

УДК 622.82:552.57

Ф.А. Голынская

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ ВЛАГИ НА ПРОЦЕСС САМОВОЗГОРАНИЯ УГЛЕЙ

Генетическая влага в углях – неотъемлемый компонент, участвующий в процессах, приводящих к их самовозгоранию. Аналитическая влага W_a участвует в окислительных эндотермических реакциях как с органическими, так и неорганическими соединениями в угольном веществе. Угли Подмосковного бассейна при значениях W_a от 10 до 15 % становятся опасными по самовозгоранию.

Ключевые слова: генетическая влага, самовозгорание углей, влажность, окислительная активность, сульфиды железа.

Вопрос о влиянии влаги на самовозгорание углей в научной литературе конца XIX – начала XX века вызвал много дискуссий. В этот период существовали различные взгляды на эту проблему.

Одни ученые утверждали, что угли «под влиянием влажности разогреваются», другие напротив, считали, что влажность или сырая погода мало влияют на самовозгорание [1, 2].

Дальнейшие исследования показали, что для нормального течения реакции окисления углей необходимо присутствие воды, так как «при условии совершенного отсутствия влаги не образуются комплексные соединения». Присутствие влаги повышает реакционную способность системы уголь – воздух при любых температурных условиях. Влажный воздух окисляет уголь в 1,5 раза быстрее, чем сухой. [3].

К середине 50-х гг. XX столетия в результате комплексных исследований было экспериментально подтверждено, что влажность – это один из факторов, существенно влияющих на возникновение и развитие процесса самовозгорания ископаемых углей. Однако механизм

воздействия влажности угля на эти процессы до настоящего времени еще недостаточно выяснен. Это воздействие может быть как физическим, так и химическим, как прямым, так и косвенным. Степень его, а также знак могут различаться в зависимости от условий, рода и степени увлажненности угля.

В естественных условиях уголь в недрах сильно увлажнен. На высокие значения влажности бурых углей влияет не только вода, привнесенная самими растениями. Торфяные отложения формируются в условиях максимальной влажности и содержат значительные количества воды, что сказывается на качестве угля, образованного на последующих стадиях углеобразования.

В пласте уголь содержит больше воды, чем соответствует его природе. Эта влага включает влагу внешнюю, значения которой весьма непостоянны у одного и того же угля во времени и пространстве и которая легко удаляется высушиванием в лабораторных условиях. Влага аналитическая связана, главным образом, с органическим веществом и отчасти с минеральными компонентами. Большая часть воды коллоидно

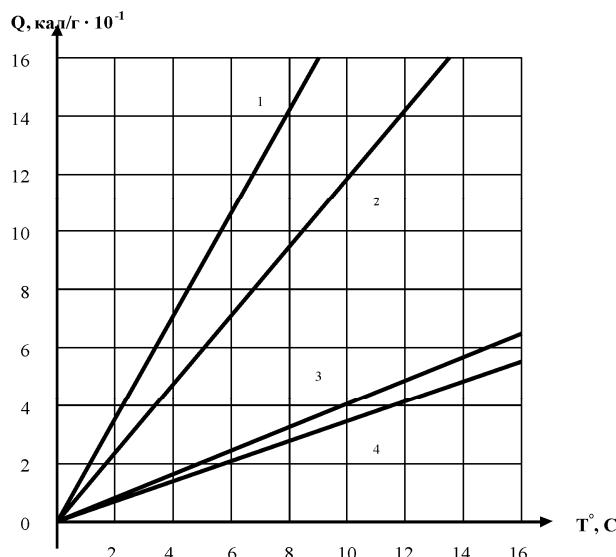


Рис. 1. Зависимость выделения тепловой энергии и изменения температуры угля от увлажнения угля:
1, 2 - при высушивании угля; 3, 4 - при увлажнении угля
(Челябинский бассейн)

связана с органическим веществом. Количество этой воды определяется природой коллоида и давлением паров воды в атмосфере. Таким образом, эта влага и есть собственно генетическая. Она имеет более прочные связи с веществом угля, и ее значения более стабильны. По этой причине большинство ученых при исследовании влаги как инициатора самовозгорания углей определяет аналитическую влагу W^a .

Однако влага, приобретенная углами при затоплении шахт, – влага внешняя. Этот вид влаги в связи с ее значительной изменчивостью в зависимости от внешних условий не может дать достаточно достоверную качественную характеристику самовозгорающихся углей.

В этом отношении интересны результаты изучения Г.Г. Бессолицыной и В.Е. Денисенко (1974) роли влаги в тепловом балансе самонагревающего-

ся угля в Челябинском буровольном бассейне. По данным Т.А. Зикеева (1957), рабочая влага W_t^r челябинских углей изменяется от 16 до 23 %, в среднем составляет 17 %; влага аналитическая – 9 %. Как видим, влажность этих углей достаточно высокая.

