

УДК 550.822:622.838

EDN: GJZXJM

^{1,*}Полозов Ю. А., ²Лазебник А. Ю., ¹Смекалин Е. С.¹Донбасский государственный технический университет,²Антрацитовский факультет горного дела и транспорта ЛГУ им. В. Даля

*E-mail: uapolozov@mail.ru

ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ И ВЫБОР СПОСОБА ЛИКВИДАЦИИ АВАРИЙНОЙ ГОРНОЙ ВЫРАБОТКИ

В статье приведен анализ технических решений при проектировании закладочных работ с целью ликвидации затопленного в результате катастрофического прорыва подземных вод вентиляционного квершлага горизонта минус 350 м рудника «Октябрьский» ГМК «Норильск-Никель». Научно обоснован выбор эффективного безлюдного способа выполнения закладочных работ с применением специальных тампонажных растворов.

Ключевые слова: рудник «Октябрьский», ликвидация горных выработок, тампонаж, тампонажные растворы, закладочные скважины.

Введение. Программой горных работ рудника «Октябрьский» ГМК «Норильск-Никель» при строительстве восстающего вентиляционного закладочного горизонта минус 350 м предусматривалось сооружение вентиляционного квершлага (ВК) на ствол ВС-2 (рис. 1). При прохождении квершлага ВК на отметке 392,99 м от сопряжения № 10 из опережающего шпура в центре выработки был получен водоприток $20 \text{ м}^3/\text{ч}$, который через семь суток увеличился до катастрофической величины $2000 \text{ м}^3/\text{ч}$ [1].

Горная выработка ВК проходила в породах мантуровской свиты среднего девона, горные породы которой представлены мергелями и кавернозными доломитами, подверженными процессам карстообразования (рис. 2).

При проходке шахтных стволов рудника из этих отложений никаких водопритоків встречено не было, поэтому любые негативные предпосылки проходки ВК полностью отсутствовали [1].

С целью предупреждения затопления всего вентиляционно-закладочного горизонта минус 350 м в 19 м от сопряжения № 10 была обустроена гидроизоляционная перемычка.

Однако надежная локализация аварийной ситуации может быть достигнута только при

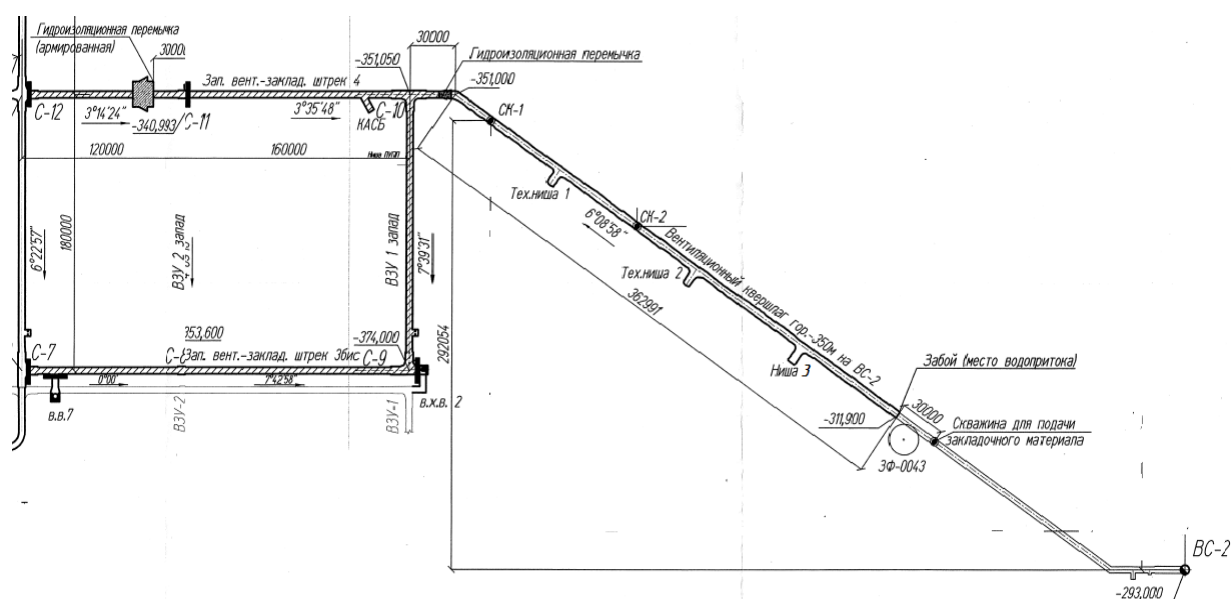
полной закладке квершлага ВК от места устройства гидроизоляционной перемычки до забоя выработки. Это позволит исключить возможность прорыва подземных вод из затопленного квершлага ВК на нижележащие горные работы в случае нарушения сплошности горного массива при отработке запасов полезного ископаемого.

