

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации



федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
Санкт-Петербургский горный университет



Кафедра Безопасности Производств

ТЕХНОЛОГИИ, МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ПОЖАРОТУШЕНИЯ ЭНДОГЕННЫХ ПОЖАРОВ НА ПРИМЕРЕ КОРКИНСКОГО РАЗРЕЗА

Выполнил: студент гр.БТМ-18

/Васильев Кирилл Анатольевич/
(Ф.И.О.)

Руководитель работы: доцент кафедры БП
(должность)

/Родионов Владимир Алексеевич/
(Ф.И.О.)

Санкт – Петербург

2019

АННОТАЦИЯ

Данная работа содержит аналитический обзор различных огнетушащих индивидуальных, природных и комбинированных веществ, с пояснением и описанием каждого огнетушащего вещества.

Так же представлены технологии и методы, существующих и применяемых в России и за рубежом, тушения эндогенных пожаров.

Содержание

Аннотация.....	2
Введение	4
1.Общая информация.....	5
1.1 Краткая характеристика карьера.....	5
1.2 Физико-химические свойства бурого угля	6
1.3 Эндогенный пожар как следствие самовозгорания бурого угля	7
2. Огнетушащие составы.....	8
2.1 Индивидуальные химические вещества.....	8
2.1.1 Жидкий азот	8
2.2 Природные материалы.....	8
2.2.1 Глина	9
2.2.2 Бишофит.....	9
2.2.3 Керамзит	9
2.2.4 Цеолит	10
2.3 Комбинированные ОТС (буферные растворы на основе карбоната кальция)	10
2.3.1 Хлористый кальций	10
2.3.2 Карбамида с добавками 1-5% поверхностно-активных веществ.....	10
2.3.3 Водного раствора карбамидоформальдегидной смолы с пенообразователем и раствора ортофосфорной кислоты (отвердителя)	11
2.3.4 Жидкое стекло.....	12
2.3.5 Сульфонол НП-3	13
2.4 Применение антипирогенных порошковых составов и растворов на их основе.....	13
3. Технологии тушения эндогенного пожара.....	15
3.1 Тушение очага возгорания методом гидравлического разрыва пласта	15
3.2 Тактико-технические методы тушения непосредственного очага эндогенного пожара	17
3.3 Технология тушения водным раствором аммиака.....	19
4. Библиографический список	20

ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день борьба с эндогенными пожарами на угольных разрезах по добыче бурого угля является наиболее актуальной.

Самовозгорания наносят большой ущерб как жизням людей и материальному имуществу, так и экологии в целом.

Известны случаи, когда эндогенные пожары в угольных пластах продолжались десятилетиями и столетиями (Фанские горы в Таджикистане, Пылающая гора (Burning Mountain) в Австралии).

В определенных условиях самовозгорание может произойти при температуре ниже 100°C. Наиболее химически активными являются бурые угли, а наименее пожароопасными - антрациты.

Если самовозгорание угля всё же произошло, его тушат активными средствами, полностью изолировав горящий пласт.

Специальные мероприятия по уменьшению поступления воздуха, применению антипирогенов, контролю за составом и температурой воздуха в шахтах также позволяют предотвратить пожары.

Так существует профилактика самовозгорания на складах, которая заключается в сокращении сроков хранения, уменьшении углов откоса, применении ингибиторов и укладывании штабелей на негорючее основание.

1.ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ

1.1 Краткая характеристика карьера

Разрез «Коркинский» является одним из крупнейших разрезов Коркинского угольного месторождения. Входит в состав Челябинского бурогоугольного бассейна, расположенного в пределах Южного Урала. Разрез «Коркинский» принадлежит Челябинской угольной компании, добывающей в ней уголь открытым способом.

Коркинский разрез является самым глубоким в Евразии и вторым в мире угольным разрезом. Находится в Челябинской области около города Коркино.

Параметры карьера: 5,5 км в длину, 3,5 км в ширину, и глубина карьера на данный момент 510 метров.

На данном месторождении производится добыча бурого угля.



Рисунок 1. Снимок Коркинского разреза со спутника



Рисунок 2. Эндогенные пожары на Коркинском разрезе

1.2 Физико-химические свойства бурого угля

Суббитуминозный уголь, или бурый уголь (чёрный лигнит) — горючее полезное ископаемое, ископаемый уголь 2-й стадии метаморфизма (переходное звено между лигнитом и каменным углем), получается из лигнита или напрямую из торфа.

Содержит 50-77 % углерода, 20-30 % (иногда до 40 %) влаги и большое кол-во летучих веществ (до 50 %). Имеет черно-бурый или чёрный цвет, реже бурый (черта на фарфоровой плитке всегда бурая). Образуются из отмерших органических остатков под давлением нагрузки и под действием повышенной температуры на глубинах порядка 1 километра. Используется как топливо в мелких и частных котельных, а также как химическое сырьё. Имеют низкую теплоту сгорания, около 26 МДж/кг.

