

УДК 622.822:541.128.24

Ф.А. Гольнская

ХАРАКТЕРИСТИКА НАИБОЛЕЕ ДЕЙСТВЕННЫХ ФАКТОРОВ САМОВОЗГОРАНИЯ УГЛЕЙ В ПЛАСТАХ

Проведено исследование склонности углей к самовозгоранию по фактору «степень метаморфизма» сводилось к получению характеристики активности углей к окислению и самовозгоранию в ряду углефикации от бурых до антрацитов. Результаты этого анализа в целом подтвердили положение о снижении предрасположенности углей к самовозгоранию с повышением степени углефикации.

Ключевые слова: уголь, тектоническая нарушенность, сернистость, фюзинит, самовозгорание, температурный градиент.

Процессы, приводящие к самовозгоранию углей в пластах в естественных условиях, обусловлены комплексом геологических факторов, среди которых наиболее действенными являются мощность угольного пласта, его строение и глубина залегания, характер вмещающих пород, тектоническая нарушенность, вещественный состав углей.

Установлено, что с увеличением мощности угольного пласта повышается теплоизоляционное действие угля, препятствующее оттоку тепла, образовавшегося в результате его окисления, а также увеличивается содержание минералов и органических микроэлементов, инициирующих самовозгорание углей (рис. 1).

В Подмосковном бассейне, где наиболее часты случаи самовозгорания углей, при средней мощности угольных пластов 1,4—2,8 м, в местах раздувов и карстовой нарушенности она может достигать 6,5 м. При этом существенно увеличивается число породных прослоев, с которыми связана интенсивная сульфидная минерализация. Наблюдения показали, что более 2/3 пожаров от самовозгорания углей в бассейне происходили в пластах

мощностью более 3,0 м. Следует отметить, что 85 % опробованных углей из этих пластов отличались высокой сернистостью (S_t^d 2,5–4,0 %) высоким содержанием микрокомпонентов группы фюзинита (до 25 %). Аналогичная закономерность наблюдается также в Челябинском, Кизеловском, Карагандинском и других бассейнах.

Влияние глубины залегания угольного пласта на самовозгорание углей рассматривалось в двух аспектах. С одной стороны, известно, что в результате роста температурного гради-

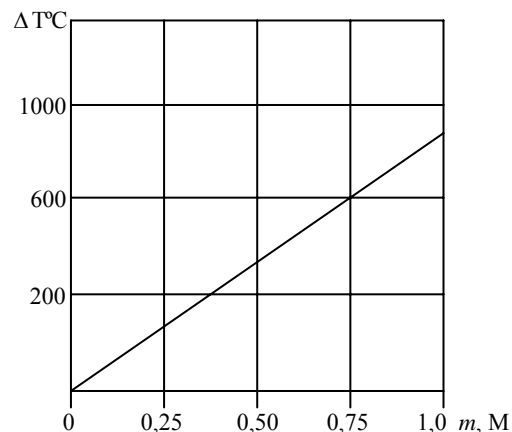


Рис. 1. Зависимость повышения температуры угля от мощности угольного пласта (Донецкий бассейн) [1]

ента с глубиной увеличивается и температура угля, приближаясь к критической по самовозгоранию. С другой стороны, вблизи земной поверхности опасность самовозгорания увеличивается вследствие проникновения воздуха, что обусловлено повышенной трещиноватостью на глубину 50 м и более.

В угольных районах, где проводились планомерные исследования самовозгорания углей в открытых разработках, оно почти везде было отмечено. Так, в Канско-Ачинском бассейне за пятилетний период наблюдений на угольном разрезе «Березовский-1» произошло 48 случаев самовозгорания углей, на угольном разрезе «Восточный» — 91.

Исследование связи строения угольного пласта с самовозгоранием углей показало, что оно приурочено к зонам расщепления и зонам сближенных пластов, а также участкам пережимов и раздутый пласта. Установлено, что сложно построенные угольные пласты более расположены к обрушению и образованию измельченной массы угля, что приводит к его активному окислению и самовозгоранию.

Например, в Карагандинском бассейне в ашлярикской свите, к которой приурочен опасный по самовозгоранию пласт a_5 , угольные пласты включают до десятка сантиметровых породных прослоев (аргиллиты, алевролиты, реже песчаники). Наличие этих породных прослоев обусловило неустойчивость более $2/3$ всех пластов свиты, что, в свою очередь, привело к их раздавливанию и разрушению, т.е. возникновению пожароопасной зоны.

Вмещающие породы. Изучение вмещающих пород в связи с самовозгоранием углей осуществлялось с трех различных позиций.

Первая позиция — исследование вмещающих пород с точки зрения их теплопроводных свойств. В том случае, если вмещающие породы представляют собой хороший проводник тепла, то выделившаяся при окислении угля теплота рассеивается в окружающую угольный пласт среду со скоростью равной ее образованию, то есть накопление тепла и повышение температуры угля не происходит. Значительной теплопроводностью обладают пески и песчаники. Гораздо ниже теплопроводность у аргиллитов и алевролитов, углистых и слюдястых сланцев.