На примере ликвидации аварийной ситуации при затоплении квершлага ВК горизонта минус 350 м на ствол ВС-2 рудника «Октябрьский» приведено обоснование технических решений при выборе способов и технологии закладки затопленных протяженных горных выработок.

Актуальность работы. Актуальность данной работы связана с выбором эффективного способа и технологии нагнетания закладочных смесей при ликвидации затопленной аварийной выработки для обеспечения безопасных условий вскрытия и отработки запасов на нижних горизонтах.

Цель работы — анализ горно-геологических и гидрогеологических условий в районе сооружения вентиляционного квершлага ВК на ствол ВС-2, установление причин катастрофического прорыва подземных вод в выработку и обоснование способа и технологии ликвидации аварийных работ при закладке затопленной подземной горной выработки.

НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЕ



НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЕ

в рамках строительства вентиляционно-закладочного комплекса горизонта минус 350 м. Крезь выработки комбинированная (набрыз-гбетон, ж/б анкера и сетка).

Вентиляционный квершлаг на всем своем протяжении от сопряжения С-10 западного уклона пройден по породам мантуровской свиты среднего девона D_{2mt} без каких-либо осложнений и водопритокков. При подходе горной выработки к почве Юктинской свиты среднего девона, представленной известняками, доломитами и мергелями с прослоями гипсов и ангидритов, был получен водоприток, который за несколько дней увеличился до катастрофических значений порядка $2000 \text{ м}^3/\text{час}$ (рис. 2).

Для безопасного ведения горных работ вблизи места прорыва техническими решениями ГМК «Норильский никель» в настоящее время реализовано сооружение герметизированной перемычки мощностью 10 м с последующим заполнением прилегающих к квершлагу выработок закладочным материалом, осуществлено бурение семи тампонажных скважин ТМП1–ТМП7 с поверхности вокруг зоны прорыва и нагнетание вокруг зоны прорыва тампонажных растворов [1]. Выполненными работами положительного результата достигнуто не было.

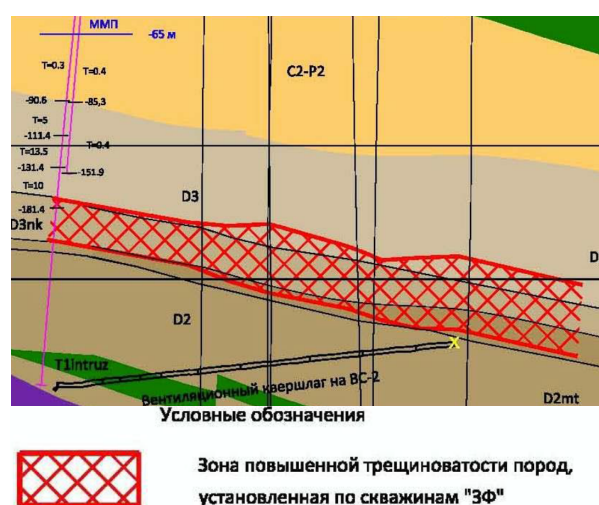


Рисунок 2 — Геологический разрез по оси квершлага ВК-2 в месте прорыва подземных вод

Анализ причин аварийной ситуации с катастрофическими прорывами подземных вод в квершлаг показывает следующее:

1. Встреча квершлагом ВК-2 интенсивно трещиноватых и закарстованных пород Юктинской свиты среднего девона.

