

ОПЫТ ВСКРЫТИЯ ЗАТОПЛЕННЫХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

*Н.А. Дудля, Е.Е. Терещук, ГВУЗ «Национальный горный университет» Украина
А.В. Попов, Н.Н. Тельних, Е.Г. Цаплин, ООО «ТИССА», Украина*

Описан опыт бурения водоспускных скважин на шах. Краснолиманская из забоя магистрального штрека на затопленную вентиляционную скважину большого диаметра. Приведена схема запорной арматуры скважин, обеспечивающей безопасное ведение работ

Одной из серьезных проблем развития горных работ в угольных шахтах и рудниках является вскрытие затопленных скважин большого диаметра с высоким гидростатическим напором и остаточным притоком воды. Скважины, как правило, сооружались в предшествующие годы для упорядочения вентиляции и оказались затопленными. Примерами таких шахт являются Краснолиманская и им. 50-летия Советской Украины.

Сотрудники ООО "ТИССА" разработали технологию вскрытия и осушения скважины на шахте «Краснолиманская», а также подготовили проект выполнения аналогичных работ по шахте им. 50-летия Советской Украины (ГП Антрацит»).

Шахта «Краснолиманская» (Донецкая обл.) относится к опасным по внезапным выбросам угля и газа. Разрабатывает пласты m_4^2 , l_7 , l_3 и k_5 , опасные по взрывам угольной пыли. Шахтное поле вскрыто вертикальными стволами (скиповым, северным воздухоподающим, клетевым) и капитальным квершлагом горизонта 545 м. Вентиляционная сеть шахты характеризуется значительным удалением очистных и подготовительных работ от воздухоподающих и вентиляционных стволов. Для устранения сдерживающего фактора по вентиляции и с учетом дальнейшего развития горных работ по пласту l_3 в засбросовой части на шахте сооружена скважина диаметром в свету $3,5/2,8$ м.

Воздухоподающая скважина расположена на промплощадке воздухоподающего ствола. Крепь скважины – металлическая труба диаметром 3500×16 мм и 2800×16 мм с заполнением затрубного пространства цементно-песчаным раствором. Рабочие горизонты 845 м и 545 м. Скважина в интервале 510÷845 м пересекает водоносные горизонты, приуроченные к трещиновато-пористым песчаникам и известнякам, наиболее водообильными из которых являются песчаники $m_1^1 sm_3$ (приток до 24 м^3) в интервале 545,3 – 562,6 м, k_8sI_1 (приток $33 \text{ м}^3/\text{час}$) в интервале 806,9 – 843,4 м. Прогнозные величины притока из остальных водоносных горизонтов изменяются от 1 до $18 \text{ м}^3/\text{час}$. Ожидаемый суммарный водоприток в скважине примерно $50 \text{ м}^3/\text{час}$. По химическому составу воды каменноугольных отложений сульфатно-хлоридные натриево-кальциево-магниевые с минерализацией $2,1 - 4,7 \text{ г}/\text{дм}^3$, щелочные. По содержанию сульфатов воды слабо агрессивные к бетонам, к металлам – средне агрессивные.

Скважина была вскрыта горными работами на горизонте 545 м, а затем предстояло вскрытие ее на горизонте 845 м, т.е. затопленная часть скважины составляла 300 м. В скважине смонтирована система водоулавливания в интервале $-8 - -57$ м со спуском воды на горизонт 545 м.

Забой полевого магистрального штрека был остановлен в 20 м от скважины в соответствии с расчетной величиной охранной зоны (рис.1).