Вторая позиция — связана с гипотезой, выдвинутой Г.Л. Стадниковым и поддерживаемой некоторыми учеными. По его мнению, в зависимости от того, какие породы располагаются в кровле и в почве, пласт может быть склонен или несклонен к самовозгоранию. Например, если маломощный пласт простого строения имеет в кровле и подошве аргиллиты, то есть уголь непосредственно контактирует со вмещающими породами, самовозгорание исключается. Если же в том же пласте между углем и кровлей появляется слой углистой глины, то создается опасность самовозгорания [4].

Третья позиция — физико-механические свойства вмещающих пород. Считают, что пласты угля, в кровле которых залегают крепкие трещиноватые породы, а также крепкие породы в почве, более подвержены самовозгоранию, чем пласты угля, имеющие устойчивую вязкую кровлю и мягкую пластичную почву.

Сопоставление результатов изучения вмещающих пород по керновым пробам и в обнажениях горных выработок в разных бассейнах указывает на то, что рыхлые породы в кровле являются проводником к угольному

веществу кислорода и влаги, а также, в результате обрушения и проседания создавать скопления измельченной смеси породы угля, опасной по самовозгоранию.

Так, в Подмосковном бассейне, где угольные пласты не были подвержены интенсивной тектонической нарушенности и имеют почти горизонтальное залегание слоев, большое значение в процессе самовозгорания углей приобретают вмещающие породы. В кровле и почве угольных пластов залегают преимущественно глины, реже — мелкозернистые обводненные пески. На Западно-Шекинском месторождении, где более 50 % пород кровли составляют пески, исследования в очагах самовозгорания углей подтверждают выдвинутые предположения: в 80 % случаев эндогенных пожаров в кровле обнаружены песчаные породы.

Нарушенность угольных пластов, как известно, обусловлена двумя причинами: тектоническими движениями земной коры в постформационный период и карстовыми процессами в подстилающих угольный пласт породах. Исследования в бассейнах, где распространены тектонические нарушения, была обнаружена связь этих нарушений с самовозгоранием углей. Например, в Донецком бассейне на шахтах им. Засядько, им. Орджоникидзе и др. пожары возникали только в местах тектонической нарушенности, на шахте Кондратьевка-Новая 11 пожаров из 14 произошли в местах тектонических нарушений пласта m_3 и т.д.

Установлено, что в местах тектонической нарушенности угли заметно меняют свои физико-химические свойства. Э. Штах и др. (1978) считают, что опасность возгорания существенно увеличивается с уменьшением гранулометрического состава

(класса) угля и, таким образом, наиболее вероятным является возникновение самопроизвольного возгорания «в тектонически нарушенных зонах, а не в сохраняющем целостность пласте» [5].

Интенсивной тектонической нарушенностью характеризуется Прокопьевско-Киселевский район Кузбасса, в котором отмечен высокий уровень пожароопасности. В зоне тектонических нарушений этого района угольные пласты смяты в многочисленные и крутые складки, осложненные множеством дизъюнктивов, неоднократно повторяющихся на уровне рабочих горизонтов действующих шахт. Примером интенсивной тектонической нарушенности является Прокопьевское месторождение, на которое приходится две трети пожаров от самовозгорания углей.

Разностороннему анализу было подвергнуто *вещество угля* с целью определения степени влияния на самовозгорание влаги углей, минерального состава, дисульфидов железа.

Установлено, что в сухих образцах угля тепловой обмен, вызываемый окислителем, имеет одинаковый характер как в угле, так и в пирите. Однако если уголь увлажнить, то реакционная способность угля удвоится, а реакционная способность тонкодисперсного пирита возрастет в 10 раз. Эти результаты позволяют сделать вывод о том, что *влага* является одним из важнейших параметров влияния на реакцию окисления и самовозгорания углей.

Исследования подмосковных углей показали, что влага оказывает существенное влияние на их окислительные свойства. При изменении влажности этих углей их химическая активность может возрастать или снижаться в 2 — 3 раза.

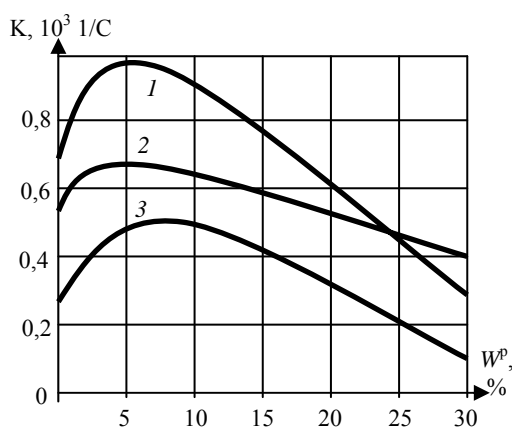


Рис. 2. Зависимость окислительной активности от влажности углей Подмосковного бассейна [3]:

1 — кларен; 2 — кларено-дюрен; 3 — дюрены

В процессе потери углем влаги при высушивании химическая активность его сначала резко увеличивается, а затем постепенно снижается (рис. 2).