2. Наличие крупных тектонических нарушений, ранее прослеженных по кровле девона и имеющих направление север — юг.

3. Наличие, предположительно, протяженных карстовых зон, обладающих большими объемами заполненных водой пустот и имеющих гидравлическую связь с тектоническими нарушениями и вмещающими трещиноватыми породами.

Опасность ведения очистных горных работ под квершлагом № 2 определяется развитием процессов сдвижения горного массива над очистными выработками в результате извлечения руды. Деформация горного массива приведет к развитию зоны открытых водопроводящих трещин, в пределах которой происходит многократное увеличение фильтрационных свойств вмещающих пород. Поэтому руководством ГМК «Норильский никель» было принято решение о консервации горизонта минус 350 м.

При обосновании технических решений по закладке и выборе способа ликвидации затопленной горной выработки были приняты во внимание следующие специфические условия рудника «Октябрьский»:

– вентиляционный квершлаг на ствол ВК-2 вентиляционного закладочного горизонта минус 350,0 м проходил с подъемом под углом 6° к горизонту.

По длине ликвидируемой части квершлага имеются три технологические ниши между пикетами ПК 5–6, ПК 17–18, ПК 26–27;

– вентиляционный квершлаг от установленной гидроизоляционной перемычки до забоя (абс. отм. — 308 м) полностью затоплен;

– зафиксированное давление (напор) подземных вод в квершлаг на уровне изоляционной перемычки составляет 2,4 МПа;

– вентиляционный квершлаг свободен от оборудования на всем протяжении;

НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЕ

– вмещающие вентиляционный квершлаг горные породы — водоносные, с наличием систем трещин и карстовых пустот, это значительно усложнит процесс сооружения закладочных скважин;

– температурный режим подземных вод, по данным информационного отчета ООО «Норильскгеология», не превышает 2,5 °С. Температура воды из разведочного шпура, пробуренного в забое вентиляционного квершлага горизонта минус 350 м, составила порядка 5 °С;

Учитывая перечисленные выше горно-технические условия, применение сухой механической закладки путем засыпки через скважины с поверхности земли невозможно. Также не представляется возможным вариант гидравлической закладки путем прокладки по выработке нагнетательного трубопровода для закачки через перемычку тампонажного раствора.

В конкретных горно-геологических условиях рудника «Октябрьский» наиболее оптимальным и надежным способом закладки является заполнение внутреннего пространства вентиляционного квершлага твердеющим тампонажным раствором через закладочные скважины, пробуренные с поверхности земли по оси выработки.

На основании этого предусматривается использование для закладки квершлага Комплексного метода тампонажа НПО «Спец-тампонажгеология», нашедшего широкое применение при погашении старых горных работ под гражданскими и промышленными объектами, а также при ликвидации наклонных шахтных стволов [5–7].

Применение такого способа закладки позволяет все работы, включая бурение скважин, приготовление и нагнетание тампонажного раствора, выполнить с поверхности земли с использованием высокопроизводительного бурового и тампонажного оборудования в запланированные сроки.

Закладку вентиляционного квершлага предусматривается производить способом «снизу-вверх», т. е. в направлении от гидроизоляционной перемычки, возведенной за сопряжением С-10, до забоя квершлага

в месте прорыва воды. Это позволит повысить надежность изоляции вентиляционного квершлага со стороны изоляционной перемычки и уверенно ликвидировать квершлаг до его забоя.

При этом исключаются какие-либо дополнительные мероприятия по спуску из квершлага вытесняемой воды в процессе нагнетания тампонажного раствора. Фактически процесс вытеснения воды из выработки будет происходить по тем же каналам, по которым подземные воды поступали в забой квершлага.