От каменного угля бурый уголь внешне отличается цветом черты на фарфоровой пластинке — она всегда бурая. Самое важное отличие от каменного угля заключается в меньшем содержании углерода и значительно большем содержании битуминозных летучих веществ и воды. Этим и объясняется, почему бурый уголь легче горит, даёт больше дыма, запаха, а также реакцию с едким калием и выделяет мало тепла. Из-за высокого содержания воды для сжигания его используют в порошке, в который он неминуемо превращается при сушке. Содержание азота значительно уступает каменным углям, но повышено содержание серы.

1.3 Эндогенный пожар как следствие самовозгорания бурого угля

ПОЖАР ЭНДОГЕННЫЙ — пожар, вызванный самовозгоранием полезного ископаемого, породы или горючего материала. К самопроизвольному горению приводит совокупное действие следующих условий:

- ✓ достаточный объем горючего материала;
- ✓ поступление воздуха;
- ✓ избыточное образование тепла.

Из-за окисления горючих материалов или полезных подземных ископаемых кислородом повышается их температура и происходит возгорание. Химическая активность добываемых пород и геологические особенности их залежей являются природными факторами возникновения эндогенных пожаров. К горнотехническим факторам самовозгорания относятся условия ведения их добычи.

После выработки полезных ископаемых промышленным способом эндогенный пожар может возникнуть в отработанных участках шахт и рудников. Самовозгорания наносят большой ущерб как жизням людей, так и материальному имуществу.

Люди, работающие в шахте, могут пострадать от высоких температур или отравиться ядовитыми газами. Из-за обширности и глубины залегания горящих пластов подземный пожар сложно, а иногда просто невозможно ликвидировать.

Известны случаи, когда эндогенные пожары в угольных пластах продолжались десятилетиями и столетиями (Фанские горы в Таджикистане, Пылающая гора (Burning Mountain) в Австралии).

В определенных условиях самовозгорание может произойти при температуре ниже 100 °С. Наиболее химически активными являются бурые угли, а наименее пожароопасными — антрациты. Эндогенный пожар с участием угля можно обнаружить по следующим признакам:

- ✓ высокое содержание в воздухе оксида углерода;
- ✓ повышение температуры;
- ✓ увеличение влажности воздуха;
- ✓ появление дыма и запаха гари.

Профилактика самовозгорания угля проводится с помощью дезактивации, изоляции, заиливания, гидравлической закладки и полной выработки участков с полезным ископаемым. Если самовозгорание угля всё же произошло, его тушат активными средствами, полностью изолировав горящий пласт.

2. ОГNETУШАЩИЕ СОСТАВЫ

Огнетушащие составы состоят из веществ и материалов, применяемых в качестве чистых, или применяемых в растворах для подавления гетерогенного горения.

Материалы подразделяются на:

- ✓ **биологически мягкие и биологически жесткие** (т.е. не наносят ущерб экологии);
- ✓ **индивидуальные химические соединения** (если содержание одного вещества в смеси значительно превосходит содержание всех остальных, то условно считается, что такое вещество является индивидуальным химическим соединением)
- ✓ **природные материалы** (эти материалы, получаемые из природного сырья путем несложной обработки без изменения их первоначального строения и химического состава.)

2.1 Индивидуальные химические вещества

2.1.1 Жидкий азот

Жидкий азот — прозрачная жидкость. Является одним из четырёх агрегатных состояний азота. Жидкий азот обладает удельной плотностью 0,808 г/см³ и имеет точку кипения 77,4 К (–195,75 °С). Не взрывоопасен и не ядовит. Впервые получен Раулем Пикте.

Литр жидкого азота, испаряясь и нагреваясь до 20 °С, образует примерно 700 литров газа. По этой причине жидкий азот хранят в специальных сосудах Дьюара с вакуумной изоляцией открытого типа или криогенных ёмкостях под давлением.

Одной из сфер применения жидкого азота является пожаротушение. Испаряясь, азот охлаждает очаг возгорания и вытесняет кислород, необходимый для горения, поэтому пожар прекращается. Так как азот, в отличие от воды, пены или порошка, просто испаряется и выветривается, азотное пожаротушение, наряду с углекислотным, — наиболее эффективный с точки зрения сохранности ценностей способ тушения пожаров.

2.2 Природные материалы

К природным огнетушащим материалам относятся:

1. Глина
2. Песчано-глинястая смесь
3. Смесь глины с опилками
4. Бишофит
5. Керамзит
6. Цеолит

2.2.1 Глина

Глина — мелкозернистая осадочная горная порода, пылевидная в сухом состоянии, пластичная при увлажнении. Глина состоит из одного или нескольких минералов группы каолинита (происходит от названия местности Каолин в Китае), монтмориллонита или других слоистых алюмосиликатов (глинистые минералы), но может содержать и песчаные и карбонатные частицы. Как правило, породообразующим минералом в глине является каолинит, его состав: 47 % (мас) оксида кремния (IV) (SiO_2), 39 % оксида алюминия (Al_2O_3) и 14 % воды (H_2O).

Свойства глин: пластичность, огневая и воздушная усадка, огнеупорность, спекаемость, цвет керамического черепка, вязкость, усушка, пористость, набухание, дисперсность. Глина является самым устойчивым гидроизолятором — водонепроницаемость является одним из её качеств. За счёт этого глиняная почва — самый устойчивый тип почвы, развитый на пустырях и пустошах. Развитие какой-либо корневой растительной системы в глиняных залежах невозможно. Водонепроницаемость глины полезна для сохранения качества подземных вод — значительная часть качественных артезианских источников залегает между глинистыми слоями.

