 1200$ кг, $Q_2 = 2400$ кг и $Q_3 = 4800$ кг) при одновременном взрывании

Из рис. 2 следует, что при **одновременном (без замедления) взрывании** величина сейсмически безопасного расстояния **увеличивается** с увеличением числа зарядов для рассматриваемых видов взрыва в указанных грунтах.

1.2. при **неодновременном** взрывании N зарядов $ВВ$ общей массой Q со временем замедления взрывания каждого заряда **не менее 20 мс**, безопасное расстояние (м)

Таблица 3

Значения сейсмически безопасного расстояния (для водонасыщенных грунтов и обводненных грунтов, и грунтов с высоким уровнем грунтовых вод) при камуфлетных взрывах и взрывах нарыхление при числе зарядов $N = 3, 6, 9, 12$ при одновременном взрывании

Q	КГ	α	rc2
1200	15	1	244,6
2400	15	1	309,2
4800	15	1	392,3
1200	15	1	203,8
2400	15	1	257,7
4800	15	1	326,9
1200	15	1	183,8
2400	15	1	232,4
4800	15	1	294,8
1200	15	1	171
2400	15	1	216,1
4800	15	1	274,2
1200	15	0,8	195,7
2400	15	0,8	247,4
4800	15	0,8	313,8
1200	15	0,8	163,1
2400	15	0,8	206,2
4800	15	0,8	261,5
1200	15	0,8	147
2400	15	0,8	185,9
4800	15	0,8	235,8
1200	15	0,8	136,8
2400	15	0,8	172,9
4800	15	0,8	219,4

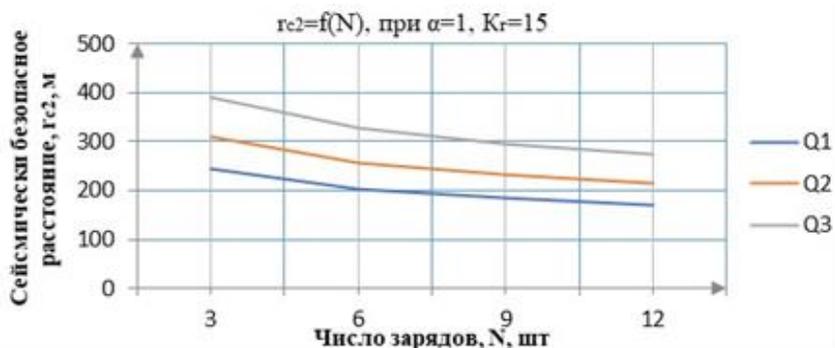


Рис. 3. Зависимость сейсмически безопасного расстояния от числа зарядов N при массе ВВ (соответственно Q1, Q2, и Q3) для камуфлетного взрыва и взрыва нарыхление в обводненных грунтах при одновременном взрывании

Из рис. 3 следует, что **при одновременном (с замедлением не менее 20 мс) взрывании** величина сейсмически безопасного расстояния **уменьшается** с увеличением числа зарядов для рассматриваемых видов взрыва в указанных грунтах.

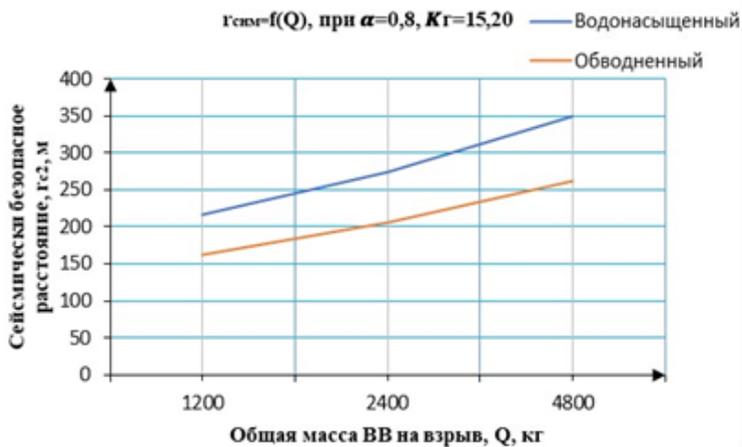


Рис. 4. Сейсмически безопасное расстояние при взрыве на выброс в водонасыщенном и обводненном грунте

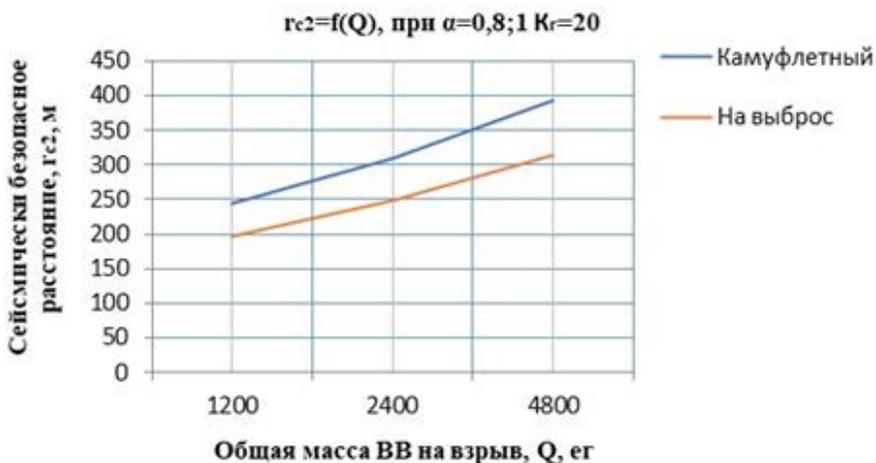


Рис. 5. Сейсмически безопасное расстояние в водонасыщенном грунте для камуфлетного взрыва и взрыва на выброс

Графики на рис. 4, 5 показывают, что при камуфлетном взрыве и взрыве на выброс в водонасыщенном и обводненном грунтах сейсмически безопасное расстояние будет **больше в водонасыщенном грунте**, при этом если сравнивать величину безопасного расстояния для двух видов взрыва при указанной массе заряда, то **при камуфлетном взрыве** наблюдается **максимальная** величина сейсмически безопасного расстояния.

Заключение

На основании выполненных вычислений и построенных графиков можно сделать выводы:

1) **увеличение массы взрыва** приводит к **росту величины** безопасного расстояния от центра взрыва до охраняемого объекта как при камуфлетном взрыве, так и при взрыве на выброс (рис. 1);

2) при **одновременном (без замедления) взрывании** величина сейсмически безопасного расстояния от места взрыва до охраняемого объекта **увеличивается** с увеличением числа зарядов (рис. 2);

3) при **неодновременном** (с замедлением не менее 20 мс) **взрывании** величина сейсмически безопасного расстояния **уменьшается** с увеличением числа зарядов (рис. 3);

4) при взрыве в водонасыщенном (265 м, 335 м, 425 м) и обводненном грунтах (244,6 м, 309,2 м, 392,3 м сейсмически наибольшее безопасное расстояние от места взрыва до охраняемого объекта требуется для **водонасыщенного грунта** (рис. 4);

5) при **камуфлетном** взрыве необходима **максимальная** величина сейсмически безопасного расстояния от места взрыва до охраняемого объекта (рис.5).

Список литературы

1. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности при производстве, хранении и применении взрывчатых материалов промышленного назначения». Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору. Приказ № 494 от 03.12.2020.

2. Ананьев В.П. Инженерная геология [Текст] / В.П. Ананьев, А.Д. Потапов. – М.: Высш. школа, 2000. – 51

3. Сейсмические опасности [Текст] / отв. ред. Г.А. Соболев // Природные опасности России. Т. 2. – М.: КРУК, 2000. – 296 с.

Об авторах

Тюрин Даниил Денисович (Пермь, Россия) – студент кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых» ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», 614990, Комсомольский проспект, 29, г. Пермь, Россия, e-mail: daniiltyrin7@yandex.ru

Аникин Владимир Васильевич (Пермь, Россия) – кандидат технических наук, научный сотрудник «Горный институт Уральского отделения Российской академии наук», 614007, Сибирская 78-а, г. Пермь, Россия, e-mail: anikin-59@yandex.ru

About authors

Tyurin Daniil Denisovich (Perm, Russia), student of Department of Mineral Deposits Development of Perm National Research Polytechnic University, 614990, 29 Komsomolsky Prospekt, Perm, Russia, e-mail: daniiltyurin7@yandex.ru

Anikin Vladimir Vasilievich (Perm, Russia), Candidate of Technical Sciences, Researcher «Mining Institute of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences», 614007, Sibirskaya 78-a, Perm, Russia, e-mail: anikin-59@yandex.ru

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СОЛЯНЫХ ПОРОД 4–5-Й СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ПАНЕЛИ БКПРУ-4 ВКМКС

Т.З. Харисов¹, И.Л. Паньков²

¹ Пермский национальный исследовательский
политехнический университет, г. Пермь, Россия

² Горный институт УрО РАН, г. Пермь, Россия

В работе приведены результаты определения физико-механических показателей соляных пород скважины №1565а (4-5 СВП, БКПРУ-4, ВКМКС). Эксперименты по сжатию проводились на электромеханическом прессе Zwick/Z250, в то время как для экспериментов на растяжение с использованием метода раскалывания применялся ручной гидравлический пресс Т10. Исходя из результатов испытаний, были определены следующие характеристики: прочность на растяжение, предел прочности на сжатие, разрушающая деформация, начальный модуль деформации, предельный модуль деформации, модуль упругости и модуль спада.

Ключевые слова: соляные породы, одноосное растяжение и сжатие, предел прочности, модуль деформации, сцепление, угол внутреннего трения.

EXPERIMENTAL DETERMINATION OF PHYSICAL AND MECHANICAL PARAMETERS OF SALT ROCKS 4-5 OF THE NORTH-EASTERN PANEL OF BKPRU-4 VKMKS

T.Z. Kharisov¹, I.L. Pankov²

¹ Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russia

² Mining Institute of the Ural Branch of the RAS, Perm, Russia

The paper presents the methodology and results of determining the roach mechanics parameters of the salt rocks of well No. 1565a (4-5 NEP, BKPRU-4,

VKMKS). Compression experiments were carried out on a Zwick/Z250 electromechanical press, while a T10 manual hydraulic press was used for tensile experiments using the splitting method. Based on the test results, the following characteristics were determined: tensile strength, compressive strength, destructive deformation, initial modulus of deformation, limiting modulus of deformation, modulus of elasticity and modulus of decay.

Keywords: salt rocks, uniaxial tension and compression, tensile strength, modulus of deformation, adhesion factor, angle of internal friction.

Одна из основных целей при подземной добыче калийных руд на Верхнекамском месторождении калийных солей (ВКМКС) – это предотвращение проникновения пресных подземных вод в шахтные выработки, что может привести к затоплению шахт [1]. Чтобы решить эту проблему, мы оставляем водоизолирующий слой, который отделяет водоносные горизонты от добывающих пластов, и одновременно исключаем возникновение критических прогибов в этом слое при помощи жестких ленточных опорных конструкций. Чтобы рассчитать параметры системы добычи для конкретной области и оценить долговременную устойчивость несущих элементов, мы нуждаемся в объективной информации о физико-механических свойствах горных пород, которые определяются в лабораторных условиях.

С целью выбора параметров камерной системы 4-5 северо-восточной панели (СВП) 4-го Березниковского калийного производственного рудоуправления (БКПРУ-4) проведены испытания образцов, изготовленных из керна геолого-разведочной скважины №1565а, имеющего диаметр 74 мм. Образцы на сжатие представляли собой цилиндры высотой 73 – 75 мм. Для испытаний на растяжение были изготовлены цилиндрические диски толщиной 19 – 21 мм.

Испытание по схеме одноосного сжатия проводилось в соответствии с требованиями ГОСТа [2, 3] на электромеханическом прессе Zwick/Z250 (максимальная сжимающая нагрузка – 250 кН) (рис. а). Испытания на растяжение методом раскалывания проводились в соответствии с ГОСТом [4] на гидравлическом прессе T10 (максимальная сжимающая нагрузка – 100 кН). Раскалывание образ-

ца осуществлялась с помощью металлических клиньев, перемещающихся в специальных направляющих (рис. б).



а



б

Рис. Оборудование для проведения лабораторных испытаний:
а – электромеханический пресс Zwick/Z250 (одноосное сжатие);
б – ручной гидравлический пресс Т.10 (одноосное растяжение)

Эксперименты на сжатие проводились до полного разрушения образца, результаты представлялись в виде полных диаграмм деформирования, по которым проводилось определение прочностных и деформационных параметров по схеме, приведенной в работе [1].

По результатам испытаний определялись: предел прочности ($\sigma_{пр}$), разрушающая деформация ($\epsilon_{пр}$), начальный модуль деформации (D_y), предельный модуль деформации ($D_{пр}$), разгрузочный модуль упругости (E), модуль спада (M_c). При проведении испытания на растяжение фиксировалось максимальная раскалывающее усилие, по которой определялась прочность на одноосное растяжение (σ_p).

Определение коэффициента сцепления и угла внутреннего трения производилось по паспорту прочности, который строился на основе результатов испытаний на растяжение и одноосное сжатие.

Описание предельной огибающей кругов Мора производилось с помощью прямолинейной аппроксимации. При использовании линейного паспорта прочности сцепление и угол внутреннего трения определялись по зависимостям [5]:

$$C = \frac{\sqrt{\sigma_p \cdot \sigma_{сж}}}{2}; \quad tg\varphi = arctg = \frac{\sigma_{сж} + \sigma_p}{2\sqrt{\sigma_{сж} \cdot \sigma_p}}.$$

Результаты определения физико-механических показателей соляных пород скважины №1535 приведены в таблице.

№ обр.	Пласт, слой	Порода	σ_p , МПа	$\sigma_{сж}$, МПа	$\varepsilon_{пр}$, %	D_y , ГПа	$D_{пр}$, ГПа	E , ГПа	M_c , ГПа	C , МПа	$tg\varphi$, град
1	В-Г	кам. соль	0,98	20,71	5,94	1,05	0,35	10,21	0,26	2,25	67
2	В, сл.6	силв. пестр.	-	20,93	3,67	1,50	0,57	14,15	0,17	-	-
3	В, сл.4	силв. пестр.	0,93	18,95	3,32	1,30	0,57	12,81	0,15	2,10	67
4	В, сл.2	силв. пестр.	1,64	16,94	8,12	0,83	0,21	10,38	0,07	2,64	60
5	Б-В, В'	силв. пестр.	1,32	16,82	3,29	1,05	0,51	13,44	0,12	2,36	62
6	АБ, Б	силв. пестр.	1,13	15,18	6,98	0,86	0,22	11,55	0,07	2,07	63
7	КрI	силв. красн.	1,70	12,70	3,99	0,79	0,32	11,52	0,08	2,32	57
8	КрII, сл.1	силв. красн.	2,26	21,16	4,47	1,30	0,47	14,09	0,10	3,46	59
9	КрII, сл.3	силв. красн.	-	19,79	5,04	0,97	0,39	12,53	0,21	-	-
10	КрII, сл.5	силв. красн.	1,46	23,12	4,42	1,24	0,52	12,61	0,10	2,91	64
11	КрII, сл.7	силв. красн.	1,19	19,12	3,84	0,95	0,50	12,94	0,10	2,38	65
12	КрIIIа	кам. соль зам.	-	23,68	4,71	1,46	0,50	14,66	0,47	-	-
13	КрIIIб	кам. соль зам.	1,74	18,82	3,82	1,37	0,49	13,39	0,26	2,86	61
14	КрIIIв	кам. соль зам.	1,04	19,77	5,27	0,97	0,38	12,27	0,24	2,27	66

Физико-механические показатели соляных пород скважины №1565а

Анализ результатов проведенных исследований показал, что предел прочности при сжатии $\sigma_{пр}$ изменяется от 12,70 до 23,68 МПа (среднее значение – 19,12 МПа). Наиболее прочными являются каменная соль замещения пласта КрШа и красный сильвинит пласта КрП (слой 5). Наименее прочными являются красный сильвинит пласта КрI и сильвинит пестрый пласта АБ, Б.

Разрушающая деформация $\epsilon_{пр}$ изменяется от 3,29 до 8,12 % (среднее значение – 4,78%). Наиболее пластичными являются сильвинит пестрый пласта В (слой 2). Наименее пластичными являются сильвинит пестрый пласта Б-В, В'.

Модуль деформации касательной D_u изменялся от 0,79 до 1,50 ГПа (среднее значение – 1,12 ГПа). Наибольшее значение имеет сильвинит пестрый пласта В (слой 6). Наименьшее значение имеет сильвинит красный пласта КрI.

Модуль спада касательный M_c изменялся от 0,07 до 0,47 ГПа (среднее значение – 0,17 ГПа). Наибольшее значение имеет пласт каменная соль замещения пласт КрШа. Наименьшее значение имеют сильвинит пестрый пласта В (слой 2) и сильвинит пестрый пласта АБ, Б.

Результаты исследований на растяжение показали, что предел прочности при растяжении изменялся от 0,93 до 2,26 МПа (среднее значение – 1,14 МПа). Наиболее прочными являются каменная соль замещения пласта КрШб и сильвинит красный пласта КрП (слой 1). Наименее прочными являются сильвинит пестрый пласта В (слой 4) и каменная соль пласта В-Г.

Коэффициент сцепления C изменялся от 2,07 до 3,46 МПа (среднее значение – 2,51 ГПа). Наибольшее значение имеет сильвинит красный пласта КрП (слой 1). Наименьшее значение имеет сильвинит пестрый пласта АБ, Б.

Угол внутреннего трения $\text{tg}\varphi$ изменялся от 57 до 67 град. (среднее значение – 63 град.). Наибольшее значение имеет сильвинит пестрый пласта В (слой 4) и каменная соль пласта В-Г. Наименьшее значение имеет сильвинит красный пласта КрI.

Проведенные исследования предполагается использовать для оценки длительной устойчивости поддерживающих целиков на отра-

352

батываемых пластах 4-5 северо-восточной панели шахтного поля рудника БКПРУ-4 Верхнекамского месторождения калийных солей.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и образования РФ (регистрационный номер 122012000403-1). Работа проводилась с использованием оборудования ЦКП «Исследования материалов и вещества» ПФИЦ УрО РАН и ЦКП «Центр изучения свойств геоматериалов» Пермского национального исследовательского политехнического университета.

Список литературы

1. Физико-механические свойства соляных пород Верхнекамского калийного месторождения: учеб. Пособие / А.А. Барях, В.А. Асанов, И.Л. Паньков. – Пермь: Изд-во Перм. Гос. Техн. Ун-та, 2008. – 199 с.
2. ГОСТ 21153.2 – 84. Породы горные. Методы определения предела прочности при одноосном сжатии. – М.: Изд-во стандартов, 1985. – 10 с.
3. ГОСТ 28985 – 91. Породы горные. Методы определения деформационных характеристик при одноосном сжатии. – М.: Изд-во стандартов, 1991. – 19 с.
4. ГОСТ 21153.3 – 85. Породы горные. Методы определения предела прочности при одноосном растяжении. – М.: Изд-во стандартов, 1985. – 14 с.
5. Карташов Ю.М., Матвеев Б.В., Михеев Г.В., Фадеев А.Б. Прочность и деформируемость горных пород. – М., Недра, 1979.- 269 с.

Об авторах

Харисов Тимур Загитович (Пермь, Россия) – студент кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых» ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», 614990, Комсомольский проспект, 29, г. Пермь, Россия, e-mail: redboytim@mail.ru

Паньков Иван Леонидович (Пермь, Россия) - кандидат технических наук, старший научный сотрудник Горного института УрО РАН, 614007, Сибирская 78-а, г. Пермь, Россия, e-mail: ivpan@mi-perm.ru

About authors

Kharisov Timur Zagitovich, student of Department of Mineral Deposits Development of Perm National Research Polytechnic University, 614990, 29 Komsomolsky Prospekt, Perm, Russia, e-mail: redboytim@mail.ru

Pankov Ivan Leonidovich, Candidate of Technical Sciences, Senior researcher «Mining Institute of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences», 614007, Sibirskaya 78-а, Perm, Russia, e-mail: ivpan@mi-perm.ru

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ ГОРНЫХ ПОРОД НА АВТОМАТИЧЕСКОМ КОМПЛЕКСЕ «АСИС» ПРИ ОБЪЕМНОМ СЖАТИИ

Н.Э. Алиев, И.Л. Паньков, Д.А. Поспелов

Пермский национальный исследовательский
политехнический университет, г. Пермь, Россия

В статье рассматриваются методические особенности проведения испытаний при трехосном нагружении горных пород на автоматическом комплексе «АСИС» компании «ГЕОТЕК», позволяющем развивать вертикальные нагрузки до 500 кН с одновременным поддержанием давления в камере объемного сжатия до 70 МПа. Приведены результаты определения прочностных и деформационных показателей сильвинита, полученные при боковом давлении – 2 МПа и заданной скорости нагружения по датчику деформаций – 1 мм/мин.

Ключевые слова: объемное сжатие, комплекс «АСИС», прочностные и деформационные показатели, боковое давление, скорость нагружения.

METHODOLOGICAL FEATURES OF ROCK TESTING ON THE AUTOMATIC COMPLEX "ASIS" WITH VOLUMETRIC COMPRESSION

N.E. Aliev, I.L. Pankov, D.A. Pospelov

Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russia

The article discusses the methodological features of testing with triaxial loading of rocks on the automatic complex "ASIS" of the company "GEOTECH", which allows to develop vertical loads up to 500 kN while maintaining the pressure in the volumetric compression chamber up to 70 MPa. The results of determining the strength and deformation parameters of silvinit obtained at a lateral pressure of 2 MPa and a given loading rate by a strain gauge of 1 mm/min are presented.

Keywords: volumetric compression, ASIS complex, strength and deformation parameters, lateral pressure, loading rate.

Введение

В основе геомеханической оценки состояния элементов подземных конструкций, формирующихся при разработке месторождений полезных ископаемых подземным способом лежит информация о физико-механических свойствах горных пород, получаемых при различных схемах нагружения с использованием специальных лабораторных установок. Существующее в настоящее время испытательное оборудование позволяет проводить испытание с высокой точностью определения прочностных и деформационных параметров горных пород в широком интервале изменения скоростей деформирования и прикладываемых нагрузок. В тоже время, существенным ограничением проведения достаточных определений физико-механических показателей является относительно невысокое количество существующего современного оборудования, обусловленное их зарубежным происхождением и высокой стоимостью.

Альтернативой зарубежному оборудованию являются отечественные испытательные установки, имеющие значительно более низкую стоимость с сохранением требуемого функционала. Примером такого испытательного оборудования является автоматический комплекс «АСИС» компании «ГЕОТЕК», позволяющий проводить испытания образцов горных пород на объемное сжатие при вертикальных нагрузках до 500 кН и развиваемым давлением в стабилометрической камере до 70 МПа (Рисунок 1). Испытательный комплекс позволяет проводить определение прочностных и деформационных показателей при одноосном и объемном сжатии при заданных скоростях нагружения и длительных испытаниях на ползучесть и релаксацию в соответствии с действующими стандартами [1–5]. Также функционалом испытательного комплекса предусмотрено проведение фильтрационных испытаний образцов горных пород.

Автоматический комплекс «АСИС» (рис. 1) состоит из:

1. Шкафы управления двигателями.
2. Актуатор.
3. Компрессор.

4. Подъемный механизм.
5. Камера объемного сжатия.
6. Нагнетатель.
7. Дегазатор.
8. Компьютер.
9. Распределитель.

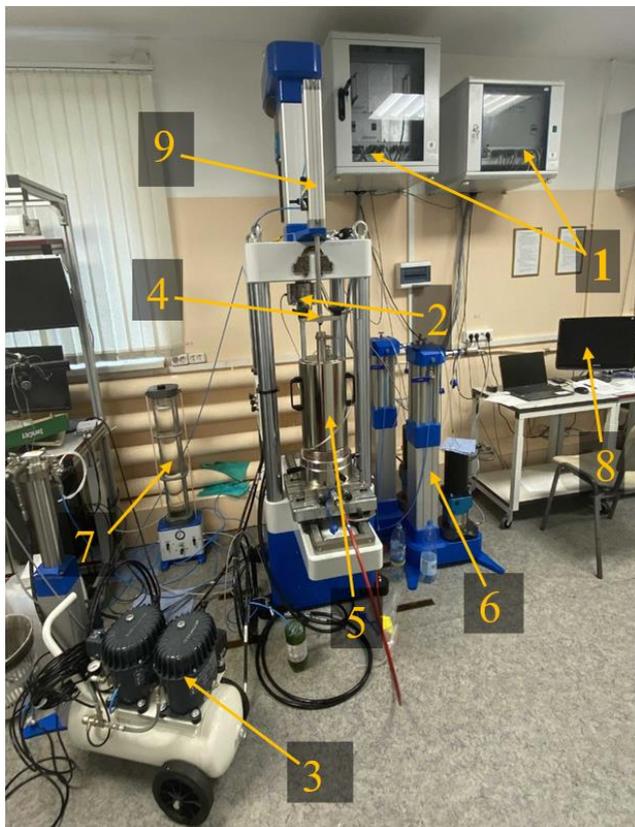


Рис. 1. Общий вид испытательной установки

Методика испытаний

Подготовка образца к испытанию

Испытание на объемное сжатие рассмотрено на примере призматического соляного образца шириной 35 мм и высотой 70 мм. Подготовленный образец помещается между верхним и нижним штампами (рис. 2). Для исключения контакта образца с рабочей жидкостью (силикон) образец обжимался термоусадочной трубкой. Для надежной гидроизоляции торцов образца штамп и термоусадочная трубка фиксировались хомутами.

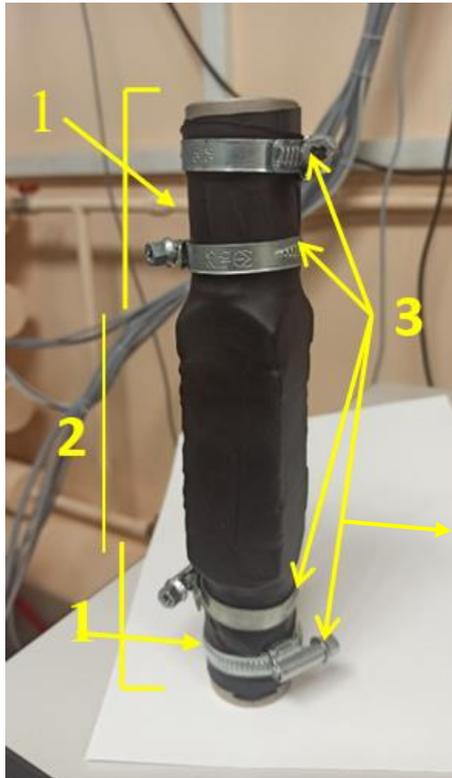


Рис. 2. Подготовленный образец для испытаний
(1 – верхний/нижний штампы, 2 – образец горной породы,
3 – хомуты)

Установка образца в камеру объемного сжатия

Соляной образец фиксируется на основании камеры – нижним штампом совмещается с втулкой, расположенной в центре основания. Затем необходимо произвести опускание цилиндра переключателем, расположенном на распределителе (рис. 3).

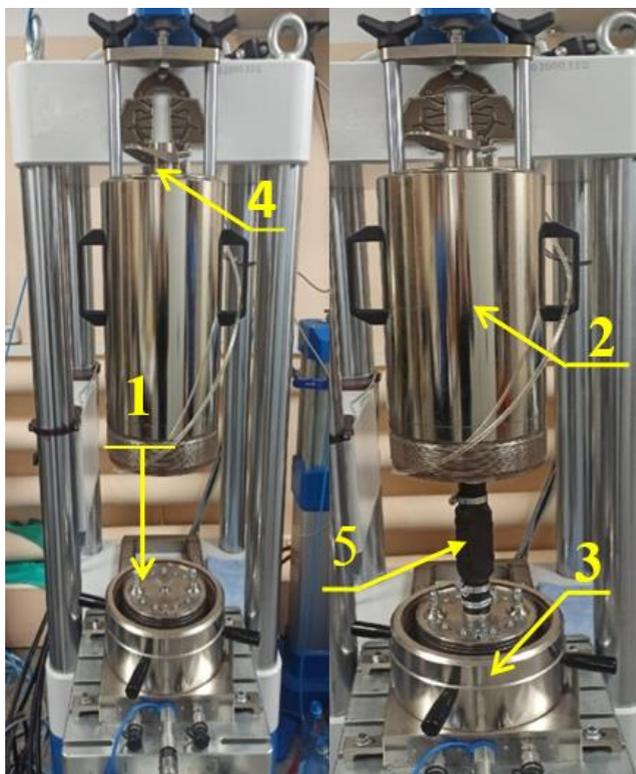


Рис. 3. Положение образца на основании камеры
(1 – втулка, 2 – цилиндр, 3 – основание камеры, 4 – шток, 5 – образец)

Установка внешнего датчика деформаций

На штангу датчикодержателя устанавливается внешний датчик деформаций, измеряющий продольные перемещения образца в

интервале от 0,002 до 40 мм. Между датчиком и актуатором необходимо выдерживать зазор не менее 10 мм.

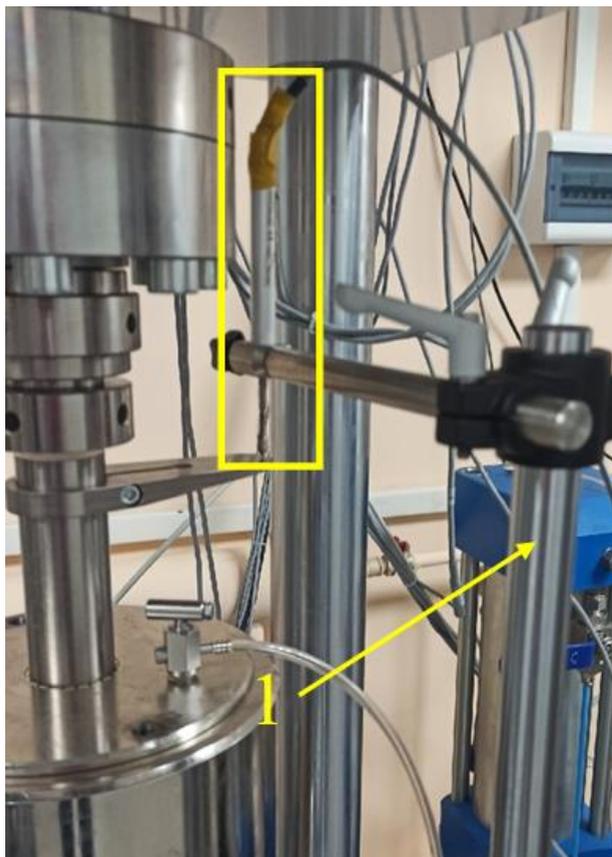


Рис. 4. Установка датчика внешних деформаций
(I – штанга датчикодержателя)

Подготовка к испытанию в ПО «АСИС»

Перед запуском испытания, необходимо выполнить ряд последовательных действий:

- 1) Произвести запуск программы «АСИС».
- 2) Выбрать конфигурацию – объемное сжатие горных пород.

3) Произвести настройку датчика деформации с помощью специального выделенного канала в диапазоне от -0,1 до 2 мм.

4) Выполнить заполнение данных об образце и настройке параметров испытания.

5) Произвести позиционирование актуатора и нагнетателя.

6) Запустить испытание.

Вывод данных

После завершения испытания необходимо зайти в обозреватель протоколов и скопировать полученные результаты в заранее подготовленный файл Excel.

Результаты исследования

По вышеприведенной методике проведены испытания партии образцов соляных пород размером 70x35x35мм. В качестве примера, на рис. 5 приведены результаты испытания на объемное сжатие образца сильвинита, проводившееся при боковом давлении – 2 МПа и заданной скорости нагружения по датчику деформаций, составляющей 1 мм/мин.

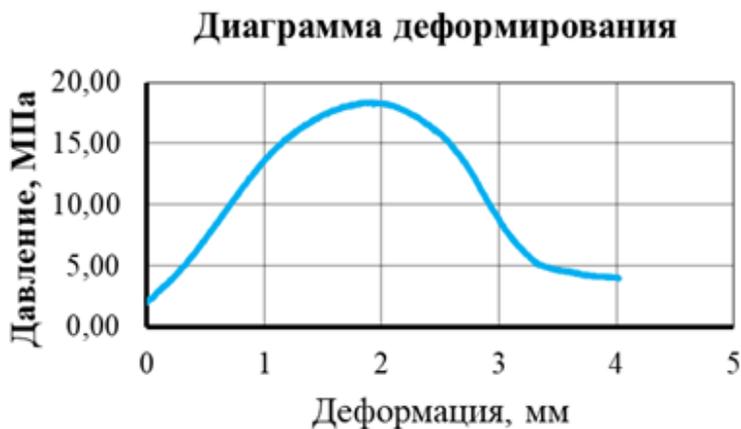


Рис. 5. Диаграмма деформирования сильвинита при объемном сжатии

Показатели деформирования определялись согласно методике, изложенной в работе [6]. Получены следующие физико-механические показатели: предел прочности – 18,3 МПа, модуль деформации – 0,17 ГПа и модуль спада – 0,23 ГПа.

Заключение

Рассмотрены методические особенности проведения испытаний при трехосном нагружении горных пород на автоматическом комплексе «АСИС» компании «ГЕОТЕК», позволяющем проводить определение прочностных и деформационных показателей при одноосном и объемном сжатии при заданных скоростях нагружения. Отработка методики проведения испытаний проводилась на образцах соляных пород. Методику работы на автоматическом комплексе «АСИС» предполагается использовать для определения физико-механических показателей горных пород, лежащих в основе адекватного геомеханического анализа и оценки состояния элементов подземных конструкций, формирующихся при разработке месторождений полезных ископаемых подземным способом.

Список литературы

1. ISRM: Suggested Methods for Determining the Uniaxial Compressive Strength and Deformability of Rock Materials, 1979.
2. ISRM: Suggested Methods for Determining the Strength of Rock Materials in Triaxial Compression: Revised Version, 1983.
3. ГОСТ 21153.2-84. Породы горные. Методы определения предела прочности при одноосном сжатии. – М.: Изд-во стандартов, 2001. – 10 с.
4. ГОСТ 28985–91. Породы горные. Методы определения деформационных характеристик при одноосном сжатии. – М.: Изд-во стандартов, 2004. – 19 с.
5. ГОСТ 21153.8-88. Породы горные. Методы определения предела прочности при объемном сжатии. – М.: Изд-во стандартов, 1988. – 17 с.
6. Барях А. А., Асанов В. А., Паньков И. Л. Физико-механические свойства соляных пород Верхнекамского калийного

месторождения: учеб. пособие / - Пермь: Изд-во Перм. гос.техн. ун-та, 2008. - 199 с.

Об авторах

Алиев Нариман Эльшад оглы (Пермь, Россия) – студент кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых» ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», 614990, Комсомольский проспект, 29, г. Пермь, Россия, e-mail: nariman01aliev@gmail.com

Паньков Иван Леонидович (Пермь, Россия) - кандидат технических наук, доцент кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», 614990, Комсомольский проспект, 29, г. Пермь, Россия, e-mail: ivpan@mi-perm.ru

Поспелов Дмитрий Андреевич (Пермь, Россия) – ассистент кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», 614990, Комсомольский проспект, 29, г. Пермь, Россия, e-mail: dimapospelov7@gmail.com

About authors

Aliev Nariman Elshad ogli (Perm, Russia) – student of Department of Mineral Deposits Development of Perm National Research Polytechnic University, 614990, Komsomolsky Prospekt, 29, Perm, Russia, e-mail: nariman01aliev@gmail.com

Pankov Ivan Leonidovich (Perm, Russia) – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of Department of Mineral Deposits Development of Perm National Research Polytechnic University, 614990, Komsomolsky Prospekt, 29, Perm, Russia, e-mail: ivpan@mi-perm.ru

Pospelov Dmitry Andreevich (Perm, Russia) – Assistant of Department of Mineral Deposits Development of Perm National Research Polytechnic University, 614990, Komsomolsky Prospekt, 29, Perm, Russia, e-mail: dimapospelov7@gmail.com

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ТОЛЩИНЫ ДЕСТРУКТИВНОГО СЛОЯ НА ПРОЧНОСТНЫЕ И ДЕФОРМАЦИОННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ СОЛЯНЫХ ПОРОД

М.А. Ворожцова¹, И.Л. Паньков²

¹ Пермский национальный исследовательский
политехнический университет, г. Пермь, Россия

² Горный институт УрО РАН, г. Пермь, Россия

В работе представлены результаты изучения влияния толщины деструктивного слоя на деформационные показатели соляных горных пород на сжатие. Оценка толщины деструктивного слоя проводилась по методике, основанной на обработке скорректированной диаграммы деформирования.