Описание рецептуры раствора и принципа его выбора. Для закладки вентиляционного квершлага наиболее оптимальным, по нашему опыту, является применение глиноцементных тампонажных растворов. Глиноцементные тампонажные растворы представляют собой высококонсистентные стабильные системы на водной основе, в состав которых входят глина, вяжущее вещество-структурообразователь (цемент) и ускоритель схватывания (жидкое стекло). Рекомендуемый типовой состав, структурно-механические и реологические характеристики глиноцементных тампонажных растворов, разработанных на базе качественных каолиновых глин, которым должны соответствовать тампонажные растворы для закладки вентиляционного квершлага, приведены в таблице 1.

На интенсивность структурообразования влияет температура окружающей среды, что нужно учитывать при производстве закладочных работ. Кинетика изменения пластической прочности глиноцементных систем в зависимости от температуры окружающей среды приведена в таблице 2.

Методика расчета технологических параметров закладки. В первую очередь закладочный тампонажный раствор должен подаваться через закладочную скважину № 1, пробуренную сразу за изоляционной перемычкой. Раствор распространяется вверх по квершлагу к следующей закладочной скважине № 2, как показано на рисунке 3. В этом случае скважина № 2 будет выполнять функцию контрольной. Через

НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЕ

нее осуществляется контроль за распространением раствора по горной выработке.

Накопление тампонажного раствора на почве горной выработки в водной среде вокруг закладочной скважины происходит, как было установлено лабораторными и производственными исследованиями, с углом естественного растекания (откоса) порядка 30° по отношению к горизонтали.

В связи с тем, что процесс закладки производится порционно, по мере приготовления тампонажного раствора, то при нагнетании очередной порции раствору приходится преодолевать сопротивление, т. е. прорывать уже стабилизировавшийся тампонажный раствор для образования канала в нем, чтобы продолжить заполнение квершлага.

Учитывая характер растекания раствора в выработке, канал всегда образуется в

кровле, а его размеры условно будут равны диаметру закладочной скважины.

Перепад давления, необходимый для сдвига слоя стабилизировавшегося закладочного раствора с образованием канала в кровле выработки, позволяет рассчитать расстояние между закладочными скважинами, а следовательно, определить их необходимое количество:

$$\Delta P = \frac{2P_m(t) \cdot L}{r_c}, \text{ МПа}, \quad (1)$$

где $P_m(t)$ — прочность структуры глиноцементного тампонажного раствора в зависимости от времени стабилизации, МПа;

L — длина канала, соответствующая расстоянию между закладочными скважинами, м;

r_c — радиус закладочной скважины, вскрывшей кровлю выработки.

Таблица 1

Характеристика типового глиноцементного тампонажного раствора

№ п.п.	Состав 1 м ³ тампонажного раствора	Плотность, кг/м ³	Структурная пластическая прочность, кПа				Динамическое напряжение сдвигу, Па	Допустимая пластическая прочность, МПа
			Время стабилизации, час					
			1	4	24	286		
1	Глинистый раствор — 0,96 м ³ , плотностью 1200 кг/м ³	1250	0,3	0,5	1,6	45	50–200	0,02
	Сульфатостойкий портландцемент М400м — 100 кг							
	Силикат натрия —10 кг							

Таблица 2

Кинетика изменения пластической прочности глиноцементных систем в зависимости от температуры окружающей среды

№ п.п.	Время стабилизации глиноцементного раствора	Пластическая прочность P_m , кПа	
		Температура, °С	
		5°	20°
1	1 мин	2,0–3,1	2,2–2,5
2	10 мин	2,2–3,4	3,1–3,6
3	30 мин	2,7–3,9	3,0–5,1
4	60 мин	2,9–4,8	4,1–7,9
5	120 мин	3,1–7,9	7,9–17,7
6	240 мин	3,6–11,6	33,1–72,5
7	1 сутки	45,2–77,5	348–742

