

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»

**НАУКА И МОЛОДЕЖЬ:
ПРОБЛЕМЫ, ПОИСКИ, РЕШЕНИЯ**

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

ВЫПУСК 26

*Труды Всероссийской научной конференции
студентов, аспирантов и молодых ученых
17 – 18 мая 2022 г.*

ЧАСТЬ V

Под общей редакцией профессора С.В. Коновалова

Новокузнецк
2022

ББК 74.48.288

Н 340

Редакционная коллегия:

д-р техн. наук, профессор Коновалов С.В.,

д-р техн. наук, профессор Кулаков С.М.,

канд. техн. наук, доцент Алешина Е.А.,

канд. техн. наук, доцент Чаплыгин В.В.

канд. техн. наук, доцент Риб С.В.

канд. техн. наук, доцент Шевченко Р.А.

Н 340

Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения: труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, 17–18 мая 2022 г. Выпуск 26. Часть V. Технические науки / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Сибирский государственный индустриальный университет ; под общ. ред. С.В. Коновалова – Новокузнецк; Издательский центр СибГИУ, 2022. – 446 с. : ил.

ISSN 2500-3364

Представлены труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых по результатам научно-исследовательских работ. Пятая часть сборника посвящена актуальным вопросам в области новых информационных технологий и систем автоматизации управления, строительства, перспективных технологий разработки месторождений полезных ископаемых, металлургических процессов, технологий, материалов и оборудования

Материалы сборника представляют интерес для научных и научно-технических работников, преподавателей, аспирантов и студентов вузов.

ISSN 2500-3364

© Сибирский государственный
индустриальный университет, 2022

ДООЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА ВЫСШИМИ РАСТЕНИЯМИ <i>Гашикова А.О., Панфилов В.Д., Баженова Н.Н., Водолеев А.С.</i>	339
РЕКУЛЬТИВАЦИЯ ТЕХНОГЕННО-НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА <i>Панфилов В.Д., Гашикова А.О., Михайличенко Т.А.</i>	345
ТЕХНОЛОГИИ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В МЕТАЛЛУРГИИ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВОГО ГАЗА <i>Сидонова М. В., Михайличенко Т.А.</i>	352
ПРЕДПОЛАГАЕМЫЕ МЕТОДЫ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ НА ТЭС (ТЭЦ) И В КОТЕЛЬНЫХ <i>Сидонова М. В., Михайличенко Т.А.</i>	357
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО СОСТАВА ЭМУЛЬГАТОРА ДЛЯ ЗАРЯЖАНИЯ ОБВОДНЕННЫХ СКВАЖИН С ЛЮБОЙ СТЕПЕНЬЮ ОБВОДНЕННОСТИ <i>Ефремов С.Ю., Дудкин В.П., Тупицина Е.В., Чеботаренко С.А., Матвеев А.В., Чаплыгин В.В.</i>	363
УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОСУШЕНИЯ КАРЬЕРНОГО ПОЛЯ НА РАЗРЕЗЕ КИЙЗАССКОМ МЕТОДОМ ДРЕНАЖНОЙ СИСТЕМЫ <i>Сунегин Д.Н., Дудник С.А., Ткаченко Д.Ю., Матвеев А.В., Чаплыгин В.В.</i>	367
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УГОЛЬНОЙ ПЫЛИ НА БЕЗОПАСНОСТЬ ВЕДЕНИЯ ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТ <i>Ефремов С.Ю., Дудкин В.П., Тупицина Е.В., Чеботаренко С.А., Матвеев А.В., Чаплыгин В.В.</i>	373
ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ БУРОВЗРЫВНЫХ РАБОТ В УСЛОВИЯХ ПРЕДПРИЯТИЯ <i>Кибин А.А., Лобанова О.О., Матвеев А.В., Чаплыгин В.В.</i>	376
ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ОТРАБОТКИ СЛОЖНОСТРУКТУРНЫХ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ <i>Пудовкин И.А., Садыков А.А., Матвеев А.В., Чаплыгин В.В.</i>	382
ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ЭКСКАВАТОРА ЭКГ-20 В УСЛОВИЯХ РАЗРЕЗА «РАСПАДСКИЙ» <i>Миндов И.В., Курдюков М.О., Матвеев А.В., Чаплыгин В.В.</i>	386
ВЫБОР НОРМАТИВНЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ ЗАПАСА УСТОЙЧИВОСТИ И МЕТОДИКИ РАСЧЕТОВ <i>Зязина В.В., Лобанова О.О., Матвеев А.В., Чаплыгин В.В.</i>	389
РАЗРАБОТКА ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ НАПРАВЛЕННОГО БУРЕНИЯ ПРИ ДЕГАЗАЦИИ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ ДЛЯ УСЛОВИЙ ШАХТ ЮГА КУЗБАССА <i>Никитина А.М., Риб С.В.</i>	396