2.2.2 Бишофит

Бишофит — минерал, источник водного хлорида магния. Кристаллы бишофита встречаются очень редко, в основном же он образует белые или бесцветные зернистые, волокнистые, листоватые агрегаты, горько-солёные на вкус.

Бишофит гигроскопичен, поэтому на воздухе кристаллы быстро впитывают влагу и расплываются.

2.2.3 Керамзит

Керамзит — лёгкий пористый строительный материал, получаемый путём обжига глины или глинистого сланца. Керамзитовый гравий имеет овальную форму. Керамзитовый щебень отличается лишь тем, что его зёрна имеют в основном кубическую форму с острыми гранями и углами. Производится также в виде песка — керамзитовый песок.

В зависимости от режима обработки глины или сланца можно получить керамзит различной насыпной плотности (объёмным весом) — от 150 до 800 кг/м³ и выше.

Керамзит имеет отличные теплоизоляционные свойства. Керамзит — один из самых экологически чистых материалов, так как изготавливается из глины и сланца. Керамзит отлично подходит для современного, экологически чистого домостроения. Часто используется в декоративных целях. В домашних условиях керамзит используют при выращивании домашних растений, так как он легко впитывает воду, но плохо её отдаёт, чем не даёт испаряться влаге, тем самым контролируя водный баланс растения.

Керамзит обладает такими свойствами как:

- ✓ высокая прочность;
- ✓ хорошая теплоизоляция;
- ✓ морозоустойчивость, огнеупорность;
- ✓ химическая инертность и кислотоустойчивость;
- ✓ долговечность;
- ✓ натуральный, экологически чистый материал;

2.2.4 Цеолит

Цеолиты — большая группа близких по составу и свойствам минералов, водные алюмосиликаты кальция и натрия из подкласса каркасных силикатов, со стеклянным или перламутровым блеском, известных своей способностью отдавать и вновь поглощать воду в зависимости от температуры и влажности. Другим важным свойством цеолитов является способность к ионному обмену — они способны избирательно выделять и вновь впитывать различные вещества, а также обменивать катионы.

Выделяют следующие свойства цеолитов благодаря которым их широко применяют:

- ✓ адсорбционные — способность поглощать и отдавать различные вещества,
- ✓ ионообменные — способность обменивать катионы,
- ✓ каталитические — способность ускорять химические реакции.

2.3 Комбинированные ОТС (буферные растворы на основе карбоната кальция)

2.3.1 Хлористый кальций

Бесцветные кристаллы без запаха, горько-соленого вкуса. Кальция хлорид очень легко растворим в воде (4:1) с сильным охлаждением раствора, легко растворим в этаноле. Очень гигроскопичен, на воздухе расплывается. Содержит 27% кальция. Молекулярная масса 110,98. (CaCl_2)

2.3.2 Карбамида с добавками 1-5% поверхностно-активных веществ

Карбамидоформальдегидный концентрат — водный раствор формальдегида (метиленгликоль), стабилизированный карбамидом.

КФК является одним из важнейших источников формальдегида и карбамида в производстве карбамидоформальдегидных, меламинакарбамидоформальдегидных смол и для обработки карбамида против слеживаемости.

2.3.3 Водного раствора карбамидоформальдегидной смолы с пенообразователем и раствора ортофосфорной кислоты (отвердителя)

При смешивании карбамидоформальдегидной смолы с пенообразователем и раствора ортофосфорной кислоты образуется пенозол.

Наиболее распространенной маркой пенообразователя для работы по «классической» технологии является алкилбензолсульфокислота (АБСФК).

В качестве катализатора отверждения используется ортофосфорная кислота. Либо пищевая, либо техническая очищенная (вся они имеют, как правило, концентрацию 72-76%). Количество отвердителя зависит от жесткости воды, свойств конкретной партии смолы. Методика подбора кислоты описана в технологической инструкции, поставляемой с оборудованием. Плохо, если расход кислоты избыточен, это приводит к сыпучести и образованию трещин, т.к. оставшаяся кислота, не вступившая в реакцию с формальдегидом, пережигает пенопласт. Такой материал недолговечен и отличается повышенным водопоглащением.

Основной выбор, который необходимо сделать при выборе сырья – это марка смолы. Наиболее известные на данный момент - это КФ-ХТП и ВПС-Г.

Карбамидноформальдегидная смола представляет собой водную суспензию, в химическом плане - цепочки олигомеров. Переход смолы из жидкого состояния в твердое (образование пеноизола) – это процесс “сшивки” соответствующих центров различных олигомеров, при этом образуются полимерные связи. Следует учитывать, что для различных смол при равных условиях, количество образовавшихся связей различно.

Например, для смолы КФ-ХТП этот показатель наиболее высокий, около 95%-96% (изначально в смолы введено вещество, выступающее “законсервированным катализатором”, которое при введении ортофосфорной кислоты усиливает реагирующую активность олигомеров).