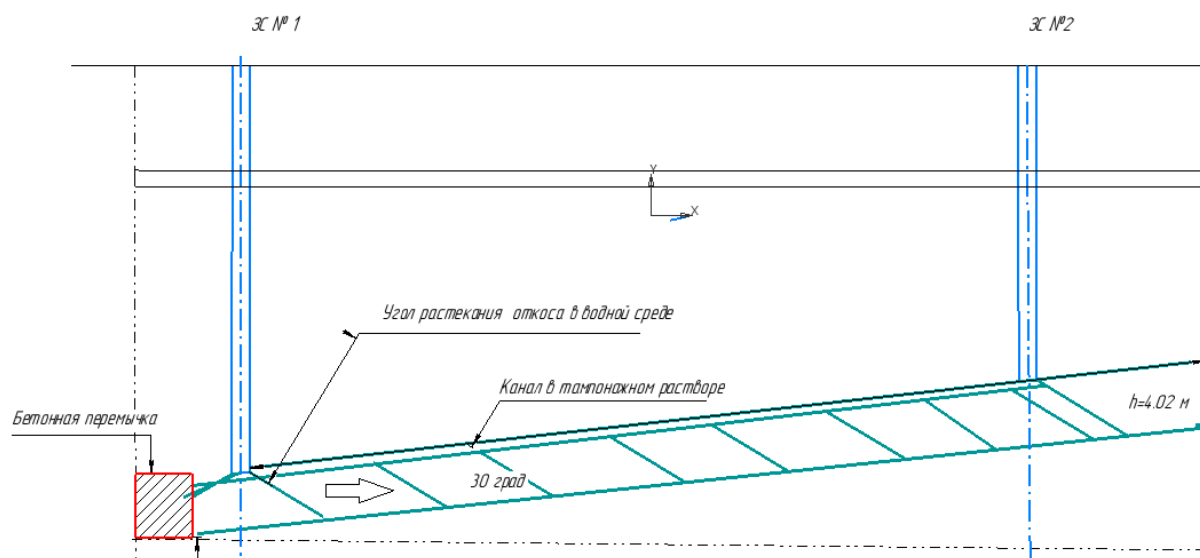


Рисунок 3 — Принципиальная схема закладки вентиляционного квершлага на ВС-2 через закладочные скважины

Решая уравнение (1) относительно L , определяем возможную длину канала, а следовательно, и максимальное расстояние между скважинами для конкретного тампонажного оборудования и времени стабилизации тампонажного раствора:

$$L = \frac{\Delta P \cdot r_c}{2P_m(t)}, \text{ м.} \quad (2)$$

Перепад давления на продольное сопротивление тампонажного раствора сдвигу в образуемом канале равен

$$\Delta P = P_{заб} - P_{г.с.}, \text{ МПа,} \quad (3)$$

где $P_{заб}$ — давление тампонажного раствора на забое закладочной скважины, вскрывшей кровлю горной выработки, МПа;

$P_{г.с.}$ — гидростатический напор подземных вод на глубине кровли горной выработки, МПа.

Давление тампонажного раствора на забое скважины $P_{заб}$ не должно превышать давление гидроразрыва горных пород на этой глубине $P_{г.с.}$ во избежание бесконтрольного его прорыва в вышележащие слои горных пород над кровлей выработки.

Тогда давление на устье закладочной скважины для образования канала в кровле горной выработки равно

$$P_y^k = P_{г.п.} + P_{г.с.}^g - P_{г.с.}^{m.p.}, \text{ МПа,} \quad (4)$$

где $P_{г.п.}$ — давление гидроразрыва для горных пород, МПа;

$P_{г.с.}^{m.p.}$ — гидростатическое давление столба тампонажного раствора на забое закладочной скважины, МПа.

Расчет давления гидроразрыва горных пород для практических задач может быть определен по эмпирической формуле [6]:

$$P_{г.п.} = 0,286 \cdot K_y \cdot H, \text{ кгс/см}^2 \quad (5)$$

где H — вышележащая над кровлей вентиляционного квершлага толща горных пород, м;

K_y — коэффициент условий работы, принимаем равным 1,0.

Результаты расчетов давления гидроразрыва по данной методике для мест пересечения закладочных тампонажных скважин с крепью квершлага приведены в таблице 3.

