



Министерство науки и высшего образования Российской  
Федерации  
ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный  
университет»

# **БЕЗОПАСНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ**

*Труды VI Международной  
научно-практической конференции*

4 апреля 2024 г.

**Екатеринбург  
2024**

# **БЕЗОПАСНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ**

Труды VI Международной научно-практической конференции  
4 апреля 2024., г. Екатеринбург  
В рамках XXII Уральской горно-промышленной декады

Ответственный редактор  
доктор геолого-минералогических наук, профессор В. А. Елохин

Екатеринбург  
2024

УДК 622 : 614.8  
ББК 68.9  
Б 40

Печатается по решению Учебно-методического совета  
Уральского государственного горного университета

**Безопасность технологических процессов и производств: Труды  
Б 40 VI Международной научно-практической конференции. 4 апреля 2024 г., г.  
Екатеринбург / отв. редактор В. А. Елохин; Урал. гос. горный ун-т. –  
Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2024. – 122 с.**

В сборнике трудов представлены результаты авторских исследований, охватывающие различные аспекты безопасности технологических процессов и производств, а также работы, касающиеся мониторинга состояния недр.

Публикуемые материалы могут представлять интерес для студентов, аспирантов, профессорско-преподавательского состава вузов, реализующих программы высшего образования по направлению «Техносферная безопасность», а также для специалистов науки и производства.

УДК 622 : 614.8  
ББК 68.9

© Уральский государственный  
горный университет, 2024  
© Авторы, постатейно, 2024

## СОДЕРЖАНИЕ

<i>Булавка Ю. А, Мелешко А. В.</i> Управление рисками повышенного износа двигателя внутреннего сгорания путем использования мобильного приложения, осуществляющего мониторинг состояния отработанного моторного масла . . . . .	5
<i>Волков М. Н., Канков Е. В., Потапов В.Я., Потапов В.В.</i> Новые решения обеспечения геомеханической безопасности при строительстве подземных объектов . . . . .	14
<i>Галкин А. В., Смолин А. В., Кутузова А. А</i> Обеспечение безопасности технологических процессов на основе формирования безопасного поведения персонала АО «СУЭК-КУЗБАСС» . . . . .	19
<i>Демин В.Ф, Демина Т.В., Тетерев Н.А., Батанин Ф.К.</i> Исследование проявлений горного давления в подготовительных горных выработках и разработка технология повышения устойчивости их контуров . . . . .	24
<i>Демин В.Ф, Демина Т.В., Бопежанова Е.Н.</i> Исследование деформационных процессов в эксплуатационных выработках, прилегающих к выемочному столбу . . . . .	32
<i>Демин В.Ф, Демина Т.В., Кочнева Л.В., Кузнецов А.М.</i> Оценка параметров деформационных процессов в подготовительных выработках . . . . .	38
<i>Елохин В. А., Замураев И. В., Барыков Д.М.</i> Результаты мониторинга поверхностных вод в зоне влияния шлакового отвала за период наблюдений 2015-2021 гг. . . . .	46
<i>Зиенко И. В., Елохин В. А.</i> Оценка влияния выбросов в атмосферу на здоровье жителей Свердловской области . . . . .	53
<i>Лонский О. В., Пчелин Д. Р.</i> К вопросу применения систем активного шумоподавления для снижения вредного влияния низкочастотных виброакустических колебаний на работников в горнодобывающей промышленности . . . . .	60
<i>Лотфуллин А. К., Елохин В. А.</i> Методы вентиляции тупиковых выработок шахт . . . . .	65
<i>Макаров В.Н. Баландин В.Н. Ахметов Р.Г. Потапов В.Я., Потапов В.В.</i> Пути повышения экологической эффективности технологии сушки рудных материалов . . . . .	70
<i>Потапов В.Я., Потапов В.В., Архипов М.В., Соколова А.В., Соколов Р.В.</i> Экологические проблемы горнопромышленных комбинатов . . . . .	80
<i>Пуриков Д. Е., Елохин В.А., Кузнецов А.М.</i> «Военизированный горноспасательный отряд Урала» ФГУП «ВГСЧ» как составляющая единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций . . . . .	88
<i>Селиверстова А.И, Елохин В.А.</i> Оценка травматизма на предприятиях акционерного общества . . . . .	101
<i>Титова С.Г.</i> Исследование условий безопасной эксплуатации дробильно-перегрузочной установки на стадии проектирования . . . . .	105
<i>Цепков В.А.,Елохин В.А.</i> Анализ производственного травматизма в Свердловской области за период 2018-2022 гг . . . . .	109
<i>Фуфалдина Д. Н, Елохин В. А.</i> Геология Кривинского месторождения известняков . . . . .	116

**УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ ПОВЫШЕННОГО ИЗНОСА ДВИГАТЕЛЯ  
ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ ПУТЕМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОБИЛЬНОГО  
ПРИЛОЖЕНИЯ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩЕГО МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ  
ОТРАБОТАННОГО МОТОРНОГО МАСЛА**

БУЛАВКА Ю. А, МЕЛЕШКО А. В.

Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой

*Аннотация.* В работе представлен способ цифрового диагностирования предельного состояния моторного масла в двигателе внутреннего сгорания (ДВС). Внедрение приложения в повседневную жизнь автомобилистов позволит минимизировать аварийные ситуации на дорогах, позволит своевременно диагностировать поломки систем двигателя и получить экономический эффект при выборе сроков замены моторного масла в ДВС.

*Ключевые слова.* Моторное масло, экспресс диагностика, экспресс-тест, бумажная хроматография.

**MANAGING THE RISKS OF INCREASED WEAR OF INTERNAL COMBUSTION  
ENGINE BY USING A MOBILE APPLICATION THAT MONITORS THE  
CONDITION OF USED ENGINE OIL**

BULAVKA YU. A, MELESHKO A. V.

Polotsk State University named after Euphrosyne of Polotsk

*Abstract.* The paper presents a method for digitally diagnosing the limiting state of motor oil in an internal combustion engine (ICE). The introduction of the application into the daily life of motorists will minimize emergency situations on the roads, allow timely diagnosis of engine system breakdowns and obtain an economic effect when choosing the timing of engine oil changes in ICE.

*Keywords.* Engine oil, express diagnostics, express-test, paper chromatography.

Работа моторных масел в процессе эксплуатации автомобиля – это сложный неконтролируемый физико-химический процесс, который включает в себя срабатывание присадок, их окисление, нагарообразование, лакообразование и др. Моторные масла, используемые в современных двигателях, должны отвечать всем предъявляемым

требования, которые с каждым годом ужесточаются, чтобы минимизировать аварийные ситуации на дорогах общего пользования и обеспечить заданный бесперебойный срок службы работы двигателя внутреннего сгорания.

Высококачественное товарное моторное масло изготавливают путем компаундирования базовых масел в комбинациях с остаточными компонентами и вовлечением до 17% масс. присадок, как правило – пакетов присадок различного функционального назначения [2].

Моторное масла выполняет ряд функций в ДВС, основная функция моторного масла – это снижение трения и износа трущихся деталей ДВС за счет создания на их поверхностях прочной масляной пленки. Не менее важными функциями моторного масла является возможность нейтрализации кислых соединений, образующихся в процессе сгорания топлива, и защита металлических поверхностей от коррозии [2].

При запуске и работе двигателя на поверхности деталей, а также между трущимися деталями масло должно находиться в виде тонкой пленки, которая обеспечивает легкий пуск двигателя при низкой температуре и эффективное смазывание при высокой [2]. Использование недостаточно качественного моторного масла или масла, которое эксплуатировалось в жестких условиях без своевременной замены приводит к появлению в камере сгорания отложений в виде нагара, лака и сажи.

Как правило производители моторных масел рекомендуют производить замену моторного масла в системе по истечению 1 года эксплуатации или определенного километража пробега. Однако, опытные автомобилисты производят замену отработанного моторного масла ориентируясь по моточасам работы двигателя, так как эксплуатация автомобиля по городу влияет на состояние масла в ДВС .

Периодичность замены отработанного моторного масла, в частности, зависит от характера эксплуатации автомобиля, его средней скорости и частоты поездок. Следовательно, это снижает точность определения сроков замены масла в ДВС ориентируясь на моточасы, и необходимо подобрать такой метод оценки отработанности моторного масла, который будет удовлетворять всем условиям.

Халатное отношение к своему автомобилю, а также несвоевременная диагностика моторного масла может привести к выходу из строя двигателя и значительным затратам на его восстановление и ремонт, а также провоцирование аварийных ситуаций и жертвы на автомобильных дорогах [2]. Использование доступных и малозатратных методов диагностики предельного состояния отработанного моторного масла позволит повысить срок службы трибосопряжений транспортного средства и увеличить межремонтный период.

Выбранным нами способом мониторинга степени отработанности моторного масла в двигателе внутреннего сгорания стал «Метод бумажной хроматографии капельной пробы моторного масла», который подвергся цифровизации, для упрощения использования и минимизации факторов субъективной оценки.

До внедрения мобильного приложения метод выглядел следующим образом. В ходе экспресс-диагностики по четырем характерным зонам капельной пробы рассчитываются коэффициенты моюще-диспергирующих свойств, коэффициент механических примесей, выполняется визуальная диагностика состояния пробы моторного масла, включающая в себя поэтапную оценку внешнего вида и размера зон и цвета, капли с шаблонами [4, 5]. Результаты капельных проб работавших в двигателе различных моторных масел представлены на рисунке 2.



Рисунок 1 –Капельная проба масел, эксплуатируемых в разных условиях

Для испытания необходимы следующие реактивы и оборудование: проба анализируемого масла; сушильный шкаф; плитка; стеклянный термостойкий стакан; стеклянная палочка; фильтровальная или обычная (не глянцева) бумага; линейка.

Перед проведением капельного теста необходимо зарегистрировать текущую информацию: общий пробег автомобиля; марка используемого моторного масла и тип топлива (бензин, дизельное топливо); пробег с момента замены моторного масла.

В первую очередь необходимо прогреть двигатель до рабочей температуры до +70...90°C. Дать возможность постоять двигателю до 5...7 минут, чтобы масла стекло в картер. За это время необходимо подготовить чистый белый лист бумаги или фильтр.

Далее необходимо открыть крышку капота и с помощью шупа нанести 1...3 капли на лист бумаги или фильтр. После нанесения моторного масла на бумагу необходимо поместить лист в сухое чистое место и при  $\approx 20^\circ\text{C}$  оставить образец в течение суток или поместить образец в сушильный шкаф при температуре  $\approx 100^\circ\text{C}$  на  $\approx 1$  час до полного высыхания. Оценка качества моторного масла производится после полного высыхания пробы по форме и внешнему виду полученного в результате масляного пятна [4]. Далее необходимо визуально сопоставить распределение основных зон по площади растекания капли от центра к краю с изображением, приведенным на рисунке 2.

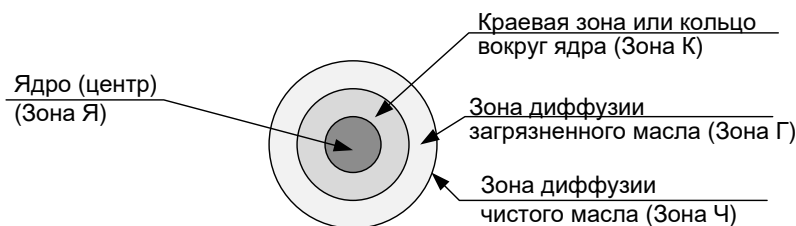


Рисунок 2 – Распределения основных зон растекания моторного масла

Капельный тест включает визуальную и численную диагностику для определения всех возможных характеристик. Численная диагностика состоит из вычисления коэффициента моюще-диспергирующих свойств и коэффициента механических примесей.

**Коэффициент моюще-диспергирующих свойств** моторного масла может определить двумя способами:

**Способ 1.** Коэффициент моюще-диспергирующих свойств (ДС) является численной характеристикой диспергирующей способности масла, выражен в условных единицах. Нормальным диапазоном является диапазон от 0,5 до 1,1 – это идеальное состояние, 0,5 – это нижняя граница нормы. В случае, если этот показатель снизился до 0,6, необходимо участить проведение капельных проб, т.к. моторное масло находится на пределе рабочего состояния. Если этот показатель составляет величину меньше либо равную 0,3, моторное масло отработано и требует замены:

$$ДС = 1 - \frac{d^2}{D^2} \quad (1)$$

где  $d$  – диаметр окружности кольца, мм;

$D$  – диаметр окружности зоны диффузии, мм.

**Способ 2** (методика Хмелевой Н.М. и Пасечникова Н.С. [20]). Граничным значением коэффициента моюще-диспергирующих свойств ( $K_{мд}$ ), считается является 1,65. Если расчетное значение получилось ниже этой величины, то высока вероятность образования в двигателе лаковых отложений:

$$K_{мд} = \frac{D}{d} \quad (2)$$

где  $d$  – диаметр окружности кольца, мм;

$D$  – диаметр окружности зоны диффузии, мм.

**Коэффициент механических примесей** в моторном масле (методика Хмелевой Н.М. и Пасечникова Н.С. [1] определяется следующим образом.



Граничным значением коэффициента механических примесей ( $K_{МПР}$ ) является величина 0,44. Если расчетное значение получилось ниже этой границы, то вероятно образование задиров на стенках цилиндров:

$$K_{МПР} = \frac{d_1}{d} \quad (3)$$

где  $d$  – диаметр окружности кольца, мм;

$d_1$  – диаметр окружности центра капли, мм.

При нормальных условиях эксплуатации масла должно иметь значение коэффициента механических примесей более 0,44. Если моторное масла израсходовало свой ресурс эксплуатации, то значение коэффициента механических примесей будет ниже 0,44. На капельной пробе выделяют четыре характерные зоны.

**Первая зона** (или Зона 1) – это центр капли моторного масла (см. рисунок 3). Первая зона – центр капли. Соответствует изначальной контуру капли до её дальнейшего растекания по листу бумаги. В этой зоне оседают тяжелые нерастворимые механические примеси в масле.  $d_1$  обозначен диаметр края окружности центра капли.

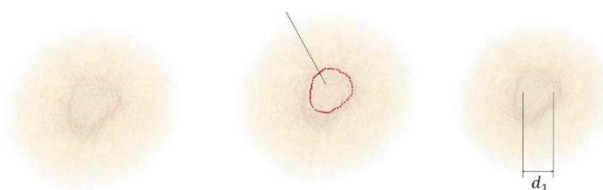


Рисунок 3 – Первая зона растекания капли

**Вторая зона** (или Зона 2) – это зона, которая окаймляет центр капли (см. рисунок 4). Вторая зона – кольцо темноватого цвета (оттенок зависит от количества моточасов, которое наработало масло), которое окаймляет центр капли. В этой зоне располагаются малорастворимые в масле органические примеси. Через  $d$  обозначим диаметр края окружности кольца.

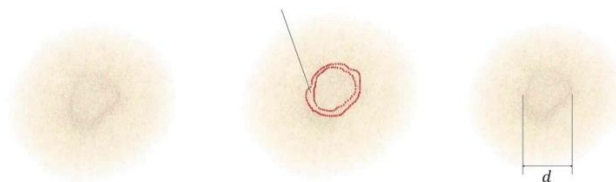


Рисунок 4 – Вторая зона растекания капли

**Третья зона** (или Зона 5) – это зона, которая находится за второй зоной (см. рисунок 6). Третья зона – обширная зона за второй зоной, обычно в диапазоне оттенков от желтого до сероватого цвета. Это зона диффузии через краевую зону масла с легкими

растворёнными органическими примесями. Через  $D$  обозначим диаметр края окружности зоны диффузии.

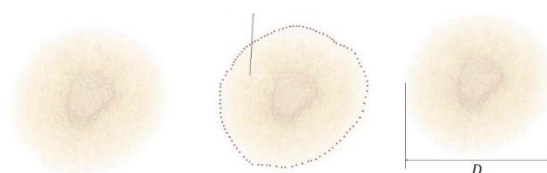


Рисунок 5 – Третья зона растекания капли

**Четвертая зона** – самое внешнее кольцо светлого тона. Это зона чистого масла. Присутствует не всегда в капельной пробе и в расчетах не участвует. После чистой зоны масла, в относительно редких случаях, может находиться еще одно кольцо – это бензин, присутствующий в масле. Это зона также не учитывается в расчетах.

**Визуальная диагностика** состояния пробы моторного масла включает в себя поэтапную оценку внешнего вида и размера зон, цвета капли с шаблонами. Определение состояния работавшего в двигателе моторного масла методом бумажной хроматографии заключается поэтапном анализе каждой зоны и классификации каждой зоны по цвету при сравнении с шаблонами для дизельного и бензинового двигателя представленными на рисунках 6 и 7 соответственно. После проведения всех диагностик расчета коэффициента моюще-диспергирующих свойств, коэффициента механических примесей, анализа и сопоставления с шаблонами четырех характерных зон капельной пробы делается вывод о качестве моторного масла, степени загрязненности и определяется возможность его дальнейшего использования или замены [1-5].

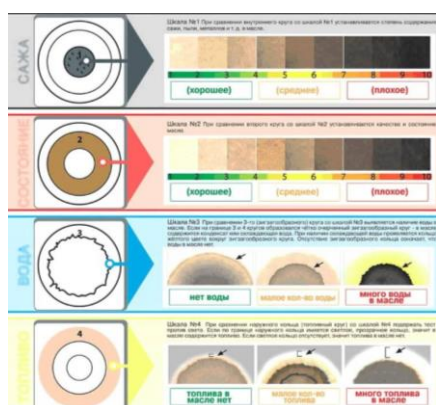


Рисунок 6 – Классификации зон по цвету для бензинового двигателя

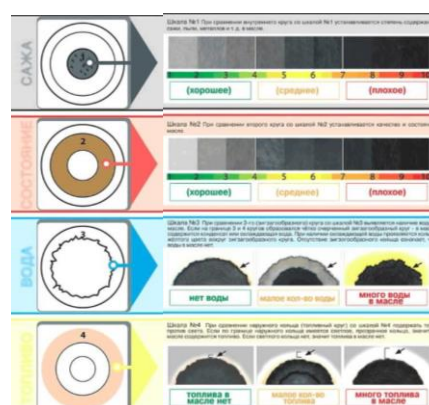


Рисунок 7 – Классификации зон по цвету для дизельного двигателя

В качестве объектов исследования выбраны образцы свежего и отработанного моторного масла, отобранные через каждые 2000 км пробега: образец синтетического масла используемый в смазывающей системе дизельного двигателя легкового автомобиля,

соответствующий классификациям: SAE 5W-40, API SL/CF, ACEA A3/B3. Автомобиль BMW e38 730D, двигатель м57, объем 3.0.

Результаты проведения экспресс-тестирования качества различных проб моторного масла используемого в дизельном ДВС представлены на рисунке 8.

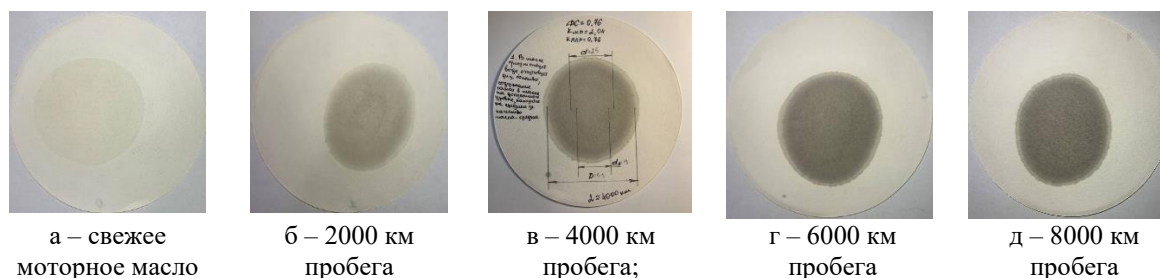


Рисунок 8 - Результат анализа моторного масла (дизельного ДВС) методом бумажной хроматографии

На рисунке 8 *а* видно, что капельная проба свежего моторного масла для дизельного двигателя характерных зон не имеет, ядро и другие зоны не сформировались, моторное масло чистое, механических примесей, воды и топлива нет, моюще-диспергирующие свойства масла сохранены.

На рисунке 8*б* видно, что на капельной пробе моторного масла для дизельного ДВС с пробегом 2000 км значение коэффициента моюще-диспергирующих свойств равно 2,71, что выше 1,65, т.е. вероятность лакообразования в двигателе минимальна. Значение коэффициента механических примесей составляет 0,82, что выше 0,44, т.е. вероятность образования задиров на стенках цилиндров минимальна. Значение коэффициента ДС составляет 0,86, что находится в допустимом диапазоне 0,5...1,1, т.е. диспергирующие свойства на хорошем уровне. По визуальной диагностике капельной пробы и сравнении с эталонной шкалой можно заключить, что воды и топлива в нем нет, масло относится к категории «хорошее», возможно его дальнейшее использование.

На рисунке 8 *в*, значение коэффициента моюще-диспергирующих свойств 2,04, что выше 1,65, т.е. вероятность образования в двигателе лаковых отложений минимальна. Значение коэффициента механических примесей 0,76, что выше 0,44, т.е. вероятность образования задиров на стенках цилиндров минимальна. Значение коэффициента моюще-диспергирующих свойств 0,76 входит в допустимый диапазон 0,5...1,1, т.е. моюще-диспергирующие свойства моторного масла хорошие.

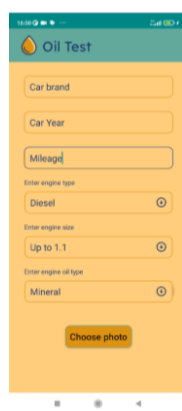
По содержанию сажи состояние «хорошее», состояние второго круга «среднее», вода в масле отсутствует, дизельного топлива в масле нет. Таким образом, рассмотренный образец пробы моторного масла с пробегом 4000 км не требует замены.

На рисунке 8 *г* видно, что на капельной пробе моторного масла для дизельного ДВС с пробегом 6000 км значение коэффициента моюще-диспергирующих свойств равно 1,09,

что ниже 1,65, т.е. высока вероятность образования в двигателе лаковых отложений. Значение коэффициента механических примесей составляет 0,76, что выше 0,44, т.е. вероятность образования задиров на стенках цилиндров минимальна. Значение коэффициента ДС составляет 0,37, что ниже допустимой величины 0,5, т.е. моторное масло утратило свои диспергирующие свойства и достигло своего предельного состояния. По визуальной диагностике капельной пробы и сравнении с эталонной шкалой можно заключить, что вода в масле присутствует, однако топлива в нем нет, масло относится к категории «средне-плохое» и находится на пограничном стоянии, что говорит о необходимости его скорой замены.

На рисунке 9 *д* видно, что на капельной пробе моторного масла для дизельного ДВС с пробегом 8000 км. Значение коэффициента моюще-диспергирующих свойств равно 1,08, что ниже 1,65, т.е. высок риск лакообразования в двигателе. Значение коэффициента механических примесей составляет 0,65, что ниже 0,44, т.е. вероятность образования задиров на стенках цилиндров минимальна. Значение коэффициента ДС составляет 0,29, что ниже допустимой величины 0,5, т.е. моторное масло утратило свои диспергирующие свойства и требует замены. По визуальной диагностике капельной пробы и сравнении с эталонной шкалой можно заключить, что вода в масле присутствует, однако топлива в нем нет, масло относится к категории «плохое» и требуется его замена.

Для того, чтобы исключить визуальную и числовую оценку степени работанности масла нами разработан программный продукт в виде мобильного приложения на языке программирования Java с использованием нейронной сети Tensorflow и её машинного обучения в облачном сервисе Google Colab. Интерфейс мобильного приложения с преимуществами продукта приведен на рисунке 9.



#### Преимущества использования продукта:





-  Снижение рисков преждевременной поломки двигателя внутреннего сгорания или его узлов
-  Возможность отслеживания состояния масла в течение периода его использования
-  Получение экономического эффекта в случае продления сроков использования масла с достаточным запасом эксплуатационных свойств
-  Простота, малозатратность и эффективность метода

Рисунок 9 - Интерфейс мобильного приложения с преимуществами продукта

Мобильное приложение предназначено для диагностики состояния моторного масла в системе смазки двигателя внутреннего сгорания на базе методики бумажной хроматографии

по капельной пробе, выдает характеристику текущего состояния моторного масла и рекомендации о необходимости его замены.

Таким образом, эффективным методом диагностики предельного состояния моторного масла индивидуальными потребителями (автомобилистами) и транспортными компаниями является экспресс-анализ отработанного масла методом «бумажной хроматографии» интегрированным в мобильное приложение. Данный программный продукт имеет простой и интуитивно понятный интерфейс, хранит в своей базе эталонные шаблоны для диагностики, выполняет визуальное сканирование всех зон растекания и автоматизированный расчет коэффициентов, что во многом упрощает возможность использования данного программного продукта и, в конечном итоге, позволяет защитить ДВС от излишнего износа и преждевременных поломок.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. А.С.201768 СССР, МПК 7 G01N 31/05. Оценки и выбраковки моторного масла по капельной пробе / Пасечников Н.С., Хмелева Н.М.
2. Анализ эффективности экспресс-тестов для определения срока замены отработанного моторного масла/ Ю.А. Булавка, А.В. Мелешко //Вестник Полоцкого государственного университета. Серия В. Промышленность. Прикладные науки, 2023 (1), С.100-107. doi.org/10.52928/2070-1616-2023-47-1-100-107
3. Использование метода капельной пробы для теоретического исследования изменения параметров моторного масла / О.В. Мяло, В.В. Мяло, Е.В. Демчук// Вестник Омского ГАУ. Процессы и машины агроинженерных систем. – 2021. – №3. – с. 137-145
4. Способ экспресс-оценки рабочих свойств работающих моторных масел в полевых условиях методом "масляного пятна" // Патент России № RU2563206С1. 20.09.2015. / Дунаев А.В., Соловьев С.А.
5. Weismann, I.B. «Ein Öl kann vieles ab – aber so richtig sauer sollte es niemals werden!» // ÖlChecker. – Sommer 2011. – P. 5 – 7.

## НОВЫЕ РЕШЕНИЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ГЕОМЕХАНИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ПОДЗЕМНЫХ ОБЪЕКТОВ

ВОЛКОВ М. Н., КАНКОВ Е. В., ПОТАПОВ В.Я., ПОТАПОВ В.В.

ФБГОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

**Аннотация.** В статье изложены новые решения, позволяющих в своей совокупности откорректировать и пересмотреть подходы к обеспечению геомеханической безопасности при строительстве подземных сооружений. Рассмотрены основные положения исследований, проводимых в УГГУ по указанной проблеме. В основе которых используются действующий нормативный документ реализующий классические статистические методы исследований. Предложено использовать: формирование номенклатуры геомеханических рисков, комплексный геомеханический анализ, обеспечение высокой адекватности имитационного моделирования геомеханических рисков, синтез методов конечных элементов и имитационного моделирования, экономическая и социальная оценка цены рисков, оценка качества и результативности мониторинга, принципы формирования критериев и моделей обоснования безопасных и эффективных технических решений в условиях риска.

**Ключевые слова:** геомеханика, безопасность, риск, методов конечных элементов, имитационное моделирование, мониторинг, экономическая и социальная оценка цены рисков

## NEW SOLUTIONS TO ENSURING GEOMECHANICAL SAFETY DURING THE CONSTRUCTION OF UNDERGROUND FACILITIES

VOLKOV M. N., KANKOV Ye. V., POTAPOV V.YA., POTAPOV V.V.

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Ural State Mining  
University"

**Abstract.** The article outlines new solutions that, taken together, allow us to adjust and revise approaches to ensuring geomechanical safety during the construction of underground structures. The main provisions of the research conducted at USMU on this problem are considered. They are based on the current regulatory document implementing classical statistical research methods. It is proposed to use: the formation of a nomenclature of geomechanical risks, comprehensive geomechanical analysis, ensuring high adequacy of simulation modeling of geomechanical risks, synthesis of finite element methods and simulation modeling, economic and social assessment of the cost of risks, assessment of the quality and effectiveness of monitoring, principles for the formation of criteria and models for justifying safe and effective technical solutions under risk conditions.

**Keywords:** geomechanics, safety, risk, finite element methods, simulation modeling, monitoring, Economic and social assessment of the cost of risks

Современная геомеханика базируется на огромном практическом опыте, большом объеме экспериментальных материалов, аналитических и численных исследованиях авторитетных ученых и научных организаций. В настоящее время методики геомеханического анализа в контексте обеспечения геомеханической безопасности регламентированы в общероссийских и отраслевых нормативных документах. Несмотря на многолетнюю практику реализации и совершенствования действующих нормативных документов, включающих систему страхующих коэффициентов безопасности, перегрузки, условий, значимости объекта и т. п., травматизм, аварии и катастрофы геомеханического характера не исключаются и, отнюдь, не прекратились. Главная причина сложившейся ситуации – случайная природа исходной информации о вмещающих массивах горных пород. В этой связи необходима разработка новых решений, позволяющих в своей совокупности откорректировать и пересмотреть подходы к обеспечению геомеханической безопасности.

Основные положения исследований, проводимых в УГГУ по указанной проблеме, состоят в следующем.

1. Действующий нормативный документ ГОСТ 20522-96 [1] реализует классические статистические методы, предполагающие нормальность распределения. Между тем «неоднократно публиковались экспериментальные данные, свидетельствующие о том, что распределения реально наблюдаемых случайных величин, в частности, ошибок измерения, в подавляющем большинстве случаев отличны от нормальных (гауссовских). Тем не менее теоретики продолжают строить и изучать статистические модели, основанные на гауссовости, а практики – применять подобные методы и модели. Другими словами, “ищут под фонарем, а не там, где потеряли”» [2, с. 626]. Радикальный путь совершенствования и коррекции устаревших методик статистического оценивания массива горных пород и их свойств заключается в реализации *непараметрических методов*, позволяющих проверять гипотезы о принадлежности выборок к одной и той же генеральной совокупности независимо от вида распределения случайных характеристик пород, объективно устанавливать закономерности распределения характеристик, реализовать выборки любых размеров, тиражировать и обновлять выборочные данные.

2. *Формирование номенклатуры геомеханических рисков* по типам горнотехнических объектов, осуществляемое методом групповой экспертизы с определением степени согласованности экспертов и весовых показателей значимости

рисков упорядочивает и конкретизирует разработку моделей выбора безопасных и эффективных технических решений.

3. *Комплексный геомеханический анализ*, предусматривающий дополнение детерминированных методов анализа имитационным методом Монте-Карло (с получением количественных оценок геомеханических рисков), является важнейшим обязательным компонентом обоснования безопасных и эффективных решений. Без количественных оценок рисков нельзя считать результаты, полученные традиционным детерминированным путем, истинно социально и экономически безопасными.

4. *Обеспечение высокой адекватности имитационного моделирования геомеханических рисков* за счет: увеличения числа генераций случайных чисел (до 10000 – 15000, а с использованием технологий «cloud computing» [3] до 200000 – 300000); оценок чувствительности (значимости) входных случайных параметров; серийных имитационных испытаний; генерации универсальных распределений случайных чисел, непараметрической и физической отбраковки грубых погрешностей.

5. *Синтез методов конечных элементов и имитационного моделирования (МКЭ+ММК)*. Сущность такого синтеза состоит в дополнении детерминированных методов численного решения сложных двухмерных и трехмерных геотехнических задач вероятностными оценками геомеханических рисков.

6. *Экономическая и социальная оценка цены рисков*. Отличительной особенностью этой компоненты общего подхода к геомеханическому анализу является использование количественных значений геомеханических рисков и положений современной концепции «приемлемых рисков», фактических максимальных выплат предприятий по регрессным искам [4], стоимости единицы риска для здоровья и жизни [5].

7. *Оценка качества и результативности мониторинга*. Комплексным количественным показателем качества может служить надежность контроля, под которым понимается произведение трех вероятностей обнаружения заданных пороговых уровней: функции от точности измерений, функции от периодичности измерений, функции от числа контрольных пунктов. Наличие показателя надежности позволяет приступить к формализации мониторинга, очевидной базой чего являются взаимосвязи затрат на получение информации с надежностью и значимостью контролируемых объектов. Последняя может быть определена при анализе природных и технических условий в том случае, если природные и технические факторы будут увязаны с экономическими и социальными особенностями объектов. Таким образом, оценка значимости должна определяться по экономическим показателям и социальным параметрам, устанавливающим уровни травмоопасности и аварийности. Принцип формализации дает возможность



оптимизировать параметры комплексного мониторинга и установить его результативность, связать результативность с геомеханическими рисками и значимостью объектов.

8. *Принципы формирования критериев и моделей обоснования безопасных и эффективных технических решений в условиях риска* заключается в системном анализе многочисленных факторов, оказывающих как непосредственное, так и косвенное влияние на эффективность горно-строительных работ и последующую эксплуатацию горнотехнических сооружений. Таким образом, базой для формирования моделей обоснования безопасных и эффективных решений являются взаимосвязи финансовых поступлений, затрат на получение исходной информации о состоянии техно-природной среды, горно-строительные и эксплуатационные работы, защиту городской среды, научно-техническое сопровождение (мониторинг) и цены значимых рисков, рассматриваемые в динамике с учетом фактора времени. В качестве оценочных показателей предусматривается использование рыночных критериев (максимумы чистого дисконтированного дохода и внутренней нормы доходности, минимумы срока окупаемости или суммарных дисконтированных затрат), дифференцированных по категориям бюджетного и внебюджетного финансирования.

Завершая краткое изложение существа новых подходов к оценке геомеханической безопасности, отметим затруднения, возникающие у широкого круга пользователей, не имеющих подготовки в области математической статистики и теории вероятностей, в освоении предлагаемых разработок. Существенную помощь в этом плане может оказать разрабатываемое машинно-ориентированное «Методическое руководство по анализу геомеханических ситуаций с количественной оценкой геомеханических рисков и моделированию безопасных и эффективных технических решений». Содержание методического руководства в аналитической, инженерной и численной постановке (МКЭ) и, соответственно, пакета прикладных программ включает разделы:

- оценка свойств и особенностей вмещающих массивов, в т. ч. непараметрическая статистика;
- устойчивость обнажений и забоев подземных выработок мелкого и глубокого заложения;
- устойчивость откосов и подпорных стен открытых выработок подземных сооружений;
- оценка времени разгрузки массива;
- определение нагрузок на подземные сооружения и конструкции;

- расчет обделок и конструкций (монолитных, сборных бетонных и железобетонных, набрызг-бетонных, анкерных и др.) подземных выработок;
- расчет удерживающих и ограждающих конструкций открытых горных выработок подземных сооружений;
- сдвигание и деформации на земной поверхности и сооружений во вмещающем массиве;
- водопритоки в подземные сооружения;
- специальные технологии строительства;
- прогноз состояния подземных объектов;
- социально-экономическая оценка проектируемых и строящихся объектов;
- примеры реализации типичных моделей выбора безопасных и экономических решений.

Особенности программ пакета:

- единая структура, определяемая имитационным конструктором;
- проведение расчетов детерминированным и вероятностным методами;
- доступный язык программирования;
- две версии: исследовательско-демонстрационная и рабочая;
- формирование текстового файла, отражающего ход вычислений и итоги расчета.

### **Библиографический список**

1. ГОСТ 20522-96. Грунты. Методы статистической обработки результатов измерений. – М.: МНТКС, 1996. 23 с.
2. Орлов А. И. Прикладная статистика. М.: Изд-во «Экзамен». 2006, С. 626.
3. Guide to Cloud Computing // Ресурсы интернета.
4. Катков Н. Н. Затраты предприятия на один несчастный случай с летальным исходом на рудниках Норильска (по методике ВостНИИ) / Н. Н. Катков // Горный информационно–аналитический бюллетень. – 2002. – № 7. – С. 28, 29.
5. Быков А. А., Фалеев М. И. К проблеме оценки социально-экономического ущерба с использованием показателя цены риска // Проблемы анализа риска: Цена риска. 2005. т. 2. № 2. С. 114 ÷ 131.

**ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ  
НА ОСНОВЕ ФОРМИРОВАНИЯ БЕЗОПАСНОГО ПОВЕДЕНИЯ ПЕРСОНАЛА АО  
«СУЭК-КУЗБАСС»**

ГАЛКИН А. В., СМОЛИН А. В. КУТУЗОВА А. А.

ООО «Научно-исследовательский институт  
эффективности и безопасности горного производства»

**Аннотация.** В статье рассматривается один из инструментов снижения вероятности негативного события – обучение по формированию безопасного поведения персонала угледобывающих предприятий. Основа такого обучения – проработка закономерности реализации негативного события через детальный разбор неочевидных для работника взаимосвязей и причин несчастных случаев. Такой метод позволяет приобрести и освоить персоналом навык самостоятельного управления риском травмирования в оперативном режиме.

**Ключевые слова:** нештатные ситуации, осознанные нарушения требований безопасности; анализ причин негативных событий; формирование безопасного поведения; периодичность обучения; риск-ориентированное мышление.

**ENSURING THE SAFETY OF TECHNOLOGICAL PROCESSES  
BASED ON THE FORMATION OF SAFE BEHAVIOR OF PERSONNEL OF JSC SUEK  
–KUZBASS**

GALKIN A. V., SMOLIN A. V. KUTUZOVA A. A.

LLC Scientific Research Institute  
efficiency and safety of mining production"

**Annotation.** The article considers one of the tools to reduce the likelihood of a negative event – training on the formation of safe behavior of personnel of coal mining enterprises. The basis of such training is to study the patterns of realization of a negative event through a detailed analysis of the relationships and causes of accidents that are not obvious to the employee. This method allows the staff to acquire and master the skill of self-management of the risk of injury in an operational mode.

**Key words:** emergency situations, deliberate violations of safety requirements; analysis of the causes of negative events; formation of safe behavior; frequency of training; risk-oriented thinking.

**Актуальность.** Поэтапное внедрение более безопасных технологий и техники на предприятиях АО «СУЭК-Кузбасс» способствовало значимому повышению безопасности технологических процессов. Вместе с тем с 2020 года на этих предприятиях наблюдается увеличение количества травм, связанных с ростом осознанных нарушений персоналом требований охраны труда и промышленной безопасности (рисунок 1).

