

УДК 255:29.1

ЛИКВИДАЦИЯ АВАРИЙНЫХ ВОДОПРИТОКОВ ПРИ СООРУЖЕНИИ ВОЗДУХОПОДАЮЩЕЙ СКВАЖИНЫ ШАХТЫ «ЮЖНО–ДОНБАССКАЯ №1»**Ю. А. Полозов, А. Ю. Лазебник**

ГОО «Спецтампонажгеология»

ул. Петровского, 7а, г. Антрацит, Луганская обл., 94613, Украина. E-mail: chief@goaostg.lg.ua

В. А. Турчин, А. А. Горелкин, А. Н. Горелкин

ПАО «ГХК Спецшахтобурение»

ул. Октябрьская, 82а, г. Донецк, 83001, Украина. E-mail: sshbur@yandex.ru

Выполнен анализ горногеологических и горнотехнических причин возникновения осложнений и аварийной ситуации при сооружении воздухоподающей скважины на поле шахты «Южно–Донбасская № 1». Представлены результаты исследований по уменьшению водопритоков при бурении вертикальных скважин большого диаметра. Предложен расчет параметров противодиффузионной завесы вокруг воздухоподающего ствола. Представлен производственный опыт формирования изоляционной завесы через три тампонажные скважины.

Ключевые слова: ствол, способ бурения, водоприток, тампонажная скважина, фильтрация, раствор.

ЛІКВІДАЦІЯ АВАРІЙНИХ ВОДОПРИПЛИВІВ ПРИ СПОРУДЖЕННІ ПОВІТРОПОДАВАЛЬНОЇ СВЕРДЛОВИНИ ШАХТИ «ПІВДЕННО-ДОНБАССЬКА № 1»**Ю. А. Полозов, А. Ю. Лазебник,**

ДВАТ «Спецтампонажгеология»

вул. Петровського, 7а, м. Антрацит, Луганська обл., 94613, Україна. E-mail: chief@goaostg.lg.ua

В. А. Турчин, А. А. Горелкін, А. Н. Горелкін

ПАТ «ДХК Спецшахтобуріння»

вул. Жовтнева, 82 а, м. Донецьк, 83001, Україна. E-mail: sshbur@yandex.ru

Виконано аналіз гірничо-геологічних і гірничотехнічних причин виникнення ускладнень та аварійної ситуації при спорудженні свердловини, що подає повітря, на полі шахти «Південно-Донбаська № 1». Наведені результати досліджень щодо зменшення водопритоків при бурінні вертикальних свердловин великого діаметру. Запропоновано розрахунок параметрів протифільтраційної завіси навколо повітроподавального ствола. Представлений виробничий досвід формування ізоляційної завіси через три тампонажні свердловини.

Ключові слова: ствіл, спосіб буріння, водоприплив, тампонажна свердловина, фільтрація, розчин.

АКТУАЛЬНОСТЬ РАБОТЫ. Одной из основных проблем при сооружении шахтных стволов способом бурения является обеспечение минимальных остаточных водопритоков в ствол скважины через разгрузочные контрольные отверстия в пробках, которые устанавливаются в обсадных трубах для предотвращения смятия металлической крепи гидростатическим давлением и контроля качества тампонирующего закрепного пространства. Допустимая величина остаточного водопритока в скважину большого диаметра зависит от производительности шахтного водоотлива. Максимально допустимый водоприток из сооружаемой воздухоподающей скважины диаметром 4,2 м в горные выработки шахты «Южно–Донбасская № 1», согласно проекта, не должен был превышать 20 м³/час.

МАТЕРИАЛ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ. Воздухоподающая скважина диаметром 4,2 м «в свету» и глубиной 465,8 м на поле шахты «Южно–Донбасская № 1» была закреплена металлическими трубами диаметром 4200 мм с толщиной стенки 16 мм с тампонажем затрубного пространства цементно-песчаным раствором. Металлические трубы были оснащены контрольными пробками диаметром 42 мм, расположенными ярусами через 6м друг от друга. В каждом ярусе имелось по четыре пробки.