Обоснование количества закладочных тампонажных скважин. Расстояние между тампонажными скважинами зависит от возможности продавливания канала в стабилизированном тампонажном растворе в кровле выработки после каждой технологической остановки процесса нагнетания.

НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЕ

Время остановки процесса нагнетания может достигать от нескольких часов до суток.

С учетом ограничения по подавлению гидроразрыва и гидрорасчленения горных пород, а также конкретных структурно-механических характеристик тампонажного раствора рассчитывается длина канала для принятия инженерного решения о расстоянии между скважинами. Выполним расчет длины канала по уравнению (2) для закладочной скважины № 10, находящейся в месте прорыва подземных вод, на основании следующих исходных данных:

$P_{зab}$ — минимальная величина допустимого давления нагнетания на уровне кровли выработки, составляет 11,21 МПа (табл. 3);

$P_{г.с.}$ — напор подземных вод, составляет 24 кг/см², т. е. 2,4 МПа;

r_c — радиус тампонажной скважины при перебурке кровли крепи квершлага колонкой диаметром 93 мм. Тогда $r_c = 4,65$ м;

P_m — пластическая прочность тампонажного раствора через 1 сутки при температуре 50 °С, составляет 0,432 МПа (табл. 1).

Подставляя численные значения указанных величин в уравнение (2), получим величину $L = 47$ м, что является критическим расстоянием между соседними скважинами.

Учитывая возможные отклонения в рецептуре и температурных условиях в

квершлага, что может увеличить пластическую прочность, принимаем расстояние между скважинами 40 м.

Определение мест заложения тампонажных скважин и их количество производится с учетом следующих факторов:

1. Протяженность вентиляционного квершлага от гидроизоляционной перемычки до аварийного забоя, согласно плану вентиляционного закладочного горизонта минус 350 м, составляет 362,991 м.

2. Гидроизоляционная перемычка расположена на расстоянии 30,0 м от центра сопряжения С-10 закладочного горизонта минус 350 м.

3. Абсолютная отметка почвы квершлага за гидроизоляционной перемычкой минус 351,00 м.

4. Вентиляционный квершлаг имеет три ниши, как показано на рисунке 1:

– технологическая ниша № 1 между пикетами ПК6 и ПК7 имеет длину 7,5 м и поперечное сечение 23,4 м². Объем — 175 м³;

– технологическая ниша № 2 между пикетами ПК17 и ПК18 имеет длину 10,5 м и поперечное сечение 20 м². Объем — 175 м³.

– технологическая ниша № 3 между пикетами ПК26 и ПК27 имеет длину 25 м и поперечное сечение 25,3 м². Объем — 620 м³.

Таблица 3

Результаты расчетов давления гидроразрыва

Номер закладочной скважины	Мощность вышележащей толщи пород над кровлей квершлага, м	Давление гидроразрыва, МПа	Примечания
1	2	3	4
1	433,0	12,38	Глубины закладочных скважин принимаются равными мощности горных пород над кровлей вентиляционного квершлага
2	431,5	12,33	
3	427,5	12,22	
4	423,0	12,09	
5	418,5	11,97	
6	414,0	11,84	
7	409,5	11,71	
8	404,02	11,56	
9	401,0	11,46	
10	392,2	11,21	
11	401,0	11,46	

НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЕ

С учетом вышеперечисленных факторов для полной закладки вентиляционного квершлага на ствол ВС-2 необходимо пробурить 10 закладочных скважин по его оси и одну дополнительную скважину для закладки глубокой, расположенной ближе к забою квершлага, ниши № 3.

В соответствии со схемой, весь квершлаг разбивается для закладки на 9 заходок, из которых крайняя I заходка имеет длину по почве квершлага 28 м, остальные заходки имеют длину по 40 м. Ниша № 3 имеет длину 22 м.

Расчетные объемы каждой из заходок приведены в таблице 4.