Исследователи утверждают, что на тепловой баланс окисления угля оказывает влияние как влажность самого угля, так и влажность проходящего через него воздуха. Для оценки количественной стороны влияния влажности на процесс окисления были проведены специальные исследования применительно к конкретным углям Челябинского бассей-

на (ш. 17, 21, 22, 42, «Капитальная», 4/6). В результате было установлено, что при высушивании угля количество выделяемого тепла резко увеличивается (рис. 1). Это объясняется повышенной сорбцией кислорода при увеличении реагирующей поверхности и склонности угля к самовозгоранию. Ученые подсчитали, что тепло, полученное за счет поглощения влаги из воздуха сухим углем, составляло 10 – 16 % общего количества выделившегося тепла. В редких случаях, когда уголь практически обезвожен (менее 0,5 % W^a), тепло, образованное в результате сорбции водных паров, может достигать 20 %.

В результате этих исследований Г.Г. Бессолицына и В.Е. Денисенко приходят к выводу, что наличие влаги в воздухе интенсифицирует процесс самовозгорания челябинского угля при влажности последнего 5 % и более. Количество тепла, выделяемого

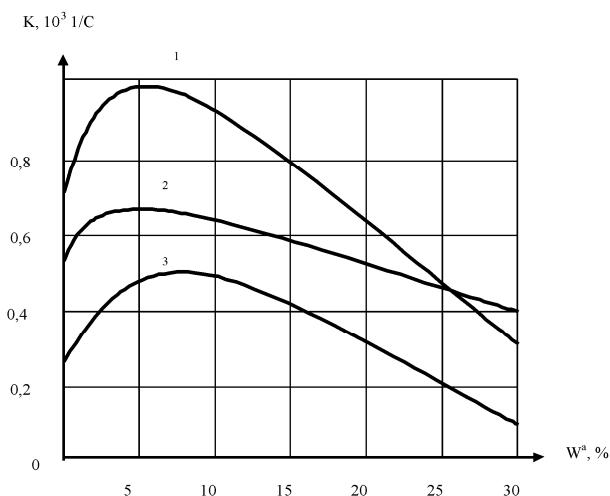


Рис. 2. Зависимость окислительной активности от влажности углей Подмосковного бассейна: 1 – кла-рен; 2 – клацено-дюрен; 3 – дюрен

при поглощении влаги из насыщенного водяными парами воздуха углем, составляет приблизительно 10 – 16 % от общего количества тепла, образованного в результате сорбции кислорода и влаги. С увеличением влажности угля процесс влагообмена затормаживается, тепловой эффект за счет сорбции водяных паров снижается и при $W^a = 10 – 20$ % практически отсутствует [7].

Экспериментально доказано повышение предрасположенности к самовозгоранию углей с высокой влажностью, имеющих повышенные содержания сульфидов железа. На это указывают экспериментальные исследования Н. Мънзнер, который при изучении влияния сульфидов на самовозгорание углей обнаружил, что его реакционная способность при увлажнении увеличивается в 2 раза, а тонкодисперсного пирита (0,06 мм) – в 10 раз [9].

В.С. Веселовский с сотрудниками (1976) также исследовал закономерности окисления сульфидов в углях

и пришел к выводу, что в отсутствие влаги сульфидные минералы окисляются очень медленно. При увеличении влажности скорость сорбции сначала быстро увеличивается, а затем наступает как бы насыщение, т.е. при дальнейшем увлажнении скорость сорбции остается постоянной.

Количественное значение влажности, при которой происходит насыщение, различно в зависимости от природы сульфидных минералов и степени их измельчения.

Содержание влаги в углях, как известно, находится в прямой зависимости от степени углефикации, с повышением которой содержание ее в угле снижается. По этой причине в процессе самовозгорания бурых углей фактор влажности приобретает важную роль.

Зависимость самовозгорания от содержания влаги была показана при исследовании бурых углей Подмосковного бассейна. Влага общая в этих углях колеблется от 30 до 38 %, в среднем составляет 32 %; W^a – от 7 до 25 %, в среднем – 18 %. В результате проведенных экспериментальных

исследований установлено, что влага оказывает существенное влияние на окислительные свойства подмосковных углей. При изменении влажности углей их химическая активность может возрастать или снижаться в 2 – 3 раза. В процессе потери углем влаги при высушивании химическая активность его сначала резко увеличивается, а затем постепенно снижается (рис. 2). Эти ре-

зультаты подтверждают выводы С.П. Панасейко о существовании «критической» влажности углей, при которой скорость их окисления максимальна. Для подмосковных углей по результатам исследований «критическая» влажность находится в пределах 7,8 – 10,5 % и в среднем – 9,2 %. Зависимость химической активности углей от их влажности объясняется «катализитическим действием на процесс окисления гигроскопической влаги и торможением переноса кислорода к углю свободной и капиллярной влагой» [10].

