

УДК 622.268.1

## ОБОСНОВАНИЕ ИЗОЛЯЦИИ ПЛАСТОВЫХ ВЫРАБОТОК БЕЗВРУБОВЫМИ МОНОЛИТНЫМИ ПЕРЕМЫЧКАМИ ВОЗВЕДЕНИЕМ ТАМПОНАЖНЫХ ЗАВЕС

Шабуров В. С. студент гр. ФПс-171, VI курс

Научный руководитель: Богатырева А. С., к.т.н., доцент  
Кузбасский государственный технический университет  
имени Т.Ф. Горбачева, г.Кемерово

Современные тенденции развития угольной промышленности Кузбасса направлены на повышение интенсивности угледобычи. В условиях увеличивающейся нагрузки на очистные забои и роста темпов проходки всё более важными становятся вопросы надежности и безопасности при проведении и эксплуатации пластовых выработок. Сложные горногеологические и горнотехнические условия их эксплуатации приводят к образованию сильно нарушенной приконтурной зоны. Аварии и несчастные случаи при проведении и поддержании горных выработок в основном сопровождаются нарушением приконтурной зоны и обрушением непосредственной кровли с остановкой работ. В подобных условиях одной из главных проблем является обеспечение устойчивости выработок и дополнительное уплотнение, и упрочнение приконтурной зоны с изоляцией прилегающей поверхности.

При изоляции отработанных участков и выработок используются различные технологии и изолирующие сооружения – набрызг-изоляция, инъекционный тампонаж горных пород, изолирующие перемычки и рубашки для обеспечения высокой герметичности для предотвращения притоков метана в выработанное пространство, а также окисления угольных пластов [1].

Для повышения устойчивости и снижения проницаемости приконтурной зоны пластовых выработок одним из эффективных, быстрых и дешевых способов является прямое воздействие на участок пласта химически активными технологическими супензиями (ТС), тампонируемые через нагнетательные скважины как с дневной поверхности, так и из выработанного пространства угольных шахт.

На данный момент широкое распространение получил тампонаж на основе минеральных заполнителей, являющийся эффективным способом повышения устойчивости и снижения фильтрационных характеристик породных обнажений в условиях проведения и поддержания горных выработок. При этом обязательным условием применения тампонажа является наличие зоны нарушений в приконтурной зоне горных выработок. Технология тампонажа включает в себя создание по периметру выработки нагнетательных шпурков и закачки цементного раствора.

ТС в скважину можно подавать следующими способами:

- при постоянном расходе;
- при постоянном давлении;

– при переменном давлении и расходе.

Эти три способа реализуются тремя схемами нагнетания: циркуляционной, полуциркуляционной и зажимной. Разделяют предварительное и последующее упрочнение [27-29].

Основным параметром инъекционного тампонажа является размер тампонажной завесы, который определяется радиусом распространения раствора от нагнетательной скважины, зависящим от реологических характеристик применяемых ТС, степени трещиноватости углепородного массива и степени раскрытия трещин.

Перед оценкой радиуса распространения ТС необходимо учитывать особенности распространения ТС в трещиновато-пористой среде. Основные физические особенности фильтрационного течения ТС – это седиментация твердых частиц, переход от радиального к плоскопараллельному течению и отфильтровывание жидкой фазы. Таким образом, при фильтрации ТС по длине потока выделяются зоны: безосадочной фильтрации, осадкообразования с осесимметричным, плоскопараллельным течением раствора по отдельным каналам, а также зона распространения отфильтровывающейся жидкой фазы раствора [2].

Эффективность тампонажа достигается за счет правильно подобранного состава и свойств применяемых ТС. Исходя из требований устойчивости, прочности, газо- и водонепроницаемости, суспензия должна быть водостойкой, обеспечивать устойчивость на заданный период эксплуатации, иметь высокую адгезию с углем, а также быть доступной. Наиболее распространенным ТС для тампонажа являются растворы на основе цементного вяжущего, обладающие необходимой прочностью, термостойкостью, теплостойкостью, негорючностью экологичностью, а также доступностью. По химическому составу следует различать обычный цемент и портландцемент с различным гранулометрическим составом [3].