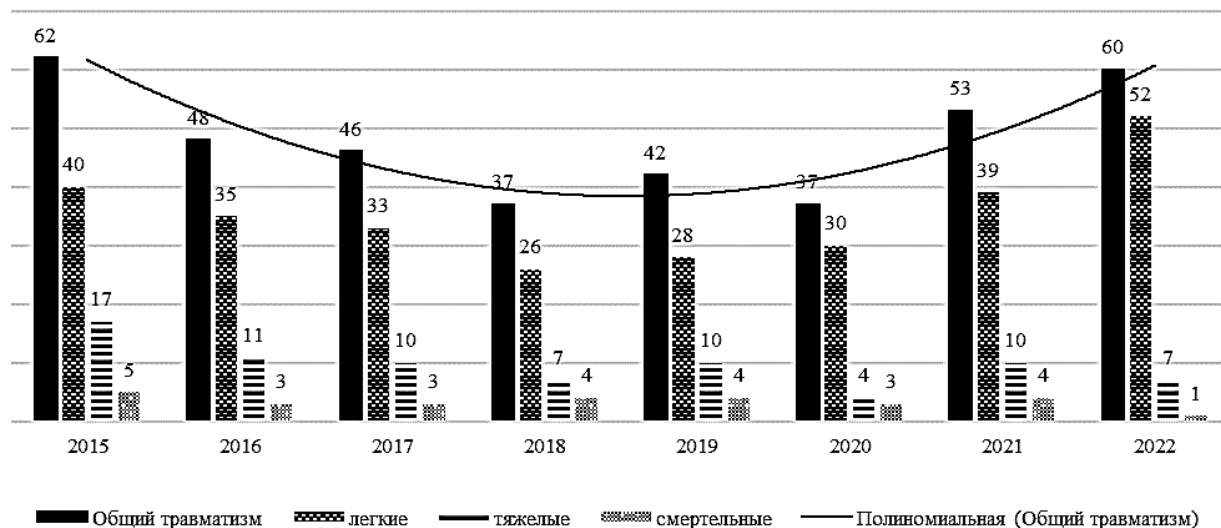


Рисунок 1 – Статистика несчастных случаев на предприятиях АО «СУЭК» по годам [1]

Одной из причин этого является частая сменяемость как руководителей, так и рабочих, которая обусловлена усиливающейся «миграцией» работников между предприятиями. Так, например, на одном из предприятий АО «СУЭК-Кузбасс» только за 1 год: сменилось 3 директора, 7 начальников участков и свыше 100 рабочих. Такое многочисленное замещение людей привело к смешению разнокультурных и разноквалифицированных кадров в рамках одного трудового коллектива. Уходят, как правило, опытные и высококвалифицированные кадры, а замещают их менее опытные и малоквалифицированные, небезопасные действия которых зачастую повышают вероятность негативного события, особенно в нештатных ситуациях. В этой связи необходимо использовать в работе с персоналом методы, позволяющие даже малоопытным работникам осваивать навыки распознавания факторов риска при выполнении производственного задания и действовать сообразно опасной ситуации.

**Основная часть.** Одним из инструментов достижения этого является целенаправленный курс по формированию основ безопасного поведения персонала как в штатных, так и нештатных условиях осуществления технологических процессов. Отличием такого обучения от стандартного является формат – семинар-тренинг. Суть этого формата

совместный разбор примеров негативных событий с детальным анализом причин, которые закономерно привели к этим событиям [2].

Именно сочетание опасной комбинации факторов, условий и неадекватных этой комбинации действий рабочих закономерно приводит к негативному событию. Проработка этой закономерности позволяет участникам семинара увидеть, что даже в сложных производственных ситуациях можно снизить вероятность негативного события, разрушая опасную комбинацию (рисунок 2).

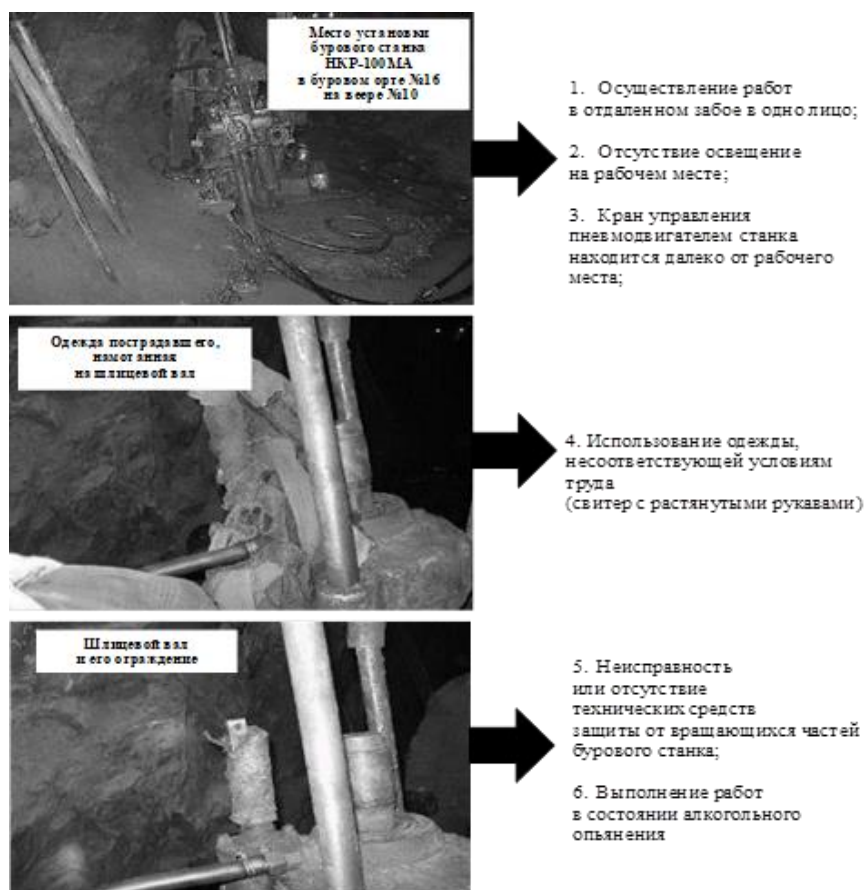


Рисунок 2 – Пример комбинации опасных факторов, условий и действий персонала, приведших к смертельному травмированию бурильщика

Участникам семинара показывают неочевидные для них взаимосвязи их действий с факторами и обстоятельствами, провоцирующими развитие негативного события в конкретных ситуациях. На основе разобранных примеров работники убеждаются, что все негативные события можно было предотвратить, если бы был устранен всего один или два фактора сложившейся комбинации.

Исходя из такого знания о том, как реализуется негативное событие, работники моделируют возможные последствия и выбирают соответствующие текущей ситуации действия. Поведение работников, основанное на риск-ориентированном мышлении

позволяет существенно снижать вероятность негативного исхода, даже в нештатной ситуации.

В рамках 8-часового обучения детально прорабатываются причины не менее 10-15 несчастных случаев, которые представлены в формате видеороликов, фотографий и схем. Приводятся не менее 10 примеров опасных производственных ситуаций, которые провоцируют осознанные нарушения требований безопасности, а также прорабатываются не менее 10 примеров того, как простыми способами можно обеспечить безопасность даже в опасных ситуациях.

Визуализация обучения по формированию безопасного поведения включает в себя проработку:

- основных закономерностей возникновения травм;
- качественной и количественной оценки риска;
- причин возникновения и несвоевременного устранения нарушений требований безопасности;
- основных источников рисков тяжелых и смертельных травм на предприятии;
- признаков неконтролируемого развития опасной производственной ситуации.

В результате обучения работники приобретают знания, умения, навыки, согласно представленной на рисунке 3 схеме.

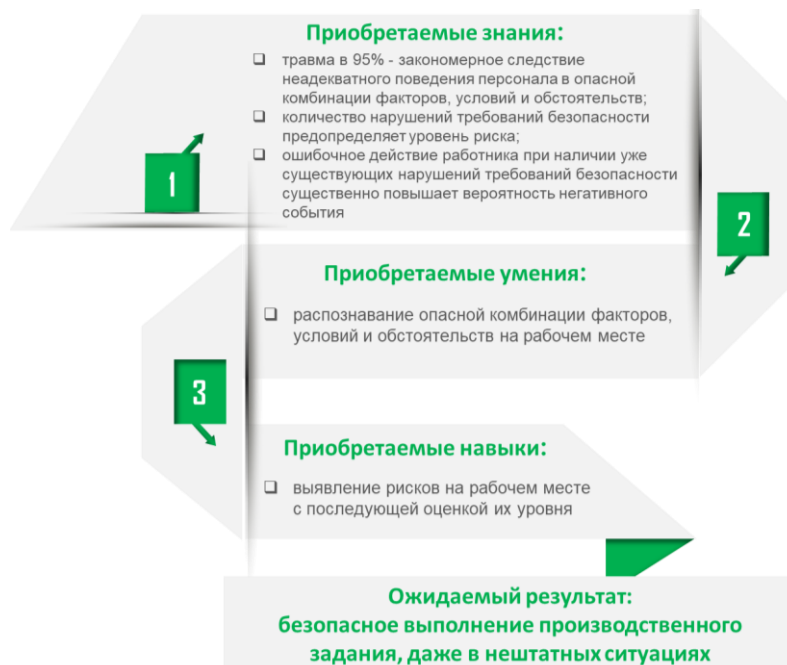


Рисунок 3 – Приобретаемые знания, умения, навыки в результате обучения по формированию безопасного поведения персонала ГДП  
Однократного проведения такого обучения недостаточно для формирования безопасного поведения, поскольку с течением времени происходит как утрата работником навыка безопасного поведения, так и его привыкание выполнять производственное задание

с отклонениями от требований безопасности из-за наличия в технологическом процессе опасных производственных ситуаций [3]. Требуется повторение и закрепление информации. В соответствии с кривой забывания Г. Эббингауза [4,5] обучение целесообразно проводить с периодичностью не менее, чем 1 раз в 3 месяца до наступления освоения безопасного поведения. После того как навык освоен, периодичность обучения может быть 1 раз в 6 месяцев.

**Заключение.** Обучение, направленное на формирование безопасного поведения персонала, позволяет работнику самостоятельно в оперативном режиме снижать вероятность получения травмы посредством выбора безопасных действий в текущей ситуации. В качестве одного из результатов такого обучения можно выделить снижение на одном из предприятий количества нарушителей требований безопасности в 2 раза. Таким образом, у персонала наблюдается трансформация отношения к обеспечению безопасности от позиции «иждивенца, которому должны обеспечить безопасные условия труда» к позиции «обеспечиваем безопасность вместе на всех уровнях производства».

### Список литературы

1. Виноградова, О.В. Роль персонала в обеспечении безопасности на угледобывающих предприятиях [Текст] / О.В. Виноградова // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2021. – № 2–1. С. 64–76. DOI:10.25018/0236-1493-2021-21-0-64-76
2. Дикий, С.В. Формирование риск-ориентированного мышления у персонала угледобывающих предприятий [Текст] / 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.
3. Смолин, А.В. Контроль риска травмирования, обусловленного отклонениями производственного процесса от требований безопасности [Текст] / А.В. Смолин, И.Е. Мазаник // Проблемы недропользования. – 2020. – № 4. – С. 129–135. DOI: 10.25635/2313-1586.2020.04.129.
4. Эббингауз, Г. Память: вклад в экспериментальную психологию [Текст] / Герман Эббингауз; перевод Генри Алфорда Ругера, Клары Э. Буссениус. – 1913. – Перевод изд.: Memory: A Contribution to Experimental Psychology. – [Hermann Ebbinghaus](#), – 1885.
5. Захаров, П. Культура безопасности труда: Человеческий фактор в ракурсе международных практик [Текст] / П. Захаров, С Пересыпкин. – М.: Интеллектуальная Литература, 2021. – 128 с.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЯВЛЕНИЙ ГОРНОГО ДАВЛЕНИЯ В ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТКАХ И РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЯ ПОВЫШЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ИХ КОНТУРОВ

ДЕМИН В.Ф.<sup>1</sup>, ДЕМИНА Т.В.<sup>2</sup>, ТЕТЕРЕВ Н.А.<sup>2</sup>, БАТАНИН Ф.К.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова»

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

*Аннотация.* Исследован механизм деформирования, сдвижения и обрушения пород в структурно нарушенном неоднородном горном массиве для оценки состояния породного массива вокруг горных выработок. Разработана технология крепления приконтурных пород с учетом состояния горного массива вокруг выработки и определены параметры эксплуатации анкерной крепи на шахтах для закрепления штанг в выработках в целях обеспечения безопасности ведения горных работ.

*Ключевые слова:* напряженно-деформированное состояние, технология, приконтурный массив горных пород, крепление горных выработок.

## RESEARCH OF MANIFESTED ROC PRESSURE IN PREPARATORY MINE WORKINGS AND DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR INCREASING THE STABILITY OF THEIR CONTOURS

DEMINS V.F.<sup>1</sup>, DEMINA T.V.<sup>2</sup>, N.A. TETEREV<sup>2</sup>, F.K. BATANIN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>NAO "Abylkas Saginov Karaganda Technical University"

<sup>2</sup>FGBOU VO "Ural State Mining University"

*Annotation.* The mechanism of deformation, moving and bringing down of breeds, is investigational in the structurally broken heterogeneous mountain range for the estimation of the state of pedigree array around the mountain making. Technology of fastening of приконтурных breeds of soil is worked out taking into account the state of mountain range round making and the parameters of exploitation of the roof bolting are certain on mines for fixing of barbells in making for providing of safety of conduct of mountain works.

*Keywords:* the stress-strain state of the technology, the marginal rock mass, fixing mine workings.

*Актуальность.* Углубление горных работ (до 800-900 м, таблица 1) ухудшило состояние пластовых выемочных выработок, 15–25 % которых ежегодно ремонтируется. Причем трудоемкость поддержания выработок резко растет с глубиной разработки (с 500 до 800 м – с 550 до 2000 чел./смен на 1 км).



Опорное давление от очистных работ распространяется на значительных расстояниях впереди забоя (10 – 50 м) и на краевых областях (до 15 - 20 м), где располагаются выемочные выработки. Постоянно влиянию очистных работ подвергаются 25 - 45 % общей протяженности подготовительных выработок.

Преимущественно применяемая на шахтах Карагандинского бассейна арочная трехзвенная крепь с несущей способностью в податливом режиме 140-220 кН и в жестком - 260-350 кН, и податливости 0,3 м не всегда является достаточной для сохранения выработок в пригодном для эксплуатации состоянии, что требует дополнительного применения жестких и податливых стоек, загромаждающих выработки и увеличивающих стоимость их поддержания, рамно-анкерной крепи в условиях значительных расслоений, смещений пород и динамических проявлений опорного давления, для снижения нагрузки по совместной их работе с приконтурным массивом.

Таблица 1 – Глубины разработки угольных пластов

Участки по районам, шахты	Существующая глубина разработки, м	Перспективная глубина разработки, м
Промышленного участка	650 - 810	750 - 910
Саранского участка	540 - 640	640 - 740
Центрального участка Шерубай - Нуринского района	570 - 600	600 - 670
Долинского и Караджаро- Шаханского участков	540 - 600	600 - 650
Тентекского района	540 - 600	600 - 650

В отличие от рамной крепи анкерная крепь может возводиться предварительно напряженной, поэтому сразу после возведения крепи повышается сцепление по плоскостям напластования пород или их трещинам. Анкерная система крепит породу, сохраняя ограничение движения кровли и позволяя горизонтальному напряжению удерживать кровлю на месте, не давая ей выпадать [1, 2].

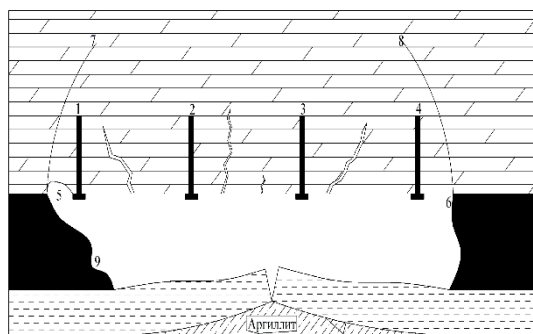
Наиболее полно отвечает условиям эксплуатации угольных шахт теория совместной работы анкерной крепи и вмещающих пород. Наилучший вариант крепления будет подобран тогда, когда рабочая характеристика крепи будет соответствовать деформационной характеристике приконтурного массива или измеренному напряжению внутри массива.

При использовании сталеполлимерных анкеров с закреплением по всей длине шнура увеличивается агрегатная прочность массива (приближенная к прочности нетронутого массива) и создается несущая балка. Анкер с полимерным составом оказывает высокое сопротивление сдвиганиям пород в самой начальной стадии, т.е. в тот момент, когда на деформирование приконтурного массива ещё можно повлиять [3, 4]. Рамная же крепь устанавливается без тампонажа закрепного пространства.

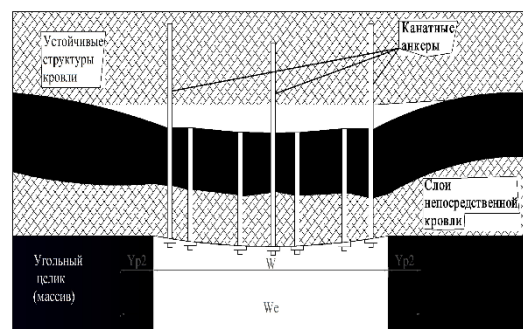
Существенным горно-техническим фактором, улучшающим состояние выработки, является несущая способность крепи. Как правило, на шахтах бассейна применяемая арочная металлическая крепь из спецпрофиля устанавливается через 1,0–0,5 м (редко через 0,25 м), что обеспечивает отпор от 20 до 50–70 кН/м<sup>2</sup>. Как показывает практика, такой реакции крепи совершенно недостаточно для эффективного поддержания выработок с ростом глубины разработки. Поэтому на шахтах применяется дополнительное усиление крепления выемочных выработок в зоне влияния очистных работ из крепи УКР под продольные профили, гидростоек или стоек трения, что увеличивает стоимость и трудоемкость поддержания.

Применение же сталеполлимерных анкеров обеспечивает устойчивость выработки за счет упрочнения в пределах свода слоистых пород кровли и механической связи контура выработки с частью приконтурного слоя вмещающего массива.

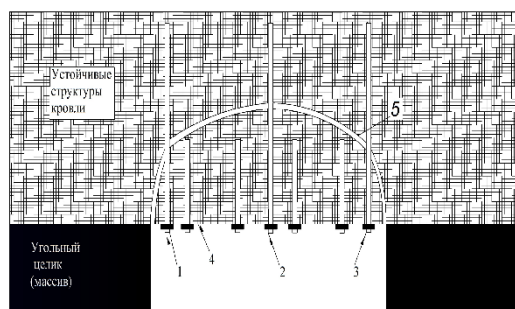
Анкерная крепь, работая на растяжение, удерживает анкеруемые породы от расслоения, сдвигания и разрушения. В породах со слоистой структурой слои неустойчивой непосредственной кровли либо прикрепляются (подшиваются) анкерами к устойчивой основной кровли, либо отдельные слои пород анкерами скрепляются в одну монолитную плиту, которая способна воспринимать нагрузку от вышележащих горных пород. В породах с неслоистой структурой анкера, закрепленные за пределами свода естественного обрушения, противостоят растягивающим усилиям в породах свода – рисунок 1.



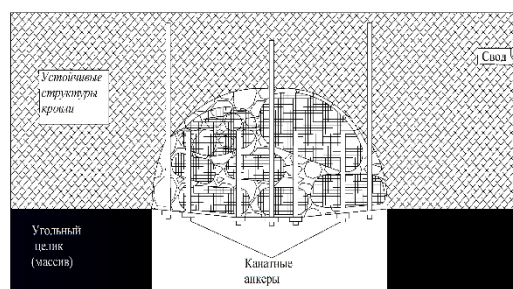
а)



б)



в)



г)

а) – при многослойной породной массе; б) – при малослойных породах кровли; в) – при прочных породах; г) – при малоустойчивых породах

Рисунок 1 – Схемы взаимодействия анкерной крепи с вмещающими породами

В связи с вышеизложенным, задачами исследований являются: обоснование методов управления состоянием массива сооружением рациональных крепежных конструкций; установление закономерностей перераспределения горного давления и параметров сдвижения горных пород, характера сдвижения заанкерированных пород при их разнообразном структурном строении и горно-технологических факторах; определение закономерностей проявления горного давления на крепь вне зоны и в зоне влияния очистных работ, смещений пород кровли, почвы, боков выработок; моделирование и установление параметров анкерного крепления горных выработок посредством эффективного упрочнения ослабленных зон.

**Исследования.** Факторами, влияющими на возможность применения любой конструкции крепи в подготовительных выработках, являются: прочность закрепления анкеров во вмещающих породах; размеры области опасных деформаций пород вокруг выработок; величина смещения пород кровли, боков за срок службы выработки и

предельная величина безопасного смещения (опускания) закрепленных пород кровли в выработке за срок ее службы.

В задачи исследований входило натурными наблюдениями установить: характер сдвижения горных пород при различном структурном их строении для наиболее типичных кровель выработок; определить особенности проявления горного давления на крепь, когда выработки расположены в зоне и вне зоны влияния очистного забоя.

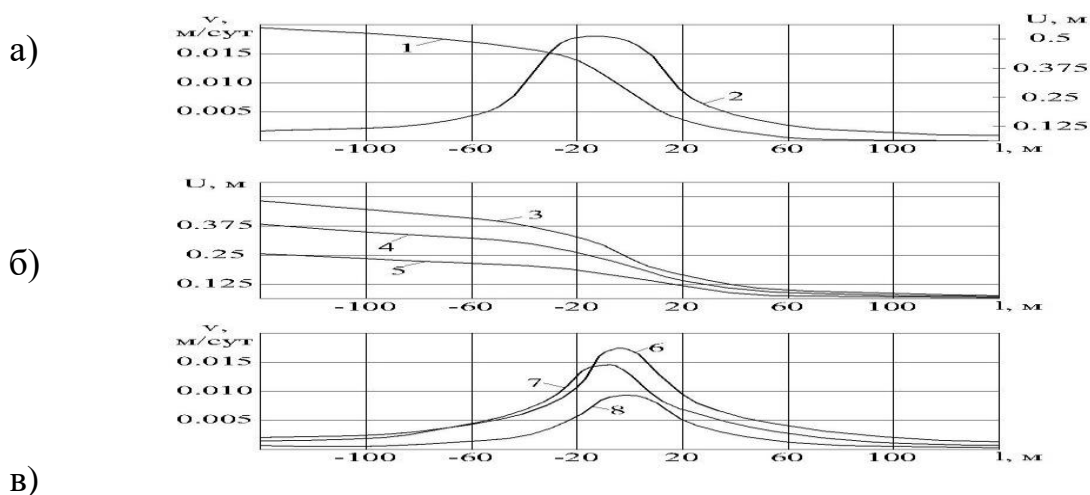
Замеры производились в конвейерном штреке 42к<sub>10-3</sub> шахты им. Кузембаева Карагандинского угольного бассейна, закрепленном различными видами крепи. Деформация контуров подготовительной выработки в зависимости от расстояния от очистного забоя ( $v$  – скорость, м/сут;  $U$  – абсолютные значения смещений, м) представлены на рисунке 2. Установлены опускания кровли  $\Delta h_k$ , сближения боков  $\Delta l_y$  на участке угольного пласта и  $\Delta l_n$  на участке подрывки и расслоения 1,5 - метрового слоя кровли  $\Delta h_p$ .

Исследования проводились в течение 200 суток с момента установки крепи в нетронутым массиве с целью определения закономерностей сдвижения вмещающих пород в выработках арочной формы, закреплённых рамной и комбинированной (анкерно-рамной) и анкерной крепью. Наиболее интенсивно кровля опускается в непосредственной близости от проходческого забоя. За первые сутки величина опускания кровли на участке с анкерной крепью составила 20 % опускания в течение всего периода наблюдений 200 сут, с арочно - рамной 30 % и с рамно-анкерной – 5 %, а за первые 10 сут – соответственно 35, 45 и 25 %. В начальный период в движение пришла значительная толща пород: за 10 суток репера на глубине 1,5 м опустилась на участке с арочной крепью на 10 мм, или 80 % всего опускания этого репера в нетронутым массиве, с анкерной – 35 мм (50 %) и с анкерно-рамной – 14 мм или 20 % (рисунок 3).

Период наблюдений за устойчивостью выработки составил 20 месяцев. Смещения пород кровли в 20 м перед лавой, в створе с лавой и 100 м позади неё соответственно составили: рамной крепью – 0,31, 0,49, 1,11 м; анкерно-рамной крепью – 0,07, 0,09, 0,21 м (или меньше в 3–4 раза).

Сближение кровли и почвы выработках составило 750 – 800 мм, из них 65 % смещений приходилось на пучение пород почвы. Конвейерные выработки были пройдены узким забоем и поддерживались позади лавы для повторного использования. Размер зоны опережающего опорного давления лавы составлял 120–130 м и в выработке наблюдалось интенсивное пучение почвы, деформация крепи. В 20 – 30 м впереди забоя лавы производилась подрывка пород почвы на глубину 0,8 – 1,0 м, сближение кровли и почвы в выработке на линии очистного забоя составило 0,126 м.

Для оценки нагрузочных характеристик анкерного крепления горных выработок в условиях шахты им. Кузембаева Карагандинского угольного бассейна при подготовке лавы 11к7-3, на протяжении 288 м исследован конвейерный штрек, закрепленный анкерной крепью. Крепление выработки производилось путем установки анкеров диаметром 22 мм, длиной 1,8 м по 5 штук в ряд, с расстоянием между рядами 0,7 м.



а) – 1 и 2 – сближение ( $U$ ) и интенсивность деформации ( $V$ ) пород кровли и почвы; б) – 3, 4 и 5 – опускание кровли, сближение боков и пучение почвы; в) – 6, 7 и 8 – скорость деформации кровли, боков и почвы

Рисунок 2 – Деформация контуров подготовительной выработки в зависимости от расстояния до очистного забоя

Максимальные вертикальные смещения пород кровли впереди линии очистного забоя в 10–20 м от лавы составляли 0,025–0,03 м с последующим затуханием на расстоянии 30-35 м. Смещение пород кровли в поддерживаемой части достигали величины 0,52–0,55 м. Величина вертикальных смещений на сопряжении конвейерного штрека с лавой составляло 0,025 – 0,045 м.

Произведенные расчеты показывают, что с ростом глубины разработки (до 750-800 м), увеличения сечения горных выработок (до 18-20 м<sup>2</sup>), при сроке поддержания 3-5 лет растут смещения пород кровли (0,3-0,5 м и более), почвы (0,4-0,6 м и более) на их контуре при нагрузке на крепь (до 800-900 кН), что требует повышенной плотности рамной крепи (2,6-2,7 рам/пог. м) и обуславливает повышенные затраты на проведение горных выработок.

Проведенные сравнительные исследования проявлений горного давления в выемочных выработках с различными видами крепления позволили установить характер их эксплуатационной работоспособности. При этом деформации выработок,

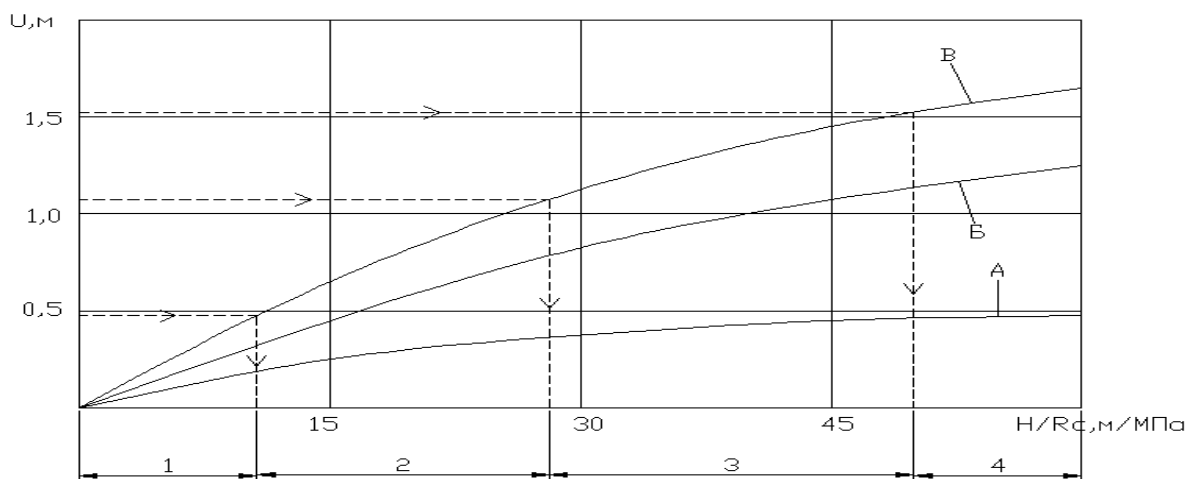
комбинированной анкерно-рамной крепью, меньше в 4-5 раз, чем при металлорамной крепи.

Важным является совмещение режимов работы анкерной податливой и металлорамной крепи (МРК), чтобы обеспечить высокую несущую способность с переходом от ограниченно податливого режима закрепленных анкеров в совместный жесткий режим работы с использованием самоподдержания массива окружающих пород [5, 6].

**Рекомендации.** Применение ограниченно податливой анкерной крепи, выполняющей роль компенсатора напряжений, позволит снять критические нагрузки и разгрузить крепь через свод вмещающих горных пород на его опорные пяты. Первое расслоение боковых пород происходит на расстоянии 1,6-2,0 м от контура выработки (через 20 минут после обнажения), что предопределяет условия срабатывания узлов податливости анкерной крепи на величину до 0,07-0,1 м с установкой анкеров под углом к напластованию.

На рисунке 3 приведён комплексный подход по снижению негативного влияния горного давления и обеспечения эксплуатационного состояния выемочных выработок при коэффициенте тяжести поддержания выработки  $K_m = H/R_c$  ( $R_c$  – среднее расчётное сопротивление пород сжатию, МПа).

При бесцеликовых системах разработки при  $K_m < 13$  сохранность выработок обеспечивается основной металлоарочной крепью ( $N_c = 200 \text{ кН}$ ).



А и Б – вне и в зоне влияния очистных работ; В – влияния очистных работ перед и за лавой; поддержание: 1– металлоарочной крепью; 2 – металлоарочной и анкерной крепью; 3 – металлоарочной, анкерной крепью и крепью усиления; 4 – металлоарочной, крепью усиления и податливой анкерной крепью

Рисунок 3 – Геомеханическое обоснование по креплению горных выработок для обеспечения их устойчивости

Применением ограниченно податливой крепи регулируется режимам работы анкеров с уменьшением вертикальных смещений и влиянием на формирование уменьшенной зоны растяжения: в большей степени – в кровле, в меньшей – боках выработки.

### Список литературы

1 Демин В.Ф., Баймульдин М.М., Демина Т.В. Оценка технологических схем развития горных работ в практике отработки угольных пластов. Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). № 3, 2013. – С. 5-15.

2 Демин В.Ф., Журов В.В., Демина Т.В. Разработке прогрессивной технологии и систем анкерного крепления подготовительных выработок с учетом геомеханического состояния массива горных пород. Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). № 2, 2013. – С. 18-25.

3 Векслер Ю.А., Демин В.Ф., Балабас А.Ю. Компьютерное моделирование напряженного состояния вокруг горных выработок (тезисы). Труды Международного симпозиума «Информационно-коммуникационные технологии в индустрии, образовании и науке», часть 3, 2012. – С. 68-70.

4 Демин В.Ф., Демина Т.В., Баймульдин М.М. и др. Компьютерное моделирование напряженного состояния приконтурных пород вокруг выработок (тезисы). Труды Международного симпозиума «Информационно-коммуникационные технологии в индустрии, образовании и науке», часть 3, 2012. – С. 109-111.

5 Демин В.Ф., Баймульдин М.М., Журов В.В. и др. Влияние угла установки анкерной крепи на деформации массива горных пород (тезисы). Материалы IX Международной научно-практической конференции «Ключевые аспекты научной деятельности», выпуск 16, Технические науки, Прцемисл–Прага (Чехия), Наука студия, 2013. – С. 68-72.

6 Демин В.Ф., Баймульдин М.М., Суров В.В. и др. Неупругие деформации в горном массиве подготовительных выработок в зависимости от условий поддержания (тезисы). Материалы IX Международной научно-практической конференции «Ключевые аспекты научной деятельности», выпуск 16, Технические науки, Прцемисл–Прага (Чехия), Наука студия, 2013. – С. 72-75.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ВЫРАБОТКАХ, ПРИЛЕГАЮЩИХ К ВЫЕМОЧНОМУ СТОЛБУ

ДЕМИН В.Ф.<sup>1</sup>, ДЕМИНА Т.В.<sup>2</sup>, БОПЕЖАНОВА Е.Н.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова»

<sup>2</sup> Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург, Россия

**Аннотация.** Исследован механизм деформирования, сдвижения и обрушения пород в структурно нарушенном неоднородном горном массиве для оценки состояния породного массива вокруг горных выработок. Разработана технология крепления приконтурных пород с учетом состояния горного массива вокруг выработки и определены параметры эксплуатации анкерной крепи на шахтах для закрепления штанг в выработках в целях обеспечения безопасности ведения горных работ.

**Ключевые слова:** напряженно-деформированное состояние, технология, приконтурный массив горных пород, крепление горных выработок.

## RESEARCH OF DEFORMATION PROCESSES IN PRODUCTION WORKINGS ADJACENT TO THE EXHAUST COLUMN

DEMINS V.F. <sup>1</sup>, DEMINA T.V. <sup>2</sup>, BOPEZHANOVA E.N. <sup>1</sup>

<sup>1</sup>NAO "Abylkas Saginov Karaganda Technical University"

<sup>2</sup>FGBOU VO "Ural State Mining University"

**Annotation.** The mechanism of deformation, moving and bringing down of breeds, is investigational in the structurally broken heterogeneous mountain range for the estimation of the state of pedigree array round the mountain making. Technology of fastening of приконтурных breeds of soil is worked out taking into account the state of mountain range round making and the parameters of exploitation of the roof bolting are certain on mines for fixing of barbells in making for providing of safety of conduct of mountain works.

**Keywords:** the stress-strain state of the technology, the marginal rock mass, fixing mine workings.

Проблема охраны и поддержания выемочных выработок на большой глубине в Карагандинском бассейне является достаточно актуальной в общей структуре процессов при существующей технологии добычи угля. Основная цель системы крепления – мобилизация и сохранение свойственной данному массиву прочности с тем, чтобы он становился самоподдерживающим.



Углубление горных работ ухудшило состояние пластовых выемочных выработок, 15–25% которых ежегодно ремонтируется. Причем трудоемкость поддержания выработок резко растет с глубиной разработки (с 500 до 800 м – с 550 до 2000 чел./смен на 1 км).

Опорное давление от очистных работ распространяется на значительных расстояниях впереди забоя (10–50 м) и на краевых областях (до 15–20 м), где располагаются выемочные выработки. Постоянно влиянию очистных работ подвергаются 25 - 45 % общей протяженности подготовительных выработок [1, 2].

Преимущественно применяемая на шахтах Карагандинского бассейна арочная трехзвенная крепь с несущей способностью в податливом режиме 140–220 кН и в жестком - 260–350 кН и податливости 0,3 м не всегда является достаточной для сохранения выработок в пригодном для эксплуатации состоянии, что требует дополнительно применения жестких и податливых стоек, загромаждающих выработки и увеличивающих стоимость их поддержания, рамно-анкерной крепи в условиях значительных расслоений, смещений пород и динамических проявлений опорного давления, для снижения нагрузки по совместной их работе с приконтурным массивом.

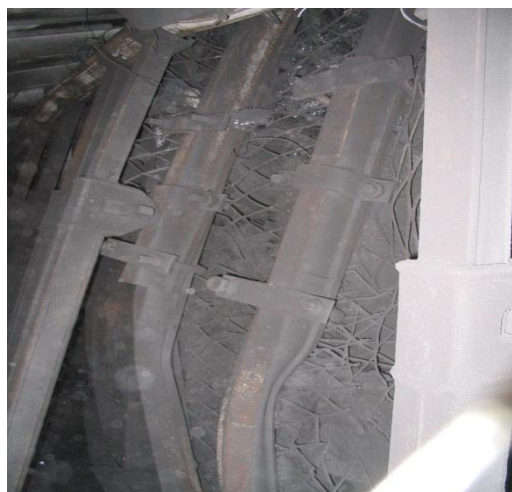
В отличие от рамной крепи анкерная крепь может возводиться предварительно напряженной, поэтому сразу после возведения крепи повышается сцепление по плоскостям напластования пород или их трещинам. Анкерная система крепит породу, сохраняя ограничение движения кровли и позволяя горизонтальному напряжению удерживать кровлю на месте, не давая ей выпадать.

При использовании сталеполимерных анкеров с закреплением по всей длине шпура увеличивается агрегатная прочность массива (приближенная к прочности нетронутого массива), и создается несущая балка. Анкер с полимерным составом оказывает высокое сопротивление сдвиганиям пород в самой начальной стадии, т.е. в тот момент, когда на деформирование приконтурного массива ещё можно повлиять. Рамная же крепь устанавливается без тампонажа закрепного пространства [3, 4].

Применение же сталеполимерных анкеров обеспечивает устойчивость выработки за счет упрочнения в пределах свода слоистых пород кровли и механической связи контура выработки с частью приконтурного слоя вмещающего массива. Постоянно влиянию очистных работ подвергаются 25 - 45 % общей протяженности подготовительных выработок. На шахтах Карагандинского бассейна кратность перекрепления выемочных выработок достигает величины 2, 3 и даже 4, при этом 15 – 25 % их ежегодно ремонтируется (рисунки 1 и 2).



деформация (верхнего крепления)



деформация стоек арочной крепи

Рисунок 1 - Условия поддержания выемочных выработок в зоне влияния очистных работ



в чистом виде



смешанное

Рисунок 2 - Анкерное крепление горных выработок

Все виды деформаций определяются изменением естественного напряженного состояния пород при проведении выработок. Они могут проявляться в результате влияний природных и технологических факторов в определенных местах.

Существующая тенденция применения бесцеликовой технологии отработки пластов требует изыскания надежных средств охраны подготовительных выработок, в первую очередь примыкающих к очистному пространству [5, 6].

