

УДК 622.258; 622.534

***Князьков О. В., Смекалин Е. С., Денисова Н. А.**
 Донбасский государственный технический университет
 *E-mail: dmtti_ot@mail.ru

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ КРЕПЛЕНИЯ ТРУБОПРОВОДОВ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ВОДООТЛИВНОГО КОМПЛЕКСА ш. «КОМСОМОЛЬСКАЯ»

В результате ликвидации шахт, связанных с шахтой «Комсомольская» прямыми и косвенными гидравлическими связями, ожидается увеличение водопритока, что требует подготовки водоотливного хозяйства для приема дополнительного объема воды. Разработан ряд технических мероприятий для реконструкции водоотливного комплекса, одним из которых является замена труб водоотливного става на больший диаметр. Проанализированы результаты визуального и измерительного контроля по оценке фактического состояния металлоконструкций армировки вспомогательного ствола с целью определения схемы крепления трубопроводов. Расчетным путем обоснован рациональный метод крепления трубопровода большего диаметра водоотливного комплекса шахты «Комсомольская».

Ключевые слова: шахта, армировка ствола, водоотливной комплекс, водоприток.

Проблема и её связь с научными и практическими задачами. За последние 25 лет на территории Восточного Донбасса ликвидировано большое количество шахт. Ликвидация угольных шахт в основном происходит путем их частичного или полного затопления за счет естественного водопритока после остановки работы общешахтного водоотлива [1]. Подъем уровня подземных вод в шахте приводит к изменению гидрогеологической обстановки, сложившейся в период ведения горных работ, с высокой долей вероятности может вызвать экологические и социальные последствия, связанные с подтоплением территорий, на которых проживают люди, ведутся сельхозработы или расположены предприятия и коммуникации. Дополнительный водоприток также усугубляет работу соседних шахт, имеющих гидравлические связи с закрытыми шахтами. Решение данных проблем требует разработки технических и административных мер, на которые необходимо затратить значительные ресурсы.

Шахта «Комсомольская» шахтоуправления «Ясеновское» ГУП ЛНР «РТК „Востокуголь“» имеет прямые гидравлические связи с закрытыми шахтами

«Партизанская», имени газеты «Луганская правда» и действующей шахтой имени В. В. Вахрушева, а также косвенные гидравлические связи со смежными шахтами «Крепенская» и имени М. В. Фрунзе. На западе горные выработки шахты «Комсомольская» связаны с выработками шахты «Партизанская» через старую шахту № 44 по пласту h_7 . Восточные лавы № 24 и № 25 пласта h_7 шахты «Партизанская» отрабатывали запасы угля через 8-й западный вентиляционный штрек пласта h_7 бывшей шахты № 44 (отметка минус 260,2 м), в дальнейшем вошедшей в состав шахты «Комсомольская». Кроме того, шахта «Партизанская» сбита с ликвидируемой и затапливаемой шахтой «Крепенская» горными выработками по пласту h_8 через вентиляционный ходок, пройденный с погашенного 12-го откаточного штрека шахты «Крепенская» (отметка минус 654,4 м) на законсервированный 24-й откаточный штрек шахты «Партизанская» (отметка минус 583,8 м), и через погашенный транспортный ходок 26-го западного откаточного штрека шахты «Партизанская» (отметка минус 714,1 м). Имеется связь через очистные работы 26-й западной лавы шахты «Партизанская», что

исключает возможность надежной гидроизоляции горных выработок шахты «Партизанская» в случае затопления шахты «Крепенская».

Постановка задачи. Согласно прогнозным расчетам, выполненным ГУП ЛНР «Востокгеология» в 2018 году в Гидрогеологическом заключении по прогнозно-гидрогеологическим работам для изучения влияния гидросвязей на гидрогеологическую обстановку Филиала «Шахта „Партизанская“» при закрытии шахты «Крепенская» [2], переток шахтных вод с ликвидируемой шахты «Крепенская» на шахту «Партизанская» ожидался с января 2019 года, что подтверждено данными практики.