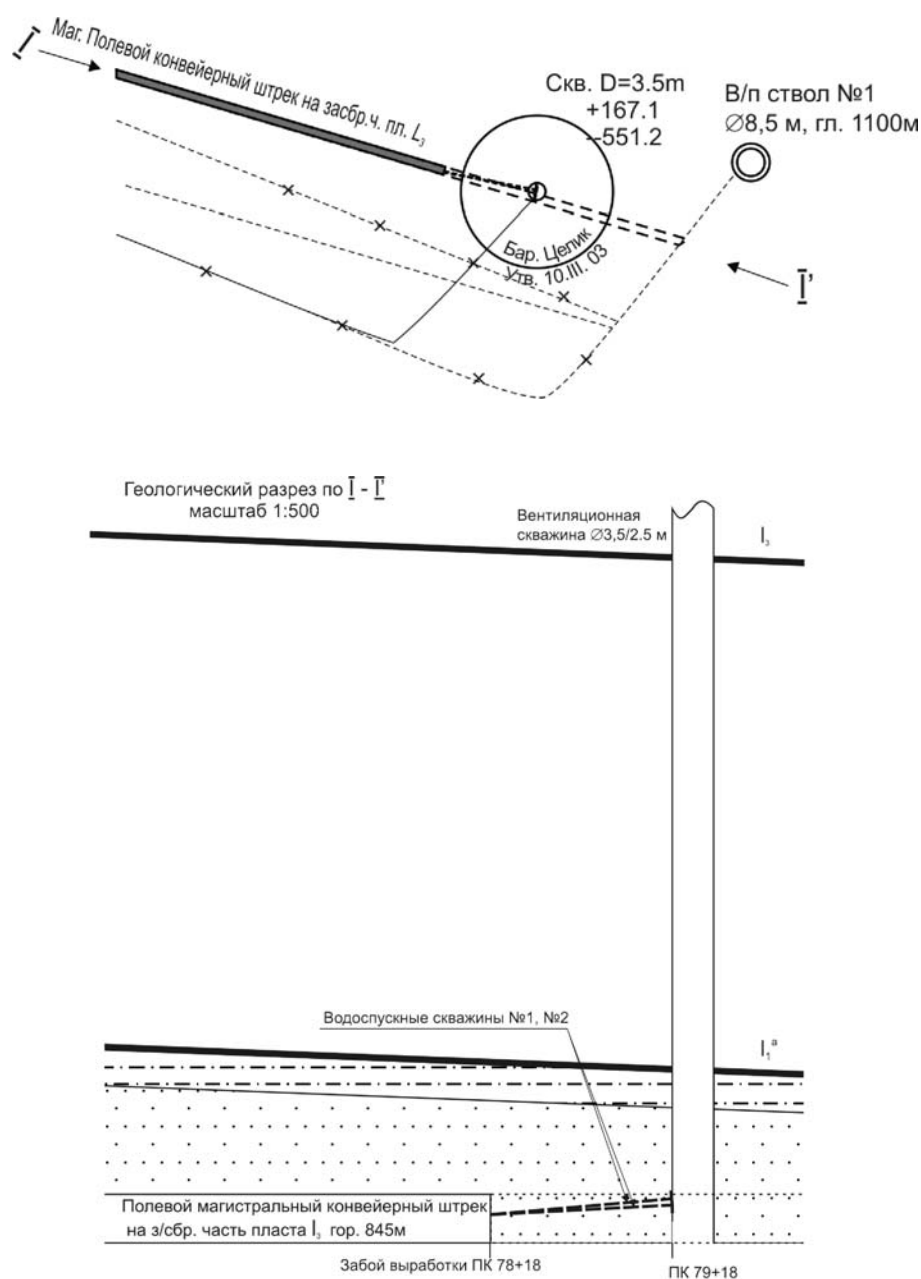


Рис.1. План расположения водоспускных скважин относительно полевого магистрального конвейерного штрека

Вскрытие затопленной части воздухоподающей скважины проведено опережающими водоспускными скважинами, пробуренными из забоя магистрального штрека.

К моменту начала бурения опережающих скважин для обеспечения безопасных условий вскрытия уровень воды в воздухоподающей скважине понижали до отметки 745 м с помощью эрлифтной установки, с тем чтобы давление воды на горизонте 845 м составляло не более 1 МПа.

В соответствии с [1] производили бурение двух опережающих водоспускных скважин – основной и контрольной 3° и 5° (рис.2).