Проведенные позднее наблюдения и статистические исследования (Ф.А. Голынская, 1997) влияния влажности на самовозгорание углей месторождений Подмосковного бассейна, в том числе и в очагах самовозгорания, дали результаты, которые в целом подтверждают мысль о некотором интервале оптимальных значений W^a , при которых опасность угля в отношении самовозгорания увеличивается. Влага аналитическая (W^a) этих углей в среднем составляет 12 – 21 %. В очагах самовозгорания Западно-Щекинского месторождения у почти 90 % углей влажность колеблется в интервале от 10 до 15 %, в среднем – 12 %. Влажность выше 15 % встречена в 9 % очагов. По данным геологоразведки установлено, что влажность в более чем половине вскрытых скважинами углей этого месторождения составляет 10 – 15 %.

В противоположность этому, на неопасном по самовозгоранию Грязловском месторождении влажность от 10 до 15 % встречена только в трети вскрытых скважин, а в остальных ее значения не превышали 10 %. Как видим, угли с W^a от 10 до 15 % на данном месторождении

встречаются почти в 2,5 раза реже, чем на Западно-Щекинском месторождении, и в 3 раза, чем в очагах самовозгорания.

Было установлено, что на опасных по самовозгоранию месторождениях влажность в среднем составляет 10,5 %, что существенно ниже, чем на малоопасных (14,5 %) и на неопасных по самовозгоранию (12 %) месторождениях. Более 70 % месторождений, опасных по самовозгоранию, имеют W^a в интервале от 10 до 15 %, в то время, как у малоопасных лишь половина попадает в этот интервал. Таким образом, в Подмосковном бассейне при значениях W^a в углях в интервале от 10 до 15 % они становятся опасными по самовозгоранию [8].

Таким образом, экспериментально доказано, что влага играет важную роль в процессе самонагревания и самовозгорания углей, но в зависимости от формы содержания в углях и количественного соотношения к общей его массе, может инициировать самовозгорание или, наоборот, препятствовать этому процессу. Интенсивное увлажнение угля, выраженное высокими значениями общей влаги W_t^r , заполняющей каналы проникновения кислорода к угольной массе, препятствует окислительному процессу. Гигроскопическая влага, количественное соотношение которой выражается влагой аналитической W^a , участвует в окислительных эндотермических реакциях как с органическими, так и неорганическими соединениями в угольном веществе. При высоких значениях и разбросе параметров влажности в бурых углях по этому фактору можно дифференцировать угли по степени опасности самовозгорания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бессолицына Г.Г., Денисенко В.Е. Роль влаги в тепловом балансе самонагревания углей // Сб. «Соверш. техн. и технол. подзем. добычи угля в Челяб. бассейне». - Челябинск: НИИГР, 1974. - Вып.4. - С. 44-49.
2. Голынская Ф.А. Геологические факторы самовозгорания углей в пластах южного крыла Подмосковного бассейна // Дисс. на соиск. уч. степ. канд. геол.-минер. наук: М., МГУ, 1997. - 190 с.
3. Методическое руководство по прогнозу самовозгорания угольных пластов в зависимости от их газоносности / сост. Веселовский В.С., Виноградова Л.П., Орлеанская Г.Л., Терпогосова Е.А., Одноколова Л.В., Сухова Л.Ф. - М.: ИГД им. А.А. Скочинского, 1976. - 31 с.
4. Стадников Г.Л. Самовозгорающиеся угли и породы, их геохимическая характеристика и метод распознавания. - М.: Углепетехиздат, 1956. - С. 3-56, 326-340.
5. Munsner H. Der Einschluß von Fremdstoffen auf das Selbstentzündungsverhalten von Steinkohle. Teil III: Einfluß der Pyrits.// Glukauf - Forschungsh., 1972. - 33, N 3. - S. 116-120.
6. Richters E. Ueber die Veränderung welche die Steinkohlen beim Lagern an der Luft erleiden // Politechnisches Journal von E. Dingler, 1870. - Bd. 195, H. 4. - S.315-331.
7. Fayol H. Etudes sur l'alteration et la combustion spontanée de la houille exposée à l'air // Bull. Soc. De l'Ind. Miner., Second series, 1879. - 8 (3). - P. 41. **ГЛАБ**

КОРОТКО ОБ АВТОРЕ

Голынская Фарида Асхатовна – кандидат геолого-минералогических наук, доцент, firagol@yandex.ru,
Московский государственный горный университет,
Moscow State Mining University, Russia, ud@msmu.ru



ГОРНАЯ КНИГА



Освоение техногенных массивов на горных предприятиях

А.М. Гальперин, Ю.И. Кутепов, Ю.В. Кириченко, А.В. Киянец,
А.В. Крючков, В.С. Круподеров, В.В. Мосейкин,
В.П. Жариков, В.В. Семенов, Х. Клапперих,
Н. Тамашкович, Х. Чешлок

2012 г.

336 с.

ISBN: 978-5-98672-311-2

UDK: 622:577.4; 624.131.1:550.4

Отмечен существенный негативный вклад техногенных массивов на горных предприятиях в нарушение окружающей среды и определены направления их экологически безопасного освоения. Приведена характеристика горно-промышленных регионов с различными направлениями освоения техногенных массивов в России и Германии.

Для специалистов горного дела, в области геоэкологии и смежных специальностей. Может быть полезна студентам вузов, а также учащимся средних специальных учебных заведений горного профиля.