на земной поверхности при отбойке горных пород с коэффициентом крепости до 20. Однако, марки Э-20 и Э-30 обладают меньшей мощностью по сравнению с марками Э-50, Э-70 и Э-100.

Также следует отметить, что марки Э-20 и Э-30 содержат дизельное топливо в своем составе, что может повлиять на их экологичность. В то же время, марки Э-50, Э-70 и Э-100 не содержат дизельного топлива, что делает их более безопасными для окружающей среды.

Таким образом, на основе проведенного исследования можно сделать вывод о возрастающей популярности и предпочтительности эмульсионных ВВ, особенно марок Э-50, Э-70 и Э-100, на рынке промышленных ВВ. Учитывая стремительное сокращение спроса на тротилсодержащие ВВ и их запрет к использованию в большинстве стран мира, прогнозируется, что доля тротилсодержащих ВВ постепенно сократится до 8–10%. В связи с этим, предприятия все больше стремятся выпускать эмульсионные ВВ вблизи мест их применения, что обуславливает актуальность данного исследования.

Библиографический список

1. Ржевский В.В. Открытые горные работы: Технология и комплексная механизация: Учебник / В.В. Ржевский. - М.: ЛИБРОКОМ, 2013. - 552 с.
2. Ржевский В.В. Открытые горные работы: Производственные процессы: Учебник / В.В. Ржевский. - М.: ЛИБРОКОМ, 2013. - 512 с.

УДК 622.882

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОСУШЕНИЯ КАРЬЕРНОГО ПОЛЯ НА РАЗРЕЗЕ КИЙЗАССКОМ МЕТОДОМ ДРЕНАЖНОЙ СИСТЕМЫ

**Сунегин Д.Н., Дудник С.А., Ткаченко Д.Ю.,
Матвеев А.В., Чаплыгин В.В.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: chief.a.v@mail.ru*

Проведен анализ действующей системы осушения карьерного поля на разрезе Кийзасском.

Ключевые слова: дренажная система, водоотведение, карьерное поле.

При проведении горных работ необходимо учитывать негативное воздействие обводненных пород на все технологические процессы. Фактически, карьер в таких условиях превращается в "дремучую долину", что ведет к серьезным нарушениям условий поверхностного и подземного стока, а также формированию зоны фильтрационных деформаций. Обводнение вызывает поверхностный размыв и может приводить к образованию суффозных и оползневых деформаций на склонах и в отвалах. Наличие обводненных пород также существенно ухудшает условия для

экскавации пород и снижает эффективность горного оборудования.

С целью смягчения негативных последствий обводнения, осушение (или защита) карьерного поля от вод различного происхождения является неотъемлемой частью горнодобывающих операций. Эта мера позволяет сократить негативное воздействие горногеологических условий и создать условия для эффективного и безопасного проведения горных работ.

Примером успешной реализации таких мер является разрез Кийзасский, который начал промышленную эксплуатацию участков Урегольский и Урегольский 5–6 с 2014 года. Запуск данного разреза был выполнен в рекордно короткие сроки. С момента получения лицензии в апреле 2012 года до начала промышленной разработки прошло не более двух лет.

В административном аспекте, лицензионный участок недр, известный как Урегольский 5–6, находится в границах Мысковского городского округа в Кемеровской области. Географически он расположен на юго-юго-западном направлении от города Мыска в 16 километрах, на юго-западном направлении от Междуреченска в 25 километрах и на восточном направлении от Осинников на 20 километров. На площади этого участка нет поселений, и данная территория полностью посвящена угледобывающей промышленности.