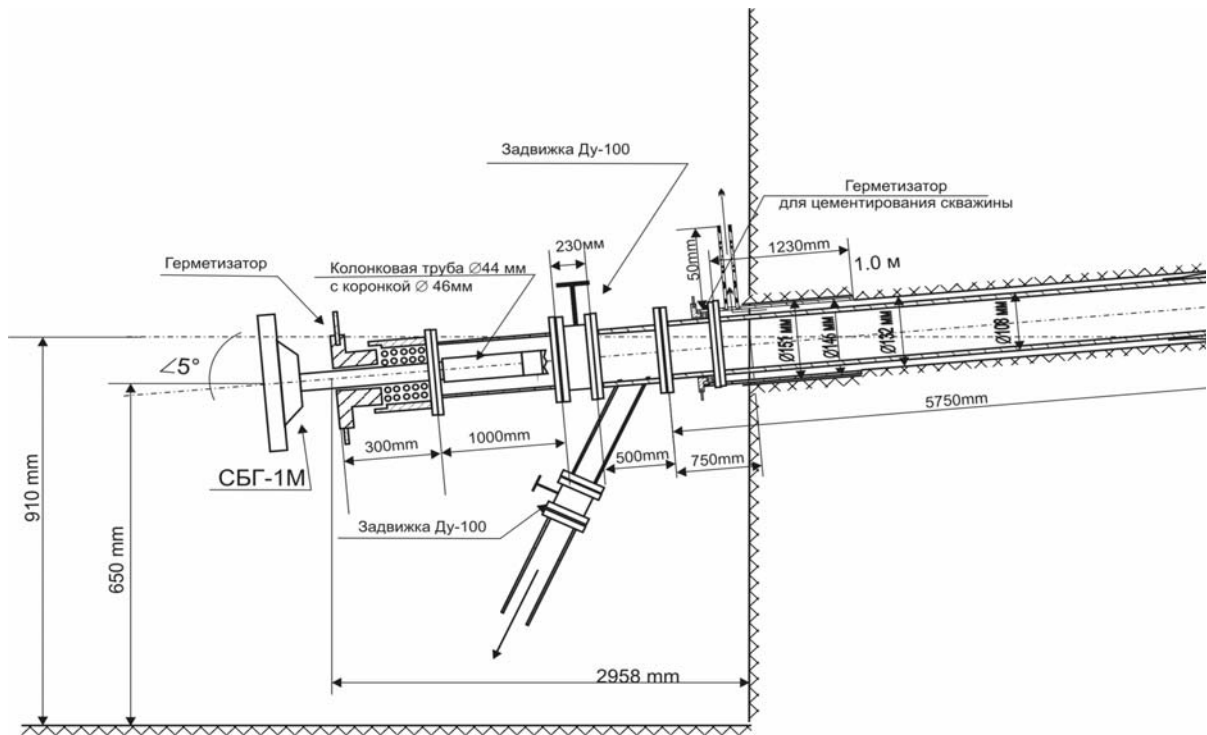


Рис. 2. Схема бурения скважины с запорной арматурой:

1 – корпус герметизатора; 2 – гайка; 3 – сальниковая набивка; 4 – фланец.

При расчетах технологических параметров бурения водопускных скважин особое внимание уделяли расчету длины направляющей трубы – кондуктора: расчет длины кондуктора с учётом гидростатического давления воды P_h в воздухоподающей скважине на момент бурения и давления гидравлического удара P_s , который реализуется при начале сброса воды в сооружаемую скважину. Нагрузка, оказываемая этими факторами должна компенсироваться сцеплением трубы – кондуктора с цементом крепления устья скважины:

$$P_h S + P_s S = \Pi \tau_c L,$$

где: S – площадь сечения трубы кондуктора, м^2 ;

Π – внешний периметр трубы-кондуктора, м;

τ_c – коэффициент сцепления цементного камня с металлом, $\text{Па}/\text{м}^2$;

L – длина кондуктора, м.

Проектная высота столба воды в воздухоподающей скважине на момент бурения водопускных скважин составляла 100 м и соответствующее давление $P_h = 1,0$ МПа. Давление гидроудара определяли по следующей формуле:

$$P_s = \rho v c = \sqrt{2gHc} = 0.63 \text{ МПа}$$

где: ρ – плотность воды, $\text{кг}/\text{м}^3$

c – скорость звука в воде, м/с

H – высота столба воды, м.

