

УДК 622.837

## ОПЫТ ОТРАБОТКИ БАРЬЕРНОГО ЦЕЛИКА ПОД РАЗВЕДОЧНУЮ СКВАЖИНУ В УСЛОВИЯХ ГП «МАКЕЕВУГОЛЬ»

**Дрибан В. А., Южанин И. А., Феофанов А. Н.**

*(УкрНИМИ НАНУ, г. Донецк, Украина)*

**Тодоров В. А.**

*(ОП «Шахтоуправление им. В. И. Ленина» ГП «Макеевуголь»)*

*Детально розглядаються теоретичні розробки та їх практичне впровадження щодо безпечної роботи очисного вибою, що відпрацьовує бар'єрний цілик під розвідувальну свердловину.*

*Theoretical insights related to safe operation of production face working safety pillar for exploration hole and their practical implementation are considered in detail.*

Программой развития горных работ на шх. «Калиновская-Восточная» ГП «Макеевуголь» предусмотрена отработка коренной разгрузочной лавы пласта  $l_1$  в 2011-12 гг. Длина очистного забоя 220 м. Вынимаемая мощность 1,21 м. Средняя скорость продвижения лавы 1,6 м в сутки. Отработка осуществляется столбом по восстанию прямым ходом с оформлением подготовительных выработок позади очистного забоя (система «лава-штрек»). Отставание вентиляционного и конвейерного ходков составляет не более 8 м (рис. 1).

Пласт  $l_1$  входит в состав свиты  $S_2^6$  (Алмазная) среднего карбона (см. таблицу 1). Крупных тектонических нарушений в рассматриваемом районе нет, встречаются непрогнозируемые мелкоамплитудные геологические нарушения. Песчаник  $l_1S l_1'$ , залегающий непосредственно в кровле пласта, водоносный, при осадках приток воды составляет до 2 – 3 м<sup>3</sup>/час.