Промышленные запасы угля на этом участке на 1 января 2017 года оцениваются в 6 165 тысяч тонн, учитывая чистые угольные пачки. Если учесть 100 % засорение угля, общие промышленные запасы составляют 7 930 тысяч тонн.

При добыче угля из первой очереди карьера предполагается, что объем вскрышных пород составит 80 000 тысяч кубических метров. Средний коэффициент вскрыши, то есть отношение объема вскрышных пород к массе добываемого угля, составляет 10,1 м³/тонну. С учетом навалов этот коэффициент увеличивается до 10,2 м³/тонну. Средний уровень эксплуатационных потерь полезного ископаемого на участке оценивается в 9,0 %.

Расчетная средняя зольность добываемого угля составляет 23,6 %. Согласно планам, срок добычи запасов первой очереди разреза составит 6 лет. Эти характеристики и данные описывают важные аспекты деятельности на Урегольском 5–6 и могут быть полезными для планирования и управления добычей угля на данном участке.

Для подготовки коренных пород и угля к экскавации предусматривается использование буровзрывного способа, который включает в себя бурение взрывных скважин с использованием буровых станков вращательного бурения Atlas Copco DM45 и DML-1200. Этот метод позволяет эффективно разрушать породы и уголь, готовя их к последующей экскавации.

Сам процесс экскавации горной массы будет осуществляться с применением гидравлических экскаваторов различных типов. В числе используемых машин можно выделить экскаваторы типа "прямая лопата", такие как Komatsu PC2000, Hitachi EX1900, и экскаваторы типа "обратная

лопата" - Hitachi EX1200, Komatsu PC1250SP-7, Komatsu PC750, Komatsu PC800, Hitachi ZX870, Volvo EC700, Hyundai R500 и Hyundai R800.

Этот выбор оборудования и системы разработки должен обеспечить максимальную эффективность и безопасность процесса добычи на месторождении Урегольский 5–6.

Транспортирование горной массы предусмотрено осуществлять автомобильным транспортом с применением:

- автосамосвалов БелАЗ 7530, БелАЗ 7513, БелАЗ 7557, БелАЗ 7555В, Komatsu HD465, Komatsu HD785, Doosan TM-26 и Bell B40D при транспортировании вскрышных пород на внутренний и внешние автоотвалы;
- автосамосвалов БелАЗ 7555D при транспортировании угля на перегрузочный пункт.

При отвалообразовании и на добычных работах предусматривается использование бульдозеров Shantui SD32, CAT D10T и CAT D9R. Для зачистки площадок, рыхления мерзлоты и на вспомогательных работах предусматривается использовать бульдозеры Shantui SD32, CAT D9R и Komatsu WD600. Для строительства и обслуживания автодорог предусмотрено использование автогрейдеров ДЗ-98, John Deere G872 и Volvo 976G.

Вскрышные породы предусмотрено размещать во внешних и внутреннем бульдозерных отвалах. Добываемый уголь предусматривается транспортировать на проектируемый перегрузочный пункт. На перегрузочном пункте осуществляются следующие операции:

- разгрузка карьерных самосвалов БелАЗ 7555D;
- формирование штабелей угля по маркам осуществляется при помощи бульдозеров;
- погрузка угля погрузчиками John Deere 724 K и CAT 988H (или погрузчики со схожими техническими характеристиками) в автосамосвалы Volvo FM грузоподъемностью 33 т (или в автосамосвалы со схожими техническими характеристиками).

Основные технико-экономические показатели проектируемого объекта представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Техничко-экономические показатели

Наименование показателя	Ед. изм.	Значение
Максимальная проектная мощность по добыче	тыс. т/год	2000
Количество обрабатываемых угольных пластов, отщепляющихся частей и пачек	шт	8
Запасы в лицензионных границах по чистым угольным пачкам:	тыс. т	
- балансовые		32984
- забалансовые		43908

