

К ВОПРОСУ О САМОВОЗГОРАНИИ УГЛЕЙ

канд.тех. наук П.Б.Преображенский,
канд. хим.наук Т.П. Яковлева, канд. хим. наук А.А. Киреев
(представлено докт.техн.наук В.П. Пулятиным)

Проанализированы основные факторы, влияющие на процессы самовозгорания углей, и теории, описывающие такие процессы. Предложены перспективные направления продолжения исследований в данной области.

В настоящее время на Украине одним из наиболее ценных видов топлива являются каменные угли. Однако этот вид топлива обладает одним существенным недостатком: при его длительном хранении в отвалах, а также на складах на территории углефабрик, коксохимических заводов, различных ТЭС уголь может самовозгораться. Способность углей к самовозгоранию приводит к необходимости регламентировать требования по пожарной безопасности к складам угля. Так, в правилах пожарной безопасности Украины в разделе 7 регламентированы требования к складам угля и торфа. Однако эти требования носят общий характер. Некоторые методы и способы предотвращения самовозгорания углей описаны в специальной литературе [1-3].

К сожалению, до настоящего времени механизм самовозгорания углей до конца не раскрыт, что мешает разработке эффективных методов борьбы с этим явлением. Раскрытие механизма самовозгорания углей и разработка на этой основе методов повышения пожаробезопасности хранения углей приведет не только к снижению материальных убытков от потерь угля, но и к улучшению экологической обстановки в местах добычи и хранения больших количеств угля.

Способность углей к самовозгоранию вытекает из особенностей их состава, строения и свойств [4-5]. Так как при добыче в угли попадают различные минеральные примеси, то они представляют собой многокомпонентные смеси веществ органического и неорганического происхождения. Склонность углей к самовозгоранию зависит как от характера непосредственно угля, так и от характера и количества примесей, попавших в него. Установлена прямая связь способности углей к самовозгоранию со степенью зрелости углей – чем старше уголь, т.е. чем больше степень его метаморфизма, тем меньше способность угля к самовозгоранию [6].

Процесс окисления углей в естественных условиях имеет ряд общих закономерностей, которые отражены на рисунке [7].



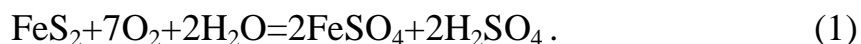
Рисунок 1 – Зависимость температуры угля от времени его хранения

Соприкасаясь с воздухом в естественных условиях, уголь в течение некоторого периода времени не обнаруживает видимых результатов протекания процессов окисления. В этот период, называемый "скрытой подготовкой", хотя в угле и протекают медленные окислительные процессы, выделяющееся тепло столь незначительно, что успевает рассеяться в окружающем пространстве, в следствие чего температура угля практически не повышается. За периодом "скрытой подготовки" следует период самонагревания, характеризующийся ускорением процессов окисления и началом подъёма температуры в угольном массиве. И если при этом процесс теплоотвода недостаточен - рост температуры угля продолжается и по достижении критической температуры (60°C) скорость окисления угля резко возрастает, что приводит к его самовозгоранию. Если в процессе самонагревания угля каким-либо способом усилить отвод тепла от угольной массы, можно снизить интенсивность окислительных процессов и перевести весь процесс в стадию охлаждения (выветривания).

В настоящее время существует несколько теорий самовозгорания угля – электрохимическая, фенольная, пероксидная, бактериальная и ряд других [4,8–12]. Так например, согласно пероксидной теории, поглощенный углем кислород образует с органической частью угля пероксидные соединения, легко распадающиеся и выделяющие кислород в активной форме. Такой активный кислород энергично окисляет вещество угля, что сопровождается выделением тепла и саморазогреванием угля.

Многие авторы отводят ключевую роль в процессах окисления угля и их самовозгорания минеральной составляющей углей, особенно

сульфидным соединениям железа (пиритам). Так согласно работам [9-10], пирит (и вообще ионы Fe^{2+}) оказывают каталитическое действие на процесс окисления углей, причем, в присутствии влаги (в порах угля) процесс протекает ещё более интенсивно. Влага конденсируется в порах угля, кислород растворяется в ней и подходит к поверхности угля. В присутствии влаги и кислорода пирит окисляется до сульфата железа



Эта реакция протекает со значительным выделением тепла, что приводит к саморазогреву как самого пирита, так и угля.