Для смол КФЖ, М-3, КФМТ этот показатель 87%-93%. Именно этим обусловлено, что из смолы КФ-ХТП материал получается менее сыпучим, более эластичным и прочным (при равном расходе смол имеет место большее количество связей), вредных выделений – меньше.

Применяется для получения карбамидоформальдегидного пенопласта нового поколения – **пеноизол**.

Пеноизол - это органический ячеистый карбамидный пенопласт, который относится к группе утеплителей с низкой плотностью (5-35 кг/м³). Используется как строительный материал с малой теплопроводностью (заявляемый коэффициент - 0.028-0.047 Вт/м*°К),

отличается большой сопротивляемостью огню, биостойкостью и чрезвычайно экономичной стоимостью.

Исходное сырье для производства карбамидного пенопласта полностью отечественное, а технология его получения – безотходная. При этом следует отметить, что пеноизол относится к группе горючести Г2.

Повторим, что основные свойства пеноизола – низкие показатели плотности вещества и теплопроводности.

Современный пеноизол обладает следующими характеристиками:

- ✓ паропроницаемость – 0,23 мг/(м·ч/Па);
- ✓ способен прослужить до 50 лет и больше;
- ✓ поглощение воды за сутки составляет 6-8%;
- ✓ технологическая усадка, зависящая от плотности – до 5%;
- ✓ увлажнение сорбционное по массе – 6-8%.

Твердеющая пена представляет собой однородный материал мелкоячеистой структуры, получаемый путём механического смешивания водного раствора карбамидоформальдегидной смолы с пенообразователем и раствора ортофосфорной кислоты, с дальнейшим вспениванием смеси сжатым воздухом. Она обладает податливостью при сжатии и под действием горного давления уплотняется, не теряя изоляционных свойств.

Твердеющая пена практически воздухонепроницаема, трудновоспламеняема. При непосредственном воздействии пламени её поверхностный слой обугливается, деформируется, но пламя по поверхности не распространяется. Твердеющая пена устойчива к воздействию агрессивных шахтных сред, имеет достаточно высокие адгезионные свойства к углю, породе, дереву.

2.3.4 Жидкое стекло

Отличия в химическом составе натриевого и калиевого жидкого стекла формируют область их применения. Первое (натриевое) способно улучшить качество клеящего состава. Он продуктивно взаимодействует с составляющими на минеральной основе. Его применение эффективно для упрочнения фундаментов и гидроизоляции, а также в виде компонента антисептических и огнестойких смесей. Второе (калиевое стекло) отличается устойчивостью к атмосферному и некоторому химическому воздействию. Его чаще используют для изготовления защитных красок.

И тот и другой продукт не выделяет веществ опасных для здоровья. Но при работе необходимо надевать защитные перчатки, чтобы уберечь кожу от входящей в химсостав жидкого стекла, щелочи. При её попадании на кожный покров, следует быстрее промыть водой.

2.3.5 Сульфонол НП-3

Сульфонол представляет собой порошкообразное вещество, цвет которого может варьироваться в достаточно широких пределах: от белого до коричневого.

Производится данное вещество в двух основных разновидностях: отбеленный и технический сульфонол.

Сульфонол используется в нефте- и газодобывающей промышленности с целью увеличения нефтеотдачи пластов. В качестве поверхностно-активного вещества он находит применение и в ряде других отраслей промышленности. Отбеленный сульфонол является пенообразующей составляющей синтетических стиральных порошков.

2.4 Применение антипирогенных порошковых составов и растворов на их основе

Антипирогены это вещества препятствующие самовозгоранию углей, руд и т. п. В качестве антипирогенов применяют воду, растворы силиката натрия, плёнкообразующие растворы, ингибиторы окисления и другие вещества.

По механизму действия антипирогены разделяются на вещества: химически ингибирующие реакции окисления; блокирующие поры в угле; изолирующие поверхность угля от доступа кислорода. Антипирогены используют в виде водных растворов и суспензий, пленкообразующих и порошкообразующих составов, аэрозолей, твердеющих пенопластов и др.

Уголь обрабатывается растворами антипирогенов, которые могут проникать в микротрещины и поры угля. Для этого используют водные растворы **бишофита (3-10%-е)**, **хлористого кальция (5-20%-е)**, **карбамида (5-15%-е)** с добавками 1-5% поверхностно-активных веществ.

При обработке угля применяют суспензии антипирогенов для заполнения трещин. В качестве суспензий используют жидкое стекло с ПАВ и хлористым кальцием, гашеную известь с ПАВ, жидкое стекло с наполнителями в виде доломитовой пыли или шамотного порошка. Применяются также и химические композиции, вспучивающиеся при повышении температуры, например водный раствор карбамидно-формальдегидной смолы КФ-Б или КФ-МТ, сульфонола НП-3 и бишофита.

Обработка угля водными растворами и суспензиями антипирогенов осуществляется путем нагнетания их насосом через герметизаторы в предварительно пробуренные скважины. Глубина скважин зависит от технических характеристик угольного массива, параметров бортов карьера (разреза) и т.д.