Ключевые слова: деструктивный слой, диаграмма деформирования, зона поджатия, модуль деформации.

STUDY OF THE INFLUENCE OF DESTRUCTIVE LAYER THICKNESS ON STRENGTH AND DEFORMATION PARAMETERS OF SALT ROCKS

M.A. Vorozhtsova¹, I.L. Pankov²

¹ Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russia

² Mining Institute of the Ural Branch of the RAS, Perm, Russia

The paper presents the results of studying the influence of the thickness of the destructive layer on the deformation parameters of salt rocks in compression. The thickness of the destructive layer was estimated using a method based on the processing of the corrected deformation diagram.

Keywords: destructive layer, deformation diagram, compression zone, modulus of deformation.

Введение

Одной из особенностей ведения горных работ на Верхнекамском месторождении калийных солей (ВКМКС) является предотвращение нарушений в водозащитной толще, создающих опасность затопления калийных рудников. С этой целью на месторождении применяется камерная система разработки с поддержанием налегающей толщи междукамерными целиками. При неправильном выборе параметров системы разработки существует высокая вероятность появления неконтролируемых оседаний подработанных пород, для предотвращения которых необходим комплекс горнотехнических мероприятий, основанных на геомеханическом анализе и учитывающем объективную информацию о деформационных показателях горных пород, определяемых в лабораторных условиях в соответствии с действующими стандартами [1–3].

Лабораторные испытания проводились в режиме одноосного нагружения на электромеханическом оборудовании – Zwick/Z250 (250 кН) и Zwick/400 (400 кН), позволяющем проводить испытания с заданной скоростью деформирования. По результатам эксперимента строились полные диаграммы деформирования в координатах “осевая относительная деформация – осевое сжимающее напряжения”, используемые для определения следующих механических показателей: предел прочности ($\sigma_{сж}$); секущий модуль деформации, определяемый на пределе прочности ($D_{пр}$); касательный модуль деформации, определяемый на пределе упругости (D_y) [4]. Необходимо отметить, что общепринятая стандартная методика определения физико-механических свойств не подразумевает учет «зоны поджатия», оказывающей значительное влияние на получаемые деформационные показатели.

Методика

Одной из характерных особенностей, испытываемых образцов горных пород является наличие деструктивного (нарушенного) поверхностного слоя, образующегося при их изготовлении, толщина которого зависит от таких факторов, как используемый режущий инструмент, прочностная связь между зёрнами кристаллов, а также

размеры самих зерен. В работах [5, 6] указывалось, что именно толщина данного слоя в образцах квазипластичных пород определяет величину масштабного эффекта второго рода. Также, результатом деформирования деструктивного поверхностного слоя является наблюдаемая «зона поджатия» на диаграммах деформирования, строящихся в координатах “абсолютная осевая деформация – осевое усилие” (участок ОВ на рис. 1, а). Соответственно, при исключении данной зоны диаграмма деформирования будет смещаться влево (рис. 1, б) на величину равную суммарной толщине верхнего и нижнего деструктивных слоев испытываемого образца:

$$h = h_{\text{в}} + h_{\text{н}} \quad (1)$$

где $h_{\text{в}}$ – толщина деструктивного слоя верхней грани образца, $h_{\text{н}}$ – толщина деструктивного слоя нижней грани образца.

Для исключения «зоны поджатия» на линейном участке диаграммы выделяют отрезок ВС (рис. 1, а), тангенс угла которого равен начальной жесткости, соответствующей касательному модулю деформации, определяемого по методике, изложенной в работе [4]. Экстраполяция отрезка ВС до пересечения с осью деформаций приводит к новой диаграмме деформирования, показанной на рис. 1. При этом суммарную толщину деструктивных слоев можно выразить через разность между абсолютными деформациями максимального усилия исходной и обработанной кривых нагружения:

$$h = u_{\text{пр}}^{\text{исх}} - u_{\text{пр}}^{\text{обр}} \quad (2)$$

где $u_{\text{пр}}^{\text{исх}}$ – абсолютная деформация максимального усилия исходной диаграммы деформирования с «зоной поджатия», $u_{\text{пр}}^{\text{обр}}$ – абсолютная деформация максимального усилия обработанной диаграммы деформирования без «зоны поджатия».

Алгоритм определения абсолютных деформаций по формуле (2) реализован в программе “Обработка”, предназначенной для получения комплекса прочностных и деформационных показателей по результатам испытаний горных пород на сжатие.

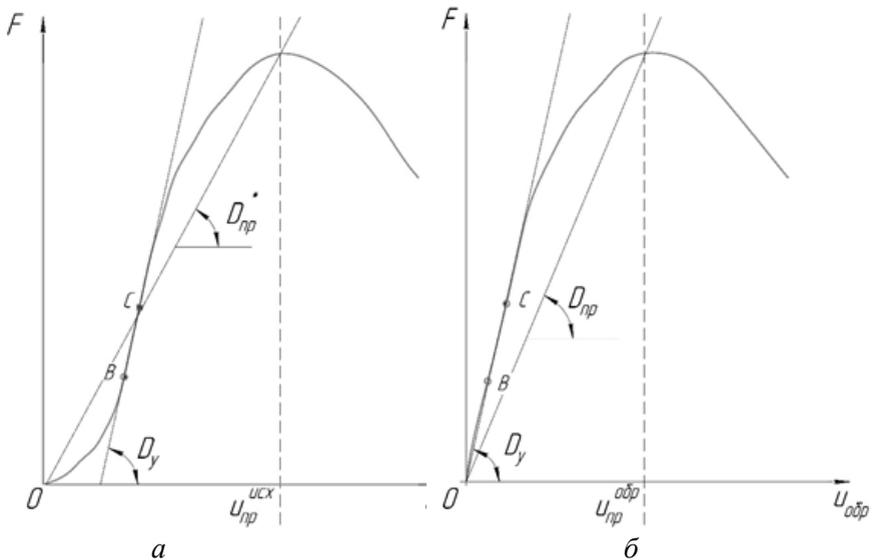


Рис. 1. Схема оценки толщины деструктивного слоя основанной на обработке исходной диаграммы: *а* - с поджатием (с учетом деструктивного слоя); *б* – исключая поджатие (без учета деструктивного слоя)

Результаты исследования

Совместное определение физико-механических показателей и толщины деструктивного слоя проводилось для образцов горных пород, изготовленных из скважин №1351а и №1352а шахтного поля рудника СКРУ-3. Результаты определений приведены в таблице. Результаты изучения влияния толщины деструктивного слоя на физико-механические показатели соляных пород показаны на рис. 2.

Результаты определения физико-механических показателей
и толщины деструктивного слоя образцов скважин №1351а, №1352а

№ скв.	№ обр.	Порода	h , мм	$\sigma_{сж}$, МПа	$D_{пр}$, ГПа	$D^*_{пр}$, ГПа	D_y , ГПа
1351а	1	Сильвинит красный	0,255	15,77	0,48	0,42	1,14
	2-1	Каменная соль	0,605	21,68	0,59	0,44	1,66
	2-2	Каменная соль	0,675	22,97	0,62	0,45	1,62
	3	Каменная соль	0,25	20,05	0,56	0,50	1,23
	4	Каменная соль	0,615	21,58	0,56	0,43	1,60
	5	Сильвинит красный	0,395	21,48	0,72	0,57	2,13
	6	Сильвинит красный	0,05	22,87	0,68	0,70	1,77
	7-1	Каменная соль	0,135	21,84	0,71	0,65	2,63
	7-2	Каменная соль	0,24	21,72	0,87	0,73	2,90
	8	Сильвинит красный	0,36	18,74	0,58	0,48	1,62
	9	Сильвинит красный	0,425	16,11	0,55	0,43	1,70
	10	Каменная соль	0,375	23,17	0,76	0,61	2,24
	11-1	Сильвинит красный	0,34	17,51	0,47	0,40	1,75
	11-2	Сильвинит красный	0,29	19,29	0,56	0,48	1,60
	12	Сильвинит красный	0,315	16,56	0,45	0,39	1,39
	13	Каменная соль	0,23	23,41	0,74	0,65	2,13
	14	Сильвинит красный	0,24	19,01	0,68	0,58	1,93
	15	Сильвинит красный	0,275	22,67	0,76	0,64	2,02
	16	Каменная соль	0,375	19,63	0,75	0,58	1,70
	17	Каменная соль	0,71	24,50	0,61	0,45	1,81
	18	Каменная соль	0,575	13,34	0,36	0,28	0,82
	19	Каменная соль	0,37	19,07	0,61	0,49	1,82
	20	Сильвинит красный	0,19	17,14	0,41	0,37	1,89
	21	Сильвинит красный	0,61	20,15	0,51	0,39	1,36
	22	Каменная соль	0,295	20,90	0,57	0,49	1,98
	23	Каменная соль	0,155	20,25	0,66	0,60	1,44
	24	Каменная соль	0,545	25,76	0,78	0,59	2,44
25	Сильвинит красный	0,435	21,73	0,45	0,38	1,45	
26	Каменная соль	0,39	22,68	0,82	0,64	2,15	
27	Сильвинит полосчатый	0,81	15,98	0,50	0,33	1,06	

Окончание таблицы

№ скв.	№ обр.	Порода	h , мм	$\sigma_{сж}$, МПа	$D_{пр}$, ГПа	$D^*_{пр}$, ГПа	D_y , ГПа
1351а	28	Сильвинит полосчатый	0,805	19,94	0,43	0,32	1,09
	29	Сильвинит полосчатый	1,33	15,54	0,50	0,33	1,25
	30	Сильвинит пестрый	0,945	16,06	0,45	0,29	1,09
	31	Сильвинит пестрый	0,565	16,17	0,63	0,44	1,31
	32	Сильвинит пестрый	1,17	11,30	0,30	0,18	0,75
	33-1	Каменная соль	0,28	20,39	0,60	0,51	1,97
	33-2	Каменная соль	0,255	16,95	0,60	0,51	1,51
	34	Каменная соль	0,235	23,31	0,72	0,63	2,17
1352а	1	Сильвинит красный	0,535	22,11	0,58	0,46	1,45
	2	Каменная соль	0,715	23,33	0,51	0,39	1,55
	3	Каменная соль	0,67	19,26	0,38	0,30	1,24
	4	Сильвинит красный	0,425	23,58	0,65	0,53	1,85
	5	Каменная соль	0,625	17,78	0,44	0,34	0,92
	6	Каменная соль	0,52	19,46	0,45	0,36	1,33
	7	Сильвинит красный	0,51	19,38	0,39	0,32	1,14
	8	Каменная соль	0,555	24,26	0,49	0,40	1,61
	9	Сильвинит красный	0,61	14,28	0,41	0,30	1,02
	10	Сильвинит красный	0,385	18,95	0,43	0,37	1,50
	11	Сильвинит красный	0,485	17,47	0,47	0,37	1,37
	12	Сильвинит красный	0,51	22,35	0,56	0,45	1,36
	13	Каменная соль	0,65	21,62	0,54	0,41	1,56
	14	Сильвинит красный	0,165	18,36	0,46	0,43	1,66
	15	Каменная соль	0,475	17,47	0,39	0,32	1,06
	16	Каменная соль	0,51	14,14	0,41	0,32	0,98
	17	Сильвинит пестрый	0,71	16,97	0,49	0,35	1,08
	18	Сильвинит пестрый	1,16	17,52	0,45	0,28	1,01
	19	Каменная соль	0,35	19,90	0,58	0,48	1,46
	20	Каменная соль	0,32	21,20	0,71	0,58	1,68

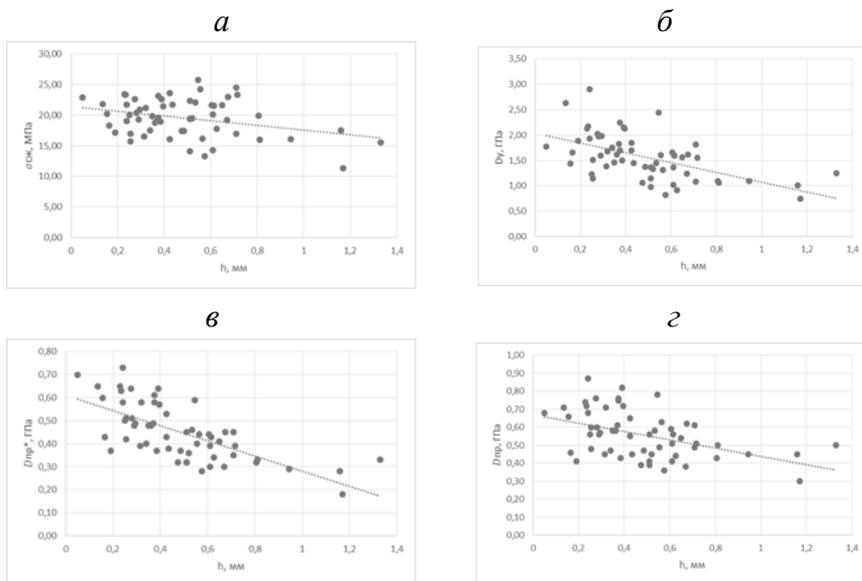


Рис. 2. Влияние толщины деструктивного слоя на физико-механические показатели соляных пород: *а* – предел прочности; *б* – касательный модуль деформации; *в* – секущий модуль деформации (исходная диаграмма); *г* – секущий модуль деформации (обработанная диаграмма)

Заключение

Установлено, что толщина деструктивного слоя варьируется от 0,05 мм до 1,33 мм. Наибольшие значения толщины слоя наблюдается для образцов пестрого и полосчатого сильвинита, что подтверждает преимущественное влияние размеров зерна на формирование поврежденности изготавливаемых образцов.

Также анализ результатов исследований позволил установить тенденцию уменьшения прочностных и деформационных показателей (Рисунок 2), получаемых при обработке диаграмм деформирования, с увеличением толщины деструктивного слоя.

Проведенные исследования направлены на уточнения методических аспектов обработки результатов экспериментального опреде-

ления физико-механических свойств горных пород с целью повышения безопасности ведения горных в условиях ВКМКС.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и образования РФ (регистрационный номер 122012000403-1). Работа выполнена с использованием оборудования ЦКП «Исследования материалов и вещества» ПФИЦ УрО РАН и ЦКП «Центр изучения свойств геоматериалов» Пермского национального исследовательского политехнического университета.

Список литературы

1. ГОСТ 21153.2-84. Породы горные. Методы определения предела прочности при одноосном сжатии. – М.: Изд-во стандартов, 2001. – 10 с.

2. ГОСТ 28985–91. Породы горные. Методы определения деформационных характеристик при одноосном сжатии. – М.: Изд-во стандартов, 2004. – 19 с.

3. ГОСТ 21153.3-85. Породы горные. Методы определения предела прочности при одноосном сжатии. – М.: Изд-во стандартов, 1985. – 14 с.

4. Барях А. А., Асанов В. А., Паньков И. Л. Физико-механические свойства соляных пород Верхнекамского калийного месторождения: учеб. пособие / - Пермь: Изд-во Пермь. гос. техн. ун-та, 2008. - 199 с.

5. I. Pankov, V. Asanov, N. Beltyukov Mechanism of Scale Effect in Saliferous Rock under Compression / Symposium of the International Society for Rock Mechanics (EUROCK 2017), Procedia Engineering 191 (2017) 918 – 924.

6. Паньков И.Л. Теоретическое описание проявлений поверхностного масштабного эффекта в квазипластичных породах // Горное эхо. – Пермь, 2019. – № 1. – С. 49-53.

7. Безматерных М.Д., Паньков И.Л. Учет собственных деформаций электромеханического оборудования при изучении деформационных свойств горных пород на сжатие / Актуальные проблемы охраны труда и безопасности производства, добычи и использования калийно-

магниевого солей: материалы I Междунар. науч.-практ. конф., 14-15 мая 2018 года, г. Пермь, с.133-138.

Об авторах

Ворожцова Мария Александровна (Пермь, Россия) – студент кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых» ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», 614990, Комсомольский проспект, 29, г. Пермь, Россия, e-mail: emotione166@gmail.com

Паньков Иван Леонидович (Пермь, Россия) - кандидат технических наук, старший научный сотрудник «Горный институт Уральского отделения Российской академии наук», 614007, Сибирская 78-а, г. Пермь, Россия, e-mail: ivpan@mi-perm.ru

About authors

Vorozhtsova Maria Alexandrovna, student of Department of Mineral Deposits Development of Perm National Research Polytechnic University, 614990, 29 Komsomolsky Prospekt, Perm, Russia, e-mail: emotione166@gmail.com

Pankov Ivan Leonidovich, Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher «Mining Institute of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences», 614007, Sibirskaya 78-a, Perm, Russia, e-mail: ivpan@mi-perm.ru

ГРАФИЧЕСКОЕ ПОСТРОЕНИЕ ПАСПОРТА ПРОЧНОСТИ ПО КРУГАМ МОРА ДЛЯ ГИПСА НОВОМОСКОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Э.Р. Боровикова, А.В. Евсеев

Пермский национальный исследовательский
политехнический университет, г. Пермь, Россия

В работе представлен краткий обзор методики проведения испытаний гипса (5 образцов) на электромеханическом оборудовании на одноосное сжатие и растяжение. Построен паспорт прочности по критерию Кулона-Мора, анализируя который были определены: коэффициент сцепления – 2,45 МПа, угол внутреннего трения – $61^{\circ}40'$ и максимальное касательное напряжение – 4,63 МПа.

Ключевые слова: паспорт прочности, критерий прочности Кулона-Мора, испытания на одноосное сжатие, испытания на растяжение, физико-механические свойства

GRAPHICAL CONSTRUCTION OF A STRENGTH PASSPORT BY MOHR CIRCLES FOR GYPSUM OF THE NOVOMOSKOVSKOYE DEPOSIT

E.R. Borovikova, A.V. Evseev

Perm National Reasearch Polytechnic University, Perm, Russia

The paper presents a brief overview of the methodology for testing gypsum (5 samples) on electromechanical equipment for uniaxial compression and tension. A strength passport was constructed according to the Coulomb-Mohr criterion, analyzing which the following were determined: the coefficient of adhesion – 2,45 МПа, the angle of internal friction – $61^{\circ}40'$ and the maximum tangential stress – 4,63 МПа.

Keywords: strength passport, Coulomb-Mohr strength criterion, uniaxial compression tests, tensile tests, physical and mechanical properties

При разработке месторождений полезных ископаемых для характеристики геомеханических процессов в массиве горных пород используются различные критерии прочности [1–5]. Критерии прочности представляет собой зависимость напряженно-деформированного состояния массива горных пород и его механических свойств. На основе существующих критериев строится паспорт прочности пород, представляющий собой комплекс показателей, которые характеризуют прочность горного массива под воздействием различных механических факторов. Паспорт прочности рассчитывается и строится по результатам испытаний образцов и позволяет оценить условия разрушения пород в различных напряженных состояниях [6]. Одним из наиболее распространенных критериев прочности является критерий Кулона-Мора, представляющий собой зависимость касательных напряжений от величины приложенных нормальных.

В данной работе представлены результаты испытаний образцов гипса Новомосковского месторождения, которые использовались для построения паспорта прочности по кругам Мора.

Проведение испытаний на одноосное сжатие

Определение физико-механических свойств горных пород осуществлялось на образцах правильной формы (цилиндрах и призмах) в соответствии с действующими стандартами и методиками на оборудовании прошедшем метрологическую поверку [7–9].

Испытания образцов на сжатие проводились на жестком электромеханическом прессе Zwick-250 с предельной нагрузкой 25 т (рис. 1). Жесткость прессы составляет $G=1,25 \cdot 10^8$ Н/м, что позволяло получать весь комплекс прочностных, деформационных, жесткостных и энергетических параметров как на допредельной, так и на запредельной стадиях деформирования.



Рис. 1. Лабораторное оборудование для проведения испытаний на одноосное сжатие (электромеханический пресс Zwick-250)

Проведение испытаний на растяжение

Предел прочности на растяжение определялся косвенным методом (раскалыванием по образующей) на электромеханическом прессе 1231-У10 с предельной нагрузкой 10 т (рис. 2). Это один из распространенных методов определения прочности горных пород на разрыв. Сущность метода состоит в испытании образца на сжатие линейно сосредоточенной нагрузкой с двух сторон (рис. 2). Такая нагрузка вызывает разрыв образца на две части по поверхности, проходящей вдоль контакта породы с линейно сосредоточенной сжимающей нагрузкой.



Рис. 2. Установка определения по растяжению (электромеханический пресс 1231-У10)

Результаты определения физико-механических свойств

В данной работе анализ использовался при обработке результатов испытаний гипса на одноосное сжатие и растяжение. Средние механические свойства предоставленных для испытаний пород характеризуются следующими показателями:

- гипс пласта VIII – $\sigma_{сж} = 19,72$ МПа; $\sigma_p = 1,76$ МПа; $D_{пр} = 3,69$ ГПа; $\epsilon_{пр} = 0,54$ %.

Полученные результаты представлены в табл. 1 и табл. 2.

Таблица 1

Результаты испытаний образцов на одноосное сжатие

Образец	h, мм	d, мм	h/d	$\sigma_{сж}$, МПа
1	92	46	2	17,54
2	92	46	2	18,75
3	92	46	2	20,43
4	92	46	2	20,55
5	92	46	2	18,31

Таблица 2

Результаты испытаний образцов на растяжение

Образец	Площадь, см ²	N, кН	σ_p , МПа
1	7,0	1,24	1,8
2	6,0	1,39	2,3
3	7,0	1,02	1,5
4	6,7	1,11	1,7
5	6,3	0,94	1,5

По полученным значениям строится паспорт прочности гипса Новомосковского месторождения: $A_{\sigma_{сж}} = 19,12$ МПа и $A_{\sigma_p} = 1,76$ МПа.

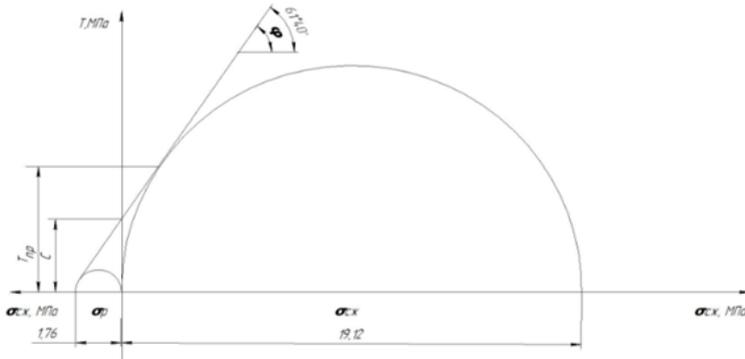


Рис. 3. Графическое построение паспорта прочности (масштаб 1:1)

Проведя анализ рис. 3, были определены: коэффициент сцепления $C = 2,45$ МПа; угол внутреннего трения $\varphi = 61^{\circ}40'$ и предельное касательное напряжение ($\tau_{пр}$ в случае одноосного сжатия, которое определяется по формуле (1):

$$\tau_{пр} = \frac{1}{2} \sigma_{сж} \cdot \cos \varphi = 4,63 \text{ МПа.} \quad (1)$$

Заключение

1. Определены физико-механические свойства гипса Новомосковского месторождения. Испытано 5 образцов на одноосное

сжатие на прессе Zwick-250 и 5 образцов на растяжение на электромеханическом прессе 1231-У10 с предельной нагрузкой 10 т.

2. Построен паспорт прочности по критерию Кулона–Мора, основанный на зависимости касательных напряжений от нормальных.

3. При анализе графического представления паспорта прочности определены: коэффициент сцепления – 2,45 МПа, угол внутреннего трения – $61^{\circ}40'$ и максимальное касательное напряжение – 4,63 МПа.

Список литературы

1. Еременко В.А., Айнбиндер И.И., Пацкевич П.Г., Бабкин Е.А. Оценка состояния массива горных пород на рудниках ЗФ ОАО «ГМК «Норильский никель» // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2017. – № 1. – С. 5–17.

2. Paul A., Murthy V. M. S. R., Prakash A., Singh A. K. Estimation of rock load in development workings of underground coal mines. A modified RMR approach current science, 114(10), 2018.pp. 2167–2174.

3. Протосеня А. Г., Вербило П. Э. Оценка прочности блочного массива методом численного моделирования // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. – 2016. – № 4. – С. 47–54.

4. Bahrani N., Hadjigeorgiou J. Influence of Stope Excavation on Drift Convergence and Support Behavior: Insights from 3D Continuum and Discontinuum // Models Rock Mechanics and Rock Engineering. 2018. pp. 1–19.

5. Лушников В.Н., Сэнди М. П., Еременко В.А., Коваленко А.А., Иванов И.А. Методика определения зоны распространения повреждения породного массива вокруг горных выработок и камер с помощью численного моделирования // Горный журнал. – 2013. – № 12. – С. 5–17.

6. Ч.В. Хажыылай, В.А. Еременко, М.А. Косырева, А.М. Янбеков. Горный информационно-аналитический бюллетень. 2018. № 12. С. 92–101.

7. ISRM: Suggested Methods for Determining the Uniaxial Compressive Strength and Deformability of Rock Materials, 1979.

8. ГОСТ 21153.2-84. Породы горные. Методы определения предела прочности при одноосном сжатии. – М.: Изд-во стандартов, 2001. – 10 с.

9. ГОСТ 28985–91. Породы горные. Методы определения деформационных характеристик при одноосном сжатии. – М.: Изд-во стандартов, 2004. – 19 с.

Об авторах

Боровикова Элина Рафиговна – студент кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых» ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» 614990, г. Пермь, Комсомольский проспект, д. 29, e-mail: borovikovaelina@rambler.ru

Евсеев Антон Владимирович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» 614990, г. Пермь, Комсомольский проспект, д. 29, e-mail: evseev@mi-perm.ru

About authors

Borovikova Elina Rafigovna – student of Department of Mineral Deposits Development of Perm National Research Polytechnic University, Perm, Komsomolsky Prospekt, 29, 614990, Perm, e-mail: borovikovaelina@rambler.ru

Evseev Anton Vladimirovich – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of Department of Mineral Deposits Development of Perm National Research Polytechnic University, Komsomolsky Prospekt, 29, Perm, 614990, e-mail: evseev@mi-perm.ru

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ГАЗОНОСНОСТИ ИЗВЕСТНЯКОВ ПО СВЯЗАННЫМ ГАЗАМ

А.А. Ворончихина, М.С. Треногина

Пермский национально исследовательский
политехнический университет, г. Пермь, Россия

Представлена методика изучения газоносности пород по связанным газам методом сухой механической дезинтеграции. Приведены результаты лабораторных исследований количественной и качественной составляющей газоносности известняков.

Ключевые слова: газоносность, известняк, связанные газы, компонентный состав.

THE RESULTS OF LIMESTONE GAS CONTENT STUDIES FOR ASSOCIATED GASES

A.A. Voronchikhina, M.S. Trenogina

Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russia

The method of studying the gas content of rocks by bound gases by the method of dry mechanical disintegration is presented. The results of laboratory studies of the quantitative and qualitative component of the gas content of limestones are given.

Keywords: gas content, limestone, associated gases, component composition.

Введение

Практика ведения горных работ показывает, что геологоразведочные работы, вскрытие месторождения, проходка подготовительных и очистных выработок, часто сопровождаются газопроявлениями. Распределение газов по геологическому разрезу, продуктивному пласту или вмещающим породам носит неравномерный характер и

выделение зон или геологических разностей пород с повышенным содержанием газа является важным аспектом разработки месторождения [1-5]. Газоносность пород, как одна из характеристик, определяющих газовый фактор, является важной составляющей для выделения зон, опасных по газопроявлениям.

Газоносность пород по связанным газам определяется объемом газа, приходящимся на единицу объема породы.

Методика определения газоносности пород по связанным газам

Методика определения газоносности пород по связанным газам заключается в замере объема выделившихся газов при сухой механической дезинтеграции образцов пород с постоянным контролем давления и температуры в изолированном от атмосферы сосуде, а также в отборе и хроматографическом анализе компонентного состава газов [6].

Для подготовки пробы и проведения эксперимента по определению количественной составляющей газоносности пород применяется щековая дробилка и планетарная шаровая мельница с размольным стаканом с системой PM GrindControl для контроля давления и температуры в процессе измельчения пробы (рис. 1).



Рис. 1. Оборудование для подготовки породы и определения количественной составляющей газоносности пород по связанным газам

Изучение газоносности известняков по связанным газам проводилось на 14 образцах пород, отобранных с различных участков и

подготовительных выработок. Для примера на рис. 2 представлены несколько образцов вмещающих пород.



Рис. 2. Пробы известняков с различных участков

Результаты исследований

Для проведения экспериментов из каждого образца подготавливались три пробы по 300 гр. В результате испытаний получены средние значения газоносности известняков по связанным газам и средние значения компонентного состава для каждого образца. Результаты исследования газоносности пород по связанным газам представлены на гистограмме (рис. 3).

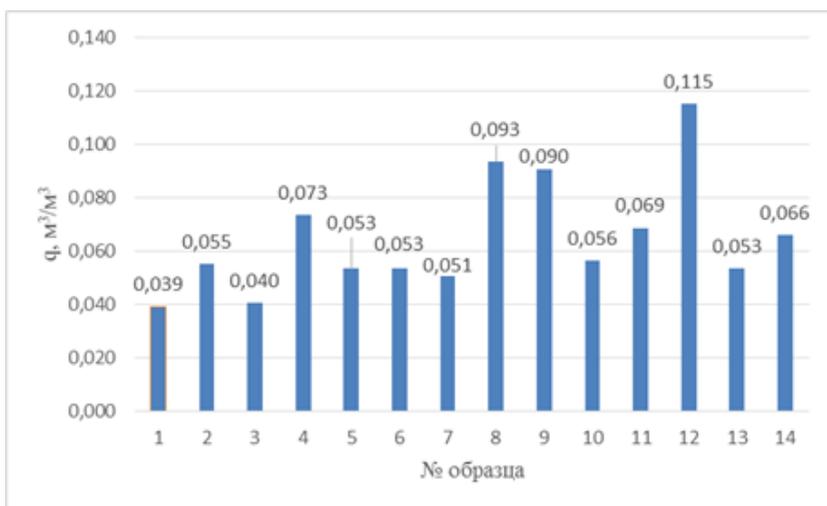


Рис. 3. Гистограмма распределения газоносности пород в образцах

Газоносность исследуемых пород по связанным газам изменяется от $0,039 \text{ м}^3/\text{м}^3$ до $0,115 \text{ м}^3/\text{м}^3$ при среднем значении $0,065 \text{ м}^3/\text{м}^3$. Наименьшее значение газоносности известняков отмечено в образце, представленном в образце №1, представленном карбонатной брекчией. Наибольшее значение газоносности пород представлено в образце №12, представленном известняком коричневым. Компонентный состав связанных газов представлен в таблице.

Компонентный состав газов метаново-азотный. Содержание метана в пробах изменяется от 1,14 % до 42,96 % при среднем содержании 8,43 %. Наибольшие содержания метана отмечено в пробе № 12 (42,96 %), представленной коричневым известняком. Водород в пробах обнаружен в малых количествах в пробах №13 (0,09 %) и №14 (0,12 %). Суммарное содержание тяжелых углеводородов изменяется от 0,25 % до 20,95 % при среднем значении 3,28 %.

Заключение

В результате исследований газоносности пород образцов по связанным газам получены следующие результаты:

- газоносность пород изменяется от $0,039$ до $0,115 \text{ м}^3/\text{м}^3$ при среднем значении $0,065 \text{ м}^3/\text{м}^3$. Наибольшее значение газоносности пород представлено в образце №12, представленном известняком коричневым;

- компонентный состав газов метаново-азотный. Наибольшее содержания метана отмечено также в пробе № 12 (42,96%) представленной коричневым известняком;

- известняк коричневый по количеству содержащегося в нем связанного газа и его компонентному составу отличается от остальных опробованных образцов, и появление его по трассе подготовительной выработки может являться одним из признаков газоопасности пород.

Компонентный состав газов в пробах

№ п/п	Порода	СН ₄	Н ₂	С ₂ Н ₆	С ₃ Н ₈	i-C ₄ H ₁₀	n-C ₄ H ₁₀	i-C ₅ H ₁₂	n-C ₅ H ₁₂	N ₂	СО ₂
1	Брекчия карбонатная	1,14	0,00	0,075	0,071	0,020	0,057	0,022	0,036	98,37	0,20
2	Известняк белый	1,46	0,00	0,137	0,102	0,031	0,058	0,030	0,036	97,84	0,31
3	Известняк белый	1,40	0,00	0,101	0,052	0,017	0,034	0,023	0,024	98,13	0,22
4	Известняк белый	5,21	0,00	1,413	2,514	0,665	1,499	0,443	0,735	87,34	0,18
5	Известняк белый	3,29	0,00	0,370	0,614	0,312	0,770	0,447	0,822	93,20	0,18
6	Кальцитовый гидрогермацит	7,81	0,00	0,291	0,068	0,011	0,030	0,090	0,058	91,47	0,17
7	Известняк белый	2,68	0,00	0,167	0,062	0,011	0,029	0,011	0,015	96,78	0,24
8	Известняк белый	4,15	0,00	0,261	0,085	0,026	0,037	0,042	0,045	95,15	0,21
9	Известняк пятнистый	12,26	0,00	1,493	0,924	0,154	0,329	0,109	0,178	84,23	0,33
10	Кальцитовый гидрогермацит	4,77	0,00	0,727	0,529	0,120	0,274	0,108	0,155	92,85	0,47
11	Карбонатный милоцит	19,65	0,00	1,346	0,590	0,181	0,301	0,162	0,231	77,18	0,37
12	Известняк коричневый	42,96	0,00	8,777	5,299	1,124	3,137	0,988	1,622	35,80	0,29
13	Известняк глинистый (зеленый)	4,89	0,09	0,679	0,679	0,159	0,683	0,165	0,308	91,73	0,62
14	Известняк	6,36	0,12	0,537	0,311	0,093	0,307	0,094	0,156	91,09	0,93

Список литературы

1. Потураев В.Н. Прогноз и предотвращение выбросов пород и газа / В.Н. Потураев [и др.]. – Киев: Наукова думка, 1986. – 160 с.
2. Матвиенко Н Г. Газобезопасность освоения рудных месторождений / Матвиенко Н Г // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2000. – № 7. – С. 31-34. – EDN NCEOXD.
3. Матвиекко Н.Г. Выделение природных газов при освоении рудных месторождений. М., Наука, 1988, 230 с
4. Чельтон Ф., Робинсон Дж. Проблемы выбросов газа / Ф. Чельтон, Дж. Робинсон // Ежегод. Обзор развития горных технологий в мире/ю Минтех-89. – Лондон, 1989. – 326 с.
5. Коньков Г.А. О значении выявления выбросоопасных зон в условиях Донбасса для прогноза выброса / Г.А. Коньков // Борьба с внезапными выбросами в угольных шахтах. – М.: 1962. – С. 598-600.
6. Забигаило В.Е. Геологические основы теории прогноза выбросоопасности угольных пластов и горных пород / В.Е. Забигаило. – Киев: Наукова думка, 1978. – 164 с.
7. Иванов О.В. Научно-учебный измерительный комплекс для изучения газоносности горных пород по связанным газам // Стратегия и процессы освоения георесурсов: сб. науч. трудов. Вып. 10. – Пермь: ГИ УрО РАН, 2012. – С. 223–225.