В процессе производства работ по откачке воды для осушения скважины и проверке состояния металлической крепи уровень жидкости в ней был понижен до забоя – 465,4 м.

Первоначальный естественный приток воды в скважину составил 4,0 м³/час. Во вскрытых контрольных пробках зафиксировано наличие цементно-

песчаного раствора. Однако, постепенно в скважину начал увеличиваться приток воды через пробки на глубине 114,0 м и достиг максимума – 60,0 м³/час. Через четверо суток водоприток на отметке 114 м прекратился, но открылся на глубине 156 м с выносом частиц разрушенной горной породы. По интенсивности подъема уровня воды в скважине водоприток достиг 80,0 м³/час. На забое скважины осело около 100 м³ частиц разрушенной горной породы. Скважина была затоплена до 17 м от поверхности земли, т.е. до естественного статического уровня.

Геологический разрез вмещающих горных пород, категория пород по буримости и конструкция воздухоподающей скважины диаметром 4,2 м до глубины 170м на поле шахты «Южно–Донбасская № 1» приведены на рис. 1.

С целью разработки мероприятий по ликвидации водопритоков в воздухоподающую скважину диаметром 4,2 м был выполнен анализ горногеологических и гидрогеологических условий участка работ на основании заключения п.о. «Укруглегеология». Согласно геологического заключения, бурение воздухоподающей скважины на поле шахты «Южно – Донбасская № 1» до глубины 163 м производилось в неустойчивых, склонных к обрушению и оплыванию четвертичных суглинках, глинах и песках, а также в породах мелового возраста – мергелях и спонголитах. Толща мергелей и спонголитов, залегающая в интервале 59,0–163,0 м, обладает интенсивной трещиноватостью и высокой пористостью, превышающей 40 %. Расчетный ожидаемый приток воды в скважину до глубины 100 м составлял 100 м³/час (табл. 1).

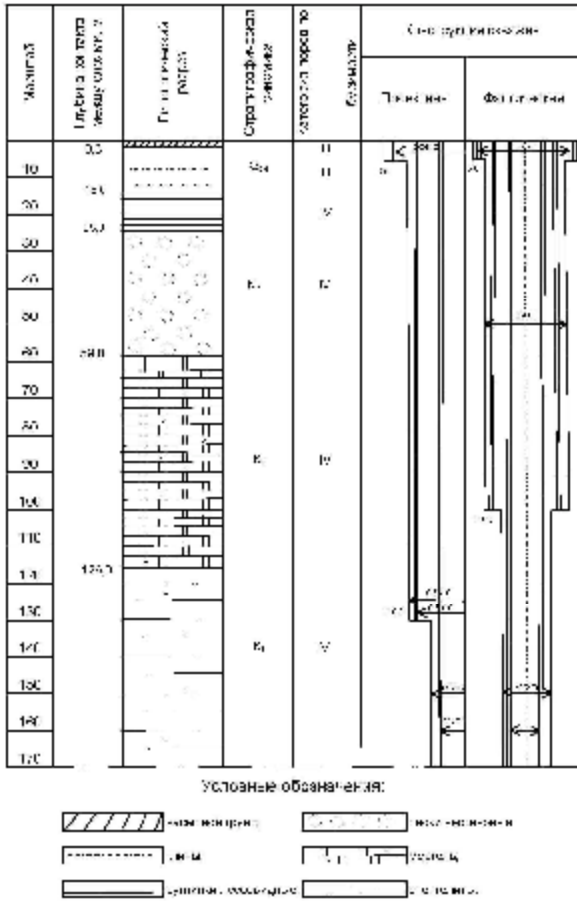


Рисунок 1 – Геологический разрез и конструкция воздухоподводящей скважины на поле шахты "Южно-Донбасская №1"

Анализ горногеологических и горнотехнических причин возникновения осложнений и аварийной ситуации при сооружении воздухоподводящей скважины на поле шахты «Южно-Донбасская № 1» показал следующее:

1. Высокая проницаемость толщи мергелей в интервале 59,0–126,0 м и залегающих ниже спонголитов, обусловленные их сильной трещиноватостью и значительной пористостью, явилось причиной нарушения целостности цементно-песчаного материала в закрепном пространстве основной рабочей колонны металлических труб диаметром 4,2 м.