Прогнозные перетоки воды с ликвидируемой шахты «Крепенская» на горизонт 30 штреков пласта h_8 шахты «Партизанская», согласно расчету, составили $Q_{\text{норм.}} = 79 \text{ м}^3/\text{ч}$, $Q_{\text{макс.}} = 124 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Согласно прогнозному расчету, уровень затопления шахты «Партизанская» достигнет абсолютной отметки гидравлической связи с шахтой «Комсомольская» спустя 4 года 11 месяцев от расчётной даты начала затопления. Переток воды с шахты «Партизанская» на горизонт 960 м шахты «Комсомольская» составит: $Q_{\text{норм.}} = 140 \text{ м}^3/\text{ч}$, $Q_{\text{макс.}} = 180 \text{ м}^3/\text{ч}$. Как указано выше, горные выработки шахты «Партизанская» связаны с выработками шахты «Комсомольская» через старую шахту № 44 по пласту h_7 . Восточные лавы № 24 и № 25 пласта h_7 шахты «Партизанская» отрабатывали запасы угля через 8-й западный вентиляционный штрек пласта h_7 бывшей шахты № 44 (отметка минус 260,2 м), в дальнейшем вошедшей в состав шахты «Комсомольская». С учетом отметки перетока горные выработки шахты «Партизанская» не могут быть затоплены выше абсолютной отметки минус 250 м при условии работы водоотлива шахты «Комсомольская».

Шахта «Комсомольская» через зоны трещиноватых пород Яковлевского, Щетовских и Лобовского Западного сбросов имеет гидравлическую связь с ликвидируемой и

затапливаемой шахтой имени газеты «Луганская правда». Шахта имени газеты «Луганская правда» на горизонтах 19-х, 16-х и 13-х штреков пересечены трещиноватые зоны вышеуказанных сбросов, которые прослеживаются также в пределах поля шахты «Комсомольская». По зонам сбросов отмечен переток воды в количестве $Q_{\text{норм.}} = 140 \text{ м}^3/\text{ч}$, $Q_{\text{макс.}} = 200 \text{ м}^3/\text{ч}$. Ликвидированная шахта имени газеты «Луганская правда» и действующая шахта имени В. В. Вахрушева имеют гидравлические связи через зону дробления и перемятых пород сброса Лобовский Западный. Действующие шахты имени В. В. Вахрушева и «Комсомольская» имеют связи через вскрытые горные выработки обеих шахт на отметке минус 580 м, сбросы Ясеновский I и Ясеновский II, а кроме того, через поле шахты имени газеты «Луганская правда» и сбросы Яковлевский, Щетовский и Лобовский Западный.

При совместном затоплении всех указанных закрытых шахт разгрузка шахтных вод возможна на горном отводе шахты «Крепенская», гидравлически связанной с шахтой «Комсомольская». Выход воды ожидается в балке Крепенская через устье восточной вентиляционной сбойки шахты «Крепенская» на отметке около плюс 110 м.

Для дальнейшей работы шахты «Комсомольская» реконструируемый водоотливный комплекс шахты должен обеспечить выдачу притока шахтной воды в количестве: общий водоприток — $Q_{\text{норм.}} = 1090 \text{ м}^3/\text{ч}$, $Q_{\text{макс.}} = 1377 \text{ м}^3/\text{ч}$; в том числе:

– собственный существующий водоприток шахты «Комсомольская» — $Q_{\text{норм.}} = 750 \text{ м}^3/\text{ч}$, $Q_{\text{макс.}} = 950 \text{ м}^3/\text{ч}$;

– переток с шахты «Партизанская» — $Q_{\text{норм.}} = 140 \text{ м}^3/\text{ч}$, $Q_{\text{макс.}} = 180 \text{ м}^3/\text{ч}$;

– дополнительный водоприток при отработке запасов на ближайшие годы — $Q_{\text{норм.}} = 80 \text{ м}^3/\text{ч}$, $Q_{\text{макс.}} = 100 \text{ м}^3/\text{ч}$;

– дополнительный водоприток с шахты имени М. В. Фрунзе — $Q_{\text{норм.}} = 120 \text{ м}^3/\text{ч}$, $Q_{\text{макс.}} = 147 \text{ м}^3/\text{ч}$.