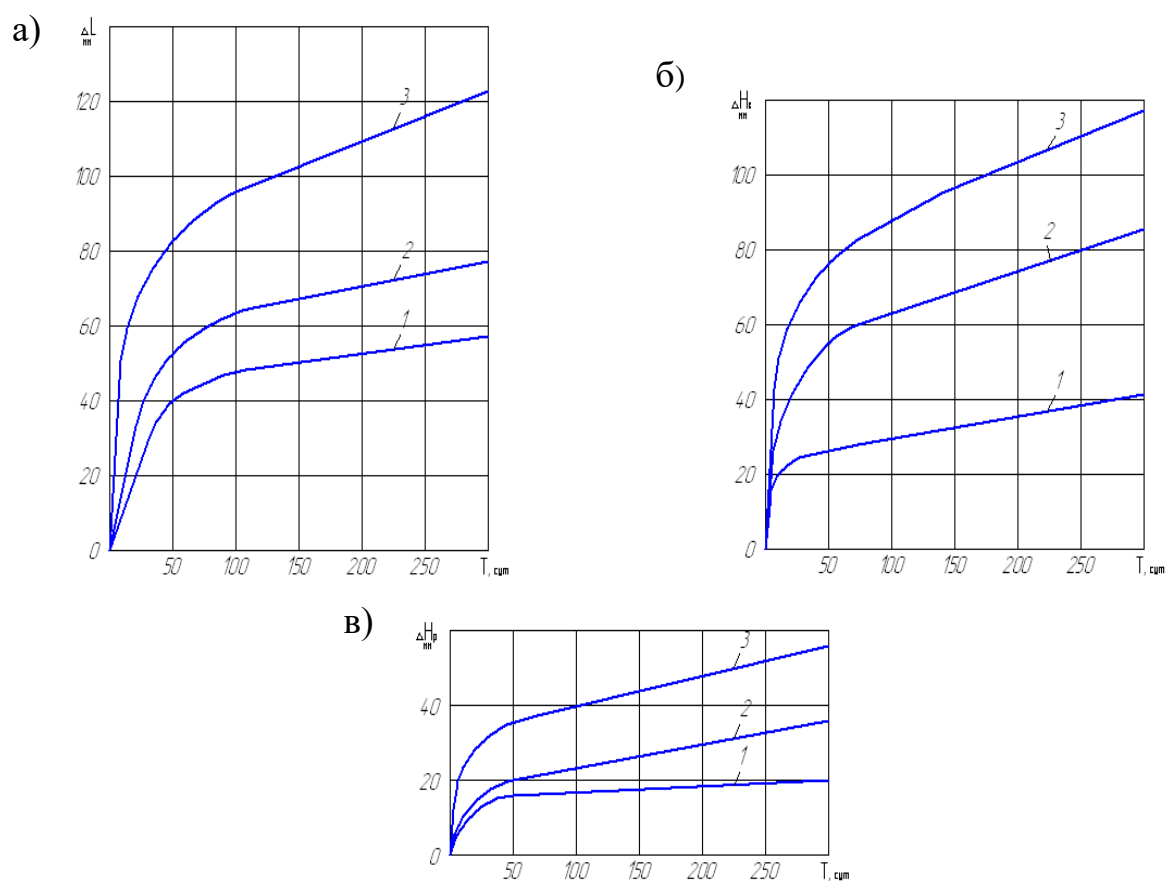
С увеличением глубины разработки до 800 м величина смещения пород резко возрастает, а затем наблюдается выполаживание кривых, так как сдвигание пород над выработкой за срок ее службы распространяется на глубину, не превышающую 900 м.

В связи с вышеизложенным, задачами исследований являются: обоснование методов управления состоянием массива сооружением рациональных крепежных конструкций; установление закономерностей перераспределения горного давления и параметров сдвижения горных пород, характер сдвижения заанкерированных пород при их разнообразном структурном строении и горнотехнологических факторах; определение закономерностей проявления горного давления на крепь вне зоны и в зоне влияния очистных работ, смещений пород кровли, почвы, боков выработок; моделирования и установления параметров анкерного крепления горных выработок посредством эффективного упрочнения ослабленных зон.

Для определения функциональных возможностей различных видов крепи проведены сравнительные исследования для установления характера проявления горного давления при анкерной, комбинированной и рамной крепях горных выработок и выявления работоспособности анкерной крепи – рисунок 3.

В задачи исследований входило натурными наблюдениями: установить характер сдвижения горных пород при различном структурном их строении для наиболее типичных кровель выработок; определить особенности проявления горного давления на крепь, когда выработки расположены в зоне и вне зоны влияния очистному забою.

С ростом глубины разработки (до 750-800 м), увеличения сечения горных выработок (до 18-20 м<sup>2</sup>), при сроке поддержания 3-5 лет, растут смещения пород кровли (0,3-0,5 м и более), почвы (0,4-0,6 м и более) на их контуре при нагрузке на крепь (до 800-900 кН), что требует повышенной плотности рамной крепи (2,6-2,7 рам/пог. м) и обуславливает повышенные затраты на проведение горных выработок.



а) - сближения боков на участках угольного пласта  $\Delta l_y$  и подрывки  $\Delta l_n$ ; б) - опускания кровли  $\Delta h_k$ ; в) - расслоение пород  $\Delta H_p$ ; при крепи: 1 – рамной; 2 – анкерной; 3 – анкерно – рамной.

Рисунок 3 – Деформирование массива пород вокруг подготовительной выработки

Проведенные сравнительные исследования проявлений горного давления в выемочных выработках с различными видами крепления позволили установить характер их эксплуатационной работоспособности. При этом деформации выработок, комбинированной анкерно-рамной крепью, меньше в 4-5 раз, чем при металлорамной крепи.

### Список литературы

1 Мартыненко И.И., Солуянов Н.О., Верещагин В.С. Аналитическое представление напряженного состояния массива в окрестности горной выработки с учетом срезающих усилий в анкерах// Перспективы развития Восточного Донбасса. Часть 1: сб. научных трудов /Шахтинский ин-т (филиал) ЮРГТУ – Новочеркасск, 2007. – С. 44 – 48.

2 Парчевский Л.Я., Шашенко А.Н. «О размерах области пластических деформаций вокруг выработок // Изв. ВУЗов. Горный журнал. №3, 1998.– С. 39-42.

3 Цай Б.Н., Бондаренко Т.Т., Бахтыбаев Н.Б. О дилатансии горных пород, Вестник КазНТУ, № 5.2008. – С. 45 – 50.

4 Ставрогин А.Н., Протосеня А.Г. Механика деформирования и разрушения горных пород. – М.: Недра, 1992. – 224 с.

5 Цай Б.Н., Сударииков А.Е. Механика подземных сооружений.– Караганда: Изд-во КарГТУ, 2007. – 159 с.

6 Демин В.Ф., Баймульдин М.М., Журов В.В., Демин В.В. и др. Влияние угла установки анкерной крепи на деформации массива горных пород (тезисы). Материалы IX Международной научно-практической конференции «Ключевые аспекты научной деятельности», выпуск 16, Технические науки, Прцемисл–Прага (Чехия), Наука студия, 2013. – С. 68-72.

7 Демин В.Ф., Баймульдин М.М., Суров В.В., Кушеков К.К. и др. Неупругие деформации в горном массиве подготовительных выработок в зависимости от условий поддержания (тезисы). Материалы IX Международной научно-практической конференции «Ключевые аспекты научной деятельности», выпуск 16, Технические науки, Прцемисл–Прага (Чехия), Наука студия, 2013. – С. 72-75.

## ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ ДЕФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТКАХ

ДЕМИН В.Ф.<sup>1</sup>, ДЕМИНА Т.В.<sup>2</sup>, КОЧНЕВА Л.В.<sup>2</sup> КУЗНЕЦОВ А.М.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова»

<sup>2</sup> Уральский государственный горный университет

*Аннотация.* Исследован механизм деформирования, сдвижения и обрушения пород в структурно нарушенном неоднородном горном массиве для оценки состояния породного массива вокруг горных выработок. Разработана технология крепления приконтурных пород с учетом состояния горного массива вокруг выработки и определены параметры эксплуатации анкерной крепи на шахтах для закрепления штанг в выработках в целях обеспечения безопасности ведения горных работ.

*Ключевые слова:* напряженно-деформированное состояние, технология, приконтурный массив горных пород, крепление горных выработок.

## ASSESSMENT OF PARAMETERS OF DEFORMATION PROCESSES IN PREPARATORY WORKINGS

DEMINS V.F.<sup>1</sup>, DEMINA T.V.<sup>2</sup>, L.V. KOCHNEVA<sup>2</sup>, A.M. KUZNETSOV<sup>2</sup>

<sup>1</sup>NAO "Abylkas Saginov Karaganda Technical University"

<sup>2</sup>FGBOU VO "Ural State Mining University"

*Annotation.* The mechanism of deformation, moving and bringing down of breeds, is investigational in the structurally broken heterogeneous mountain range for the estimation of the state of pedigree array around the mountain making. Technology of fastening of приконтурных breeds of soil is worked out taking into account the state of mountain range round making and the parameters of exploitation of the roof bolting are certain on mines for fixing of barbells in making for providing of safety of conduct of mountain works.

*Keywords:* the stress-strain state of the technology, the marginal rock mass, fixing mine workings.

Процессы управления горным давлением в технологии подземной добычи угля являются достаточно трудоемкими, поэтому вопросы их совершенствования, создания эффективных крепей являются важнейшей задачей угледобывающей промышленности.

Важнейшим условием нормальной работы шахт является своевременное проведение подготовительных выработок для воспроизводства очистного фронта. В настоящее время

применяемые крепи, несмотря на высокую материалоемкость, не всегда удовлетворяют горно-геологическим условиям, в которых они применяются, и не отвечают современным требованиям дальнейшего повышения эффективности и безопасности производства. Постоянное увеличение глубины разработки сопровождается усложнением условий ведения горных работ и ростом общей протяженности сети горных выработок.

На угольных шахтах зарубежной практике происходит неуклонное увеличение объемов использования анкерного крепления, доля которого сегодня составляет в Австралии – 87, Китае – 83, США – 52, России – 60 %, что приводит к снижению расхода металлопроката в 5–6 раз, а также бетона, лесоматериалов; повысить производительность работ при креплении выработок 3–5 раз; повысить темпы проходки в 2–3 раза; вдвое сократить затраты на крепление и поддержание крепи в рабочем состоянии во время эксплуатации. Вместе с тем, объемы применения этого вида крепи на шахтах Карагандинского бассейна в настоящее время не превышают 35 км (или 54 % от годового объема проводимых выработок). Одной из основных причин, препятствующих широкому внедрению анкерной крепи на шахтах является недостаточное понимание ее роли в процессе поддержания выработки, а также отсутствие нормативной базы, позволяющей с учетом конкретной геомеханической ситуации и опыта использования, обосновано принимать параметры крепления. В этой связи, исследования закономерностей и особенностей деформирования породного массива, вмещающего выработки с анкерным креплением для обоснования его рациональных параметров, являются актуальной задачей [1, 2].

Основными причинами незначительных объемов применения анкерного крепления выработок являются: усложнение горно-геологических и горнотехнических условий с переходом на глубину разработки более 600 м. Здесь существенно увеличились размеры зон опорного давления в окрестности очистных выработок и интенсивность проявлений горного давления в выработках. Возросли на 35–40 % площадь поперечного сечения выработок, в особенности выемочных штреков лав, и объемы бесцеликовой охраны выработок на границе с выработанным пространством, с расположением их в зонах сдвига и обрушения пород соседних отработанных лав; недостаточная изученность геомеханических процессов в породах вокруг выработок на нижних горизонтах и работоспособности анкерной крепи в этих условиях [3, 4].

Факторами, влияющими на возможность применения анкерной крепи в подготовительных выработках, являются: прочность закрепления анкеров во вмещающих породах; размеры области опасных деформаций пород вокруг выработок; величина смещения пород кровли, боков за срок службы выработки и предельная величина

безопасного смещения (опускания) закрепленных анкерами пород кровли в выработке за срок ее службы. По мере увеличения глубины разработки наблюдаются различные виды деформаций вмещающих пород и угля, которые обуславливаются сочетанием различных факторов. Все виды деформаций определяются изменением естественного напряженного состояния пород при проведении выработок. Они могут проявляться в результате влияния природных и технологических факторов в определенных местах [5-7].

Подготовительные выработки основного назначения прямоугольной (таблица 1), применяемой преимущественно (шириной 5 м и высотой 3,0-3,3 м) и арочной формы (высотой и шириной 4,7х3,3 м) поперечного сечения при комбинированной крепи (конвейерные штреки и бремсберги) закреплены анкерной крепью, который включает 12-14 сталеполимерных кровельных с шагом установки 0,5 между рядами (через один под штрипс) и 0,65 м в рядах и 4-6 стеклопластиковых боковых анкеров, преимущественно под штрипс (швеллер № 10, полосу 150х5 мм) с сетчатой затяжкой типа ММ поддерживаемого пространства. Кровельные анкера типа АМВ длиной 2,4 м, а боковые типа АМ длиной 1,6 м под углом 35–40° к напластованию, устанавливаемые с сеткой 1х1 м для полного заполнения шпура на 4 химические ампулы АМК-М. При арочной форме выработок применяется комбинированная крепь, состоящая из металлоарочной крепи из арок СВП 27 через 0,5 м и анкерной через 0,5 м в количестве 9 кровельных и 2 боковых (длиной 1,8 м) анкеров или без них с затяжкой металлической сеткой. В ослабленных зонах или с неустойчивыми боковыми породами дополнительно устанавливаются боковые стойки из профилей СВП 27 с закреплением анкерами к бокам выработки через 1 метр.

Прочность пород кровли изменяется от 20 до 40 МПа. Объем крепления составляет при проведении при креплении анкерной крепью в чистом виде полевых выработок 100–140 м/мес., пластовых 130–200 м/мес. - по углю на невыбросоопасных забоях и 90–120 м/мес. - по углю на выбросоопасных забоях, 120–180 м/мес. - по смешанным забоям. Объем крепления составляет при проведении при креплении смешанной крепью полевых выработок 60-100 м/мес., пластовых 140-200 м/мес. Для разрезных печей (размеры ширина-6,5 м, высота 2,5 м) темпы проходки 50-80 м/мес. Срок службы выработок составляет 3-4 года.



Таблица 1 – Плотность установки анкерного крепления в зависимости от площади поперечного сечения горной выработки шахт Карагандинского угольного бассейна

Площадь сечения выработки в свету, м <sup>2</sup>	Количество анкеров на м <sup>2</sup> , анк/км <sup>2</sup>	1.0	1.25	1.35	1.5	1.75	1.85	2.0
	Расстояние между анкерами в ряду, м	1.0	0.9	0.85	0.8	0.75	0.72	0.7
12,8	анкеров в ряду, анк/м	4.0	4.0	5.0	5.0	5.0	6.0	6.0
	анкеров, анк на 1 м, анк/м	4.0	4.4	5.9	6.2	6.7	8.4	8.6
14,4	анкеров: в ряду, анк/м	5.0	5.0	5.0	6.0	6.0	7.0	7.0
	анкеров: в ряду, анк на 1 м, анк/м	5.0	5.6	5.9	7.5	8.0	9.7	10.0
17,6	анкеров в ряду, анк/м	5.0	6.0	6.0	6.0	7.0	7.0	7.0
	анкеров, анк на 1 м, анк/м	5.0	6.7	7.0	7.5	9.4	9.7	10.0
20,3	анкеров в ряду, анк/м	6.0	6.0	7.0	7.0	8.0	8.0	8.0
	анкеров, анк на 1 м, анк/м	6.0	6.7	7.9	8.8	10.6	11.1	11.4

Для установления влияния горно-технологических факторов и параметров заложения выработок относительно элементов залегания угольных пластов на их устойчивость на шахтах Карагандинского угольного бассейна были проведены наблюдения 28 выработок. Для решения поставленной задачи были проведены наблюдения и проанализированы их результаты на комплексных замерных станциях в подготовительных выработках шахт им. Кузембаева, им. Костенко, «Саранская», «Тентекская», «Абайская», «Шахтинская», им. Ленина, «Казахстанская».

Анализ результатов производился с учетом следующих факторов: расположение выработки: в целике, в присечку, в зоне влияния очистных работ, вне ее; вид крепления: металлическое рамное, смешанное (металло-анкерное) и анкерное.

На основе полученных данных можно сделать следующие выводы. При расположении выработок вне зоны влияния очистных работ направление их заложения не играет существенной роли на их устойчивость. Так, разность между конвергенцией кровли-почвы не превышает 10 %, а уменьшение проектных сечений выработок составляет 0,8 %.

В зоне влияния очистных работ конвергенция со стороны кровли-почвы на 38 %, а со стороны боков на 35 %. Уменьшение проектного сечения выработок 45 %.

Анализ и обобщение состояния горно-подготовительных работ и обследования выработок шахт бассейна показали, что на стадии проходки примерно в 25–30 % из них происходят опасные деформации и потери устойчивости породных обнажений, в этом числе 40 % из них вне зоны влияния очистных работ и 60 % - в зоне влияния. Потери

устойчивости породных обнажений приводят к снижению скорости проведения выработок на 40–45 % и увеличению расхода крепежных материалов. Кроме того, 35–40 % несчастных случаев на горно-подготовительных работах обусловлены потерей устойчивости породных обнажений и обрушением пород кровли, и боков выработок.

В ходе анализа результатов шахтных наблюдений и материалов геолого-маркшейдерских служб шахт выявлены четыре наиболее характерные формы потери устойчивости породных обнажений пород кровли: прямоугольная образуется в основном из-за малого сцепления между слоями, мощность которых 0,2–0,6 м, прочность пород при сжатии 25–40 МПа; сводчатая полуциркулярная образуется, когда вывал равен или более полупролета выработки, предел прочности пород кровли при сжатии 30–40 МПа, расстояние между трещинами 0,2–0,3 м; сводчатая циркулярная образуется, когда вывал меньше или равен полупролету выработки, породы кровли однородные, разнородные, трещиноватые, предел прочности при сжатии 25–45 МПа, расстояние между трещинами 0,1–0,2 м; параболическая форма вывала встречается в однородных породах с пределом прочности при сжатии до 30 МПа, трещиноватых, расстояние между трещинами 0,01–0,1 м (более 8 трещин на 1 м).

Для наглядности более подробно рассмотрены условия поддержания конвейерного промежуточного штрека 45к<sub>7</sub>-з шахты им. Костенко Карагандинского угольного бассейна, поддерживаемого вслед за лавой.

Конвейерный штрек 45к<sub>7</sub>-з пройден прямоугольным сечением 15 м<sup>2</sup> по пласту к<sub>7</sub> с присечкой пород почвы на глубине 606–675 м. Крепление выработки – анкерное в чистом виде, с установкой 11 анкеров на 1 м в кровлю выработки и по 2 анкера в бока.

В кровле выработки залегают аргиллиты мощностью 0,5–0,7 м, прочностью  $\sigma_{сж}=15,7$  МПа, выше алевролиты  $m=5,3$  м,  $\sigma_{сж}= 33,7$  МПа, далее песчаники  $m=5,3$  м,  $\sigma_{сж}= 54,6$  МПа. Почва представлена алевролитами  $m = 1,85$  м,  $\sigma_{сж}= 33,7$  МПа, ниже песчаники  $m=1,5$  м,  $\sigma_{сж}= 54,6$  МПа.

На момент посещения очистной забой находился на ПК 105, участок выработки протяженностью 273 м (ПК 132+3 – ПК 105) поддерживается за лавой. Охрана выработки осуществляется следующим образом: со стороны выработанного пространства лавы устанавливаются два ряда рудстоек, шаг установки - 0,5 м; за рудстойками выкладываются клетки из леса 2 х 1 м, с шагом 3–5 м; на расстоянии 0,75–1,0 м от противоположной стенки выработки устанавливается 2 ряда рудстоек, расстояния между рядами 1,0–1,5 м, шаг установки – 1,0 м.

На основании анализа представленных материалов и результатов анализа выработки можно сделать следующие выводы: сечение выработки за лавой составляет – 6,8–9,6 м<sup>2</sup>, или

45-65 % от первоначального (15 м<sup>2</sup>); смещения кровли составили – 0,1-0,4 м, что свидетельствует о создании надежной заанкерованной породной «балке» из алевролитов, залегающих в кровле выработки, при этом имеющиеся смещения могут быть обусловлены наличием 0,5 м просоя слабого аргиллита (рисунок 1); наибольшие смещения наблюдаются в почве (от 0,2 до 1,3 м) и боках (от 0,1 до 1,1 м) выработки, что также свидетельствует о наличии заанкерованной «балки», препятствующей деформации контура выработки со стороны кровли, при этом перераспределение напряжений, в зоне опорного давления лавы происходит за счет деформаций на других более ослабленных контурах (рисунок 1); наибольшие деформации наблюдаются в почве, т.к. она ничем не укреплена, при этом наличие отрицательных смещений впереди очистного забоя объясняется проведенной подрывкой (ПК75-ПК102); меньшие по сравнению с почвой смещения боков выработки обусловлены установкой боковых анкеров, при этом большие деформации наблюдаются со стороны противоположной выработанному пространству лавы, что обусловлено влиянием консоли необрушенных пород и выводом из строя анкеров расположенных со стороны выработанного пространства; смещения пород имеют волнообразный характер, что свидетельствует о динамическом характере проявления опорного давления.

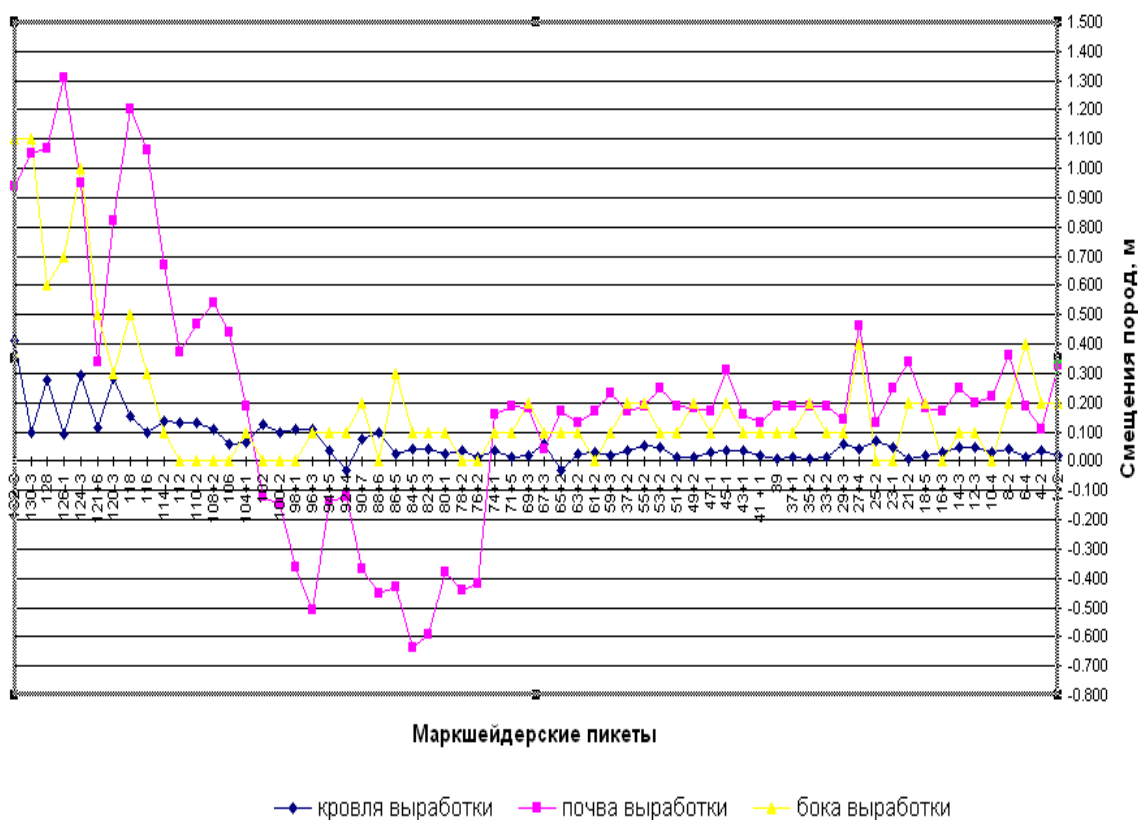
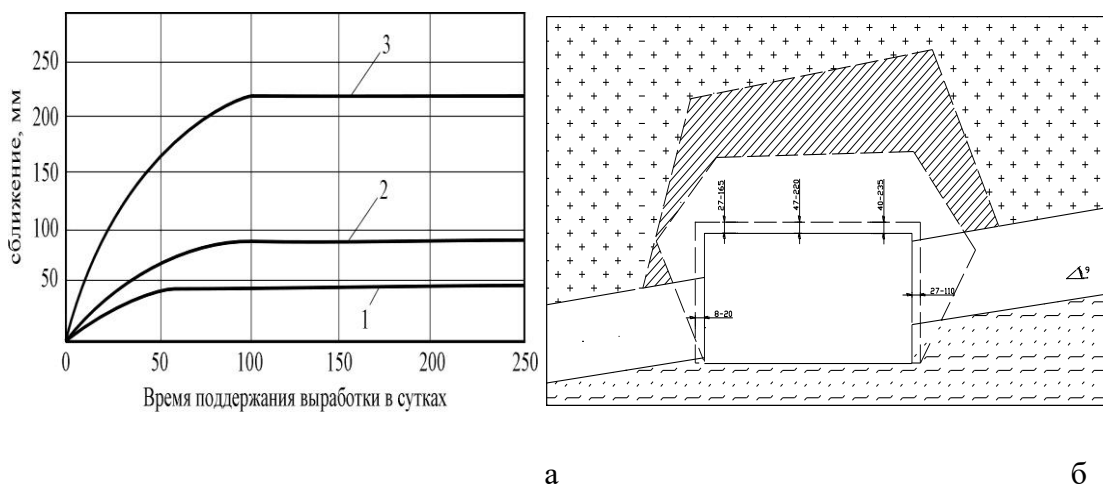


Рисунок 1—Конвергенция конвейерного штрека 45к<sub>7</sub>—з шахты им. Костенко Карагандинского угольного бассейна

Это явление обусловлено воздействием пород непосредственной кровли, защемленных наподобие консольной балки. Исходя из этого, можно предположить, что шаг обрушения непосредственной кровли составляет 8-12 м; анализ предоставленных данных и графиков конвергенции боковых пород показал, что зона опорного давления впереди лавы распространяется на 20-30м, позади очистного забоя на 15-20 м.

На рисунке 2 представлена динамика конвергенции выработки в зависимости от типа крепления.



а – смещения контуров: 1-анкерная крепь; 2-комбинированная крепь; 3-усиленная в зонах нарушений или опорного давления; б – геомеханика вокруг выработки.

Рисунок 2 - Динамика конвергенции выработки в зависимости от типа крепления

Проведенные исследования позволяют с достаточной достоверностью прогнозировать зоны геологических нарушений, аномальные зоны высоких напряжений, обследовать оконтуренные участки лав.

### Список литературы

1. Зубов В.П. Повышение эффективности разработки свит сближенных пластов на перспективных шахтах Кузбасса/ Зубов В.П., Фёдоров А.С., Бостанджиев Д.С. // Промышленная безопасность предприятий минерально-сырьевого комплекса в 21 веке. Том 2. Горный информационный бюллетень. М.: Издательство «Горная книга», 2017.-с. 42-49.
2. Zubov V.P., Nikiforov A.V. Features of Development of Superimposed Coal Seams in Zones of Disjunctive Geological Disturbances. International Journal of Applied Engineering Research ISSN 0973-4562 Volume 12, Number 5 (2017) pp. 765- © Research India Publications. <http://www.ripublication.com> 765.

3. Zubov V.P., Nikiforov A.V. and Kovalsky E.R. Influence of geological faults on planning mining operations in contiguous seams (Received 22 January, 2017; accepted 15 March, 2017). *Eco. Env. & Cons.* 23 (2): 2017; pp. (1176-1180) Copyright@ EM International ISSN 0971–765X\*.

4. Розенбаум М. А. Определение деформационных критериев устойчивости пород кровли и анкерной крепи/ Розенбаум М. А., Демехин Д. Н.// Журнал: «Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых», №2, 2014 – С. 82-87.

5. Управление геомеханическими процессами при ведении подземных горных работ. В.Ф. Демин, С.Б. Алиев, Т.К. Исабек, В.В. Мельник, В.Н. Долгоносков, К.К. Кушеков. Караганда, 2012. -278с.

6. Демин В.Ф., Баймульдин М.М., Демина Т.В. Оценка технологических схем развития горных работ в практике отработки угольных пластов. Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). № 3, 2013. – С. 5-15.

7. Демин В.Ф., Демина Т.В., Баймульдин М.М. и др. Компьютерное моделирование напряженного состояния приконтурных пород вокруг выработок (тезисы). Труды Международного симпозиума «Информационно-коммуникационные технологии в индустрии, образовании и науке», часть 3, 2012. – С. 109-111.

**РЕЗУЛЬТАТЫ МОНИТОРИНГА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ  
ШЛАКОВОГО ОТВАЛА ЗА ПЕРИОД НАБЛЮДЕНИЙ 2015-2021 гг.**

ЕЛОХИН В. А., ЗАМУРАЕВ И. В., БАРЫКОВ Д. М.

ФГБОУ Уральский государственный горный университет

*Аннотация.* Целью настоящих мониторинговых исследований является изучение степени влияния на поверхностные воды шлакового отвала. Отвал шлаков от производства вторичных алюминиевых сплавов расположен на левом берегу р. Пышма. Река Пышма является местным базисом эрозии. Гидрохимическое опробование поверхностных вод выполнялось в 2 точках: створы 1 и 2 на р. Пышме. Створ 1 расположен в 100 м выше устья Лиственного Лога, створ 2 – в 500 м ниже устья Лиственного Лога. Опробование проводилось четыре раза в год. Выполненные исследования позволяют сделать вывод о том, что шлаковый отвал не оказывает серьезного влияния на качество поверхностных вод. Значительное влияние на изменение качества поверхностных вод оказывают сезонные изменения, которые могут быть обусловлены целым рядом факторов, не имеющих отношения к деятельности предприятия.

*Ключевые слова:* поверхностные воды, шлаковый отвал, загрязнение, качество поверхностных вод, водородный показатель, аммоний, железо, фтор, нитриты, марганец, медь, мониторинг.

**RESULTS OF LAND WATER MONITORING IN THE SHLAK SIDE INFLUENCE  
AREA FOR THE 2015-2021 MONITORING PERIOD**

ELOKHIN V. A., ZAMURAEV I. V, BARYKOV D. M.

FGBOU VO "Ural State Mining University"

*Abstract.* The purpose of this monitoring study is to investigate the degree of impact on surface water of the slag dump. The slag dump from the production of secondary aluminum alloys is located on the left bank of the Pyshma River. The Pyshma river is a local base of erosion. Hydrochemical sampling of surface waters was performed at 2 points: gauges 1 and 2 on the Pyshma River. Site 1 was located 100 meters above the mouth of the Lisniveynaya Log, Site 2 was 500 meters below the mouth of the Lisniveynaya Log. The sampling was conducted four times a year. The performed studies allow us to conclude that the slag dump has no serious impact on surface water quality. A significant impact on the change of surface water quality is caused by

seasonal changes, which can be caused by a number of factors that have nothing to do with the activity of the enterprise.

**Keywords:** surface water, slag dump, pollution, surface water quality, hydrogen index, ammonium, iron, fluoride, nitrite, manganese, copper, monitoring

**Введение.** Все природные экосистемы, в пределах которых ведется хозяйственная деятельность, подвержены отрицательному воздействию различных антропогенных и техногенных факторов [1]. На территории Уральского федерального округа на протяжении многих лет наблюдается высокий уровень загрязненности поверхностных вод. Наиболее высокая степень загрязненности характерна для вод Свердловской и Челябинской областей. На территории Свердловской области р. Исеть в районе г. Екатеринбурга и р. Пышма в районе г. Березовского характеризуются крайне низким качеством воды – 5 класс «экстремально грязная» вода. Наиболее сильно загрязняют воду органические вещества, аммонийный и нитритный азот, соединения марганца, фосфор фосфатов [2-3]. Следовательно, мониторинг поверхностных вод имеет важное значение [4].

Целью настоящих мониторинговых исследований является изучение степени влияния на поверхностные воды шлакового отвала.

Основной водной артерией района расположения шлакового отвала является р. Пышма, протекающая в широтном направлении в 0,25 км от южной границы земельного отвода шлакового отвала. Ширина русла в пределах района варьирует от 50 до 70 м, глубина от 0,40 до 1,5 м. Расход р. Пышмы в летнее время составляет 3-5 м<sup>3</sup>/сек, зимой – 1-2 м<sup>3</sup>/сек.

Долина р. Пышмы характеризуется различными морфологическими чертами. В районе г. Сухого Лога она имеет каньонообразную форму шириной до 150 м со скальными выходами известняков. Здесь выделяются 1 и 2 надпойменные террасы, расчлененные глубокими сухими короткими логами временных потоков. На восток от с. Курьи долина р. Пышмы расширяется и приобретает асимметричное строение

Отвал шлаков от производства вторичных алюминиевых сплавов (код хранилища отходов 661) расположен на левом берегу р. Пышма (в 250 м от ее русла), в 300 м северо-восточнее расположенного на правом берегу р. Пышмы г. Сухого Лога, на местном водоразделе между р. Пышмой и расположенным к западу от отвала глубоко врезанным урочищем Лиственный Лог [5]. У берегового обрыва р. Пышмы тальвег открывающегося к реке Лиственного Лога длиной около 80 м имеет абсолютную отметку 110-115 м при абсолютной отметке его верховьев – 155-160 м. Севернее и северо-восточнее отвала шлаков также имеется лог, открывающийся в сторону Лиственного. Лиственный Лог большую

часть года сухой и лишь в периоды повышенной водности в его тальвеге отмечается сток и небольшая заболоченность. Абсолютные отметки естественного рельефа в основании отвала составляют от +157 м – в крайней северной части, до +162 м – в центральной и южной части отвала.

Река Пышма является местным базисом эрозии. Абсолютная отметка уреза воды в реке составляет 109,5 м, берега реки – обрывистые, в районе отвала высота берегового обрыва составляет 40-41 м, что обуславливает значительную мощность зоны аэрации прилегающей территории.

Гидрохимическое опробование поверхностных вод выполнялось в 2 точках: створы 1 и 2 на р. Пышме. Створ 1 расположен в 100 м выше устья Лиственного Лога, створ 2 – в 500 м ниже устья Лиственного Лога. Опробование проводилось четыре раза в год.

Динамику изменения контролируемых параметров, характеризующих поверхностные воды отражают рисунки 1-7.

В настоящее время на территории Российской Федерации критерием оценки качества воды является предельно допустимая концентрация (ПДК) содержащихся в ней веществ [6]. Как следует из рисунков характеристики воды, отобранной в створе 1, практически соответствуют таковым в створе 2. Такие параметры как водородный показатель (рисунок 1), содержания аммония (рисунок 2) и фтора (рисунок 6) в обоих створах за период наблюдений оставались практически на одном уровне. В то время как в обоих створах уменьшается количество железа (рисунок 3), увеличиваются содержания нитритов (рисунок 4) и марганца (рисунок 7). Наиболее высокие значения водородного показали, превышающие ПДК были зафиксированы в обоих створах в мае 2016 года. Следует отметить, что в этот период, кроме высоких значений водородного показателя, отмечались высокие концентрации аммония, меди и марганца. Высокие содержания железа, превышающие нормативы для вод рыбо-хозяйственного и хозяйственно-питьевого назначения, были зафиксированы 2020 году в створе, расположенном выше по течению от шлакового отвала. Количества нитритов, превышающие ПДК установлены в 2017 и 2020 гг. Следует отметить, что, как и в случае с железом, высокие содержания нитритов отмечены в створе 1, что может свидетельствовать о ином источнике загрязнения.