Таблица 4

Расчетные объемы тампонажного раствора для закладки вентиляционного квершлага

Номер заходки	Номера пикетов	Длина по кровле выработки, м	Среднее сечение в заходке, м ²	Объем тампонажного раствора, м ³	Примечание
I	1–2	28,0	16,0	450	Опрессовка тупиковой части выработки через закладочную тампонажную скважину № 10
II	2–6	44,5	15,95	865	
III	6–10	40,0+7,5	18,25	730+175	
IV	10–14	40,0	18,50	740	
V	14–18	40,0+10,5	17,95	690+230	
VI	18–22	40,0	17,75	710	
VII	22–26	40,0	18,75	750	
VIII	26–30	40,0	17,60	705	
IX	30–34	40,0	17,05	680	
X	Ниша № 3	422,0	16,0	620	
Итого:				7345	

Выполненные исследования позволили сделать следующие **выводы**:

1. Закладку затопленной части вентиляционного квершлага горизонта минус 350 м на вентиляционный ствол № 2 целесообразно выполнить путем нагнетания тампонажных растворов через вертикально-направленные скважины, что обеспечит надежную геомеханическую и гидроизоляционную безопасность горных работ рудника «Октябрьский».

2. Технология закладки затопленных наклонных горных выработок по методике, приведенной в настоящей работе, позволяет также выполнить безлюдным способом надежное погашение наклонных стволов шахт и рудников. Данная технология ранее успешно применялась для ликвидации целого ряда наклонных стволов, старых горных работ, ходков и сбоек на закрываемых шахтах в Донецком угольном бассейне.

Список источников

1. Проект (программа работ) на выполнение комплекса гидроизоляционных работ на объекте «Гидроизоляция зоны повышенного водопритока в вентиляционный квершлаг на вентиляционный ствол № 2 (ВС-2) рудника „Октябрьский“» / ООО «НПК „Геополимер“». СПб., 2021. 46 с.
2. РД 07-291-99. Инструкция о порядке ведения работ по ликвидации и консервации опасных производственных объектов, связанных с пользованием недрами // Охрана недр и геолого-маркшейдерский контроль : сборник документов. Сер. 07. М. : НТЦ ИППБ, 2009. Вып. 1. 132 с.
3. Полозов Ю. А., Лазебник А. Ю. Ликвидация затопленных наклонных стволов угольных шахт // Сборник научных трудов ДонГТИ. 2023. Вып. 30 (73). С. 19–26.
4. Полозов Ю. А., Лазебник А. Ю. Ликвидация последствий техногенной катастрофы в районе провала земной поверхности на калийном руднике // Сборник научных трудов ДонГТИ. 2021. Вып. 23 (66). С. 5–12.

НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЕ

5. Комплексный метод тампонажа при строительстве шахт / Э. Я. Кипко [и др.]. М. : Недра, 1984. 243 с.

6. Тампонаж обводненных горных пород : справочное пособие / Э. Я. Кипко [и др.]. М. : Недра, 1989. 318 с.

7. Временная инструкция по тампонажу трещиноватых горных пород комплексным методом / МУП СССР. Ворошиловград, 1978. 88 с.

© Полозов Ю. А., Смекалин Е. С.

© Лазебник А. Ю.

*Рекомендована к печати к.т.н., доц. каф. СиГ АИГиТ ЛГУ им. В. Даля Дудка И. В.,
к.т.н., доц. каф. ГиБП ДонГТУ Леоновым А. А.*

Статья поступила в редакцию 09.01.2025.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Полозов Юрий Аркадьевич, д-р техн. наук, профессор каф. геотехнологий и безопасности производств
Донбасский государственный технический университет,
г. Алчевск, Россия,
e-mail: uapolozov@mail.ru

Лазебник Александр Юрьевич, старший преподаватель каф. строительства и геоконтроля
Антрацитовский факультет горного дела и транспорта ЛГУ им. В. Даля,
г. Антрацит, Россия

Смекалин Евгений Сергеевич, канд. техн. наук, доцент каф. геотехнологий и безопасности производств
Донбасский государственный технический университет,
г. Алчевск, Россия