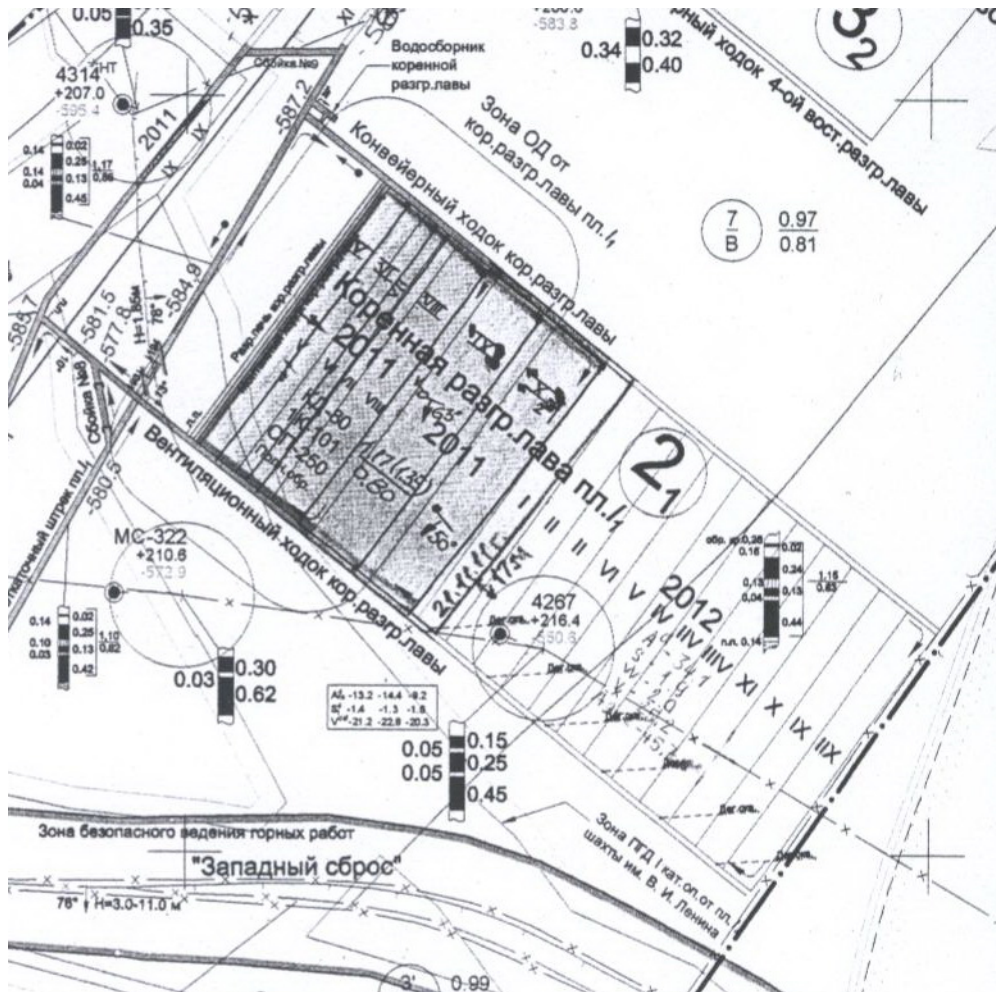


Рис. 1. Выкопировка из плана горных работ по пласту  $l_1$  в районе коренной разгрузочной лавы

Осложняющим фактором на пути движения очистного забоя коренной разгрузочной лавы явилась разведочная скважина № 4267 диаметром 92 мм, пробуренная Чистяковской ГРП треста «Артёмгеология» ещё в декабре 1962 г с поверхности до глубины 1230,2 м. Скважина пересекает одновременно пласты нескольких шахт ГП «Макеевуголь». А именно: пласт  $l_1$  шх. «Калиновская-Восточная» на глубине 774,7 м; пласт  $l_3$  на глубине 709,2 м и пласт  $l_4$  на глубине 673,7 м шх. им. В. И. Ленина; пласт  $l_7$  на глубине 545,5 м и пласт  $l_8'$  на глубине 499,7 м шх. № 13 бис.

По всем вышележащим пластам скважина уже была подработана, и к моменту отработки коренной разгрузочной лавы пласта  $l_1$  участки подработки затоплены (рис. 2).

Таблица 1

Характеристика пласта  $l_1$

№ п/п	Показатель	Величина показателя
1	2	3
1	Глубина залегания по скважине № 4267, м	774,7
2	Мощность, м	1,00 – 1,21
3	Угол падения, градус	4 – 6
4	Строение	Сложное: 4 угольные пачки, 3 прослоя пород (глинистый и углистый сланцы, песчаник)
5	Общая мощность, м: - угольных пачек - породных прослоёв	0,83 0,32
6	Описание угля	Чёрный, блестящий, штриховой структуры, рыхлый, излом неровный
7	Коэффициент крепости $f$	1,5
8	Марка угля	ОС кокс
9	Природная газоносность, м <sup>3</sup> /т с.д.м.	19,0 – 23,1
10	Объёмный вес, т/м <sup>3</sup>	1,40 – 1,42
11	Выход летучих, %	24,2 – 25,2
12	Содержание золы, %	33,3
13	Содержание влаги, %	1,8
14	Характер контакта: - с кровлей - с почвой	Волнистый, чёткий, спаянный Чёткий, ровный, слабоспаянный

При ликвидации скважины с целью изоляции угольных пластов от притока воды она была затампонирована. Тампонажные работы заключались в заливке отдельных интервалов, включающих рабочие пласты, суглинисто-цементным или глинистым раствором и установке специальных тампонажных пробок.