Согласно гипотезе, выдвинутой Стадниковым Г.Л. [11], причиной самовозгорания углей являются содержащиеся в них примеси глинистых пород, в которых имеется примесь восстановленного железа, являющегося катализатором процесса окисления органических соединений угля.

В соответствии с одной из последних – электрохимической концепцией [12], инициатором процесса самовозгорания угля являются ионы двухвалентного железа, которые участвуют в электрохимических процессах в толще влажного угля. Авторы данной концепции делают следующие выводы:

- уголь можно рассматривать как блок гальванических элементов;
- весь процесс развития очага самовозгорания угля можно разделить на несколько стадий;
- на первой стадии в угле работают концентрационные гальванические элементы;
- на второй стадии в угле работают кислородно-водородные элементы, процесс окисления угля ускоряется и температура поднимается до 40-60 °С;
- третья стадия характеризуется высокой интенсивностью всех протекающих в угольной массе реакций, что приводит к подъему температуры в очагах возгорания до 450-500 °С.

Наконец, при 530-650 °С происходит самовозгорание летучих продуктов деструкции угля в газовой фазе.

До настоящего времени для предотвращения или ослабления процессов окисления углей на практике использовались только две группы методов, основанные на следующих двух принципах:

- предотвращение (или ограничение) доступа воздуха к углям;
- увеличение теплоотвода от углей.

К методам, основанным на первом принципе, можно отнести следующие:

- уплотнение (трамбование) углей;

- равномерное распределение мелких зерен среди крупных кусков;
- покрытие поверхности зерен углей воздухонепроницаемой пленкой.

Что касается увеличения теплоотода от углей, оно достигается несколькими способами: интенсивным проветриванием штабелей, закладкой штабелей в зимнее время на ледяное основание, ограничением штабеля по высоте.

Необходимо отметить, что несмотря на длительную историю изучения процессов самовозгорания углей, теорию таких процессов нельзя считать завершённой и работы в этом направлении должны быть продолжены. В частности, до настоящего времени недостаточно внимания уделялось подбору ингибиторов окисления углей и, по видимому, это направление исследований необходимо в ближайшее время расширить.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Справочник по обогащению углей. / Под ред. И.С.Благова. – М.: Недра, 1984.– 614 с.
- 2 Умнов А.Е. Организация труда и противопожарная защита в горнорудной промышленности.– М.: Недра, 1985.– 305 с.
- 3 Алексеев М.В. Основы пожарной безопасности.– М.: Высш.школа, 1971.– 286 с.
- 4 Аронов С.Г., Нестеренко Л.Л. Химия твёрдых горючих ископаемых.– Харьков: Изд-во ХГУ, 1960.– 372 с.
- 5 Химические вещества в угле. Пер с нем. Под ред. И.В. Калечица.– М.: Химия, 1980.– 616 с.
- 6 Демидов П.Г., Шандыба В.А., Щеглов П.П. Горение и свойства горючих веществ.– М.:Химия, 1981.– 272 с.
- 7 Веселовский В.С. Химическая природа горючих ископаемых.– М.: Изд-во АН СССР, 1955.– 350 с.
- 8 Саранчук В.И., Тенурова Г.П., Селяненко В.К. Изменения свойств углей при химических и физических воздействиях. / Сб. научн. трудов.– К.: Наукова думка, 1984. – С.3–18.
- 9 Проблемы катализа в углехимии. / Сб. научн. статей. АН Украины.– К.: Наукова думка, 1992.– С.195–199.
- 10 Химия и переработка топлив. Сб. научн. трудов.– М.: ИГИ, 1974.– С. 25–33.
- 11 Стадников Л.Г. Самовозгорающиеся угли и породы, их геохимическая характеристика и методы опознания.– М.: Углехимиздат, 1956.– 324 с.
- 12 Пашковский П.С., Кравец В.М. Уголь Украины., 1995, №6, с. 38–39.