Об авторах

Ворончихина Алина Андреевна – студент кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых» ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», 614990, Комсомольский проспект, 29, г. Пермь, Россия, e-mail: voronchixina2001@list.ru

Треногина Мария Сергеевна – студент кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых» ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», 614990, Комсомольский проспект, 29, г. Пермь, Россия, e-mail: mari.trenogina@bk.ru

About authors

Voronchikhina Alina Andreevna – student of Department of Mineral Deposits Development of Perm National Research Polytechnic University, Perm, Komsomolsky Prospekt, 29, 614990, Perm, e-mail: voronchixina2001@list.ru

Trenogina Maria Sergeevna – student of Department of Mineral Deposits Development of Perm National Research Polytechnic University, Perm, Komsomolsky Prospekt, 29, 614990, Perm, e-mail: mari.trenogina@bk.ru

РАЗДЕЛ 3.
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УНИКАЛЬНЫХ СВОЙСТВ
ПРИРОДНЫХ КАЛИЙНО-МАГНИЕВЫХ
И НАТРИЕВЫХ СОЛЕЙ В ЛЕЧЕБНЫХ
И ОЗДОРОВИТЕЛЬНЫХ ЦЕЛЯХ

ОСНОВНЫЕ НЕРЕШЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ СОЛЯНОЙ АЭРОДИСПЕРСНОЙ СРЕДЫ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА

Г.З. Файнбург

Пермский национальный исследовательский
политехнический университет, Пермь, Россия

В статье рассмотрены основные проблемы исследования воздействия соляной аэродисперсной среды каменно-соляных и калийных рудников, а также сильвинитовых спелеоклиматических камер для лечения и профилактики ряда широко распространенных заболеваний.

Показано различие результатов различия лечебных сред, характеризующихся высоким и низким содержанием крупного аэрозоля. Обсуждены вопросы гормезиса, восстановления гомеостаза, интервального воздействия.

Предложен новый термин «ре-терапия» на основе использования помещений, названных Re-room, с лечебной средой, оказывающей воздействие, описываемое словами rehabilitation, restoration, relaxation, reparation and revitalization.

Учитывая характер воздействия соляных аэродисперсных сред, создающихся в присутствии хлорида калия, предложено изменить традиционное название сильвинитовая спелеоклиматотерапия на иные более адекватные названия типа адаптотерапия, соляная адаптотерапия, сильвинитовая адаптотерапия, спелеоадаптотерапия, адартоспелеоклиматотерапия.

Сделан вывод о перспективности применения аэродисперсных соляных воздушных сред для массового лечения и оздоровлении населения.

Ключевые слова: гормезис, интервальное воздействие, неспецифическая реакция, соляной воздух, наноразмерная аэрозоль, спелеотерапия, адаптотерапия, ре-терапия, Re-room

MAIN UNSOLVED IMPACT ISSUES SALT AERODISPERSE ENVIRONMENT ON THE BODY PERSON

G.Z. Fainburg

Perm National Polytechnic University,
Perm, Russia

The article considers the main problems of the study of the impact of salt aerodisperse environment of stone-salt and potassium mines, as well as sylvinite caving chambers for the treatment and prevention of a number of widespread diseases.

The difference in the difference between treatment media characterized by high and low coarse aerosol content is shown. The issues of hormesis, homeostasis recovery, interval exposure were discussed.

A new term re-therapy is proposed based on the use of rooms called Re-room, with a therapeutic medium having an effect described by the words rehabilitation, restoration, relaxation, reparation and revitalization.

Considering the nature of exposure to salt aerodisperse media created in the presence of potassium chloride, it is proposed to change the traditional name of sylvinite speleoclimate therapy to other more adequate names such as adaptotherapy, salt adaptotherapy, sylvinite adaptotherapy, speleoadaptotherapy, adar-tospeleoclimate therapy.

It was concluded that the use of aerodisperse salt air media for mass treatment and rehabilitation of the population is promising.

Keywords: hormesis, interval influence, nonspecific reaction, salty air, resort activity nanosized aerosol, speleotherapy, adaptotherapy, re-therapy, Re-room

Введение

Постоянный рост острых респираторно-вирусных заболеваний, аллергопатий, хронической усталости, последствий воздействия стрессорных факторов, постковидных состояний требует различных методов реабилитации и восстановления здоровья. Не менее важна и проблема повышения естественного иммунитета здорового организма, особенно у детей и лиц пожилого возраста.

Решить эти проблемы медикаментозными способами, основанными в целом на химическом «разрыве» биохимических цепочек основных процессов заболевания, в настоящее время представляется невозможным, поскольку реабилитация, по своей сути, является «возвращением» к нормальному гомеостазу организма и неизбежно «включает» множество биохимических процессов, никак не управляемых «активными веществами» лекарства.

В этой связи огромный интерес представляют различные «немедикаментозные» методы поддержания здоровья и восстановления нормального состояния организма после перенесенной болезни, особенно в случаях, когда такое восстановление длительно и образует

своеобразный «хвост» или «шлейф» симптомов, характеризующих «остаточные явления» болезненного состояния.

Одними из таких методов являются спелеотерапия в каменно-соляных и калийных рудниках и спелеоклиматотерапия в сильвинитовых спелеоклиматических камерах [1–3].

Оба эти методы состоят во временном периодическом нахождении «пациента» в особой воздушной среде, оказывающей оздоровительное, лечебное и восстановительное действие. Исключительное достоинство этих методов состоит в отсутствии побочных эффектов и в сочетаемости с любыми иными процедурами и приемом (зачастую вынужденным) тех или иных лекарств, как для иных сопутствующих заболеваний, так и для основного недомогания.

Более того, сформировавшийся за миллионы лет эволюции человеческий организм теплокровного животного, непрерывно вдыхающего кислород воздуха и выдыхающий продукты газообмена (преимущественно углекислый газ), а также обменивающийся теплом с окружающей средой адаптирован к постоянным и зачастую резким изменениям этой среды и «чутко» (как правило, неосознанно) реагирует на малейшие ее изменения.

Такой характер реакции позволяет, в принципе, реализовать эффективные целенаправленные воздействия на гомеостаз организма и тем самым перевести его на иной уровень функционирования, желательного - длительного «здорового» существования.

Эти методы тесно связаны с теорией и практикой климатотерапии и аппаратной физиотерапии, включая аэрозольтерапию и аэроионотерапию [4]. Этим, по сути природным и физиотерапевтическим, методам – спелеотерапии и спелеоклиматотерапии - нет еще и полувека, поскольку они только к концу 80-х годов вышли на «рынок» все расширяющегося практического применения.

К сожалению, в эти же годы из Канады, Великобритании и США пришел один из инструментов мирового господства «западной цивилизации» – так называемая «доказательная медицина», «evidence-based medicine», не признающая никакую научную доказательность никаких методов лечения, кроме применения медикаментов (или хирургии).

Увы, но такое замечательное по своему смыслу слово как «доказательность» используется для прикрытия «псевдодоказательности» и

выгодной Big Pharma реальной практики «двойных стандартов» (аналогично слову «демократия» в обстановке «псевдodemократичности»).

Вот почему любые реализации научной обоснованности (доказанности) успешного применения соляных аэродисперсных сред для лечения ХОБЛ, аллергопатий, хронической усталости и последствий воздействия стрессорных факторов и постковидных состояний, а также для массового оздоровления населения являются сегодня столь актуальными.

Все это требует от спелеотерапии и спелеоклиматотерапии «выдающихся» достижений, стойкости, и как науки в целом, и отдельных лиц, их продвигающих, в тотализованном глобализованном бюрократическом мире навязываемых «однополярных» западных «консенсусов» медикаментозного лечения.

Для завоевания своего места в жизни общества спелеотерапии и спелеоклиматотерапии, уже добившиеся многих достижений, еще предстоит решить ряд очень сложных проблем фундаментального и прикладного характера. Попытка обозначить основные из них сделана в настоящей статье.

Естественнонаучные основы метода использования аэродисперсной соляной среды

В основе рассматриваемых методов (названных медиками в рамках исторически сложившегося понятийно-терминологического аппарата) лежит использование некоторого состояния природной воздушной среды, отличающегося от других состояний значениями общих и наличием ряда специфических физических, химических и биотических факторов. Но ни одно из используемых современной лечебной или восстановительной медициной названий этих методов не раскрывает сущности лечебных факторов и их реального комплекса, не является общим и связано только с местом прохождения лечения.

Строго говоря, термин «спелеотерапия» возник в Германии в 1949 году и именуется лечение в пещерах (первой была пещера Клутерт). Для лечения в подземных соляных копиях Велички (Польша) (1958 г.) был предложен термин «подземное лечение» – субтерранеотерапия (польски – *subterraneo terapie*, по английски – *subterranean therapy*) [5]. Но он не прижился. Лечение в каменно-соляных рудниках Закарпатья (1968 г.) [6] и в калийно-магниевого рудниках (1975 г.) [7] сразу стали называть «спелеотерапия». Этот термин стал доминирующим.

Так сложилась история, что для наземных инженерных комплексов лечения с соляной аэродисперсной средой в разных странах были предложены разные названия. Самое первое – «климатическая камера» (Пермь). Самое красивое – «галокамера» (Ленинград). Самое распространенное – и чисто коммерческое – «соляная пещера» (salt cave) (США), и это при том, что соляных пещер в природе практически нет, и в них никакого лечения никогда не организовывали. Самое лучшее и точное, по нашему мнению, – «спелеоклиматическая камера» (Пермь).

Подчеркнем, что устройство специального помещения - «камеры» само по себе не является лечебным, оно лишь призвано трансформировать обычный воздух в лечебную среду, характеризуемую множеством параметров, в том числе и природой «границ» самой камеры.

Сам по себе лечебный воздух, без привязки к местонахождению и происхождению, был назван нами «живым воздухом» (vital air) от *vita* (жизнь) по его результирующему действию, подобному чудосказочным «живой воде» и «молодильным яблокам». Многолетняя и массовая практика показала, что такой «*живой воздух*», образно говоря, «оживляет» организм, восстанавливая утраченные в ходе болезни функции, или другими словами – ревитализирует (revitalization и/или revitalizing) организм [4].

По своей естественнонаучной сути «живой воздух» – это аэродисперсная среда, образованная природным (и относительно чистым от природных загрязнителей) воздухом со специфическими состояниями находящегося в нем соляного аэрозоля и электроразряженности, рождающими кластерные (легкие) и аэрозольные (тяжелые) аэроионы.

В природе живой воздух постоянно генерируется на морской поверхности, на небольшой прибрежной полосе, в горах и в лесу, особенно сосновом, около водопадов и в карстовых пещерах. Открытием XX века стало обнаружение формирования «живого воздуха» в каменно-соляных и калийно-магниевого рудниках, а также в старых отработанных металлических рудниках.

Исключительные качества воздуха в часто встречающихся человеку условиях породили специальные названия: *морской, горный, лесной воздух*, проявившие себя в истории человечества целебными. Аналогичные распространенные названия – *болотный воздух* именуется «миазмы» «плохого» воздуха болот, несущего различные заболевания, а «*степной воздух*» – просто местонахождение этого воздуха, наполняю-

щегося запахами весной при массовом цветении травяных растений степи, и этим отличающегося от других «видов» воздуха.

Пещеры, используемые человеком, встречаются в природе относительно редко, и потому термин «пещерный воздух» практически отсутствует в лексике. Соляных пещер еще меньше, их практически нет нигде, ибо вода размывает соль, что делает их кровлю и поверхности неустойчивыми и способствует их разрушению. Другой причиной «исчезновения» «соляных пещер» является то, что наши предки, открыв такую пещеру, давно «выбрали» оттуда всю соль еще в доисторические времена. Всё остальное, связанное с добычей соли – те или иные, маленькие или большие рукотворные копи, рудники, шахты...

Тем более парадоксально, но легко объяснимо, почему самым распространенным брендом стал термин «salt cave» / «соляная пещера». Лечение в пещерах – спелеотерапия – широко распространена в Чехии и Словакии, где имеется множество пещер, а потому слово «пещера» всем понятно. Всемирно известное лечение в соляных рудниках связано с находящимися недалеко от Чехии и Словакии Польше и Закарпатьем (Украина). Поэтому обосновавшиеся в США эмигранты из Восточной Европы, которые могли читать на польском, чешском и русском языках о спелеотерапии и решили заняться «бизнесом» лечения в соляных климатических камерах, нуждались в ярком, броском, кратком, неконкретном, но понятном простым американцам термине на английском языке. Им и стала «salt cave»/«соляная пещера», тем более, что «климатическая камера»/ «climatic chamber» для американцев это специальная камера для тестирования коррозионной и/или тепловой стойкости оборудования.

К сожалению, термин «соляная пещера» настолько общ, что по нему невозможно установить, о чем, конкретно, идет речь. Но это для специалистов. А для неспециалистов и для «продажи» им курса лечения соляной аэродисперсной средой точная конкретика и не нужна, а нужен «яркий» образ. Но эта конкретика нужна для науки и наилучшей практики лечения!

Высокая реактогенность «живого воздуха» определяет вторичные факторы состояния лечебной среды типа чистоты воздуха и вызывает ответную благоприятную реакцию организма.

Эта реакция может быть специфической, например, повышение мукоцилиарного клиренса, или неспецифической, воздейству-

ющей на все функции организма. Именно вторая и обеспечивает высокую эффективность лечения, несложную сочетаемость с другими методами воздействия на организм, «глубину» нормализации неподдающихся медикаментам отклонений от «здорового» состояния.

История метода, повлиявшая на его техническое обеспечение

Использование для лечения в середине 50-х годов XX века воздуха соляных копей Велички (Польша), который можно обоснованно назвать «солевым», поскольку аэрозоль каменной соли (галита) присутствует в этих копиях в достаточно заметных количествах, привело к рождению новой разновидности спелеотерапии – субterrениотерапии [5]. В этих копиях воздух становился лечебным и содержащим аэрозоль хлорида натрия от разбрызгивания капелек конденсационного рассола, капающих на фашины из веток.

Процесс этот в начальной стадии хорошо виден невооруженным глазом, а потому доступен пониманию, что в свою очередь, позволяет говорить о соляной (NaCl) аэрозоли, как о лечебном факторе. Поскольку такой аэрозоль, как часть морского аэрозоля, также рождающегося от разбрызгивания, известен, а использование его в ингаляциях давно практикуется медиками и характеризуется, как и лекарства, некоторой дозой и концентрацией, то все это в совокупности заставляет медиков интуитивно признавать именно соляной аэрозоль ведущим лечебным фактором спелеотерапии. Так медикам «удобно», традиционно и общеприемлемо, вполне «научно».

Когда в середине 60-х годов спелеотерапия пришла в соляные рудники Солотвино (Закарпатье, Украинская ССР) с их сухим, насыщенным сухой соляной пылью, хорошо ощущаемой органами дыхания и видимой зрением, воздухом, то доминирующее влияние соляного аэрозоля как основного лечебного фактора стало безоговорочно общепризнанным. Многочисленные строго научные исследования показали, что воздух соляных копей можно использовать для лечения астмы, хронических бронхитов аллергического характера, других аллергических заболеваний [6].

Успех «соляной» спелеотерапии в Солотвино повлек за собой строительство и использование аналогичных лечебниц в каменно-соляных рудниках (Дуздаг в Нахичевани, Чон-туз в Киргизии, Аванский солерудник в Ереване), а также в калийном руднике

г. Березники (Западный Урал, Пермский край, Россия), а затем и в Беларуси (г. Солигорск) [1].

Первые же исследования воздушной среды в калийных рудниках [7] показали, что лечебный воздух в калийно-магниевых рудниках имеет свои специфические особенности, отличающие воздух этих рудников от воздуха в соляных коях.

Из-за высокой гигроскопичности сильвинита (калийно-натриевая горная порода), включающего порядка 70 % каменной соли – галита, до 30 % сильвина (KCl) и вкрапления типа «зерен» карналлита (калийно-магниевый минерал), воздух в калийных рудниках, сохраняя общие свойства соляной аэродисперсной среды, оказался более влажным, чем воздух каменно-соляных рудников. Это привело к изменению дисперсности аэрозоля и его заряженности.

Во-первых, спектр частиц аэрозоля по размерам сместился в сторону меньших размеров, поскольку крупнодисперсный аэрозоль, слипаясь и агрегируясь во влажном воздухе, стал выпадать на почву и стены выработок.

А, во-вторых, наличие в сильвине (KCl) радиоактивного изотопа «калий-40» привело к повышенной ионизации воздуха и более высоким уровням концентрации аэроионов. Их спектр также изменился, причем в лучшую сторону – сторону легких кластерных аэроионов.

Прошло много лет, и эти различия, найденные аэрофизиками, проявили себя в различном воздействии на организм человека. Сегодня благодаря исследованиям врачей Беларуси [8], мы достоверно знаем, что воздух в каменно-соляных горных выработках более эффективно воздействует на больных бронхитом и ХОБЛ, а воздух калийных (сильвинитовых) горных выработок – на иммунитет и аллергопатии. В первом случае относительно высоких концентраций соляного аэрозоля ярко проявляется специфическое действие NaCl, а во втором случае, когда счетные и массовые концентрации соляного аэрозоля меньше, и имеется сочетание KCl (порядка 25–30 %) с NaCl (порядка 60–75 %) – неспецифическое.

Однако, несмотря на эффективность действия спелеотерапии в подземных лечебницах, они, по соображениям безопасности пациентов, не совсем годятся для лечения детей, лиц старческого возраста и инвалидов.

Выход из этой ситуации был найден в Перми. Он заключается в строительстве наземных помещений, воздух в которых имитирует лечебную подземную воздушную среду [9]. В настоящее время существуют три основных типа таких помещений.

Самый первый тип [10] и прототип для всех последующих – это *сильвинитовые спелеоклиматические камеры* (или *спелеокамеры*) из природного красного сильвинита [1], сначала названные «климатическими камерами». Они моделируют лечебные факторы воздуха и поверхностей выработок калийных рудников, в первую очередь аэроинную обстановку и высокую чистоту воздуха, содержащего соляную (наноразмеров) аэрозоль. Характерными отличительными чертами таких «камер» является, во-первых, наличие соляного фильтра-насытителя, где путем естественного взаимодействия воздуха и соляной горной породы (красного сильвинита) создается лечебная среда, а, во-вторых, отсутствие каких либо генераторов сухого или влажного распыления соляной аэрозоли.

Второй и очень распространенный тип – *галокамеры* [11, 12], построенные из каменной соли (минерала галита) с генератором сухого соляного натрий-хлоридного аэрозоля [11–13]. Генераторы создают высококонцентрированную аэрозольную среду с помощью распыления сухого галита, называемого в коммерческих и рекламных целях наукообразно – аэрогалит.

Третий тип, на сегодня самый известный – «*соляные пещеры*», выполненные из соляной галитовой плитки или кусков каменной соли (самая известная – гималайская соль) и не имеющие галогенератора [2]. Их лечебная среда практически не изучена, но это и не требуется для помещений несущих в основном «декоративные» функции. Зачастую в них ставят генератор влажного разбрызгивания соляного аэрозоля, и это делает подобные конструкции близкими к галокамерам.

Подчеркнем, что истинные различия всех этих видов «соляных помещений» связаны с различием свойств лечебной среды, которая формируется отсутствием/наличием калийных солей, а также отсутствием/наличием специальных устройств «распыления / диспергации / разбрызгивания» соляного раствора или мелкодисперсной соли.

Сегодня множество таких соляных помещений разных типов под практически одним брендом «соляная пещера» (salt cave), построены на территории почти всех стран мира, включая Европу и

Азию, Австралию и Америку, Ближний и Дальний Восток, Юго-Восточную Азию и страны Индийского субконтинента, Россию и США. К сожалению, понять какая именно конструкция и из какой соли скрывается под ярлыком «соляная пещера» невозможно без детального ознакомления с технической документацией. Это затрудняет научное исследование того, как какие соли и в каких конструкциях формируют какой состав лечебной среды и какое воздействие именно эта среда оказывает на организм человека, но зато упрощает рекламу и продажу «соляных пещер».

Основные механизмы воздействия соляной воздушной среды

Обратим внимание, что организм человека всегда находится под воздействием окружающей воздушной среды, вне зависимости от всех прочих обстоятельств.

Воздушная среда состоит из газов и паров, жидких и твердых аэрозолей. Все эти объекты (атомы, молекулы, лиганды, кластеры, аэрозоли) могут быть в нейтральном или в заряженном состоянии (так называемые аэроионы) [4].

Воздушная среда в газовом состоянии и аэрозольные частички размером до 5 мкм проникают в легкие. Воздух несет нужный нам кислород, а частички содержат нанодозы вещества аэрозоля. Респираторные частички размером 4–5 мкм депонируются в верхних дыхательных путях, частички 3 мкм и мельче – в альвеолах (дистальных отделах легких).

Аэрозольные частички с большим, чем 5 мкм размером, осаждаются в носу, и, как правило, удаляются вместе со слизью.

Поскольку фиксация частиц наноразмеров исключительно сложна и освоена сравнительно недавно, а нанодоза очень мала, то частицы размером меньшим, чем 1 мкм лекарственной аэрозольной терапией фактически не рассматриваются. Их, как бы, не существует. Но именно они и играют самую главную роль в воздействии на организм человека. Такой подход своеобразного игнорирования наноразмерных частиц вызван исключительной сложностью целенаправленных процедур генерации и регистрации наночастиц гигроскопических веществ типа соли. О них медикам по сути дела ничего не известно, да и аэрофизики знают их еще недостаточно.

Однако недавние исследования наноразмерных лигандов, кластеров и аэрозолей (применительно к морскому аэрозолю) показали принципиальное отличие воздействия ультратонких «наночастиц» на организм человека из-за огромного их числа и особой, несопоставимой с частицами обычных размеров, химической активности.

Эти новейшие открытия естественных наук еще не нашли широкого применения в лекарственной медицине, но давно фактически тотально используются в климатотерапии и курортном деле, поскольку природный чистый воздух практически никогда не содержит «терапевтических доз» различных аэрозолей, но всегда и везде (особенно в горах, у моря и в лесу) содержит благоприятно воздействующую на организм человека аэрозоль наноразмеров, в том числе соляную.

При этом важнейший вопрос регулирования этого внешнего воздействия на иерархизованную систему внутренних биохимических, физиологических и психических процессов состоит лишь в том, как выбрать благоприятно действующее воздействие и избежать неблагоприятно действующее [15–17]. Подчеркнем – действующее (!), ибо организм, сохраняя гомеостаз, давно уже научился защищаться от случайных, а тем более постоянных и закономерных, несильных изменений окружающей среды.

Напомним, что классическая зависимость «доза–эффект» очень тривиальна – чем больше доза, тем сильнее эффект. У нее помимо нижнего предела – «терапевтической дозы» есть и верхний предел, аналогичный «болевому порогу» физиологии, - передозировка лекарства. Из этого всем известного факта вытекает два важных для теории следствия, во-первых, действие лекарства не выходит из канонов общей теории адаптации и гомеостазиса живого организма, а, во-вторых, для правильного воздействия крайне важна правильная «дозировка», т.е. некоторое выверенное количество лекарственного вещества и его воздействия.

Если «терапевтическая доза» аллопатической медицины видна даже невооруженным глазом, то ее антипод – так называемая «гомеопатическая доза» скрыта своей микроскопичностью. Но это не означает, что она не действует.

Долгие годы «пороговая» концепция воздействия (по своей сути – одномодальная/уномодальная), разработанная для относительно больших концентраций неблагоприятно действующих загрязнителей возду-

ха, тормозила понимание реальных взаимодействий организма с внешней средой обитания при низких концентрациях.

Только недавние исследования в области слабой радиоактивности (для которой нет понятия порога) и сверхнизких концентраций загрязняющих природу токсичных веществ позволили понять двумодальность/бимодальность воздействия факторов внешней среды на организм человека и открыть явление *гормезиса* [1].

Более того, наши исследования еще в середине 90-х годов показали, что наблюдаемые в клинике эффекты воздействия на организм больного тесно связаны с периодическим⁹ пребыванием больного в лечебном воздухе пещер, калийных и соляных рудников и спелеоклиматических камер, и эти эффекты можно объяснить только на основе теории гормезиса¹⁰, интервального воздействия и развития неспецифических реакций организма на внешнее воздействие, меняющего состояние гомеостаза.

Анализ первичных и вторичных природных факторов в карстовых пещерах, соляных копиях Велички, Солотвино и Нахичевани, калийных рудников Березников и Солигорска показывает, что по температуре, давлению, относительной влажности, аэроионизации, содержанию аэрозоли, наличию и характеру радиоактивности все эти среды существенно различаются. Несмотря на эти различия результирующий эффект достаточно схож и относительно высок.

Более того, опыт применения методов аппаратной физиотерапии («горного воздуха», гипо- и гипер-баротерапии и т.п. [4]), характеризующихся самым разнообразным внешним воздействием, пока-

⁹ Его можно назвать **перемежающимся или интервальным**, ибо пребывание в лечебной среде сочетается с пребыванием в обычных условиях.

¹⁰ Идея о гормезисном характере воздействия при спелеолечении пришла в голову автору этой статьи в июле 1996 года, затем эта идея была развита канд.мед.наук, доцентом Л.А. Вериховой, и уже в 1998 году доложена нами на Международной медицинской конференции врачей породненных городов в Луисвилле, США, а затем на – в 2000 г. на Международном симпозиуме по спелеотерапии в Златы-Горах, Чехия, где получила одобрение научного сообщества.

зывает наличие устойчивого эффекта. Попытка объяснить это только эффектом плацебо не удастся. В чем же дело?

Заметим, что высокое содержание сухого соляного аэрозоля хлорида натрия в воздухе соляных копей Солотвино и в галокамерах, методики лечения в которых наиболее изучены с научной точки зрения, позволяет объяснить специфический эффект разжижения мокроты, стимулирование отхаркивания, усиление мукоцилиарного клиренса [6, 13]. Эти эффекты привычны для аэрозольтерапии и несложны для общедоступного объяснения в рамках господствующих в медицине представлений.

Результаты приборного измерения ситуации в сильвинитовых спелеоклиматических камерах [14] показывают, что там нет высокой концентрации грубого аэрозоля, о чем свидетельствует высокий и стабильный уровень аэроионизации. Ультратонкие размеры этого аэрозоля настолько малы, что нет даже «вкуса соли» на губах, и только нос здорового человека улавливает «запах соли», характерный и различный для соляных или калийных рудников.

Более того аналогичные эффекты воздействия природного воздуха наблюдаются и при иных видах лечения, когда в воздушной среде нет соляного аэрозоля в «терапевтических» дозах. Здесь действуют иные механизмы адаптационных реакций системы иммунитета.

Поэтому, исходя из разницы специфического действия соляной аэрозоли при галотерапии и неспецифического действия воздушной среды при сильвинитовой спелеоклиматотерапии, следует ожидать, что бронхиальная астма неаллергической природы и ХОБЛ будут «лучше» лечиться в условиях значительного воздействия соляного аэрозоля, а бронхиальная астма аллергической природы и аллергические риниты – будут «лучше» лечиться в условиях присутствия сильвинита. Повторим, что именно это и наблюдается на практике в спелеолечебнице в Беларуси [8], где есть палаты, расположенные в галитовых и в сильвинитовых пластах.

Рационально и с научной точки зрения объяснить полученные на практике результаты можно только на основании теории «гормезиса» воздействия слабых доз соляной (содержащей натрий, калий, магний, кальций, йод, бром, и т.п.) аэрозоли в виде лигандов, отрицательно заряженных кластеров кислорода и хлора, гамма- и бета-ра-

диоактивности в сочетании с периодичностью (интервальностью) этого воздействия. Однако «увидеть» эту столь важную для понимания гормезиса «микроструктуру» внешней среды и ее воздействия на организм очень сложно¹¹. Это задачи будущих исследований.

Обратим внимание, что классическая медикаментозная терапия основана по длительном введении фиксированных «терапевтических» доз лекарственных средств в организм человека, которые должны «насытить» всю цепочку биохимических процессов в условиях непрерывного метаболизма и вывода этого лекарства из организма.

С другой стороны в санитарно-гигиенической науке, изучающей неблагоприятное воздействие, хорошо известно, что изменяющееся – интермиттирующее – воздействие является намного более эффективнее и губительнее, чем постоянное, поскольку каждое изменение параметров воздействия требует адаптации организма в целом и его систем и органов в отдельности. И организм не выдерживает «агрессии» внешней среды.

Поэтому резкие и относительно частые колебания того или иного «раздражающего фактора» (вошли в «лечебную» среду спелеокамеры, вышли из спелеокамеры в «обычную» среду обитания) ведут к более сильному воздействию на организм.

Эта интервальность воздействия в чем-то аналогична привычной организму цикличности суточного и лунного ритма, «легко усваивается» им. Именно такой изменчивостью – частой адаптации и переадаптации, своеобразной «микроакклиматизации» (применительно к «микроклимату» сальвинитовой спелеоклиматической камеры) и характеризуется «идеальный» (по нашему мнению) курс спелеоклиматотерапии: каждый день на протяжении лунного месяца.

Но в этом случае, с позиции организации «лечения» нужно понимать, как долго нужно находиться в спелеокамере, как длительно

¹¹ Эту структуру можно «увидеть» только изошренными научными методами на суперсовременном оборудовании, и все это пока находится вне медицины, поскольку по своей сложности это оборудование для «сканирования воздуха» подобно томографу для тела человека. Но и оно видит скорее «застывшую» структуру, а не динамику реальных процессов. Недаром *in vivo* никак не совпадает с *in vitro*.

реализовывать курс лечения. Эти вопросы были исследованы в ряде работ (см., например, [7, 18, 19]), которые подтверждают необходимость находиться в лечебной среде не менее 2–3 часов, и повторять такие сеансы не менее 10 – 15 раз в зависимости от обстоятельств.

Обратим внимание, что эффективность спелеоклиматотерапии проявляется не только в условиях «загрязненной аллергенной» воздушной среды города, но и в условиях свежего воздуха курортных зон и даже морского побережья. Это происходит потому, что организму нужна изменчивость, нужно интервальное, интермиттирующее воздействие.

Эти механизмы изучены еще недостаточно, и составляют предмет будущих исследований.

Выводы

Основой организации лечения методами спелеотерапии и спелеоклиматотерапии является периодичность пребывания в «лечебной среде», относительная длительность (не менее 2–3 часов) пребывания для завершения процессов «микроадаптации», долговременность (не менее 10–15 сеансов) интермиттирующего воздействия «лечебной среды» до достижения положительных результатов.

Основным эффектом интервального воздействия аэродисперсных соленых сред «живого воздуха является гормезис, вызывающий реабилитацию и восстановление (ревитализацию) нормальной работы организма, в том числе его гомеостазиса и защитных сил – иммунитета.

Многочисленные многолетние исследования и клинический опыт применения показали, что вышеназванные процессы возрождения организма человека, особенно в детском возрасте, успешно активируются не только в условиях соляных и калийных рудников, но и специальных помещениях, построенных по особым технологиям из природных экологически чистых минералов и соляных горных пород – сильвинита, галита, сильвина, карналлита.

Такие инновационные помещения в наиболее общем виде могут быть названы – Re-rooms (от rehabilitation, restoration, relaxation, reparation and revitalization), и должны унаследовать наилучшие практики широко известных S-rooms (от sylvinite speleoclimatic rooms, speleochambers, salty caves, salty air rooms и др.) и H-rooms (от halochambers, haloinhalation room и др.).

Массовое применение спелеотерапии и спелеоклиматотерапии, строительство и эксплуатация Re-rooms откроет перспективы создания немедикаментозных средств избавления от аллергических, стрессорных и пост-ковидных состояний.

Список литературы

1. Спелеотерапия в калийных рудниках и спелеоклиматотерапия в сильвинитовых спелеокамерах: теоретические основы и практические достижения. К 40-летию начала применения калийных солей для спелеолечения / Под ред. д-ра мед. наук, проф. И.П. Корюкиной и д-ра тех. наук, проф. Г.З. Файнбурга. – Изд. 2-е, доп. и испр. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2017. – 303 с.

2. Файнбург Г.З. «Соляная пещера» – артефакт всемирно-исторического значения, рожденный в Перми // Пещеры: сб. научн. тр. – Пермь, 2016. – Вып. 39. – С. 83–100.

3. Файнбург Г.З., Исаевич А.Г. Открытие, которое изменило мир (о роли Пермской науки в рождении и применении сильвинитовой спелеоклиматотерапии) // Вестник Пермского федерального исследовательского центра. – 2023. – № 1. – С. 64–71. <https://doi.org/10.7242/2658-705X/2023.1.7>

4. Файнбург Г.З. Введение в аэровалеологию: воздушная среда и здоровье человека – Перм. гос. техн. ун-т. – Пермь, 2002. – 68 с.

5. Skulimowski M. The microclimatic effect of the subterranean chambers of the salt mine of Wieliczka in the treatment of bronchial asthma // Ann. Allergy, 1968; 26: 66-9.

6.Торохтин М.Д., Чонка Я.В., Лемко И.С. Спелеотерапия заболеваний органов дыхания в условиях микроклимата соляных шахт. – Ужгород: Закарпаття, 1998. – 288 с.

7. Верихова Л.А. Спелеотерапия в России (теория и практика лечения хронических заболеваний респираторного тракта в подземной сильвинитовой спелеолечебнице и наземных сильвинитовых спелеоклиматических камерах). – Под ред. проф. Г.З. Файнбурга – Пермь, 2000. – 240 с.

8. Левченко П.А., Дубовик Н.Н., Делендик Р.И. Некоторые аспекты спелеотерапии в условиях сильвинито-галитовых шахт г. Солигорска Республики Беларусь // Астма и аллергия, 2014, № 3, - С.27-29.

9. Старцев В.А. О проектировании климатической камеры / В.А. Старцев, А.Е. Красноштейн, В.Г. Баранников // Технология подземной разработки калийных месторождений. Межвуз. сб. науч. тр. – Пермь, 1988. – С.138-142.

10. Авторское свидетельство SU 1068126 А. Климатическая камера / В.Г. Баранников, А.В.Туев, Н.Л. Чекина, А.Е. Красноштейн, В.А. Старцев и В.Я. Ковтун. (СССР) Приоритет заявки от 22.10.1982 г. Опубликовано в Б.И. 23.01.1984 г. Бюл. N 3.

11. Авторское свидетельство SU 1225569 А. Галокамера / В.Ф. Слесаренко и П.П. Горбенко. Приоритет заявки от 13.11.1984 г. Опубликовано 23.04.1986 г. Бюл. N 15.

12. Червинская А.В. Научное обоснование и перспективы практического применения галоаэрозольной терапии // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физкультуры, 2000, № 1 – С. 21-24.

13. Пономаренко Г.Н., Червинская А.В, Коновалов С.И. Ингаляционная терапия. – СПб.,1998. – 132 с.

14. Черный К.А., Файнбург Г.З. Опыт использования сильвинитовых блоков и панелей в комнатах «живого» воздуха и основные параметры качества формируемой воздушной зоны // Инженерно-строительный журнал, 2015, № 2 (54). – С. 6-17.

15. Власов В.В. Реакция организма на внешние воздействия: общие закономерности развития и методические проблемы исследования. – Иркутск: Изд-во Иркут. ун-та, 1994. –344 с.

16. Бокша В. Г. Справочник по климатотерапии. – К.: Здоровья, 1989. – 208 с.