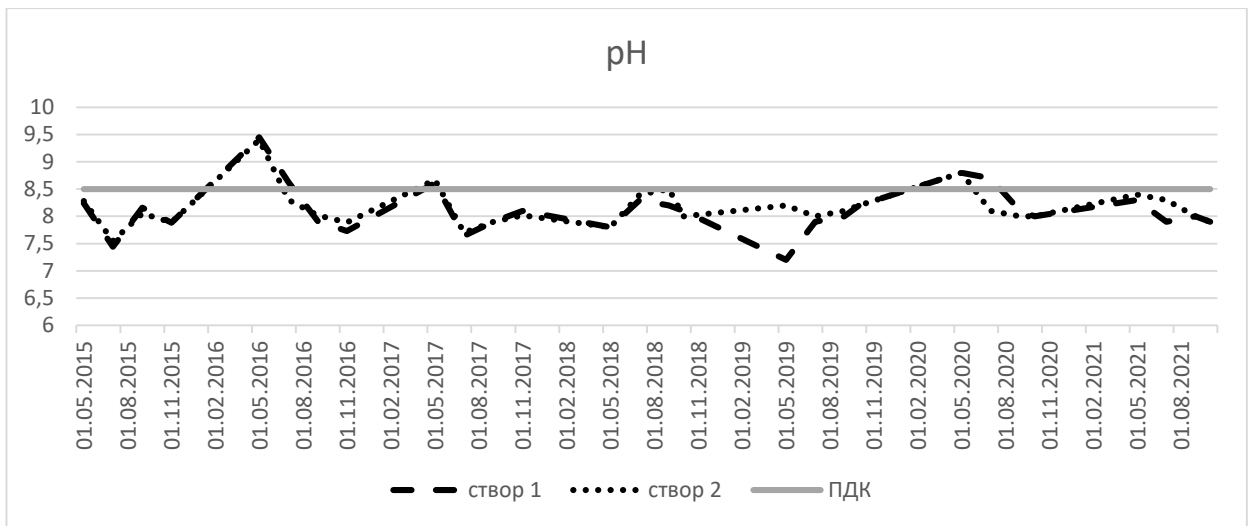


Рисунок - 1. Графики изменения величины водородного показателя в поверхностных водах за период наблюдений 2015-2021 гг

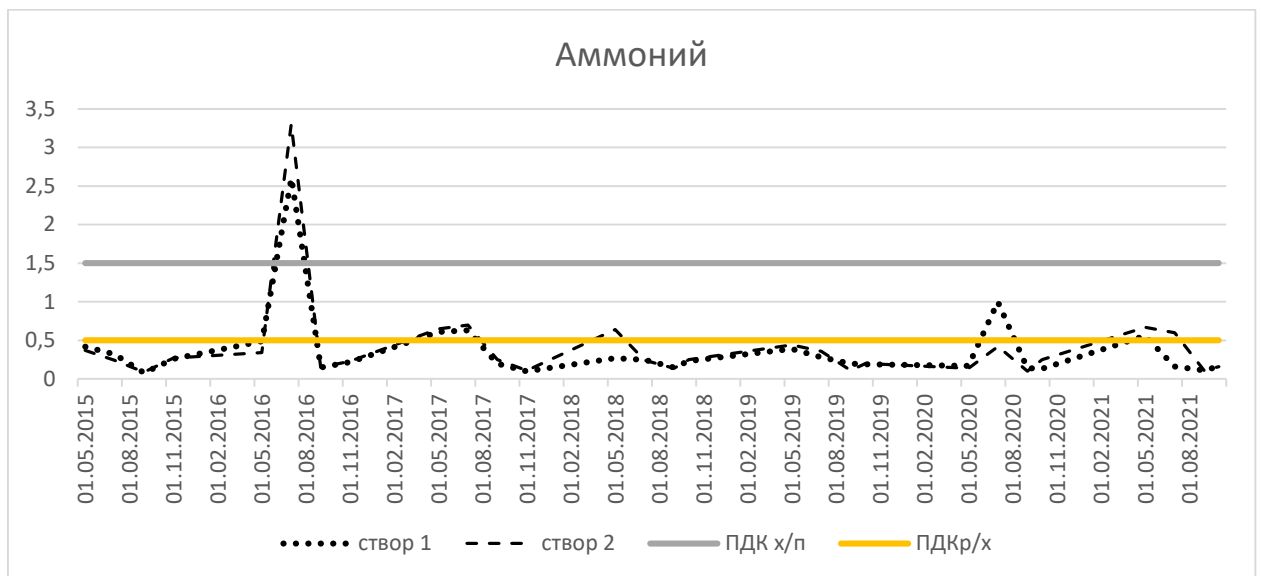


Рисунок - 2. Графики изменения содержания аммония в поверхностных водах за период наблюдений 2015-2021 гг

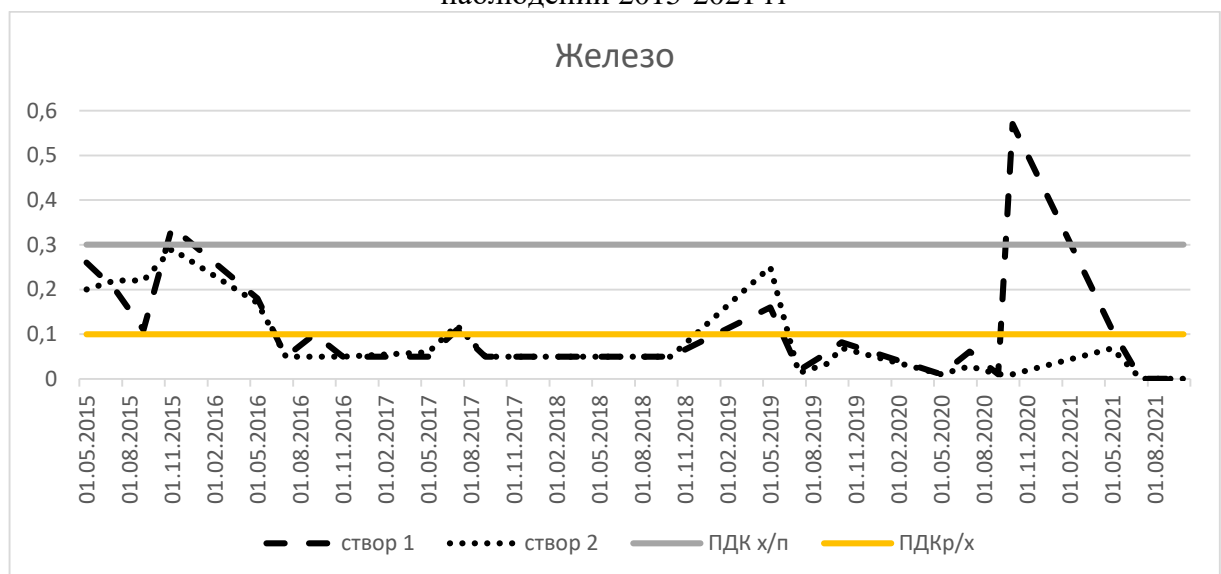


Рисунок 3. Графики изменения содержания железа в поверхностных водах за период наблюдений 2015-2021 гг

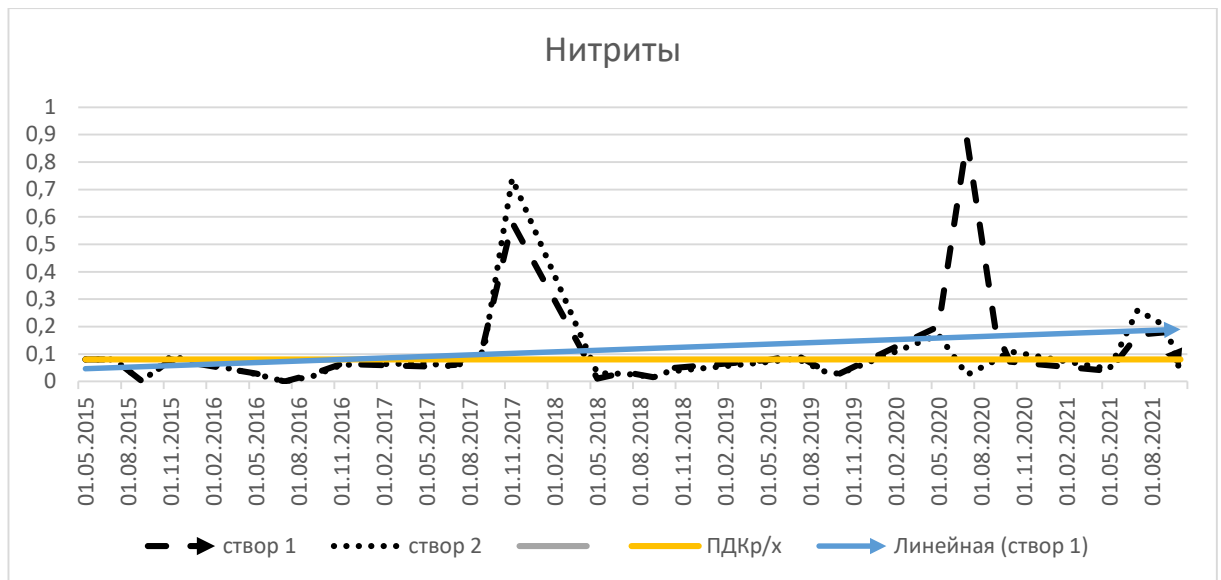


Рисунок - 4. Графики изменения содержания нитритов в поверхностных водах за период наблюдений 2015-2021 гг

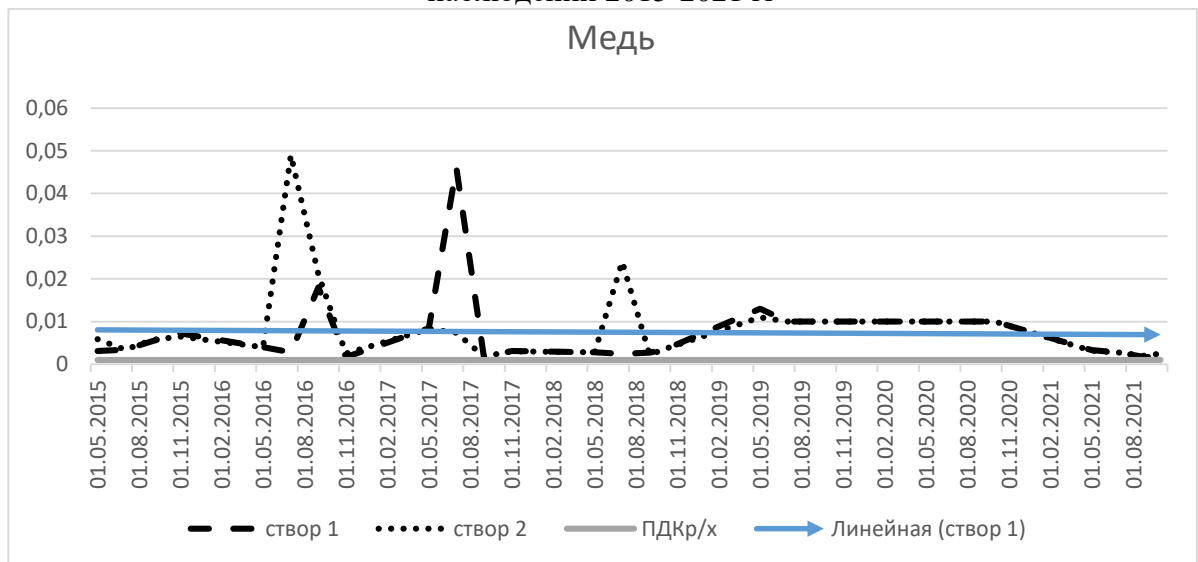


Рисунок - 5. Графики изменения содержания меди в поверхностных водах за период наблюдений 2015-2021 гг

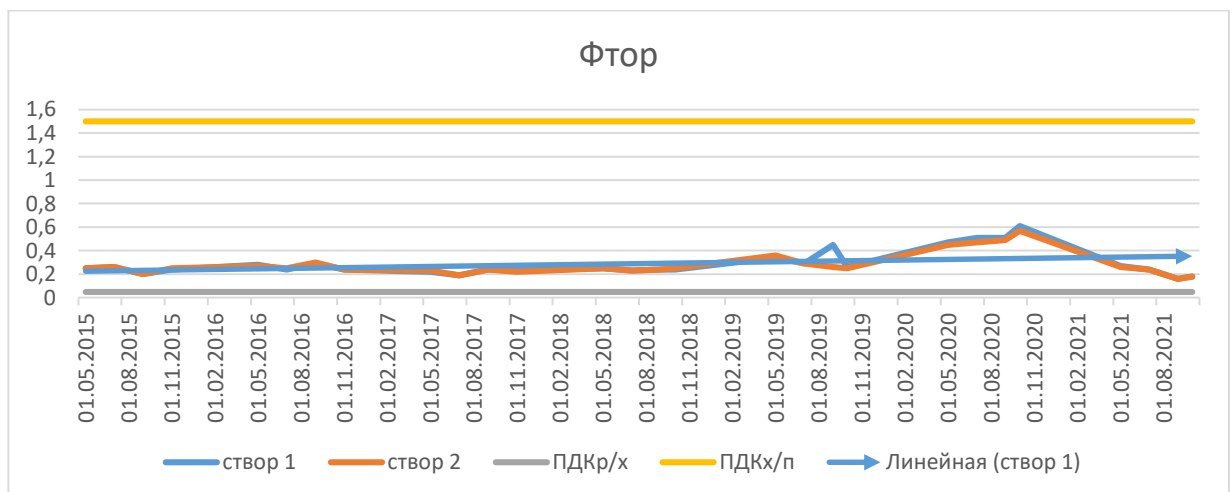


Рисунок - 6. Графики изменения содержания фтора в поверхностных водах за период наблюдений 2015-2021 гг

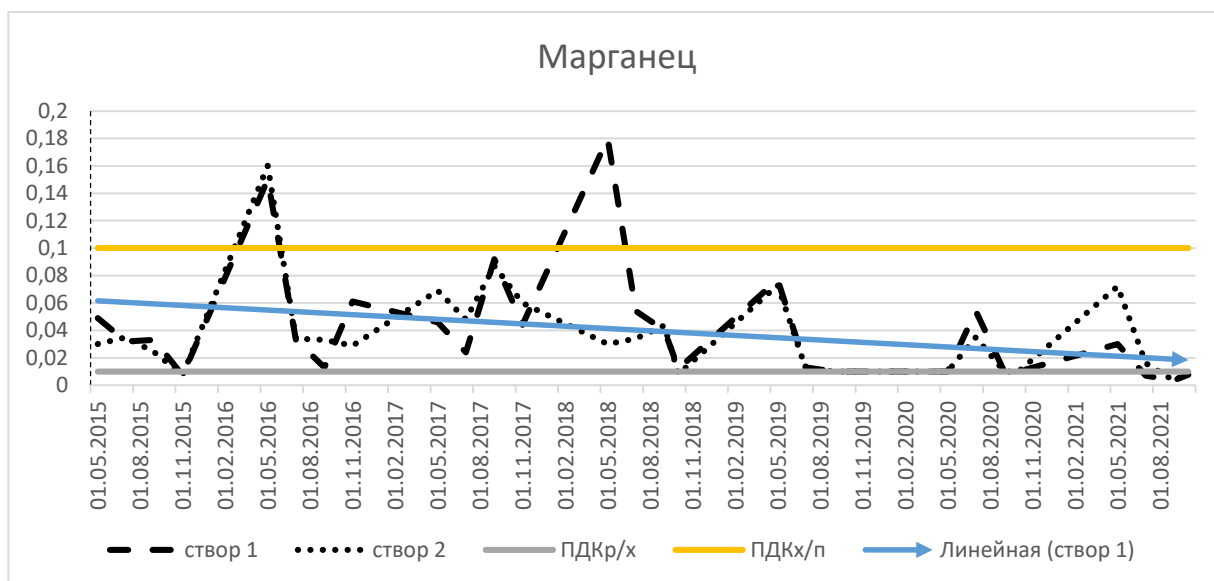


Рисунок - 7. Графики изменения содержания марганца в поверхностных водах за период наблюдений 2015-2021 гг

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод, что значительное влияние на изменение качества поверхностных вод оказывают сезонные изменения, которые могут быть обусловлены целым рядом факторов, не имеющих отношения к деятельности предприятия. Однако в отдельные периоды фиксируются превышения элементов, характерных для геохимических спектров подземных вод, что может свидетельствовать о некотором влиянии шлакового отвала на качество поверхностных вод (воды р. Пышма).

Выполненное биотестирование проб поверхностных вод показало, что все проанализированные пробы не оказывают острого токсического действия.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Корнилов С. В., Антонинова Н. Ю., Шубина Л. А., Собенин А. В. К вопросу об экологической реабилитации природной экосистемы, нарушенной при отработке Кольванского месторождения // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2020.- № 3-1. – С. 465-474. DOI: 10.25018/0236-1493-2020-31-0-465-474.
2. Ничипорова И.П., Лобченко Е.Е. Динамика уровня загрязненности поверхностных вод на территории федеральных округов «Современные проблемы гидрохимии и мониторинга качества поверхностных вод». Часть 1. – Ростов-на-Дону, 2020 с. 115-119
3. Государственный доклад О состоянии окружающей среды на территории Свердловской области в 2021 г. Екатеринбург – 2022. 364 с.
4. Слажнева С. С., Козырева Ю. В., Маурер М. А., Сидорова Д. Г. Оценка качества поверхностных вод (на примере реки Чумыш) // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture – 2022 - № 2 С. 296 - 311

5. Елохин В. А. Геохимическая трансформация почв в зоне влияния шлакового отвала за период 2006—2020 гг. // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2021. — № 11-1. — С. 98—110. DOI: 10.25018/0236\_1493\_2021\_111\_0\_98.
6. Григорьева И.Л., Комиссаров А.Б., Чекмарева Е.А. Трансформация качества воды Ивановского водохранилища и его малых притоков за многолетний период под воздействием природных и антропогенных факторов // Вопросы географии. 2018. №145. С. 337-346.

## ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ВЫБРОСОВ В АТМОСФЕРУ НА ЗДОРОВЬЕ ЖИТЕЛЕЙ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

ЗИЕНКО И. В., ЕЛОХИН В. А.

ФГБОУ Уральский государственный горный университет

**Аннотация.** Одной из причин заболеваемости населения является загрязнение атмосферного воздуха. Ведущими стационарными источниками загрязнения на Урале являются горнодобывающая, металлургическая и машиностроительная отрасли промышленности. В работе приведены данные по объемам выбросов загрязняющих веществ в атмосферу за период 2013-2022 годы и показана направленность процесса загрязнения. Рассмотрена заболеваемость населения Свердловской области.

**Ключевые слова:** атмосфера, выбросы, загрязняющие вещества, заболеваемость

### ASSESSMENT OF THE IMPACT OF EMISSIONS INTO THE ATMOSPHERE ON THE HEALTH OF RESIDENTS OF THE SVERDLOVSK REGION

ZIENKO I. V., ELOKHIN V. A.

Federal State Budgetary Educational Institution Ural State Mining University

**Annotation.** One of the causes of morbidity in the population is air pollution. The leading stationary sources of pollution in the Urals are the mining, metallurgical and engineering industries. The work provides data on the volume of emissions of pollutants into the atmosphere for the period 2013-2022 and shows the direction of the pollution process. The morbidity rate of the population of the Sverdlovsk region is considered.

**Key words:** atmosphere, emissions, pollutants, morbidity

В Российской Федерации хронические неинфекционные заболевания являются причиной 75 % всех смертей, включая: 57 % – от болезней системы кровообращения, 14 % - онкологических заболеваний. Экономический ущерб от хронических неинфекционных заболеваний по разным оценкам составляет около 1 трлн руб. в год. Одной из причин заболеваемости населения является загрязнение атмосферного воздуха. В ряде городов Свердловской области загрязнение атмосферного воздуха отдельными вредными

веществами периодически превышает уровни ПДК. Ведущими стационарными источниками загрязнения на Урале являются горнодобывающая, металлургическая и машиностроительная отрасли промышленности [1-2]. Следовательно, оценка и управление состоянием атмосферного воздуха населенных пунктов является одной из основных задач в области охраны окружающей среды.

В качестве оценки атмосферного воздуха используются три основных показателя загрязнения атмосферы: стандартный индекс или наибольший единичный индекс загрязнения – СИ, наибольшая повторяемость превышений ПДК – НП и комплексный индекс загрязнения атмосферы приоритетными веществами – ИЗА [1-2].

СИ, безразмерный – наибольшая измеренная за оцениваемый период времени концентрация примеси, деленная на ПДК, из данных измерений на посту за одной примесью или на всех постах за одной примесью, или на всех постах за всеми примесями;

НП, % – наибольшая повторяемость превышения ПДК из данных измерений на посту за одной примесью, или на всех постах за одной примесью или на всех постах за всеми примесями;

ИЗА, безразмерный – комплексный индекс загрязнения атмосферы по пяти приоритетным веществам, определяющий состояние загрязнения атмосферы в городе (определяется как сумма единичных индексов загрязнения пяти приоритетных загрязнителей, приведенных к вредности диоксида серы).

Оценка уровней загрязнения атмосферного воздуха проводится по четырём категориям: низкий, повышенный, высокий и очень высокий. Уровень загрязнения атмосферного воздуха в городе определяется по максимальному значению одного из трёх критериев: СИ, НП, ИЗА. При этом если ИЗА, СИ и НП попадают в разные категории, то степень загрязнения воздуха оценивается по ИЗА.

В таблице 1 и на рисунке 1 приведены суммарные выбросы загрязняющих веществ Свердловской области.

В таблице 2 показаны основные загрязняющие вещества.

Таблица 1 - Выбросы загрязняющих веществ в Свердловской области, тыс. т

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Выброшено в атмосферу загрязняющих веществ, (тыс. тонн)	1097	1021	984	906	928	857	898	783	784	796

Таблица 2 - Динамика выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников Свердловской области, тыс. тонн

Загрязняющие вещества	Годы				
	2013	2014	2015	2016	2017
твердых веществ	234,6	217,6	166,5	132,6	134,4
газообразных и жидких веществ	862,6	803,6	817,4	773,8	793,4
диоксид серы	288,2	274,7	266,1	237,2	221,6
углеводороды (без ЛОС) из них:.. оксид углерода	277,3	261,9	263,9	263,3	266,2
оксиды азота	167,0	149,1	146,4	136,0	151,4
углеводороды	113,3	100,9	124,3	121,3	133,1
летучие органические соединения (ЛОС)	10,6	11,2	11,1	9,9	13,9
прочие газообразные и жидкие	6,2	5,8	5,6	6,1	7,2
Всего	1097,3	1021,2	983,9	906,4	927,8

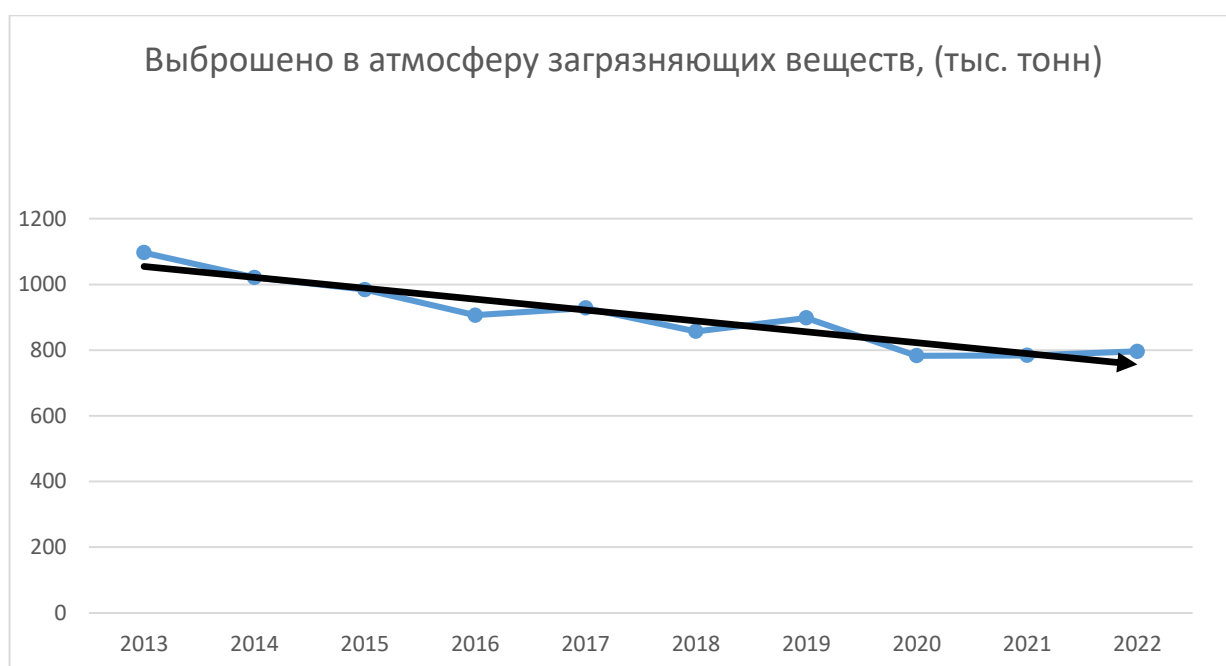


Рисунок 1 - Динамика общего количества выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух Свердловской области

Как следует из рисунка 1 объемы выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух имеют отчетливо выраженную тенденцию к уменьшению с незначительными вариациями по годам. Анализ показателей качества атмосферного воздуха в городских и сельских поселениях также свидетельствует о снижении уровня загрязнения атмосферы. Однако, как следует из рисунков 2-3 количество выбросов в атмосферу летучих органических соединений и прочих газообразных и жидких загрязняющих веществ растет.

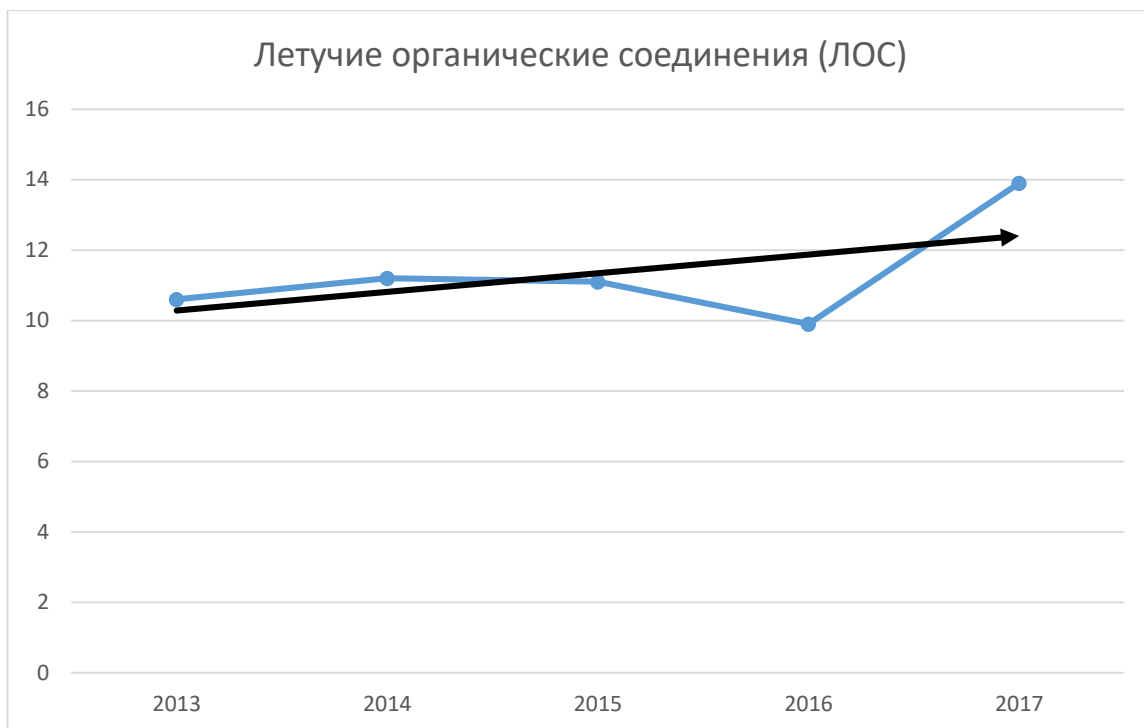


Рисунок 2 - Динамика выбросов летучих органических соединений в атмосферный воздух Свердловской области

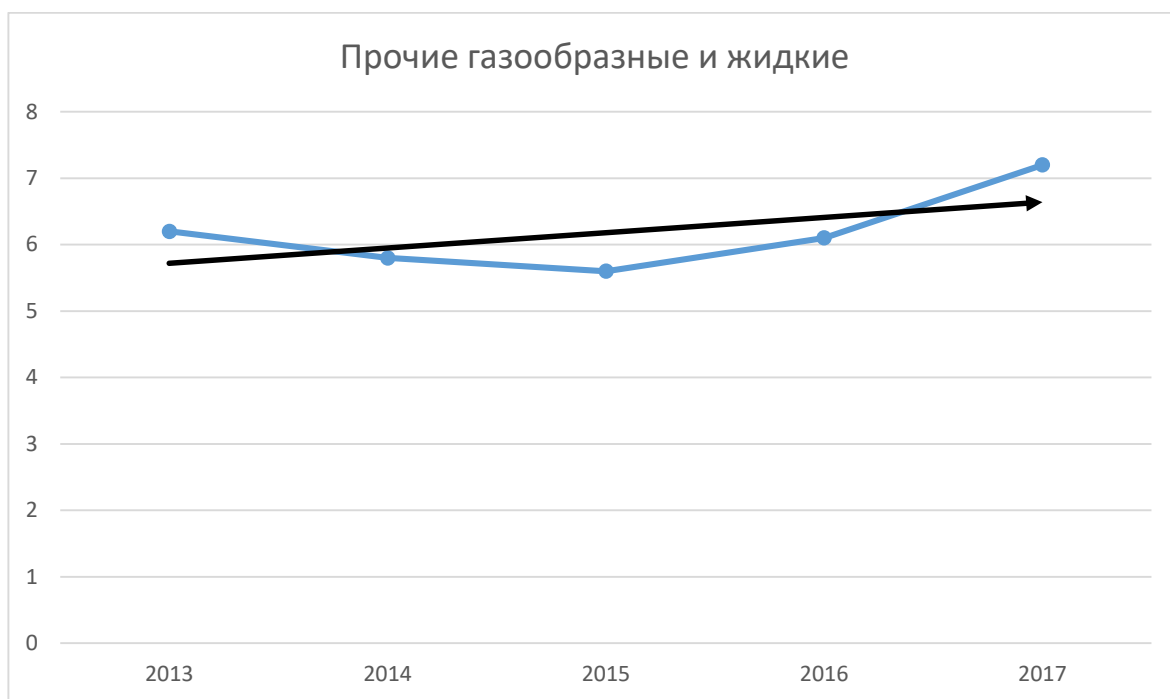


Рисунок 3 - Динамика выбросов прочих газообразных и жидких загрязняющих веществ в атмосферный воздух Свердловской области



В таблице 3 и на рисунках 4-6 отражены общая заболеваемость и некоторые болезни.

Таблица 3 - Заболеваемость в Свердловской области [1-2]

Заболевания	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Зарегистрировано заболеваний (тыс.)	3310,9	3234,1	3151,7	3256,5	3282,3	3174,6	3351,3	3405,6	4001,4	4228,6
болезни нервной системы (тыс.)	71,0	67,5	71,2	73,9	70,3	56,3	64,0	55,3	59,7	62,1
болезни глаза и его придаточного аппарата (тыс.)	149,5	140,2	133,9	133,2	147,9	136,1	133,4	117,6	125,3	136,6
болезни системы кровообращения (тыс.)	121,3	115,4	117,2	118,0	122,3	125,6	145,6	129,0	130,3	145,2
болезни органов дыхания (тыс.)	1390,2	1357,2	1372,6	1411,2	1474,3	1481,2	1609,2	1703,2	1939,4	2109,5
болезни органов пищеварения (тыс.)	106,2	137,4	111,3	168,6	115,2	108,2	127,9	100,6	113,2	125,0
болезни кожи и подкожной клетчатки (тыс.)	191,0	185,5	166,2	154,7	146,7	142,9	125,6	106,8	115,1	114,1

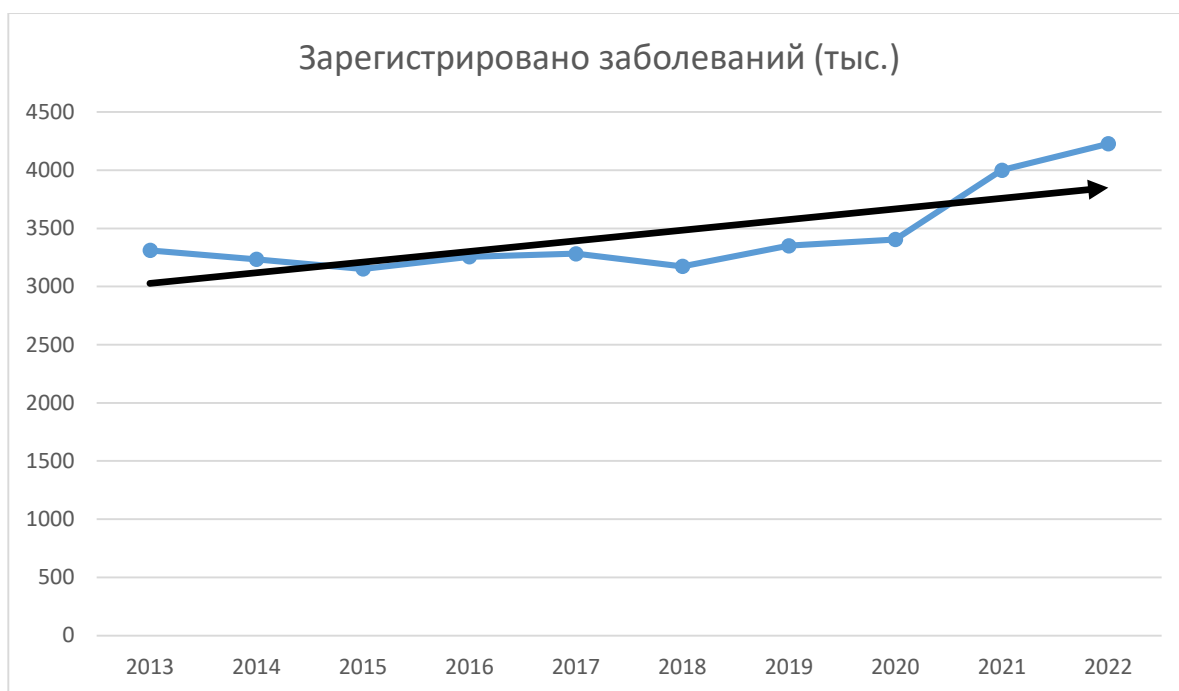


Рисунок 4 – Динамика общей заболеваемости

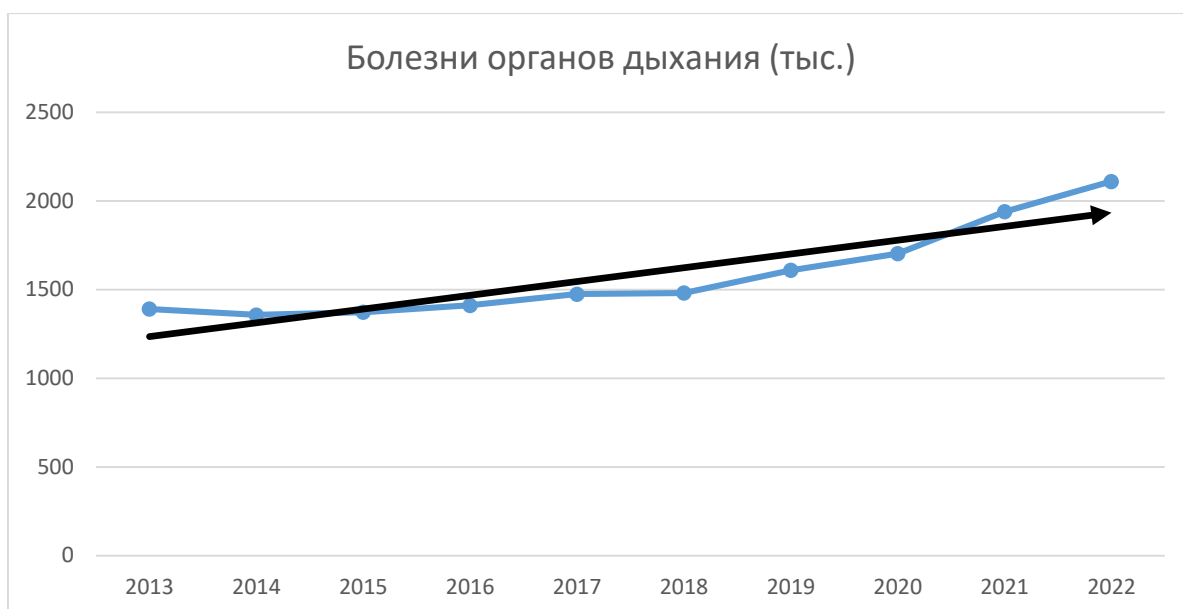


Рисунок 5 – Динамика заболеваемости органов дыхания

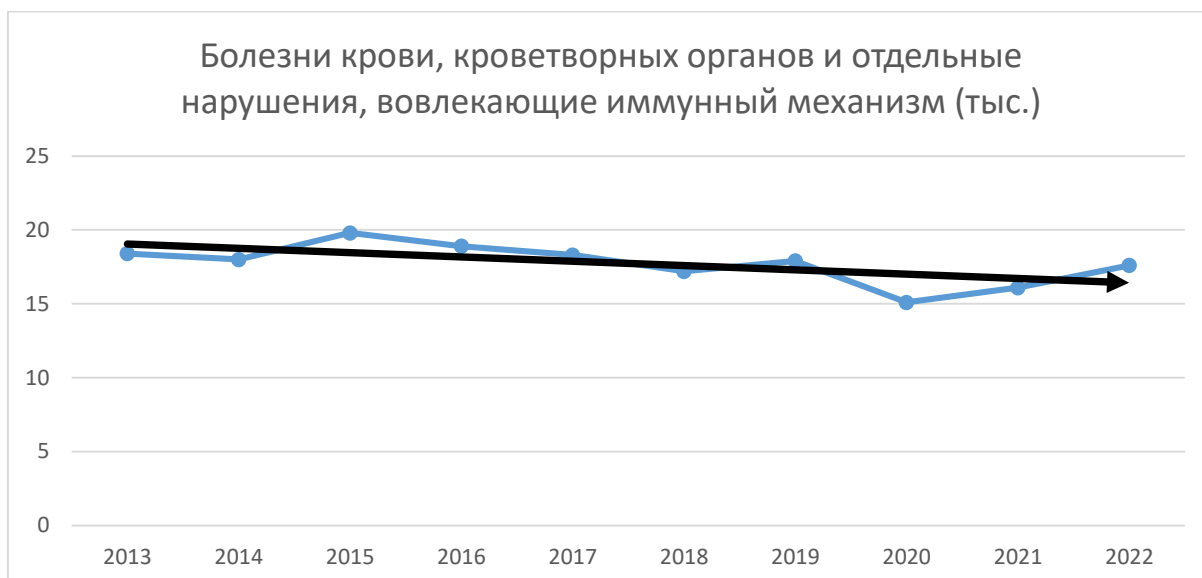


Рисунок 6 - Динамика заболеваемости, обусловленной болезнью крови, кроветворных органов и отдельными нарушениями, вовлекающими иммунный механизм

Как следует из таблицы и рисунков общая заболеваемость и заболеваемость органов дыхания имеют четко выраженную тенденцию к росту, что коррелируется с количеством выбросов летучих органических соединений и прочих газообразных и жидких загрязняющих веществ.

По результатам социально-гигиенического мониторинга приоритетными загрязнителями атмосферного воздуха селитебных территорий Свердловской области являются: взвешенные вещества, пыль, диоксид серы, диоксид азота, оксид азота, оксид углерода, сажа, гидроксibenзол, формальдегид, бенз(а)пирен, фторид водорода, хлорид

водорода, твердые фториды, гидрохлорид, серная кислота, сероводород, аммиак, железо, свинец, мышьяк, марганец, медь, кадмий, ртуть, алюминий, титана диоксид, ванадия пятиокись, хром<sup>+6</sup>, хром<sup>+3</sup>, бензол, толуол, ксилол, этилбензол, бутилацетат, ацетон, акролеин, бензин, масло минеральное, углеводороды. В результате оценки рисков для здоровья населения, обусловленных загрязнением атмосферного воздуха, приоритетными являются: риск дополнительных случаев смерти в связи с воздействием взвешенных частиц и диоксида серы; риск дополнительных случаев онкологических заболеваний на протяжении всей жизни в связи с влиянием бенз(а)пирена и формальдегида. Среднее значение индивидуального канцерогенного риска бенз(а)пирена –  $4,1 \times 10^{-5}$ , формальдегида –  $5,7 \times 10^{-6}$  [1-2]. Данные риски подлежат постоянному контролю.

