

*д.т.н. Должиков П. Н.,  
Фурдей П. Г.  
(ДонГТУ, г. Алчевск, Украина)*

## О ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ШЛАКОГЛИНИСТЫХ СМЕСЕЙ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

*В статье рассмотрено применение шлакоглинистых тампонажно-закладочных смесей при ликвидации наклонного ствола шахты, сделана оценка технико-экономической эффективности новой технологии.*

**Ключевые слова:** *шлакоглинистые смеси, выработка, технология, ликвидация ствола, эффективность.*

### **Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.**

Для ликвидации аварийных горных выработок закрываемых шахт в настоящее время повсеместно принята технология комплексного метода тампонажа подземных пустот [1].

В комплексном методе тампонажа приняты различные технологические схемы нагнетания тампонажного раствора, которые определяются глубиной залегания выработки, мощностью и состоянием горных пород, состоянием кровли выработки [2]. Различаются четыре технологические схемы:

- нагнетание тампонажно-закладочного раствора через устье скважины в безнапорном и затем напорном режиме;
- подача тампонажно-закладочного раствора через буровой инструмент в безнапорном режиме;
- нагнетание раствора в напорном режиме через пакерующее устройство, устанавливаемое в зоне устойчивых пород;
- нагнетание раствора в выработку в напорном режиме через буровой инструмент и опрессовка зоны трещиноватости.

Первые две технологические схемы применяются, если горная выработка расположена на небольшой глубине, а состояние горных пород позволяет выполнить бурение скважин без обсадки трубами до вскрытия выработки. В случае устойчивости скважины раствор подается в выработку свободным наливом за счет

гидродинамического давления столба. Если кровля выработки обрушена, то ее заполнение выполняется через буровой инструмент.

Третья и четвертая технологические схемы применяются в устойчивых породах и предусматривают постановку пакерующего устройства ДАУ-1М непосредственно перед вскрываемой горной выработкой, через которое производится нагнетание раствора. Также напорный режим подачи раствора можно реализовать через буровой инструмент с его поинтервальным подъемом. При этом на заключительной стадии нагнетания осуществляется опрессовка трещиноватых пород до нарастания заданного давления [3]. После нагнетания раствора в скважины и достижения величины расчетного остаточного давления на устье осуществляется выдержка в течение 12 часов до полного снятия давления на устье и твердения раствора.

Контроль качества тампонажно-закладочных работ предусматривает:

- входящий контроль свойств тампонажно-закладочной смеси;
- текущий контроль режимных и технологических параметров при нагнетании суспензий;
- заключительный скважинный контроль заполнения выработанного пространства.

Такой подход позволяет оценить качество, эффективность и надежность ликвидации подземных пустот. Поэтому важ-

нейшее значение имеет качественное приготовление тампонажно-закладочных смесей в поверхностном комплексе.

В последнее время для ликвидации выработок рекомендованы бесцементные шлакоглинистые смеси. Применительно к новым ресурсосберегающим тампонажно-закладочным смесям на базе шлаковых отходов разработана обобщенная технологическая схема приготовления и нагнетания шлакоглинистых смесей в подземные пустоты [4].

**Цель работы** – сделать оценку технико-экономической эффективности применения шлакоглинистых смесей при ликвидации горных выработок.

**Изложение материала и его результаты.** Рассмотрим применение шлакоглинистых смесей при ликвидации наклонной выработки на примере шахты «Комиссаровская».

Главный ствол шахты по пласту  $l_5$  пройден под углами  $15^\circ$  и  $9^\circ$  сечением  $7,5 \text{ м}^2$  и закреплен металлической арочной крепью. В связи с закрытием шахты в стволе крепь частично была снята и выработка местами пришла в аварийное состояние (обрушение кровли). Поэтому был принят проект ликвидации ствола методом тампонажа через скважины пробуренные с поверхности земли. Проектом предусматривалось бурение 6 закладочных и 9 тампонажных скважин диаметрами 112 и 93 мм соответственно. Глубина расположения скважин 5-34 м, расстояние между скважинами составляло 15 м, (рис. 1). В качестве тампонажного раствора проектом был предусмотрен глиноцементный состав. Объемы тампонажных работ по ликвидации главного ствола шахты «Комиссаровская» приведены в таблице 1.

На участке ликвидации ствола были проведены опытно-промышленные работы по применению шлакоглинистых суспензий. Поэтому в процессе производства работ глиноцементный раствор частично был заменен на шлакоглинистый. Опытно-промышленные работы показали высокую технологичность применения шлакогли-

нистого раствора (в объеме 20 тонн молотого шлака и 2 тонн глины).

Нагнетание суспензии осуществлялось через буровой инструмент, опущенный до кровли выработки. Смесь подавалась в скважины порционно не более  $8 \text{ м}^3$ .