17. Calabrese E.J. Hormesis: principles and applications // Homeopathy, vol. 104, issue 2, April 2015. P. 69-82.

18. Адаптационные механизмы влияния спелеотерапии на организм человека / Дорохов Е.В., Яковлев В.Н., Есауленко И.Э., Гайворонская Е.В., Жоголева О.А. // Лечение в сильвинитовой спелеоклиматической камере «Палеозойский грот». - М.: АСВОМЕД; ООО Медафарм Сити, 2005. - С. 130 - 134.

19. Levchenko P.A., Lapteva Y.A. Experience in Treating Patients in Sylvinite-Halite Mines of Soligorsk in the Republic of Belarus // World Medical Journal, 2004, N 04.– Sept.– P. 152-155.

Об авторе

Файнбург Григорий Захарович, Заслуженный работник высшей школы РФ, доктор технических наук, профессор, директор Института безопасности труда, производства и человека Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, Россия. e-mail: faynburg@mail.ru

About the author

Fainburg Grigory Zakharovich, Honored Worker of the Higher School of the Russian Federation, PhD, DSc (Engineering), Professor, Director of Institute of Safety and Health of the Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russia.; e-mail: faynburg@mail.ru

«РЕНЕРИУМ»: МИНЕРАЛЬНЫЕ ИНГАЛЯЦИИ В ЛЕЧЕНИИ РЕСПИРАТОРНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

В.Ю. Мишланов

Пермский государственный медицинский университет
им. академика Е.А. Вагнера, Пермь, Россия

Актуальность исследования обусловлена необходимостью изучения механизмов эффективности ингаляционного введения минеральных комплексов для лечения заболеваний органов дыхания. Цель исследования состояла в экспериментальном и клиническом подтверждении эффективности ингаляций минерального комплекса «Ренериум», содержащего ионы церия, марганца, цинка и серебра при заболеваниях органов дыхания.

Экспериментальная часть включала доклиническую оценку острой токсичности на лабораторных животных (крысы и мыши), оценку эффективности в модели острого бронхита у крыс, индуцированного ингаляцией 1% раствора формалина. Клиническая часть состояла в апробации ингаляционного препарата с включением здоровых добровольцев, больных, перенесших острые респираторные заболевания, включая коронавирусную инфекцию, больных внебольничной пневмонией, бронхиальной астмой и хронической обструктивной болезнью легких (всего 101 человек). Клиническая апробация имела сравнительный параллельный рандомизированный дизайн исследования. Пациенты получали препарат в виде небулайзерных ингаляций по 5 мл 1 раз в день, в течение 5 дней. В качестве плацебо использовали ингаляции 0,9 % раствора хлорида натрия.

Результаты гистологического исследования органов дыхания экспериментальных животных подтвердили противовоспалительную и регенераторную активность нового ингаляционного минерального комплекса, содержащего ионы церия, марганца, цинка и серебра («Ренериум») в дозе ионов церия 0,003 мкг/кг. Выявлено уменьшение лейкоцитарной инфильтрации. Установлено уменьшение реакции интерстициальной ткани легкого, восстановление структуры подслизистого слоя, базальной мембраны и реснитчатого эпителия под влиянием препарата «Ренериум».

Клинические результаты лечения больных респираторными заболеваниями продемонстрировали значительное, в большинстве случаев полное прекращение к 5-му дню лечения, отхождения мокроты, кашля и одышки, а также увеличение толерантности к физической нагрузке у больных острыми респираторными заболеваниями, выраженную положительную динамику симптомов хронических бронхообструктивных заболеваний. Легкие нежелательные эффекты в виде небольших светлых выделений из носа отмечены у двух из 21 пациентов в группе практически здоровых лиц.

Новый минеральный комплекс «Ренериум», содержащий ионы церия, марганца, цинка и серебра, продемонстрировал высокую клиническую эффективность, обусловленную выраженной противовоспалительной и регенераторной активностью в отношении тканей слизистой оболочки респираторного тракта. Серьезные нежелательные явления не зарегистрированы. Препарат отличается хорошей переносимостью.

Ключевые слова: ионы церия, ингаляции, спелеотерапия, механизм действия, респираторные заболевания

RENERIUM: MINERAL INHALATIONS IN THE TREATMENT OF RESPIRATORY DISEASES

V.Ju. Mishlanov

E.A. Vagner Perm Medical University, Perm, Russia

The relevance of the study is due to the need to study the mechanisms of effectiveness of inhalation administration of mineral complexes for the treatment of respiratory diseases. The purpose of the study was to experimentally and clinically confirm the effectiveness of inhalations of the mineral complex Renerium, containing cerium, manganese, zinc and silver ions for respiratory diseases.

The results of an experimental and clinical study of the new drug Renerium containing ions of cerium, manganese, zinc and silver are presented. The experimental part included a preclinical assessment of acute toxicity in laboratory animals (rats and mice), an assessment of effectiveness in a model of acute bronchitis in rats induced by inhalation of a 1% formalin solution. The clinical part consisted of testing an inhaled drug with the inclusion of healthy volunteers, patients who had acute respiratory diseases, including coronavirus infection, patients with community-acquired pneumonia, bronchial asthma and chronic obstructive pulmonary disease (101 people

in total). Clinical testing had a comparative parallel randomized study design. Patients received the drug in the form of nebulized inhalations of 5 ml once a day for 5 days. Inhalation of a 0.9 % sodium chloride solution was used as a placebo.

The results of a histological study of the respiratory organs of experimental animals confirmed the anti-inflammatory and regenerative activity of a new inhaled mineral complex containing ions of cerium, manganese, zinc and silver (Renerium) at a dose of cerium ions of 0.003 $\mu\text{g}/\text{kg}$. A decrease in leukocyte infiltration was revealed. A decrease in the reaction of the interstitial tissue of the lung, restoration of the structure of the submucosal layer, basement membrane and ciliated epithelium under the influence of the drug Renerium were established.

Clinical results of treatment of patients with respiratory diseases demonstrated a significant, in most cases complete cessation by the 5th day of treatment, sputum discharge, cough and shortness of breath, as well as an increase in exercise tolerance in patients with acute respiratory diseases, a pronounced positive trend in the symptoms of chronic broncho-obstructive diseases. Mild undesirable effects in the form of small light-colored nasal discharge were noted in two of 21 patients in the group of apparently healthy individuals.

The new mineral complex Renerium, containing ions of cerium, manganese, zinc and silver, demonstrated high clinical effectiveness due to pronounced anti-inflammatory and regenerative activity against the tissues of the mucous membrane of the respiratory tract. No serious adverse events were recorded. The drug is well tolerated.

Keywords: cerium ions, inhalation, speleotherapy, mechanism of action, respiratory diseases

Актуальность

Минеральные или солевые ингаляции относятся к группе секретомоторных средств и рекомендованы в лечении заболеваний с нарушением экспекторации мокроты [1]. Высокоэффективными считаются гипертонические растворы, осмолярность которых превышает осмолярность крови, такие как 7 % гипертонический раствор хлорида натрия в комбинации с гиалуриновой кислотой [2], а также 3 % раствор хлорида натрия, содержащий дополнительно 0,1 мг натрия гиалуроната в 1 мл для ингаляций [3].

Для изотонических растворов теоретически рассчитанные значения осмолярности находятся в пределах 239–376 мОсм/л. Принято

считать, что различиями между значениями осмолярности и осмоляльности растворов с осмолярностью, близкой к осмолярности 0,7–1,1 % раствора натрия хлорида или ниже, можно пренебречь [4], что позволяет все растворы, содержащие концентрацию хлорида натрия более 1,1 %, считать гиперосмолятными (гипертоническими). Тем не менее, данная характеристика применима по отношению к крови, но не всегда применима к бронхиальному секрету.

В норме бронхиальный секрет на 90–95 % состоит из жидкой фазы, представленной преимущественно солевым раствором хлорида натрия [5, 6]. В условиях воспалительного заболевания вязкость и осмолярность бронхиального секрета значительно увеличивается за счет продукции кислых и нейтральных гликопротеинов. Задача улучшения экспекторации, в таком случае, решается за счет снижения вязкости, например, путем ингаляций гипертонических минеральных растворов.

Применение минеральных источников для ингаляционной терапии в большей степени основано именно на разжижении бронхиального секрета путем увеличения влажности вдыхаемой воздушной смеси, а также повышения осмолярности, что вызывает уменьшение отека и разжижение мокроты. Ингаляции минеральной воды нормализуют кислотно-щелочной, водно-солевой обмен в воспаленных слизистых оболочках, увлажняют и стимулируют функции защитного мерцательного эпителия. Чаще предпочтение отдают щелочным или слабо щелочным, сульфатным минеральным водам. Кислые воды рекомендованы для лечения трахеи и бронхов. Существуют рекомендации по применению таких минеральных источников, как Боржоми, Ессентуки, Нарзан [7]. Вместе с тем, влияние ионного состава минеральных солей на слизистую дыхательных путей ранее подробно не изучалось.

Цель исследования состояла в экспериментальном и клиническом подтверждении эффективности ингаляций минерального комплекса «Ренериум», содержащего ионы церия, марганца, цинка и серебра при заболеваниях органов дыхания.

Материал и методы исследования

Экспериментальная часть исследования выполнена в условиях vivария ФГБОУ ВО ПГМУ им. академика Е.А. Вагнера Минздрава

России. Доклинические исследования проведены на лабораторных крысах с соблюдением правил биоэтики в соответствии с общепринятыми этическими нормами обращения с животными, на основе стандартных операционных процедур университета, которые соответствуют правилам, принятым Европейской Конвенцией по защите позвоночных животных, используемых для исследовательских и иных научных целей (Страсбург, 1986). Цель исследования состояла в получении гистологического подтверждения влияния ингаляций минеральным раствором на течение воспалительной реакции органов дыхания и регенерацию респираторного эпителия, а также доказательства его безопасности. Использована модель острого бронхита у крыс, индуцированного ингаляцией 1 % раствора формалина по методу, описанному Кательниковой А.Е. и соавт. (2016) [8].

Доклинические исследования острой токсичности проведены на лабораторных мышах и крысах с соблюдением правил биоэтики в соответствии с общепринятыми этическими нормами обращения с животными, на основе стандартных операционных процедур университета, которые соответствуют правилам, принятым Европейской Конвенцией по защите позвоночных животных, используемых для исследовательских и иных научных целей (Страсбург, 1986). Использованы мыши и крысы вивария ПГМУ. Животных содержали в стандартных условиях, соответствующих санитарно-эпидемиологическим правилам СП 2.2.1.3218-14 «Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, оборудованию и содержанию экспериментально-биологических клиник (вивариев)» (утв. постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 29 августа 2014 г. № 51) [9], Директиве 2010/63/EU Европейского парламента и совета Европейского союза от 22 сентября 2010 г. по охране животных, используемых в научных целях [10], и стандартным операционным процедурам отдела доклинических исследований Центральной научно-исследовательской лаборатории (ЦНИЛ).

Исследования проведены на лабораторных животных: неинбредные крысы (*Muridae Rattus*); белой окраски шерсти (альбиносы) общим количеством 20 животных, из них 10 половозрелых самок

(массой $250,0 \pm 20,2$ г) и 10 самцов (массой $310,0 \pm 18,7$ г) в возрасте 16 недель; мышь лабораторная белой окраски шерсти (альбиносы) общим количеством 20, из них 10 половозрелых самок (массой $18,0 \pm 1,0$ г) и 10 самцов (массой $21,5 \pm 2,0$ г). Источник животных: виварий ФГБОУ ВО ПГМУ им. академика Е.А. Вагнера Минздрава России.

В течение исследования каждое животное осматривали ежедневно, согласно стандарту операционных процедур ЦНИЛ «Клинический осмотр». Осуществляли подробный осмотр животного в клетке содержания, в руках и на открытой площадке. Отмечали проявление и выраженность патологических признаков. При остром введении препарата осмотр проводили до введения и через каждые 2 часа после введения препарата в течение суток, далее ежедневно. Животных лишали корма на ночь перед взвешиванием и эвтаназией, для исключения влияния суточного метаболизма. Доступ к воде не ограничивали.

Препарат вводили животным ингаляционно с использованием компрессионного ингалятора В. Well и герметичной стеклянной камеры (затравочной камеры), так как этот способ введения является аналогом ингаляционного способа применения препарата в клинической практике. Расчёт вводимого количества препарата «Ренериум» произведён, исходя из веса животного, максимально возможной продолжительности сессии ингаляции, и концентрации вещества в растворе препарата. Ингаляции производили в течение 20 минут, сессию проводили дважды, перерыв между ингаляциями составлял 30 минут.

Расчет дозы препарат выполнен согласно рекомендациям [11] и учетом опубликованных данных о токсичности [12]; Паспорт безопасности в соответствии с ГОСТ 30333-2007. Согласно опубликованным данным токсические эффекты CeCl_3 проявляются в дозах от 0,1 гр/л (0,004 ммоль/л) до 10-100 ммоль и обусловлены митохондриальной дисфункцией в условиях накопления супероксид аниона [13]. Предложенная терапевтическая доза ионов церия в препарате «Ренериум» – 0,5 мкг/л = 7×10^{-9} ммоль, что приблизительно в 100 000 раз меньше токсической. На одну ингаляцию у человека приходится 0,0025 мкг церия, что соответствует $0,035 \times 10^{-10}$ ммоль.

С учетом природного происхождения препарата «Ренериум», невозможности увеличения содержания церия в растворе, в исследовании острой токсичности достижение необходимой дозы препарата осуществлялось путем применения двукратной ингаляции препарата «Ренериум» по 5 мл в течение 20 минут с 30 минутным перерывом. Средняя масса крысы составляла 280 г., средняя масса мыши составляла 20 г., что меньше массы среднего человека в 250 и 3500 раз соответственно. Итоговая терапевтическая доза церия на массу тела крысы составила 0,016 мкг/кг. Итоговая терапевтическая доза церия на массу тела мыши составила 0,03 мкг/кг. Превышение терапевтической дозы препарата в тесте острой токсичности составило 20 раз. Указанная дозировка была приблизительно в 20000-22000 раз меньше токсической по данным научных публикаций.

Контрольной группе животных ингалировали физиологический раствор натрия хлорида в эквивалентном количестве с соблюдением тех же интервалов времени.

Период наблюдения составил 14 дней. На протяжении этого времени осуществляли клинический осмотр животных с целью оценки общего состояния в клетке содержания и на руках согласно плану графика эксперимента. Взвешивание и эвтаназию животных проводили натошак. При этом доступ к воде не ограничивали. Эвтаназию осуществляли согласно графику эксперимента путем их помещения в камеру, содержащую пары этилового эфира для наркоза. Расчет суточного потребления животными корма и воды соответствовал нормативным данным.

Клиническая апробация выполнялась на базе ФГБОУ ВО ПГМУ им. академика Е.А. Вагнера Минздрава России и ГАУЗ ПК ГКБ №4 г. Перми на ограниченном контингенте добровольцев в соответствии с решением этического комитета ФГБОУ ВО ПГМУ им. академика Е.А. Вагнера Минздрава России (Протокол № 12 от 23.12.2021 г.). Исследование зарегистрировано в Министерстве здравоохранения Российской Федерации № 123062200020 и проводилось в соответствии с принципами Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации. У каждого пациента получено письменное информированное согласие. В клинической апробации приняли участие 101 пациент с острыми вирусными респираторными заболеваниями

ниями, внебольничной пневмонией, бронхиальной астмой, хронической обструктивной болезнью легких и хроническим деформирующим бронхитом с единичными цилиндрическими бронхоэктазами. Группа практически здоровых лиц в возрасте 19–61 лет, мужчин – 5, женщин – 16, получавших интраназальный спрей «Ренериум» по 1 дозе в каждый носовой ход 2 раза в день на протяжении 5 дней. На основании клинических данных и программы лечения больные разделены на следующие группы.

1. Группа практически здоровых лиц в возрасте 19–61 лет, муж. – 11, жен. – 16, получавших ингаляции препарата «Ренериум» через компрессорный небулайзерный ингалятор в объеме 5 мл на 1 ингаляцию 1 раз в день на протяжении 5 дней.

2. Группа больных, перенесших коронавирусную инфекцию в форме пневмонии с формированием постковидного синдрома при наличии умеренно выраженной гипоксической дыхательной недостаточности (SpO_2 88–95 %) и нарушении толерантности к физической нагрузке. Возраст 23–59 лет, муж. – 9, жен. – 12. Больные получали ингаляции препарата Ренериум через компрессорный небулайзерный ингалятор в объеме 5 мл на 1 ингаляцию 1 раз в день на протяжении 5 дней на фоне стандартной терапии.

3. Группа больных, перенесших коронавирусную инфекцию в форме пневмонии с формированием постковидного синдрома при наличии умеренно выраженной гипоксической дыхательной недостаточности (SpO_2 88–95 %) и нарушении толерантности к физической нагрузке. Возраст 19–63 лет, муж. – 11, жен. – 16. Больные получали стандартную терапию ингаляционными глюкокортикоидами в комбинации с бета-2-агонистами в средних терапевтических дозах, а также ингаляции 0,9 % раствора хлорида натрия по 5 мл через компрессорный небулайзерный ингалятор 1 раз в день на протяжении не менее 5 дней (контрольная группа).

Применяли сравнительный, параллельный, рандомизированный, слепой дизайн клинического исследования. Все больные были обследованы согласно клиническим рекомендациям и стандартам оказания медицинской помощи. Дополнительно были использованы: интерактивный вопросник «Электронная поликлиника» (респираторный модуль), проводили тест 6-минутной ходьбы до и после ингаляционной терапии

с использованием наручных смарт-часов Amazfit U Bip Pro, позволяющих контролировать ЧСС, SpO₂, количество шагов, дистанцию пройденного пути, а также показатели ночного сна пациентов. Степень поражения легочной ткани оценивали рентгенологически, выполнялась компьютерная томография органов грудной клетки.

Исследуемый минеральный комплекс изготовлен ООО «Ренериум» в гепариновых флаконах по 5 мл прозрачной бесцветной жидкости, содержит раствор ионов церия (0,35-0,50 мкг/л), марганца (10-20 мкг/л), цинка (5-7 мкг/л) и серебра (0,15-0,20 мкг/л) в 0,9% растворе NaCl. Раствор стерильный, предназначен для ингаляций по 5 мл 1 раз в день. Курс лечения состоит из 5 ингаляций.

Статистический анализ выполнен с использованием программного пакета Statistica 10.1. Различия между группами считали достоверными при $p < 0,05$. Статистическая обработка данных. Для всех количественных данных было вычислено групповое среднее арифметическое (M) и доверительный интервал с вероятностью 95% (m), данные представлены в итоговых таблицах. Статистический анализ проводился с использованием программы Statistica ver. 6.0. Достоверность отличий между группами данных оценивалась попарным сравнением средних с применением дисперсионного анализа ANOVA при нормальном распределении данных, либо с применением непараметрического критерия Краскела – Уоллиса и post-hoc апостериорного анализа, в зависимости от характера распределения величин параметров в группе. Различия считались достоверными при $p < 0,05$ [14,15].

Результаты доклинических исследований. Оценка острой токсичности

При исследовании острой токсичности препарата «Ренериум» при ингаляционном пути введения белым беспородным крысам и мышам установлено, что введение препарата «Ренериум» в дозе 0,016 мкг/кг (20 ЛД) белым нелинейным крысам не вызывает гибели животных. Введение препарата «Ренериум» в дозе 0,03 мкг/кг белым нелинейным мышам не вызывает гибели животных.

При остром введении препарат «Ренериум» не вызывает нарушения поведения и состояния основных физиологических систем у белых нелинейных крыс и мышей. Введение 20-кратной терапевтической дозы

не влияет на потребление корма и воды белых нелинейных крыс и мышей и не изменяет динамики набора массы тела. Ингаляционное введение 20-кратной терапевтической препарата «Ренериум» белым нелинейным крысам и мышам не изменяет состояния их внутренних органов по результатам макроскопического анализа, а также не влияет на массовые коэффициенты внутренних органов животных, что может свидетельствовать об отсутствии токсического эффекта препарата.

По результатам проведённого исследования новый ингаляционный препарат «Ренериум» не проявил токсичности при остром ингаляционном введении экспериментальным животным (белым нелинейным крысам и мышам) в 20-ти кратной терапевтической дозе.

Оценка эффективности ингаляционного препарата на модели острого бронхита у крыс, вызванного ингаляцией 1 % раствора формалина

Результаты оценки гистологической картины образцов легочной ткани животных, получавших препарат «Ренериум» в дозе 0,003 мг/кг подтвердили противовоспалительную и регенераторную эффективность препарата. Применение нового препарата сопровождалось признаками нормализации слизистой оболочки дыхательных путей, восстановлением структуры реснитчатого эпителия, значительным ограничением воспалительной инфильтрации клеточными элементами, повреждений базальной мембраны. Отмечено уменьшение реакции интерстициальной ткани легкого, восстановление структуры подслизистого слоя, базальной мембраны и реснитчатого эпителия под влиянием препарата «Ренериум».

Клиническая апробация. В контрольной группе практически здоровых лиц ингаляции солевого препарата переносились хорошо, только в 2 случаях отмечено появление светлых выделений из носа.

Результаты эффективности лечения в контрольной группе (пациенты с острым респираторным заболеванием, получавшие традиционную терапию) были сомнительными, основные показатели достоверно не изменились.

В основной группе больных коронавирусная инфекция COVID-19 проявлялась в форме пневмонии с визуальной оценкой КТ-картины грудной клетки 1–3-й степени распространенности поражения в период максимальной выраженности симптомов заболева-

ния. Имели место симптомы «матового стекла», а также единичные фокусы консолидации легочной ткани у отдельных пациентов. В период обследования больные находились на этапе реабилитации, имели нормальную температуру тела, дыхательную недостаточность, проявляющуюся различной степенью снижения сатурации кислорода в тканях при выполнении физической нагрузки в виде ходьбы по коридору, по лестнице. Клинические симптомы поражения верхних дыхательных путей на момент проведения реабилитационной программы были не выражены и наблюдались у отдельных больных. Динамика симптомов заболевания представлена в табл. 1.

Таблица 1

Динамика показателей в процессе реабилитационной программы больных острыми респираторными вирусными заболеваниями

Шкалы оценки	Больные, перенесшие острые вирусные респираторные инфекции, включая больных после COVID-19 (основная группа, n=21)		Больные, перенесшие острые вирусные респираторные инфекции, включая больных после COVID-19 (группа сравнения, n=21)	
	До лечения	После лечения	До лечения	После лечения
Шкала Борга	7,4 ± 1,88	4,3 ± 1,49*	6,9 ± 1,44	6,4 ± 0,78
ВАШ оценки кашля	6,2 ± 1,14	2,4 ± 0,11*	5,4 ± 1,59	5,0 ± 1,19
ВАШ оценки толерантности к физической нагрузке	3,3 ± 1,43	7,5 ± 1,69*	4,3 ± 1,62	5,5 ± 1,98*
SpO ₂	90,2 ± 1,12	93,9 ± 1,24*	91,2 ± 0,98	92,1 ± 1,74

Примечание: * - достоверные различия в группе .

Новый ионный ингаляционный препарат уменьшал выраженность одышки и кашля, восстанавливал толерантность к физической нагрузке. Отмечены случаи прекращения кровохарканья у больных новой коронавирусной инфекцией COVID-19.

Динамика дополнительных параметров здоровья больных полученных методом удаленного мониторинга с использованием смарт-часов Amazfit U Bip Pro, представлена в табл. 2.

Таблица 2

Динамика объективных показателей удаленного мониторинга

Параметры наблюдения	Основная группа (n=10)		Группа сравнения (n=11)	
	До лечения	После	До лечения	После
частота пульса (в мин.)	102,9 ± 10,4	81,4 ± 7,5*	105,2 ± 11,1	94,0 ± 10,9
максимальная частота пульса за 24 часа (в мин.)	132,7 ± 18,3	97,7 ± 5,9*	131,8 ± 14,5	111,8 ± 10,8
SpO ₂ (%)	92,1 ± 1,0	95,6 ± 1,3*	91,8 ± 1,6	93,9 ± 1,7
продолжительность ночного сна (часы)	4,2 ± 1,3	6,8 ± 1,5*	3,8 ± 2,2	4,5 ± 2,7
количество пройденных шагов за 24 часа (шаги)	387,8 ± 138,5	701,8 ± 119,1*	370,1 ± 197,4	528,7 ± 143,5*

Примечание: * - $p < 0,05$ между основной и контрольной группами.

Представленные результаты объективного удаленного мониторинга демонстрируют существенное улучшение параметров здоровья у больных острыми респираторными заболеваниями, получавших препарат «Ренериум» в ингаляциях на этапе реабилитации.

Динамика рентгенологической картины органов грудной клетки по данным компьютерной томографии прослежена у 16 больных. Отмечается уменьшение объема поражения легочной ткани за счет теней по типу «матового стекла» и ретикулярных изменений. В случаях преобладания интерстициального фиброза, очагов консолидации существенной положительной динамики не выявлено. Наиболее выраженные положительные результаты лечения наблюдались у больных, имевших поражение легочной ткани 1–2-й степени по данным КТ-исследования, при неубедительных результатах лечения больных, имевших 3-ю степень распространенности поражения легких после COVID-19.

Результаты субъективной оценки эффективности и безопасности ингаляционного препарата «Ренериум» у больных острыми респираторными вирусными заболеваниями, внебольничной пневмонией, бронхиальной астмой, ХОБЛ и хроническим деформирующим бронхитом показали хорошую переносимость и отсутствие серьезных нежелательных действий, выявлены единичные случаи (3) не-

приятных ощущений в носоглотке. Клиническая эффективность характеризовалась: уменьшением чувства заложенности в груди, увеличение физической активности, уменьшением объема отделяемой мокроты, снижением интенсивности кашля и одышки, потребности в применении других препаратов для уменьшения симптомов респираторного заболевания, другими положительными сдвигами клинической картины заболевания.

Обсуждение

Результаты исследования доказывают, что высокие результаты клинических наблюдений ингаляционного применения нового минерального комплекса, содержащего ионы церия (III), марганца, цинка и серебра, обусловлены противовоспалительной и регенераторной активностью в отношении респираторного эпителия. Ранее регенераторная активность изучалась только в отношении наночастиц диоксида церия, которые, в силу накопления в везикулах клетки, индуцируют воспалительный ответ [16]. В то же время известно, что церий способен стимулировать пролиферацию кожных фибробластов, остеобластов, кардиальных фибробластов, но не фибробластов легочной ткани. Напротив, опубликованы результаты разработки комбинированных препаратов с включением церия для лечения легочного фиброза [13, 17, 18, 19, 20]. Ионные формы церия ранее при респираторных заболеваниях не изучались, и полученные нами результаты представлены впервые.

Основной механизм действия ионов церия (III) обусловлен регулирующей редокс-потенциала, а именно каталазной и супероксиддисмутазной активностью [21]. Вместе с тем, нельзя исключить прямое влияние ионов церия на функцию электрон переносящей цепи, учитывая, что электрический потенциал сопряженной пары $\text{Ce}^{3+}/\text{Ce}^{4+}$ (1,77 эВ) выше сопряженной пары $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$ (0,77 эВ), а также Cu^{2+}/Cu (0,3 эВ) [22]. Совокупность этих процессов позволяет понять возможность ионов церия корректировать механизмы митохондриальной дисфункции и стимулировать синтез АТФ.

Наше исследование также впервые продемонстрировало возможность высокоэффективного ингаляционного лечения острых и хронических воспалительных респираторных заболеваний коротки-

ми курсами ингаляций солевого раствора (без применения противовоспалительных средств). Причем этот эффект не обусловлен осмотическим действием раствора, основу которого составляет 0,9 % раствор хлорида натрия, а концентрации микроэлементов малы [23, 24]. На основании экспериментального исследования с участием животных можно утверждать, что действие связано именно с участием ионов церия, марганца, цинка и серебра.

Возможно, последующее экспериментальное исследование других минеральных компонентов природных источников позволит изменить привычную точку зрения на механизмы их клинической эффективности. Особого внимания в связи с новыми данными о роли окислительно-восстановительных реакций в регуляции функциональной активности митохондрий заслуживают минеральные продукты, содержащие сопряженные пары металлов переменной степени окисления, например, Fe^{2+}/Fe^{3+} (Нарзаны и другие железосодержащие минеральные источники), а также источники, имеющие в своем составе сульфиды и сульфаты (Боржоми, Нарзан и др.), а также другие сложные по составу минеральные смеси, изменяющие редокс-потенциал воспаленной ткани.

Недавно были опубликованы результаты атомно-спектрального и масс-спектрометрического анализа, показавших присутствие церия и других редких металлов во флотационных и галургических шламах добычи калийных солей [25]. Эти факты способны существенно дополнить известные представления об эффективности спелеотерапии, доказавшей свою высокую клиническую эффективность у больных бронхиальной астмой и другими аллергическими заболеваниями [26]. Если ранее полагали, что солевой аэрозоль спелеолечебницы или спелеокамеры характеризуется определенным содержанием легких отрицательно заряженных аэроионов благодаря наличию катионов калия, и небольшого количества катиона K^{40} , то обнаружение в породе сильвинита церия вносит дополнительный аргумент, как в существующую теорию ионизации воздушной среды при постоянных характеристиках температуры, влажности и давления, так и новым пониманием противовоспалительного и ре-

генераторного потенциала известного метода лечения. Следует учитывать, что ионы церия (III), способны выступать как в качестве доноров, так и в качестве акцепторов электронов, активно участвуют в окислительно-восстановительных реакциях и потенциально могут регулировать процессы энергообеспечения метаболических процессов клеток респираторного эпителия на уровне митохондрий [24].

Вывод. Новый минеральный комплекс «Ренериум», содержащий ионы церия, марганца, цинка и серебра продемонстрировал высокую клиническую эффективность в лечении острых и хронических воспалительных респираторных заболеваний, обусловленную выраженной противовоспалительной и регенераторной активностью в отношении тканей слизистой оболочки респираторного тракта.

Исследование выполнено при поддержке гранта РФФИ р_НОЦ_Пермский край № 20-415-596008.

Список литературы

1. Клячкина И.Л. Мукоактивные препараты в лечении острого кашля. Эффективная фармакотерапия. 2015, 29: 24-31.
2. Игнатова Г.Л., Антонов В.Н. Новые возможности ингаляционной терапии при воспалительных заболеваниях респираторной системы. Терапевтический архив. 2017, 89(8): 110-112.
3. Ингасалин® (Ingasalin) инструкция по применению. Видаль. Справочник Лекарственных средств. <https://www.vidal.ru/drugs/ingasalin>.
4. Осмолярность. Общая фармакопейная статья. Министерство здравоохранения РФ. https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=https%3A%2F%2Fstatic-0.minzdrav.gov.ru%2Fsystem%2Fattachments%2Fattaches%2F000%2F060%2F365%2Foriginal%2F%25D0%259E%25D0%25A4%25D0%25A1_%25D0%259E%25D1%2581%25D0%25BC%25D0%25BE%25D0%25BB%25D1%258F%25D1%2580%25D0%25BD%25D0%25BE%25D1%2581%25D1%2582%25D1%258C.docx%3F1665573635&wdOrigin=BROWSELINK.
5. Дворецкий Л.И. Место муколитиков в комплексной терапии больных хроническим бронхитом. РМЖ 2007, 6: 450.

6. Каширская Н.Ю., Шерман В.Д., Капранов Н.И., Кондратьева Е.И., Красовский С.А., Амелина Е.Л. Место гипертонического раствора хлорида натрия в терапии муковисцидоза. Пульмонология. 2016, 26(5): 584–590.

7. Санаторий Белокуриха. Официальный сайт санатория. <https://www.belokurikha-san.ru/about/news/1235/>.

8. Кательникова А.Е., Крышень К.Л., Макарова М.Н., Макаров В.Г., Воробьева В.В., Пожарицкая О.Н., Шиков А.Н. Изучение специфической фармакологической активности комплекса гликозилированных полипептидов, выделенного из морских ежей вида *Strongylocentrotus droebachiensis* на модели острого бронхита, индуцированного формалином у крыс. Биофармацевтический журнал. 2016, 8; 6: 56-63.

9. Санитарно-эпидемиологические правила СП 2.2.1.3218-14 “Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, оборудованию и содержанию экспериментально-биологических клиник (вивариев)”. Утверждены постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 29 августа 2014 г. № 51.

10. Директива 2010/63/EU Европейского парламента и совета Европейского союза от 22 сентября 2010 г. по охране животных, используемых в научных целях.

11. Руководство по экспериментальному (доклиническому) изучению новых фармакологических веществ. Под ред. Р.У. Хабриева. М., Медицина. 2005, 832 с.

12. Мельникова Н.Н., Ермишев О.В. Влияние хлорида церия на биохимические показатели крови, функциональную активность и микроструктуру почек крыс. Вестник РУДН. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2014; 2: 25-35. <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-hlorida-tseziya-na-biohimicheskie-pokazateli-krovi-funksionalnuyu-aktivnost-i-mikrostrukturu-pochek-krysa> (дата обращения: 24.03.2023).

13. Ramenzoni L.L., Weber F.E., Attin T., Schmidlin P.R. Cerium Chloride Application Promotes Wound Healing and Cell Proliferation in Human Foreskin Fibroblasts. *Materials*. 2017; 10: 573-582.

14. Броздова Т.В. Основы статистического анализа и обработка данных с применением Microsoft Excel, учебное пособие. Минск, ГИУСТ БГУ. 2011. 40 с.

15. Гланц С. Медико-биологическая статистика. Пер.с англ. Данилова Ю.А. М., Практика. 1998, 459 с.

16. Xia T., Kovochich M., Liong M., Mädler L., Gilbert B., Shi H., Yeh J.I., Zink J.I., Nel A.E. Comparison of the mechanism of toxicity of zinc oxide and cerium oxide nanoparticles based on dissolution and oxidative stress properties. *ACS Nano* 2008; 2(10): 2121-34.

17. von Montfort C., Alili L., Teuber-Hanselmann S., Brenneisen P. Redox-active cerium oxide nanoparticles protect human dermal fibroblasts from PQ-induced damage. *Redox Biol.* 2015; 4: 1-5.

18. Allu I., Kumar Sahi A., Kumari P., Sakhile K., Sionkowska A., Gundu, S. A Brief Review on Cerium Oxide (CeO₂NPs)-Based Scaffolds: Recent Advances in Wound Healing Applications. *Micromachines* 2023, 14, 865.

19. Jingxuan Lu, Jingwen Luo, Jie Li, Shiyan Fu, Yonghong Ran, Juan Li, Yazhen Zhao, Yuhui Hao, Fluorescent Pirfenidone-Cerium(III) nanocomplexes protect against radiation-induced pulmonary fibrosis and inhibit tumor cell growth, *Journal of Drug Delivery Science and Technology* 2023, 86, 104651.

20. Nair, R.R., Preeta, R., Smitha, G. et al. Variation in mitogenic response of cardiac and pulmonary fibroblasts to cerium. *Biol Trace Elem Res* 2003, 94: 237–246.

21. Shcherbakov A., Zholobak N., Ivanov V., Tretyakov Y., Spivak N. Nanomaterials based on the nanocrystalline ceria: properties and use perspectives in biology and medicine. *Biotekhnolohiia*. 2011, 41.

22. Основы аналитической химии: учеб. для вузов: в 2 кн. Ю.А. Золотов, Е.Н. Дорохова, В.И. Фадеева и др. Под ред. Ю.А. Золотова. 2-е изд. М., Высш. шк., 2008.

23. Патент РФ на изобретение № 2766246 от 10.02.2022. «Способ лечения и реабилитации больных после острых респираторных вирусных инфекций». Автор: Мишланов В.Ю.

24. Церий и другие металлы переменной валентности в медицине / В.Ю. Мишланов, В.А. Черешнев, А.Г. Чучалин.- Пермь-Москва, изд-во ПГМУ, 2023.- 120 с.