### **Список литературы**

1. Государственный доклад о состоянии окружающей среды на территории Свердловской области в 2021 году. Екатеринбург 2022
2. Государственный доклад о состоянии окружающей среды на территории Свердловской области в 2022 году. Екатеринбург 2023

**К ВОПРОСУ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМ АКТИВНОГО  
ШУМОПОДАВЛЕНИЯ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ВРЕДНОГО ВЛИЯНИЯ  
НИЗКОЧАСТОТНЫХ ВИБРОАКУСТИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ НА  
РАБОТНИКОВ В ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

ЛОНСКИЙ О. В., ПЧЕЛИН Д. Р.

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

*Аннотация.* Целью работы является рассмотрение вопроса о возможности применения систем активного шумоподавления для снижения вредного влияния низкочастотных виброакустических колебаний на работников в горнодобывающей промышленности.

На многих существующих предприятиях нет информации о воздействии инфразвука, на организм работников, а защита от них на производстве затрудняется их свойствами.

Низкочастотные акустические колебания выше ПДУ негативно влияют на здоровье работников.

Применение звукопоглощающих материалов и звукоизоляции для борьбы с низкочастотными виброакустическими факторами не эффективно.

Обычные средства индивидуальной защиты органов слуха, могут оказывать ограниченную защиту от низкочастотных виброакустических факторов.

В статье приведен состав системы активного шумоподавления.

В заключении приводятся основные выводы по выполненной работе.

1. Необходимо активизировать проведение исследований для борьбы с низкочастотным шумом и инфразвуком в горнодобывающей промышленности методом активного шумоподавления в местах превышения значений ПДУ.

2. Для проведения исследований требуется применение современного оборудования.

*Ключевые слова:* низкочастотные виброакустические колебания, активное шумоподавление, горнодобывающая промышленность, инфразвук.

# ON THE ISSUE OF THE USE OF ACTIVE MONITORING SYSTEMS NOISE REDUCTION TO REDUCE THE HARMFUL EFFECTS OF LOW- FREQUENCY VIBRO-ACOUSTIC VIBRATIONS ON WORKERS IN THE MINING INDUSTRY

LONSKIY O. V., PCHELIN D. R.

Perm National Research Polytechnic University

**Annotation.** The aim of the work is to consider the possibility of using active noise reduction systems to reduce the harmful effects of low-frequency vibro-acoustic vibrations on workers in the mining industry. In many existing enterprises, there is no information about the effects of infrasound on the body of workers, and protection from them in production is hampered by their properties. Low-frequency acoustic vibrations above the remote control negatively affect the health of employees.. The use of sound-absorbing materials and sound insulation to combat low-frequency vibro-acoustic factors is not effective. Conventional personal hearing protection equipment may provide limited protection against low-frequency vibroacoustic factors. The article presents the composition of the active noise reduction system. In conclusion, the main conclusions on the work performed are presented. 1. It is necessary to intensify research to combat low-frequency noise and infrasound in the mining industry

**Keywords:** low-frequency vibro-acoustic vibrations, active noise reduction, mining industry, infrasound.

Целью работы является рассмотрение вопроса о возможности применения систем активного шумоподавления для снижения вредного влияния низкочастотных виброакустических колебаний на работников в горнодобывающей промышленности.

«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, насосов и т.д.» [1]

Низкочастотный шум как и инфразвук высокой интенсивности практически одинаково негативно влияют на организм работников приводят и к нарушениям в нервной, сердечно-сосудистой, дыхательной системах, в кохлеовестибулярном анализаторе. [2,3].

Низкочастотный и инфразвуковой шум (НИШ) в человеческом организме воспринимает именно орган слуха. [4]

НИШ вызывает ощущение головокружения, тошноты, тремора тела, дискомфорта в области кишечника, головной боли чувство страха, удушье, кашель, беспокойство и др.

Themann C.L., Masterson E.A. 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 сенсорносоматовегетативными и висцеральными симптомами.» [5]

Ряд авторов отмечают, что при воздействии НИШ возникают проблемы с вестибулярным аппаратом человека, а это чревато возможными авариями и несчастными случаями на предприятиях горнодобывающей промышленности. [6]

Профилактика, лечение и реабилитация заболеваний работников, вызываемых НИШ малоэффективна. Лечение заключается в проведении операций и протезировании. [7]

На многих существующих предприятиях нет информации о воздействии инфразвука, на организм работников, а защита от них на производстве затрудняется их свойствами.

Волны НИШ практически слабо ослабляются звукоизоляцией и имеют свойство огибать препятствия и, как следствие, проникают на рабочие места. Звукопоглощение в этом случае также не дает положительных результатов из-за большой длины волн НИШ. Вместе с тем, НИШ лучше подавляются активным шумоподавлением как раз из-за большой длины волны.

Обычные средства индивидуальной защиты органов слуха, могут оказывать ограниченную защиту от низкочастотных виброакустических факторов.

Системы активного шумоподавления, применяемые в автомобилях, слабые и защищают водителя от нежелательного шума, который не превышает предельно-допустимый уровень.

«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.» [8]

Другими методами борьбы с шумом и инфразвуком добиться такого эффекта невозможно.

Система активного шумоподавления состоит из следующих элементов:

- низкочастотный микрофон (например: 378A07 диапазон измерения 0,13-20000

Гц);

- обработчик сигнала, анализирующий звуковые волны, получаемые от микрофона, и выделяющий звуки какой частоты надо подавить, при этом применяются специальные алгоритмы обработки сигналов с помощью которых создаются звуковые волны в противофазе с волнами которые необходимо подавить [9-12];
- усилитель, с помощью которого шумоподавляющий сигнал, полученный от обработчика сигнала усиливается до нужного уровня;
- динамики используются для создания сигнала шумоподавления в помещении.

На пути внедрения активного шумоподавления лежит много проблем, таких как приобретение специального оборудования, программного обеспечения, проведение экспериментальных работ, оценка энергозатрат на работу оборудования и т. д.

Проблемами активного шумоподавления в России занимались ряд авторов.

Так А.А. Пудовкин и др. занимались исследованием поглощения шума при его активном гашении в воздуховоде.[13] Ходунова О.А. в своей статье предлагает мобильное адаптивное устройство активного шумоподавления для применения его в быту.[14] Кузнецов А. Н., Поливаев О. И. предлагают применение активного шумоподавления для уменьшения шума от трактора .[15]

К сожалению, нет работ, посвященных практическому использованию активного шумоподавления в помещениях промышленных предприятий. В горнодобывающей промышленности такие системы могли бы использоваться для защиты работников от НИК в помещениях компрессорных, насосных, в конвейерных галереях и т.д. Конечно, система активного шумоподавления требует затрат на ее создание обслуживание, эксплуатацию и она потребляет энергию. По этому, учитывая, что часто в вышеуказанных помещениях работники находятся определенное время для ремонта, контроля обслуживания оборудования, то систему активного шумоподавления можно включать только на это время.

### **Выводы**

1. Необходимо активизировать проведение исследований для борьбы с низкочастотным шумом и инфразвуком в горнодобывающей промышленности методом активного шумоподавления в местах превышения значений ПДУ.
2. Для проведения исследований требуется применение современного оборудования

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лонский О.В., Пчелин Д.Р. Перспективы использования активного шумоподавления в промышленности Вестник научных конференций. 2022. № 6-1(82). Наука и образование вXXI веке: по материалам международной научно-практической конференции 30 июня 2022 г. Россия, г. Тамбов, 150 с.
2. Зинкин В. Н. И др. Безопасность жизнедеятельности персонала, подвергающегося кумулятивному воздействию низкочастотного шума и инфразвука. // Безопасность жизнедеятельности: наука, образование, практика: материалы VI Межрегиональной научно-практической конференции с международным участием (Южно-Сахалинск 28.11.2015 г.). Южно-Сахалинск: Сахалинский государственный университет, 2016. С. 226-230.
3. Шевчук И.А., Рогачева Е.Н., Дубовик В.А. Влияние инфразвука на человека // Наука. Т. 7. № 3. 2015. С. 54-61.
4. Themann, C.L.; Masterson, E.A. Occupational noise exposure: A review of its effects, epidemiology, and impact with recommendations for reducing its burden. // J. Acoust. Soc. Am. 2019, 146, 3879.
5. Зинкин В.Н., Солдатов С.К., Богомолов А.В., Драган С.П. Актуальные проблемы защиты населения от низкочастотного шума // Технология гражданской безопасности. 2015. № 1. Т. 12. С. 90-96.
6. Sheppard, A.; Ralli, M.; Gilardi, A.; Salvi, R. Occupational noise: Auditory and non-auditory consequences. // Int. J. Environ. Res. Public Health 2020, 17, 8963.
7. Федина И.Н., Преображенская Е.А. Особенности снижения слуха, вызванного шумом в современных условиях // Медицина труда и промышленная экология. – 2017. – № 9. – С. 200–201.
8. Кузнецов А.Н., Поливаев О.И. Перспективы использования систем активного шумоподавления // Вестник воронежского государственного аграрного университета. 2010. № 1 (24). С. 46-48.
9. X. Sun, S. M. Kuo, Active narrowband noise control systems using cascading adaptive filters. // IEEE Trans. Audio, Speech, Lang. Process. 15 (2) (2007) 586–592
10. X. Sun, S. M. Kuo, Active narrowband noise control systems using cascading adaptive filters. // IEEE Trans. Audio, Speech, Lang. Process. 15 (2) (2007) 586–592
- 11 T. Padhi, M. Chandra, A. Kar, M. N. S. Swamy, Design and analysis of an improved hybrid active noise control system, // Appl. Acoust. 127 (2017) 260–269.
12. C.-Y. Chang, S. M. Kuo, C.-W. Huang, Secondary path modeling for narrowband active noise control systems. // Appl. Acoust. 131 (2018) 154–164.
13. Пудовкин А.А. и др. Поглощение шума при его активном гашении в воздуховоде. // Учен. зап. физ. фак-та Моск. ун-та №1, (2020) с. 2011702-1- 2011702-5.
14. 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.
15. Кузнецов А. Н., Поливаев О. И. Перспективы использования систем активного шумоподавления //Вестник воронежского государственного аграрного университета — 2010. — №. 1. — С. 46.



## МЕТОДЫ ВЕНТИЛЯЦИИ ТУПИКОВЫХ ВЫРАБОТОК ШАХТ

ЛОТФУЛЛИН А. К., ЕЛОХИН В. А.

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

**Аннотация:** в статье обсуждаются технические аспекты и методы вентиляции тупиковых выработок шахт, рассматриваются проблемы, связанные с тупиковыми выработками: риски взрыва, надежность вентиляционной системы и трудности с подачей достаточного количества воздуха. Основными методами вентиляции являются: нагнетание, всасывание и комбинированные подходы, с акцентом на их эффективность при решении конкретных задач тупиковых выработок. Эффективное решение проблем, связанных с вентиляцией тупиковых выработок, может повысить безопасность и производительность горных работ.

**Ключевые слова:** тупиковые выработки шахт, строительство шахты, вентиляция, безопасность, методы вентиляции.

## METHODS OF VENTILATION IN DEAD MINE WORKINGS

LOTFULLIN A. K., ELOKHIN V. A.

FGBOU VO «Ural State Mining University»

**Abstract:** the article discusses the technical aspects and methods of ventilation of dead-end mine workings, examines the problems associated with dead-end workings: risks of explosion, reliability of the ventilation system and difficulties in supplying a sufficient amount of air. The main methods of ventilation are: injection, suction and combined approaches, with an emphasis on their effectiveness in solving specific problems in dead-end workings. Effectively addressing the problems associated with ventilation of dead-end mines can improve mining safety and productivity.

**Key words:** dead-end mine workings, mine construction, ventilation, safety, ventilation methods.

Во время строительства и реконструкции шахт проводятся обширные работы по подготовительным и капитальным выработкам, включая выемку стволов, строительство

выработок камерообразного типа, разработку пластовых и промысловых выработок различной протяженности.

Методы организации и расчета вентиляции для всех типов выработок, независимо от их назначения, имеют много общего. Однако каждый тип подготовительных работ сопряжен со своими специфическими проблемами вентиляции, вытекающими из технических характеристик горных работ, с которыми приходится сталкиваться при проходке.

Требования к вентиляции тупиковых выработок, в отличие от сквозных, особенно жесткие из-за нескольких факторов

1. Повышенный риск взрыва в тупиковых выработках по сравнению со сквозными, поскольку существует большая вероятность накопления метана во взрывоопасных концентрациях в больших объемах.

2. Менее надежная вентиляция в тупиковых выработках по сравнению со сквозными, поскольку существует вероятность повреждения трубопровода в случае обрушения породы на кровле или отключения местного вентилятора.

3. Повышенный риск дегазации тупиковых выработок, который неоднократно приводил к авариям с тяжелыми последствиями.

4. Проблема подачи достаточного количества воздуха на дно тупиковой шахты возникает из-за высокого аэродинамического сопротивления трубопровода, что приводит к минимальному перемещению воздуха через сами выработки и приводит к образованию слоистых скоплений метана [1, с. 7-8].

В целом, тупиковые выработки относятся к горным работам, проводимым для подготовки подземных шахтных полей, включая создание штреков, выходов руды, вентиляционных путей и горизонтов вторичного дробления.

Основными целями вентиляции тупиковых выработок являются обеспечение бесперебойного доступа свежего воздуха и поддержание оптимальных условий для работы оборудования, тем самым сводя к минимуму риск возникновения пожаров и взрывов [3, с. 64].

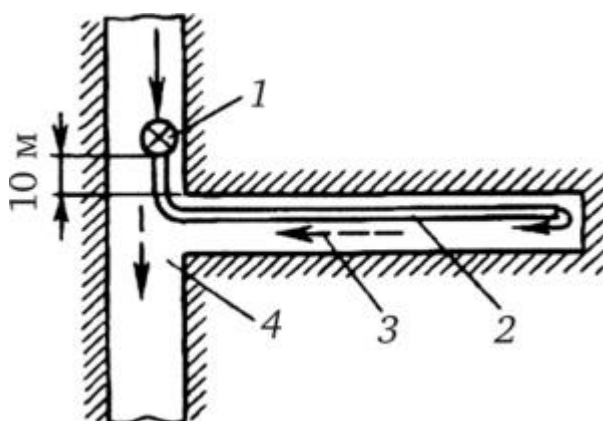
Вентиляция при нарезных работах осуществляется различными методами: 1) естественной диффузией, 2) сжатым воздухом, 3) общим разрежением и 4) местными вентиляторами.

Согласно правилам техники безопасности, естественная вентиляция допустима только для нарезных работ длиной до 10 метров. Однако методы подачи сжатого воздуха и общего разрежения считаются неэффективными из-за медленного удаления вредных

веществ и высокой стоимости. Поэтому во время разведки и разработки вентиляция в горных выработках в первую очередь зависит от вентиляторов наряду с воздуховодами [5].

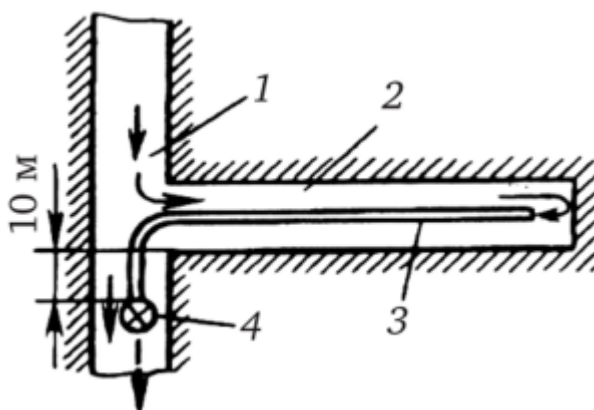
При методе нагнетательной вентиляции, показанном на рисунке 1, воздух интенсивно перемешивается и разбавляется свежим воздухом. Вентилятор устанавливается навстречу потоку свежего воздуха на расстоянии не менее 10 метров от входа в шахту. Свежий воздух подается по вентиляционным трубам для снижения концентрации вредных газов. Выходящий поток воздуха направляется через шахту к ближайшему вентиляционному отверстию, а затем в вентиляционную шахту. Однако недостатком этого метода является наличие вредных веществ на протяжении всей операции [4, с. 71].

Метод всасывающей вентиляции, показанный на рисунке 2, включает в себя извлечение загрязненного воздуха из забоя скважины и направление его по трубопроводу в вентиляционные каналы. Хотя этот метод обеспечивает поступление свежего воздуха во все выработки, процесс смешивания и удаления газов из забоя происходит медленнее по сравнению с методом нагнетания. Это ограничение можно устранить, установив вентилятор вблизи забоя и используя гибкие и жесткие трубопроводы.



*1 — нагнетательный вентилятор; 2 — трубопровод; 3 — выработка; 4 — сквозная выработка.*

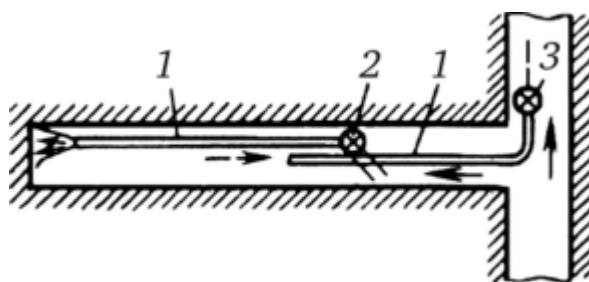
Рисунок 1 - Схема нагнетательного способа проветривания тупиковой выработки



*1 — сквозная выработка; 2 — выработка; 3 — трубопровод;  
4 — всасывающий вентилятор*

Рисунок 2 - Схема всасывающего способа проветривания тупиковой выработки

Комбинированная вентиляция, показанная на рисунке 3, использует два вентилятора с перемычкой и без нее. Всасывающий вентилятор расположен у входа в шахту, в то время как нагнетательный вентилятор расположен вблизи забоя. Одновременная работа этих вентиляторов быстро очищает рабочую зону от опасных газов и пыли.



*1 — трубопровод; вентиляторы; 2 — нагнетательный; 3 — всасывающий.*

Рисунок 3 - Схема комбинированного способа проветривания тупиковой выработки

При комбинированной вентиляции без перемычки мощность всасывающего вентилятора должна превышать мощность вытяжного вентилятора на 20-30%, чтобы предотвратить рециркуляцию вентиляционной струи. Этот метод оказался наиболее эффективным средством вентиляции [2, с. 216-218].

В заключение следует отметить, что вентиляция тупиковых горных выработок является важнейшим аспектом строительства и реконструкции шахт, обеспечивающим безопасность и эффективность подземных работ. Проблемы, связанные с тупиковыми выработками, такие как повышенный риск взрыва, потенциальный отказ вентиляционной системы и трудности с подачей достаточного количества воздуха, требуют специальных

стратегий вентиляции. Хотя используются различные методы, включая естественную диффузию, сжатый воздух, общее разбавление и местные вентиляторы, наиболее эффективный подход часто предполагает комбинацию методов. Независимо от того, используются ли нагнетательные, всасывающие или комбинированные методы вентиляции, общая цель остается неизменной: поддерживать постоянный доступ к свежему воздуху, создавать оптимальные условия труда и сводить к минимуму вероятность возникновения пожаров и взрывов. Эффективно решая эти проблемы с вентиляцией, можно повысить безопасность и производительность горных работ.

### Список литературы

1. Ермолаев А. М. Обоснование способов и средств эффективного проветривания тупиковых выработок угольных шахт: автореферат дис. доктора технических наук: 25.00.20 / Кузбас. гос. техн. ун-т. - Кемерово, 2004. - 35 с.

2. Комащенко, В. И. Основы горного дела: проведение горно-разведочных выработок: учебник для среднего профессионального образования / В. И. Комащенко, Ю. Н. Малышев, Б. И. Федунец. — 2-е изд. — Москва: Издательство Юрайт, 2024. — 668 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-13038-6. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/542232> (дата обращения: 20.02.2024).

3. Подаев, М. А. Анализ технологического процесса проветривания тупиковых выработок шахты / М. А. Подаев, Е. С. Дубинка // Автоматизация технологических объектов и процессов. Поиск молодых: Сборник научных трудов XXIII Международной научно-технической конференции аспирантов и студентов (в рамках 9-го Международного научного форума «Инновационные перспективы Донбасса»), Донецк, 23–25 мая 2023 года. – Донецк: Донецкий национальный технический университет, 2023. – С. 64-68. – EDN SGZEPE.

4. Смирняков, В. В. Особенности проветривания тупиковых выработок вентиляторами местного проветривания / В. В. Смирняков, А. А. Мешков // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2014. – № 3. – С. 69-77. – EDN SXEZJF.

5. Тимошенко А. М., Никифоров Д. В., Ворошилов Я. С., Поморцев А. А. Анализ существующих способов проветривания тупиковых подготовительных выработок // Вестник Научного центра. 2009. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-suschestvuyuschih-sposobov-provetrivaniya-tupikovyh-podgotovitelnyh-vyrabotok> (дата обращения: 20.02.2024).

## ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИИ СУШКИ РУДНЫХ МАТЕРИАЛОВ

МАКАРОВ В.Н.<sup>1</sup> БАЛАНДИН В.Н.<sup>2</sup> АХМЕТОВ Р.Г.<sup>2</sup> ПОТАПОВ В.Я.<sup>1</sup>  
ПОТАПОВ В.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Уральский государственный горный университет

<sup>2</sup>АО «Костанайские минералы», г. Житикара, Казахстан

**Аннотация:** В статье показано актуальность задачи повышения экологической эффективности пылеулавливания, которая обусловлена постоянным ростом затрат, составляющих в настоящее время не менее 5 % в структуре ВВП РФ. Доказана возможность снижения запылённости путем замены капиталоемких систем аспирации на энергосберегающие и экологически эффективные устройства, встраиваемые непосредственно в сушило печей. Методология исследований базируется на научной гипотезе об эффективности сепарации и улавливания пыли рудных материалов в процессе их сушки непосредственно в печи для повышения экологической эффективности и снижения нагрузки на пылегазоулавливающее оборудование. Полученная в результате исследований информация о дополнительном пылевыведении непосредственно в печи в процессе сушки послужила основой поиска технических решений повышения эффективности улавливания пыли в ней. Установлено, что наиболее эффективным применительно к вертикальным шахтным печам является воздушный инерционно-гравитационный противоточно-поворотный способ термосепарации, позволяющий, не нарушая технологического процесса сушки рудных материалов более чем 3,6 раза снизить концентрацию пыли на выходе из печи до величины 26 г/м<sup>3</sup>.

**Ключевые слова:** экологическая эффективность, аэросепарация, медианный диаметр, сушило, входной коллектор, аэрозоль.

## WAYS TO IMPROVE THE ENVIRONMENTAL EFFICIENCY OF ORE DRYING TECHNOLOGY

MAKAROV V.N.<sup>1</sup> BALANDIN V.N.<sup>2</sup> AKHMETOV R.G.<sup>2</sup> POTAPOV V.YA.<sup>1</sup>  
POTAPOV V.V.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>FGBOU VO «Ural State Mining University»

<sup>2</sup>JSC "Kostanay Minerals", Zhitikara, Kazakhstan

**Abstract:** The article shows the relevance of the task of improving the environmental efficiency of dust collection, which is due to the constant increase in costs, currently amounting to at least 5% in the structure of GDP of the Russian Federation. The possibility of reducing dust by replacing capital-intensive aspiration systems with energy-saving and environmentally efficient devices built directly into the kiln dryer has been proven. The research methodology is based on a scientific hypothesis about the effectiveness of separation and dust capture of ore materials during their drying directly in the furnace to increase environmental efficiency and reduce the load on dust and gas collecting equipment. The information obtained as a result of the research on additional dust emission directly in the furnace during the drying process served as the basis for the search for technical solutions to increase the efficiency of dust capture in it. It has been established that the most effective in relation to vertical shaft furnaces is an air inertial gravity countercurrent rotary thermal separation method, which allows, without disrupting the technological process of drying ore materials, to reduce the dust concentration at the outlet of the furnace by more than 3.6 times to a value of 26 g/m<sup>3</sup>.

**Keywords:** Environmental efficiency, air separation, median diameter, dryer, inlet collector, aerosol.

**Введение.** Современные масштабы горнодобывающего производства характеризуются интенсивным использованием природных ресурсов, нарастанием отходов и ухудшением качества окружающей среды. В связи с этим все большее внимание уделяется вопросу экономически обоснованного и экологически безопасного функционирования горнодобывающего предприятия. Специфика влияния конкретного горнодобывающего предприятия на окружающую среду обусловлена геолого-геохимическими особенностями месторождений и применяемой техникой, и технологией для его разработки [11].

Экологическая эффективность производства является основным ориентиром развития экономик большинства государства и мировой экономики в целом. Она предполагает снижение отрицательного воздействия на окружающую среду производственных процессов за счет внедрения инновационных технологий.

Одним из приоритетных направлений реализации программы устойчивого развития является экологизация производства, осуществление которой позволит решить конкретные экологические проблемы на уровне предприятий и регионов. Проведение экологизации производства возможно в двух направлениях. Первый — это комплексная экологизация всего производства, которая предусматривает применение экологически чистых видов

топлива, технологий, высокоэффективного очистительного оборудования с последующей утилизацией отходов. Осуществление этого, направлено как правило, связано со значительными капитальными затратами и продолжительными сроками реализации. Второе направление предусматривает экологизацию всей системы управления производственным комплексом путем учета экологического фактора в ее структурных элементах. Реализация этого направления не требует значительных капитальных затрат и является существенным резервом повышения эффективности природоохранной деятельности предприятий [12].

Построение производственных процессов с ориентацией на соблюдение принципа экологической эффективности обеспечивает получение следующих важных преимуществ в виде сокращения производственных издержек за счет более эффективного использования энергетических ресурсов и материалов, роста маркетинговых преимуществ компании за счет использования экологически безопасных технологий и разработки экологически безопасной продукции, установления оптимального соотношения между добавочной стоимостью и воздействием на окружающую среду для конкретного сектора с упором на уровень и качество продукта.

Повышение экологической эффективности основана на оптимизации, технологических процессов от исходной руды до готового продукта. Этот принцип относится и к каждому локальному техническому переходу, фактически требуя от него максимального приближения объема конечного продукта к исходному ресурсу, то есть исключения того, что мы называем отходами [16].

Таким образом обобщённая экологическая эффективность – это относительное количество продукта либо энергии, передающееся от одного технологического уровня к другому.

Чисто механистический подход к экологической эффективности локальной технологической структуры сушки хризотил асбеста определяет её, как долю пылевых выбросов в общем объеме черного концентрата [9].

Актуальность задачи повышения энергоэффективности пылеулавливания обусловлена постоянным ростом этих затрат, составляющих в настоящее время не менее 5 % в структуре ВВП РФ. Снижение запылённости может быть обеспечено заменой капиталоемких систем аспирации на энергосберегающие и экологически эффективные устройства, встраиваемые непосредственно в сушило печей [3].

**Постановка задачи.** Предметом и объектом исследования статьи являются печи сушки рудных материалов и аэротермодинамические процессы технологии сушки для повышения эффективности улавливания пыли непосредственно в печи.



В научно-технической литературе отсутствуют исследования по процессам аспирации и сепарации пылевых частиц непосредственно в сушиле печей.

Идея и методология исследования базируется на научной гипотезе об эффективности сепарации и улавливания пыли рудных материалов в процессе их сушки непосредственно в печи для повышения экологической эффективности и снижения нагрузки на пылегазоулавливающее оборудование [14].

В качестве основной характеристики дополнительного пылеобразования в шахтной печи, обусловленного динамическим взаимодействием частиц исходной руды с колосниками, силового взаимодействия компонентов различной степени дисперсности, компрессионным сдавливанием принят коэффициент пылеобразования, определяемый отношением массы дополнительной асбестовой пыли фракции -500 мкм образующейся в печи к массе асбестовой пыли фракции -500 мкм поступающей с исходным материалом, рассчитывается по формуле:

$$k_n = \frac{z_{\tau_{ш.п}}}{z_{\tau_{з.у}}}, \quad (1)$$

где  $z_{\tau_{ш.п}}$ ,  $z_{\tau_{з.у}}$  - концентрация пыли в шахтной печи и загрузочном устройстве соответственно, г/м<sup>3</sup>.

С учётом инструментальных замеров и расчёта параметров асбестовой пыли, проведённых в цехе ДиСхр АО «Костанайские минералы», коэффициент пылеобразования печи в диапазоне исследованных режимных параметров имеет следующие значения:

- максимальный режим печи:  $k_n = 0,64$ ;
- минимальный режим печи:  $k_n = 0,68$ ;
- номинальный режим печи:  $k_n = 0,65$ .

Для оценки влияния асбестовой пыли, выходящий из печи на эффективность пылеулавливающего оборудования, принят коэффициент пылевыведения печи, равный отношению концентрации асбестовой пыли фракции -500 мкм на входе в пневмосушило к секундному приходу её через загрузочное устройство с исходной асбестовой рудой:

$$k_{нс} = \frac{z_{\tau_{нс}}}{z_{\tau_{з.у}}} \quad (2)$$

где  $z_{\tau_{нс}}$ ,  $z_{\tau_{з.у}}$  концентрация пыли на выходе в газоотводящие каналы и загрузочном устройстве соответственно, г/м<sup>3</sup>.

С учётом инструментальных замеров и расчётов параметров асбестовой пыли, коэффициент пылевыделения печи в диапазоне исследованных режимных параметров имеет следующие значения:

- максимальный режим печи:  $k_n = 0,68$ ;
- минимальный режим печи:  $k_n = 0,65$ ;
- номинальный режим печи:  $k_n = 0,67$ .

Из анализа расчёта коэффициентов, характеризующих пылеобразование и пылевыделение печи можно сделать вывод о том, что секундный расход асбестовой пыли через загрузочное и разгрузочное устройства печи практически равны и отличаются только увеличением степени дисперсности пыли на выходе из разгрузочного устройства. Фактически в печи дополнительно образует из взвешенных частицы исходной асбестовой руды диаметром до 1 мм не менее 68 % асбестовой пыли фракции  $-500+0$  мкм по отношению к массе таковой поступающей через загрузочное устройство с исходной рудой. Указанное существенно увеличивает нагрузку на пылеулавливающее оборудование системы газоочистки печи и соответственно является исходной информацией для поиска технических решений снижения интенсивности дополнительного пылеобразования [4-6].

На рисунках 1 и 2 показаны результаты исследований влияния медианного диаметра, дисперсии взвешенных частиц исходной руды и скорости теплоносителя на коэффициент пылевыделения.

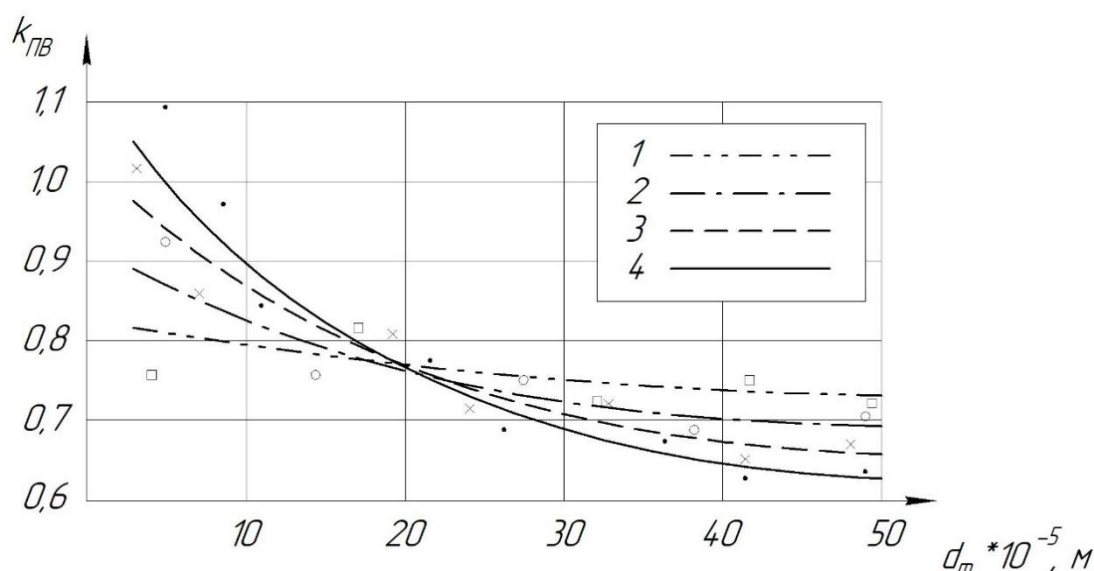


Рисунок 1 – График зависимости  $k_{пв}$  печи от  $d_m$  взвешенных частиц исходной руды фракции мельче  $5 \cdot 10^{-4}$  м при  $V = 3,5$  м/с: 1 -  $\sigma_d = +0,1d_m$ ; 2 -  $\sigma_d = +0,2d_m$ ;  
3 -  $\sigma_d = +0,3d_m$ ; 4 -  $\sigma_d = +0,4d_m$

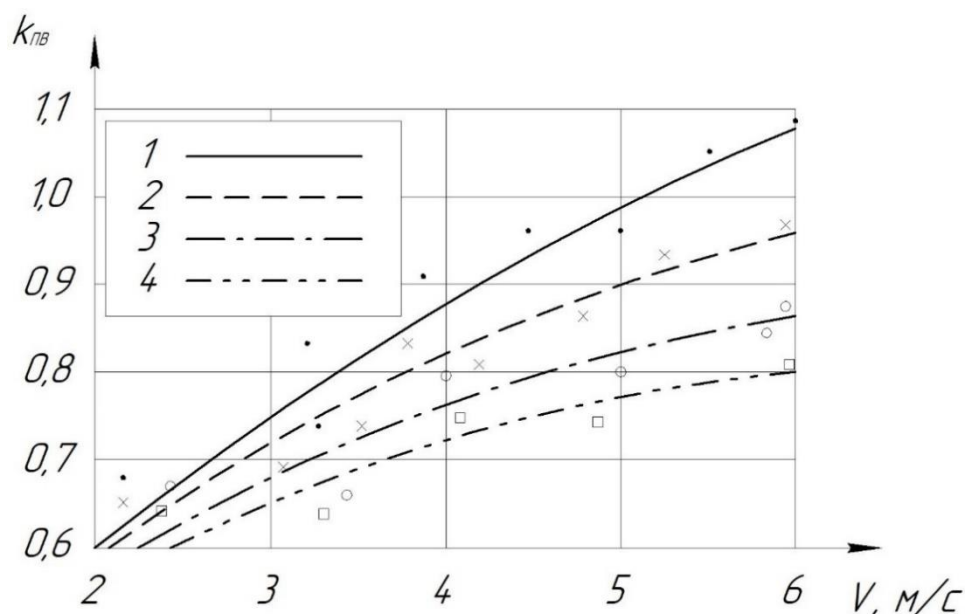


Рисунок 2 – Зависимость  $k_{пв}$  печи от скорости теплоносителя при  $\sigma_d=+0,1d_m$ : 1-  $d_m=10^{-4}$  м; 2 -  $d_m=2 \cdot 10^{-4}$  м; 3 -  $d_m=3 \cdot 10^{-4}$  м; 4 -  $d_m=4 \cdot 10^{-4}$  м

Видно, что с уменьшением  $d_m$  взвешенных частиц происходит заметный рост  $k_{пв}$ , особенно в диапазоне  $d_m < 2 \cdot 10^{-4}$  м. При этом с увеличением дисперсии медианного диаметра рост  $k_{пв}$  более существенен. Это приводит к повышению экологической нагрузки на пылеулавливающее оборудование и требует тщательного подхода к определению гранулометрического состава исходной руды. Увеличение скорости теплоносителя в противотоке также приводит к росту  $k_{пв}$ , причем в большей степени для фракций с меньшим диаметром взвешенных частиц исходной руды. Полученные результаты согласуются с известным фактом о необходимости снижения аспирируемого, в том числе инжестируемого, воздуха; в данном случае это касается теплоносителя и подсоса через неплотности в печи для повышения экологической эффективности сушки [1,2].

На рисунке 3 показаны результаты рентгеноскопического анализа асбестовой пыли в исходной руде и на выходе из ВШСП. Видно увеличение медианного диаметра, т. е. снижение степени дисперсности взвешенных частиц исходной руды в процессе сушки. Это указывает на то, что при механическом компрессионном дроблении взвешенных частиц в процессе их движения в сушиле во фракции руды мельче  $5 \cdot 10^{-4}$  м возрастает медианный диаметр частиц. Это обусловлено тем, что мелкие частицы дробятся менее эффективно из-за меньших инерционных сил в процессе их взаимного контакта [7-9].

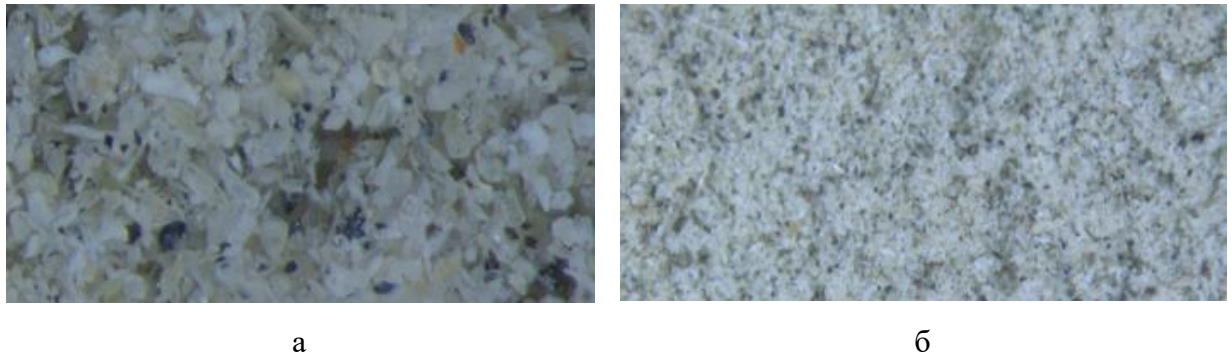


Рисунок 3 – Фотографии асбестовой пыли при 56-кратном увеличении: *а* - на выходе из ВШСП; *б* - в исходной руде

На основании проведенных исследований установлено, что наиболее перспективным способом повышения эффективности пылеулавливания в печах сушки рудных материалов является оптимизация геометрических параметров входного коллектора сушила для организации инерционной, центробежной, аэрационной сепарации пыли, интенсификации ее дополнительной сушки осаждением путем динамического витания в вертикальном канале входного коллектора. Для поиска оптимальных параметров входного коллектора газоотводящих каналов печи с использованием современных средств и инженерного компьютерного анализа было проведено математическое моделирование аэротермодинамических процессов в двухфазной среде асбестовая пылегазовый поток [8-13].