Продолжение таблицы 1

Наименование показателя	Ед. изм.	Значение
Вне границ лицензии (в оптимальных границах) нераспределенный фонд	тыс. т	961
Запасы в технических границах по чистым угольным пачкам (балансовые)	тыс. т	30582
Запасы в технических границах первой очереди по чистым угольным пачкам (балансовые)	тыс. т	6773
Эксплуатационные потери при добыче	% / тыс. т	9,0 / 609
Засорение породой (внутреннее / внешнее)	%	15,8 / 6,4
Промышленные запасы в технических границах: - по чистым угольным пачкам - по горной массе	тыс. т	6165 7930
Общий объем вскрышных пород (в целике)	тыс. м ³	80000
Объем навалов вскрышных пород	тыс. м ³	900
Объем горно-капитальных работ	тыс. м ³	-
Средний коэффициент вскрыши	м ³ /т	10,1
Средний коэффициент вскрыши с учетом навалов	м ³ /т	10,2
Срок отработки первой очереди	Лет	6
Списочная численность персонала	чел	582
Установленная мощность потребителей электроэнергии	кВт	1476,3
Расчетная мощность потребителей электроэнергии	кВт	1280,4
Годовой расход электроэнергии	тыс. кВт·ч	2604,70

Для осушения карьерного поля предусмотрено применение открытого водоотлива из дренажного зумпфа. Загрязненный поверхностный сток посредством канав собирается в водосборники. Сточные воды из зумпфа и водосборников посредством насосов по водоводам отводятся на проектируемые очистные сооружения. Технологическая линия очистных сооружений состоит из: отстойника, сорбирующих бонов, пруда осветленной воды, фильтрующего массива, пруда очищенной воды. Сброс очищенных вод осуществляется в реку Большой Кийзас.

Для обеспечения устойчивости откосов горной выработки, снижения влажности полезных ископаемых, а также обеспечения безопасных условий для работы горнотранспортного оборудования, в проектной документации предусмотрены комплексные меры по осушению территории производства работ.

Приток воды в выработке карьера возникает из двух основных источников: приток воды, обусловленный дренированием водоносных комплексов (подземный водоприток), и приток воды, обусловленный поверхностным стоком, включая таяние снега и выпадение дождей. Следует отметить, что в течение года соотношение между этими двумя составляющими существенно меняется. Например, в зимний период приток воды определяется в основном подземными источниками, в то время как весной большую часть влаги обеспечивают талые воды.

Осушение основного поля разреза осуществляется с применением метода открытого водоотлива. Для снижения уровня грунтовых вод и предотвращения нежелательного затопления горной выработки, используется система дренирования. Эта система включает в себя устройство дренажных коллекторов и дренажных штрехов, которые позволяют эффективно собирать и отводить подземные воды. Кроме того, для снижения влажности в вскрышных и продуктивных толщах горной выработки, проводится дренирование непосредственно по бортам разреза.

Важно подчеркнуть, что эффективная система осушения и дренирования играет ключевую роль в обеспечении безопасности и производительности горнотранспортных операций, а также в поддержании стабильности откосов горной выработки. Эти меры имеют большое значение для успешной эксплуатации карьера и обеспечения бесперебойной добычи полезных ископаемых.

Для организации отвода воды, поступающей в карьерную выработку (подземные воды) и поверхностных сточных вод предусматривается устройство карьерного водосборника № 1. Подземные и поверхностные сточные воды собираются в карьерном водосборнике и при помощи насосных установок перекачиваются на очистные сооружения карьерных и поверхностных сточных вод по напорному водоводу. Отвод подземных и поверхностных сточных вод на проектируемые очистные сооружения предусматривается с сентября 2019 года. До момента ввода в эксплуатацию очистных сооружений отвод поверхностных сточных вод с отвала межучасткового предусматривается на очистные сооружения, разработанные в проекте 100–2016/П-Г, выполненном ООО «СГП». Воды, собираемые в карьерном водосборнике, полностью используются на технологические нужды участка горных работ. С внешнего отвала поверхностные сточные воды аккумулируются в водосборнике и частично расходуются на технологические нужды. Суточный приток талых сточных вод составляет 4072,50 м³, дождевых – 1926,00 м³, годовой приток поверхностных сточных вод – 105010 м³. После ввода в эксплуатацию проектируемых очистных сооружений накопленные сточные воды перекачиваются на очистку в период отсутствия атмосферных осадков.

После изучения документации о предприятии и действующей системе осушения, предложен метод вертикального дренажа.

Вертикальный дренаж - вид дренажа, позволяющий с помощью

дренажных скважин управлять водным режимом почв. Применение вертикального дренажа позволяет автоматизировать процесс управления водным режимом почв, что обеспечивает более стабильные условия.