Для тампонажа необходимо учитывать следующие свойства ТС: реологические свойства в процессе нагнетания, проникающую способность, время отверждения, длительность нагнетания. Способность раствора проникать в трещины зависит от размера твердых частиц, используемых добавок, времени нагнетания, раскрытия трещины, реологических свойств, давления нагнетания.

Растворы для инъекционного тампонажа и область их применения

Растворы	Составы	Область применения
Цементные	Цемент, вода	Трещиноватые породы с раскрытием трещин $\geq 0,2$ мм
Глиноцементные	Глина цемент вода добавки	
Химические	Силикаты/синтетические смолы/полимеры, ускорители схватывания, стабилизаторы	Тонко-трещиноватые горные породы с раскрытием трещин $\leq 0,2$ мм, пористые породы

Для тампонажа где раскрытие трещин  $> 0,2$  мм рекомендуется использование составов, имеющих размер твердых частиц более 50 мкм для более качественного заполнения трещин краевой части пластовых горных выработок.

Для тампонажа нарушенной краевой части угольного пласта предлагается использование силикатно-алюмосернокислой рецептуры, имеющей высокие показатели механической прочности, водогазонепроницаемости, а также относительно низкой стоимости и доступности материалов.

Проведенный анализ позволяет обосновать технологические схемы тампонажа приконтурной зоны пластовых выработок шахты «Распадской». Для проведения тампонажа был выбран участок приконтурной зоны изолирующей перемычки, расположенной в сбое между бремсбергом и ходком. Целью данного тампонажа является снижение фильтрационных характеристик вокруг изолирующей перемычки, для предотвращения доступа кислорода и притока метана из выработанного пространства и последующего возведения изолирующей перемычки.

При нагнетании с постоянным давлением ( $P_{ск} = const$ ) предельный радиус тампонажа в зависимости от перепада давления определяется как  $R = R_{ск} + \frac{k_0 \Delta P}{\mu v_{kp} m}$ ,

где  $R_{ск}$  – радиус скважины, м;  $k_0$  – коэффициент проницаемости,  $\text{м}^2$ ;  $\Delta P$  – перепад давления, Па;  $m$  – коэффициент трещиноватости;  $v_{kp}$  – критическая скорость движения цементного раствора,  $\text{м}/\text{с}$ ;  $\mu$  – коэффициент динамической вязкости раствора,  $\text{Па}\cdot\text{с}$ .

Коэффициент проницаемости определяется через раскрытие трещин:

$$k_0 = \frac{\delta^2}{12}$$

Критическая безосадочная скорость движения раствора определяется по формуле:  $v_{kp} = b\sqrt{\delta}$ .

Для расчета технологической схемы тампонажа были заданы следующие параметры:

$R_{ск}, \text{м}$	$\mu, \text{Пас}$	$\delta, \text{м}$	$\Delta P, \text{Па}$	$l, \text{м}$	$m$
0,04	0,01	$1,3 \cdot 10^{-5}$	$10^6$	3	0,5

Исходные данные позволяют определить значения коэффициента проницаемости, критической безосадочной скорости, предельного радиуса тампонажа:

$$k_0 = 1,41 \cdot 10^{-11} \text{ м}^2, v_{kp} = 0,018 \text{ м}/\text{с} R = 1,56 \text{ м}.$$

На основании расчетов построена схема расположения тампонажных скважин вокруг изолирующей перемычки в бортах сбояки. Высота выработки принята 3850 мм.

Для подачи раствора в скважины использовалась установка для тампонажа под высоким давлением ГН-200 с коллекторной схемой

подключения снизу-вверх, для предотвращения стекания раствора с верху вниз и закупоривания трещин.