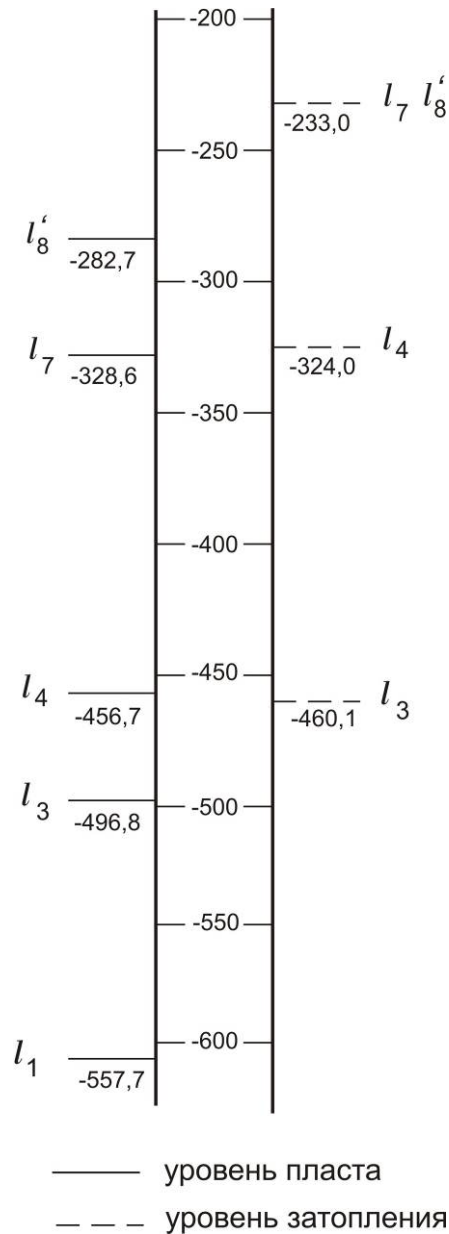


Рис. 2. Условия затопления вышележащей толщи

По состоянию на 29.11.2011 г. расстояние между очистным забоем и точкой пересечения скважины с пластом составило 55 м. Согласно существующим нормативным требованиям [1], маркшейдерской службой шахты вокруг скважины по пласту  $l_1$  был рассчитан барьерный целик радиусом 48 м.

В ходе проведения производственного совещания у главного инженера шахты «Калиновская-Восточная» совместно с сотрудниками отдела горного давления УкрНИМИ было отмечено, что при подходе лавы к целику неизбежно возникнет необходи-

мость во временной остановке очистного забоя, уменьшении его длины или даже полной перенарезке за пределами барьерного целика. Всё это повлечёт за собой значительные материальные и временные потери, и затруднит работу предприятия в целом. Поэтому, проанализировав создавшуюся горно-геологическую и гидрогеологическую ситуацию на данном участке, был намечен следующий порядок ведения горных работ в районе скважины № 4267:

1. Уточнить размеры барьерного целика у скважины по пласту  $l_1$ , с учётом особенностей сложившейся ситуации на участке;
2. Разработать оптимальную схему отработки барьерного целика;
3. Создать гидроизоляционную завесу в породах кровли пласта;
4. Разработать мероприятия по безопасной отработке целика;
5. С утверждёнными мероприятиями отработать барьерный целик.

Было учтено следующее обстоятельство. Горными работами целиковой лавы пласта  $l_4$  шахты им. В. И. Ленина разведочная скважина № 4267 не была обнаружена. Следовательно, участок скважины в интервале  $l_4 - l_7$  затампонирован качественно. Однако с целью большей надёжности расчётов была принята максимальная величина затопления по скважине до уровня затопления пласта  $l_8'$ , равная 324,7 м.

При установлении по [1] границы опасной зоны по прорыву воды из скважины № 4267 определялись:

1. Безопасная глубина разработки под пластом  $l_4$ , которая составила 65,5 м, т.е. подработка пласта  $l_4$  пластом  $l_1$  при мощности междупластья  $l_1 - l_4$  в 100 м допустима.
2. Ширина (радиус) барьерного целика  $d_c$  у скважины № 4267 как у затопленной необсаженной технической скважины по формуле:

$$d_c = 0,05H + 0,001 \times l + 5 \approx 24 \text{ м},$$

где  $H$  – максимальная высота затопленных выработок по скважине до уровня затопления пласта  $l_8'$ , т.е. 324,7 м;

$l$  – суммарная протяжённость подземных теодолитных ходов (считая от узловой точки или от начальных маркшейдерских точек), используемых для определения контура затопленных выработок и построения границ опасной зоны,  $l = 2600$  м.

3. Ожидаемый приток воды по скважине № 4267 из затопленного пространства составил по  $329,4 \text{ м}^3/\text{час}$ .

Полученная величина водопритока считается завышенной, т.к. в ней принято проектное сечение скважины без учёта уменьшения такового за счёт тампонажа, обрушения стенок, заиливания и т.п.

Поскольку сведения о фактических размерах сечения скважины отсутствовали, пришлось ориентироваться на установление величины водопритока по практическим данным. По данным геологической службы, исходя из опыта подработки разведочных скважин в Донецко-Макеевском районе, величину дебита по ним приняли равной  $20 \text{ м}^3/\text{час}$ .

Так как запрос в Торезскую ГРЭ с просьбой дать заключение о качестве тампонажа скважины № 4267 оказался безрезультатным (дел по скважине не оказалось), то по действующим нормативам она была отнесена к некачественно затампонированным. Поэтому работы в построенном барьерном целике скважины проводились в соответствии с мероприятиями по безопасному ведению горных работ в опасной зоне.