По итогам моделирования разработано устройство инерционной термоаэрационной сепарации пыли, интегрированное непосредственно в сушило печи. На рисунке 4 представлена устройство инерционной термоаэрационной сепарации пыли.

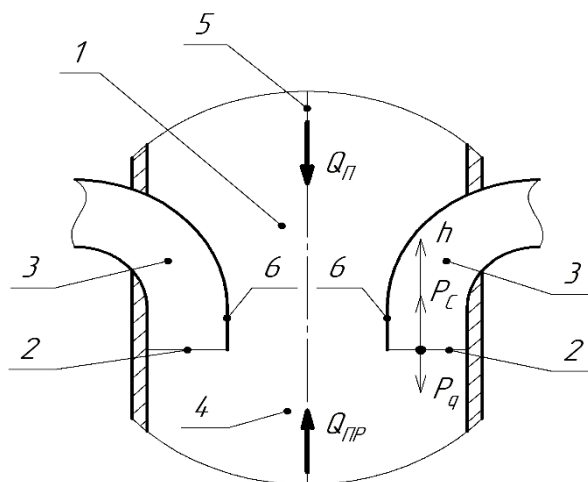


Рисунок 4 – Устройство инерционной термоаэрационной сепарации пыли

Конструктивно устройство инерционной термоаэрационной сепарации шахтной печи представляет собой конфузорный канал 1, встроенный в сушило, входные коллектора 2 газоотводящих каналов, выполненные в виде вертикальных каналов 3, разделяющие область взаимодействия теплоносителя противотока 4 и прямотока 5 на две части: область прямого контакта теплоносителей и область смещения его до полного поворота в направлении к входным коллекторам 2. Структуре аэрационной сепарации соответствуют три стадии процесса снижения концентрации пыли на выходе из сушила

На первой стадии за счет роста динамического давления происходят частичное гравиметрическое расслоение по скорости падения и инерционная сепарация в процессе движения по криволинейной наружной поверхности б конфузорного канала 1. На второй стадии за счет силы Магнуса, градиента поперечной скорости теплоносителя в прямотоке 5 и противотоке 4, центробежной силы происходит движение взвешенных частиц из зоны прямотока 5 в зону противотока 4 в направлении входного коллектора 3 газоотводящих каналов. На третьей стадии при входе в вертикальные каналы 3 за счет инерционных, центробежных сил происходит сепарация тяжелых, крупных, влажных частиц пыли, которые оседают под действием силы гравитации и вместе с черновым концентратом поступают в разгрузочное устройство. Таким образом в газоотводящие каналы через входной коллектор два поступают только высушенные, мелкие частицы хризотил асбестовой пыли, что существенно снижает запыленность аэрозоля [15-17].

**Выводы:** Установлено, что наиболее эффективным применительно к вертикальным шахтным печам является воздушный инерционно-гравитационный противоточно-поворотный способ термосепарации, позволяющий, не нарушая технологического процесса сушки хризотил асбестовой руды, максимально снизить концентрацию пыли на выходе из печи.

Математическое моделирование процесса воздушной инерционно-гравитационной противоточно-поворотной термосепарации хризотил асбестовой пыли позволило определить основные конструктивные параметры структур устройства воздушно инерционно-гравитационной противоточно-поворотной сепарации и термоосаждения, установить границы их изменения с учетом расположения технологического оборудования цеха ДиСхр АО «Костанайские минералы».

Инженерный компьютерный анализ позволил определить оптимальные геометрические параметры модернизированного пневмосушила ВШСП №9:  $d=8,74$ ;  $R_k = 200$  мм;  $h_{и} = 2700$  мм  $h_k = 2500$  мм, позволяющего более чем 3,6 раза снизить концентрацию хризотил асбестовой пыли на выходе из печи до величины 26 г/м<sup>3</sup>.

## Библиографический список

1. Александрова Т. Н., Афанасова А. В., Кузнецов В. В., Бабенко Т. А. Исследование процессов селективной дезинтеграции медно-никелевых руд Заполярного месторождения // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2021. – № 12. – С. 73–87. DOI: 10.25018/0236\_1493\_2021\_12\_0\_73.
2. Антипов С.Т., Журавлев А.В., Казарцев Д.А, Бородкина А.В., Нестеров Д.А. Комбинированные аппараты с закрученным потоком теплоносителя для сушки дисперсных материалов//Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий-2014- с. 52-58.
3. Буренин В.В. Удаление вредных веществ из пылевоздушных выбросов предприятий. // Экология производства. 2014. № 12. С. 56-63.
4. Velikanov, V.S., Dyorina, N. V., Suslov, N.M., Luntsova, A.I., Rabina, E.I. Automation of design for dynamic loading at the designing stage of mining machinery (2019) Journal of Physics: Conference Series, 1399 (3), article №033010, pp. 1-5.DOI: 10.1088/1742-6596/1399/3/033010.
5. Davydov S.Y., Valiev N. G., Tauger V.M. Effect of the Flow of Transported Bulk Material on Design Features of a Belt Conveyor (2019) Refractories and Industrial Ceramics, 60 (1), pp. 10-13. DOI:10.1007/s11148-019-00301-5.
6. Кычкин А.В., Николаев А.В. Архитектура киберфизической системы управления проветриванием подземного горнодобывающего предприятия на базе платформы Интернета вещей. Мехатроника, автоматизация, управление. 2021;22(3):115-123. <https://doi.org/10.17587/mau.22.115-123>.
7. Kornilov G., Gazizova O., Bunin A., Bulanov, M., Karyakin AL. Improving the quality of voltage in the conditions of the oxygen-converter shop of metallurgical production (2019) Proceedings - ICOECS 2019: 2019 International Conference on Electrotechnical Complexes and Systems, article №8949928, DOI:10.1109/ICOECS46375.2019.8949928.
8. Lyaptsev, S.A. Classification of granular material in an impact with a separation surface/ Lyaptsev S.A., Davydov S.Y./Refractories and Industrial Ceramics.–2015.–Vol.55, №6.–pp.570–572.
9. Макаров В.Н., Макаров Н.В., Плотников Н.С., Потапов В.В. Математическое моделирование вихревого гидрообеспыливания на горно-обогачительных предприятиях. // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2018. — № 4. — С. 210-217.

10. Пелевин А. Е., Сытых Н. А., Черепанов Д. В. Влияние крупности частиц на эффективность сухой магнитной сепарации // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2021. — № 11-1. — С. 293—305. DOI: 10.25018/0236\_1493\_2021\_111\_0\_293.
11. Романченко С. Б., Тимченко А.Н., Костеренко В.Н., Поздняков Г.А., Руденко Ю.Ф., Артемьев В.Б., Копылов К.Н. Комплексное обеспыливание/ М.:Изд-во «Горное дело» ООО «Киммерийский центра», 2016. -288с.
12. Тарасов П. И., Хазин М. Л., Голубев О. В. Снижение геозкологической нагрузки горно-перерабатывающей промышленности северных и арктических территорий // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2019. – № 7. – С. 74–82. DOI: 10.25018/02361493-2019-07-0-74-82.
13. Torshizi S. A. M., Benisi A. H., Durali M. Numerical optimization and manufacturing of the impeller of a centrifugal compressor //Scenting Iranica, 2017, No 24, pp.707–714. DOI:10.1115/GT2016-57105.
14. Угольников А.В., Макаров В.Н., Макаров Н.В. Оптимизация геометрических параметров гидровихревого инерционного стратификатора Вентури. Записки горного института – 2019. – Т. 240. – С. 638-648. DOI: 10.31897/PMI.2019.6.638
15. Fair R., Laar J. H., Nell K., Nell D., Mathews E. H. Simulating the sensitivity of underground ventilation networks to fluctuating ambient conditions // South African Journal of Industrial Engineering November. 2021, vol. 32, no. 3, pp. 42—51. DOI: 10.7166/32-3-2616.
16. Н.А. Шаров, Р.Р. Дудаев, Д.И. Крищук, М.Ю. Лискова // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Геология. Нефтегазовое и горное дело. – 2019. – Т.19, №2. – С.184–200. DOI: 10.15593/2224-9923/2019.2.8
17. Юрьев Б.П., Гольцев В.А., Мальцев, В.А.,Савин В.А.Сушка хризотиловой руды в вертикальных аппаратах шахтного типа//Строительные материалы. 2016; № 8. стр. 80.

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ГОРНОПРОМЫШЛЕННЫХ КОМБИНАТОВ

ПОТАПОВ В.Я., ПОТАПОВ В.В., АРХИПОВ М.В., СОКОЛОВА А.В., СОКОЛОВ Р.В.

ФБГОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

*Аннотация.* В статье приводится обзор экологических проблем возникающих на горнопромышленных комбинатах. Приводится динамика загрязнения отходами обогащения и другими вредными веществами окружающей среды.

*Ключевые слова:* факторы, среда обитания, риск, негативное воздействие , технология, атмосфера, отходы, пыль.

## ENVIRONMENTAL PROBLEMS OF MINING COMPANIES

POTAPOV V.YA., POTAPOV V.V., ARKHIPOV M.V., SOKOLOVA A.V., SOKOLOV R.V

FGBOU VO «Ural State Mining University»

*Abstract.* The article provides an overview of the environmental problems that arise at mining plants. The dynamics of pollution by enrichment waste and other harmful substances in the environment are also presented.

*Keywords:* factors, environment, risk, negative impact, technology, atmosphere, waste, dust.

Факторы среды обитания оказывают негативное воздействие на уровень популяционного здоровья населения, распространенность болезней органов дыхания и систем кровообращения, онкологическую заболеваемость, заболевания органов пищеварения, врожденные пороки развития, общую смертность населения. Средняя продолжительность жизни населения свердловской области составила в 2007 году 65,8 лет, что на 2 года меньше средней продолжительности жизни в России. Женщины живут в среднем на 6 – 8 лет меньше, а мужчины на 10 – 15 лет меньше, чем в экономически развитых странах. В таблице 1.1 приведена динамика основных показателей загрязнения окружающей среды в Свердловской области. [1]



Таблица 1 - Динамика основных показателей загрязнения окружающей среды в Свердловской области

Наименование показателя	Единица измерения	Фактическое значение в 2003 году	Фактическое значение в 2005 году	Фактическое значение в 2006 году	Фактическое значение в 2007 году	Ожидаемое значение в 2008 году
1	2	3	4	5	6	7
<b>Показатели оценки негативного воздействия на окружающую среду</b>						
Объем выброса загрязняющих веществ в атмосферный воздух, в том числе: от стационарных источников	тыс. т тыс. т тыс. т	1786,2 1310,2 487,2	1799,8 1229,7 570,1	1897,3 1287,3 610,0	1887,1 1255,1 632,0	1840,0 1200,0 640,0
Объем сброса загрязненных сточных вод	млн куб. м	869,2	813,9	821,4	868,1	850,0
Объем размещения отходов производства и потребления	млн. т	100,4	105,4	122,9	115,0	108,0
Доля предприятий, достигших нормативов предельно допустимого воздействия, в том числе:						
предельно допустимых выбросов	%	96,7	98,9	98,9	98,9	99,0
предельно допустимых сбросов	%	51,0	57,8	57,8	60,0	63,6
Число случаев чрезвычайных ситуаций		37	23	20	15	14
<b>Показатели оценки качества окружающей среды</b>						
Число территорий с экологически неблагоприятной обстановкой	единиц	13	13	13	13	13
Комплексные показатели химической опасности для населения, в том числе: суммарный показатель загрязнения атмосферного воздуха, Ксум суммарный показатель		6,27 34,98	5,3 33,2	4,8 32,2	5,1 32,7	4,7 30,5
<b>Показатели оценки воздействия на здоровье населения факторов загрязнения среды обитания</b>						
Количество дополнительных случаев заболеваний, обусловленных загрязнением окружающей среды на территории муниципальных образований с неблагоприятной экологической обстановкой, в том числе: взрослое население детское	случаев на 1 тыс. населения	653 187 466	893 250 643	977 297 680	893 250 643	870 240 631
Предотвращенный ущерб от снижения дополнительных случаев заболеваний, обусловленных загрязнением окружающей среды на территории муниципальных образований с неблагоприятной экологической обстановкой	млн руб.	305,0	306	474,0	483	550
Средняя продолжительность жизни	лет	63,7	63,2	64,9	65,8	66,0
<b>Показатели оценки использования природных ресурсов</b>						
Объем водопотребления	млн куб. м	1230,1	1178,19	1180,49	1174,52	1180,2
Удельное потребление воды на одного жителя	куб. м/1 человека	399,5	261,8	268,3	267,2	256,0
Объем оборотного и повторного использования воды	млн куб. м	12243,7	12488,1	12710,89	12713,2	13500,0
Доля использования отходов производства относительно объема	%	44,9	45,0	40,1	46,6	46,9
Доля использования отходов потребления относительно объема их образования	%	5,6	8,2	6,2	6,9	9,5
Доля площади области, занятой особо охраняемыми природными территориями	%	6,2	6,5	6,67	6,8	6,9
Показатели, характеризующие эффективность деятельности по обеспечению экологической безопасности						

Затраты на охрану окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов, в том числе: федеральный бюджет областной и местные бюджеты средства предприятий	млн руб.	2007,0	2601,0	3222,4	3990,3	3947,4
		4,5	4,0	238,1	160,1	180,5
		281,0	653,0	622,3	1011,1	1287,4
		1721,5	1944,0	2362,0	2819,1	2893,3
Доля затрат на охрану окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов от общих расходов	%	4,3	2,5	2,0	2,0	2,5
Затраты на реабилитацию населения, проживающего на экологически неблагоприятных территориях, в том числе: областной и местные бюджеты	млн руб.	21,8	35,6	44,8	28,4	37,3
		21,1	32,0	38,5	19,0	27,1
		0,7	3,6	6,3	9,4	10,2
Количество населения, охваченного системой реабилитации	тыс. человек	6,0	20,0	22,0	20,0	40,0
Объем выбросов загрязняющих веществ на 1 млн руб. промышленной продукции	т / млн руб.	4,32	3,90	3,10	2,34	2,25
Объем сброса промышленных сточных вод на 1 млн руб. промышленной продукции (ВРП)	тыс. куб. м / млн руб.	1,49	1,39	1,30	0,96	0,94
Объем образования промышленных отходов на 1 млн. руб.	т / млн рублей	580,5	391,8	300,5	228,3	224,0
Объем переработки промышленных отходов	млн т	78,9	81,1	76,1	85,8	90,0
Количество аттестованных специалистов, принимающих решения в сфере экологической безопасности	человек	1000	1500	1600	1750	2000
Количество жителей, посетивших природные парки	тыс. человек	8,0	55,8	60,0	72,0	76,0
Восстановление покрытых лесом площадей	тыс. га	17,7	17,6	23,6	22,6	17,4

Остановимся подробнее на характеристике промышленной экологии асбестовых руд.

Асбестовые предприятия располагаются в непосредственной близости от месторождений руд хризотил-асбеста. Это связано с уменьшением затрат на транспортирование руды из карьера до обогатительной фабрики. Для работы асбестовых предприятий характерно большое количество нарушений земной поверхности (карьеры, отвалы, транспортные траншеи, промышленное и гражданское строительство) и загрязнение почвы. Современное развитие технологии пылеулавливания наличие необходимых серийно выпускаемых для этой цели рукавных фильтров на асбестовых предприятиях, позволяет снизить до минимальной величины загрязнение атмосферы выбросами асбестопородной пыли на проектируемых, вновь вводимых предприятиях. На действующих и реконструируемых предприятиях потребуется время для строительства,

реконструкции установок пылегазоочистки, приобретения рукавных фильтров для их оснащения [2].

Источники образования отходов при работе асбестообогатительных комбинатов.

Отходы производства асбестообогатительного комбината подразделяются на:

- отходы вскрышных пород, состоящие преимущественно из верхнего почвенно-растительного слоя (глины, суглинки), перемешанного с разрушенными скальными породами;

- вмещающие скальные породы, состоящие из крупногабаритных кусков, представленных серпетинитами, перидотитами, реже диоритами и другими минералами;

- отходы обогатительных фабрик, состоящие из скальных пород, дробленых до крупности мелкого щебня, песка и пыли (в т.ч. короткого асбестового волокна).

Вскрышные и скальные породы за небольшим исключением складированы в отвалы.

Отходы обогатительных фабрик образуются на разных стадиях обогащения и составляют 92-96 % от количества переработанной руды.

Часть отходов после дополнительной обработки или без нее используется в качестве инертных строительных материалов (мелкого и крупного щебня, песка различной крупности, песчано-щебеночной смеси, крупнозернистой посыпки для толя и рубероида, балласта и наполнителя для асфальтобетона). Основная же масса отходов складирована в специальные отвалы.

Процесс добычи и переработки асбестовых руд сопровождается выделением значительного количества асбестопородной пыли. Для предотвращения выделений пыли в рабочие помещения и выброса в атмосферу осуществляется ряд мероприятий, направленных на предупреждение пылеобразования, аспирацию, эффективную очистку запыленного воздуха.

Наиболее эффективными для улавливания асбестовой пыли являются рукавные фильтры, обеспечивающие остаточную запыленность воздуха после очистки до 0,6 мг/куб.м. В настоящее время разработаны и рекомендованы к внедрению рукавные фильтры для очистки дымовых газов корпусов сушки в ДОК. [2]

Продукты осаждения в коллекторах и рукавных фильтрах обогатительных комплексов используются для получения готовых марок асбеста 6 и 7 групп. Обработка этих продуктов производится по отдельным схемам перечистки, принципиально аналогичным основным перечистным потокам (участки сортировки).

Выделенные при получении готовых марок асбеста (К-6 и 7 гр.) подрешетные продукты направляются в отходы.

Изменение природной среды в результате строительства и эксплуатации предприятия по добыче и переработке руд хризотил-асбеста можно разделить на нарушения и загрязнения (рисунки 1-2) [2].

Нарушения природной среды - изменение структуры, качественных и количественных характеристик средообразующих компонентов, изменение существующих или возникновение новых процессов взаимодействия между отдельными природными объектами и их элементами, а также возникновение постоянных связей между технологическими процессами предприятия и природными процессами, происходящими в окружающей среде.

Загрязнение природной среды - привнесение в среду или возникновение в ней новых физических, химических или биологических агентов в количествах, превышающих их допустимые концентрации или естественный среднесуточный контроль.

Под источником нарушения и загрязнения понимаются технологические процессы, воздействующие на природную среду при строительстве и эксплуатации промышленных предприятий.

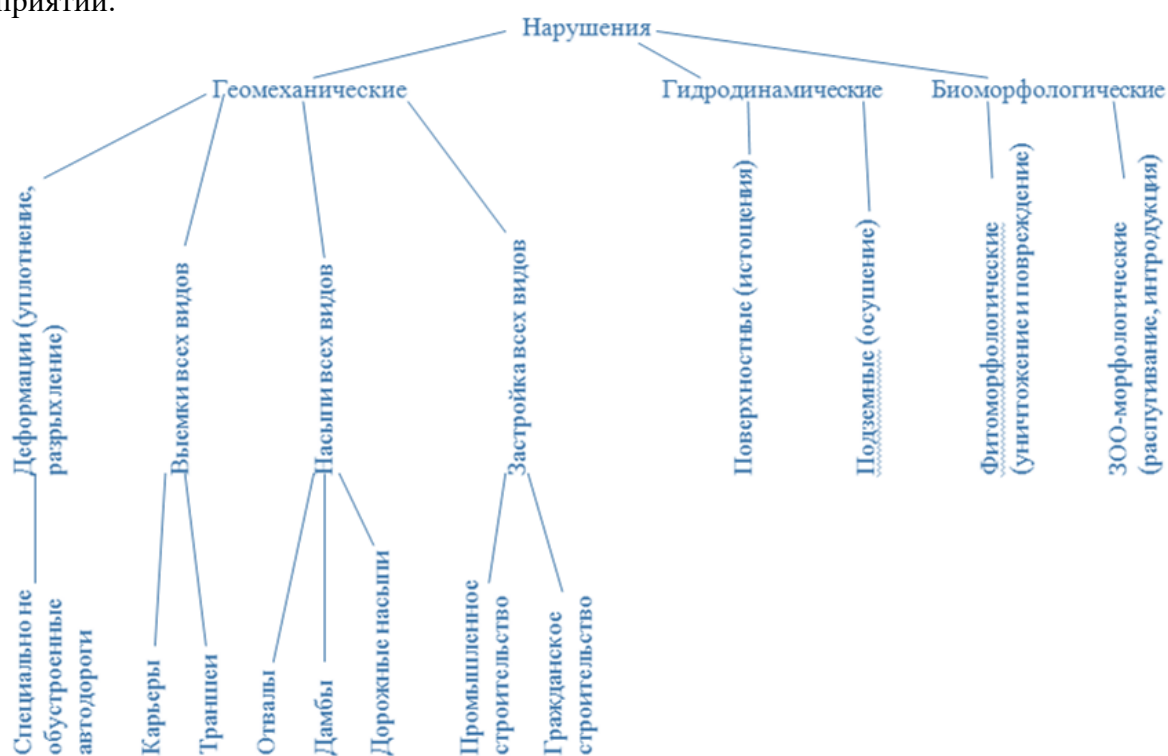


Рисунок 1 - Нарушения окружающей среды в зоне действия асбестового горно-обогатительного комбината

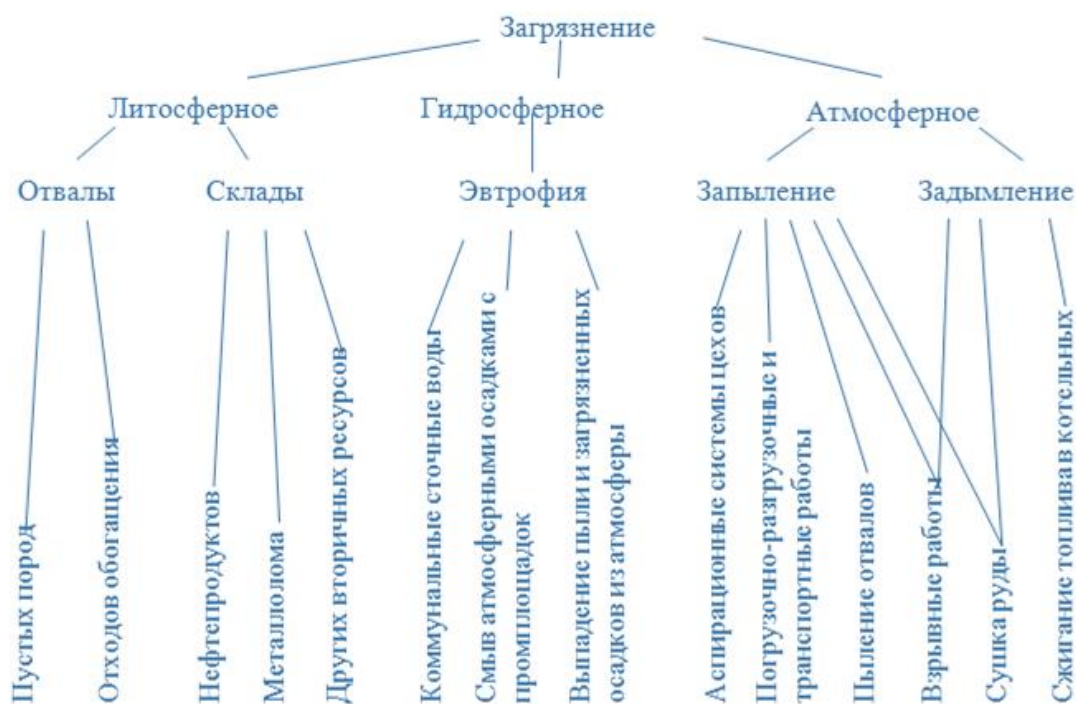


Рисунок 2 - Загрязнение окружающей среды в зоне действия асбестового горно-обогатительного предприятия

Источниками геомеханических нарушений являются следующие технологические процессы:

1. Устройство промплощадок.
2. Строительство дорог, коммуникаций промышленного и коммунального назначения, зданий и сооружений предприятий.
3. Проходка вскрывающих и подготовительных горных выработок.
4. Добыча руды открытым и подземным способами.
5. Складирование на землях пустых пород и отходов производства.
6. Засыпка естественных углублений рельефа (балок, оврагов, русел, ручьев и т.д.).
7. Строительство опор, акведуков и других устройств для прокладки водоводов больших диаметров, других энергетических объектов.

Для выявления активного источника нарушения необходимо весь технологический процесс рассматривать как состоящий из отдельных операций. Задача состоит в том, чтобы в каждом технологическом процессе найти операцию, которая приводит к данной форме нарушений [2].

Источниками гидродинамических нарушений являются технологические процессы, связанные со строительством и эксплуатацией промышленных предприятий. Большинство гидродинамических нарушений связано с предварительной подготовкой поверхности и недр месторождения и его эксплуатации:

1. Перенос русел водотоков, протекающих по поверхности над площадью залегания полезных ископаемых.
2. Предварительное осушение поверхностных водоемов путем перекачивания воды из них в другие понижения рельефа вне горного отвода.
3. Осушение площади земельного (горного) отвода путем закачивания воды из водоносного горизонта в понижение рельефа вне его.
4. Истощение водоносных горизонтов над площадью отработки месторождения и за ее пределами после проведения мероприятий по водопонижению.

Источниками биоморфологических нарушений являются следующие процессы:

1. Прокладка новых транспортных и коммунальных коммуникаций (трубопроводов, линий электропередач и др.).
2. Расчистка площадок под строительство.
3. Снятие и складирование плодородного слоя почв.
4. Вырубка лесов для производства строительных материалов и конструкций.
5. Осушение территорий земельного отвода.
6. Шумовое воздействие горных работ.
7. Воздействие ударной волны при проведении буровзрывных работ.

К источникам литосферных загрязнений, т.е. загрязнений земель, почв, недр, относят следующие процессы:

1. Пыление отвалов пустых и вмещающих пород отходов обогащения.
2. Складирование мусора; твердых отходов, металлолома и т.д.

К источникам гидросферных загрязнений, т.е. загрязнений подземных и поверхностных вод относятся следующие:

1. Сброс сточных вод бытового коммунального и промышленного хозяйства предприятий.
2. Смыв атмосферными осадками загрязненных веществ с промплощадок и прилегающей к ним территории.
3. Выпадение загрязненных осадков и пыли из атмосферы.

На асбестовых предприятиях мощным источником сточных вод является водоотлив из карьеров. На действующих предприятиях по своему составу она является источником гидросферных загрязнений. На строящихся предприятиях должен быть определен состав

подземных вод и решен вопрос о необходимости их очистки перед сбросом в поверхностные водоемы.

Источниками загрязнения атмосферы являются следующие процессы:

1. Сжигание топлива в топках котельных.
2. Сушка руды на обогатительных фабриках.
3. Аспирационные системы цехов обогатительных фабрик.
4. Пыление отвалов пустых пород и отходов обогащения.
5. Погрузочно-разгрузочные, транспортные работы.
6. Взрывные работы.
7. Буровые работы.

Параметры источников нарушения и загрязнения природной среды, источников выделения, а также источников выброса (сброса) загрязняющих веществ являются основой при оценке воздействия предприятий на природную среду [2].

В связи с отсутствием сведений о влиянии асбестопородной пыли на почвы, сельхозугодия, лесные массивы и водные объекты, необходимо обеспечивать минимально возможный уровень выбросов этой пыли в атмосферу и минимальное содержание ее в стоках, и провести дополнительные исследования по влиянию асбестопородной пыли на почвы, лесные массивы водные объекты.

### **Библиографический список**

1. Архипов М.В., Болтыров В.Б., Кульнев В.В., Носырев М.Б., Почечун В.А., Семячков А.И., Семячков К.А., Фоминых А.А., Хорошавин Л.Б. Экологическая и техносферная безопасность. Развитие экологической и техносферной безопасности. Учебное пособие. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2017. 269 с.

2. Пособие к временной отраслевой инструкции «О порядке проведения оценки воздействия на окружающую среду при разработке технико-экономических обоснований (расчетов) и проектов строительства новых, реконструкции, расширения и технического перевооружения действующих предприятий по добыче и обогащению асбеста» «Государственная ассоциация «Союзстройматериалов». Концерн «Асбест». Всесоюзный государственный научно-исследовательский и проектный институт асбестовой промышленности (ВНИИпроектасбест). Москва, 1991.

**«ВОЕНИЗИРОВАННЫЙ ГОРНОСПАСАТЕЛЬНЫЙ ОТРЯД УРАЛА» ФГУП  
«ВГСЧ» КАК СОСТАВЛЯЮЩАЯ ЕДИНОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ  
ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ И ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ**

ПУРИКОВ Д. Е., ЕЛОХИН В.А., КУЗНЕЦОВ А.М.

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

*Аннотация.* В статье рассмотрены вопросы: комплектования аварийно-спасательных формирований; деятельности аварийно-спасательных служб; привлечения аварийно-спасательных служб к ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Описаны функции и структура военизированной горноспасательной части (ФГУП «ВГСЧ»).

Приведены цели, задачи и виды деятельности «ВГСО Урала»

*Ключевые слова:* аварийно-спасательная служба, аварийно-спасательное формирование, военизированная горно-спасательная часть, «Военизированный горноспасательный отряд Урала»

**"MILITARIZED MINE RESCUE TREASURE OF THE URAL" FSUE "VGSCHE"  
AS A COMPONENT OF THE UNIFIED STATE SYSTEM FOR PREVENTION AND  
LIMITATION OF EMERGENCY SITUATIONS**

PURIKOV D. E., ELOKHIN V.A., KUZNETSOV A.M.

FGBOU VO «Ural State Mining University»

*Annotation.* The article discusses the following issues: recruitment of emergency rescue units; activities of emergency rescue services; involving emergency services in emergency response.

The functions and structure of the militarized mine rescue unit (FSUE "VGSChe") are described.

The goals, objectives and activities of "VGSO Ural" are given.

*Key words:* emergency rescue service, emergency rescue unit, paramilitary mountain rescue unit, «Militarized mountain rescue squad of the Urals».

Увеличение количества чрезвычайных ситуаций техногенного, природного, социального характера характерно для всего мирового сообщества.

В России под чрезвычайной ситуацией (ЧС) понимается обстановка на определённой территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного



явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей. Данное понятие представлено в законе с говорящим названием «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» [1]. Это основной нормативный правовой акт, на который опирается развёртывание и функционирование системы предупреждения и ликвидации ЧС природного и техногенного характера.

Реагирование в Российской Федерации на ЧС осуществляется в рамках так называемой единой государственной системы по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС). Аббревиатурное сокращение РСЧС закреплено в первом пункте Постановления Правительства РФ от 30.12.2003 № 794. Данное Постановление посвящено детальному описанию функционирования РСЧС. Достаточно странное несоответствие аббревиатурного сокращения РСЧС полному наименованию системы (единая государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций) связано с историей возникновения Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (МЧС России). На одном из этапов становления МЧС России, а именно 18 апреля 1992 г., появилось Постановление Правительства РФ под названием «О создании Российской системы предупреждения и действий в чрезвычайных ситуациях». Позже, 10 января 1994 г., образовалось МЧС России. МЧС России существенно усовершенствовало систему реагирования на ЧС. Система стала носить полное название единая государственная система предупреждения и ликвидации ЧС. При этом сохранилось старое сокращённое наименование системы – РСЧС.

РСЧС объединяет органы управления, силы и средства федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления и организаций, в полномочия которых входит решение вопросов в области защиты населения и территорий от ЧС, и осуществляет свою деятельность в целях выполнения задач, предусмотренных Федеральным законом «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» [1].

РСЧС действует на федеральном, межрегиональном, региональном, муниципальном и объектовом уровнях.

При этом РСЧС включает в себя функциональные и территориальные подсистемы.

Настоящая статья посвящена функционированию РСЧС в одной из её ипостасей – в контексте деятельности профессиональных аварийно-спасательных служб и формирований, выполняющих горноспасательные работы. В ведении МЧС России к такой службе относится Федеральное государственное унитарное предприятие «Военизированная горноспасательная часть» (ФГУП «ВГСЧ»). ВГСЧ включает в себя 15 военизированных горноспасательных отрядов (ВГСО), в том числе ВГСО Урала, которому будет уделено фокусирующее внимание.

ФГУП «ВГСЧ» является коммерческим предприятием, обладающим определённой монополией на осуществление горноспасательных работ. Горнодобывающие предприятия законодательно несут определённые обязательства по оплате услуг ФГУП «ВГСЧ».

Состав и структуру аварийно-спасательных служб, аварийно-спасательных формирований, за исключением профессиональных аварийно-спасательных служб, профессиональных аварийно-спасательных формирований, определяют создающие их федеральные органы исполнительной власти, органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органы местного самоуправления, организации, общественные объединения исходя из возложенных на них задач по предупреждению и ликвидации ЧС, а также требований законодательства Российской Федерации (Федеральный закон от 22.08.1995 №151-ФЗ).

В состав аварийно-спасательных служб входят органы управления указанных служб, аварийно-спасательные формирования и иные формирования, обеспечивающие решение стоящих перед аварийно-спасательными службами задач. Кроме того, в состав аварийно-спасательных служб могут входить научные организации, образовательные организации по подготовке спасателей, учреждения по подготовке поисковых собак и организации по производству аварийно-спасательных средств.

#### 1. Комплектование аварийно-спасательных служб.

Комплектование аварийно-спасательных служб, аварийно-спасательных формирований осуществляется на добровольной основе. В профессиональные аварийно-спасательные службы, профессиональные аварийно-спасательные формирования на должности спасателей, в образовательные организации по подготовке спасателей для обучения принимаются граждане, имеющие среднее общее образование, признанные при медицинском освидетельствовании годными к работе спасателями и соответствующие установленным требованиям к уровню их профессиональной и физической подготовки, а также требованиям, предъявляемым к их морально-психологическим качествам.

К непосредственному исполнению обязанностей спасателей в профессиональных аварийно-спасательных службах, профессиональных аварийно-спасательных

формированиях допускаются граждане, достигшие возраста 18 лет, имеющие среднее общее образование, прошедшие профессиональное обучение по программе профессиональной подготовки спасателей и аттестованные в установленном порядке на проведение аварийно-спасательных работ. При приёме граждан в профессиональные аварийно-спасательные службы, профессиональные аварийно-спасательные формирования на должности спасателей с ними заключается трудовой договор (контракт), в котором закрепляются особенности и режим работы спасателей; порядок и условия оплаты труда, социальные гарантии и льготы спасателям; обязательство неукоснительного выполнения спасателями возложенных на них обязанностей и распоряжений руководителей указанных аварийно-спасательных служб, аварийно-спасательных формирований на дежурстве и при проведении работ по ликвидации ЧС. Перечень должностей специалистов, работающих спасателями на постоянной штатной основе в профессиональных аварийно-спасательных службах, профессиональных аварийно-спасательных формированиях и участвующих в ликвидации ЧС, утверждается Правительством Российской Федерации (Федеральный закон от 22.08.1995 №151-ФЗ).

## 2. Деятельность аварийно-спасательных служб.

Аварийно-спасательные службы, аварийно-спасательные формирования в своей деятельности руководствуются законодательством Российской Федерации, соответствующими положениями, уставами, правилами и другими нормативными правовыми актами.

В связи с особым характером деятельности профессиональных аварийно-спасательных служб, профессиональных аварийно-спасательных формирований руководство ими предполагает неукоснительное выполнение всеми работниками профессиональных аварийно-спасательных служб, профессиональных аварийно-спасательных формирований приказов и распоряжений, отдаваемых руководителями указанных служб и формирований. Данное требование распространяется на штатные и общественные аварийно-спасательные формирования при участии указанных формирований в проведении работ по ликвидации ЧС.

Прекращение работ как средство разрешения коллективного трудового спора в профессиональных аварийно-спасательных службах, профессиональных аварийно-спасательных формированиях не допускается.

Профессиональные аварийно-спасательные службы и профессиональные аварийно-спасательные формирования могут осуществлять свою деятельность по обслуживанию объектов и территорий на договорной основе. Средства, полученные профессиональными аварийно-спасательными службами и профессиональными аварийно-спасательными

формированиями, созданными федеральными органами исполнительной власти, органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации и органами местного самоуправления в форме казённых учреждений, от выполнения договоров по обслуживанию объектов и территорий, подлежат зачислению в доход соответствующего бюджета бюджетной системы Российской Федерации (Федеральный закон от 22.08.1995 №151-ФЗ).

Готовность профессиональных аварийно-спасательных служб, профессиональных аварийно-спасательных формирований к реагированию на ЧС и проведению работ по их ликвидации проверяется в ходе аттестации, а также в ходе проверок, осуществляемых в пределах своих полномочий федеральным органом исполнительной власти, специально уполномоченным на решение задач в области защиты населения и территорий от ЧС, органами государственного надзора, органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации и органами местного самоуправления, специально уполномоченными на решение задач в области защиты населения и территорий от ЧС.

Для аварийно-спасательных служб и профессиональных аварийно-спасательных формирований свойственна специализация направлений деятельности.

В соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации №517 от 27 апреля 2018 г., профессиональные горноспасательные службы и формирования создаются для выполнения своих функций на объектах ведения горных работ, горноспасательных работ и работ неаварийного характера, требующих применения средств индивидуальной защиты органов дыхания и (или) горноспасательного оснащения, в период строительства, эксплуатации, реконструкции, капитального ремонта, технического перевооружения, консервации или ликвидации указанных объектов (далее – горноспасательное обслуживание).

Основными задачами профессиональных горноспасательных служб и формирований являются:

- поддержание в постоянной готовности органов управления, сил и средств к проведению работ по ликвидации ЧС на объектах ведения горных работ;
- ликвидация ЧС на объектах ведения горных работ.