В соответствии с этим необходимо подготовить водоотливное хозяйство шахты

НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЕ

«Комсомольская» для приема дополнительного объема воды. Для этого требуется заменить существующие разнотипные насосные агрегаты главных водоотливных установок на горизонте 690 м на насосные агрегаты ЦНС 500-800, а также на горизонте 960 м — на насосные агрегаты ЦНС 500-360. Кроме того, в соответствии с разработанными ГУП ЛНР «РТК „Востокуголь“» совместно с ГУП ЛНР «ЛНИПКИУглебобогащение» мероприятиями по подготовке водоотливного хозяйства шахты «Комсомольская» для приема дополнительного объема шахтных вод необходимо произвести замену труб водоотливного става Ø250 мм на трубы Ø325 мм.

Целью настоящей работы являются обследование и оценка технического состояния опорных и поддерживающих расстрелов металлоконструкций армировки вспомогательного ствола шахты «Комсомольская».

Объект исследования — опорные и поддерживающие расстрелы вспомогательного ствола шахты «Комсомольская».

Предмет исследования — напряжения, возникающие в расстрелах с учетом веса трубопроводов и их внутренним содержимым.

Задачи исследования:

– изучение расположения оборудования во вспомогательном стволе, схемы крепления трубопроводов, схемы расположения опорных и поддерживающих балок, способов крепления балок;

– обследование фактических условий эксплуатации опорных и поддерживающих балок, выявления дефектов, механических повреждений, деформаций, степени коррозии;

– определение несущей способности металлоконструкций с учетом нагрузок.

Методика исследования. На первом этапе обследования производился предварительный осмотр объекта с целью определения объема, специфики и направленности контроля. Выполнялись подготовительные работы.

На втором этапе проанализирована техническая документация, в частности изучены: схема расположения оборудования

во вспомогательном стволе, схема крепления трубопроводов, схема расположения опорных и поддерживающих балок, методы крепления балок. Рассмотрены условия работы обследуемых металлоконструкций на предмет наличия агрессивной среды, температурного режима, мест приложения постоянных нагрузок.

Третий этап предполагал предварительное (визуальное) обследование несущих металлоконструкций армировки вспомогательного ствола. Визуальное обследование проводилось с целью определения фактических условий эксплуатации опорных и поддерживающих балок, выявления дефектов, механических повреждений, деформаций, степени коррозии.

На четвертом этапе производилось детальное (инструментальное) обследование, включающее определение геометрических параметров металлоконструкций путем непосредственных измерений. Длина и ширина балок определялись с помощью измерительной металлической линейки и рулетки. Толщина стенок опорных и поддерживающих балок измерялась с помощью ультразвукового толщиномера типа УТ-507. Измерения проводились на частоте 5 кГц. Сечения и точки, в которых производились измерения, представлены на рисунке 1.

Изложение материала. Вспомогательный ствол диаметром 8,0 м пройден на глубину 1016 м и оборудован двумя многоканатными подъемами: двухклетевым и одноклетевым с противовесом для выполнения операций по спуску-подъему людей, материалов, оборудования и периодической выдачи породы с гор. 690 м, 760 м и 960 м. В стволе размещаются: три двухэтажные клетки, вмещающие по одной вагонетке ВД-3,3 на этаже и противовес; два става временного водоотлива диаметром по 250 мм каждый до гор. 960 м; два става противопожарно-производственного водоснабжения диаметром по 150 мм каждый до гор. 960 м; став для слива воды диаметром 250 мм с гор. 690 м в зумпф; один став сжатого воздуха диаметром 300 мм до

гор. 960 м (после пуска постоянного водоотлива в главном стволе ставы временного водоотлива используются как резервные при аварийной ситуации в работе водоотлива), силовые, сигнальные и телефонные кабели.

Армирование ствола запроектировано в соответствии с методикой расчета жестких армировок вертикальных стволов шахт ВНИИГМ им. М. М. Федорова [3]. Армирование жесткая коробчатая с лобовым расположением проводников. Опорные расстрелы (балки) сечением 650×220 мм установлены парами через каждые 80–110 м ствола. Поддерживающие расстрелы (балки) выполнены из двутаврового профиля 400×160 мм с шагом установки 8 м, коробчатые проводники выполнены сечением 100×160 мм. Ствол оборудован лестничным отделением со спасательной лестницей с поверхности до гор. 960 м со специальными выходами на горизонты 960 м и 760 м и ниже их. Предусмотрено также оборудование для посадки людей в клеть на уровне трубного ходка гор. 960 м.