УкрНИМИ были разработаны и предложены к внедрению два варианта отработки барьерного целика с созданием гидроизолирующей тампонажной завесы.

1. Лава останавливается у границы барьерного целика, вентиляционный ходок подтягивается до линии лавы и из забоя ходка бурят тампонажные скважины, в которые нагнетается герметизирующий состав. После застывания, лава возобновляет работу и отрабатывает угольный целик, оставленный вокруг скважины.

2. Тампонажные скважины бурят из вентиляционного ходка во время работы коренной разгрузочной лавы с таким расчётом, чтобы к моменту подхода лавы к барьерному целику тампонажные работы были закончены (рис. 3). Далее лава безостановочно продолжает свою работу по отработке барьерного целика.

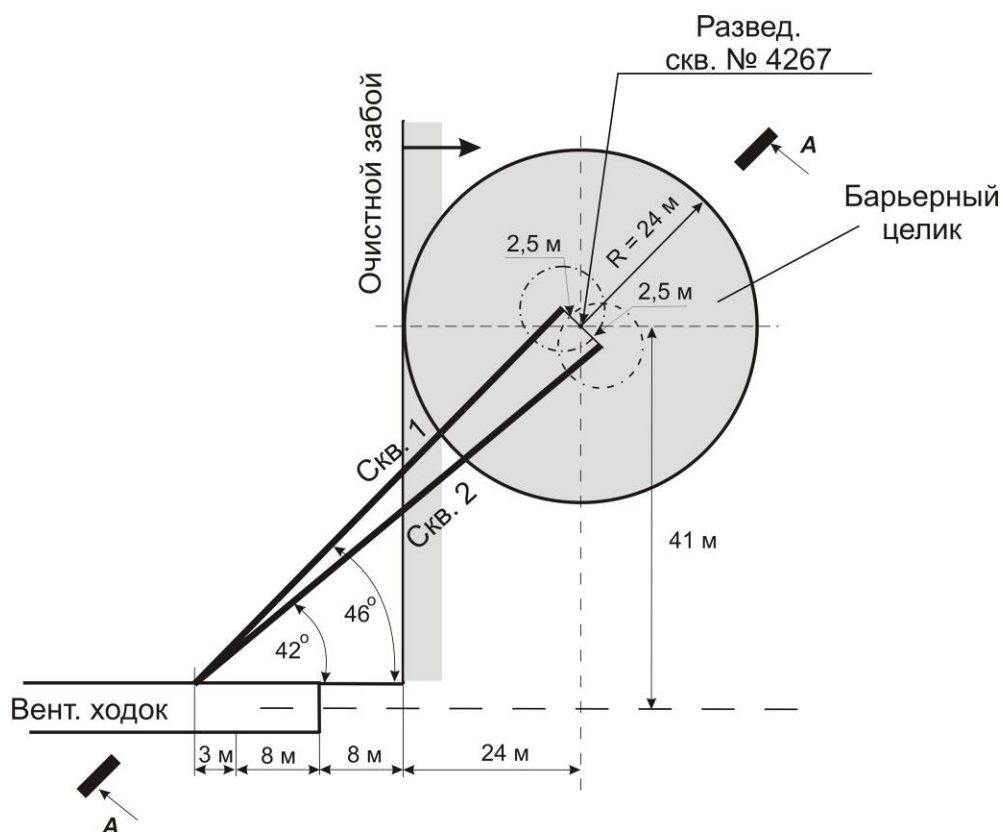


Рис. 3. Схема тампонажа скважины № 4267 без остановки очистного забоя

Шахтой был принят к разработке второй вариант, как наиболее приемлемый. Достоинством его является то, что обеспечивается непрерывная работа очистного забоя, недостатком – удлинение тампонажных скважин.