В Челябинском бурoughольном бассейне для оценки количественной стороны влияния влажности на процесс окисления были проведены специальные исследования применительно к конкретным углям этого бассейна (ш. 17, 21, 22, 42, «Капитальная», 4/6). В результате было установлено, что при высушивании угля количество выделяемого тепла резко увеличивается. Это объясняется повышенной сорбцией кислорода при увеличении реагирующей поверхности и склонности угля к самовозгоранию.

Минеральное вещество, связанное с углем, как показали испытания, действует как потребитель тепла. В то же время, с увеличением минеральной части углей возрастает вероятность наличия в них активных к окислению минералов, например, *сульфидов железа*. О количестве сульфидов железа в углях косвенным образом судили по содержанию в них общей серы. Роль

в инициировании самовозгорания состоит в химическом воздействии на уголь продуктов окисления пирита, например, свободной серной кислоты, в результате чего образуются «активные сульфопроизводные» угля, обладающие повышенной активностью по сравнению с исходным углем. В угольных бассейнах с высокими значениями общей серы обнаруживают прямую зависимость от этого фактора самовозгораемости углей. Базовые исследования этого вопроса в самых различных аспектах были проведены в Донецком бассейне. Содержание общей серы в этом бассейне достигает в отдельных пластах весьма высоких значений. Например, пласт k_3 — 6,58 % (ш. 1/2), пласт k_8 — 4,85 % (ш. «Кременная-Западная») и 5,47 % (ш. им. Мельникова) и др. Детальные статистические и аналитические исследования показали прямую зависимость склонности углей к самовозгоранию от содержания в них общей серы. В Подмосковном бассейне изучение кернового материала и наблюдения в горных выработках показали, что в самовозгорание происходит в угле, содержащем мелкодисперсный марказит.

Микрокомпонентный состав органической части углей. Этот фактор вызывает до настоящего времени наиболее противоречивые суждения исследователей. Первые физико-химические опыты с литотипами показали, что они с разной интенсивностью окисляются. Например, замечено, что фюзен химически малоактивен, но играет роль хорошего сорбента кислорода воздуха, и в контакте с химически активным витреном способствует интенсификации процесса окисления последнего.

Э. Штах указывает на то, что «витринит независимо от степени метаморфизма всегда наиболее воспри-

имчив (чем фюзинит) к самопроизвольному возгоранию».

Подтверждением этого являются исследования И.В. Еремина, В.В. Лебедева и Д.А. Цикарева петрографического состава углей различной стадии метаморфизма, которое показало, что с увеличением содержания фюзинита и уменьшением витринита склонность углей к самовозгоранию повышается. Фюзинит дает импульс развитию процесса самовозгорания угля, но, наряду с лип-

тинитом, более устойчив к окислению, чем витринит [2].

Исследование склонности углей к самовозгоранию по фактору «степень метаморфизма» сводилось к получению характеристики активности углей к окислению и самовозгоранию в ряду углефикации от бурых до антрацитов. Результаты этого анализа в целом подтвердили положение о снижении предрасположенности углей к самовозгоранию с повышением степени углефикации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Веселовский В.С., Виноградова Л.П., Орлеанская Г.Л. Прогноз и профилактика эндогенных пожаров. — М.: 1975. — С. 5—84.
2. Еремин И.В., Лебедев В.В., Цикарев Д.А. Петрографические и физические свойства углей. — М.: Недра, 1980. — С. 79, 193.
3. Захаров Е.И. Прогноз и обнаружение самовозгорания угля на ранней стадии его развития // Дисс. на соиск. уч. степ. докт. техн. наук: Тула, 1989. — С. 3—10, 29—43, 200—205.
4. Стадников Г.Л. Самовозгорающиеся угли и породы, их геохимическая характеристика и метод распознавания. — М.: Углетехиздат, 1956. — С. 3—56, 326—340.
5. Штах Э., Маковски М.Т., Тайхмюллер М., Тейлор Т., Чандра Д., Тайхмюллер Р. Петрология углей. — М.: Мир, 1978. — С. 456—458. **ИЛАС**

Коротко об авторе

Гольнская Ф.А. — кандидат геолого-минералогических наук, доцент,
Московский государственный горный университет
Moscow State Mining University, Russia, ud@msmu.ru



ДИССЕРТАЦИИ

ТЕКУЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ЗАЩИТАХ ДИССЕРТАЦИЙ ПО ГОРНОМУ ДЕЛУ И СМЕЖНЫМ ВОПРОСАМ

Автор	Название работы	Специальность	Ученая степень
ЧИТИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
ДЯДИН Валерий Иванович	Обоснование и разработка метода электродинамической сепарации труднообогатимых металлоносных песков	25.00.13	к.т.н.