25. Сметанников А.Ф., Оносов Д.В. Особенности техногенной минерализации галургических и флотационных шламов. Горное эхо 2020, 3(80): 18-26.

26. Туев А.В., Мишланов В.Ю. Бронхиальная астма (иммунитет, гемостаз, лечение). Пермь: ИПК Звезда, 2001; 220 с.

Об авторе

Мишланов Виталий Юрьевич – д.м.н., профессор, член-корреспондент РАН, заведующий кафедрой пропедевтики внутренних болезней, Пермский государственный медицинский университет им. акад. Е.А. Вагнера, тел.: 89504677696, e-mail: permmed@hotmail.com

About the author

Mishlanov Vitaliy Jurievich – PhD, MD, Professor, Correspondent member of Russian Academy of Science, Head of the Department of Propaedeutics of Internal Diseases, Perm State Medical University named acad. E.A. Wagner Tel: 89504677696, e-mail: permmed@hotmail.com

СПЕЛЕОТЕРАПИЯ АЛЛЕРГИЧЕСКОГО РИНИТА В РЕСПУБЛИКАНСКОЙ БОЛЬНИЦЕ СПЕЛЕОЛечения (Г. СОЛИГОРСК, РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ)

**Н.Н.Санникова^{1,2}, А.А.Лапуста¹, Р.И.Делендик¹,
Н.Н.Дубовик¹, Н.М.Трухан¹, Е.Н.Кулинич¹,
Т.В.Горанина¹**

¹ Республиканская больница спелеолечения,
г. Солигорск, Республика Беларусь

² Солигорская центральная районная больница,
г. Солигорск, Республика Беларусь

В настоящем исследовании оценено качество жизни пациентов с аллергическим ринитом (АР) и изменение его после курса спелеотерапии в условиях подземного отделения Государственного Учреждения (ГУ) «Республиканская больница спелеолечения» (Республика Беларусь, г. Солигорск). В исследовании приняли участие 50 пациентов с установленным диагнозом «Аллергический ринит лёгкое течение». Длительность курса спелеотерапии – 19 дней, он включал 16 подземных спусков. Каждый пациент до и после спелеотерапии заполнил Опросник для оценки качества жизни при риноконъюнктивите (Rhinoconjunctivitis quality of life questionnaire (RQLQ)).

После спелеотерапии количество пациентов без заложенности носа увеличилось почти в 6 раз, выделения из носа не беспокоили почти в 3 раза больше пациентов. Число пациентов без чихания увеличилось в 3 раза, а затекание слизи в носоглотку не беспокоило в 2 раза большее количество пациентов, чем до спелеолечения. В 2 раза большее количество пациентов не испытывали сложности с засыпанием, в 1,5 раза больше пациентов не просыпались по ночам из-за симптомов ринита. После проведенной спелеотерапии почти в 2 раза больше пациентов хорошо высыпались ночью. Необходимость носить с собой гигиенические салфетки или носовой платок и необходимость постоянно сморкаться из-за ринита – в 2,5 раза больше пациентов после лечения не беспокоило. Усталость не беспокоила в 2 раза большее количество пациентов, вялости не стало у 2,5 раза большего количества пациентов. Почти в 2 раза стало больше пациен-

тов без жалоб на плохую концентрацию внимания. Больше, чем в 2 раза увеличилось количество пациентов, которых не беспокоила головная боль. Полный упадок сил перестали испытывать после курса спелеотерапии почти в 2 раза большее количество пациентов.

Выводы: 1. Пациенты с АР страдают как от симптомов ринита, так и от снижения качества их жизни, в том числе и пациенты с лёгкой формой АР.

2. Спелеотерапия в подземном отделении ГУ «Республиканская больница спелеолечения» (г.Солигорск, Республика Беларусь) является эффективным методом лечения пациентов с АР, значительно улучшая качество жизни.

3. Необходимо широко использовать возможности спелеотерапии в ГУ «Республиканская больница спелеолечения» (г.Солигорск, Республика Беларусь) для пациентов с аллергическим ринитом.

Ключевые слова: аллергический ринит, спелеотерапия, качество жизни, Республиканская больница спелеолечения

SPELEOTHERAPY FOR ALLERGIC RHINITIS IN THE REPUBLICAN SPELEOTHERAPY HOSPITAL (SOLIGORSK, REPUBLIC OF BELARUS)

**N.N. Sannikova^{1,2}, A.A. Lapusto¹, R.I. Delendik¹, N.N. Dubovik¹,
N.M. Trukhan¹, E.N. Kulinich¹, T.V. Goranina¹**

¹ State Institution "Republican Speleotherapy Hospital",
Soligorsk, Republic of Belarus

² Health care Institution "Soligorsk Central District Hospital",
Soligorsk, Republic of Belarus

This study assessed the quality of life of patients with allergic rhinitis (AR) and its change after a course of speleotherapy in the underground department of the State Institution (SI) "Republican Speleotherapy Hospital" (Republic of Belarus, Soligorsk). The study involved 50 patients diagnosed with mild allergic rhinitis. The duration of the speleotherapy course was 19 days, it included 16 underground descents. Each patient completed the Rhinoconjunctivitis quality of life questionnaire (RQLQ) before and after speleotherapy.

After speleotherapy, the number of patients without nasal congestion increased almost 6 times; nasal discharge did not bother almost 3 times more patients. The number of patients without sneezing increased 3 times, and the flow of mucus into the

nasopharynx did not bother 2 times more patients than before speleotherapy. Twice as many patients did not experience difficulty falling asleep, and 1.5 times as many patients did not wake up at night due to rhinitis symptoms. After speleotherapy, almost 2 times more patients slept well at night. The need to carry sanitary napkins or a handkerchief with you and the need to constantly blow your nose due to rhinitis were not bothered by 2.5 times more patients after treatment. Fatigue did not bother 2 times more patients, lethargy did not occur in 2.5 times more patients. There were almost 2 times more patients without complaints of poor concentration. The number of patients who were not bothered by headaches more than doubled. Almost twice as many patients stopped experiencing complete loss of strength after a course of speleotherapy.

Conclusions: 1. Patients with AR suffer from both rhinitis symptoms and a decrease in their quality of life, including patients with mild AR. 2. Speleotherapy in the underground department of the State Institution “Republican Speleotherapy Hospital” (Soligorsk, Republic of Belarus) is an effective method of treating patients with AR, significantly improving the quality of life. 3. It is necessary to widely use the possibilities of speleotherapy in the State Institution “Republican Speleotherapy Hospital” (Soligorsk, Republic of Belarus) for patients with allergic rhinitis.

Keywords: allergic rhinitis, speleotherapy, quality of life, Republican Speleotherapy Hospital

Введение. Аллергический ринит (АР) – самое распространенное хроническое заболевание дыхательных путей. По данным литературы [1], АР страдают до 40 % населения земного шара.

АР доставляет мучение пациентам не только за счёт своих симптомов (выделения из носа, чихание, заложенность и зуд носа), но и нарушая/снижая качество их жизни. Интерес к вопросу качества жизни (КЖ) пациентов возник, когда врачи стали понимать, что объективное уменьшение патологических изменений не всегда сопровождается улучшением самочувствия больного и что результатом лечения должен быть удовлетворен сам больной [2]. Оценка пациентом собственного состояния является очень значимым итогом лечения, она не менее важна, чем показатели лабораторных и инструментальных методов диагностики. Для оценки КЖ пациентов с разными заболеваниями используются специализированные опросники.

Основные принципы лечения АР (по рекомендациям руководства ARIA (Allergic Rhinitis and its Impact on Asthma, Аллергический

ринит и его влияние на астму)) [3]: создание гипоаллергенного быта, медикаментозное лечение, аллерген-иммуноterapia, при тяжёлом рините – биологическая терапия. Однако, было замечено, что более половины пациентов принимают несколько лекарств и видов лечения, но не удовлетворены результатом лечения АР [4]. Кроме того, и лекарственные препараты, и иммуноterapia могут вызывать побочные неблагоприятные эффекты. Поэтому развиваются немедикаментозные методы лечения АР, один из них – спелеотерапия.

Спелеотерапия – это лечение в условиях естественного микроклимата подземных пространств. Чаще всего используются карстовые пещеры, горные выработки калийных, каменносоляных и различных рудных шахт. Считается, что этот метод применяется более 2500 лет.

С 1990 г. в г. Солигорске (Республика Беларусь) на базе Старобинского месторождения калийных солей начал работать подземный спелеокомплекс Государственного учреждения «Республиканская больница спелеолечения» (ГУ РБС). Пациенты лечатся на глубине 420 м. Ведущими лечебными факторами спелеотерапии являются:

- микроклиматические условия (низкая температура и высокая влажность воздуха)

- аэрозоли хлористого натрия и хлористого калия (способствуют самоочищению воздушной среды от пыли, газовых примесей, аллергенов, бактериальной флоры и насыщению ее легкими аэроионами) [5].

Механизмы действия специфической подземной среды на организм человека до настоящего времени остаются недостаточно изученными, их изучение продолжается.

Цель исследования: оценить изменение КЖ пациентов с АР лёгкого течения после курса спелеотерапии в условиях подземного отделения ГУ РБС.

Материалы и методы. В исследовании приняли участие 50 пациентов с установленным диагнозом «Аллергический ринит лёгкое течение», которые проходили лечение в условиях подземного отделения ГУ РБС. Длительность курса спелеотерапии – 19 дней, он включал 16 подземных спусков. Возраст пациентов – от 18 до 63 лет

(средний – 43 года). Женщины – 35 человек (70 %), мужчины – 15 (30 %). АР был интермиттирующим, т.е. симптомы ринита беспокоили пациентов <4 дней в неделю и <4 недель в году, у 5 пациентов (10 %). Персистирующий ринит (симптомы>4 дней в неделю и> 4 недель в году) – у 45 пациентов (90 %). 15 пациентов (30 %) были сенсibilизированы к круглогодичным аллергенам (бытовым и/или эпидермальным), 15 (30 %) – к сезонным (пыльцевым) аллергенам и 20 (40 %) – и к круглогодичным, и к сезонным аллергенам. Средняя длительность АР у наблюдаемых пациентов – 15 лет (от 1 года до 44 лет). Курс спелеотерапии в условиях подземного отделения ГУ РБС был первым у 18 пациентов (36 %) и повторным – у 32 (64 %).

Каждый пациент до и после спелеотерапии заполнил Опросник для оценки качества жизни при риноконъюнктивите (Rhinoconjunctivitis quality of life questionnaire (RQLQ)). RQLQ разработали E.F. Juniper и G.H. Guyatt в 1991 г. [6]. Опросник состоит из 28 вопросов, связанных с влиянием симптомов ринита на повседневную жизнь пациента. На каждый вопрос предлагается 7 вариантов ответов с оценкой их баллами: от «Никогда» (0 баллов) до «Всё время» (6 баллов).

Для создания базы данных и их статистической обработки использовались программы Microsoft Office Excel и Statistica 10.0. Для статистического анализа различий был выбран критерий Уилкоксона (непараметрический критерий, применяемый для оценки различий между двумя зависимыми выборками, измеренными с использованием порядковой шкалы). Различия считались значимыми при $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение

Клинические проявления АР (заложенность носа, выделения из носа, чихание и затекание слизи в носоглотку) после курса подземной спелеотерапии значительно меньше беспокоили наблюдаемых пациентов. Так, количество пациентов без заложенности носа увеличилось почти в 6 раз (рис. 1.), выделения из носа не беспокоили почти в 3 раза больше пациентов (рис. 2.)

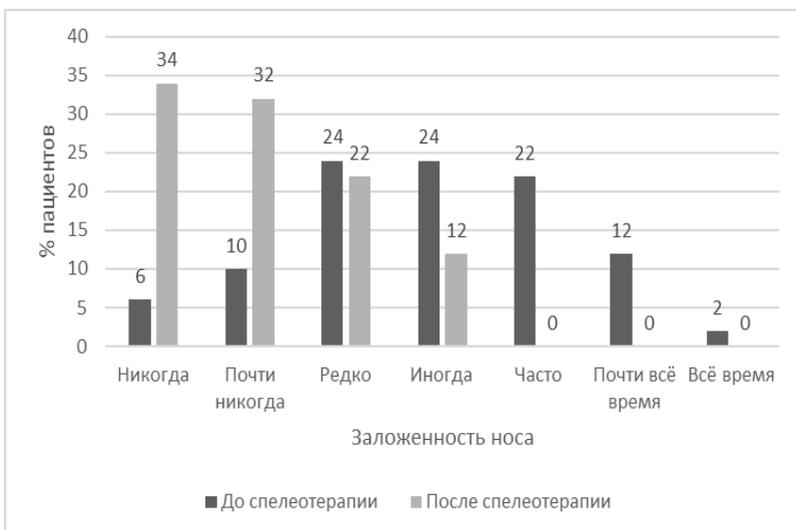


Рис. 1. Беспокойство по поводу заложенности носа



Рис. 2. Беспокойство по поводу выделений из носа

Число пациентов без чихания увеличилось в 3 раза после проведенной спелеотерапии (рис. 3.), а затекание слизи в носоглотку не беспокоило в 2 раза большее количество пациентов, чем до спелеолечения (рис. 4.).

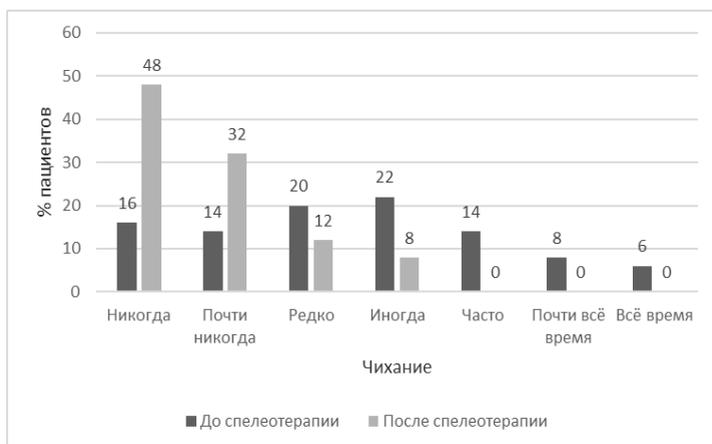


Рис. 3. Беспокойство по поводу чихания

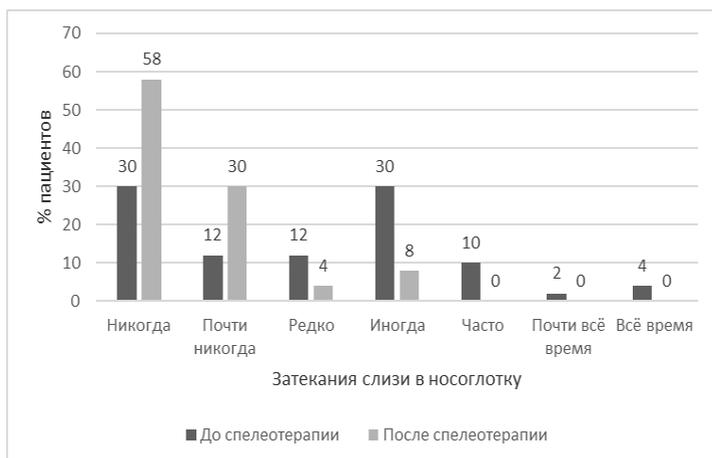


Рис. 4. Беспокойство по поводу затекания слизи в носоглотку

Проблемы, связанные со сном, меньше беспокоили пациентов после курса подземного спелеолечения. В 2 раза большее количество пациентов не испытывали сложности с засыпанием (рис. 5.), в 1,5 раза больше пациентов не просыпались по ночам из-за симптомов ринита (рис. 6.). После проведенной спелеотерапии почти в 2 раза больше пациентов хорошо высыпались ночью (рис. 7.).

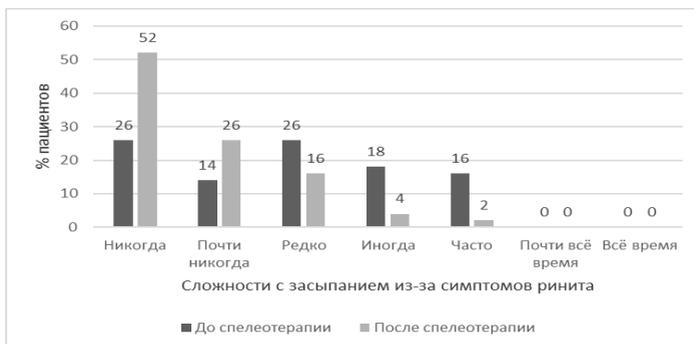


Рис. 5. Беспокойство по поводу сложностей с засыпанием из-за симптомов ринита



Рис. 6. Беспокойство по поводу просыпаний по ночам из-за симптомов ринита

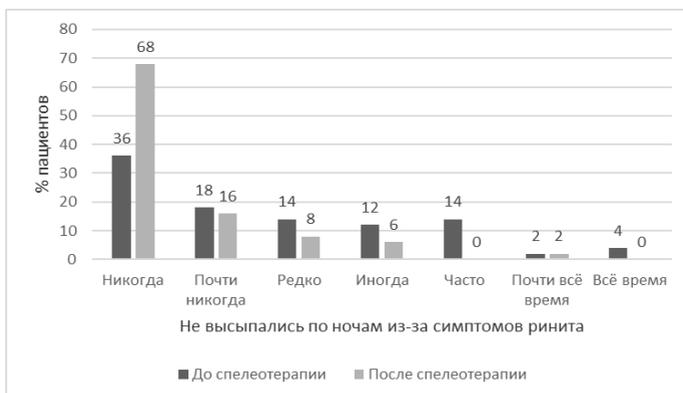


Рис. 7. Беспокойство по поводу невысыпания по ночам из-за симптомов ринита

Наблюдаемых пациентов с АР после проведенного лечения в подземном отделении ГУ РБС меньше беспокоили практические проблемы, такие как необходимость носить с собой гигиенические салфетки или носовой платок (рис. 8) и необходимость постоянно сморкаться из-за ринита (рис. 9) – в 2,5 раза больше пациентов это не беспокоило.

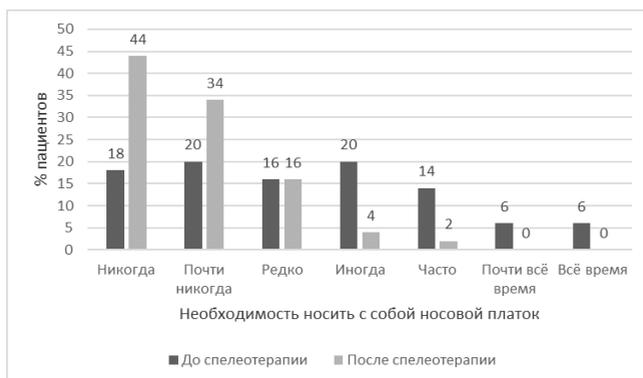


Рис. 8. Беспокойство по поводу необходимости носить с собой носовой платок или гигиенические салфетки из-за симптомов ринита

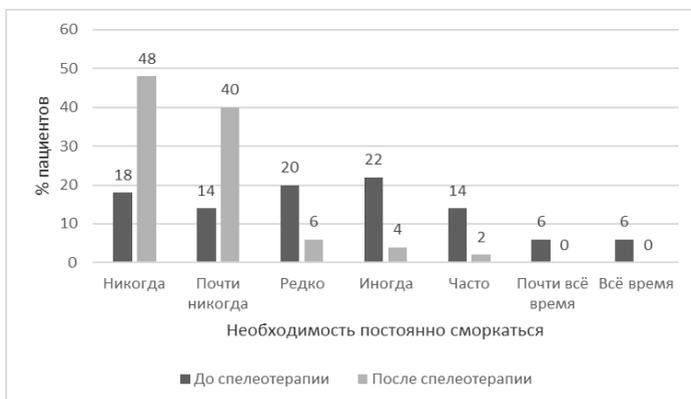


Рис. 9. Беспокойство по поводу необходимости постоянно сморкаться из-за симптомов ринита

У пациентов с АР снижается качество жизни и из-за нарушений общей жизнедеятельности, появления общих неблагоприятных симптомов. Спелеотерапия значительно уменьшила эти симптомы у наблюдаемых пациентов. Усталость не беспокоила в 2 раза большее количество пациентов (рис. 10), вялости не стало у 2,5 раза большего количества пациентов (рис. 11).

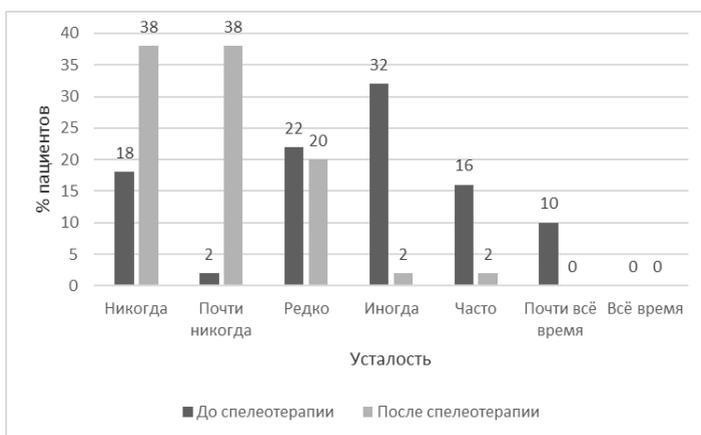


Рис. 10. Беспокойство по поводу усталости

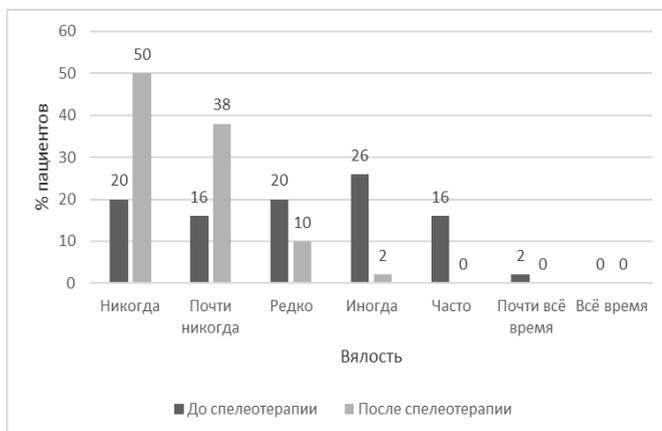


Рис. 11. Беспокойство по поводу вялости

На фоне проведенного лечения улучшилась концентрация внимания у пациентов, почти в 2 раза стало больше пациентов без жалоб на плохую концентрацию внимания (рис. 12). Больше, чем в 2 раза увеличилось количество пациентов, которых не беспокоила головная боль (рис. 13). Полный упадок сил перестали испытывать после курса спелеотерапии почти в 2 раза большее количество пациентов (рис. 14).



Рис. 12. Беспокойство по поводу плохой концентрации внимания

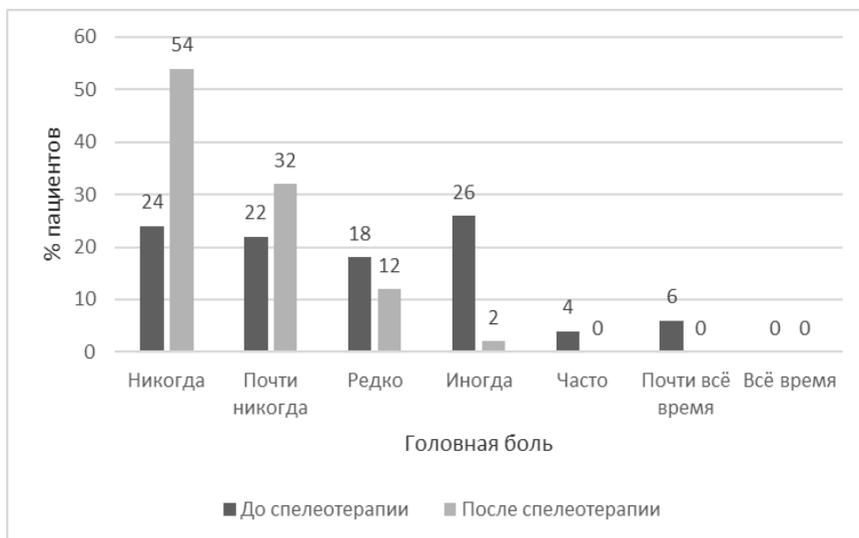


Рис. 13. Беспокойство по поводу головной боли

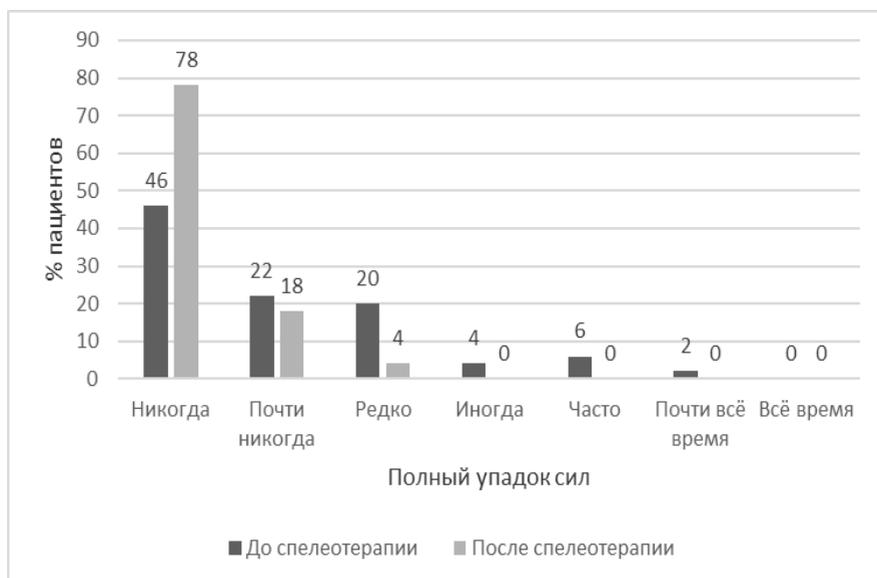


Рис. 14. Беспокойство по поводу полного упадка сил

Таким образом, после проведенного курса спелеотерапии в подземном отделении ГУ «Республиканская больница спелеолечения» (г. Солигорск, Республика Беларусь) у пациентов с АР уменьшились клинические проявления болезни, улучшилось качество сна, их меньше беспокоили практические проблемы, связанные с АР, и общие симптомы, такие, как усталость, вялость, головная боль, плохая концентрация внимания и упадок сил.

Выводы:

1. Пациенты с АР страдают как от симптомов ринита, так и от снижения качества их жизни, в том числе и пациенты с лёгкой формой АР.

2. Спелеотерапия в подземном отделении ГУ «Республиканская больница спелеолечения» (г.Солигорск, Республика Беларусь) является эффективным методом лечения пациентов с АР, значительно улучшая качество жизни.

3. Необходимо широко использовать возможности спелеотерапии в ГУ «Республиканская больница спелеолечения» (г. Солигорск, Республика Беларусь) для пациентов с аллергическим ринитом.

Список литературы

1. Bauchau V, Durham SR Prevalence and rate of diagnosis of allergic rhinitis in Europe /The European Respiratory Journal. 2004, №24(5), P.758-764

2. Качество жизни как проблема в здравоохранении: современные тенденции / Ю.Ф.Лобанов [и др.] // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2018. – № 5-1. – С. 235-239.

3. Next-generation Allergic Rhinitis and Its Impact on Asthma (ARIA) guidelines for allergic rhinitis based on Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation (GRADE) and real-world evidence / J. Bousquet [et al.] // J. Allergy Clin. Immunol. – 2020. – Vol.145. – P. 70–80.

4. Severe chronic allergic (and related) diseases: a uniform approach—a MeDALL–GA2LEN–ARIA position paper / J. Bousquet [et al.] // J. Int. Arch. Allergy Immunol. - 2012. – Vol.158(3). – P.216–231.

5. XI Республиканская научная конференция по истории медицины и фармации, Витебск, 3 ноября 2009г.: материалы конф. / УО «Витебский госуд. ордена Дружбы народов мед. унив.»; отв. ред. Э. А. Вальчук, Е.М.Тищенко. – Минск: РНМБ, 2009г. - С. 149 – 150.

6. Juniper E.F. Development and testing of a new measure of health status for clinical trials in rhinoconjunctivitis / E.F. Juniper, G.H.Guyatt // Clin. Exp. Allergy. - 1991. – Vol. 21(1). – P. 77–83.

Об авторах

Санникова Наталья Николаевна – врач-аллерголог-иммунолог, Учреждение Здравоохранения «Солигорская Центральная Районная Больница», Государственное Учреждение «Республиканская Больница Спелеолечения», e-mail: NNSann@rambler.ru

Лапуста Александр Антонович – к.м.н., главный врач, Государственное Учреждение «Республиканская Больница Спелеолечения», e-mail: sol@speleo.by

Делендик Ростислав Иванович – зам. главного врача, Государственное Учреждение «Республиканская Больница Спелеолечения», e-mail: med-rost@mail.ru

Дубовик Наталья Николаевна – врач-терапевт, Государственное Учреждение «Республиканская Больница Спелеолечения», e-mail: Natasha151967@mail.ru

Трухан Наталья Михайловна – врач-терапевт, Государственное Учреждение «Республиканская Больница Спелеолечения», e-mail: natali.tr2008@gmail.com

Кулинич Елена Николаевна – зав. отделением Государственное Учреждение «Республиканская Больница Спелеолечения», зав. отделением. e-mail: elena.kulinich.88@mail.ru

Горанина Татьяна Васильевна – врач-пульмонолог, Государственное Учреждение «Республиканская Больница Спелеолечения», e-mail: tatianagoranina@gmail.com

About authors

Sannikova Natalya Nikolaevna – allergist-immunologist; Healthcare Institution “Soligorsk Central District Hospital”, State Institution "Republican Speleotherapy Hospital". e-mail: NNSann@rambler.ru

Lapusto Alexander Antonovich – PhD, chief physician, State Institution “Republican Speleotherapy Hospital”, e-mail: sol@speleo.by

Delendik Rostislav Ivanovich - deputy chief physician, State Institution "Republican Speleotherapy Hospital", e-mail: med-rost@mail.ru

Dubovik Natalya Nikolaevna – physician, State Institution “Republican Speleotherapy Hospital”. e-mail: Natasha151967@mail.ru

Trukhan Natalya Mikhailovna, physician, State Institution “Republican Speleotherapy Hospital”, e-mail: natali.tr2008@gmail.com

Kulinich Elena Nikolaevna – head of department, State Institution "Republican Speleotherapy Hospital", e-mail: elena.kulinich.88@mail.ru

Goranina Tatyana Vasilevna – pulmonologist, Place of work: State Institution “Republican Speleotherapy Hospital”, e-mail: tatianagoranina@gmail.com

ЛЕЧЕБНЫЙ ЭФФЕКТ СПЕЛЕОТЕРАПИИ В СОЛЯНОМ РУДНИКЕ «ДУЗДАГ» ПРИ БРОНХИАЛЬНОЙ АСТМЕ У ДЕТЕЙ

Л.И. Аллахвердиева, Н.И. Эфендиева,
Г.Э. Агарагимова

Азербайджанский медицинский университет, г. Баку, Азербайджан

Рассматриваются вопросы применения спелеотерапии для лечения бронхиальной астмы у детей в условиях спелеолечебницы в руднике Дуздаг в Нахичеване Азербайджанской Республики (физиотерапевтический центр «Дуздаг Магара»). Рудник, ведущий добычу каменной соли расположен на высоте 1173 метров над уровнем моря. Поступающий в спелеолечебницу из рудника и обогащенный соляной наноразмерной аэрозолью воздух обеспечивает условия для оптимального проведения лечебно-оздоровительных мероприятий курсового лечения.

Целью исследования явилось изучение лечебного эффекта спелеотерапии при бронхиальной астме у 50 детей в возрасте от 5 до 18 лет, больных атопической бронхиальной астмой. Курс лечения состоял из 15 сеансов спелеопроцедур. Спелеопроцедуры проводились ежедневно по 4 часа для детей 5-10 лет и по 9 часов для детей старше 10 лет. Спелеотерапия проводилась в послеприступном периоде по следующей схеме: адаптация – основной режим – реадаптация.

В результате проведенного курса спелеотерапии у больных отмечались улучшения показателей функции внешнего дыхания, наблюдалось увеличение объемно-скоростных показателей спирограммы. Выявлено положительное влияние спелеотерапии на показатели цитокинов у детей с атопической бронхиальной астмой легкого и среднетяжелого течения. Спелеотерапия как метод медицинской реабилитации больных бронхиальной астмой приводит к снижению числа приступов удушья, сокращает использование бронхолитиков и улучшает показатели функции внешнего дыхания.

Назначение курса спелеотерапии детям с бронхиальной астмой по адаптированной схеме имеет большое практическое значение, т.к. расширяет рамки немедикаментозных методов лечения заболевания.

Ключевые слова: соляной рудник Дуздаг, спелеотерапия, атопическая бронхиальная астма, лечебный эффект у детей

TREATMENT EFFECT OF SPELEOTHERAPY IN «DUZDAG» SALT MINE FOR BRONCHIAL ASTHMA IN CHILDREN

L.I. Allakhverdiyeva, N.I. Efendieva,
G.E. Agharagimova

Azerbaijan Medical University, Baku, Azerbaijan

The use of speleotherapy for the treatment of bronchial asthma in children in the conditions of a speleohospital in the Duzdag mine in Nakhchivan of the Republic of Azerbaijan (Duzdag Magara physiotherapy center) is being considered. The mine, which produces rock salt, is located at an altitude of 1173 meters above sea level. Air supplied to speleohospital from mine and enriched with salt nanoscale aerosol provides conditions for optimal implementation of therapeutic measures of course treatment.

The purpose of the study was to study the therapeutic effect of speleotherapy in bronchial asthma in 50 children aged 5 to 18 years with atopic bronchial asthma. The course of treatment consisted of 15 sessions of speleoprocedures. Speleotherapy sessions were conducted daily for 4 hours a day for children 5-10 years old and for 9 hours for children over 10 years old. Speleotherapy was performed in the post-onset period according to the following scheme: adaptation - main mode - readaptation.

As a result of the course of speleotherapy in patients, there were improvements in the parameters of respiratory function, and an increase in the volume-speed parameters of the spirogram was observed. The positive effect of speleotherapy on cytokine parameters in children with atopic bronchial asthma of the lung and moderate course was revealed. Speleotherapy, as a method of medical rehabilitation of patients with bronchial asthma, leads to a decrease in the number of suffocation attacks, reduces the use of bronchodilators and improves the performance of respiratory function.

Keywords: Duzdag salt mine, speleotherapy, atopic bronchial asthma, therapeutic effect in children

Введение

В настоящее время при лечении бронхиальной астмы используется множество лекарственных препаратов. Наряду с этим, не всегда удается добиться полного контроля над заболеванием. Особое значение при этом отводится немедикаментозным методам лечения и медицинской реабилитации [2, 4, 5, 8]. Одним из таких немедикаментозных методов является спелеотерапия в соляных рудниках, которая оказывает прямое воздействие на клинические, функциональные проявления заболевания и его течение. Данный метод воздействия патогенетически обоснован и достаточно хорошо переносится больными [3, 6, 9].

Основным лечебным фактором спелеотерапии служит природный микроклимат соляных шахт и карстовых пещер. Микроклимат соляных шахт составляют: низкое содержание аллергенов в воздухе, высокая ионизация, наличие высокодисперсных аэрозолей NaCl, а также постоянство показателей температуры, влажности и низкой подвижности воздуха [1, 6].

В Азербайджане соляной рудник Дуздаг находится в Нахичеванской Автономной Республике на высоте 1173 метров над уровнем моря [1]. Расположенный в двух основных горных цехах соляного рудника физиотерапевтический центр «Дуздаг Магара» – это уникальная подземная спелеолечебница, обеспечивающая условия для оптимального проведения лечебно-оздоровительных мероприятий курсового лечения [1].