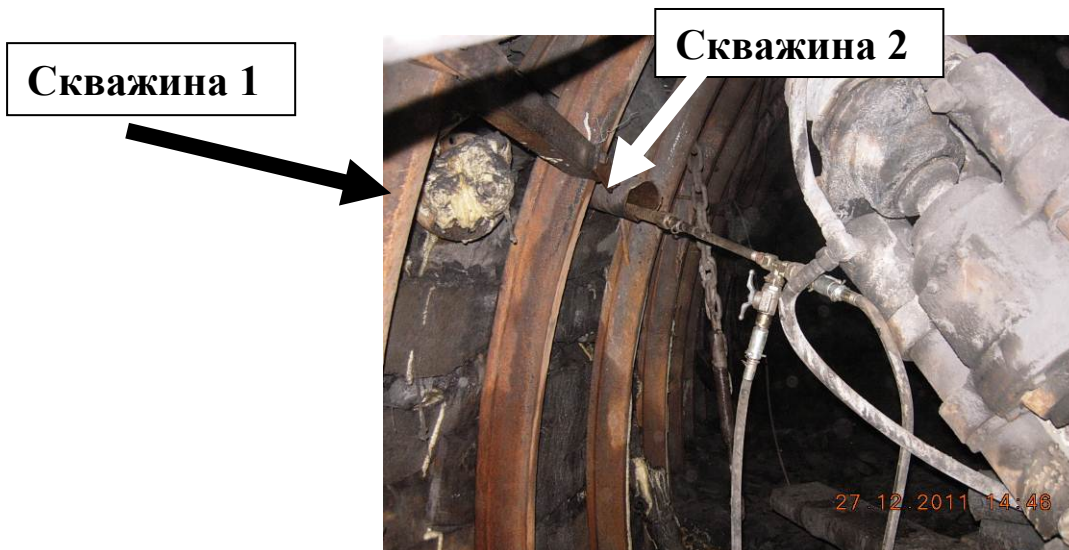
С целью обеспечения надёжного качества тампонажа на определённом расстоянии от кровли пласта  $l_1$ , превышающем высоту зоны трещиноватости горных пород (его обоснование приведено ниже), на разведочную скважину № 4267 пробурили две тампонажные скважины (рис. 4).

При бурении скважины направлялись таким образом, чтобы разведочная скважина оказалась между ними, а зоны распространения тампонажного состава у их забоев пересекались (см. рис. 3).





а) бурение скважин



б) нагнетание тампонажного состава через Т-образную муфту

Рис. 4. Буровые и тампонажные работы в вентиляционном ходке коренной разгрузочной лавы пласта  $l_1$

Создание гидроизолирующей тампонажной завесы, перекрывающей сечение скважины и окружающие породы, заключалось в нагнетании по скважинам специально разработанной для тампонирования и укрепления водоносных зон полиуретановой смолы Беведол ВФ - Беведан [2], состоящей из двух жидких компонентов, которые в объемном соотношении 1:1 при помощи пневматического насоса поступали отдельно по шлангам, перемешивались в смесителе и через герметизатор нагнетались в об-



водненный массив. При контакте с водой реакция вспенивания полимерной смеси протекает с увеличением объема полимерного состава, а время застывания составляет несколько минут.

Для проведения работ применялся двухкомпонентный насос с пневматическим приводом. В комплектацию насоса входят всасывающие шланги, обратные клапаны и высоконапорные краны на патрубках насоса (рис. 5).



а) вид сбоку



б) с ёмкостями для жидких  
компонентов

Рис. 5. Внешний вид двухкомпонентного нагнетательного насоса

Тампонаж был выполнен на уровне, превышающем высоту зоны трещиноватости горных пород, образующейся при отработке коренной разгрузочной лавы пласта  $l_1$  (рис. 6). Для определения высоты этой зоны  $h_T$  в рассматриваемых условиях следует применить эмпирическую формулу

$$h_T = m_B (30m_B - 15,5m_B^2 + 3,4m_B^3 + 1),$$

где  $m_B$  – вынимаемая мощность пласта (м), полученная на основании математической обработки данных о подработке затопленных выработок.

В данных условиях  $h_T$  составило 25 м.

Положительным моментом является то, что в породах кровли пласта  $l_1$  залегают легкообрушаемые песчаные сланцы мощностью 14,3 м, в 12 раз превышающие вынимаемую мощность пласта, что обеспечит при обрушении пород кровли надёжную подбуртовку песчаника и предохранит его от трещинообразования.