Данное выражение не учитывает потери скорости движения воды в скважине и поэтому даёт максимальные из возможных значений гидроудара.

Рекомендуемое значение коэффициента сцепления цемента с металлом составляет 0,1 МПа. При принятых значениях давлений для диаметра трубы $D = 108$ мм при коэффициенте запаса $k = 3$ длина кондуктора составляет:

$$L = \frac{k(P_h + P_s)D}{4\tau_c} = 1.2 \text{ м}$$

При выполнении работ принята рекомендуемая «Инструкцией...» [1] минимальная длина кондуктора - 5 м.

Герметизацию устья скважины производили с помощью кондуктора с отводным патрубком, 2-х задвижек и герметизатора (рис.3).

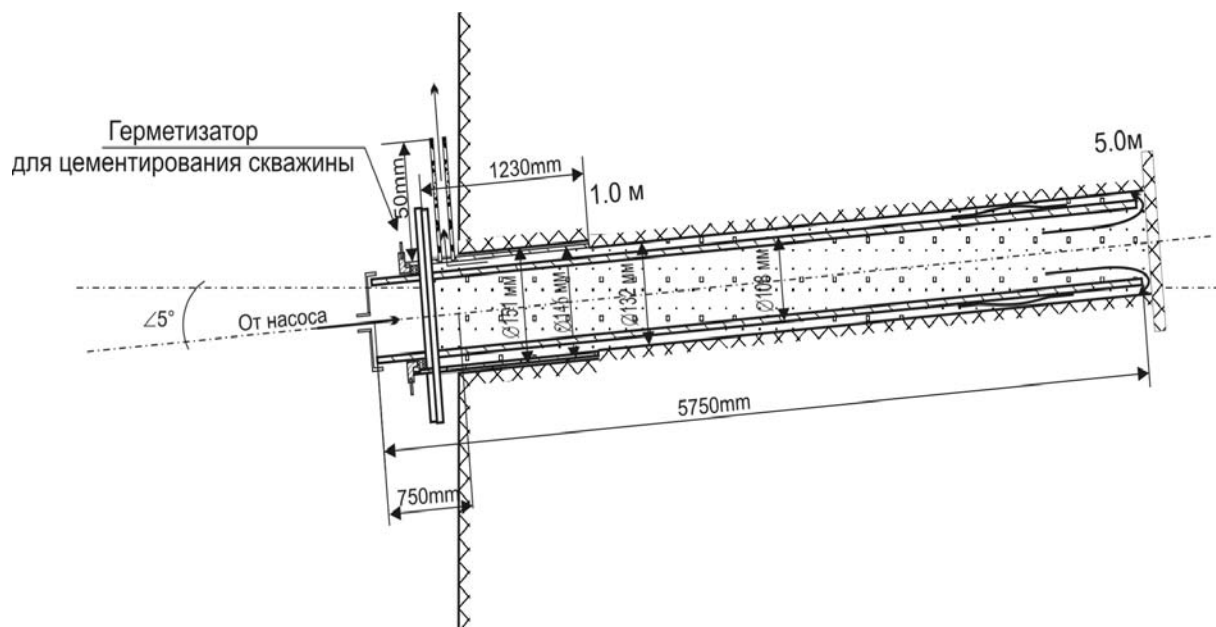


Рис. 3. Схема оборудования скважины при цементации кондуктора с применением герметизатора

Направляющая труба-кондуктор предназначена для укрепления устья скважины, навески задвижек, герметизатора с приемной трубой, ориентации бурового инструмента по заданному маркшейдером направлению и подсоединения к водоотводной трубе. С целью обеспечения качества цементирования кондуктор оборудуется центраторами, а устье скважины – специальным герметизатором и контрольной трубкой, показывающей уровень цементного раствора в скважине.