В соляном руднике Дуздаг в Нахичеване формируется микроклимат, насыщенный большим количеством ионов натрия и хлора, при этом количество респираторных частиц достигает 82,6 % [1]. Вышеперечисленные факторы являются благоприятными условиями для функционирования дыхательной системы больных бронхиальной астмой. Происходит очищение бронхиального дерева, наступает улучшение вентиляционно-перфузионной функции легких, снижается риск бронхоспазма, стабилизируется состояние сердечно-сосудистой, нервной и иммунной систем организма. Все это позволяет широко применять в педиатрии спелеотерапию, оказывающую гипосенсибилизирующее, иммунокорректирующее, релаксационное и другие общеукрепляющие действия. Учитывая благоприятное воздействие микроклимата

соляных шахт на больных бронхиальной астмой, необходимо дальнейшее изучение данного вопроса.

Целью исследования явилось изучение лечебного эффекта спелеотерапии при бронхиальной астме у детей в условиях соляного рудника Дуздаг (Нахичеванская Автономная Республика, Азербайджан).

Материал и методы

Нами на базе физиотерапевтического центра «Дуздаг Магара» был проведен курс спелеотерапии 50 детям и подросткам, больных atopической бронхиальной астмой в возрасте от 5 до 18 лет. Выборка больных включала 37 мальчиков и 13 девочек, средний возраст которых составил $11,2 \pm 0,4$ лет.

Критерием отбора было наличие установленного диагноза atopической бронхиальной астмы и отсутствие ее обострения на период лечения. У обследованных детей наблюдалась персистирующая форма atopической бронхиальной астмы легкого и среднетяжелого течения. Возраст манифестации заболевания составил $5,0 \pm 0,2$ лет, длительность на момент лечения составила $6,0 \pm 0,3$ года.

Курс лечения состоял из 15 спелеопроцедур, состоящих из ежедневного пребывания в подземной лечебнице и дыхания лечебным воздухом с соляной наноразмерной аэрозолью. Спелеолечение проводилось в послеприступном периоде по следующей схеме: адаптация – основной режим – реадаптация.

Адаптационный режим проводился в течение первых 2 дней и включал ежедневное дневное пребывание в подземном отделении в течение 4 часов – для детей старше 10 лет и 2 часов – для детей от 5 до 10 лет.

Основной режим включал ночное и дневное пребывание в спелеоотделении. Детям от 5 до 10 лет назначался дневной сон продолжительностью 4 часа. Детям в возрасте старше 10 лет назначался ночной сон продолжительностью 8–9 часов.

Ревадaptационный режим включал 4 часовое дневное пребывание в спелеоотделении в последние 2 дня лечения и назначался с целью избежания «синдрома отмены».

Вентиляционную функцию легких оценивали при помощи спирометрических показателей. Изучали жизненную емкость легких

(ЖЕЛ), объем форсированного выдоха за первую секунду (ОФВ₁), индекс Тиффно (ОФВ₁/ЖЕЛ), максимальную объемную скорость воздуха на уровне выдоха 25–75 % (МОС), пиковую скорость выдоха (ПСВ).

Оценка спирометрических показателей проводилась в сравнении с нормативными величинами, результаты выражались в процентах. Определение оксида азота в выдыхаемом воздухе (NO_x) проводили с помощью портативного прибора NIOXMINO (Aerocrine, Швеция).

Лабораторное обследование больных включало изучение интерлейкина 5 (IL-5), интерлейкина 13 (IL-13) и интерферона-гамма (IFN γ) в сыворотке крови методом иммуноферментного анализа (ИФА).

Статистическая обработка полученных результатов проводилась с помощью непараметрического Т критерия Вилкоксона в статистическом пакете SPSS-26 [7].

Результаты и обсуждение

При проведении курса спелеотерапии положительная динамика клинических симптомов отмечалась уже на 4-5-е сутки проводимого лечения. Так на 15-е сутки лечения кашель прекратился у 54,0 % детей с легкой и у 47,0% со среднетяжелой степенью бронхиальной астмы, также уменьшились хрипы в легких. Одышка стала встречаться реже, а у некоторых детей полностью исчезла. Выделение мокроты наблюдалось у 12,0% больных со средней степенью тяжести заболевания.

Влияние спелеотерапии на объемно-скоростные показатели функции внешнего дыхания было изучено посредством динамического контроля до и после курса лечения. По окончании курса спелеотерапии у больных наблюдались положительные изменения значений показателей функции внешнего дыхания. Так, в динамике исследования были отмечены следующие изменения изученных показателей: ЖЕЛ составила $98,6 \pm 1,6\%$ ($p < 0,001$) ОФВ₁ – $92,2 \pm 1,6$ ($p < 0,001$), ОФВ₁ /ЖЕЛ – $91,5 \pm 1,1\%$ ($p < 0,001$) ПСВ – $81,9 \pm 2,0\%$ ($p < 0,01$), МОС₂₅₋₇₅ – $78,4 \pm 2,1\%$ ($p < 0,001$). Полученные результаты свидетельствуют об улучшении проходимости дыхательных путей (таблица).

Таблица 1

Показатели функции внешнего дыхания ($M \pm m$)

Показатели	Группы обследованных больных		
	I группа (n=23)	II группа (n=27)	всего (n=50)
ЖЕЛ, % должн. - до лечения - после лечения	83,3 ± 1,6 % 100,5 ± 2,6 % <i>p</i> <0,001	80,5 ± 1,5 %, 97,0 ± 1,9 <i>p</i> <0,001	81,8 ± 1,1 8,6 ± 1,6 <i>p</i> <0,001
ОФВ ₁ , % должн. - до лечения - после лечения	70,9 ± 1,6 % 96,7 ± 2,1 <i>p</i> <0,001	67,6 ± 1,2 % 88,4 ± 2,2 <i>ш</i> <0,001	69,1 ± 4,1 92,2 ± 1,6 <i>p</i> <0,001
ОФВ ₁ /ЖЕЛ, %должн. - до лечения - после лечения	78,9 ± 1,5 % 92,9 ± 1,8 % <i>p</i> <0,001	76,0 ± 1,2 %, 90,7 ± 1,3 <i>p</i> <0,001	77,3 ± 1,0 91,7 ± 1,1* <i>p</i> <0,001
МОС 25–75, %должн. - до лечения - после лечения	61,0 ± 4,0 % 79,7 ± 3,6 % <i>p</i> =0,004	51,0 ± 1,6 %, 77,4 ± 2,5 <i>p</i> <0,001	55,6 ± 2,1 78,4 ± 2,1 <i>p</i> <0,001
ПСВ, % должн. - до лечения - после лечения	70,0 ± 2,0 % до 83,1 ± 2,0 <i>p</i> <0,001	65,1 ± 1,2 %, 80,9 ± 2,9 <i>p</i> <0,001	67,3 1,2 81,9 ± 2,0 <i>p</i> <0,001

В процессе проведения спелеотерапии также были установлены различия в динамике изученных показателей у детей разной тяжести заболевания.

После проведения курса спелеолечения у детей с легким течением атопической бронхиальной астмы показатель ЖЕЛ, составивший в начале исследования в среднем $81,3 \pm 1,6$ % от должного уровня, увеличился к концу лечения до $100,5 \pm 2,6$ % ($p < 0,001$), ОФВ₁ с $70,9 \pm 1,6$ % до $96,7 \pm 2,1$ ($p < 0,001$), ОФВ₁ /ЖЕЛ – с $78,9 \pm 1,5$ % до $92,9 \pm 1,8$ % ($p < 0,001$), МОС25-75 – с $61,0 \pm 4,0$ % до $79,7 \pm 3,6$ % ($p = 0,004$), ПСВ – с $70,0 \pm 2,0$ % до $83,1 \pm 2,6$ % ($p < 0,001$).

У детей со среднетяжелым персистирующим течением заболевания также были отмечены положительные изменения со стороны показателей функции внешнего дыхания после курса спелеотерапии.

У этих больных жизненная емкость легких возросла в среднем на 20,5 % (до лечения – $80,5 \pm 1,5$ %, после лечения – $97,0 \pm 1,9$ %, ($p < 0,001$), ОФВ1 – на 30,8 % (до лечения – $67,6 \pm 5,2$ %, после лечения – $88,4 \pm 7,5$ %, ($p < 0,001$), индекс Тиффно – на 19,8 % (до лечения – $76,0 \pm 1,2$ %, после лечения – $90,7 \pm 1,3$ %, $p < 0,001$), МОС25-75 – на 51,7 % (до лечения – $51,0 \pm 1,6$ %, после лечения – $77,4 \pm 2,5$ %, ($p < 0,001$), ПСВ – на 24,3 % (до лечения – $65,1 \pm 1,2$ %, после лечения – $80,9 \pm 2,9$ %, ($p < 0,001$). Полученные результаты свидетельствуют об улучшении проходимости на уровне мелких, крупных и средних бронхов.

Эффективность спелеотерапии оценивалась методом измерения уровня оксида азота в выдыхаемом воздухе (NOex). До начала лечения уровень NOex у больных с легкой степенью заболевания составил $56,9 \pm 5,6$ ppb, со среднетяжелой – $64,0 \pm 3,1$ ppb. (рис. 1).

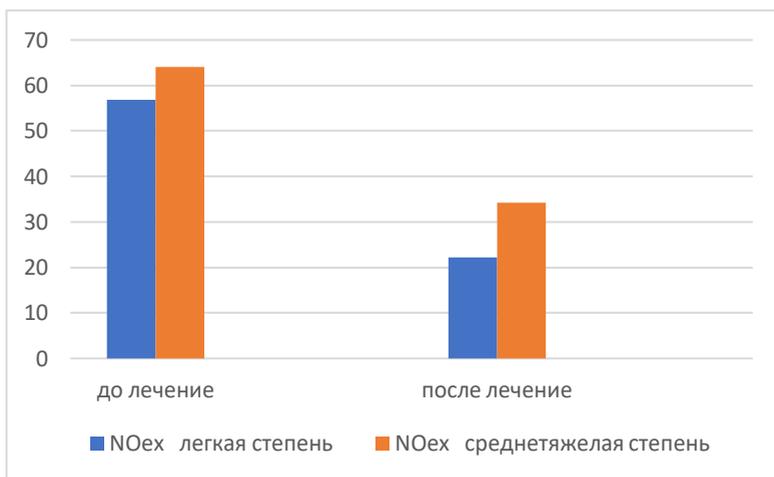


Рис. 1. Показатели уровня оксида азота в выдыхаемом воздухе

Через 4 недели после курса лечения наблюдаемые больные продемонстрировали выраженную положительную динамику по уровню NOex, значения которого составили $22,2 \pm 2,2$ ppb ($p < 0,001$) и

34,3 ± 3,2 ppb ($p < 0,001$) соответственно, что отражало улучшение клинико-функциональных показателей на фоне проводимой спелеотерапии.

В межприступном периоде заболевания при отсутствии клинической симптоматики эффективность спелеотерапии оценивалась нами на основании динамики показателей цитокинового статуса. Анализ результатов исследования цитокинов выявил закономерное увеличение Th2-подобных цитокинов в сыворотке крови больных, получавших спелеолечение, в зависимости от степени тяжести бронхиальной астмы.

В сыворотке крови детей с легким течением заболевания содержание IL-5 до лечения составило 6,52 ± 0,59 pg/ml, со среднетяжелым течением – 8,24 ± 1,25 pg/ml. Аналогичная тенденция прослеживалась и в отношении IL-13, среднее содержание которого в сыворотке крови до лечения составило 5,82 ± 2,54 pg/ml при легком течении заболевания и 10,41 ± 3,44 pg/ml – при среднетяжелом. По мере усугубления тяжести заболевания содержание IFN γ в сыворотке крови больных закономерно снижалось и составило при легком течении – 2,44 ± 0,52 pg/ml, при среднетяжелом – 1,81 ± 0,28 pg/ml.

После проведения курса спелеолечения у детей с легким течением атопической бронхиальной астмы уровень IL-5 в сыворотке крови снизился до 4,37 ± 0,12 pg/ml ($p = 0,008$). Содержание IL-13 после лечения также снизилось до 1,44 ± 0,26 pg/ml ($p = 0,038$). Содержание IFN γ после лечения повысилось до 6,87 ± 0,93 pg/ml ($p = 0,008$) (рис. 2).

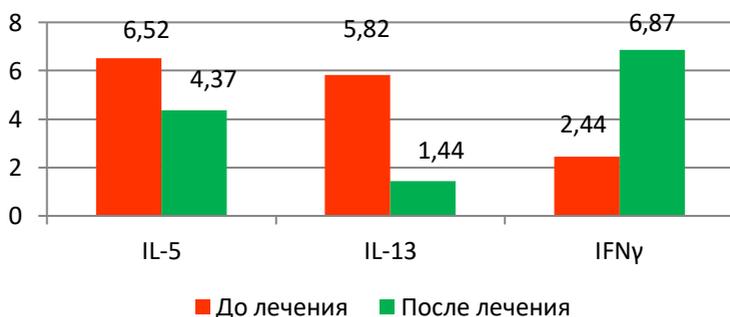


Рис. 2. Показатели цитокинов при легком течении бронхиальной астмы в динамике спелеотерапии

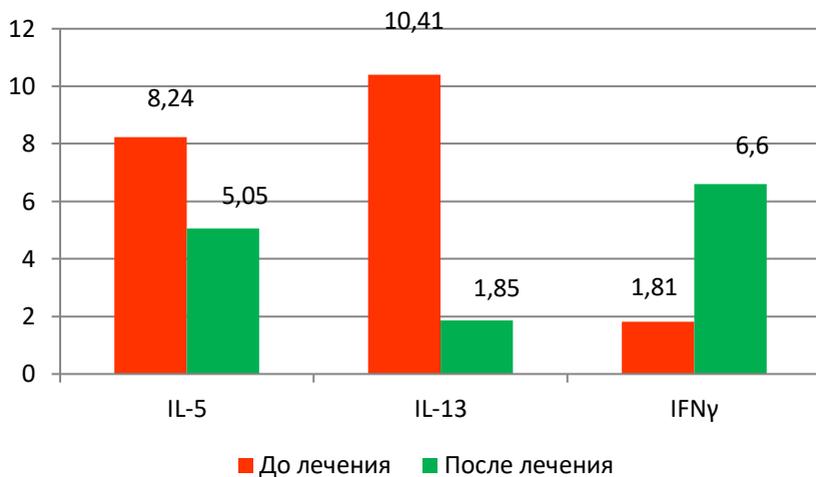


Рис. 3. Показатели цитокинов при среднетяжелом течении бронхиальной астмы в динамике спелеотерапии

В группе детей со среднетяжелым течением заболевания динамика цитокинов после курса спелеотерапии была следующей. Уровень IL-5 в сыворотке крови снизился до $5,05 \pm 0,2 \text{ pg/ml}$ ($p=0,001$). Содержание IL-13 после лечения снизилось в 5,6 раза и составило $1,85 \pm 0,65 \text{ pg/ml}$ ($p=0,001$). Содержание IFN γ после лечения повысилось в 3,6 раза и составило $6,60 \pm 1,00 \text{ pg/m}$ ($p=0,001$) (рис. 3).

Проведенное нами исследование показало закономерное положительное влияние спелеотерапии на показатели цитокинов у детей с atopической бронхиальной астмой легкого и среднетяжелого течения.

Спелеотерапия как метод медицинской реабилитации больных бронхиальной астмой приводит к улучшению показателей функции внешнего дыхания.

Анализ результатов исследования показал, что в результате проведения спелеотерапии ремиссия заболевания наблюдалась у 70–80 % больных и составила от 6 месяцев до 2 лет.

Назначение курса спелеотерапии детям с бронхиальной астмой по адаптированной схеме имеет большое практическое значение, т.к.

расширяет рамки немедикаментозных методов лечения заболевания, а физиотерапевтический центр «Дуздаг Магара» вполне может быть охарактеризован, как уникальная подземная спелеолечебница в каменно-соляном руднике, обеспечивающая условия для оптимального проведения лечебно-оздоровительных мероприятий.

Список литературы

1. Аллахвердиева Л.И. К вопросу немедикаментозного лечения бронхиальной астмы в соляных пещерах Нахчывана «Дуздаг Магара» // Азербайджанский журнал аллергологии и клинической иммунологии. 2014. С. 2. №1. С. 22-31.

2. Бектемирова С.Н. Восстановительная терапия больных бронхиальной астмой // Инновационная наука в глобализующемся мире. 2016. № 1 (3). С. 16-22.

3. Спелеотерапия: прошлое и настоящее / Жарин В.А., Метельский С.М., Решетникова Н.В., Федорович С.В. // Военная медицина. 2013. № 1 (26). С. 48-53.

4. Комплексный подход к проблеме бронхиальной астмы у детей и подростков / Кудряшов С.И., Смирнова С.В., Малых А.Л., Малых Д.А. // Национальные проекты - приоритет развития здравоохранения регионов. Мат. 54-й Межрегион. н.-практ мед. конф. 2019. С. 598-601.

5. Лян Н.А., Хан М.А. Медицинская реабилитация детей с бронхиальной астмой // Аллергология и иммунология в педиатрии. 2016. № 2 (45). С. 7-20.

6. Невзоров А.Ю., Мухина М.Ю. Спелеотерапия как разновидность альтернативной медицины // Бюллетень медицинских интернет-конференций. 2013. Т. 3. № 2. С. 177-177.

7. Реброва О.Ю. Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ Statistica. М., 2000.

8. Ambrosino N., Serradore M. Pulmonary rehabilitation: a year in review // Breathe 2006; 2 (3): 236-244.

9. Speleotherapy for asthma / Beamon S.P., Falkenbach A., Fainburg G., Linde K. // Cochrane database of systematic reviews (Online: Update Software). 2009; 4: 17-41.

Об авторах

Аллахвердиева Лала Исмаил кызы, доктор медицинских наук, профессор, заведующая кафедрой «Аллергологии и иммунологии» Азербайджанского медицинского университета, заслуженный деятель науки Азербайджанской Республики. Баку, Насиминский район, улица Самеда Вургун, AZ1022. e-mail: allahverdiyeva-lala@rambler.ru

Эфендиева Наиля Интизам кызы; старший лаборант кафедры «Аллергологии и иммунологии» Азербайджанского медицинского университета; Баку, Насиминский район, улица Самеда Вургун, AZ 1022; e-mail: efendiyeva_naile@mail.ru

Агарагимова Гамида Эльчин кызы, ассистент кафедры «Аллергологии и иммунологии» Азербайджанского медицинского университета. Баку, Насиминский район, улица Самеда Вургун, AZ1022. Азербайджан; e-mail: hamida.salimzade@mail.ru

About authors

Allakhverdiyeva Lala, MD, Professor, Honored Scientist of the Republic of Azerbaijan, the Head of the department of Allergy and Immunology of Azerbaijan Medical University, Baku, district Nasimi, Samed Vurgun street, AZ1022; e-mail: allahverdiyeva-lala@rambler.ru

Efendiyeva Naila, senior assistant of the department of Allergy and Immunology of Azerbaijan Medical University. Baku, district Nasimi, Samed Vurgun street, AZ1022.; e-mail: efendiyeva_naile@mail.ru

Agharagimova Hamida, assistant professor of the department of Allergy and Immunology of Azerbaijan Medical University, Baku, district Nasimi, Samed Vurgun street, AZ1022. e-mail: hamida.salimzade@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ МЕХАНИЗМОВ ВЛИЯНИЯ СПЕЛЕОКЛИМАТА НА ОРГАНИЗМ ВЗРОСЛОГО ЗДОРОВОГО ЧЕЛОВЕКА

В.А. Семилетова

Воронежский государственный медицинский университет
им. Н.Н. Бурденко, Воронеж, Россия

Цель нашей работы – исследование нейрофизиологических механизмов влияния спелеоклимата на организм взрослого здорового человека. В исследовании приняли участие 168 студентов ВГМУ им. Н.Н. Бурденко (возраст 18-20 лет). Исследование проведено на базе кафедры нормальной физиологии ВГМУ им. Н.Н. Бурденко до курса спелеотерапии, после 3-го дня и после 10-го дня курса спелеотерапии, все участники исследования подписали информированное согласие. 138 студентов составили экспериментальную группу. У студентов записали ЭЭГ в 19-ти отведениях с использованием электроэнцефалографа «Энцефалан-ЭЭГР-19/26»; кардиоритм, реограмму с использованием электроэнцефалографа «Энцефалан-ЭЭГР-19/26» с дополнительным модулем поли-4 (Медиком МТД, Таганрог, РФ). Регистрация зрительных вызванных потенциалов на вспышку проведена при закрытых глазах испытуемых с помощью нейромиоанализатора НМА-4-01 «Нейромиан». Анализ ионного состава мочи проведен с помощью тест-полосок ЭкоЮнит. Забор и анализ крови проведены ООО «Новые медицинские технологии», г. Воронеж. Анализ полученных данных проведен с помощью пакета Excel 16 версии и IBM SPSS Statistics 26. Курс спелеотерапии состоял из 10 ежедневных процедур длительностью 1 час. Группа сравнения состояла из 30 студентов ВГМУ им. Н.Н. Бурденко (возраст 18-20 лет), которые не проходили курса спелеотерапии, а находились в выключенной спелеокамере после часового проветривания ежедневно в течение 10-ти дней по 1 часу также вне сессионного периода.

Исследование центральных физиологических механизмов влияния спелеоклимата на организм взрослого здорового человека с использованием электроэнцефалографии, записи зрительных вызванных потенциалов на вспышку и реограммы (центральный кровоток), кардиоритма, общего анализа мочи, ион-

ного состава крови и слюны показало, что воздействие аэроионов на организм человека нельзя трактовать как однозначно положительное. Динамика исследуемых признаков под влиянием спелеотерапии у разных пациентов разнонаправлена. Впервые выявлено влияние спелеоклимата на обмен веществ человека: минеральный обмен, обмен белков, жиров, витаминов. Требуется разработка прогностических критериев оценки успешности спелеотерапии у каждого конкретного пациента. Особенно осторожно следует назначать спелеотерапию лицам с нарушениями сердечно-сосудистой системы, ЦНС, обмена веществ.

Ключевые слова: спелеоклимат, электроэнцефалограмма, реограмма, зрительный вызванный потенциал, кровь, моча, слюна.

STUDY OF NEUROPHYSIOLOGICAL MECHANISMS OF THE INFLUENCE OF SPELEOCLIMATE ON THE BODY OF AN ADULT HEALTHY PERSON

V.A. Semiletova

Voronezh State Medical University named after
N.N. Burdenko, Voronezh, Russia

The purpose of our work is to study the neurophysiological mechanisms of the influence of speleoclimate on the body of an adult healthy person. The study involved 168 students of VSMU named after N.N. Burdenko (age 18-20 years). The study was conducted at the Department of Normal Physiology of VSMU named after N.N. Burdenko before the speleotherapy course, after the 3rd day and after the 10th day of the speleotherapy course, all study participants signed informed consent. 138 students made up the experimental group. The students' EEG was recorded in 19 leads using the Encephalan-EEGR-19/26 electroencephalograph; cardiac rhythm, rheogram using the Encephalan-EEGR-19/26 electroencephalograph with an additional poly-4 module (Medicom MTD, Taganrog, RF). Registration of visual evoked potentials for a flash was carried out with the subjects' eyes closed using the NMA-4-01 Neuromian neuromy analyzer. Analysis of the ionic composition of urine was carried out using EcoUnit test strips. Blood sampling and analysis were carried out by the New Medical Technologies Campaign LLC, Voronezh. The analysis of the obtained data was carried out using the Exel 16 package and IBM SPSS Statistics 26. The course of speleotherapy consisted of

10 daily procedures lasting 1 hour. The comparison group consisted of 30 students of VSMU named after N.N. Burdenko (age 18-20 years), who did not undergo a course of speleotherapy, but were in a switched-off speleochamber after an hour of ventilation every day for 10 days for 1 hour, also outside the session period.

The study of the central physiological mechanisms of the influence of speleoclimate on the body of an adult healthy person using electroencephalography, recording of visual evoked potentials for a flash and rheograms (central blood flow), cardiac rhythm, general urine analysis, ion composition of blood and saliva showed that the effect of air ions on the human body cannot be interpreted as definitely positive. The dynamics of the studied signs under the influence of speleotherapy in different patients is multidirectional. For the first time, the influence of speleoclimate on human metabolism was revealed: mineral metabolism, metabolism of proteins, fats, vitamins. It is necessary to develop prognostic criteria for assessing the success of speleotherapy in each individual patient. Speleotherapy should be prescribed especially carefully to persons with disorders of the cardiovascular system, central nervous system, and metabolism.

Keywords: speleoclimate, electroencephalogram, rheogram, visual evoked potential, blood, urine, saliva.

Спелеотерапия (греч. spelaion- пещера) - использование специфического климата соляных шахт, пещер и горных выработок в лечебных целях. Микроклимат спелеокамеры: соляной аэрозоль хлоридов натрия, калия и магния (3,7–5,3 мг/м³); размеры частиц более 0,3 мкм; количество микроорганизмов – около 1000 в 1 м³; резко снижено количество аллергенов, поллютантов [1].

Цель нашей работы – исследование нейрофизиологических механизмов влияния спелеоклимата на организм взрослого здорового человека.

Методика исследования. В исследовании приняли участие 168 студентов ВГМУ им. Н.Н. Бурденко (возраст 18-20 лет). Исследование проведено на базе кафедры нормальной физиологии ВГМУ им. Н.Н. Бурденко до курса спелеотерапии, после 3-его дня и после 10-го дня курса спелеотерапии, все участники исследования подписали информированное согласие. 138 студентов составили экспериментальную группу. У 45-ти студентов записали ЭЭГ в 19-ти отведениях с использо-

ванием электроэнцефалографа «Энцефалан-ЭЭГР-19/26»; у 49 студентов записали кардиоритм, реограмму с использованием электроэнцефалографа «Энцефалан-ЭЭГР-19/26» с дополнительным модулем поли-4 («Медиком МТД», Таганрог, РФ). Регистрация зрительных вызванных потенциалов на вспышку проведена у 76 студентов при закрытых глазах испытуемых с помощью нейромиоанализатора НМА-4-01 «Нейромиан». Два активных электрода накладывались на затылочную область, также был использован электрод заземления в лобной области. Анализ ионного состава мочи проведен у 17 студентов (юноши) с помощью тест-полосок «ЭкоЮнит». Забор и анализ крови проведены у тех же 17-ти студентов ООО Компанией «Новые медицинские технологии», г. Воронеж. Анализ полученных данных проведен с помощью пакета Exel 16 версии и IBM SPSS Statistics 26.

Курс спелеотерапии состоял из 10-ти ежедневных процедур длительностью 1 час, и был проведен в условиях наземной стационарной спелеокамеры, помещение 14 м², при температуре 18-22, относительной влажности воздуха - 65%, соотношении отрицательных аэроионов – 987-1244 е/см³, положительных аэроионов – 834 е/см³, радиационный фон составлял 17 мкР/час (спелеокамера от ООО «Климат Черноземья»), вне сессионного периода.

Группа сравнения состояла из 30 студентов ВГМУ им. Н.Н. Бурденко (возраст 18–20 лет), которые не проходили курса спелеотерапии, а находились в выключенной спелеокамере после часового проветривания ежедневно в течение 10 дней по 1 часу также вне сессионного периода.

Результаты

Анализ электроэнцефалограмм участников исследования показал, что после 10-дневного курса спелеотерапии происходило значимое ($p < 0.05$) снижение индекса альфа/тета и изменение межполушарного профиля, рис. 1, чего не происходило у участников группы сравнения [2].

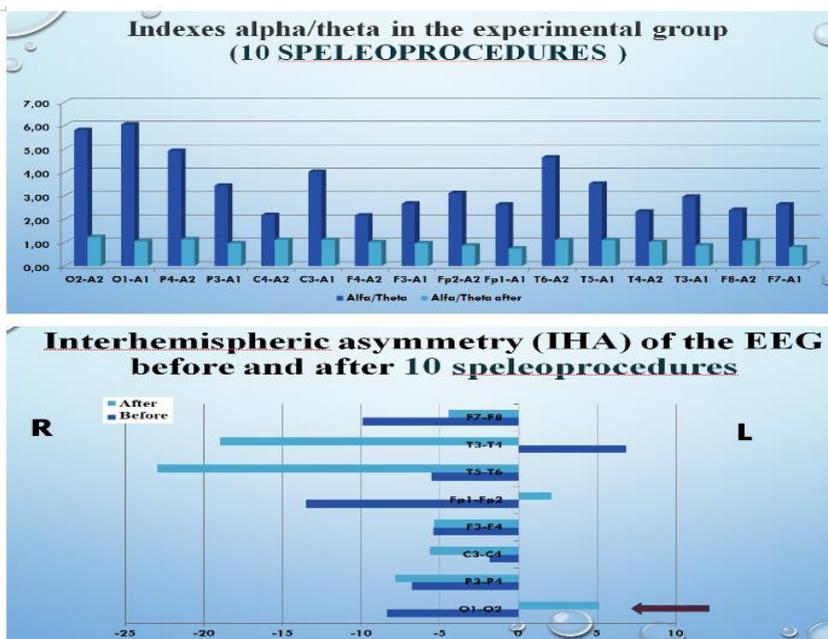


Рис. 1. Влияние 10-дневного курса спелеотерапии на ЭЭГ человека

Анализ зрительных вызванных потенциалов на вспышку (зВП) выявил уменьшение длительности волн зВП после 3-го дня спелеотерапии относительно исходного уровня, и повышение медианы длительности волн зВП после 10-го дня спелеотерапии. Медиана амплитуда волн P2 справа и слева значимо ($p < 0.01$) снижалась после 10-й процедуры курса спелеотерапии [3].

Динамика кардиоритма участников исследования показала значимое увеличение R-R интервалов ($p < 0.05$) после 10-го дня спелеотерапии в сравнении с исходным уровнем. При этом по волновому спектру (LF, HF) значимых отличий не выявлено. Детальный анализ показал, что одна из причин этого – разнонаправленные изменения параметров кардиоритма у студентов от первого к 10-му дню спелеотерапии [4].

Исследование центрального кровотока показало, что значительно снижаются от 1-го к 10-му дню спелеотерапии только АБКН и АКДФ. РИ и временные параметры реграммы значительно не менялись под действием спелеотерапии.

Однако следует отметить, что у 40 % пациентов динамика изменений центрального кровотока была иной, снижения не наблюдалось, а в ряде случаев мы наблюдали увеличение параметров к 10-му дню спелеотерапии [4].

В поиске причин неоднозначных изменений изученных показателей у разных пациентов под влиянием спелеоклимата мы проанализировали изменения ионного состава крови участников исследования, рис. 2.

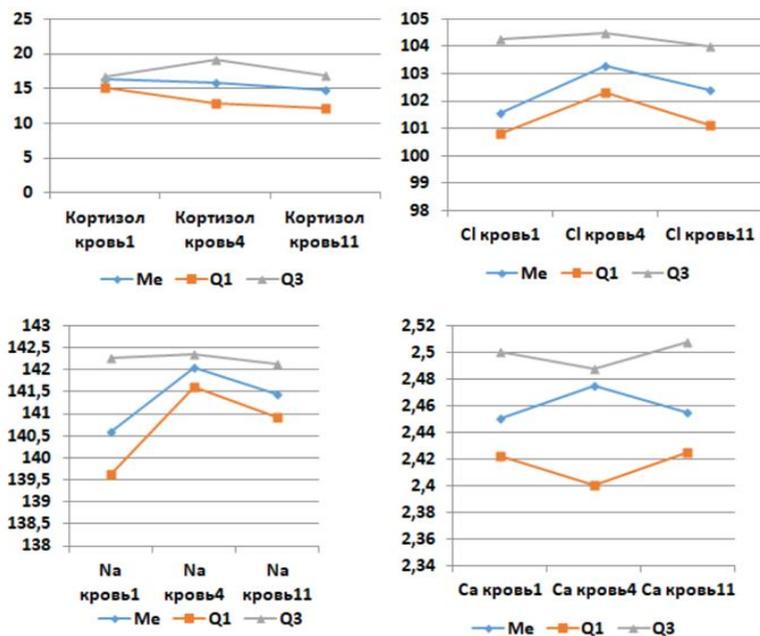


Рис. 2. Динамика кортизола и ионов в крови под влиянием спелеоклимата

Следует отметить, что концентрации натрия и хлора увеличиваются после 3-ей процедуры, и уменьшаются после 10-го дня спелеотерапии. Уровень кортизола снижается к 10-му сеансу спелеотерапии. А концентрация кальция в крови вызывает вопросы, поскольку медиана увеличивается после 3-ей процедуры и возвращается к исходному уровню после 10-й, а динамика общего разброса значений снижается после 3-ей процедуры и возвращается к исходному уровню после 10-й.

В слюне динамика уровня натрия и хлора аналогична их динамике в крови. А уровень кальция возрастал от 1-го к 10-му дню спелеотерапии, рис. 3 ($p < 0.01$).

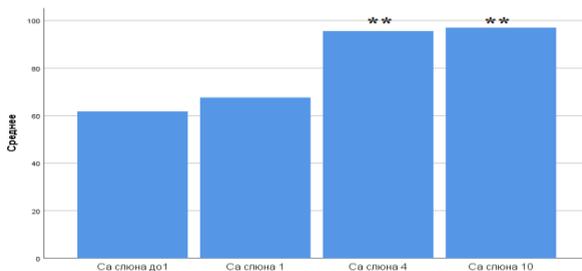


Рис. 3. Изменения уровня Са в слюне под влиянием спелеотерапии

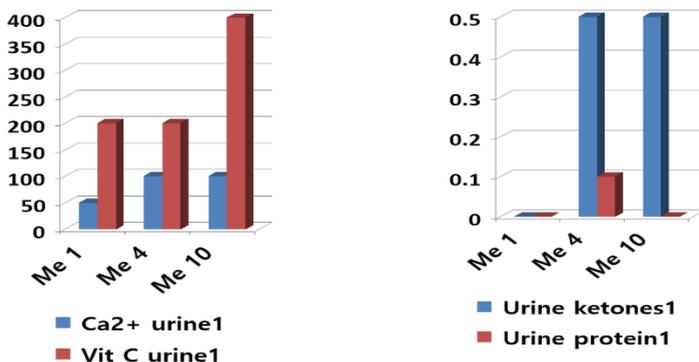


Рис. 4. Значимые изменения в общем анализе мочи под влиянием спелеотерапии

В общем анализе мочи участников исследования выявлено значимое увеличение количества кетонов, белка, витамина С и кальция после 3-го дня посещения спелеотерапии, $p < 0.05$. После 10-го дня уровень кальция, витамина С и уровень кетоновых тел еще увеличились, относительно исходного уровня и 3-его дня спелеопроцедур. А уровень белка в моче вернулся к исходному уровню. Следовательно, под влиянием аэроионов изменяются не только параметры регуляторных систем организма человека, но и минеральный обмен и обмен жиров и углеводов, что также не всегда можно расценивать как положительные изменения, особенно вызывающие вопросы при использовании спелеотерапии у больных с нарушенным метаболизмом.

Выводы

Следовательно, повышение содержания аэроионов в воздухе запускает неспецифические и специфические механизмы в организме взрослого здорового человека. Неспецифический ответ развивается через рецепторы и симпатoadреналовую систему организма, через кортизол и адреналин. Специфический ответ изменяет работу тканей, органов, систем органов в организме человека через непосредственное влияние ионов на клетки. Спелеотерапия повышает физиологические резервы дыхательной, сердечно-сосудистой, иммунной и других систем организма взрослого здорового человека, изменяет работу нервной системы, уровень метаболизма.