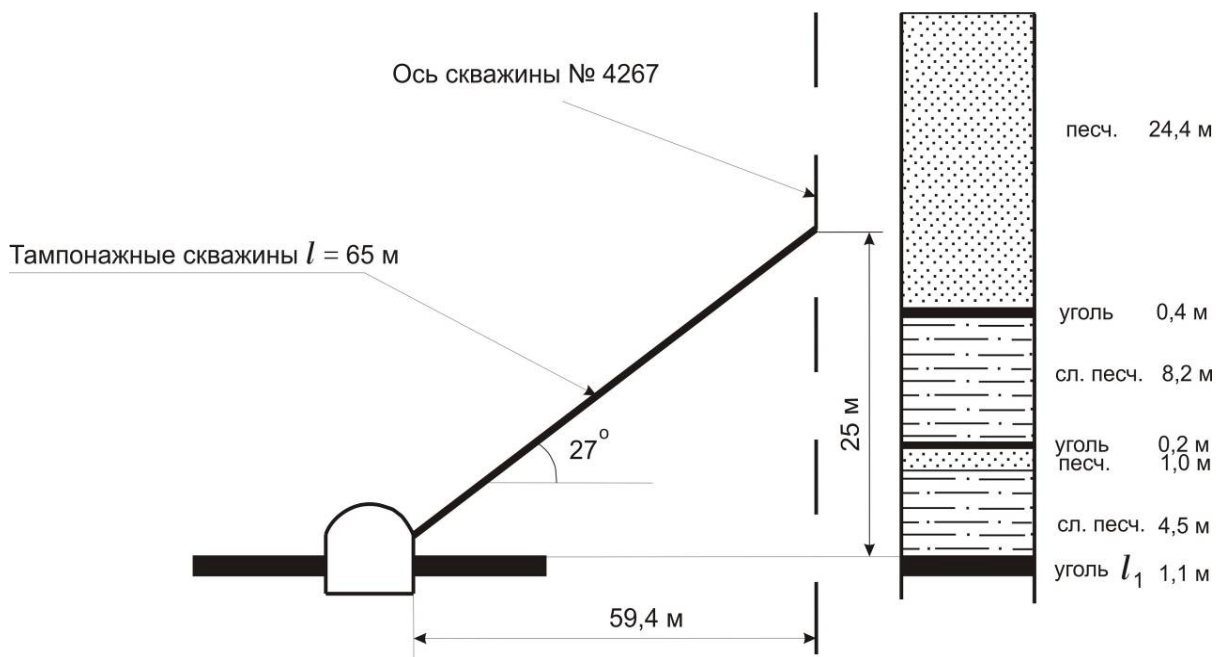


Рис. 6. Разрез по линии А-А рисунка 3

Все работы по ликвидации скважины № 4267 и отработке целика выполнялись с заранее разработанными (ещё до подхода лавы к барьерному целику) мероприятиями, обеспечивающими безопасность их проведения.

К таким мероприятиям относятся следующие.

1. Ознакомление всех работающих в коренной разгрузочной лаве пласта  $l_1$  с мерами безопасности при ведении горных работ в пределах барьерного целика.

2. Осуществление опережающего разведочного бурения шпуров при работе коренной разгрузочной лавы на подходе к скважине в пределах барьерного целика. Шпуры длиной 5 м располагать в шахматном порядке на расстоянии 2 м друг от друга. Неснижаемое опережение 2,5 м.

3. Постоянный надзор добычного участка по выявлению предупредительных признаков появления водоносной зоны: повышение влажности (потение) угольного пласта и боковых пород, выделение воды или глинистого раствора из пласта и окружающих пород. Прекращение работ в лаве и выведение людей в безопасное место при появлении таких признаков. Сообщение об этом горному диспетчеру шахты.

4. Проверка готовности участкового водоотлива к приёму дополнительного количества воды в объёме 20 м<sup>3</sup>/час. При необходимости установление дополнительного оборудования.

5. Разработка маршрута, по которому будут выводиться люди в случае возникновения аварийной ситуации, и приведение в рабочее состояние водосточных канавок на пути возможного движения воды.

Разработанные УкрНИМИ рекомендации, на основе которых осуществлялась отработка барьерного целика под разведочную скважину, авторский надзор за их соблюдением, а также согласованные действия служб шахты «Калиновская-Восточная» позволили безопасно провести весь комплекс мероприятий без остановки очистного забоя. При этом объём добытого угля из отработанного целика составил около 3300 т.

## СПИСОК ССЫЛОК

1. Инструкция по безопасному ведению горных работ у затопленных выработок. – Утв. МУП СССР от 02.10.84. – М.: ВНИМИ. – 66 с.
2. Инструкция по применению полиуретановой смолы беведел ВФ – беведан для гидроизоляции массива при помощи пневматического насоса. – Кемерово: Минова. – 7 с.