Пленкообразующие антипирогены - это вещества, формирующие на поверхности угля сплошную пленку, обладающую достаточной твердостью, прочностью, эластичностью,

хорошей адгезией, устойчивую к воздействиям влаги. Пленкообразующие антипирогены наносятся распылителем и применяются для создания изолирующих покрытий на поверхности угля, мало подверженных разрушению, и скоплений разрыхленного угля.

В качестве пленкообразующих используются различные составы, например: жидкое стекло (27-29%), сульфол НП-3 (5-6%), доломитовая пыль (20%), вода (до 100%) или водная 50-процентная поливинилацетатная эмульсия (24%), сульфол НП-3 (9%), шамотно-каолиновый порошок (18%), вода (до 100%) и др. Расход антипирогенов пленочного типа составляет 0,3-0,6 кг на 1 м² поверхности угля.

Для изоляции угля от кислорода больших скоплений разрушенного угля могут быть использованы также твердеющая пена, получаемая путем вспенивания сжатым воздухом смеси **водного раствора карбамидоформальдегидной смолы с пенообразователем и раствора ортофосфорной кислоты (отвердителя)**, представляющие собой после отвердения пенопласт мелкоячеистой структуры.

Частицы аэрозоля оседают на поверхности угля и обрушенных пород и смачивают их. Расход раствора антипирогена должен быть не менее 20 л на 1 м³ горной массы.

Порошкообразные антипирогены наносятся распылителем на поверхность разрыхленного угля и используются для обработки целиков угля над монтажными камерами щитовых агрегатов на крутопадающих пластах в случае их возможного обрушения для перемешивания антипирогена с обрушенным углем. Обработка осуществляется путем бурения скважин (шпуров) в целике и заполнения их под давлением порошкообразным антипирогеном, чаще всего смесью карбамида (70-90%) и диаммония (10-30%). Расход порошкообразных антипирогенов составляет 0,2-0,3% массы угля в целике. Число скважин (шпуров) и их расположение берется с учетом равномерного распределения необходимого количества порошкообразного антипирогена в целике.

3. ТЕХНОЛОГИИ ТУШЕНИЯ ЭНДОГЕННОГО ПОЖАРА

В настоящее время существуют несколько способов тушения очагов возгорания, такие как:

- ✓ объемные;
- ✓ поверхностный;
- ✓ тушение в слой материала.

Наиболее вероятным развитием пожара бурых углей является возникновение очага возгорания на поверхности угольного пласта уходящий в глубь месторождения, или же с выходом продуктов пиролиза бурого угля проходящих в микротрещинах образовавшихся при разработке пласта.

Наиболее перспективным и эффективным способом на наш взгляд является технология подачи огнетушащего вещества в пласт.

За такого рода технологии тушения очага пожара путем подачи огнетушащего вещества в глубину пласта будем рассматривать способ тушения торфяных пожаров.

При экзистенциализме риска возникновения эндогенного пожара существуют два метода борьбы с ним:

- 1.Профилактические мероприятия;
- 2.Тушение непосредственного очага пожара;

3.1 Тушение очага возгорания методом гидравлического разрыва пласта

Гидроразрыв пласта (гидравлический разрыв пласта) — формирование трещин в массивах газо-, нефте-, водонасыщенных и других **горных породах** под действием подаваемой в них под давлением жидкости. Операция проводится в скважине для повышения дебита за счет разветвленной системы дренирования, полученной в результате образования протяженных трещин. Реализация гидроразрывов пластов на газовых скважинах стала возможной с появлением насосных агрегатов, обеспечивающих скорость закачки 3–4 куб. м/мин при давлении 100 МПа.

В качестве рабочей жидкости, как правило, используют загущенные жидкости на водной или углеводородной основе. Вместе с рабочей жидкостью закачивают закрепляющий агент (песок или твердый материал фракции 0,5–1,5 мм), заполняющий трещину и препятствующий ее смыканию. При применении загущенной жидкости за счет снижения ее утечек в пласт можно поднять забойное давление при значительном снижении скорости закачки и за счет песконесущей ее способности транспортировать закрепляющий агент по всей длине трещины.