Несмотря на общепризнанное положительное воздействие спелеоклимата на организм человека [5, 6, 7], что в целом подтверждается и нашими исследованиями [8], в ряде случаев эффект от воздействия аэроионов может быть оценен как неоднозначный. Это обуславливает необходимость прогнозирования эффекта от назначения курса спелеотерапии еще до начала спелеопроцедур.

Следовательно, используя спелеотерапию в качестве здоровьесберегающей технологии, следует использовать индивидуальный подход к назначению спелеотерапии лицам с нарушением сердечного ритма, метаболизма, проблемами с ЦНС.

Список литературы

1. Файнбург, Г.З. Физические основы спелеотерапии / Г.З. Файнбург // Карстоведение XXI век: теоретическое и практическое значение : Материалы международного симпозиума, Пермь, 25–30 мая 2004 года. – Пермь: Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2004. С. 354-358.
2. Семилетова, В.А. Влияние кратковременного воздействия спелеотерапии на соотношение ритмов электроэнцефалограммы здорового человека / В. А. Семилетова, Е. В. Дорохов, Я. В. Булгакова // Экология человека. – 2023. – № 3. – С. 223-230. – DOI 10.17816/humeco192536. – EDN HWDYOYL.
3. Семилетова, В.А. Изменение параметров зрительных вызванных потенциалов на вспышку под влиянием спелеотерапии / В. А. Семилетова // Вестник Волгоградского государственного медицинского университета. 2022. Т. 19, № 3. С. 48-51. – DOI 10.19163/1994-9480-2022-19-3-48-51.
4. Семилетова, В.А. Влияние спелеотерапии на психофизиологические параметры человека: психологический статус, простую зрительно-моторную реакцию, кардиоритм и параметры реоэнцефалограммы / В. А. Семилетова // Известия Национальной Академии наук Кыргызской Республики. – 2022. – № S6. С. 80–85.
5. Карпикова, Т.С. Изучение влияния спелеоклиматотерапии на психологическое состояние человека / Т.С. Карпикова, К.И. Сидельников // Молодежный инновационный вестник. 2022. Т. 11, № S1. С. 534-537.
6. Файнбург, Г. З. Спелеотерапия и её ценность для человечества / Г. З. Файнбург // Пещеры : сб. науч. тр. Вып. 42. – Пермь : Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2019. С. 50-57.
7. Семилетова, В. А. Спелеотерапия: статистический обзор статей за 2017-2022 годы / В. А. Семилетова // Интернациональный журнал медицины и психологии (International Journal of Medicine and Psychology). 2022. Т. 5, № 6. С. 109-117.

8. Семилетова, В. А. Самооценка влияния спелеоклиматотерапии на организм человека / В. А. Семилетова, Е. В. Дорохов // Интегративная физиология. – 2021. – Т. 2, № 4. – С. 420-425. – DOI 10.33910/2687-1270-2021-2-4-420-425. – EDN BWPМIG.

Об авторе

Семилетова Вера Алексеевна, к.б.н., доцент кафедры нормальной физиологии, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Воронеж, Россия. vera2307@mail.ru

About the author

Semiletova Vera Alekseevna, associate professor, candidate of biological sciences, Department of Normal Physiology, Voronezh State Medical University named after. N.N. Burdenko, Voronezh, Russia vera2307@mail.ru

ВЛИЯНИЕ СПЕЛЕОКЛИМАТОТЕРАПИИ НА ФУНКЦИОНАЛЬНУЮ АКТИВНОСТЬ ЗАТЫЛОЧНОЙ ДОЛИ КОРЫ БОЛЬШИХ ПОЛУШАРИЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ПАССИВНОЙ ОРТОСТАТИЧЕСКОЙ ПРОБЫ

**М.А. Герасимова, В.А. Семилетова,
Е.В. Дорохов, Т.С. Карпикова**

Воронежский государственный медицинский университет
им. Н.Н. Бурденко Минздрава России, г. Воронеж, Россия

В статье рассматривается динамика зрительных вызванных потенциалов при проведении пассивной ортостатической пробы под действием спелеоклимата. Выявлено, что трехдневный курс спелеоклиматотерапии приводит к увеличению амплитуды зрительных вызванных потенциалов, а также функциональная активность затылочной коры головного мозга повышается при пассивной ортостатической пробе. Десятидневный курс приводит к уменьшению активного реагирования организма на пассивную ортостатическую нагрузку.

Ключевые слова: спелеоклиматотерапия, пассивная ортостатическая проба, зрительные вызванные потенциалы.

THE EFFECT OF SPELEOCLIMATOTHERAPY ON THE FUNCTIONAL ACTIVITY OF THE OCCIPITAL LOBE OF THE CEREBRAL CORTEX DURING A PASSIVE ORTHOSTATIC TEST

**M.A. Gerasimova, V.A. Semiletova,
T.S. Karpikova, E.V. Dorokhov**

Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko
of the Ministry of Health of the Russian Federation, Voronezh, Russia

The article discusses the dynamics of visual evoked potentials during a passive orthostatic test under the influence of speleoclimate. It was revealed that a three-day course of speleoclimatotherapy leads to an increase in the amplitude of visual evoked

potentials, as well as the processing and transmission time of the visual signal at all levels of the formation of the visual-spatial field in the dominant (left) hemisphere with a passive orthostatic test. A ten-day course leads to a decrease in the active response of the body to passive orthostatic load.

Keywords: speleoclimatotherapy, passive orthostatic test, visual evoked potentials.

Введение

Спелеоклиматотерапия – один из немедикоментозных методов лечения и профилактики, которым присущи адаптогенные свойства. Ее суть заключается в использовании уникального микроклимата сильвинитовых пещер в целях лечения. Основное лекарственное воздействие такой терапии основывается на феномене перекрестной адаптации – это изменение деятельности регуляторных систем и расширение способностей организма к приспособлению [1–4]. Для оценки центральных механизмов пассивной ортостатической пробы могут применяться зрительные вызванные потенциалы. Проведение пассивной ортостатической пробы представляет собой один из самых доступных способов отслеживания состояния сердечно-сосудистой системы и активности вегетативной нервной системы [1, 2, 5].

Цель исследования

Изучение влияний спелеоклиматотерапии на функциональную активность затылочной доли коры больших полушарий при проведении пассивной ортостатической пробы.

Методика исследования

В исследовании приняли участие здоровых 20 студентов-добровольцев 18–23 лет, правши. Каждый участник подписал информированное согласие для участия в эксперименте. Были исследованы зрительные вызванные потенциалы во время проведения пассивной ортостатической в трех функциональных состояниях: горизонтальном положении (фон-1), вертикализация испытуемого на 75 градусов (вертикаль), возвращение в горизонтальное положение (фон-2). Регистрация амплитуды и длительности зрительных вызванных потенциалов проведена с помощью нейромиоанализатора НМА-4-01 «Нейромиан». Регистрация зрительных вызванных потенциалов

во время проведения пассивной ортостатической пробы проведена до курса, на третий и десятый дни спелеоклиматотерапии.

Результаты и их обсуждение.

В результате проведения пассивной ортостатической пробы до воздействия спелеоклиматотерапии было обнаружено (рис. 1), что амплитуда волн зрительных вызванных потенциалов возрастает в состоянии «Вертикаль», а затем возвращается к исходному уровню в состоянии «Фон-2». При переходе из горизонтального положения в вертикальное состояние медианы амплитуд волн N2 и P2 значительно увеличиваются как с левой, так и с правой стороны. При переходе обратно из вертикального положения в горизонтальное, амплитуды волн N2 и P3 на левой стороне значительно уменьшаются. В горизонтальном положении до и после вертикализации, амплитуды волн P2 на левой стороне и N2 на правой стороне демонстрируют статистически значимые различия.

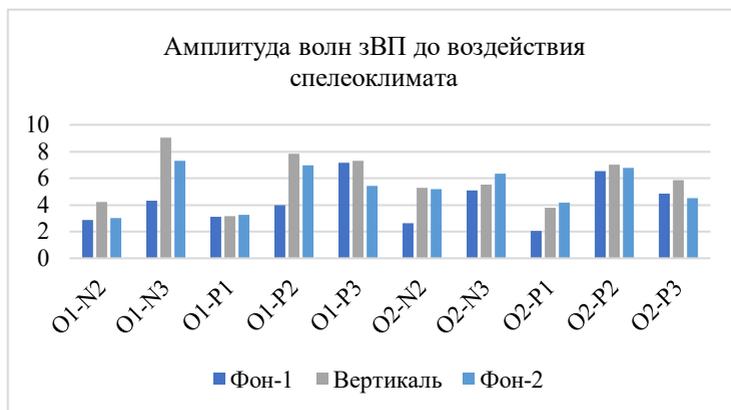


Рис. 1

При анализе длительности волн зрительных вызванных потенциалов во время пассивной ортостатической пробы до применения спелеоклиматотерапии (рис. 2), наблюдается тенденция к увеличению этой длительности в состоянии «Вертикаль», а также некоторые

неоднозначные изменения (в основном, увеличение медианы) при переходе из вертикального положения в горизонтальное.

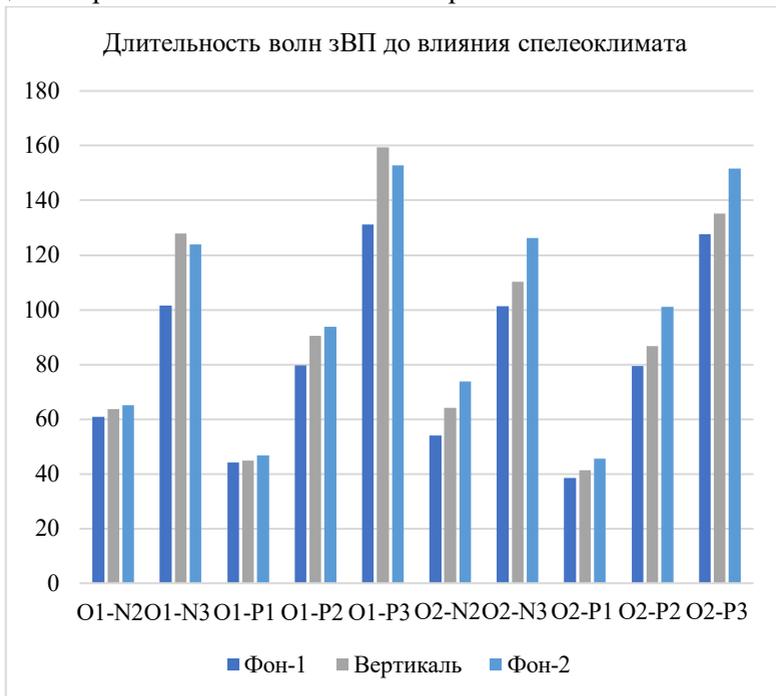


Рис. 2

На третий день спелеоклиматотерапии динамика амплитуды и длительности параметров зрительных вызванных потенциалов изменилась. (рис. 3). При смене положения испытуемых с горизонтального на вертикальное обнаружилось преимущественно уменьшение медиан амплитуды волн зрительных вызванных потенциалов. Амплитуда волны P2 слева существенно снизилась. В то же время при переходе из вертикального положения в горизонтальное значительно уменьшилась амплитуда волны P2 справа.

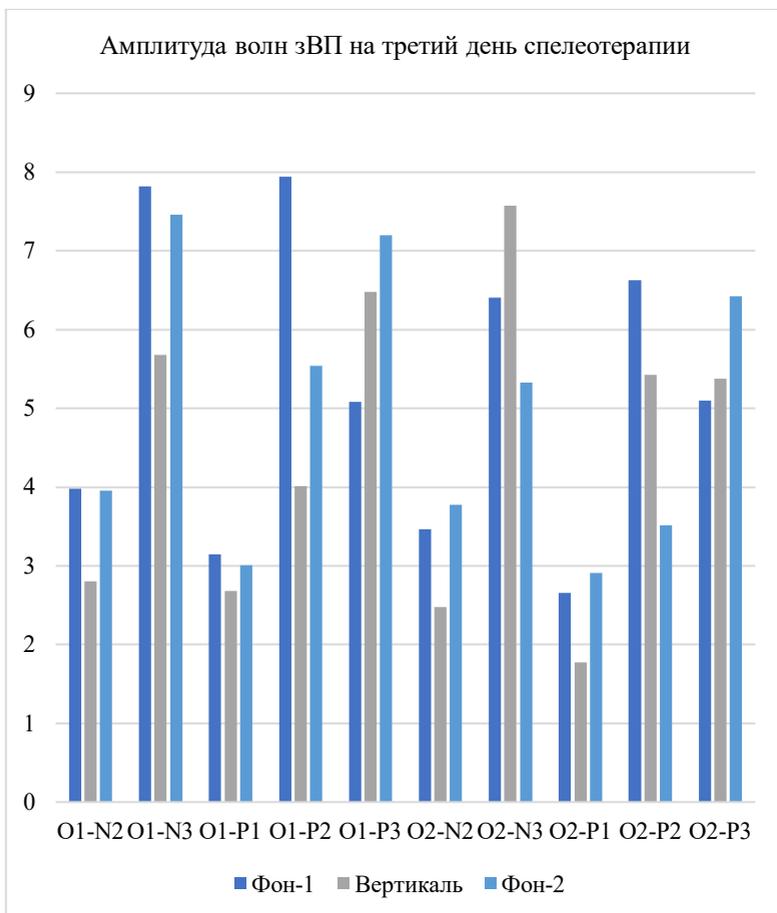


Рис. 3

Также на третий день спелеоклиматотерапии выявлено (рис. 4): уменьшение длительности волн зрительных вызванных потенциалов, значимо слева. И к увеличению – при переходе из состояния «Вертикаль» в «Фон-2» (значимо – слева).

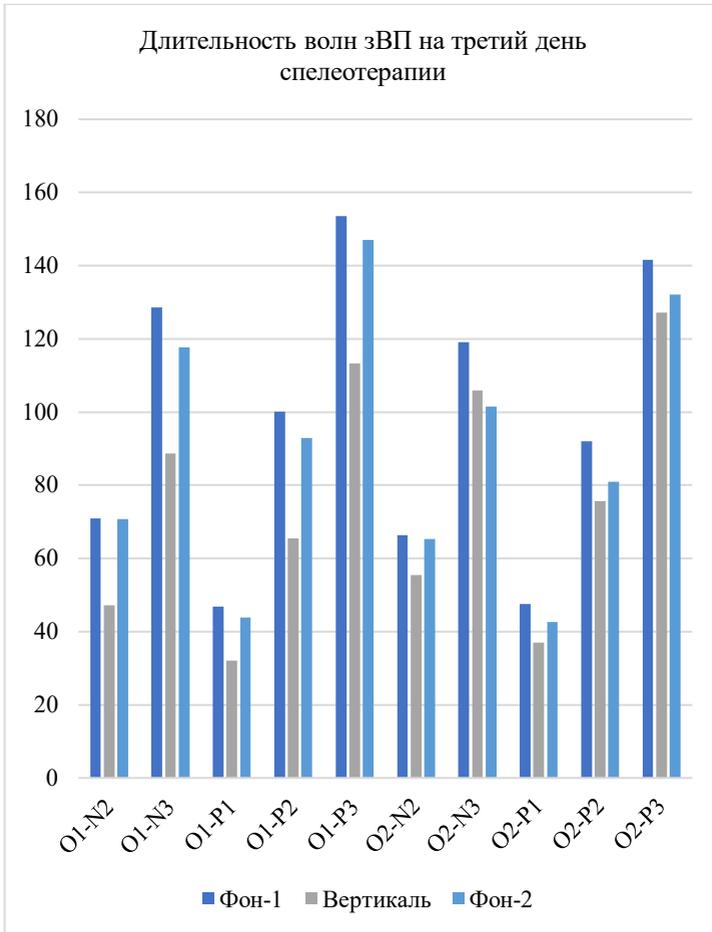


Рис. 4

На десятый день спелеоклиматотерапии при пассивном ортостазе обнаружено увеличение амплитуд зрительных вызванных потенциалов при переходе в «Вертикаль» и их снижение – при переходе в «Фон-2» (рис. 5). Значимо увеличивается амплитуда N2 слева и справа при переходе в «Вертикаль». И также значимо уменьшаются амплитуды N2 справа и слева при переходе в «Фон-2» (рис. 6).

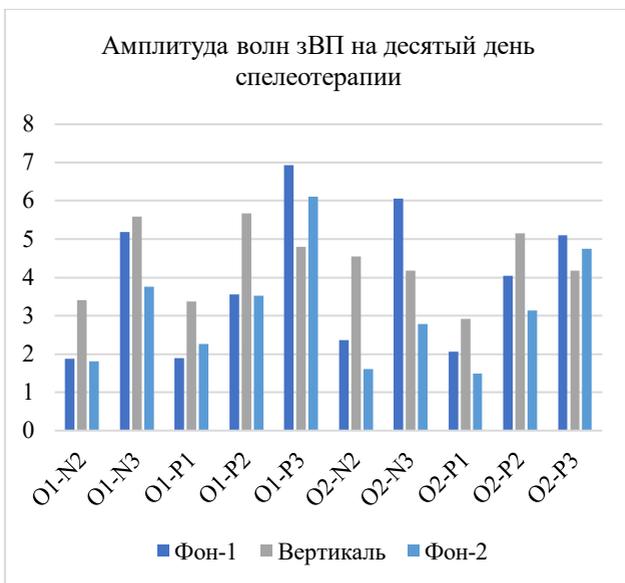


Рис. 5

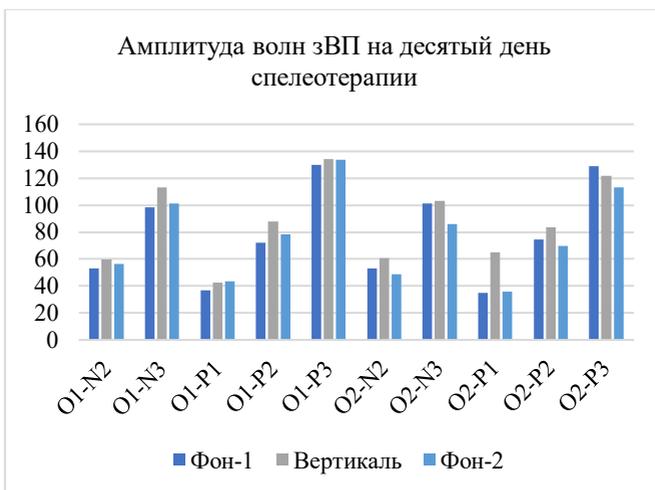


Рис. 6

Проведенный анализ показал, что при переходе испытуемого в вертикальное положение длительность зрительных вызванных потенциалов уменьшалась в височной области, однако увеличивалась в затылочных и заднелобных областях. Это может быть связано с активацией вестибулярного анализатора во время пассивной ортостатической пробы, а также с отсутствием визуального и двигательного воздействия на испытуемого. Амплитуда зрительных вызванных потенциалов, зарегистрированных в различных областях головы, в большинстве случаев увеличивалась при переходе в вертикальное состояние, что указывает на общую синхронизацию активности мозговой коры во время пассивной ортостатической пробы.

Третий день спелеоклиматотерапии привел к изменениям не только в амплитудных характеристиках зрительных вызванных потенциалов, но и во времени обработки зрительного сигнала на всех уровнях формирования зрительных возбуждений в затылочной коре, особенно в левом полушарии.

На десятый день спелеоклиматотерапии были обнаружены изменения в синхронизации нейронов зрительной коры между левой и правой сторонами (волна N2) при выполнении пассивной ортостатической пробы.

Выводы

1. Пассивная ортостатическая проба влияет на амплитудные характеристики зрительных вызванных потенциалов. Это указывает на увеличение синхронизации нейронов в 17–18 полевых зонах коры больших полушарий при изменении положения тела из горизонтального в вертикальное. Длительность волн зрительных вызванных потенциалов остается почти неизменной.

2. На третий день спелеоклиматотерапии, в процессе пассивной ортостатической пробы, изменяются не только амплитудные характеристики зрительных вызванных потенциалов, но также меняется время обработки зрительного сигнала на всех уровнях формирования, в основном в доминирующем (левом) полушарии.

3. Полный курс спелеоклиматотерапии, длительностью десять дней, приводит к снижению центрального ответа на пассивную орто-

статическую пробу. Это проявляется изменением синхронизации нейронов и указывает на эффективность спелеоклиматотерапии.

4. Спелеоклиматотерапия приводит к повышению функциональной активности затылочной доли коры больших полушарий при проведении пассивной ортостатической пробы.

Список литературы

1. Особенности мозгового кровотока при проведении пассивной ортостатической пробы у взрослых здоровых лиц / М.А. Герасимова, Т.С. Карпикова, В.А. Семилетова, Е.В. Дорохов // Сборник тезисов XXIV съезда физиологического общества им. И.П. Павлова: Сборник тезисов съезда, Санкт-Петербург, 11–15 сентября 2023 года. – Санкт-Петербург: ООО "Издательство ВВМ", 2023. – С. 338-339. – EDN НТХРVD.

2. Изменения мозгового кровотока при пассивной ортостатической пробе у взрослых здоровых лиц / М.А. Герасимова, В.А. Семилетова, Т.С. Карпикова, Е.В. Дорохов // Агаджанянские чтения = Aghajanian readings : материалы IV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Москва, 25–27 мая 2023 года / Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы. – Москва: Российский университет дружбы народов (РУДН), 2023. – С. 80-83. – EDN JBQKXY.

3. Карпикова Т.С., Семилетова В.А., Дорохов Е.В. Некоторые психофизиологические параметры человека при проведении пассивной ортостатической пробы. Медико-физиологические проблемы экологии человека: Материалы VIII Всерос. конф. с международным участием. - Ульяновск: Ульяновский государственный университет. 2021. С. 104-107.

4. Семилетова В.А. Изменение параметров зрительных вызванных потенциалов на вспышку под влиянием спелеотерапии. Вестник Волгоградского государственного медицинского университета. 2022. Т. 19. № 3. С. 48-51.

5. Семилетова, В.А. Влияние кратковременного воздействия спелеотерапии на соотношение ритмов электроэнцефалограммы здо-
468

рового человека / В.А. Семилетова, Е.В. Дорохов, Я.В. Булгакова // Экология человека. – 2023. – № 3. – С. 223-230. – DOI 10.17816/humeco192536. – EDN HWDYOYL.

Об авторах

Герасимова Мария Андреевна, ассистент кафедры нормальной физиологии ФГБОУ ВО «Воронежский ГМУ имени Н.Н. Бурденко» Минздрава России, 394036, обл. Воронежская, г. Воронеж, ул. Студенческая, д. 10., e-mail: marrria@yandex.ru

Семилетова Вера Алексеевна, к.б.н., доцент кафедры нормальной физиологии, ФГБОУ ВО «Воронежский ГМУ имени Н.Н. Бурденко» Минздрава России, 394036, обл. Воронежская, г. Воронеж, ул. Студенческая, д. 10., e-mail: vera2307@mail.ru

Дорохов Евгений Владимирович, к.м.н., доцент, заведующий кафедры нормальной физиологии, ФГБОУ ВО «Воронежский ГМУ имени Н.Н. Бурденко» Минздрава России, 394036, обл. Воронежская, г. Воронеж, ул. Студенческая, д. 10., e-mail: dorofov@mail.ru

Карпикова Татьяна Сергеевна, студент ФГБОУ ВО «Воронежский ГМУ имени Н.Н. Бурденко» Минздрава России, 394036, обл. Воронежская, г. Воронеж, ул. Студенческая, д. 10., e-mail: Karpikova TS@yandex.ru

About authors

Gerasimova Maria Andreevna, Assistant of the Department of Normal Physiology of the Voronezh State Medical University named after N. N. Burdenko, Ministry of Health of Russia, 394036, region. Voronezh, Voronezh, Studentskaya str., 10., e-mail: marrria@yandex.ru

Semiletova Vera Alekseevna, Ph.D., Associate Professor of the Department of Normal Physiology, Voronezh State Medical University named after N. N. Burdenko, Ministry of Health of Russia, 394036, region. Voronezhskaya, Voronezh, st. Studencheskaya, 10., e-mail: vera2307@mail.ru

Dorokhov Evgeny Vladimirovich, candidate of medical sciences, associate professor, head of the department of normal physiology, Voronezh State Medical University named after N. N. Burdenko, Ministry of Health of Russia, 394036, region. Voronezhskaya, Voronezh, st. Studencheskaya, 10., e-mail: dorofov@mail.ru

Karpikova Tatyana Sergeevna, student of the Voronezh State Medical University named after N. N. Burdenko, Ministry of Health of Russia, 394036, region. Voronezhskaya, Voronezh, st. Studencheskaya, 10., e-mail: Karpikova TS@yandex.ru

РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ АНАЛИЗ МИКРОКЛИМАТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СРЕДЫ СПЕЛЕОСТАЦИОНАРА В КАЛИЙНЫХ РУДНИКАХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Е.А. Николаева

Научно-практический центр гигиены, г. Минск, Республика Беларусь

В статье представлен ретроспективный анализ материалов исследований микроклиматических показателей среды подземного спелеостационара, расположенного в калийном руднике Республики Беларусь (г. Солигорск).

Одним из ведущих факторов среды является микроклимат, который при соблюдении режимов эксплуатации спелеостационаров характеризуется относительно высокой стабильностью в течение сезонов года параметров температуры и относительной влажности, постоянством скорости движения воздуха. Характерным для микроклимата естественных пещер и горных выработок, используемых для спелеотерапии, является отсутствие значительных перепадов температуры по вертикали и горизонтали, что обусловлено высокой интенсивностью тепло- и влагообменных процессов между рудничным воздухом и окружающими горными породами, характеризующимися высокой гигроскопичностью и теплопроводностью горных пород, образованных солями.

По данным научной зарубежной и отечественной литературы, среда каждого спелеостационара уникальна и характеризуется своими качественными и количественными параметрами среды, что определяет неповторимость каждого такого объекта и требует индивидуального подхода в оценке формирующихся естественным путем показателей и, соответственно, обуславливает разную эффективность и разнообразность используемых методик оздоровления, лечения и реабилитации пациентов. В процессе эксплуатации внутренняя среда спелеостационаров подвержена антропогенному воздействию, приводящему к негативному изменению качественных и количественных характеристик среды. Кроме этого, после длительной эксплуатации спелеостационаров происходят структурные изменения горных пород, вследствие чего снижается их регенеративная способность. В связи с этим, проведение и анализ материалов санитарно-гигиенических исследований по оценке факторов среды, в том

числе микроклиматических параметров, динамических процессов, протекающих в подземных спелеостационарах, является первостепенным для поддержания качественных и количественных параметров факторов среды и сохранения эффективности метода спелеотерапии.

Ключевые слова: спелеостационар; микроклимат; температура воздуха; относительная влажность воздуха; скорость движения воздуха.

RETROSPECTIVE ANALYSIS OF MICROCLIMATIC INDICATORS OF THE ENVIRONMENT OF SPELEOSTATIONARY IN THE POTASH MINES REPUBLIC OF BELARUS

E.A. Nikolaeva

Scientific practical centre of hygiene, Minsk, Republic of Belarus

The article presents a retrospective analysis of materials from studies of microclimatic indicators of the environment of an underground speleostationary in the potash mines of the Republic of Belarus (Soligorsk).

The article presents a retrospective analysis of materials from studies of microclimatic indicators of the environment of an underground speleostationary located in a potash mine the Republic of Belarus (Soligorsk).

One of the leading environmental factors is the microclimate, which, subject to the operating conditions of speleostationary, is characterized by relatively high stability of temperature and relative humidity parameters throughout the seasons, and constant air movement speed. Characteristic of the microclimate of natural caves and mine workings used for speleotherapy is the absence of significant temperature changes vertically and horizontally, which is due to the high intensity of heat and moisture exchange processes between the mine air and the surrounding rocks, characterized by the high hygroscopicity and thermal conductivity of rocks formed by salts. The article presents the regulatory framework for hygienic provision of speleotherapy in potash mines of the Republic of Belarus. The fulfillment of the requirements ensuring the maintenance of qualitative and quantitative characteristics of the underground environment based on scientifically based hygienic criteria for the quality of the speleo medium, the implementation of a set of developed specific security measures ensures the stability of the parameters of the speleo medium for long-term use for the purpose of improving the population.

According to scientific foreign and domestic literature, the environment of each speleostationary is unique and is characterized by its own qualitative and quantitative environmental parameters, which determines the uniqueness of each such object and requires an individual approach in assessing the indicators that are formed naturally and, accordingly, determines the different effectiveness and diversity of the healing methods used, treatment and rehabilitation of patients. During operation, the internal environment of speleostationary is subject to anthropogenic influence, leading to a negative change in the qualitative and quantitative characteristics of the environment. In addition, after long-term operation of speleostationary, structural changes in rocks occur, as a result of which their regenerative ability decreases. In this regard, conducting and analyzing materials from sanitary and hygienic studies to assess environmental factors, including microclimatic parameters, dynamic processes occurring in underground speleostationary, is paramount to maintaining the qualitative and quantitative parameters of environmental factors and maintaining the effectiveness of the speleotherapy method.

Keywords: speleo in-patient clinic object; microclimate; air temperature; relative air humidity; air speed.

Спелеотерапия является немедикаментозным методом оздоровления, лечения и реабилитации пациентов с заболеваниями различной этиологии, преимущественно бронхолегочной патологии. Метод основан на применении в лечебных целях физических и психологических параметров подземной среды естественных карстовых пещер и искусственно пройденных горных выработок соляных и калийных рудников [1, 2].

В Республике Беларусь спелеотерапия организована в 1990 году и осуществляется по настоящее время в ГУ «Республиканская больница спелеолечения» на базе калийного рудника. Спелеостационар состоит из двух подземных отделений.

Для эффективного функционирования спелеостационара важное значение имеет ряд факторов, в том числе и постоянство микроклиматических показателей (температура воздуха, относительная влажность воздуха и скорость движения воздуха). Микроклиматические показатели в спелеостационаре формируются за счет движения воздушного потока от наземной поверхности к подземным отделениям. Выработки, по которым поступает воздух в спелеостационар,

имеют многоцелевое назначение. Воздухоподающие выработки предусмотрены не только для обособленной подачи воздуха в спелеостационар, но и для формирования лечебной среды естественным путем без применения технических средств коррекции. Также они обеспечивают непрерывную регенерацию отдельных параметров воздушной среды в процессе проведения спелеотерапии [3].

Стабильность температуры воздуха обеспечивается постоянным согреванием (в холодный период года) и охлаждением (в теплый период года) поступающего из внешней среды потока воздуха за счет массы соляного пласта, температура которого стабильна благодаря глубине залегания соли. Соляной пласт естественным путем согревается глубинным теплом земли [4].

В целях сохранения качественных и количественных показателей факторов среды, обеспечивающих необходимый терапевтический эффект при проведении спелеотерапии, выполнен ретроспективный анализ результатов исследований микроклиматических параметров среды в двух подземных отделениях спелеостационара. Анализ выполнен по результатам периодического лабораторного контроля за 2012–2015 и 2020 гг. по следующим показателям: температура воздуха, относительная влажность воздуха и скорость движения воздуха.

Работа выполнялась в рамках задания 01.07. «Разработать гигиенически допустимые значения показателей среды спелеостационаров для их устойчивой эксплуатации в калийных рудниках» подпрограммы «Безопасность среды обитания человека» ГНТП «Научно-техническое обеспечение качества и доступности медицинских услуг» на 2021–2025 гг.

Проведенный ретроспективный анализ полученных результатов температуры воздуха в точках измерения, где происходит основное поступление воздуха в подземные отделения и его дальнейшее распределение по линиям и терренкурам показал, что температура воздуха в первом отделении находилась в диапазоне 15,4 – 18,3 °С и 15,2 – 16,2 °С во втором отделении. Во всех помещениях, где возможно пребывание пациентов среднее значение температуры

воздуха в первом отделении составляет 17,4 °С, во втором отделении – 16,9 °С. Параметры температуры воздуха в помещениях разного функционального назначения первого отделения незначительно выше, чем в помещениях второго отделения. Проведенный анализ результатов температуры воздуха, полученных в 2020 году показал, что температура воздушной среды в спелеостационаре находилась в диапазоне от 16,0 до 18,7 °С. По средним значениям температуры воздуха в 2012–2015 годах и в 2020 году не наблюдается значительных изменений. По результатам сравнительного анализа можно заключить, что средние значения температуры воздуха на линиях и терренкурах в палатах практически не изменилось и находится в диапазоне от 16,6 °С до 17,7 °С. Такая разница температур является не существенной в связи с большими объемами воздушного пространства, антропогенной нагрузки на среду и временным промежутком сравниваемых периодов.

Подаваемый воздух перед тем как попасть в среду горных выработок первого и второго подземных отделений спелеостационара имеет температуру характерную для данного естественного биотопа (геопространства) и не зависит от сезонов года и не подвержен климатическим колебаниям температуры воздуха на поверхности.

В связи с тем, что одним из основных факторов спелеотерапии является соляной аэрозоль, который обладает высокой гигроскопичностью, и состояние его зависит от относительной влажности воздуха, то изучению относительной влажности воздуха уделяется большое внимание. При этом стоит отметить, что в основном курс спелеотерапии в подземных отделениях ГУ «Республиканская больница спелеолечения» назначается пациентам с бронхолегочной патологией, а теплый и сухой воздух уменьшает способность дыхательных путей задерживать бактерии и вирусы, и соответственно, в таких условиях снижается и эффективность иммунной системы. Однако и слишком высокая влажность воздушной среды способна оказывать негативное воздействие. Например, во влажных условиях, распространяемые воздушно-капельным путем бактерии и вирусы, способ-

ны долгое время оставаться активными на поверхностях внутри помещений, особенно при плохой вентиляции.

Проведенный анализ полученных результатов относительной влажности воздуха в точках измерений, где происходит основное поступление воздуха в подземные отделения показал, что среднее значение относительной влажности в 2012–2015 годах и в 2020 году находится в диапазоне от 47 % до 60 %. Сравнительный анализ измеренных значений относительной влажности воздуха в спелеостационаре в период с 2012 по 2015 годы показал, что показатели относительной влажности воздуха находятся в диапазоне 38–69 % в первом отделении и 40–70 % во втором отделении. В 2020 году параметры относительной влажности воздуха находятся в диапазоне 44–54 % в первом отделении и 52–63 % во втором. Средние значения относительной влажности воздуха в помещениях разного функционального назначения за период 2012–2015 годов в первом отделении спелеостационара выше, чем в 2020 году. Обратная тенденция наблюдается во втором отделении спелеостационара, а именно средние значения изучаемого показателя во втором отделении выше при проведении измерений в 2020 году. Также по данным ретроспективного анализа отмечено, что в холодный период года относительная влажность воздуха в двух подземных отделениях ниже, чем в теплый. Возможно, это связано с физическими свойствами соляных пород (высокая гигроскопичность), благодаря которым происходит осушение воздуха, поступающего с дневной поверхности. Выявленные различия в измеренных значениях относительной влажности воздуха между первым и вторым отделением связаны с тем, что отделения расположены в двух различных горно-геологических формациях. Первое отделение расположено в массиве подстилающей каменной соли, второе отделение в пласте, разрабатываемой калийной соли. Две разновидности горных выработок обеспечивают уникальные условия формирования среды, которые характерны как для условий калийного рудника, так одновременно и для условий каменно-соляной шахты. Также необходимо учитывать физические свойства соляных пород, которые обладают высокой гигроскопичностью.

Поддержанию постоянных параметров скорости движения воздуха в спелеостационаре уделяется большое внимание. Вспомогательные выработки спелеостационара подобраны и спроектированы таким образом, чтобы воздух перед тем, как попасть в подземные отделения проходил специальный путь по системе выработок воздухоподающего лабиринта. При этом скорость движения в них на всем протяжении не превышает 1,5 м/с и при приближении к входу в подземные отделения постепенно снижается.