Порядок деятельности, задачи, функции и полномочия профессиональных аварийно-спасательных служб и профессиональных аварийно-спасательных формирований, выполняющих горноспасательные работы, требования к их составу, структуре, комплектованию, оснащённости и постоянной готовности, условия их размещения, несения дежурства спасателями указанных служб и формирований и порядок расчёта стоимости обслуживания объектов ведения горных работ устанавливаются Правительством

Российской Федерации (Постановление Правительства Российской Федерации №517 от 27 апреля 2018 г). В связи с этим среди ведомственных нормативных правовых актов отметим Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору №520 от 11 декабря 2020 г. «Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Инструкция по локализации и ликвидации последствий аварии на опасном производственных объектах, на которых ведутся горные работы» и Приказ МЧС России №32 от 28 января 2002 г. «Об утверждении Положения о поисково-спасательной службе Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий».

Все аварийно-спасательные службы, аварийно-спасательные формирования подлежат аттестации в порядке, устанавливаемом Правительством Российской Федерации (Постановления Правительства Российской Федерации №517 от 27 апреля 2018 г.).

### 3. Привлечение аварийно-спасательных служб к ликвидации ЧС.

Привлечение аварийно-спасательных служб, аварийно-спасательных формирований к ликвидации ЧС осуществляется:

- в соответствии с планами действий по предупреждению и ликвидации ЧС;
- установленным порядком действий при возникновении и развитии ЧС;
- по решению уполномоченных на то должностных лиц федеральных органов государственной власти, органов государственной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления, организаций и общественных объединений, осуществляющих руководство деятельностью указанных аварийно-спасательных служб, аварийно-спасательных формирований, либо имеющих на то установленные законодательством Российской Федерации полномочия на основе запроса федеральных органов государственной власти, органов государственной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления, организаций, на территории которых произошли ЧС или к полномочиям которых отнесена ликвидация указанных ЧС, на основе запроса руководителей ликвидации ЧС либо по согласованию с указанными органами и руководителями ликвидации ЧС.

Кроме профессиональных аварийно-спасательных служб, профессиональных аварийно-спасательных формирований существуют ещё общественные аварийно-спасательные формирования и нештатные аварийно-спасательные формирования.

### 4. Профессиональные аварийно-спасательные службы (формирования).

Поисково-спасательные формирования и аварийно-спасательные формирования МЧС России являются подведомственными учреждениями МЧС России и предназначены для проведения поисково-спасательных работ в условиях ЧС природного и техногенного

характера. Как отмечалось ранее, они входят в РСЧС; в своей деятельности руководствуются законами и нормативными правовыми актами Российской Федерации, субъектов Российской Федерации, нормативными актами МЧС России и уставами соответствующих служб и формирований.

На горноспасательных работах в МЧС России специализируется Федеральное унитарное государственное предприятие «Военизированная горноспасательная часть» МЧС России (ФГУП «ВГСЧ»).

Функции ФГУП «ВГСЧ»:

- выполнение горно-спасательных работ;
- выполнение работ неаварийного характера, требующих применения средств индивидуальной защиты органов дыхания и (или) горноспасательного оснащения (далее – технические работы);
- участие в разработке планов мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий на опасных производственных объектах;
- проверка планов мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий на опасных производственных объектах на соответствие фактическому состоянию готовности организаций, эксплуатирующих объекты ведения горных работ (далее – организации), к проведению горноспасательных работ;
- выполнение обязанностей, вытекающих из задач единой государственной системы предупреждения и ликвидации ЧС.

В рамках горноспасательного обслуживания ФГУП «ВГСЧ» могут осуществлять следующие дополнительные функции:

- выполнение работ по отбору проб и анализу качественного состава атмосферного (рудничного) воздуха и его запылённости на объектах ведения горных работ;
- оказание медицинской помощи, включая медицинскую эвакуацию медицинскими бригадами экстренного реагирования, работникам организаций, а также оказание первой помощи гражданам, пострадавшим при ЧС;
- методическое сопровождение деятельности вспомогательных горноспасательных команд организаций;
- обучение по дополнительным профессиональным программам работников профессиональных горноспасательных служб и формирований и членов вспомогательных горноспасательных команд организаций;
- подготовка работников организаций к действиям в аварийной ситуации и правильному использованию средств индивидуальной защиты органов дыхания;

- проведение депрессионных и тепловых съёмов на объектах ведения горных работ;
- ремонт и техническое обслуживание дыхательных аппаратов, контрольных приборов, средств аварийной связи и борьбы с подземными пожарами, а также других видов горноспасательного оснащения;
- обмен опытом работы с аварийно-спасательными службами и аварийно-спасательными формированиями, в том числе зарубежными;
- участие в разработке проектных решений по противоаварийной защите объектов ведения горных работ;
- участие в работе аттестационных комиссий организаций по аттестации работников в области промышленной безопасности;
- выполнение на объектах ведения горных работ иных работ и мероприятий, направленных на усиление противоаварийной защиты, готовности к спасению людей и ликвидации последствий аварий.

ФГУП «ВГСЧ», помимо указанных функций, могут осуществлять следующие вспомогательные функции:

- эксплуатация закреплённого за ними в установленном порядке недвижимого имущества Российской Федерации;
- осуществление функции государственного заказчика в случаях, предусмотренных законодательством Российской Федерации;
- принятие мер по развитию социальной сферы для работников военизированных горноспасательных частей;
- проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области горноспасательного дела и противоаварийной защиты объектов ведения горных работ (Постановление Правительства Российской Федерации №517 от 27 апреля 2018 г.).

Нормативное правовое регулирование ФГУП «ВГСЧ» тесно связано с нормативным правовым регулированием деятельности на опасных производственных объектах (Постановление Правительства Российской Федерации №1437 от 15 сентября 2020 г.; Приказы Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору №449 от 31 октября 2016 г. и №605 от 16 декабря 2013 г. и др.), детализируется в ведомственных нормативных правовых актах (Приказы Федерального государственного унитарного предприятия «Военизированная горноспасательная часть» №450 от 18 мая 2017 г.; №48 от 30 января 2019 г.; №912 от 09 декабря 2020 г.; №1001 от 28 декабря 2020 г. и др.).

ФГУП «ВГСЧ» структурно состоит из 15 военизированных горноспасательных отрядов. Подразделения ФГУП «ВГСЧ» располагаются в 33 субъектах Российской Федерации на территории 8 федеральных округов:

- филиал «Военизированный горноспасательный отряд Юга и Центра»;
- филиал «Военизированный горноспасательный отряд Ростовской области»;
- филиал «Военизированный горноспасательный отряд Печорского бассейна»;
- филиал «Военизированный горноспасательный отряд Урала»;
- филиал «Копейский военизированный горноспасательный отряд»;
- филиал «Кемеровский военизированный горноспасательный отряд»;
- филиал «Новокузнецкий военизированный горноспасательный отряд»;
- филиал «Прокопьевский военизированный горноспасательный отряд»;
- филиал «Военизированный горноспасательный отряд Сибири и Алтая»;
- филиал «Военизированный горноспасательный отряд Восточной Сибири»;
- филиал «Якутский военизированный горноспасательный отряд»;
- филиал «Военизированный горноспасательный отряд Дальнего Востока»;
- филиал «Военизированный горноспасательный отряд Северо-Востока»;
- филиал «Военизированный горноспасательный отряд Северо-Запада»;
- филиал «Норильский военизированный горноспасательный отряд».

В состав ВГСО входят:

- 45 военизированных горноспасательных взводов (ВГСВ), в состав которых входит 94 горноспасательных поста;
- 20 военизированных горноспасательных пунктов (ВГСП);
- 12 медицинских бригад экстренного реагирования (МБЭР);
- 27 контрольно-испытательных лабораторий (КИЛ);
- 13 служб депрессионных съёмов (СДС).

В составе ВГСВ и ВГСП действуют 388 горноспасательных отделений, оснащённых специальной техникой, оборудованием и снаряжением.

Группировка сил ФГУП «ВГСЧ» составляет 3930 человека, из них на постоянном круглосуточном дежурстве находится 1076 человек.

Структура филиала «ВГСО Урала» ФГУП «ВГСЧ».

В состав ВГСО Урала входят:

- Екатеринбургский военизированный горноспасательный взвод (Екатеринбургский ВГСВ), состоит из 5 отделений, дислоцирован по адресу: Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Степана Разина, д. 109.



– Североуральский военизированный горноспасательный взвод (Североуральский ВГСВ), состоит из 5 отделений, дислоцирован по адресу: Свердловская область, п. Калья, ул. Октябрьская, д. 13.

– Нижнетагильский военизированный горноспасательный взвод (Нижнетагильский ВГСВ), состоит из 5 отделений, дислоцирован по адресу: Свердловская область, г. Нижний Тагил, ул. Космонавтов, д. 40.

– Саткинский военизированный горноспасательный взвод (Саткинский ВГСВ), состоит из 5 отделений, дислоцирован по адресу: Челябинская область, г. Сатка, пл. 1 Мая, д. 1.

– Северный военизированный горноспасательный пункт (Северный ВГСП), состоит из 3 отделений, дислоцирован по адресу: Пермский край, г.о. г. Горнозаводска, п. Лаки, ул. карьер «Южно-Сарановский хром» (Лит. А).

– Военизированный горноспасательный взвод № 6 (ВГСВ № 6), состоит из 6 отделений, дислоцирован по адресу: Пермский край, г. Березники, территория Усольского калийного комбината ООО «ЕвроХим-УКК».

– Военизированный горноспасательный взвод № 7 (ВГСВ № 7), состоит из 15 отделений, дислоцирован на 3-х промплощадках по адресу: Пермский край, Соликамский район, промплощадка СКРУ – 3, промплощадка СКРУ – 2, промплощадка СКРУ – 1 ПАО «Уралкалий».

– Военизированный горноспасательный взвод № 8 (ВГСВ № 8), состоит из 6 отделений, дислоцирован по адресу: Пермский край, г. Березники, промплощадка БКПРУ – 4 ПАО «Уралкалий».

– Военизированный горноспасательный взвод № 9 (ВГСВ № 9), состоит из 10 отделений, дислоцирован по адресу: Пермский край, г. Березники, промплощадка БКПРУ – 3, промплощадка БКПРУ – 2 ПАО «Уралкалий».

– Военизированный горноспасательный пункт № 1 (ВГСП № 1), состоит из 4 отделений, дислоцирован по адресу: Пермский край, г.о. город Березники, территория Талицкого участка Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей.

ВГСО Урала обслуживает 251 опасных производственных объектов ведения горных работ, из них: 27 рудников, 135 карьеров, 19 обогатительных фабрик, 70 прочих объектов.

Обслуживаемые опасные производственные объекты, располагаются в Пермском крае, Свердловской и Челябинской областях, осуществляют добычу: золото и серебро содержащих руд, меди, медно-цинкового колчедана, кварца, изумрудов, бериллов, боксита,

магнетита, магнезита, сидерита, железной руды, хрома, карналлита, сильвинита, титана, магнезия, ванадия, габбро, мрамора, известняка, песчаника, мергеля и т.д.

В повседневной деятельности на обслуживаемых предприятиях специалисты филиала «ВГСО Урала» выполняют работы неаварийного характера, направленные на обеспечение безопасности труда горнорабочих, усиление противоаварийной защиты предприятий и повышение их готовности к спасению людей и ликвидации возможных аварий. Они также осуществляют профилактические обследования объектов, отбор проб качественного состава воздуха, его анализ с выдачей результатов, дежурство при проведении взрывных работ под землёй, разрабатывают планы ликвидации аварий.

В связи с этим, в частности, используется оперативный транспорт.

Профилактическая деятельность в филиале «ВГСО Урала» на обслуживаемых опасных производственных объектах осуществляется в соответствии с требованиями нормативных документов. Основным направлением деятельности является усиление противоаварийной защиты и готовности обслуживаемых объектов к спасению людей и ликвидации последствий аварий, а также к выполнению мероприятий, заложенных в планах ликвидации аварий (ПЛА) на обслуживаемых предприятиях. Важным элементом профилактической деятельности являются целевые проверки. Командный состав профилактической службы принимает участие в проведении как плановых, так и внеплановых целевых проверок состояния безопасности работ на опасных производственных объектах, обслуживаемых филиалом «ВГСО Урала» ФГУП «ВГСЧ».

Также проводится методическое сопровождение аттестации нештатных аварийно-спасательных формирований вспомогательных горноспасательных команд (ВГК) обслуживаемых горных предприятий, осуществляются внеплановые выездные проверки соответствия обязательным требованиям готовности ВГК к выполнению возложенных на них задач, реализуются проверки по использованию и применению шахтных приборов самоспасения и порядка сбора и действий в первоначальный момент возникновения аварийной ситуации при проведении учебных тревог с привлечением членов ВГК, согласно утвержденным планам мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий на обслуживаемых опасных производственных объектах.

В межаварийный период личный состав занимается совершенствованием навыков по ведению горноспасательных работ в соответствии с утверждённой программой специальной подготовки.

В программу специальной подготовки входят: горное дело, изучение плана мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий, физическая подготовка, тепловая тренировка, основы первой помощи, практическое изучение оснащения, охрана

труда, психологическая подготовка, тактико-техническая подготовка (ТТП), тренировка в дыхательных аппаратах (ТДА).

Дополнительно в межаварийный период личный состав занимается деятельностью, направленной на профилактику возникновения аварий на опасных производственных объектах ведения горных работ, на обслуживаемых организациях (в период их строительства, эксплуатации, реконструкции, капитального ремонта, технического перевооружения, консервации или ликвидации). Профилактическая деятельность осуществляется в целях определения готовности опасных производственных объектов к выполнению мероприятий, предусмотренных планом мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий на опасных производственных объектах.

Основной функцией профилактической деятельности ВГСЧ является проверка планов мероприятий на соответствие фактическому состоянию готовности опасных производственных объектов к проведению горноспасательных работ. При профилактических обследованиях определяется состояние запасных выходов, подъездных путей, средств связи, систем позиционирования, поиска и оповещения об аварии, вентиляционных устройств, средств спасения, противопожарных трубопроводов, средств пожаротушения. Также анализируется расстановка членов вспомогательных горноспасательных команд по рабочим местам, что также должно быть предусмотрено планом мероприятий.

Представленное исследование посвящено единой государственной системе предупреждения и ликвидации ЧС, прежде всего в аспекте структурных и функциональных особенностей аварийно-спасательных и поисково-спасательных служб и формирований. Основное внимание уделено специфике территориального и иерархического принципов структуризации системы и её функционирования, в связи с чем на примере горноспасательного направления деятельности детализированы соответствующие особенности единой государственной системы предупреждения и ликвидации ЧС. Единую государственную систему предупреждения и ликвидации ЧС справедливо считать высокоэффективной. Подавляющее большинство специалистов, работающих в настоящее время горноспасателями, являются аттестованными сотрудниками, принимавшими неоднократное участие в ликвидации и локализации последствий аварий не только в подземных горных выработках, но и на социальных объектах, на территории многочисленных наземных промышленно-производственных учреждений.

## Библиографический список

1. Федеральный закон от 21.12.1994 №68-ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера».
2. Федеральный закон от 22.08.1995 №151-ФЗ «Об аварийно-спасательных службах и статусе спасателей».
3. Постановление Правительства РФ от 27 апреля 2018 г. №517 «Об утверждении Положения о профессиональных аварийно-спасательных службах, профессиональных аварийно-спасательных формированиях, выполняющих горноспасательные работы, и Правил расчета стоимости обслуживания объектов ведения горных работ профессиональными аварийно-спасательными службами, профессиональными аварийно-спасательными формированиями, выполняющими горноспасательные работы».
4. Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 11 декабря 2020 г. №520 «Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Инструкция по локализации и ликвидации последствий аварии на опасном производственных объектах, на которых ведутся горные работы».

## ОЦЕНКА ТРАВМАТИЗМА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ АКЦИОНЕРНОГО ОБЩЕСТВА

СЕЛИВЕРСТОВА А.И, ЕЛОХИН В.А.

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

**Аннотация.** В статье приведена общая характеристика травматизма на предприятиях, входящих в контур управления акционерного общества, рассмотрены основные причины травматизма на производстве, его последствия и предложены пути уменьшения риска для работников.

**Ключевые слова:** травматизм, смертельные несчастные случаи, тяжелые несчастные случаи, легкие несчастные случаи, причины производственного травматизма.

## ASSESSMENT OF INJURIES AT JOINT STOCK COMPANY ENTERPRISES

SELIVERSTOVA A.I., ELOKHIN V.A.

FGBOU VO «Ural State Mining University»

**Annotation.** The article provides a general description of injuries at enterprises that are part of the management of a joint-stock company, examines the main causes of injuries at work, their consequences, and suggests ways to reduce the risk for workers.

**Key words:** injuries, fatal accidents, severe accidents, minor accidents, causes of industrial injuries.

Травматизм на производстве представляет собой серьезную проблему, которая влияет на работников, компании и общество в целом.

Численность работников организаций, входящих в контур управления акционерного общества, по состоянию на 01.01.2023, составляет – 21 972 (21 972 рабочих места).

В таблице 1 приведено распределение рабочих мест по условиям труда.

Таблица 1 - Итоговый класс условий труда рабочих мест, входящих в состав акционерного общества

Класс условий труда	Количество рабочих мест
1 (оптимальный) или 2 (допустимый)	17 317
3.1 (вредные условия труда 1 степени)	2 689
3.2 (вредные условия труда 2 степени)	1 918
3.3 (вредные условия труда 3 степени)	38
3.4 (вредные условия труда 4 степени)	9
4 (опасный)	1

В период с 2018 г по 2023 г в организациях, входящих в контур управления акционерного общества, зафиксированы несчастные случаи на производстве и профессиональные заболевания (таблица 2, рисунки 1-4).

Таблица 2 - Динамика несчастных случаев

Тяжесть производственного травматизма и профессиональные заболевания	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Смертельные несчастные случаи на производстве	1	1	0	1	1	0
Тяжелые несчастные случаи на производстве	1	1	1	1	2	0
Легкие несчастные случаи на производстве	13	10	6	15	11	9
<b>ИТОГО</b>	<b>15</b>	<b>12</b>	<b>7</b>	<b>17</b>	<b>14</b>	<b>9</b>
Профессиональные заболевания	0	0	0	1	0	0

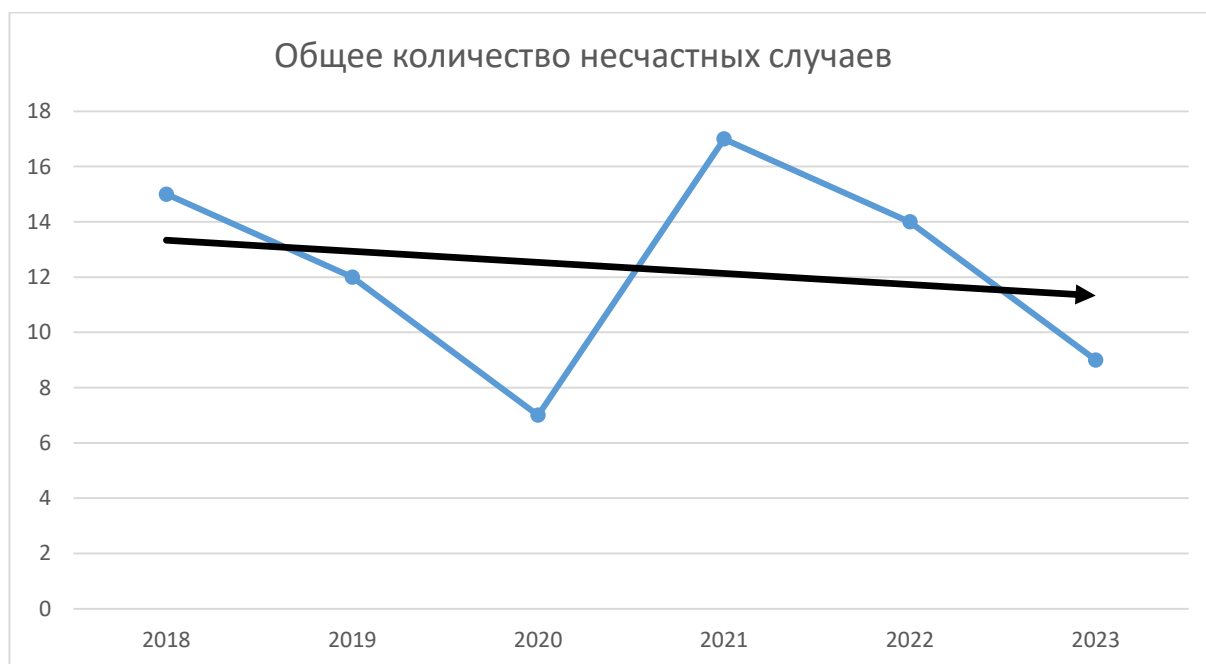


Рисунок 1 – Динамика изменения общего количества травматизма

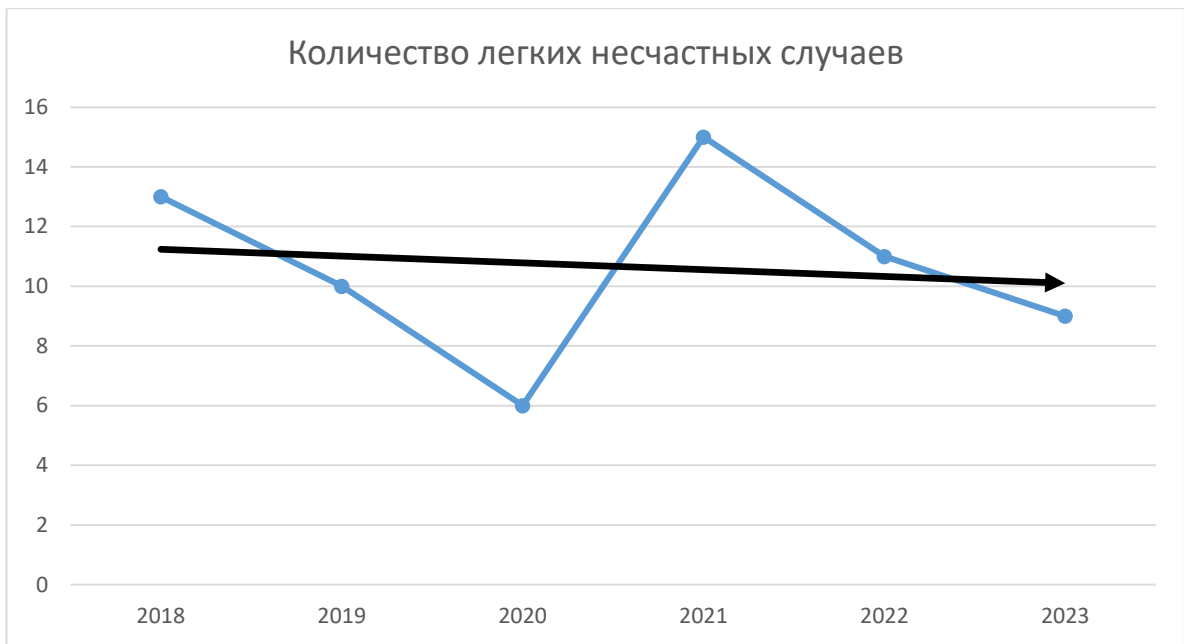


Рисунок 2 – Динамика изменения количества легких несчастных случаев



Рисунок 3 – Динамика изменения количества тяжелых несчастных случаев

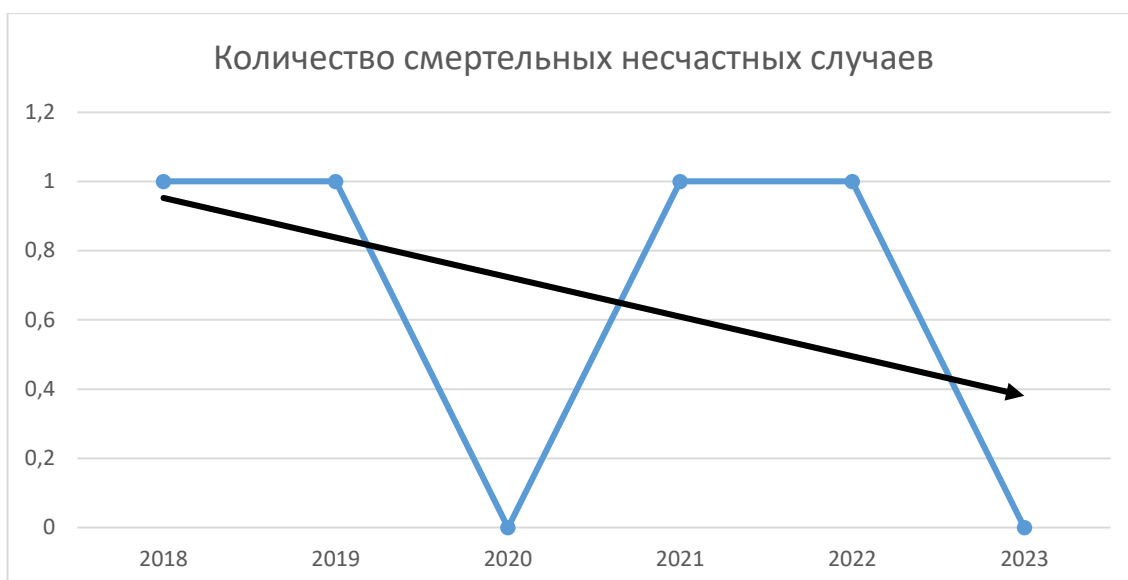


Рисунок 4 – Динамика изменения количества смертельных несчастных случаев

Анализируя таблицу и рисунки наблюдается достаточно отчетливо выраженная тенденция снижения как общего количества травматизма, так и тяжелых, и смертельных несчастных случаев. Однако, количество легких несчастных случаев не имеет тенденции к снижению. За исследованный период количество легких несчастных случаев, то увеличивалось, то уменьшалось, а в целом тренд имеет практически горизонтальное положение.

Основными причинами производственного травматизма в организациях, входящих в контур управления акционерного общества, являются: падение в следствии личной неосторожности, неудовлетворительная организация производства работ, эксплуатация неисправных машин, механизмов, оборудования, конструктивные недостатки, несовершенство, недостаточная надежность машин, механизмов, оборудования.

Основными путями снижения травматизма на предприятиях, входящих в контур управления акционерного общества, являются: внедрение строгих стандартов безопасности и их регулярный контроль, обязательное обучение сотрудников мерам предотвращения травм, использование современного и безопасного оборудования, систематический анализ происшествий и внедрение мер для предотвращения их повторения.

Таким образом, травматизм на производстве – это серьезная проблема, но она может быть решена путем активного вмешательства со стороны корпорации, обучения персонала и строгого соблюдения стандартов безопасности. Работа в этом направлении не только снизит риск травм, но также принесет пользу как работникам, так и бизнесу.



**ИССЛЕДОВАНИЕ УСЛОВИЙ БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ  
ДРОБИЛЬНО-ПЕРЕГРУЗОЧНОЙ УСТАНОВКИ  
НА СТАДИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

ТИТОВА С.Г.

НИТУ МИСИС

*Аннотация.* В статье рассмотрена актуальность проведения оценки рисков на стадии проектирования и приведена методика снижения рисков для уже идентифицированных видов опасности, а также предложены дополнительные меры по предупреждению возникновения опасностей при эксплуатации ДПУ, которые изначально не были учтены при проектировании.

*Ключевые слова:* дробильно-перегрузочная установка, оценка риска, идентификация опасностей, анализ риска, снижение риска, демаркация опасных зон, предохранительные устройства.

**INVESTIGATION OF CONDITIONS FOR SAFE OPERATION  
OF CRUSHING EQUIPMENT AT THE DESIGN STAGE**

TITOVA S.G.

NUST MISIS

*Annotation.* The article considers the relevance of risk assessment at the design stage and presents the methodology of risk reduction for already identified hazards, as well as proposes additional measures to prevent the occurrence of hazards in the operation of a crushing and reloading plant that were not initially considered in the design.

*Keywords:* crushing equipment, risk assessment, hazard identification, risk analysis, risk reduction, demarcation of danger zones, safety devices.

С одной стороны увеличение глубины открытых горных работ, расстояния транспортирования горной массы, а также снижение качества полезных ископаемых влекут за собой рост эксплуатационных затрат, связанных с применением традиционных видов транспорта [1]. С другой стороны, развитие промышленности и увеличение потребности экономики в современных технологических решениях увеличивает практическую полезность нового технологического оборудования, ускоряющего объем выполнения тех

или иных работ, в частности рассмотрим в качестве нового оборудования дробильно-перегрузочную установку для транспортировки горной массы.

Данная установка позволяет:

- достичь высокой концентрации производства;
- улучшить показатели использования горно-транспортного оборудования;
- обеспечить высокую степень автоматизации технологических процессов;
- повысить эффективность работы предприятия в целом.

Стационарно установленная дробильно-перегрузочная установка является сложным техническим устройством, безопасность эксплуатации которого предусматривается на стадии конструирования и проектирования такой установки. Предварительный анализ возникновения опасных ситуаций является обязательной процедурой для нового оборудования. В соответствии с требованиями Технического регламента «О безопасности машин и оборудования» при проектировании новой установки условия возникновения и реализации опасных ситуаций исследуется на разных стадиях жизненного цикла оборудования: во время транспортировки нового оборудования до места установки, во время монтажа, эксплуатации, ремонта и технического обслуживания, а также демонтажа и утилизации оборудования. Согласно Техническому регламенту для идентифицированных видов опасности проводится оценка риска расчетным, экспериментальным либо экспертным путем [2].

При выборе метода оценки риска руководствуются положениями ГОСТ ISO 12100-2013, а также другими нормативными документами для оценки риска конкретных групп оборудования, согласно ему для выполнения процедур по оценке и снижению риска конструктору необходимо предпринять действия в определенном порядке, отображенном на рисунке 1 [3].

Оценка риска представляет собой логическую цепочку, которая при системном применении позволяет проанализировать и оценить степень риска, связанного с использованием машины. При необходимости вслед за оценкой риска следует принятие мер по его снижению. Для устранения опасности или адекватного снижения степени риска может потребоваться неоднократное повторение этого процесса.

Анализ риска возникновения опасных ситуаций позволяет рассмотреть все опасности, которые могут возникнуть на разных стадиях жизненного цикла оборудования. На основании результатов анализа риска разрабатываются меры безопасности, предназначенные для снижения вероятности возникновения возможных рисков в целях обеспечения безопасной эксплуатации этого оборудования. Оценка риска выполняется для возможных опасных событий с описанием вероятности возникновения опасного события.

Для дробильно-перегрузочной установки была проведена идентификация опасностей и оценка рисков их возникновения, с приведением возможных мест возникновения опасностей, оценена тяжесть последствий и остаточный риск, а также предложены мероприятия по их предупреждению.

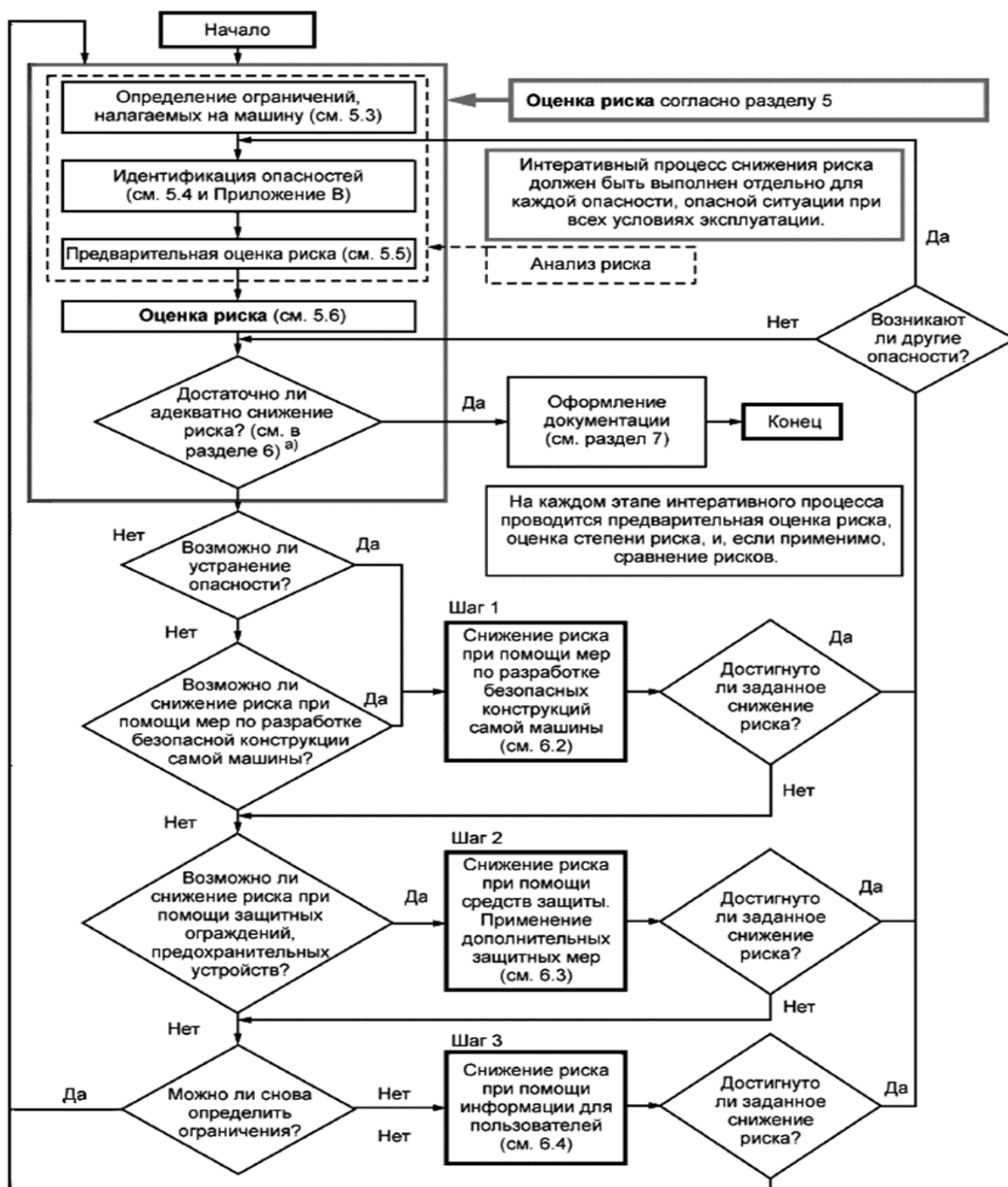


Рисунок 1 – Схема трехшагового метода снижения риска

В результате исследований установлены дополнительные меры по предупреждению возникновения опасностей при эксплуатации ДПУ, которые изначально не были учтены при проектировании. Одно из них – это использование демаркации опасных зон при организации погрузочно-разгрузочных работ. Демаркация позволяет четко определить

границы опасной зоны, где работа может быть опасной, а также предотвратить несчастные случаи и травмы, связанные с невнимательностью персонала. Опасные зоны в области действия целесообразно установить под стрелой крана и в области зон перемещения грузовых талей. Опасные зоны под стрелой крана будут представлять собой радиус действия стрелы. При демаркации опасные зоны обозначаются красным цветом, направленным светом специальной осветительной установки. Стоимость мероприятий по демаркации сопоставимо с затратами по уменьшению несчастных случаев на производстве. Дополнительно была предложена установка предохранительных устройств на органы ручного управления дробильно-перегрузочной установки, что полностью предотвратит несанкционированные включения установки в целом, либо ее частей. Системы блокировки могут быть различными: механическими, электрическими, электронными в зависимости от принципа запуска установки.

Применение указанных дополнительных мероприятий существенно увеличит безопасность применяемого оборудования.

#### **Литература**

1 Журавлев А.Г., Глебов И.А., Семенкин А.В., Чендырев М.А. Перспективные технологии транспортирования для глубоких карьеров. Черная металлургия, 2021, №5, С. 518-528. DOI: 10.32339/0135-5910-2021-5-518-528.

2 ТР ТС 010/2011 «О безопасности машин и оборудования», утвержден Решением Комиссии Таможенного Союза 18.10.2011 №823. . ИС «Техэксперт». Электронный документ. Режим доступа <https://docs.cntd.ru/document/902307904?section=text> Дата 25.03.2024

3 ГОСТ ISO 12100-2013 Безопасность машин. Основные принципы конструирования. Оценки риска и снижения риска. ИС «Техэксперт». Электронный документ. Режим доступа <https://docs.cntd.ru/document/1200110234>. Дата 25.03.2024

## АНАЛИЗ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ТРАВМАТИЗМА В СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ ЗА ПЕРИОД 2018-2022 гг

ЦЕПКОВ В.А, ЕЛОХИН В.А.

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

**Аннотация.** В статье приведена общая характеристика травматизма на предприятиях Свердловской области, рассмотрены основные причины травматизма на производстве, его последствия и предложены пути уменьшения риска для работников. Для снижения производственного травматизма на предприятиях Свердловской области должны реализовываться мероприятия, направленные на улучшение: функционирования системы управления охраной труда; контроля выявления опасностей и определения уровня профессиональных рисков; результатов расследования НС на производстве, микротравм; результатов контрольно–надзорных мероприятий органов государственной власти.

**Ключевые слова:** несчастный случай на производстве; производственный травматизм; травма; авария; профзаболевание; статистические показатели; опасные и вредные производственные факторы условий труда.

## ANALYSIS OF OCCUPATIONAL INJURIES IN THE SVERDLOVSK REGION FOR THE PERIOD 2018-2022

Tsepkov V.A, Elokhin V.A.

FGBOU VO «Ural State Mining University»

**Annotation.** The article provides a general description of injuries at enterprises in the Sverdlovsk region, examines the main causes of injuries at work, their consequences, and suggests ways to reduce the risk for workers. To reduce industrial injuries at enterprises of the Sverdlovsk region, measures should be implemented aimed at improving: the functioning of the occupational safety management system; control over the identification of hazards and determination of the level of professional risks; results of an investigation into accidents at work, microtraumas; results of control and supervisory activities of government bodies.

**Key words:** industrial accident; industrial injuries; injury; accident; occupational disease; statistical indicators; dangerous and harmful production factors of working conditions.