2. Уменьшение по горнотехническим причинам глубины посадки кондукторной части обсадной колонны труб диаметром 5,6 м со 130 до 100 м снизило надежность изоляции наиболее сложной и опасной нижней части толщи мергелей К2 и цементации рабочей колонны труб диаметром 4,2 м.

С целью предупреждения дальнейших осложнений, связанных с выносом частиц горной породы из затрубного пространства рабочей колонны диаметром 4,2 м и снижения притоков воды в скважину, были разработаны мероприятия, направленные на формирование вокруг скважины в нижней части толщи мергелей К2, интервал 100,0–130,0 м, противодиффузионной завесы.

Основные требования при проектировании противодиффузионной завесы сводились к определе-

нию необходимых размеров завесы, способной выдержать напор подземных вод при соблюдении критерия предельно допустимого давления тампонажного раствора на металлическую крепь.

Формирование тампонажной завесы предусмотрено осуществлять через технические скважины диаметром 92 мм и глубиной 130 м, которые располагаются вокруг ствола-скважины диаметром 4,2 м с учетом застроенности площадки работ и контуров буровой установки L-35, как показано на рис. 2.

Для изоляции трещиноватых мергелей предусматривалось использование высокоэффективных глиноцементных тампонажных растворов, в состав которых входят: глина каолиновая – 23–26 %, сульфатостойкий портландцемент – 10–12 %, силикат натрия (жидкое стекло) – 1,0–1,2 % и техническая вода – остальное. Такие тампонажные растворы имеют в конкретных условиях преимущество перед традиционными цементными растворами и обеспечивают надежную изоляцию водоносных трещиноватых горизонтов [2].

Расчет параметров противодиффузионной завесы вокруг воздухоподводящего ствола шахты «Южно-Донбасская № 1» выполнен по методике комплексного метода тампонажа ГОАО «Спецтампонажгеология», приведенной применительно к сооружению скважин большого диаметра в работе [1].

Согласно методике расчетные размеры изоляционной завесы вокруг скважины диаметром 4,2 м, определены по уравнению:

$$P_z = \frac{a \cdot d_m \cdot P_k}{2 \cdot [P_m]} + r_c \quad (1)$$

где d_{max} – максимально возможное раскрытие трещин в мергеле, принимаем $d_{max} = 0,10$ м; P_k – гидростатическое давление на изоляционную завесу, принимаем на почве слоя мергелей, согласно таблицы 1, $P_k = 10,7$ кг/м²; $[P_m]$ – допустимая величина пластической прочности глиноцементного раствора, принимаем $[P_m] = 0,240$ кг/см²; a – коэффициент запаса прочности, принимаем $a = 3$; r_c – радиус скважины, принимаем $r_c = 2,1$ м.

Изоляционной завесы, рассчитанная согласно исходных данных по уравнению [1], имеет R3=8,8 м.

Формирование изоляционной завесы предусматривалось произвести через три тампонажные скважины, как показано на рис. 2.

Местоположения скважин на поверхности земли выбраны с учетом свободных мест вокруг буровой установки. Размеры контуров распространения тампонажного раствора из каждой скважины приняты согласно графических построений и составляли $r_c = 8,2$ м.

Кроме того, учитывая крайне сложную аварийную ситуацию с высоким водопритокком и выносом частиц горной породы, что могло привести к самым серьезным последствиям, проектом было предусмотрено бурение дополнительно двух контрольных скважин № 4 и № 5, как показано на рис. 2, для проверки качества тампонирующего мергеля в интервале 100,0–130,0 м.