Технология цементирования кондуктора сводилась к следующему. Вначале скважину бурили на глубину 1 м диаметром 151 мм. В устье крепили патрубок диаметром 146 мм с фланцем для герметизатора. Патрубок оборудовали контрольной трубкой для определения уровня цемента в скважине. Высота контрольной трубки соответствовала уровню забоя скважины на глубине кондуктора (рис.3). Затем скважину бурили на глубину кондуктора – 5 м диаметром 132 мм и обсаживали трубой диаметром 108 мм. Нагнетание цементного раствора плотностью 1820 кг/м³ производили насосом НБ-4 через нагнетательный фланец до заполнения цементами контрольной трубки. Затем в скважину нагнетали расчетное количество воды для вытеснения излишнего цементного раствора из внутренней части кондуктора. После закрепления кондуктора производили проверку фактического направления скважины.

В случае, если давление воды на устье скважины при выпуске из затопленной выработки превышает 2 МПа крепление кондуктора рекомендуется усилить 2-мя – 4-мя швеллерами, заведенными в почву, кровлю и стенки камеры бурения. Проверку на прочность и герметичность заделки кондуктора после схватывания цемента и разбуривания цементной пробки производили путем нагнетания воды в скважину под давлением 1,5 МПа, т.е. в 1,5 – 2 раза превышающим давление в подтопленной воздухоподающей скважине диаметром 2,8 м. Та-

кое давление опрессовки поддерживали в течение 12 час. Нарушения герметичности цементации не наблюдали.

Бурение скважины производили через герметизатор устья (рис 3). Герметизатор устья крепили к приемной трубе, где размещается колонковая труба с долотом перед закрытием задвижки на скважине.

Конструкция водоспускной скважины следующая:

0 – 1 м – диаметр бурения 151 мм, диаметр обсадной трубы 146 мм;

1 – 5 м – диаметр бурения 132 мм, (диаметр обсадной трубы 108 мм);

5 – 20 м – диаметр бурения 46 мм

Расчет пропускной способности скважины производили по формуле [1]:

$$Q = 4 \times 10^3 b^2 \sqrt{\frac{Hg}{0.03 \frac{L}{b} + 1}},$$

где b – диаметр скважины 0,046 м;

H – напор воды над устьем скважины, м;

g – ускорение свободного падения 9,8 м/с².

L – длина водоспускной скважины от кондуктора до затопленной скважины диаметром 2,8 м – 15 м.

Расчет показал, что расход воды в начальный период составил 80 м³/час.

Бурение скважины осуществляли в соответствии с крепостью пересекаемых пород – песчаники VIII категории – шарошечными долотами типа 151К, 132К, 46К. Прорезка обсадной трубы воздухоподающей скважины толщиной 16 мм осуществлялась алмазной коронкой.

Для регулирования водоспуска и предотвращения затопления горных выработок (конвейерный штрек и конвейерный откаточный квершлаг) был сооружен специальный водосборник объемом 114 м³, который оборудован 3-мя погружными насосами типа УНС – 180/255. Регулируемый спуск воды осуществляли через задвижку типа «Лудло» по специально смонтированному до водосборника трубопроводу диаметром 219 мм с пропускной способностью 404 м³/час.

Объем воды в затопленной скважине составлял 1100 м³. При расчетной пропускной способности водоспускной скважины 80 м³/час время водоспуска составило 13,6 часов. Контроль давления воды в скважине в процессе водоспуска осуществлялся по манометру, установленному перед запорной арматурой скважины.

После спуска воды полевой магистральный штрек успешно сбит со скважиной.

Таким образом, практические результаты подтвердили правильность в выбранных расчетах.

Литература.

1. Инструкция по безопасному ведению горных работ у затопленных выработок. М.:МУП СССР, 1984.
2. Правила безопасности в угольных шахтах, К.: Наукова думка, 1984.
3. Правила безопасности при геологоразведочных работах, М.: Недра, 2000.
4. Проект по бурению двух водоспускных скважин из магистрального штрека гор. 845 м на воздухоподающую скважину Ø3,5/2,8 м ГП УК «Краснолиманская», Антрацит, ООО "ТИССА", 2004.