Свердловская область – крупный промышленный комплекс России, основой экономики которого являются горнодобывающая, металлургическая и машиностроительная отрасли промышленности. Большинство горнорудных предприятий входит в состав крупных металлургических холдингов: «УГМК-Холдинг», «ЕВРАЗ-Холдинг», «Русская медная компания» и др. Металлургические предприятия области занимают лидирующие отраслевые позиции и составляют 48% в общей структуре обрабатывающих производств региона. Количество предприятий в области на 2022 г. составляет 116769, в которых заняты более 2 млн. чел. [1].

Политика безопасного труда в Свердловской области базируются на положениях Конституции РФ, статьях Трудового кодекса РФ, законодательных и подзаконных нормативных актах, содержащих требования охраны труда.

Профилактика несчастных случаев на производстве имеет особое значение, так как они являются причиной снижения доли трудоспособного населения и увеличение затрат на социальную помощь.

В таблице 1 и на рисунках 1-8 приведены статистические данные по численности пострадавших с утратой трудоспособности по видам тяжести, а также численности работников предприятий с вредными и опасными условиями труда.

Таблица 1 – Показатели производственного травматизма [1-3]

Показатели	Годы				
	2018	2019	2020	2021	2022
Среднесписочная численность работников (тыс. чел.)	679,6	695,7	631,3	675,3	705,3
Численность пострадавших с утратой трудоспособности и со смертельным исходом	976	973	875	1046	811
Количество тяжелых несчастных случаев	211	193	180	161	156
Количество групповых несчастных случаев	13	12	14	10	17
Численность пострадавших с тяжёлыми травмами	226	207	196	173	179
Численность пострадавших со смертельным исходом	39	39	43	43	43
Число дней нетрудоспособности всех пострадавших	49871	53261	62071	46478	45397
Численность пострадавших с утратой трудоспособности и со смертельным исходом	976	973	875	1046	811
Израсходовано на мероприятия по охране труда, млрд. руб.	10,49	12,31	14,56	15,71	16,81

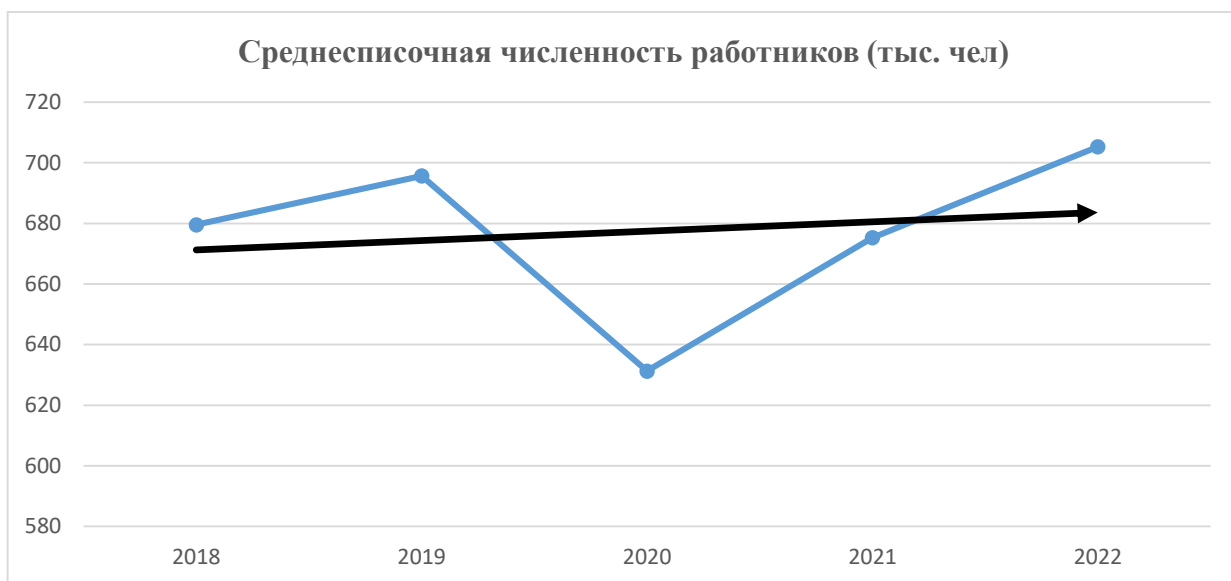


Рисунок 1 - Среднесписочная численность работников

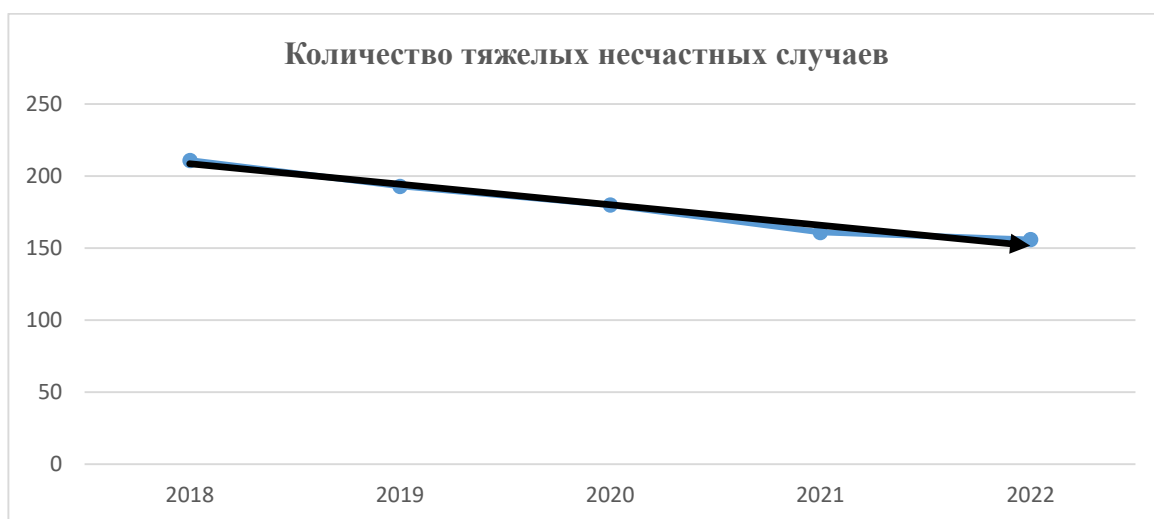


Рисунок 2 – Количество тяжелых несчастных случаев

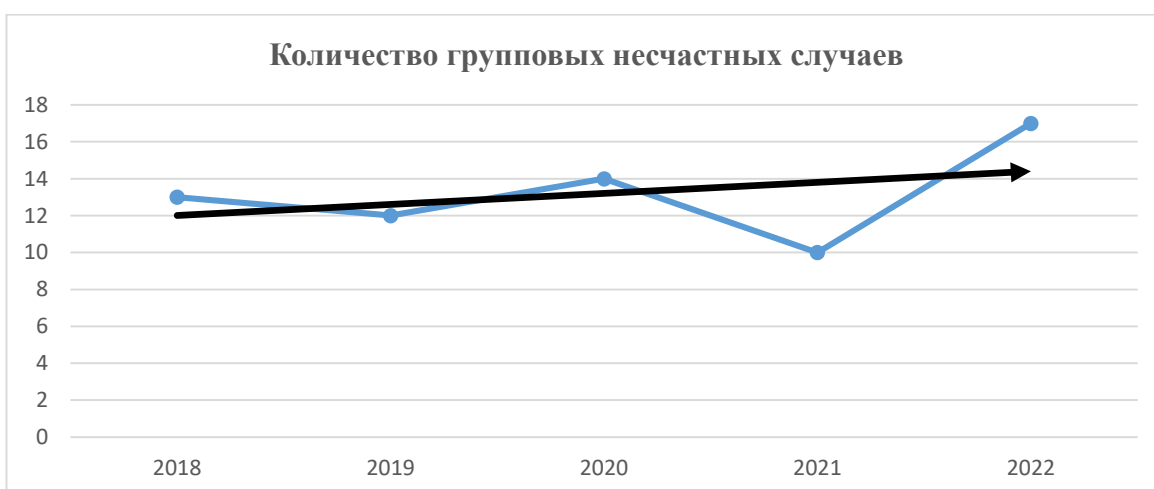


Рисунок 3 - Количество групповых несчастных случаев

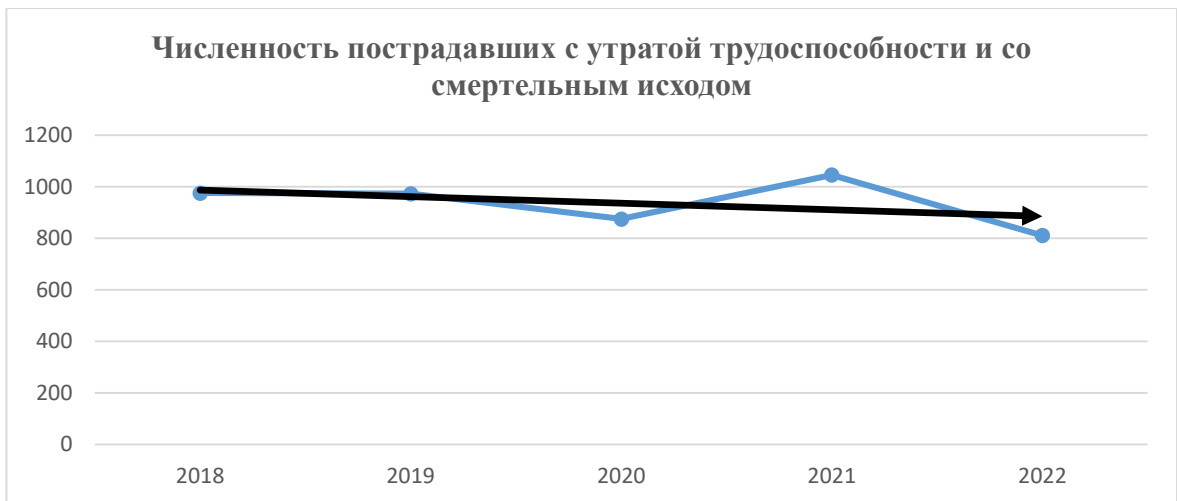


Рисунок 4 - Численность пострадавших с утратой трудоспособности и со смертельным исходом

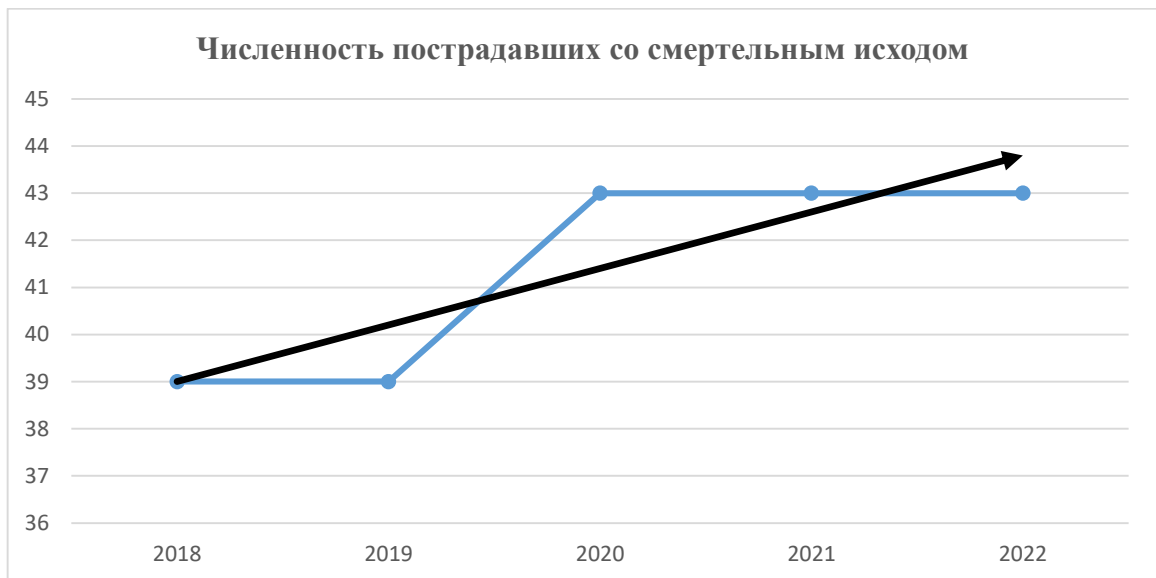


Рисунок 5 - Численность пострадавших со смертельным исходом

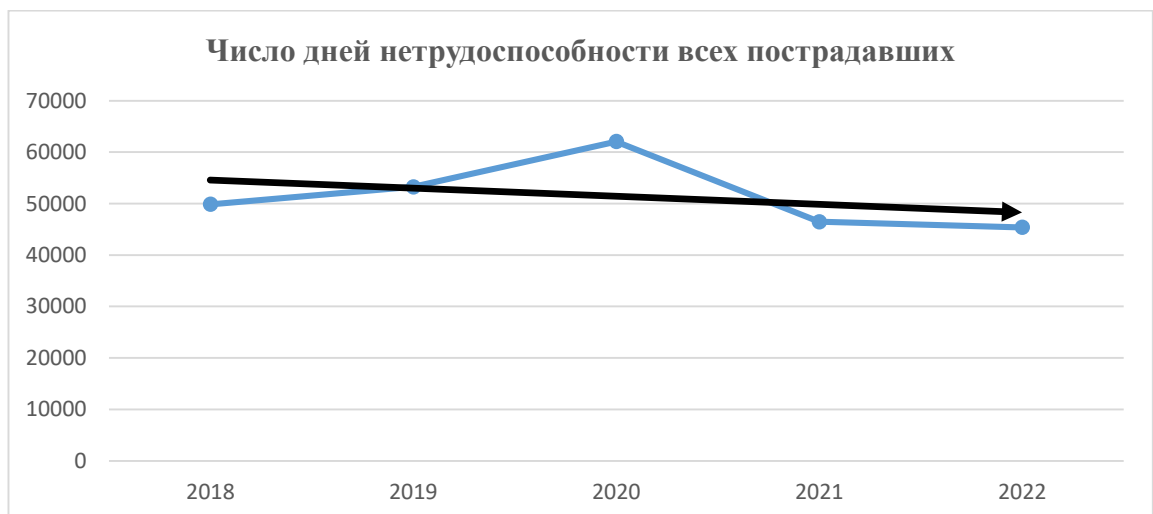


Рисунок 6 - Число дней нетрудоспособности всех пострадавших



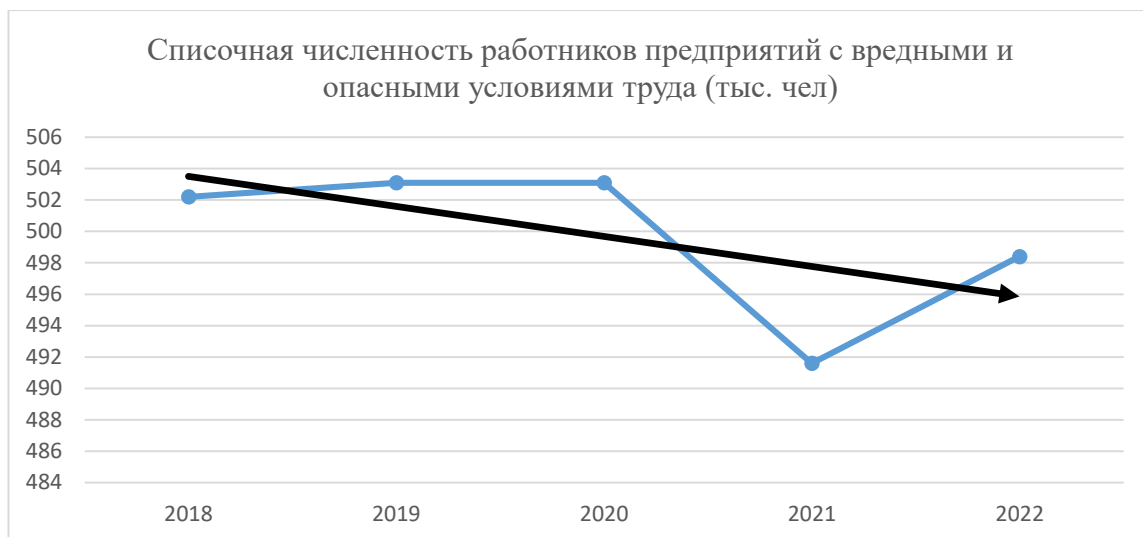


Рисунок 7 - Списочная численность работников предприятий с вредными и опасными условиями труда (тыс. чел)

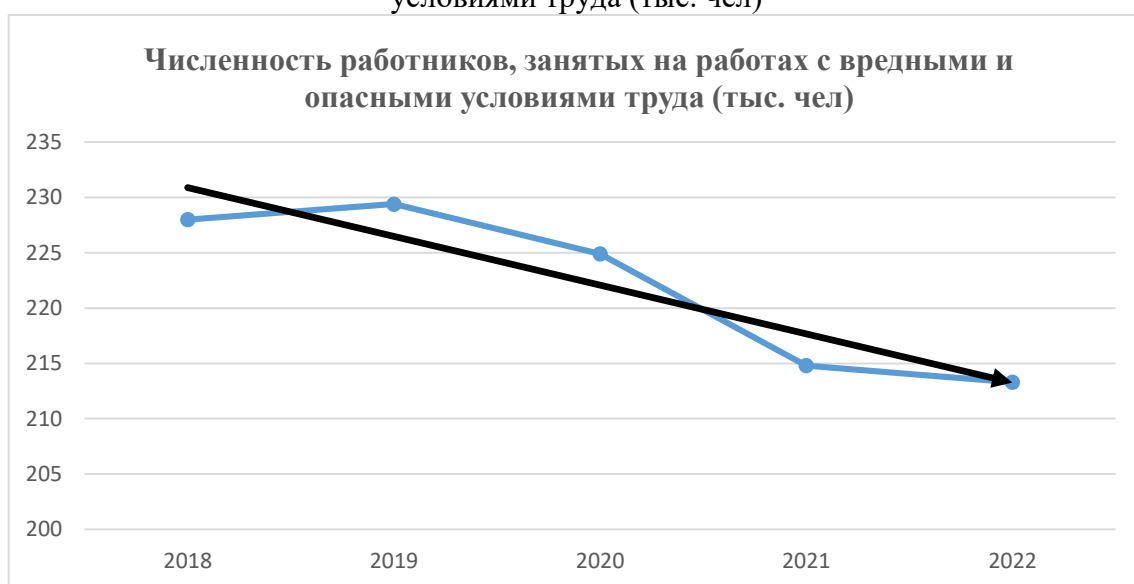


Рисунок 8 - Списочная численность работников, занятых на работах с вредными и опасными условиями труда (тыс. чел)

Как следует из таблицы и рисунков численность пострадавших и численность работников, занятых на работах с вредными и опасными условиями труда за исследованный период имеет четко выраженную тенденцию к снижению, не смотря на рост среднесписочной численности работников. Обращает на себя внимание рисунок 5, на котором отражен четкий рост численности пострадавших со смертельным исходом.

Основными причинами несчастных случаев с тяжёлыми последствиями являются:

- неудовлетворительная организация производства работ;
- конструктивные недостатки и недостаточная надёжность машин, оборудования, механизмов и неисправность оборудования;
- нарушение правил дорожного движения.

Наибольшее количество несчастных случаев с тяжёлыми последствиями произошло в результате:

- падения пострадавшего с высоты;
- воздействия движущихся, разлетающихся и вращающихся предметов, деталей и машин;
- транспортных происшествий.

На рисунке 9 отражены размеры средств, затраченных на мероприятия по охране. Из рисунка следует, что затраты на охрану труда на предприятиях Свердловской области неуклонно растут. Эффективность этих затрат иллюстрируют рисунки 2, 4, 6-8.

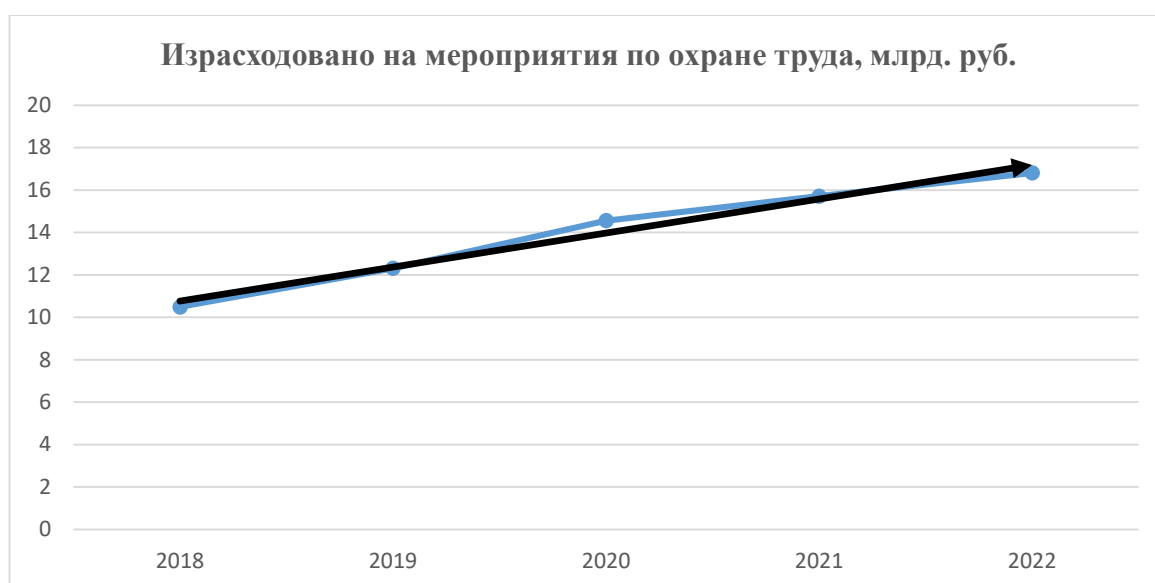


Рисунок 9 – Затраты на мероприятия по охране труда

Для снижения производственного травматизма на предприятиях Свердловской области должны реализовываться мероприятия, направленные на улучшение:

- функционирования системы управления охраной труда;
- контроля выявления опасностей и определения уровня профессиональных рисков;
- результатов расследования НС на производстве, микротравм;
- результатов контрольно–надзорных мероприятий органов государственной власти.

С целью организации планирования улучшения функционирования системы управления охраной труда рекомендуется разрабатывать корректирующие действия на основе результатов СОУТ и оценки профессиональных рисков.

### **Библиографический список**

1. Доклад Департамента по труду и занятости населения Свердловской области «О состоянии условий и охраны труда в Свердловской области в 2022 году»
2. Интерактивный портал Департамента по труду и занятости населения Свердловской области <https://www.szn-ural.ru/>
3. Сайт для осуществления сбора, обработки и анализа информации о состоянии условий и охраны труда у работодателей, осуществляющих деятельность на территории Свердловской области <http://infotrud66.ru/>

## ГЕОЛОГИЯ КРИВИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ИЗВЕСТНЯКОВ

ФУФАЛДИНА Д. Н, ЕЛОХИН В. А.

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

*Аннотация.* Кривенский участок приурочен к западной части субмеридиональной полосы карбонатных пород Исетской свиты каменноугольной системы и представлен известняками. По долинам рек Пышмы и Кунары на поверхность выходят палеозойские породы, поверхность которых к востоку полого погружается под рыхлые мезозойские и кайнозойские осадки. Полезную толщу слагают мелко- среднезернистые органические известняки массивной текстуры, окраска серая, различной интенсивности, иногда с буроватым или коричневым оттенком. Гидрогеологические условия района обусловлены в основном геологическим строением, тектонической обстановкой слагающих его литологических разновидностей пород. В пределах месторождения под четвертичными рыхлыми отложениями вскрываются палеозойские породы. Водообильность палеозойского комплекса пород крайне неравномерна и зависит от литологического состава водовмещающих пород, степени их трещиноватости и закарстованности.

Оценочными работами установлена пригодность известняков Кривинского месторождения для производства строительного щебня и извести.

*Ключевые слова:* месторождение, известняк, трещиноватость, обводненность, производство строительного щебня и извести.

## GEOLOGY OF KRIVINSKOYE LIMESTONE DEPOSIT

FUFALDINA D. N., ELOKHIN V. A.

FGBOU VO «Ural State Mining University»

*Annotation.* The Krivensky area is confined to the western part of the submeridional strip of carbonate rocks of the Iset Formation of the Carboniferous system and is represented by limestones. Along the valleys of the Pyshma and Kunara rivers, Paleozoic rocks come to the surface, the surface of which to the east is gently immersed under loose Mesozoic and Cenozoic sediments. The useful stratum consists of fine-medium-grained organic limestones of massive texture, gray in color, of varying intensity, sometimes with a brownish or brown tint. The

hydrogeological conditions of the area are determined mainly by the geological structure and tectonic setting of the lithological varieties of rocks composing it. Within the deposit, Paleozoic rocks are exposed under Quaternary loose sediments. The water abundance of the Paleozoic rock complex is extremely uneven and depends on the lithological composition of the water-bearing rocks, the degree of their fracturing and karstification.

Assessment work has established the suitability of the limestones of the Krivinsky deposit for the production of building crushed stone and lime.

**Keywords:** deposit, limestone, fracturing, water content, production of building crushed stone and lime.

Кривинский участок расположен в Богдановическом городском округе Свердловской области, в 4 км к северу от города Богданович (рисунок 1).

В физико-географическом отношении район определяется расположением на стыке приподнятой части Зауральского пенеplена (на западе) и континентальной морской цокольной равнины (на востоке).

По долинам рек Пышмы и Кунары на поверхность выходят палеозойские породы, поверхность которых к востоку полого погружается под рыхлые мезозойские и кайнозойские осадки. Холмисто-грядовый рельеф, абсолютные отметки водоразделов не превышают 180-200 м относительные превышения достигают 50-60 м.

Район работ находится в пределах лесной зоны с широким развитием сельскохозяйственных угодий. В северо-западной части района развиты смешанные леса, в долине реки Пышма преобладают сосновые леса, на остальной части территории преимущественно березовые.

Кривинский участок приурочен к западной части субмеридиональной полосы карбонатных пород Исетской свиты каменноугольной системы и представлен известняками.

По результатам геофизических работ в пределах поисковой площади был выделен участок с удовлетворительными условиями вскрыши, который в дальнейшем изучался бурением линий скважин субширотного простирания. Бурение поисковых и оценочных скважин позволило изучить геологическое строение участка, строение продуктивной толщи, качество слагающих ее пород.

В результате проведенных работ можно сказать, что выявленная залежь довольно крупная, не выдержанная по строению, мощности и качеству полезного ископаемого. Карбонатная толща Кривинского месторождения состоит из известняков двух надгоризонтов Исетской свиты, среди которых выделяются следующие литологические



глинисто-дресвяно-щебнистыми отложениями и отнесены к вскрышным породам (рисунки 2-3).

В верхних горизонтах известняки трещиноватые, участками интенсивно трещиноватые, трещиноватость – по площади распространена весьма неравномерно. Кроме того, в известняках месторождения развит поверхностный и внутренний карст. На месторождении отмечается несколько форм карста: небольшие воронки, западины, карстовые полости, представленные глинисто-дресвяно-щебнистым и песчано-глинистым, дресвяным материалом. Трещиноватость и закарстованность известняков с глубиной уменьшается [1].

При подсчете запасов известняков Кривинского месторождения использовался метод вертикальных параллельных сечений, при котором учитывались не только геологические особенности строения месторождения, но и его структура, распределение по типам и сортам минерального сырья. Так блоки для производства извести выделены по химически чистым известнякам, а блоки для производства строительного камня выделены по доломитизированным и окремненным разностям.

Гидрогеологические и горнотехнические условия месторождения простые и не создадут сложностей при его разработке. Месторождение находится в довольно выгодных географо-экономических условиях. Все эти факторы создают хорошие предпосылки для его промышленного освоения.

Технико-экономическими расчетами, приведенными в ТЭД на строительный камень и известь, установлено, что на базе запасов известняков Кривинского месторождения возможно строительство горнодобывающего предприятия производительностью 453 тыс. м<sup>3</sup> щебня в год.

Оценочными работами установлена пригодность известняков Кривинского месторождения для производства строительного щебня и извести [2].

Полезное ископаемое представлено известняками мелко-среднезернистыми массивной текстуры с наложенными процессами доломитизации и окремнения. Известняки, особенно в верхних горизонтах трещиноватые, участками интенсивно трещиноватые. По площади трещиноватость весьма неравномерная. Трещины выполнены кальцитом, в редких случаях – глинистым материалом.

Кривинское месторождение известняков приурочено к западной части субмеридиональной полосы карбонатных пород исетского яруса раннего карбона и представлено известняками.



Согласно схеме гидрогеологического районирования, подземные воды района относятся к пограничной зоне восточного склона Урала и западной окраины Тобольского артезианского бассейна.

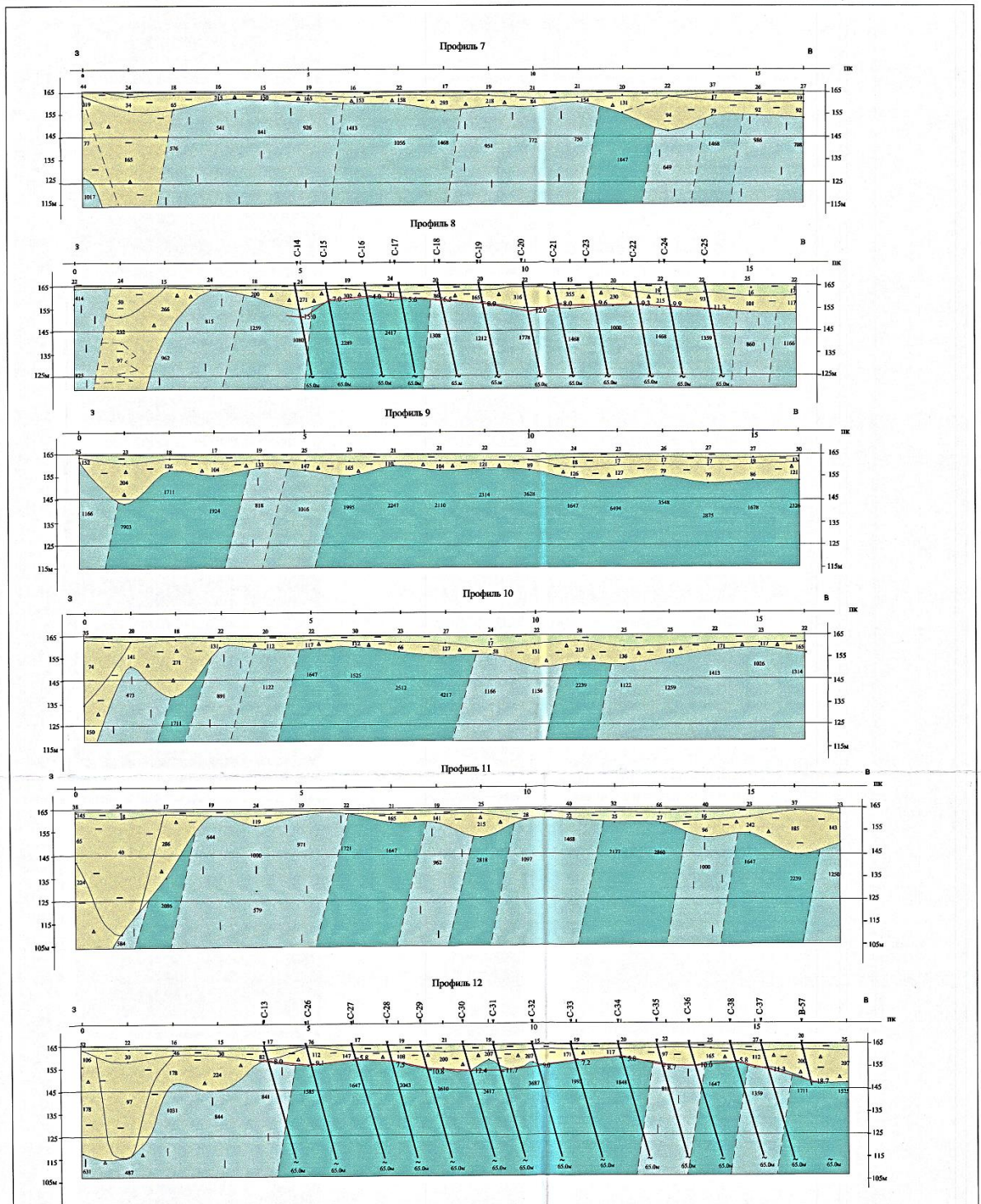


Рисунок 2 – Геологические разрезы



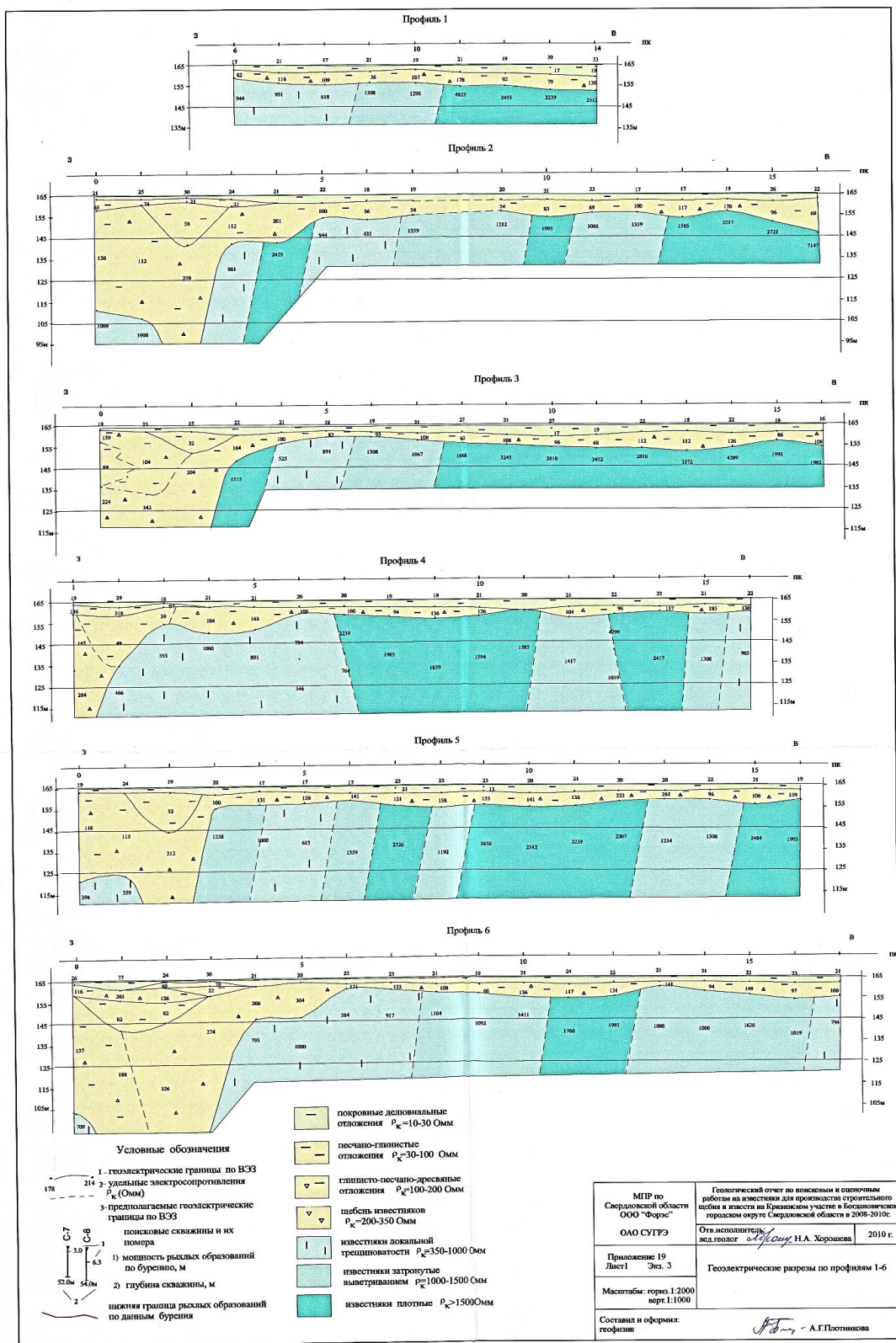


Рисунок 3 – Геологические разрезы

Гидрогеологические условия района обусловлены в основном геологическим строением, тектонической обстановкой слагающих его литологических разновидностей пород. В пределах месторождения под четвертичными рыхлыми отложениями

вскрываются палеозойские породы. Водообильность палеозойского комплекса пород крайне неравномерна и зависит от литологического состава водовмещающих пород, степени их трещиноватости и закарстованности.

По простиранию в районе месторождения выделяются три полосы палеозойских пород нижнего и среднего карбона, последние различной степени водообильности относятся к единому водоносному комплексу.

Водоносными являются карбонатные породы, а мелкообломочные аргиллиты и алевролиты играют экранирующую роль для водопроводящих свойств пород.

Комплекс в целом отличается малой водообильностью и практически непроницаемой толщей для подземных вод в восточной части гидрогеологических подразделений. В силу специфики геологического строения фильтрационный поток формируется только в одном направлении – по простиранию пород, вкрест простирания данный горизонт следует рассматривать как водоупор ограничивающий известняки Кривинского месторождения с востока.

Водное зеркало водоносного горизонта имеет свободное неглубокое залегание на глубине 4-5 м. Водообильность водоносного горизонта низкая, питание происходит за счет инфильтрации атмосферных осадков.

В целом горизонт можно рассматривать как западный непроницаемый контур для полосы карбонатных пород Кривинского месторождения.

Наиболее обводненными из палеозойского комплекса пород являются закарстованные и трещиноватые известняки нижнего карбона исетской свиты, принадлежащие к Егоршинско-Каменской синклинали структуре, к которой и приурочено Кривинское месторождение известняков.

Полоса известняков имеет меридиональное простирание общей протяженностью около 70 км. Ширина ее в районе Кривинского месторождения составляет 2-3 км.

### **Список литературы**

1. Власов Д.С. , Запольских А.В. Проектная документация на разработку Кривинского месторождения известняка ООО «Форес» Карьерным комбайном WIRTGEN 2500. Том 1. Пояснительная записка.
2. Заключение №12/10 комиссии по запасам общераспространенных полезных ископаемых Свердловской области по рассмотрению материалов технико-экономического обоснования разведочных кондиций и подсчета запасов известняков на Кривинском участке .