Вертикальный дренаж подразделяется на систематический дренаж (равномерное расположение водозаборных скважин на площади по углам квадратной или треугольной сетки), выборочный дренаж (скважины устраивают только на отдельных избыточно увлажнённых участках), береговой дренаж (линейная система скважин, ограждающая территорию от подтопления со стороны реки, водохранилища, озера), комбинированный дренаж (сочетание скважин с горизонт, дренажем).

Вертикальный дренаж применяют для регулирования водного режима почв путём создания:

- осушительно-оросительных систем с использованием каптируемых скважинами подземных вод на дождевание;
- для регулирования уровня грунтовых вод; для ограждения мелиорированных площадей от притока грунтовых вод со стороны, от подтопления из рек, озер, водохранилищ;
- для снижения напорности подземных вод и уменьшения (регулирования) притока воды в осушаемый пласт из глубинных напорных горизонтов.

Осушительно-оросительные системы вертикального дренажа - совокупность ГТС (скважин, оградительных и водоотводящих каналов, шлюзов, бассейнов-накопителей и др.), дождевых агрегатов, подземных или поверхностных трубопроводов, пунктов управления и средств автоматики.

Качественно проведенные дренажные работы не видимы глазу, но, как правило, высокоэффективны. В их функции входит предупреждение скопления поверхностных или подземных вод. Все зависит от того, что конкретно требуется осушить. Бурение дренажных скважин в первую очередь необходимо для промышленного горнодобывающего производства.

Вертикальный дренаж (дренажные скважины) - выполняется в виде скважин с насосно-силовым оборудованием. Желательно, чтобы водоподъемная часть и лоток были расположены на водоупорном слое, тогда работа такого устройства будет наиболее высокоэффективной.

Бурение дренажных скважин проходит обычно без каких-либо определенных сложностей. Материалом для изготовления труб служит высокопрочная пластмасса. Особое внимание нужно уделить дренажным насосам. Они малогабаритны и легко транспортабельны. Необходимость в проведении ремонтных работ этих агрегатов и другой, связанной с отводом воды, техники практически исключена, так как они проверены годами долгосрочного использования.

Предложен дренаж в геотекстиле. В таблице 2 представлены характеристики материала.

Таблица 2- Характеристики дренаж в геотекстиле

Характеристика	Описание
Тип грунта	Все виды грунта. Оптimalен для торфяных, песчаных и супесчаных почв.
Обсыпка (щебень, гравий)	Требуется для избежания заиливания и засорения трубы и увеличения пропускной способности.
Максимальная глубина закладки	до 3-6 м в зависимости от кольцевой жесткости трубы, указанной производителем.
Водоприемная способность в песчаной почве	коэффициент 1
Необходимая ширина монтажной траншеи	400 мм
История использования	Около 50 лет в европе и 40 лет в РФ
Цена за метр трубы д110 (розница)	74 руб
Стоимость укладки 1 м трубы с учетом работ и материалов	1700 руб

Так как по проектной документации площадь участка недр составляет 11,06 км², рациональнее установить дренажную систему по периметру всего участка недр. Тогда затраты на установку дренажной системы составят:

1. Расходы на материал 814 000 тыс.руб;
2. Расходы на установку 18 700 000 млн.руб;
3. Общие затраты 19 514 000 млн.руб.

Библиографический список

1. Справочник. Открытые горные работы / К.Н. Трубецкой, М. Г. Потапов, К.Е. Веницкий, Н. Н. Мельников и др. - М. Горное бюро, 1994. 590 с.
2. Правила безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых. Утверждены приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 11.12.2013 г. № 599.

УДК 622.882

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УГОЛЬНОЙ ПЫЛИ НА БЕЗОПАСНОСТЬ ВЕДЕНИЯ ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТ

**Ефремов С.Ю., Дудкин В.П., Тупицина Е.В., Чеботаренко С.А.,
Матвеев А.В., Чаплыгин В.В.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: chief.a.v@mail.ru*

В данной статье представлены некоторые результаты исследования, которое посвящено управлению условиями труда на рабочих местах и воздействию вредного опасного фактора – пыли, преимущественно