По вспомогательному стволу поступает свежий воздух на горизонты 760 м и 960 м, а также для проветривания камер гор. 690 м.

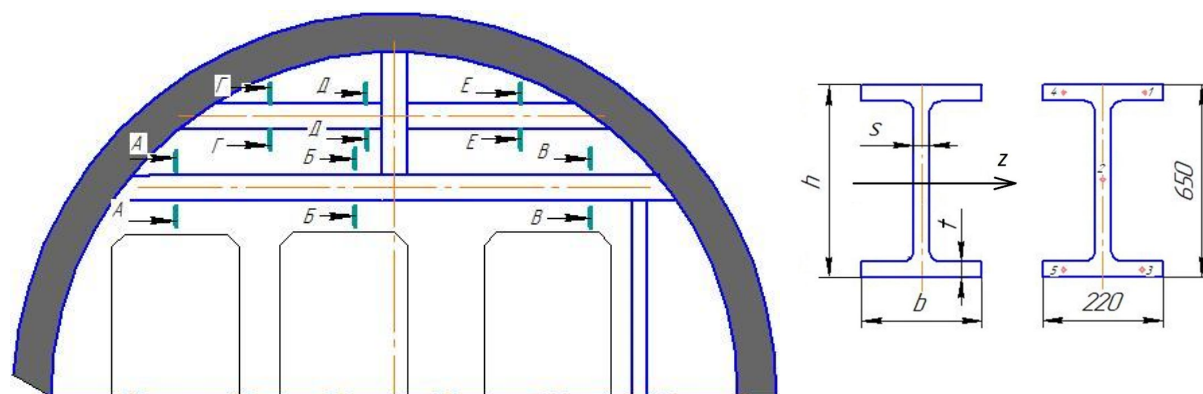
Краткая характеристика вспомогательного ствола представлена в таблице 1.

Схема расположения оборудования во вспомогательном стволе на момент проведения обследования приведена на рисунке 2.

Для определения фактического состояния несущих металлоконструкций армировки вспомогательного ствола шахты «Комсомольская» выполнялся визуальный и измерительный контроль [4]. Процесс контроля осуществлялся поэтапно.

Для проведения проверочных расчетов с целью определения несущей способности металлоконструкций с учетом нагрузок выполнен лабораторный анализ химического состава материала опорных балок. Полученный химический состав соответствует стали конструкционной углеродистой качественной 15пс.

Проведение проверочных расчетов для оценки несущей способности металлоконструкций выполнялось с использованием пакета прикладных программ Mathcad. В качестве исходных данных для расчета принимались значения, полученные в результате измерений размеров поперечных сечений опорных балок с помощью ультразвуковой толщинометрии.



А-А, Б-Б, В-В, Г-Г, Д-Д, Е-Е — сечения балки, в которых проводились измерения;
1, 2, 3, 4, 5 — точки замеров; h , b — высота и ширина двутавра; S , t — толщина соответственно шейки и подложки двутавра; z — горизонтальная осевая линия

