

УДК 622.822.22

Зубарева В.А., доцент  
Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева  
Беляк А.Л., доцент  
Восточно-Сибирский институт МВД России

Zubareva V.A., docent  
Kuzbass State Technical University  
Belyak A.L., docent  
East Siberian institute Ministry of the Interior Russia

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА САМОВОЗГОРАНИЯ УГЛЯ НА ОБЪЕКТАХ «РАЗРЕЗА ОКТЯБРИНСКИЙ»**

### **STUDY OF COAL SELF-COMBUSTION PROCESS FOR OBJECTS «COAL QUARRY OKTYABRINSKIY»**

Одной из важнейших задач угольной промышленности России является решение ряда проблем, связанных с улучшением условий труда, повышение безопасности технологических процессов и эффективности мероприятий по охране окружающей среды.

Вместе с тем широкое развитие открытого способа добычи угля в Кузбассе сдерживается склонностью углей к самовозгоранию, что приводит к существенным потерям угля, снижению ритмичности работ и производительности добычного оборудования.

Уголь и углесодержащие породы обладают способностью сорбировать кислород из воздуха. Развивающиеся при этом окислительные процессы приводят к самовозгоранию угля.

Эндогенные пожары, возникающие на разрезах, несмотря на меньшую, чем на шахтах, опасность для работающих, наносят большой материальный ущерб, ухудшают санитарно-гигиенические условия труда рабочих и загрязняют окружающую среду, вследствие выделения в атмосферу огромных количеств токсичных продуктов окисления и горения.

Самовозгорание угля требует определенных усилий на тушение пожара, перемещение, охлаждение и изоляцию разогретых масс, приводит к загрязнению окружающей среды.

В настоящее время в стране большое внимание уделяется вопросам охраны окружающей среды и бережного использования недр.

Предотвращение самовозгорания угля на разрезах наряду с ее важностью является одной из трудноразрешимых задач.

Такое состояние данной проблемы объясняется отсутствием надежных и оперативных способов раннего прогноза самовозгорания и самонагревания угля в массиве. Существующие способы прогноза могут предсказать только вероятность окисления угля в определенных ситуациях и уже стадию стационарного режима горения массива. В то время как чрезвычайно важно оперативно определить начало окисления угля и своевременно произвести профилактическую работу с целью предотвращения самовозгорания угля.

Применяемые в настоящее время на угольных разрезах страны способы профилактики и ликвидации очагов самовозгорания, базируются в основном на использовании, либо большого объема инертных пород, либо на нетехнологических антипирогенных составов.

Наличие эндогенных пожаров на разрезах обуславливается существующим нормативным запасом угля, не учитывающим его склонность к самовозгоранию. Трудность изучения этого явления связана с его петрографическим составом. Действительно угольные и породно-угольные скопления в процессе добычи, хранения и транспортировки подвергаются воздействию кислорода воздуха, влаги, атмосферных осадков и т.п.

В настоящее время в угледобывающей промышленности России существует целый комплекс проблем, связанных с всевозрастающей эндогенной пожароопасностью разрезов, на которых в основном вводится борьба с уже возникшими эндогенными пожарами, но малоэффективное внимание уделяется вопросам профилактики.

Исходя из сказанного, задача обоснования технологии открытой разработки пожароопасных угольных скоплений и месторождений, на основе закономерности изменения периода самовозгорания углей, является весьма актуальной. И заключается в том, что технология открытой разработки пожароопасных угольных месторождений, должно основываться на управлении запасами угля и применении профилактических мероприятий, увеличивающих инкубационный период углей склонных к самовозгоранию.

Основным принципом обеспечения безопасности является принцип профилактики, заключающийся в разработке и внедрении превентивных мероприятий, целью которых является снижения риска реализации опасного фактора в негативное событие.

Профилактика самовозгорания основана на применении таких методов и средств, которые либо уменьшают химическую активность реагирующих веществ, либо обеспечивают условия стационарности потока тепла во всех точках объема вещества. Выбор того или иного метода защиты определяется свойствами материала, особенностями технологического процесса и экономической целесообразностью.

Согласно теории самовозгорания углей профессора В. С. Веселовского основными условиями процесса являются химическая активность, приток воздуха и затрудненная отдача тепла углем в окружающую среду.

Снижая химическую активность или приток кислорода к углю можно предотвратить самовозгорание последнего.

Самонагревание окисляющихся материалов происходит и при низкой температуре, но с повышением температуры этот процесс усиливается. Одновременно с этим усиливается и рассеивание тепла. При некоторых условиях, определяемых свойствами вещества, удельной поверхностью контакта с окислителем, линейными размерами горючей системы, нарушается тепловое равновесие. Время установления теплового равновесия может составлять часы, и даже недели. В течение этого времени (индукционного периода) температура вещества непрерывно повышается. Если в это время принять соответствующие меры защиты (обеспечить тепловое равновесие), самонагревание приостанавливается, и самовозгорание не происходит.

Профилактика самовозгорания основана на принятии таких мер, которые тормозят реакцию окисления. Безопасным считается процесс, в котором инкубационный период самовозгорания  $\tau_{\text{инс}}$  превышает время  $\tau^*$ , в течение которого сохраняются условия, способствующие самонагреванию:  $\tau_{\text{инс}} > \tau^*$ .

Наиболее простым и доступным методом снижения химической активности является окислительная дезактивация горючего.