ГИДРОРАЗРЫВ

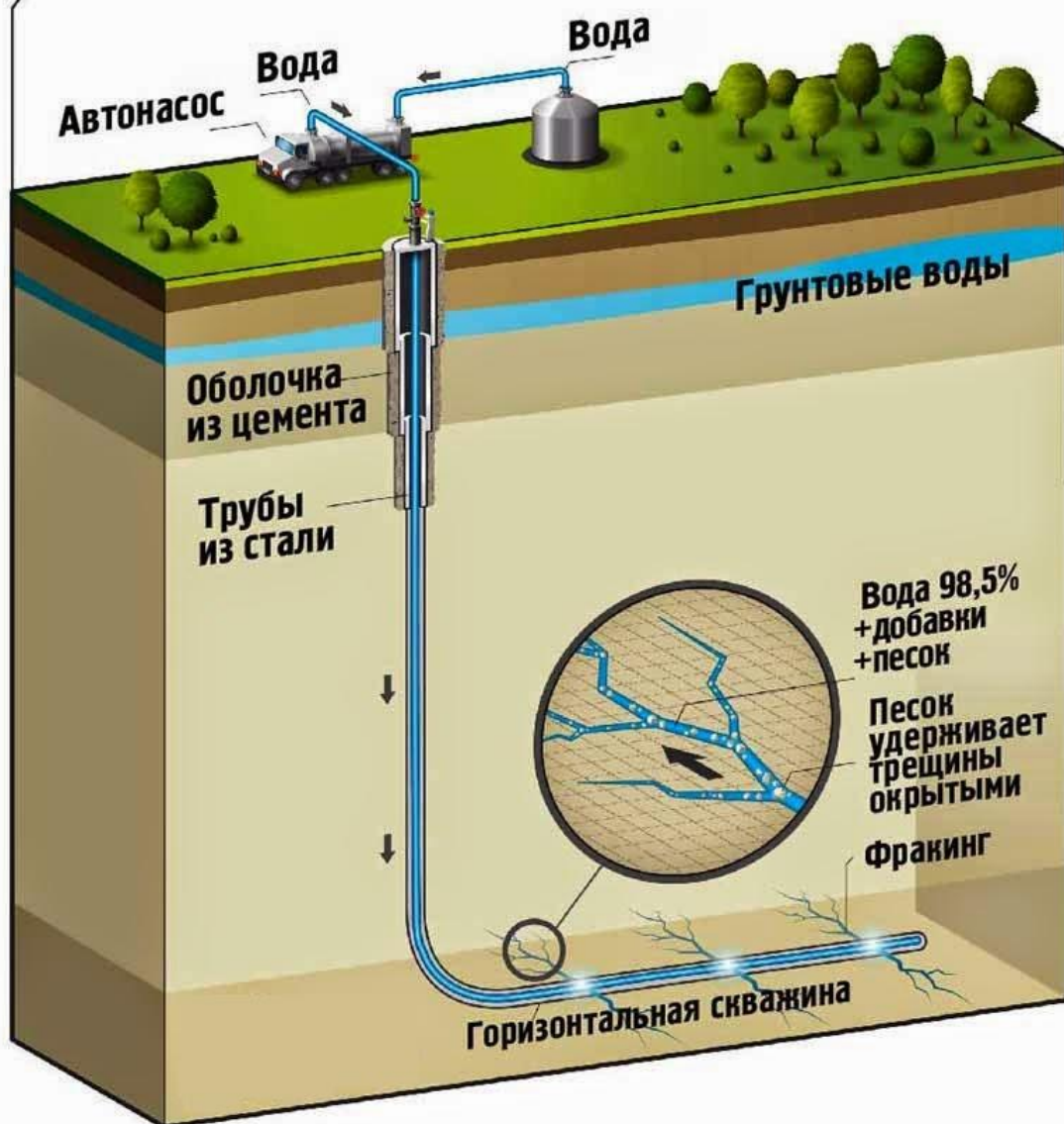


Рисунок 1. Гидравлический разрыв пласта

Гидроразрыв (он же фрекинг) – технология заключается в том, что бурятся скважины на определенных расстояниях, затем скважины тампонируются и в них закачивают воду, в которую добавлены 1% соляной кислоты, реагенты для лучшего растворения породы, а также гранулы диаметром 0,5–1,5 миллиметра, которые застрянут в расклинившихся пластинках сланца и не дадут им снова сойтись. Обычно это песчинки, но пробовали использовать гранулы из керамики, стали, пластика, оксида алюминия и даже молотой скорлупы грецких орехов. После гидроразрыва появляются сотни змеящихся трещин. Воду откачивают обратно, а скважина обретает громадную корневую систему и, как дерево, начинает сосать полезное с огромной глубины.

Некоторые факты про ГРП:

- ✓ жидкость для процесса в среднем 99,95% состоит из воды и песка с малой долей химических добавок, также используется вода и др. жидкости, азот или CO₂, ранее применялся раствор с крахмалом;
- ✓ ежегодно десятки тысяч скважин подвергаются ГРП, по результатам которых пока что не доказано загрязнение подземных вод жидкостью применяемой при операции;
- ✓ лидерами применения и идеологами создания технологии являются США и Россия.

После разрыва пласта и образования микротрещин, в качестве тушащего раствора подается водный раствор с применением поверхностно-активных веществ, описанные в вышеприведенных разделах.

3.2 Тактико-технические методы тушения непосредственного очага эндогенного пожара

На уступе угольного разреза

В ситуации, когда на угольном разрезе эндогенный пожар возникает на борту угольного разреза, в качестве мер по предотвращению пожара предлагаются такие методы как:

1. Бурение сетки скважин в уклоне борта с нижележащего уступа с последующим нагнетанием эмульсии (водных растворов с применением различных ПАВ, суспензий, водно-пенных растворов и т.д) в скважины под давлением к очагу эндогенного пожара. (Рисунок 2)