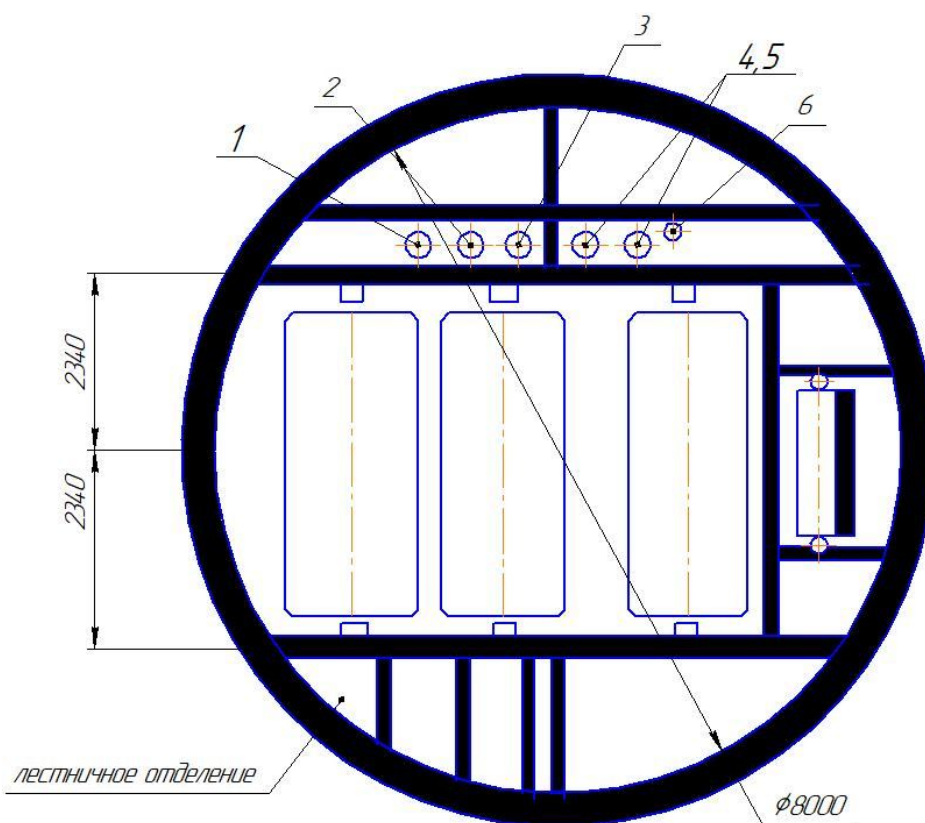
Рисунок 1 — Схема замеров толщины стенок опорных и поддерживающих балок

НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЕ

Таблица 1

Характеристика ствола

| № п/п | Показатели | Ед. изм. | Вспомогательный ствол |
|-------|--|----------------|---|
| 1 | Абсолютная отметка устья ствола | м | +259,55 |
| 2 | Глубина ствола без зумпфа | м | 960 |
| 3 | Глубина зумпфа | м | 56 |
| 4 | Полная глубина ствола, включая зумпф и технологический отход | м | 1016 |
| 5 | Диаметр ствола в свету | м | 8 |
| 6 | Площадь сечения ствола в свету | м ² | 50,3 |
| 7 | Вид крепи ствола | | бетон |
| 8 | Длина устья ствола | м | 15 |
| 9 | Толщина крепи ствола | мм | 500 |
| 10 | Крепь устья ствола | - | ж/б |
| 11 | Толщина крепи устья ствола | мм | 800 |
| 12 | Армирование ствола | - | коробчатые проводники расстрелы — двутавр |
| 13 | Год ввода в эксплуатацию | - | 1977 |



1 — трубопровод с проложенным силовым кабелем; 2 — противопожарный трубопровод, 3 — трубопровод для отвода воды; 4, 5 — трубопровод водоотлива (подлежащий замене на Ø325 мм); 6 — трубопровод сжатого воздуха

Рисунок 2 — Схема расположения оборудования и трубопроводов во вспомогательном стволе на момент обследования

Расчет максимальных нормальных напряжений в поперечных сечениях опорных балок основывался на нагрузках, действующих со стороны установленных в настоящее время трубопроводов.

Нагрузка от веса трубопроводов с внутренним содержимым передается на металлоконструкцию опорной балки из расчета половины длины до ближайшего верхнего (нижнего) крепления с учетом дополнительного запаса на прочность, составляющего 20 %.

Для определения максимальных нормальных напряжений в поперечных сечениях опорных балок использовалось условие прочности при изгибе:

$$\sigma = \frac{M_{\max}}{W_z}, \quad (1)$$

где M_{\max} — максимальный изгибающий момент в соответствующей опорной балке;

W_z — осевой момент сопротивления поперечного сечения опорных балок.

Величина допускаемого напряжения определялась по величине предела текучести σ_T :

$$\sigma = \frac{\sigma_T}{n_T}, \quad (2)$$

где n_T — коэффициент запаса по пределу текучести ($n_T = 1,4-1,6$).