Скорость движения воздуха зависит в первую очередь от горно-геологических особенностей спелеостационара и протекающих в нем процессов воздухообмена: повысить или понизить скорость движения воздуха можно как изменением характеристик вентиляционного оборудования, так и изменением конфигурации рассматриваемого пространства (закрытие или открытие «заслонок» в палатах спелеостационара и открытия или закрытия «заслонок–дверей» на входе в подземные отделения). Соответственно, наибольшие значения скорости движения воздуха наблюдаются в точках, где происходит основное поступление воздуха в подземные отделения и его дальнейшее распределение по линиям и терренкурам и другим помещениям. Анализ результатов показал, что среднее значение скорости движения воздуха, как при ретроспективном анализе данных, так и в 2020 году в первом отделении спелеостационара не претерпевает значительных изменений. Значения скорости движения воздуха находится в диапазоне от 0,58 м/с до 0,65 м/с. При измерениях в 2012–2013 годах скорость движения воздуха в точках поступления воздуха во второе отделение составляла 0,21–0,22 м/с, в 2020 году – 0,64–0,67 м/с, т. е. средние значения изучаемого параметра отличаются в 3 раза. Возможно, такая разница в измеренных значениях связана с тем, что второе отделение начало функционировать только во второй половине 2012 года и, соответственно, антропогенная нагрузка на среду была не типичной и не отражала дальнейшую эксплуатационную картину данного отделения.

При проведении сравнительного анализа скорости движения воздуха в палатах, на линиях и терренкурах двух отделений спеле-

остационара за период 2012–2013 и 2020 годы, отмечается, что параметры скорости движения воздуха в первом и втором подземном отделении при измерениях в 2020 году выше, чем в 2012–2013 годах. Наиболее низкие средние значения скорости движения воздуха отмечены в палатах. При анализе материалов оценки параметров подвижности воздуха в палатах, на линиях и терренкурах спелеостационара наблюдаются некоторые различия скорости движения воздуха, но они носят не достоверный характер и зависят от многих факторов, в том числе от пребывания пациентов и их активности в разные периоды пребывания в спелеостационаре.

Таким образом следует констатировать, что благодаря конструкции воздухоподающего лабиринта, наличия системы распределительных выработок с обоснованной протяженностью, спелеостационар имеет стабильные показатели микроклимата по параметрам – температура воздуха, относительная влажность воздуха и скорость движения воздуха. Имеющееся инженерное оборудование на пути поступающего из лабиринта, кондиционированного в нем естественным путем воздуха, позволяет поддерживать стабильность микроклиматических показателей в течении всего периода пребывания пациентов в спелеостационаре, обеспечивая необходимые микроклиматические условия для проведения спелеотерапии в отделениях спелеостационара в калийном руднике. Микроклиматические показатели, как правило, не зависят от климатических колебаний температуры воздуха на дневной поверхности и подаваемый воздух имеет температуру характерную для данного естественного биотопа (геопространства).

Список литературы

1. Калийные соли Западного Урала и их применение в лечебно-профилактических целях / В. Г. Баранников [и др.] // Военная медицина. – 2016. – № 2. – С. 98–103.
2. Файнбург, Г. З. Введение в аэровалеологию: Воздушная среда и здоровье человека. – 2-е изд., испр. и доп. – Пермь : ПГТУ, 2005. – 104 с.

3. Косяченко, Г. Е. Гигиенические основы обеспечения спелеотерапии в калийных рудниках Беларуси : монография / Респ. науч.–практ. центр гигиены ; Г. Е. Косяченко, Г. И. Тишкевич, В. П. Филонов. – Минск : Центр охраны труда и пром. безопасности, 2010. – 131 с.

4. Торохтин, М. Д. Спелеотерапия органов дыхания в условиях микроклимата соляных шахт / М. Д. Торохтин, Я. В. Чонка, И. С. Лемко. – Ужгород : Закарпатье, 1998. – 288 с.

Об авторе

Николаева Екатерина Александровна – старший научный сотрудник лаборатории гигиены труда Республиканского унитарного предприятия «Научно-практический центр гигиены», katya-nik@tut.by.

About the author

Nikolaeva Ekaterina Aleksandrovna – senior researcher of the republican unitary enterprise «Scientific practical centre of hygiene», katya-nik@tut.by.

НА ЗАРЕ СТАНОВЛЕНИЯ СПЕЛЕОТЕРАПИИ В КАЛИЙНЫХ РУДНИКАХ И СПЕЛЕОКЛИМАТОТЕРАПИИ В СИЛЬВИНИТОВЫХ СПЕЛЕОКАМЕРАХ (АВТОБИОГРАФИЧЕСКИЕ ЗАМЕТКИ)

А.Н. Бохан

ООО «Наука, Инициатива, Практика», г. Ижевск, Россия

Статья посвящена автобиографическим воспоминаниям одного из ветеранов и активных промоутеров спелеоклиматических камер из красного сильвинита Верхнекамского месторождения.

Ключевые слова: сильвинит, спелеокамераю, высокое качество воздушной среды, калийные рудники

AT THE DAWN OF SPELEOTHERAPY IN POTASH MINES AND SPELEOCLIMATE THERAPY IN SYLVINITE SPELEOROOMS (AUTOBIOGRAPHICAL NOTES)

A.N. Bohan

Science, Initiative, Practice LLC, Izhevsk, Russia

The article is devoted to the autobiographical memories of one of the veterans and active promoters of caving chambers made of red sylvinite of the Verkhnekamskoye field.

Keywords: sylvinite, speleoroom, high quality of air medium, potash mines

Никогда бы не подумал, что из этого выйдет, но в далеком в 1974 году, почти полвека назад, меня, тогда молодого машиниста горнопроходческого комбайна горно-капитального участка Первого Березниковского рудника направили в помощь Кадырову Х.Ш.,
480

опытному бригадиру по испытанию и внедрению новой горной добычной техники, завершающему освоение и доработку первого опытного комбайна «Урал-20» на выходе 3-й Западной панели к руддвору, закончить проходческие работы и подготовить комбайн к разборке для анализа узлов и агрегатов.

Кто бы знал, что именно там решено было строить первую в мире подземную спелеолечебницу в калийной руднике. Это было относительно своеобразное место, которое по горно-геологическим соображениям разубоживания руды из-за смещения всех пластов – подстилающей каменной соли (галита), красного (пласт Кр-I и Кр-II) и пестрого (пласт АБ) сильвинита, осталось нетронутым при нарезке панелей для промышленной добычи. Оно находилось рядом (пару сотен метров) со стволом №2 и было удобно для будущих больных для их пешего передвижения от ствола к лечебнице и обратно. Там было несколько пройденных разведочных выработок, они имели различные зарубки и ответвления. Тогда ещё не знали, что здесь будет.

И вот в 1975 году нас направили в это место строить (проходить выработки) и оборудовать первую в мире сильвинитовую подземную лечебницу. При проходке выработок удалось на выбранной небольшой площади шахтного поля получить лечебное пространство, сочетающее в себе сильвинитовые пласты АБ, Кр-I и Кр-II с наличием хлорида калия (примерно 25-30% от массы сильвинита, в который входил галит (натрий хлор) и примеси древних глин Пермского моря).

Дальнейшее дооборудование спелеолечебницы (электричество, туалеты, кровати, столы, стулья, шторы) осуществлял горно-капитальный участок Протасова Ю.М. совместно от «куратором» от медицины - с первым заведующим подземной спелеолечебницей Кучуком Е.Л.

Так началась спелеотерапия в калийных рудниках, перешедшая в спелеоклиматотерапию наземных сильвинитовых спелеоклиматических камер и комплексов (более подробно основные факты описаны в [1–3]).

Первый спуск больных состоялся 10 мая 1977 года. Начались медико-клинические, санитарно-гигиенические и аэрологические

исследования. Так что год не закончился только сооружением этого легендарного объекта, в который вложили свои знания, опыт и предвидения специалисты разного профиля – медики Черешнев В.А. и Баранников В.Г., горный инженер Папулов Л.М., учёные академической науки Красноштейн А.Е., Старцев В.А., Файнбург Г.З.

Мне это было интересно, но меня перебросили на новый, совершенно секретный, объект.

В 1976–77 г.г. мне, как молодому горному инженеру, имеющему разнообразную рабочую шахтёрскую практику, главный инженер рудоуправления Папулов Л.М. поручил участие в подготовке опытного полигона в калийном пласту Кр II Первого рудника ПАО «Уралкалий» в городе Березники Пермского края.

И вот в 1977 мы закончили строительство подземного испытательного полигона для определения возможности выживания населения в подземных условиях калийных рудников при чрезвычайных ситуациях. Была построена система длительного размещения людей и система регулирования климата в специальном закрытом пространстве.

Это было довольно сложное инженерно-техническое сооружение представляло собой комплекс горных выработок различного назначения, перекрытых герметичными шлюзовыми перемычками со специальной системой вентиляции, водоснабжения и канализации.

И вот в помещениях полностью изолированного полигона глубоко под землей в толще калийных пластов начали эксперимент. Участниками эксперимента стали добровольцы из числа солдат и офицеров Советской Армии (из так называемых сил гражданской обороны). Всё делалось в обстановке глубокой секретности.

Добровольцы из числа военнослужащих срочной службы находились там неотлучно в течение 26 дней, медицинская бригада 3 человека и дежурный офицерский состав 3 человека сменялись через каждые 8 часов. Работало несколько научно-исследовательских бригад.

Меня приставили, как специалиста по горной части, по согласованию с армейским руководством в дневное время к руководителю медицинской части, фамилии его уже не помню, но звали Николай Иванович.

Процесс прохождения испытаний курировал лично начальник Гражданской обороны СССР Герой Советского Союза генерал армии Алтунин А.Т. Он неоднократно посещал полигон в шахте. Он же закрывал это мероприятие в шахте: Первый раз измождённые солдаты стояли перед генералом армии по стойке смирно на глубине 250 метров.

Затем были награждения на плацу перед зданием управления рудника в октябре 1977 год.

Всем участникам было присвоено внеочередное звание, досрочный демобилизовали всех старослужащих, а молодым солдатам дали отпуск на родину. Кого-то наградили медалями.

Итоги тех испытаний в рамках государственной доступности известны: 1) На период радиоактивного заражения возможность сохранения значительного числа населения в подземных условиях калийных рудников была доказана. 2) Климатические и антисептические условия в рудниках позволяют сохранять значительный перечень продуктов питания. (Для этого были построены специальные хранилища).

Сегодня наибольший интерес имеют для нас результаты, полученные тогда при проведении исследований на данном полигоне, засекреченные когда-то и пылящиеся где-то в архивах. Они связаны с воздействием микроклимата калийного рудника на организм человека, на его возможность долго находиться в относительной изоляции в относительно качественной атмосфере.

Замечу, что создание полигона было инициировано после строительства первой в мире аллергологической подземной лечебницы. Научному медицинскому сообществу было бы полезно изучить результаты медицинских исследований, проводимых в тех экстремальных условиях для расширения методов спелеоклиматотерапии на основе лечебных природных ресурсов.

Опыт эксплуатации подземной лечебницы оказался успешным. Больные так и рвались попасть на лечение. Но спуск больных под землю, особенно детей и пожилых людей таил в себе опасности – рудник был действующий, аварии могли произойти. И главное – мест

в этой экспериментальной клинике было всего 30. Для миллионов больных астмой это была «капля в море».

И вот в начале 80-х годов XX века В.А. Старцев придумал, как создать лечебный микроклимат, подобный микроклимату подземной лечебницы в калийном руднике, на поверхности в специальном помещении, названном «климатической камерой» (смотри более детально, [4]).

А с начала 90-х годов, в пост-советский период, я стал заниматься вопросами восстановительной и адаптационной медицины под руководством академика РАН, д.м.н. профессора Разумова А.Н.

Мне удалось в марте 1994 года создать ООО «Наука, Инициатива, Практика», которое и занимается теорией и практикой сильвинитового спелеолечения.

За время этих работ с апреля 1994 года, начавшихся с установки первой сильвинитовой спелеоклиматической камеры в АО «Искож» г. Нефтекамска Башкирии по настоящее время построены более сотни СКК в санаториях, медицинских учреждениях, у частных лиц и в детских садах с последовательным совершенствованием конструкции на протяжении этих лет. Мною была разработана, внедрена и получила одобрение на практике непрямоугольная конструкция овальной и круглой формы. Друзья называют её «юртой Бохана», но как-бы ее не называть работает она прекрасно.

С 2002 года по 2017 год работал по исследованию калийных солей Верхнекамского калийно-магниевого месторождения в Удмуртском государственном университете в Институте прикладной биохимии и биотехнологии под научным руководством Барсукова А.К. и Касимова Ф.М. Провел ряд исследований совместно с РНЦ Восстановительной медицины и курортологии и другими научными и образовательными учреждениями.

Нами была определена интенсивность выделения соляного аэрозоля с поверхности солевого массива при определённых климатических показателях, определён качественный и количественный состав солевой лечебной аэрозоли, выделяемый с солевой поверхности в спелеокамерах. Специальный многоцентровой эксперимент по определению каче-

ственного и количественного состава соляного аэрозоля, проведенный в 25 сильвинитовых спелеоклиматических камерах лечебных и оздоровительных учреждений Кавказа, центральной России, Татарстана, Башкирии и Урала, показал соответствие эквивалента химического состава аэрозоли в воздушной среде и массиве соляной поверхности камеры по содержанию элементов в сильвините.

Помимо этого была разработана и утверждена методика определения хлоридов в воздушной среде СКК, отработаны многие варианты использования солей, рассолов и лечебных грязей Верхнекамского МКМС и проверены РНЦ ВМиК, отработаны оригинальные направления на основании ранее разработанных мною «Технических условий использования природного сильвинита в медицинских целях».

Много ещё интересного можно открыть в уникальных калийных солях Верхнекамского месторождения.

Много можно сделать полезного, не только используя опыт прошлых поколений, но и любопытством поиска истины.

Список литературы

1. Спелеотерапия в калийных рудниках и спелеоклиматотерапия в сильвинитовых спелеокамерах: теоретические основы и практические достижения. К 40-летию начала применения калийных солей для спелеолечения / Под ред. д-ра мед. наук, проф. И.П. Корюкиной и д-ра тех. наук, проф. Г.З. Файнбурга. – Изд. 2-е, доп. и испр. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2017. – 303 с.

2. Файнбург Г.З. «Соляная пещера» – артефакт всемирно-исторического значения, рожденный в Перми // Пещеры: сб. научн. тр. – Пермь, 2016. – Вып. 39. – С. 83–100.

3. Файнбург Г.З., Исаевич А.Г. Открытие, которое изменило мир (о роли Пермской науки в рождении и применении сильвинитовой спелеоклиматотерапии) // Вестник Пермского федерального исследовательского центра. – 2023. – № 1. – С. 64–71. <https://doi.org/10.7242/2658-705X/2023.1.7>

4. Старцев В.А. О проектировании климатической камеры / В.А. Старцев, А.Е. Красноштейн, В.Г. Баранников // Технология подземной разработки калийных месторождений. Межвуз. сб. науч. тр. – Пермь, 1988. – С.138-142

Об авторе

Бохан Александр Николаевич, руководитель ООО «Наука, Инициатива, Практика», УР, Завьяловский р-н, с. Первомайский, ул. Фруктовая 1, e-mail: boxan51@mail.ru

About the author

Bokhan Alexander Nikolaevich, Head of Science, Initiative, Practice LLC, UR, Zavyalovsky district, s. Pervomaisky, st. Fruktovalaya 1, tel.: +7 912 855 31 29, e-mail: boxan51@mail.ru

У ИСТОКОВ СПЕЛЕОТЕРАПИИ В КАЛИЙНЫХ РУДНИКАХ: ВОСПОМИНАНИЯ ОЧЕВИДЦА И УЧАСТНИКА

Н.Л. Вишневская

Пермский национальный исследовательский
политехнический университет, Пермь, Россия

Знаменательным событием для отечественной медицины стало открытие подземного спелеостационара (1977) в действующем калийном руднике в городе Березники Пермской области.

В статье представлены воспоминания участника коллектива ученых, занятых научными изысканиями и решением ряда технических и медицинских проблем при лечении болезней органов дыхания.

Длительные многосторонние санитарно-гигиенические исследования позволили выявить комплекс лечебных факторов, формирующихся в условиях подземных выработок на глубине 360 м. и провести моделирование условий подземного стационара на поверхности - создать «Климатическую камеру из соляных блоков».

Приведены размышления автора о способах повышения эффективности построенных климатических камер и перспективах их применения.

Ключевые слова: калийные рудники, подземный спелеостационар, климатические камеры, лечебные факторы.

AT THE ORIGINS OF SPELEOTHERAPY IN POTASH MINES: MEMORIES OF AN EYEWITNESS AND PARTICIPANT

N.L. Vishnevskaya

Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russia

A significant event for domestic medicine was the opening of an underground speleostasis (1977) in an operating potash mine in the city of Berezniki, Perm region.

The article presents the memories of a member of a team of scientists engaged in scientific research and solving a number of technical and medical problems in the treatment of respiratory diseases.

Long-term multilateral sanitary and hygienic studies made it possible to identify a complex of healing factors that are formed in the conditions of underground workings at a depth of 360 m and to simulate the conditions of an underground hospital on the surface - to create a "Climatic chamber from salt blocks."

The author's thoughts on ways to increase the efficiency of built climate chambers and the prospects for their use are presented.

Keywords: potash mines, underground speleostasis, climatic chambers, therapeutic factors.

В классическом виде использование природных лечебных факторов пещер представляло собой использование подземных минеральных и горячих источников – т.е. подземную бальнео- и гидротерапию. В таком виде лечебницы в пещерах существовали в Италии в XIX веке. В середине того же века, в США, в Мамонтовой пещере была сделана попытка использовать для лечения больных воздух пещер. Она окончилась неудачей и о ней забыли, казалось, навсегда.

История современной спелеотерапии (и самого термина – спелеотерапия), т.е. использования подземной воздушной среды для лечения, ведёт начало с середины 40-х годов XX века, когда в Германии, в пещере Клутерт было замечено лечебное действие воздуха на организм больных астмой и бронхитами. Целенаправленное использование этого влияния дало и название процедурам – лечение в пещерах – спелеотерапия. В 50-х годах целый ряд спелеотерапевтических лечебниц возникло в ряде стран Восточной и Центральной Европы.

В это же время в Польше на основе заметок еще XIX века в соляном руднике Велички была открыта подземная лечебница, а метод лечения получил название – подземного лечения – субтерратерапии (но термин ныне используется только в Польше).

В 1968 году в Солотвино, Закарпатье, на территории СССР по примеру Польской Велички была открыта первая спелеотерапевтическая лечебница.

А в 1977 году в Пермской области, в г. Березники по примеру Солотвино была построена и открыта первая в мире спелеолечебница в калийном руднике.

Это историографическая предыстория необыкновенной, интереснейшей, продуктивной научной работы, длиною в несколько десятилетий, встреч и сотрудничества высокого уровня специалистов медицинского и технического профиля, дискуссий, обсуждений, разногласий, споров, поисков решений, апробирования разных предложений и догадок.

В итоге это сотрудничество медиков и инженеров привело к появлению нового научного направления – применение калийных солей для создания климатических (ныне – спелеоклиматических) камер на поверхности для лечения аллергических болезней.

Мне посчастливилось быть в этом коллективе ученых, принимать непосредственное участие в научных поисках, обосновании, планировании и проведении исследований на Первом калийном руднике г. Березники на глубине 360 м в уже оборудованной спелеолечебнице.

В самом начале повествования хотелось бы сказать о тех людях, встречи и совместная работа с которыми оставили глубокий след в памяти и, возможно, повлияли на ход моей дальнейшей жизни.

Это, прежде всего, молодой горный инженер Аркадий Евгеньевич Красноштейн, впоследствии доктор технических наук, профессор, член-корреспондент РАН, директор Горного института. В то время он был доцентом кафедры «Охрана труда и рудничная вентиляция» Пермского политехнического института. Именно он был родоначальником и идейным вдохновителем спелеотерапии в калийном руднике.

Затем, заведующий кафедрой коммунальной гигиены, впоследствии доктор медицинских наук, профессор Владимир Григорьевич Баранников, который первым из гигиенистов на Западном Урале начал экспериментально изучать факторы подземной среды калийных рудников и их влияние на организм человека.

Особо надо упомянуть доцента Политехнического института Владимира Андреевича Старцева. Он был правой рукой А.Е. Красноштейна в сфере спелеотерапии и стал родоначальником конструкции специаль-

ных помещений с лечебным климатом, имитирующим микроклимат калийных рудников, путем применения калийных солей. Такие помещения названные автором «климатическими камерами» стали строить на поверхности.

Следует, с глубоким уважением, вспомнить о встречах, обсуждении насущных проблем при проведении подземных исследований с сотрудниками кафедры «Охраны труда и рудничной вентиляции» политехнического института Мохиревым Н.Н., Файнбургом Г.З., Веденеевой Л.М.

Первой задачей, над решением которой мы начали работать, было исследование условий размещения спелеолечебницы в системе подземных выработок, а также влияния поступающего с промплощадки воздуха на качество воздуха подземного стационара.

Исследования показали, что такое влияние имеется, а потому потребовалось создание изоляции и специальной воздухоподготовки для обеспечения высокого качества воздуха и максимального исключения воздействия на больных поверхностных загрязнителей.

Впоследствии наши исследования комплекса санитарно-гигиенических показателей с применением биологических моделей (белые крысы) показали, что воздух, исходящий из рудника, не только чище, чем поступающий с промплощадки, но обладает рядом положительных характеристик, подтверждающих лечебные свойства.

В этой части наших исследований активно участвовали сотрудники проблемной лаборатории медицинского института под руководством Валерия Александровича Черешнева, впоследствии академика РАН и её Вице-Президента.

Эксплуатировать подземный спелеостационар в действующем калийном руднике приходилось в условиях почти «партизанских», поскольку он подпадал под категорию медицинских учреждений, расположенных в действующем руднике, но никаких разработанных и утвержденных документов (даже локального уровня) для организации медицинских работ и способов контроля параметров внутренней среды не было, что постоянно ставило вопрос о закрытии этого лечебного учреждения.

Нам - сотрудникам мединститута - пришлось проводить исследования в спелеостационаре в дневное и ночное время во время пребывания больных и без них, чтобы обосновать перечень требуемых санитарно-гигиенических показателей и динамику проявления изменений физического, химического и бактериального состава воздуха.

Данные исследования послужили основой для создания паспорта подземного стационара. В дальнейшем (1981) мы представили результаты наших исследований на ВДНХ СССР и получили за них серебряные и бронзовые медали.

Выполненные радиологические исследования показали различия в уровнях γ - и β -излучения сильвинитовых пластов (выше в 3–4 раза), и каменной соли. Была установлена прямая зависимость γ -излучения от толщины пласта АБ. Эти исследования мы проводили на междукамерных целиках, причем γ -излучение монотонно нарастало от минимальной толщины целика до 500 мм. При дальнейшем увеличении толщины, оно оставалось неизменным.

Исследуя состояние физических составляющих воздушной среды - аэрозольных, аэроионных компонентов, концентрации радона и уровня радиоактивного излучения, обусловленного присутствием в соляных отложениях радиоактивного К-40, была установлена динамика аэроионных компонентов с появлением средних аэроионов и снижением коэффициентов униполярности, что оценивалось нами как неблагоприятное явление и подтвердило необходимость оборудования воздухоподготовки для спелеолечебницы.

Кроме того, наши исследования показали, что радиоактивная среда горных выработок в калийных солях не выходит за нормируемые пределы, но, при этом, генерирует один из важных лечебных факторов – особый спектр аэроионных компонентов.

Бактериологическими исследованиями была установлена высокая степень бактериальной чистоты в атмосфере спелеолечебницы, но одновременно было отмечено, что стафилококковая флора выживает в селективной среде с хлоридом натрия. Следовательно, потребовалась всемерная защита от внесения в спелеостационар стафилококковых форм.

Наши исследования были уникальными и пионерскими, они зачастую вызывали непонимание и отторжение у академических ученых. В частности, мои коллеги из Ленинградского санитарно-гигиенического медицинского института им. И.И. Мечникова, где я училась в аспирантуре, критиковали меня за эксперименты с животными непосредственно в шахте. Они говорили - «Вы же вернулись в тридцатые годы!» И только мои повествования об уникальных свойствах воздуха подземный выработок достоверность полученных результатов убедили коллег-гигиенистов в правильности нашего подхода к исследованию непосредственно в шахте.

Таким образом, выполненные нами исследования подтвердили необходимость размещения подземных стационаров в зоне стабильных микроклиматических условий, где отсутствует влияние поверхностного воздуха для оптимизации процесса лечения, а значительно позже они же дали основание для других инновационного характера работ. Гигиенические исследования уникальных свойств воздуха и поверхностей соляных калийных выработок показали, что кроме, лечебного эффекта при бронхо-легочной патологии, возможно применение подземных выработок для решения ряда хозяйственных задач.

Наши исследования в калийном руднике позволили установить совокупность факторов, оказывающих положительное влияние на бронхо-легочный аппарат, гуморальную среду и рефлекторные реакции.

К основным действующим факторам следует отнести постоянство температуры воздуха и ограждающих конструкций, постоянную и умеренно повышенную относительную влажность воздуха, повышенное атмосферное давление, постоянные концентрации кислорода, углекислого газа, и радиоактивный фон. Именно эти условия приводят к образованию уникального аэроионного фона, обогащенного отрицательными и положительными (лечебными) легкими аэроионами, тонкодисперсного аэрозоля, изоляции от звуковых, световых и других раздражителей, особой бактериальной чистоте воздуха.

Выполненное клинико-физиологическое исследование по постоянному шестичасовому пребыванию людей (17 человек) в изолированном замкнутом пространстве калийного рудника, где на каждо-

го участника приходилось по 12 м³ объема помещения, показало, что отсутствует отрицательное влияние на основные функциональные системы организма, стабильными оставались санитарно-гигиенические показатели воздуха.

В итоге мы подошли к моделированию условий подземного стационара на поверхности, ибо полученный нами значительный научный материал дал основание для приемов моделирования. Так появилась первая климатическая камера для лечения заболеваний органов дыхания – (а.с. СССР № 1068126, кл. А61 М 16/02,1982).

Построенное в Соликамске, маленькое помещение, площадью 12 м² моделировало грандиозное подземное царство.

Это были не только стены из соляных блоков, толщиной 500 мм., но и комплекс сооружений воздухоподготовки в составе вентиляторов-кондиционеров и фильтра-насытителя, а также воздушный тамбур для защиты стабильности воздушной среды. Пациенты должны были пользоваться специальной хлопчатобумажной защитной одеждой. Внутри камера должна была оснащаться деревянной или плетеной мебелью.

Но эти условия были обоснованы нами позже, а в новеньком сооружении, где было только две деревянные табуретки, я с Владимиром Андреевичем Старцевым, разворачивала приборы для исследования, журналы для записи, намечала периодичность и последовательность отбора проб.

Сейчас число построенных галоклиматических и спелеоклиматических камер из соляных материалов так велико, что, думаю, их числа не счесть. Этими сооружениями пользуются для лечения органов дыхания и для других целей.

Так, однажды мы участвовали в обосновании применения этого устройства для реабилитации больных с подтвержденным профзаболеванием – силикоз. Было это в Нижнем Тагиле на заводе по производству огнеупорного кирпича. В нашу задачу входила перед этим экспериментом «настройка» климатической камеры на оптимальный режим работы, контроль в ходе эксперимента и заключительный контроль параметров. Срок этого исследования составлял 21 день. По результатам

этой работы у более 50% пациентов с тяжелыми формами силикоза было отмечено улучшение функции дыхания, клинических показателей и самочувствия.

Наверное, эта работа показала настоятельную необходимость настройки и контроля параметров работы соляных климатических камер, причем целесообразно осуществлять эти работы ежегодно, иначе оригинальный способ восстановления здоровья будет признан несостоятельным.

Нам удалось контролировать параметры и настраивать климатические камеры и в сельских больницах и в московских стационарах. Опыт показал, что это необходимая процедура. Воспоминания о славной научной эпопее, итогом которой стало формирование спелеотерапии на Западном Урале, вызывают гордость за наших соотечественников смело реализовавших новые научные решения.

Сегодня спустя много лет, хочется добавить, что любое научное направление должно иметь перспективы развития. Для дальнейшего развития спелеоклиматотерапии целесообразно дальнейшее совершенствование конструкции климатических камер, систем воздухоподготовки, контроля лечебных параметров и «настройки» лечебной среды, а также применение способа спелеоклиматотерапии для лечения расширенного спектра соматических и профессиональных заболеваний

Список литературы

1. Спелеотерапия в калийном руднике / В.Г. Баранников, А.Е. Красноштейн, Л.М. Папулов А.В. Туев, В.А. Черешнев. - Екатеринбург, Изд. УрО РАН, 1996. С. 175.

2. Спелеотерапия в калийных рудниках и спелеоклиматотерапия в силвинитовых спелеокамерах: Теоретические основы и практические достижения / Колл.авторов под ред. д.м.н. проф. И.П.Корюкиной и д.т.н. проф. Г.З.Файнбурга. – Пермь, Изд. Перм. нац. иссл. политехн. Ун-та, 20-17. – 303 с.

3. Баранников В.Г., Вишневская Н.Л. Физиолого-гигиенические исследования условий труда шахтеров в калийных рудниках // Актуальные вопросы гигиены труда. Пермь, 1987. – С. 30–32.

4. Вишневская Н.Л. Спелеотерапия в оздоровлении промышленных рабочих // Успехи современного естествознания, 2007, №10. – С. 126-127.

5. Старцев В.А., Красноштейн А.Е. К вопросу нейтрализации токсичных компонентов выхлопных газов ДВС в калийных рудниках // Технология и безопасность горных работ. Пермь, 1976. – С.110–113.

Об авторе

Вишневская Нина Леонидовна, доктор медицинских наук, профессор, Пермский национальный исследовательский политехнический университет) Россия, 614990, Пермский край, г. Пермь, Комсомольский проспект, д. 29, e-mail: charry14@mail.ru

About the author

Vishnevskaya Nina Leonidovna, Doctor of Medical Sciences, Professor, the Department "Life Safety" "Perm National Research Polytechnic University" (PNRPU) Russia, 614990, Perm Krai, Perm, Komsomolsky Prospekt, 29, e-mail: charry14@mail.ru

**ПАМЯТИ
ГРИГОРИЯ ЕФИМОВИЧА КОСЯЧЕНКО
(10.02.1947 – 09.05.2023)**



Ушел из жизни выдающийся белорусский ученый Григорий Ефимович Косяченко – ученый, беззаветно посвятивший всю свою жизнь гигиенической науке, в том числе условиям труда в калийных рудниках и к формированию спелеоклимата. Он по праву является одним из ведущих гигиенистов Беларуси.

После окончания в 1971 году Минского государственного медицинского института Григорий Ефимович работал на протяжении более полувека в республиканском унитарном предприятии «Научно-практический центр гигиены», посвятив весь свой трудовой путь изучению влияния условий труда на здоровье и функциональное состояние работающих, разработке научных основ и внедрению нормативных и законодательных актов по проблемам медицины и гигиены труда. Г.Е. Косяченко с 1980 г. – руководитель лаборатории гигиены труда в горно-химической промышленности, с 1995-го – заведующий отделом медицины труда, с 2013 г. – заведующий лабораторией гигиены труда.

Научные интересы Г.Е. Косяченко были сосредоточены на решении проблем гигиены труда на промышленных предприятиях Республики Беларусь. Особо значителен его вклад в решении гигиенических проблем в производстве калийных минеральных удобрений. В 1979 г. ему присвоена ученая степень кандидата медицинских наук.

Огромен вклад Григория Ефимовича в создание и функционирование нетрадиционных объектов медицинского назначения в действующих калийных рудниках Республики Беларусь. Гигиенические исследования и разработки Григория Ефимовича Косяченко явились предпосылкой и способствовали созданию объектов медицинского назначения в действующих калийных рудниках Беларуси. Им научно доказана возможность и обоснована необходимость создания в республике на базе действующих калийных рудников метода спелеотерапии бронхолегочных заболеваний с непосредственным сопровождением проектирования, строительства и отработки нового метода терапии бронхолегочной патологии в подземном спелеостационаре. За комплекс выполненных работ, в числе авторского коллектива специалистов Министерства здравоохранения Республики Беларусь и производственного

объединения «Беларуськалий», Г.Е. Косяченко в 1993 году удостоен Почетной грамоты и Премии Совета Министров Республики Беларусь.

В 2004 г. успешно защитил докторскую диссертацию «Гигиенические основы комплексной оценки добычи калийных руд Беларуси и рационального использования спелеосреды месторождения».

Результаты научной деятельности Григория Ефимовича нашли отражения более чем в 400 опубликованных работах, изданных в Беларуси и за рубежом, в том числе в ряде монографий, в более 60 технических нормативных правовых актах, методических документах и учебных пособиях.

Г.Е. Косяченко являлся членом редколлегии многих изданий, в том числе рецензируемого сборника научных трудов «Здоровье и окружающая среда» (Беларусь), журнала «Медицина труда и промышленная экология» (Россия), журнала «Медицина труда и экология человека» (Россия) и информационно-аналитического журнала «Охрана труда. Технологии безопасности» (Беларусь), член-корреспондентом Международной академии наук безопасности жизнедеятельности.

По профилю своей профессиональной деятельности Г.Е. Косяченко принимал непосредственное участие в подготовке «Кодекса Республики Беларусь о недрах», «Правил безопасности при разработке подземным способом соляных месторождений Республики Беларусь».

Он долгие годы был экспертом Министерства здравоохранения Республики Беларусь в области медицины труда, членом экспертной комиссии по гигиене при Главном государственном санитарном враче Министерства здравоохранения Республики Беларусь, председателем ОО «Белорусское научное общество гигиенистов», председателем Совета по защите диссертаций Д 03.01.01 при республиканском унитарном предприятии «Научно-практический центр гигиены», членом Ученого совета республиканского унитарного предприятия «Научно-практический центр гигиены», научно-технического совета при Министерстве труда и социальной защиты Республики Беларусь.

Григорий Ефимович являлся научным руководителем ряда диссертационных работ на соискание степени кандидата медицинских наук по специальности 14.04.01 – гигиена.

В последние годы жизни Г.Е. Косяченко являлся председателем государственной экзаменационной комиссии по приему государственных экзаменов у студентов медико-профилактического факультета УО «БГМУ». Как педагог и наставник он много сделал для воспитания нового поколения отечественных гигиенистов, продолжения научных традиций, будучи лучшим примером верности избранному пути.

Профессионализм Григория Ефимовича отмечен наградами разного уровня: Отличник здравоохранения; Почетные грамоты Министерства здравоохранения Республики Беларусь; медали, грамоты и благодарности Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь, Федерации профсоюзов Беларуси и Белорусского профессионального союза работников здравоохранения; Почетная грамота ВАК. По указу президента Республики Беларусь Г.Е. Косяченко награжден медалью Франциска Скорины.

Результаты научных работ Г.Е. Косяченко вошли во многие нормативные акты Республики Беларусь (и даже других стран).

Ученики и коллеги по работе

Научное издание

**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОХРАНЫ ТРУДА
И БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА,
ДОБЫЧИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
КАЛИЙНО-МАГНИЕВЫХ СОЛЕЙ**

Материалы

IV Международной научно-практической конференции

(Пермь, 28-29 ноября 2023 года)

Под научной редакцией профессора Г.З. Файнбурга

Материалы печатаются в авторской редакции

Подписано в печать 15.11.2023. Формат 60×90/16.
Усл. печ. л. 31,25. Тираж 30 экз. Заказ 23.

Отпечатано с готового оригинал-макета
в ИП Серегина О.Н.
Адрес: 614107, г. Пермь, ул. Металлистов, д. 21, кв. 174