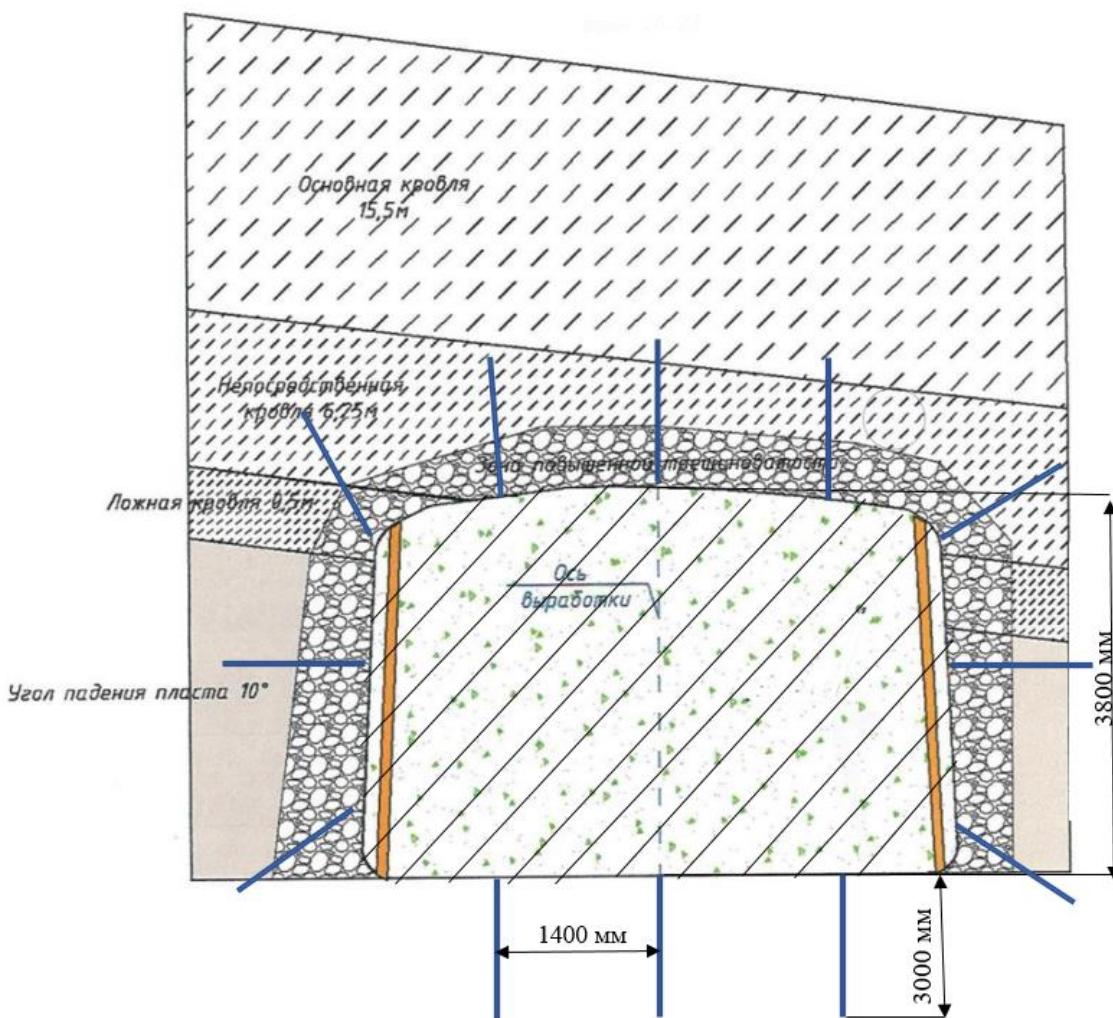


Рис.1 Технологическая схема расположения тампонажных скважин  
вокруг изолирующей перемычки

Таким образом, для изоляции контура изолирующей перемычки на шахте «Распадская» был произведен расчет параметров приконтурного тампонажа и получен радиус распространения раствора, равный 1,56 м. Исходя из этого расчета построена схема расположения тампонажных скважин. При тампонаже предпочтительно использование коллекторной схемы подключения к скважинам, для предотвращения стекания раствора и закупоривания трещин.

#### Список литературы

- 1.Хямяляйнен, В.А. Развитие инъекционных способов уплотнения массивов горных пород в Кузбассе // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2015. – № 5. – С. 25-31.
- 2.Майоров, А. Е. Новые способы цементационного упрочнения горных пород: горный информационно-аналитический бюллетень / В.А. Хямяляйнен, А. Е. Майоров. – Москва: журнал, 2010. – С. 212 – 217.
- 3.Нургалиев, Е.В. Обоснование и разработка технологии изоляции пластовых выработок безврубовыми монолитными перемычками с

одновременным возведением тампонажных завес: дис. 25.00.22 канд. техн. наук. – Кемерово: КузГТУ, 2021 – 311 с