Величина осевого момента сопротивления определялась по размерам поперечных сечений соответствующих опорных балок, исходя из минимальных значений для учета возможного снижения их несущей способности.

Максимальные значения осевой момент сопротивления принимает в наиболее удаленных от осевой горизонтальной линии z точках поперечного сечения балки (рис. 1), которые определялись как отношение осевого момента инерции I_T поперечного сечения относительно оси z к расстоянию от оси до крайней верхней (нижней) точки сечения:

$$W_z = \frac{I_T}{0,5h}. \quad (3)$$

Осевой момент инерции отдельной балки относительно оси z определялся как для сечения, состоящего из простейших прямоугольных сечений с учетом правила параллельного переноса осей по формуле:

$$I_T = \frac{b \cdot h^3}{12} + b \cdot t \cdot \left(\frac{h}{2} + \frac{t}{2} \right)^2 + \frac{s \cdot \left(\frac{h}{2} - t \right)^3}{12} + \left[\frac{\left(\frac{h}{2} - t \right)}{2} \right] \cdot s \cdot \left(\frac{h}{2} - t \right). \quad (4)$$

При расчете изгибающих моментов в опорных балках был применен принцип суперпозиции (принцип независимости действия сил). Результирующая эпюра моментов для каждой балки получена как сумма изгибающих моментов от рассчитанных по отдельности сил, действующих на жестко закрепленную с двух сторон балку.

При этом максимальное напряжение на наиболее нагруженном горизонте $H = 482$ м составило 81,44 МПа.

При замене трубопроводов 4 и 5 (рис. 2) на трубопроводы большего сечения, при такой же схеме их крепления на опорных балках, как и в исходном варианте, величина максимального нормального напряжения на наиболее нагруженном горизонте $H = 482$ м увеличится до 128,3 МПа.

Крепление трубопроводов 4, 5 к опорным балкам по глубине ствола возможно по двум схемам: *a* и *б* (рис. 3).

По результатам расчетов при креплении трубопроводов 4 и 5 по схеме *a* максимальное нормальное напряжение в наиболее нагруженном горизонте составило $\sigma = 96,37$ МПа. При креплении трубопроводов 4 и 5 по схеме *б* максимальное нормальное напряжение в наиболее нагруженном горизонте составило $\sigma = 91,98$ МПа. При сравнении вариантов крепления трубопроводов на расстрелах, учитывая меньшее значение максимального нормального напряжения, которое не превышает допускаемого напряжения, определяемого расчетом по пределу

текущей 160 МПа при значении предела текучести 252 МПа, можно считать наиболее рациональным вариант крепления новых трубопроводов 4 и 5 на разных горизонтах ствола по схеме б (рис. 3). На основании проведенных исследований разработан проект реконструкции водоотливного комплекса шахты «Комсомольская» [5].