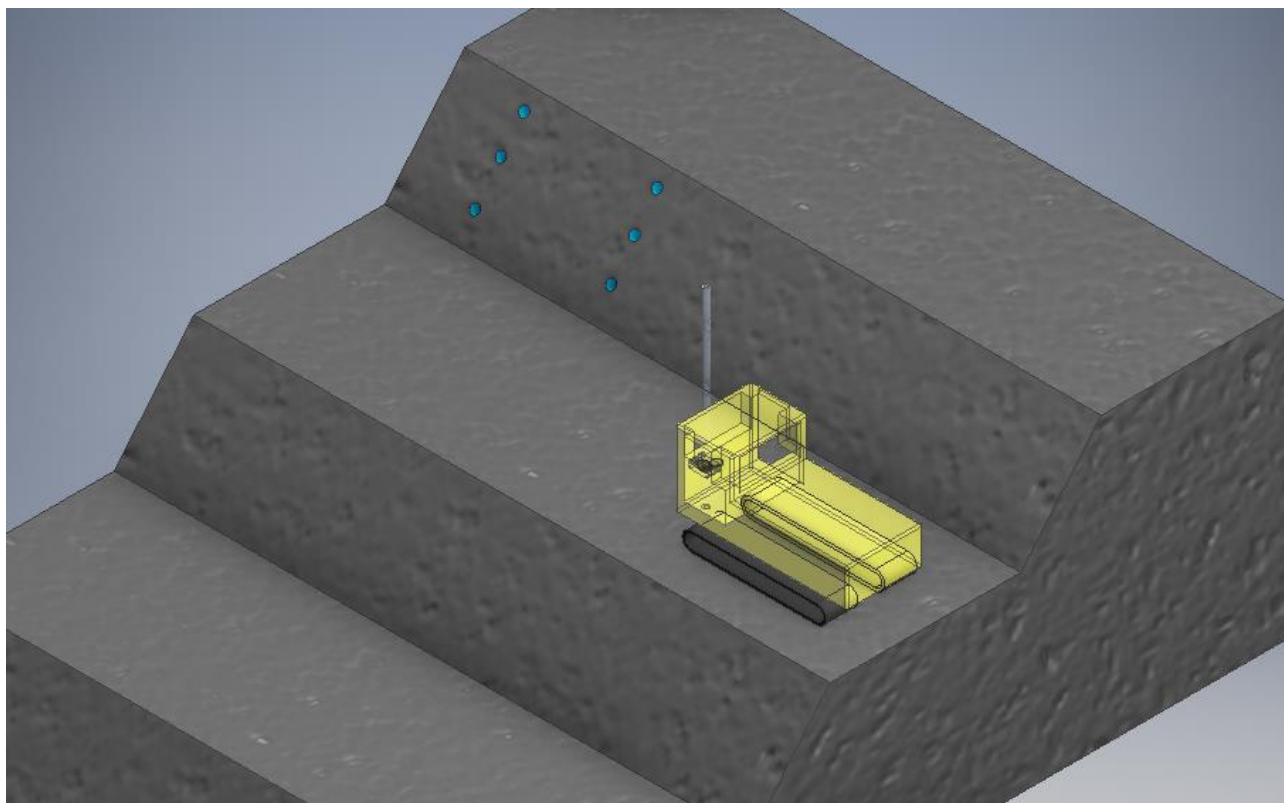


Рисунок 2.

2. Бурение сетки скважин с вышележащего уступа с последующей подачей воды на горизонт. (Рисунок 3)

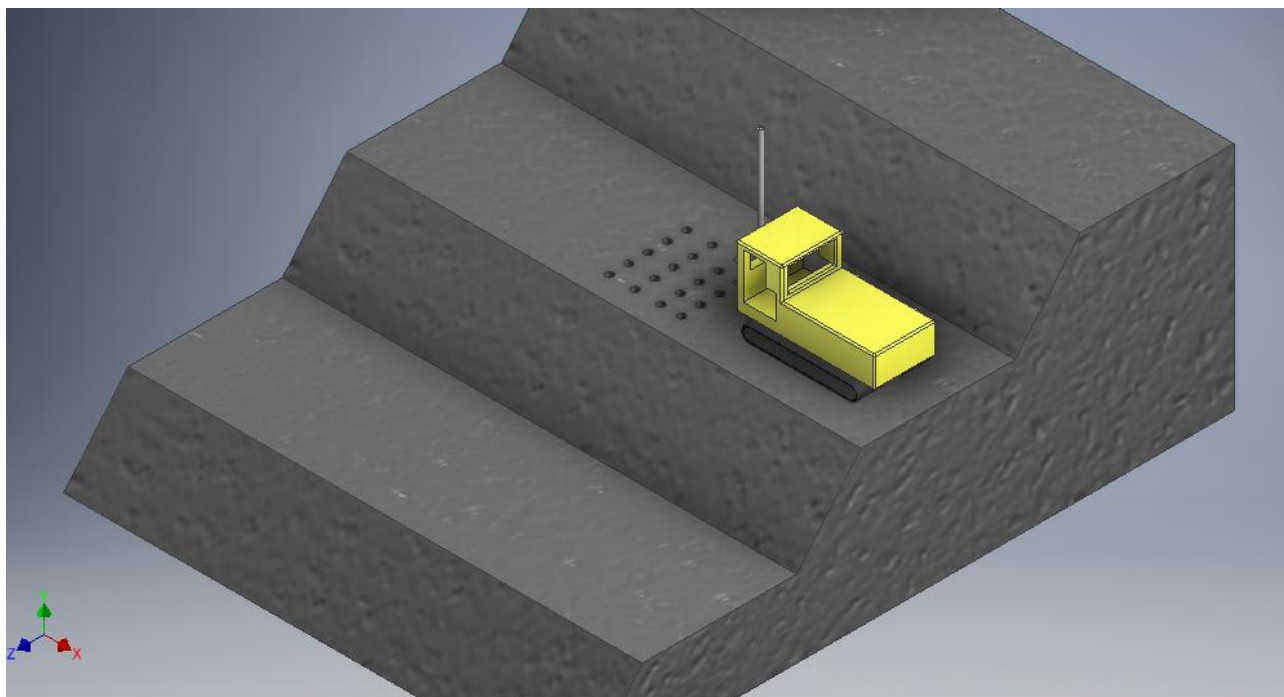


Рисунок 3.