Окисный слой на поверхности затрудняет контакт кислорода с чистой, не окисленной поверхностью материала; при этом скорость процесса окисления резко уменьшается. Процесс окисления, в результате которого образуется защитная окисная пленка, должен быть управляемым, температура непрерывно контролироваться, чтобы не допустить самовозгорания материала. Изменение химической активности в процессе окислительной дезактивации может быть оценено по уменьшению скорости сорбции кислорода:

$$\frac{dM}{d\tau} = D \tau^{-g}, \quad (1)$$

где  $M$  - количество сорбированного кислорода;  
 $\tau$  - время;  
 $D$  - размерный коэффициент;  
 $g$  - масса окисляющего материала.

Определив скорость сорбции кислорода, можно ориентировочно оценить опасность самовозгорания. Но такая оценка не может дать однозначный ответ, так как не учитываются геометрические размеры системы, условия теплообмена и др. При классификации, например, углей по их склонности к тепловому самовозгоранию за основу принимают среднюю кинетическую константу сорбции кислорода.

Для определения химической активности углей также может быть использован такой показатель, как содержание петрографических

составляющих. В качестве составляющих в исследуемых углях определяется содержание микрокомпонентов группы витринита и группы фюзинита. С увеличением содержания микрокомпонентов группы фюзинита и уменьшением группы витринита склонность угля к самовозгоранию повышается. Это объясняется тем, что микрокомпоненты групп фюзинита и семивитринита при низких температурах обладают большой сорбционной способностью по отношению к кислороду воздуха, чем микрокомпоненты групп витринита, так как имеют наибольшую площадь сорбционной поверхности. Микрокомпоненты группы фюзинита дают импульс развитию процесса самовозгорания угля. В тоже время, как показывает анализ изменчивости оптических характеристик, микрокомпоненты группы фюзинита и липтинита более устойчивы к окислению, чем витринит.

Степень самовозгораемости углей по петрографическим признакам классифицируемая В. М. Маевской приведена в таблице 1 [1].

Таблица 1 - Степень склонности угля к самовозгоранию по петрографическим признакам

Степень склонности угля к самовозгоранию	Содержание микрокомпонентов, %	
	витринита	фюзинита
Опасные	57,3	24
Неопасные	61,1	18

Так, согласно данных представленной таблицы, уголь пожароопасных участков разреза ОАО «Разрез Октябринский» характеризуется степенью склонности изучаемых углей к самовозгоранию, как опасные.

В настоящее время степень пожароопасности  $\Pi_0$  разреза определяется в соответствии с Руководством для профилактики и тушения пожаров на разрезах [2], определяемой которой по формуле:

$$\Pi_0 = K_1 \times K_2 \times \sum \Phi_0, \quad (1)$$

где  $\sum \Phi_0$  - суммарное числовое значение объективных факторов, определяющих пожароопасность разреза, баллов:

$$\sum \Phi_0 = \Phi_{01} + \Phi_{02} + \dots + \Phi_{012}, \quad (2)$$

где  $\Phi_{01}, \Phi_{02}, \dots$  - объективные факторы, принятые для оценки пожаро-опасности разреза;

$K_1$  - коэффициент пожароопасности, учитывающий влияние константы скорости сорбции кислорода воздуха углем (химическая активность

угля отдельно взятого разрабатываемого пласта) на эндогенную пожароопасность разреза:

$$K_1 = U_i / U_6, \quad (3)$$

где  $U_i$  - константа скорости сорбции кислорода углей  $i$ -го объекта, мг/гч;  
 $U_6 = 0,29$  мл/гч - константа скорости сорбции кислорода воздуха углем базисного объекта,

$K_2 = 0,75 - 2,0$  - коэффициент пожароопасности, учитывающий влияние суммарной площади угольных обнажений.

В настоящее время в соответствии с выше приведенной методикой, угли разреза ОАО «Разрез Октябрьский» по их химической активности относятся к углям умеренной опасности.

Для углей ОАО «Разрез Октябрьский» по данным НИИОГРа инкубационный период равен 180 суток.

Таким образом имеет место неоднозначность в определении степени самовозгораемости углей по петрографическим признакам и методике Руководства ... [2].

Так как основой разработки комплекса мероприятий по своевременному обнаружению, профилактике и тушению эндогенных пожаров является степень самовозгораемости, то, учитывая выше приведенную неоднозначность ее определения, при определении инкубационного периода, рекомендуется учитывать статистические показатели натурных наблюдений на разрезе. Если в результате натурных исследований будет установлено, что скопление твердых горючих ископаемых показали себя химически активными, время стояния вскрытого угольного пласта до начальных признаков самонагрева менее установленного инкубационного периода – не 180 суток, а 120 суток, то категорию пожароопасности следует повысить.

Комплекс мероприятий, направленных на профилактику самовозгорания угля, разработанный с учетом фактической пожароопасности разреза позволит снизить риск возникновения эндогенных пожаров и повысить уровень промышленной безопасности.

### Список литературы

1. Маевская В. М. Каталог углей шахтопластов Кузнецкого бассейна по степени их склонности к самовозгоранию. М.: Недра, 1981.
2. Руководство по использованию комплекса техногенных мероприятий для профилактики и тушения пожаров на разрезах. НИИОГР - Челябинск, 1994.

### References

1 Maevckay V.M. The catalogue of coal miners of the Kuznetskii basin according to the degree of their tendency to self-combustion. M.: Subsoil, 1981.

2 Operating instructions of a complex of technogenic actions for prevention and fire fighting on cuts. NIIOGR - Chelyabinsk, 1994.