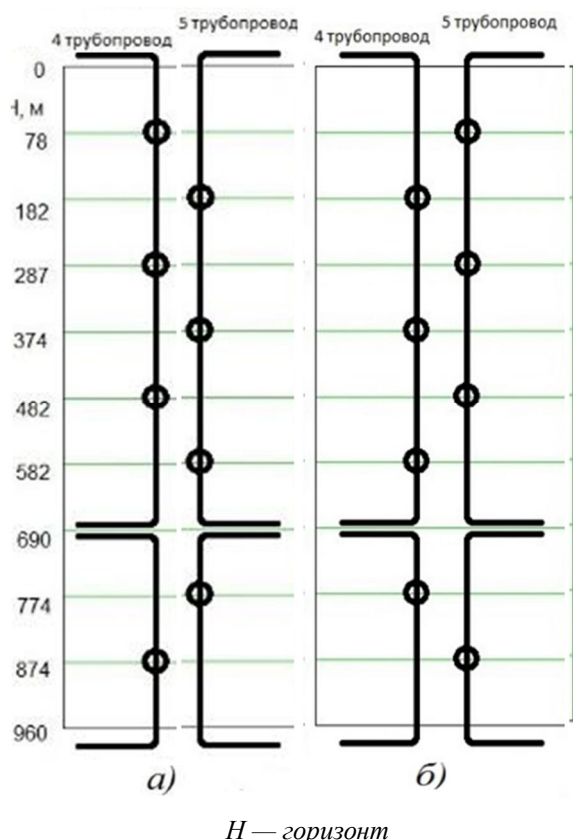


Рисунок 3 — Крепление заменяемых трубопроводов 4 и 5

Список источников

1. Лукьянов А. Е., Стеценко О. П. Проблемы гидрогеологического обеспечения ликвидации угольных шахт [Электронный ресурс] // Неофициальный сайт Научно-производственной группы «Тектоника» : [сайт]. [2023]. URL: <http://geomaster1.ucoz.ru/index/0-44>.
2. Гидрогеологическое заключение по прогнозно-гидрогеологическим работам для изучения влияния гидросвязей на гидрогеологическую обстановку Филиала «Шахта „Партизанская“» при закрытии шахты «Крепенская». Луганск : ГУП ЛНР «Востокгеология», 2018. 32 с.
3. Методика расчета жестких армировок вертикальных стволов шахт / ВНИИГМ им. М. М. Федорова Минуголепрома СССР. Донецк, 1983. 173 с.
4. Обследование технического состояния несущих металлоконструкций армировки вспомогательного ствола шахты «Комсомольская» ПП «Шахтоуправление „Ясеновское“» ГУП

Вывод. В ходе выполнения работы определены фактические значения остаточной толщины опорных и поддерживающих балок вертикального вспомогательного ствола шахты «Комсомольская» шахтоуправления «Ясеновское» ГУП ЛНР «РТК „Востокуголь“» методом визуально-измерительного и неразрушающего контроля, рассчитаны с использованием пакета прикладных программ Mathcad нормальные напряжения в опорных расстрелах при воздействии на них фактических нагрузок, возникающих при замене водоотливных трубопроводов. По результатам выполненных исследований [4] рекомендуется производить крепление водоотливного става по предлагаемой схеме. Результаты проведенных исследований использованы при разработке проекта реконструкции водоотливного комплекса шахты «Комсомольская» [5].

В дальнейшем, после монтажа трубопроводов Ø325 мм, в процессе эксплуатации необходимо:

- исключить динамические воздействия (удары) на расстрелы;
- периодически проводить осмотр всех опорных балок (расстрелов) на наличие деформации с фиксацией информации в книге осмотра ствола;
- при возникновении деформации принять меры к уменьшению напряжений, воздействующих на расстрелы, путем установки дополнительного крепления на расположенных выше и ниже балках.

ЛНР «РТК „Востокуголь“»: отчет о НИР / Донбас. гос. техн. ин-т ; исполн. : Князьков О. В. [и др.]. Алчевск, 2022. 36 с.

5. Реконструкция водоотливного комплекса шахты «Комсомольская» ПП «Шахтоуправление „Ясеновское“» ГУП ЛНР «РТК „Востокуголь“», ГУП ЛНР «ЛНИПКИУглеобогащение»: проект. Луганск, 2022. 45 с.

© Князьков О. В., Смекалин Е. С., Денисова Н. А.

**Рекомендована к печати к.т.н., доц. каф. ГБП ДонГТУ Леоновым А. А.,
зам. гл. инженера по производству и капитальному развитию
ГУП ЛНР «Востокуголь» и. «Белореченская» Чепурным Д. С.**

Статья поступила в редакцию 23.10.2023.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Князьков Олег Владимирович, канд. техн. наук, доцент каф. геотехнологий и безопасности производств, и. о. декана горного факультета
Донбасский государственный технический университет,
г. Алчевск, Луганская Народная Республика, Россия,
e-mail: dmmi_ot@mail.ru

Смекалин Евгений Сергеевич, канд. техн. наук, доцент каф. геотехнологий и безопасности производств, проректор по научной работе
Донбасский государственный технический университет,
г. Алчевск, Луганская Народная Республика, Россия

Денисова Наталья Анатольевна, канд. техн. наук, доцент, зав. каф. машин металлургического комплекса
Донбасский государственный технический университет,
г. Алчевск, Луганская Народная Республика, Россия

***Knyazkov O. V., Smekalin Ye. S., Denisova N. A.** (Donbass State Technical University, Alchevsk, Lugansk People's Republic, Russia, *e-mail: dmmi_ot@mail.ru)