Общий объем нагнетания раствора в ствол составил  $494 \text{ м}^3$ . После выполнения закачек по схеме «снизу – вверх» в скважинах устанавливался раствор с остаточным давлением на устье 0,2-0,3 МПа, что свидетельствовало о полном заполнении выработки.

Проектные объемы и расход материалов заполнения главного ствола шлакоглинистой суспензией приведены в таблице 2.

Как видно из приведенных таблиц, в случае полного применения шлакоглинистой суспензии для ликвидации выработки утилизация шлака составляла бы 110 тонн, а экономия цемента – 50 тонн.

Отличительной особенностью новых рецептов тампонажных смесей являются их простота, доступность и дешевизна. Впервые на основе шлаковых отходов разработаны бесцементные тампонажно-закладочные суспензии. С другой стороны, применением новых рецептов достигается решение экологических и социальных проблем для промышленных районов Луганщины, а также возможно обеспечить надежную ликвидацию подземных пустот, что позволяет избежать провалов поверхности и бесконтрольных выходов на поверхность подземных вод. Следовательно, выделяются основные преимущества применения новых рецептов шлакоглинистых суспензий:

- тампонаж и упрочнение породного массива;
- гарантированная ликвидация подземных пустот;
- управление геомеханическим поведением подработанной толщи пород;
- утилизация шлаковых отходов;
- рекультивация неоландшафта вблизи шлаковых отвалов;
- снижение социально-медицинских рисков в промышленно развитых регионах.

Остановимся на оценке технико-экономической эффективности результатов исследований. Анализ технологической схемы производства тампонажно-закладочных работ показывает, что она не претерпела изменений или усложнений.

Наоборот, в ряде случаев возможна безнапорная закладка выработанного пространства, что позволяет снизить затраты электроэнергии. Также применяемое оборудование является серийным, доступным и простым в эксплуатации.

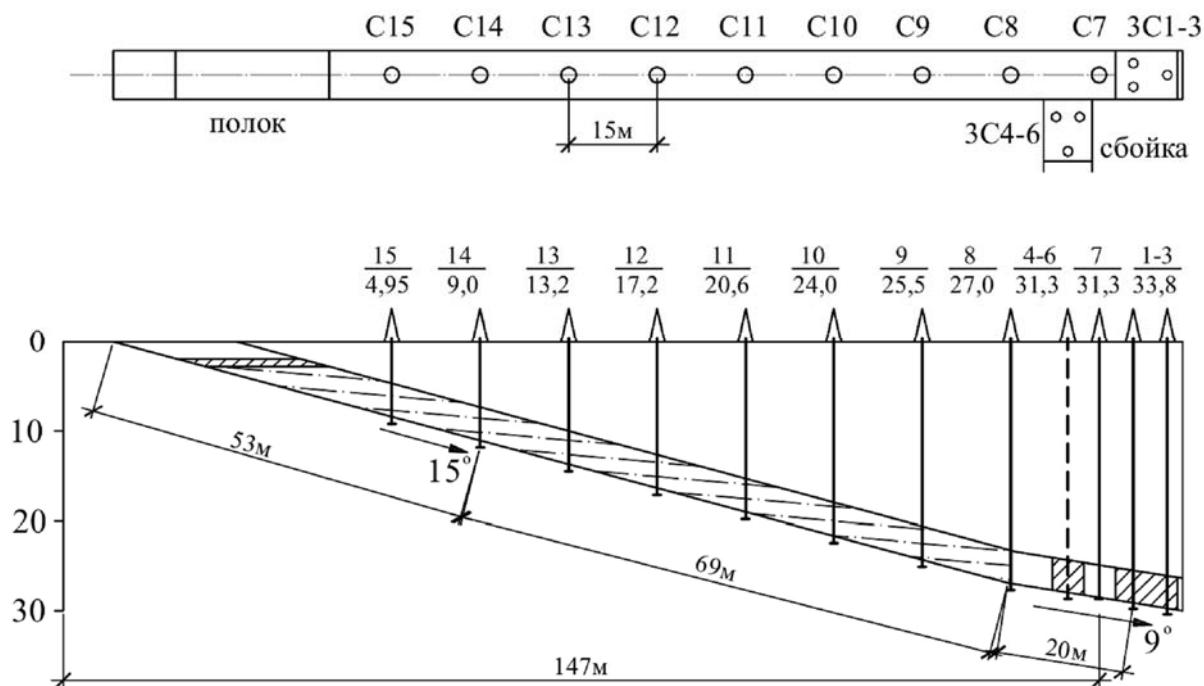


Рисунок 1 – Схема ликвидации главного ствола шахты «Комиссаровская» методом тампонажа