Таблиця 1 – Гидрогеологические параметры водоносных горизонтов на поле шахты «Южно-Донбасская № 1»

Параметры	Литологическая толща			
	Суглинки, Q1v-111	Неогеновые пески	Мергели, К2	Спонголиты, К1
Глубина залегания водоносного горизонта, м	3–25	25–52	59–126	126–163
Мощность водоносного горизонта, м	22	34	67	37
Пьезометрический (статический) уровень, м	3	21	19	19
Принятый коэффициент фильтрации, м/сут	–	0,29	0,78	0,10
Коэффициент пьезопроводности, м ² /сут	–	65,3·103	15,5·103	2,02·103
Коэффициент проницаемости, дарси	–	2,7	0,9	0,11
Приток воды, м ³ /час:				
– расчетный	–	10,6	98,0	18,5
– принятый	–	15,0	100,0	20,0

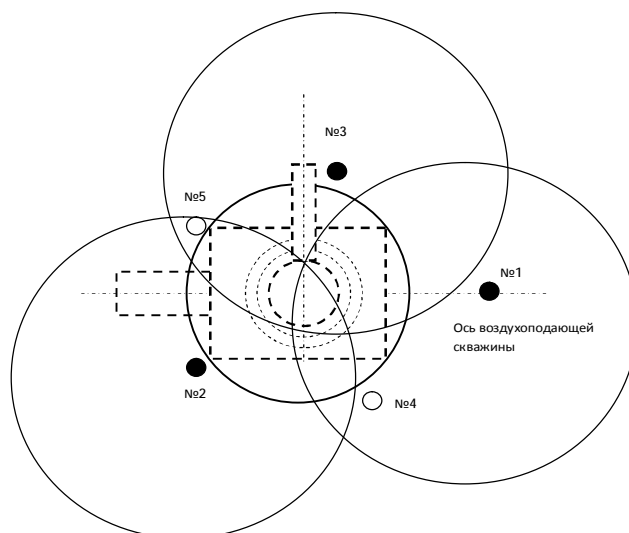


Рисунок 2 – Схема расположения тампонажных скважин вокруг воздухоподающей скважины диаметром 4,2 м шахты «Южно-Донбасская №1»

- – тампонажные скважины I очереди; ○ – тампонажные (контрольные) скважины II очереди;
- — — — — контур буровой установки L-35 и воздухоподающей скважины Ø 4,2 м;
- расчетный контур ПФЗ вокруг скважины Ø 4,2 м;
- радиусы распространения тампонажного раствора из отдельных скважин, м.

Расчетный проектный объем глиноцементного раствора в каждую из тампонажных скважин для формирования изоляционной завесы определен по уравнению:

$$V_{\text{скв.}} = p \cdot r^2 \cdot m_T \cdot M, \quad [2]$$

где r – контур распространения раствора из тампонажной скважины, принимаем $r = 8,2$ м;

m_T – расчетная трещинная пустотность мергелей по данным гидродинамических исследований составляет 0,055 долей единиц;

M – мощность тампонируемой заходки, принимаем $M = 30$ м.

Согласно исходных данных объем нагнетания глиноцементного раствора в каждую из тампонажных скважин составил по $348,8 \text{ м}^3$. Общий объем по трем тампонажным скважинам – $1045,1 \text{ м}^3$.

Комплекс тампонажных работ по формированию изоляционной завесы вокруг воздухоподающей скважины диаметром 4,2 м был выполнен силами Донецкого ШПУ ГХК «Спецшахтобурение» и ГОАО «Спецтампонажгеология». Объем тампонажных работ и технологические параметры процесса нагнетания глиноцементных растворов приведен в табл. 2.

Нагнетание глиноцементного раствора в каждую

тампонажну скважину производилось порциями, до выхода тампонажного раствора в соседнюю тампонажную скважину или в основной ствол скважины диаметром 4,2 м. После выдержки тампонажная скважина разбуривалась до забоя, и нагнетание раствора повторялось.

Учитывая, что из-за выхода тампонажного раствора в скважину, по проектным скважинам № 1 и

№ 2 не удалось закачать проектные объемы раствора, было принято решение произвести нагнетание в контрольные скважины № 4 и № 5.