DETERMINATION OF A RATIONAL SCHEME FOR FIXING PIPELINES DURING THE RECONSTRUCTION OF THE DRAINAGE COMPLEX OF “KOM SOMOLSKAYA” MINE

As a result of mines abandonment associated with the “Komsomolskaya” mine by direct and indirect hydraulic connections, it is expected to increase the water inflow, which requires the preparation of a drainage farm to receive additional water. A number of technical measures have been developed for the reconstruction of the drainage complex, one of which is the replacement of the drainage pipe by a larger diameter. The results of visual and measuring control are used to assess the actual state of the serving shaft furnishing metal structures and determine the mounting scheme of pipelines. A calculated method has been used to support the rational method of installing a larger diameter pipeline for the water-drainage complex at the “Komsomolskaya” mine.

Key words: mine, shaft furnishing, drainage complex, water inflow.

References

1. Luk'yanov A. E., Stecenko O. P. Problems of hydrogeological support of coal mine abandonment [Problemy gidrogeologicheskogo obespecheniya likvidacii ugol'nyh shakht]. Neoficial'nyj sajt Nauchno-proizvodstvennoj grupy “Tektonika”. URL: <http://geomaster1.ucoz.ru/index/0-44>.

2. Hydrogeological conclusion on predicting and hydrogeological works for studying the influence of hydro-connections on the hydrogeological situation of the branch “Partizanskaya” mine at the closure

of “Krepenskaya” mine [Gidrogeologicheskoe zaklyuchenie po prognozno-gidrogeologicheskim rabotam dlya izucheniya vliyaniya gidrosvyazey na gidrogeologicheskuyu obstanovku Filiala “Shakhta ‘Partizanskaya’” pri zakrytii shakhty “Krepenskaya”]. Lugansk: SUE LPR “Vostokgeologiya”, 2018. 32 p. (rus)

3. Method for calculating rigid reinforcements of vertical shafts in mines [Metodika rascheta zhestkih armirovok vertikal'nyh stvolov shakht]. ARRIRM named after M. M. Fedorova Ministry of Coal Industry of USSR. Donetsk, 1983. 173 p. (rus)

4. Knyaz'kov O. V. [et al.]. Inspecting the technical condition of the bearing and supporting beams of vertical servicing shaft of the “Komsomolskaya” mine of the PD “Yasenovskoye” mine office of SUE LPR “RFC “Vostokugol””: research report [Obsledovanie tekhnicheskogo sostoyaniya nesushchih metallokonstrukcij armirovki vspomogatel'nogo stvola shakhty “Komsomol'skaya” PP “Shakhtoupravlenie ‘Yasenovskoe’” GUP LNR “RTK ‘Vostokugol’”]: otchet o NIR]. Alchevsk: DonSTU, 2022. 36 p. (rus.)

5. Reconstruction of the drainage complex of the “Komsomolskaya” mine of the PD “Yasenovskoye” mine office of SUE LPR “RFC ‘Vostokugol’”, SUE LPR “LNIPKIUgleobogashchenie” project [Rekonstrukciya vodootlivnogo kompleksa shakhty “Komsomol'skaya” PP “Shakhtoupravlenie ‘Yasenovskoe’” GUP LNR “RTK ‘Vostokugol’”, GUP LNR “LNIPKIUgleobogashchenie”: proekt]. Lugansk, 2022. 45 p. (rus)

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Knyazkov Oleg Vladimirovich, PhD in Engineering, Assistant Professor of the Department of Geotechnology and Industrial Safety, Acting Dean of the Mining Faculty
Donbas State Technical University,
Alchevsk, Lugansk People's Republic, Russia
e-mail: dmimi_ot@mail.ru

Smekalin Yevgeniy Sergeevich, PhD in Engineering, Assistant Professor of the Department of Geotechnology and Industrial Safety, Vice-Rector for Science
Donbas State Technical University,
Alchevsk, Lugansk People's Republic, Russia

Denisova Nataliia Anatoliievna, PhD in Engineering, Assistant Professor, Head of the Department of Metallurgical Complex Machines
Donbas State Technical University,
Alchevsk, Lugansk People's Republic, Russia