Polozov Yu. A. (Donbass State Technical University, Alchevsk, Russia, e-mail: uapolozov@mail.ru),
Lazebnik A. Yu. (Antracite Faculty of Mining and Transport of LSU named after V. Dahl, Antracite, Russia),
Smekalin Ye. S. (Donbass State Technical University, Alchevsk, Russia)

JUSTIFYING TECHNICAL SOLUTIONS AND CHOOSING HOW TO ELIMINATE THE EMERGENCY MINE WORKINGS

The article analyzes technical solutions in the design of stowing operations aiming to eliminate the air crosscut of the minus 350 m horizon of the "Oktyabrsky" Mine of MMC "Norilsk Nickel", which was flooded as a result of the catastrophic groundwater intrusion. The choice of an effective unmanned method of performing stowing operations with the use of special plugging mortars has been scientifically substantiated.

Key words: "Oktyabrsky" Mine, elimination of mine workings, plugging, plugging mortars, stowing bore-holes.

References

1. Project (work program) for the implementation of the waterproofing complex at the site "Hydroisolation of zone of the increased water flow in the air crosscut No. 2 (BC-2) of the 'Oktyabrsky' Mine"[Proekt (programma rabot) na vypolnenie kompleksa gidroizolyacionnyh rabot na ob'ekte «Gidroizolyaciya zony povyshennogo vodopritoka v ventilyacionnyj kvershlag na ventilyacionnyj stvol № 2 (VS-2) rudnika „Oktyabr'skij“»]. ООО "NPK 'Geopolimer'". SPb., 2021. 46 p. (rus)

2. RD 07-291-99. *Instruction on the procedure for liquidation and preservation of hazardous production facilities associated with subsoil use* [RD 07-291-99. *Instrukciya o poryadke vedeniya rabot po likvidacii i konservacii opasnyh proizvodstvennyh ob"ektov, svyazannyh s pol'zovaniem nedrami*]. *Ohrana nedr i geologo-markshejderskij kontrol' : sbornik dokumentov. Ser. 07. M. : NTC IPPB, 2009. Iss. 1. 132 p. (rus)*
3. Polozov Yu. A., Lazebnik A. Yu. *Elimination of flooded inclined shafts of coal mines* [Likvidaciya zatoplenykh naklonnykh stvolov ugol'nykh shaht]. *Collection of Scientific Papers of DonSTI. 2023. Iss. 30 (73). Pp. 19–26. (rus)*
4. Polozov Yu. A., Lazebnik A. Yu. *Eliminating the consequences of a man-made disaster in the area of a potash mine ground failure* [Likvidaciya posledstvij tekhnogennoj katastrofy v rajone provala zemnoj poverhnosti na kalijnom rudnike]. *Collection of Scientific Papers of DonSTI. 2021. Iss. 23 (66). Pp. 5–12. (rus)*
5. Kipko E. Ya. [et al.] *Complex method of plugging in mine construction* [Kompleksnyj metod tamponazha stroitel'stve shaht]. M. : Nedra, 1984. 243 p. (rus)
6. Kipko E. Ya. [et al.] *Plugging of waterlogged rocks : a reference manual* [Tamponazh obvodnennykh gornyx porod : spravochnoe posobie]. M. : Nedra, 1989. 318 p. (rus)
7. *Temporary instruction on plugging of fractured rocks by complex method* [Vremennaya instrukciya po tamponazhu treshchinovykh gornyx porod kompleksnym metodom]. USSR MUP. Voroshilovgrad, 1978. 88 p. (rus)

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Polozov Yuri Arkadievich, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Geotechnology and Industrial Safety
Donbass State Technical University,
Alchevsk, Russia,
e-mail: uapolozov@mail.ru

Lazebnik Aleksandr Yurievich, Senior Lecturer of the Department of Building and Geocontrol
Antracite Faculty of Mining and Transport of LSU named after V. Dahl,
Antracite, Russia

Smekalin Yevgeniy Sergeevich, PhD in Engineering, Assistant Professor of the Department of Geotechnology and Industrial Safety
Donbass State Technical University,
Alchevsk, Russia