Таблица 1 – Объемы тампонажных работ по шахте «Комиссаровская»

Количество скважин, шт.	Объем закачки, м <sup>3</sup>	Расход материалов, т			
		Цемент	Глина	Вода	Отсев
Закладка 6	52	4,6	10,7	37,4	26
Тампонаж 9	494	49,4	141,3	365,6	–
Всего 15	546	54,0	152,0	403,0	26

Таблица 2 – Проектные объемы ликвидации главного ствола шахты «Комиссаровская» шлакоглинистой смесью

Количество скважин шт.	Объем закачки, м <sup>3</sup>	Расход материалов, т				
		Цемент	Шлак	Глина	Вода	Отсев
Закладка 6	52	4,6	–	10,7	37,4	26
Тампонаж 9	494	–	132	54,0	360,0	–
Всего 15	546	4,6	132	64,7	397,4	26

Применим метод сравнения базовой и новой технологии ликвидации подземных пустот. Поскольку технологическая схема и оборудование не изменяются, энергопотребление остается на прежнем уровне, то правомочно технологическую эффективность посчитать по экономии материалов. Удельная стоимость глиноцементного тампонажного раствора равна:

$$C_1 = C_{Г1} + C_{ц} + C_{жсс} + C_B,$$

где  $C_{Г1}, C_{ц}, C_{жсс}, C_B$  – соответственно стоимости глины, цемента, жидкого стекла и воды в расчете на  $1 \text{ м}^3$ .

Экономическая эффективность применения шлакоглиноцементных суспензий будет равна:

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_1 &= C_1 - C_2, \\ \mathcal{E}_1 &= (C_{Г1} - C_{Г2}) + (C_{ц} - C_{ш}) + C_{жсс}, \end{aligned}$$

#### Библиографический список

1. Кипко Э.Я. Комплексная технология ликвидации наклонных горных выработок: монография / Э.Я. Кипко, П.Н. Должиков, В.Д. Рябичев. – Донецк: Норд-Пресс, 2005. – 220 с.
2. Кипко Э.Я. Комплексный метод тампонажа при строительстве шахт / [Кипко Э.Я., Должиков П.Н. и др.]. – [2-е изд.]. – Днепропетровск: НГУ, 2004. – 415 с.
3. Кипко Э.Я. Тампонаж обводненных горных пород: справочное пособие / [Кипко Э.Я., Полозов Ю.А. и др.]. – М.: Недра, 1989. – 318 с.
4. Должиков П.Н. Проектирование шлакоглинистых тампонажно-закладочных суспензий для ликвидации подземных пустот / П.Н. Должиков, С.В. Семирягин, П.Г. Фурдей // Сборник научных трудов ДонГТУ. – Вып. 40. – Алчевск: ДонГТУ, 2013. – С.33 – 37.

Рекомендована к печати д.т.н., проф. Борzych А. Ф.

Статья поступила в редакцию 30.10.13.

д.т.н. Должиков П. М., Фурдей П. Г. (ДонГТУ, м. Алчевськ, Україна)

#### ПРО ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНУ ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ШЛАКОГЛИНИСТИХ СУМІШЕЙ ПРИ ЛІКВІДАЦІЇ ГІРНИЧИХ ВИРОБОК

У статті розглянуто застосування шлакоглинистих тампонажно-закладних сумішей при ліквідації похилого ствола шахти, зроблена оцінка техніко-економічної ефективності нової технології.

**Ключові слова:** шлакоглинисті суміші, виробки, технологія, ліквідація ствола, ефективність.

Dolzhiikov P. N., Furdey P. G. (DonSTU, Alchevsk, Ukraine)

#### ABOUT THE TECHNICAL AND ECONOMIC EFFICIENCY OF APPLICATION OF THE SLAG-CLAY MIXTURES AT MINING ELIMINATION

The article considers the application of slag-clay tamping backfill mixtures at the elimination of sloped trunk of mine. It had been done the estimation of technical and economic efficiency of the new technology.

**Key words:** slag-clay mixtures, mining, technology, elimination of the trunk, efficiency.

где  $C_{ш}, C_{Г2}$  – соответственно стоимость шлака и глинопорошка.

Следовательно, удельная экономическая эффективность применения шлакоглинистой суспензии равна:

$$\mathcal{E}_1 = 504 - 230 = 274 \text{ грн/м}^3.$$

#### Выводы.

1. Технологическая схема приготовления и нагнетания шлакоглинистых суспензий в подземные пустоты получила упрощение, оборудование серийно выпускаемое и доступное.

2. Применение шлакоглинистых смесей для ликвидации подземных пустот решает не только геотехнические, но и экологические и социальные проблемы региона.

3. Экономическая эффективность применения шлакоглинистых смесей составляет  $274 \text{ грн/м}^3$ .