Самым действенным и экономически целесообразным, а также экологически безопасным методом является использование пульпы, состоящей из смеси глины, песка и воды в определенных консистенциях, так как вода с ПАВ и водно-пенные растворы и т.д., быстро просачиваются через щели, и микротрещины в породе угля. Данная песчано-глинистая смесь медленно проходит через микротрещины и щели, тем самым заполняя пустоты и способствуя ликвидации пожара.

3.3 Технология тушения водным раствором аммиака

Так же существует технология тушения очага эндогенного пожара на месторождении бурых углей путём обработки окисленных бурых углей раствором аммиака с получением гуматов аммония, последующая активация которых позволяет получить азотсодержащие активированные угли (ААУ). Как известно, присутствие в трехмерной углеродной решетке структурно связанного гетероциклического азота, имеющего неподеленную пару электронов, увеличивает электронодонорную способность твердого тела и его сорбционные свойства.

Остаточный уголь после экстракции гуматов аммония - кек представляет собой органоминеральный материал (зольность >30 %), в котором гуминовые кислоты (ГК) связаны с минералами наиболее прочно и не могут реагировать со щелочью. При обработке окисленного бурого угля 2 %-ным водным раствором аммиака были выделены гуматы аммония и остаточный уголь (кек). Выход гуматов составил ~70 % от массы сухого угля. Кек представляет собой негидролизуемую органическую массу и минеральный остаток (кварц, силикаты, глинистые минералы). Выход кека составил 25-30 %.

Стоит отметить, что **гуматы** – это часть гуминовых веществ (ГВ), которые представляют собой соли гуминовых кислот. Гуматы обладают общими для всех ГВ свойствами: полидисперсностью, нерегулярностью строения и полифункциональностью. Эти свойства проявляются за счет сочетания в молекулярной структуре ароматического ядра и гидрофильной периферии, состоящей в основном из алифатических, олигосахаридных и олигопептидных фрагментов. Гуматами также называют многочисленную группу препаратов, изготовленных из легкорастворимых солей гуминовых кислот. Эти препараты находят применение в растениеводстве, животноводстве, медицине, строительстве, бурении, экологии, рекультивации и восстановлении земель.

Применение гумата аммония бурого угля оказывает сильное влияние на увеличение в почве доступного азота, нужного для питания растений, и вследствие чего происходит повышение продуктивности яровой пшеницы.

Таким образом, в случае, когда разрез уже отработан и на нём не ведутся горные работы и отсутствует рабочий персонал, то в качестве тушения очагов эндогенного возгорания, борьбы с выходом продуктов пиролиза в окружающую среду и частично рекультивацией данного угольного разреза, предлагается обработка бортов угольного разреза 2 %-ным водным раствором аммиака. Вследствие реакции, возникающей между окисленным бурым углём и водным раствором аммиака, образуется слабощелочная реакция, и почва становится плодородной.

4. БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Study of the Hazard of Endogenous Fires in Coal Mines—A Chemometric Approach Central Mining Institute, Department of Mining Aerology, Pl. Gwarków 1, 40-166 Katowice, Poland <https://www.mdpi.com/1996-1073/11/11/3047>
2. International Energy Agency: Coal Information 2018: Overview <https://webstore.iea.org/coal-information-2018>
3. Feng, X.; Adamus, A. Overview of research and use of indicator gases of coal spontaneous combustion in China. *GeoSci. Eng.* 2014, 60, 55–65.
4. Kim, A.G. Locating fires in abandoned underground coal mines. *Int. J. Coal Geol.* 2004, 59, 49–62.
5. Hertzberg, M. Mine Fire Detection; United States Bureau of Mines Information Circular Number 8768: Pittsburgh, PA, USA, 1978.
6. Zhang, J.; Ren, T.; Liang, Y.; Wang, Z.A. Review on numerical solutions to self-heating of coal stockpile: Mechanism, theoretical basis, and variable study. *Fuel* 2016, 182, 80–109.
7. Ружинский С. и др. Всё о пенобетоне. — СПб, 2006
8. А.Д. Будаева, Е.В. Золтоев, Научная работа «Состав и свойства сорбентов, полученных из окисленных бурых углей Гусиноозерского месторождения», 2012 г.
9. Интернет ресурс – Справочник: Экология - <https://ru-ecology.info/term/21884/>
10. Васильев К.А. «Анализ методов пожаротушения бортов разреза «Коркинский», 2019 г.