

**Чадромцев Б.Д.**

*bogdan.chadromtsev@yandex.ru*

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЛИНЯНОЙ ШАПКИ ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ЭНДОГЕННЫХ ПОЖАРОВ

### **Постановка проблемы**

Разработка угольных месторождений является довольно непростым процессом, несмотря на кажущуюся изученность. Среди проблем отмечается, помимо прочего, самовоспламенение угля как в шахте, так и в местах его хранения после извлечения из недр. Подобные пожары приводят к повреждению дорогостоящего оборудования, обрушению подземных горных выработок и просто уничтожению полезного ископаемого. Один такой пожар в среднем приносит экономический ущерб в 25 млн рублей, а в случае когда он обнаружен и ликвидирован на ранних этапах - всего 4 млн (Портола и др., 2014). Помимо экономических убытков существуют и многочисленные социальные угрозы: это снижение уровня безопасности работы шахтеров, ухудшение их здоровья. Кроме этого, пожары приводят к остановке разработки месторождения, а значит и к приостановке выплаты заработной платы шахтерам и росту безработицы.

Причиной возникновения эндогенных пожаров является контакт угля и кислорода воздуха. При этом воздух сорбируется углем, что приводит к реакциям окисления с выделением различных газов. Эти реакции выделяют энергию, идущую на разогрев окружающей среды и повышению температуры угля, что ведет к увеличению интенсивности протекания химических реакций и дальнейшему воспламенению.

К настоящему времени имеются работы по мониторингу очагов возникновения пожаров и по мерам их предотвращения.

Под мониторингом понимается совокупность наблюдения, прогнозируемая процессом и предложением мер по наиболее благоприятному функционированию объекта. В случае эндогенных пожаров происходит наблюдение за содержанием почвенного радона, содержания газов - продуктов окисления угля (Портола и др., 2014). Также имеется и геофизический метод мониторинга, основанный на отслеживании изменений диэлектрической проницаемости горных пород (Ли и др., 2015).

Среди мер предотвращения пожаров предлагаются, как основное, использование антипирогенов. Это может быть как вода, так и специально разработанные химические

составы снижающие сорбционные свойства угля. При этом они не исключают возможность самовозгорания, а лишь увеличивают срок хранения угля на воздухе. Эффективность использования антипирогена зависит и от его концентрации в растворе (Портола и др., 2019).

Другой метод - это изоляция угля от основного агента реакции горения - кислорода воздуха. Предлагается снижать его содержание в воздухе шахт за счет привнесения углекислого газа или азота. При этом указывается, что снижение кислорода возможно лишь там, где не предусмотрена работа людей - например, в отработанных участках шахт. Предлагается использовать специальную пену для предотвращения газообмена между разрабатываемыми и отработанными зонами подземной выработки (Син и др., 2019).

Также есть интересное исследование (Пучков и др., 2012), где определена скорость циркуляции воздуха в шахте, наиболее благоприятная для развития пожара. При этом отклонение от этого «оптимума» ведет к снижению опасности возгорания и протекания пожара. Поэтому, позволительно проводить постоянное проветривание подземного пространства.

### **Предлагаемое решение**

На основании вышеприведенной информации можно сделать вывод, что поиск метода изоляции угля от кислорода является наиболее перспективным.

Мы считаем, что для изоляции временно складированного извлеченного угля от воздуха можно создавать глиняные шапки. Глина - одна из самых распространенных на Земле горных пород. Часто она выходит прямо на поверхность, что делает её добычу довольно простой и недорогой. В увлажненной глине поры заполнены водой, что не дает возможности воздуху проходить через глиняный барьер. Глина - пластичный материал. Так что в случае осадки тела переотложенного угля под собственным весом, глиняный чехол деформируется синхронно вместе с углем. Также, глина является средой обитания микроорганизмов, использующих кислород в своей жизнедеятельности (Трофимов и др., 2005). Таким образом, глиняная кора представляет собой комбинацию биологического и механического барьеров. А увлажнение прилегающих к глине слоев угля за счет влаги из глины будет действовать еще и как антипироген.

Использование глиняной шапки предполагает и возможность выемки угля из хранилища за счет не полного его покрытия шапкой. В этом случае становится необходимым использование антипирогенов в месте выхода угля на поверхность.

Глиняные барьеры можно использовать и в подземных горных выработках для изоляции отработанных участков от кислорода. В отличие от пены, значительное количество привнесенной глины в шахту позволит снизить уровень осадки поверхности земли над шахтой, а также изолирует разрабатываемые зоны от водопритоков.

### **Ограничения метода и дальнейшие исследования**

Недостатком метода является постоянная потребность в поддержании влажности глины, заключающееся в поливе глиняной шапки. Однако, решение этой задачи позволит несколько оптимизировать систему водоотведения с горных выработок, аккумулируя часть откаченной воды в глине.

Другой недостаток заключается в текучести глин, ведущей к «облезанию» с поверхности насыпи угля глиняной шапки. Для его устранения требуется регулярно проводить работы по поддержанию мощности шапки.

Для более детального обоснования метода требуется провести исследование свойств глин, связанных с их возможностью пропускать как воздух, так и, в частности, кислород. В большей степени, это относится к исследованию свойств глин различного минерального состава и выбору и экспериментальному обоснованию наиболее удачного количественного соотношения различных минеральных видов составляющих глиняную шапку.

Стоит оценить влияние состава и концентрации растворов, увлажняющих глиняную шапку, на воздухопропускные способности и на снижение текучести. Поискать наиболее удачное сочетание данных свойств. Возможно, что будет найден такой состав, который еще обладает и антипирогенными свойствами.

Также стоит обратить внимание и на необходимую минимальную мощность шапки. Возможно, экспериментально обосновать толщину слоя, при котором барьер будет работать наиболее эффективно и не будет стоить дороже антипирогенных растворов. Мощность шапки и, соответственно, её масса, в то же время, могут быть и главными факторами её оползания или стекания.

### **Список литературы**

1. Ли А. А. и др. О результатах применения геофизических методов электроразведки при обнаружении пожаров в угольных шахтах //Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2015. – №. S7.

2. Портола В. А., Дружинин А. А., Храмцов В. И. Способы обнаружения и локации очагов подземных пожаров //Вестник Научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. – 2014. – №. 1.

3. Портола В. А., Жданов А. Н., Бобровникова А. А. Перспектива применения антипирогенов для предотвращения самовозгорания складов угля //Уголь. – 2019. – №. 4 (1117).

4. Пучков Л. А., Каледина Н. О., Кобылкин С. С. Аэродинамический метод предупреждения эндогенной пожароопасности выработанных пространств угольных шахт // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2012. – №. 12.

5. Син С. А., Портола В. А., Игишев В. Г. Повышение безопасности и эффективности использования азота для борьбы с самовозгоранием угля в выработанном пространстве шахт //Уголь. – 2019. – №. 2 (1115).

6. Трофимов В. Т. и др. Грунтоведение. – 2005.