ВЫВОДЫ. В результате выполненных тампонажных работ вокруг воздухоподающей скважины была сформирована изоляционная завеса, позволившая исключить остаточный водопиток из трещиноватых мергелей.

Таблица 2 – Фактические объемы тампонажных работ по воздухоподающей скважине диаметром 4,2 м шахты «Южно-Донбасская № 1»

Номер тампонажной скважины	Объем закаченного тампонажного раствора, м ³	Параметры тампонажного раствора			Давление нагнетания, кг/м ³	Остаточное давление после прекращения нагнетания, кг/м ³	Примечание
		Плотность глинистого раствора, г/см ³	Плотность тампонажного раствора, г/см ³	Расход цемента, т			
1	234	1,18–1,21	1,27–1,30	23,4	10–35	0	Выход тампонаж. раствора
2	210	1,18–1,21	1,28–1,32	21,0	10–30	0	Выход тампонаж. раствора
3	410	1,17–1,21	1,26–1,31	41,0	10–40	0	–
4	100	1,18–1,21	1,28–1,30	10,0	10–30	5	–
5	60	1,19–1,23	1,28–1,31	6,0	10–35	5	Выход тампонаж. раствора
Всего:	1014						

По данным замеров, остаточный суммарный водопиток был снижен с 80 до 2,0 м³/час (акт замера водопитока от 26.03.2008 г.), что значительно ниже величины притока в шахту из воздухоподающей скважины, в количестве 20,0 м³/час, допустимой по условиям шахтного водоотлива.

ЛИТЕРАТУРА

1. Полозов Ю.А., Лазебник А.Ю., Пожиданов С.В. Тампонаж трещиноватой зоны в интервале

609,5–648,6м при проходке вентиляционного ствола-скважины шахты «Ясиновская–Глубокая» ГП «Макеевуголь» // Матеріали міжнародної конференції «Форум горняків–2009». – Д: Національний гірничий університет, 2009. – С. 110–113.

2. Тампонаж обводненных горных пород. Справочное пособие/ Э.Я. Кипко, Ю.А. Полозов, О.Ю. Лушникова и др. – М: Недра, 1989.

ACCIDENTAL WATER CONTROL DURING THE CONSTRUCTION OF AN AIR SUPPLY WELL AT THE "SOUTH DONBASS № 1" MINE

Yu. Polozov, A. Lazebnik

SLLS Spetstamonazhgeologija

vul. Petrovskaya, 7a, Anthracite, Lugansk region, 94613, Ukraine. E-mail: chief@goaostg.lg.ua

V. Turchin, A. A. Gorelkin, A. N. Gorelkin

SHK Spetsshaftdrill

vul. Ochr'skaya, 82a, Donetsk, 83001, Ukraine. E-mail: sshbur@yandex.ru

In the article the mining-geological and the mining factors which are the backgrounds for the complications and emergency situations occurring at the air supply well constructing at the «Southern – Donbass №1» mine are analyzed. The research results describing the reducing of water inflows when drilling of vertical holes of large diameters are presented. The calculation of parameters of grouting curtain around the air supply well is offered. The industrial practice of creating of isolating barrier running through 3 grouting holes is described.

Key words: shaft, drilling method, water inflow, grouting hole, filtration, solution

REFERENCES

1. Polozov Y., Lazebnik A., Pozhidaev S. Plugging fractured zone in the spans of 609,5-648,6 m in ventilation shafts at «Deep-Yasinovskaya» of «Makeevugol» // *Materiali mizhnarodnoi konferentsii "Forum gornyakiv-2009."* – D.: Natsionalny Minning University, 2009. – PP. 110–113. [in Ukrainian]

2. Kipko E., Snakes Y., Lushnikov O. *Plugging watered rocks* / Reference Guidec. – M: Nedra, 1989. [in Russian]

Стаття надійшла 10.10.2011.

Рекомендовано до друку д.т.н., проф. Коміром В.М.