

## ОБ ИССЛЕДОВАНИИ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОГО ОКИСЛЕНИЯ БУРОГО УГЛЯ

К. Г. КУЗНЕЦОВ

(Представлена заслуженным деятелем науки и техники  
профессором доктором И. Н. Бутаковым)

При изучении процесса низкотемпературного окисления углей ранее было установлено, что скорость присоединения кислорода монотонно снижается [1, 2], а скорость выделения газообразных продуктов окисления растет по мере увеличения концентрации кислородсодержащих атомных групп [3, 4]. В результате устанавливается равновесие. При этом предполагалось, что на освобождаемой после удаления продуктов распада поверхности происходит вторичное образование кислородсодержащих групп, по термической устойчивости идентичных с ранее распавшими (первичными). Для описания кинетики процесса окисления были предложены математические выражения [3, 4], основу которых составляет известное уравнение Ленгмюра. Однако большинство исследований проводилось с углями, содержащими до опыта малое количество кислорода (электродный уголь, кокс и др.).

Бурые угли всегда в значительной мере окислены и содержат 20—25% кислорода до укладки их в штабель. Очевидно, что «исходные» активные кислородсодержащие атомные группы должны оказывать влияние на процесс. В настоящей работе рассматривается вопрос кинетики окисления бурого угля. Исследования проводились с углем Назаровского месторождения, технический и элементарный анализы которого представлены в табл. 1. Опыты проводились в установке, схема которой приведена на рис. 1. Воздух, очищенный от влаги и углекислоты пропусканием его через *U*-образные трубки с аскаритом и змеевик с концентрированной кислотой, поступал в подогреватель, где подогревался до требуемой температуры, и затем подавался в сосуд с углем.

Таблица 1

Наименование	$Q_{об}^a$ , ккал/кг	$W^a$ , %	$A^a$ , %	$C^a$ , %	$H^a$ , %	$O^a+N^a$ , %	$S^a_{об}$ , %
Исходный уголь	5053	15,47	7,32	55,07	3,79	18,02	0,94

Уголь, измельченный до 0,25—1 мм, предварительно доводился до постоянного веса в токе сухого азота при температуре 105°, затем термостатировался при этой же температуре. Вес навески составлял 50—60 г. Газообразные продукты окисления проходили через змеевик с сер-

ной кислотой и U-образные трубки с аскаритом, по изменению веса последних определялось количество воды и углекислоты, выделяющихся во время опыта. Количество присоединенного кислорода определялось

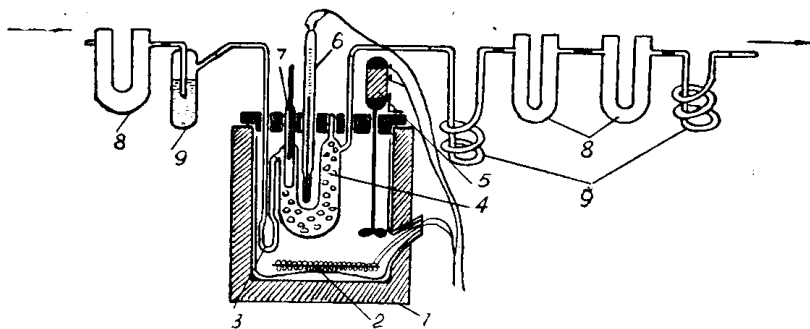


Рис. 1. Установка для окисления угля: 1 — термостат; 2 — нагреватель; 3 — подогреватель воздуха; 4 — навеска; 5 — мешалка; 6 — контактный термометр; 7 — ртутный термометр; 8 — аскарит; 9 — серная кислота.

но разности между изменением веса навески и количеством газообразных продуктов окисления. Время окисления составляло 1100—1200 часов. Опыты проводились как в воздушной, так и в азотной средах. Результаты наблюдений показали (рис. 2, кривая 2), что характер изменения кривой выхода газообразных продуктов отличается от харак-

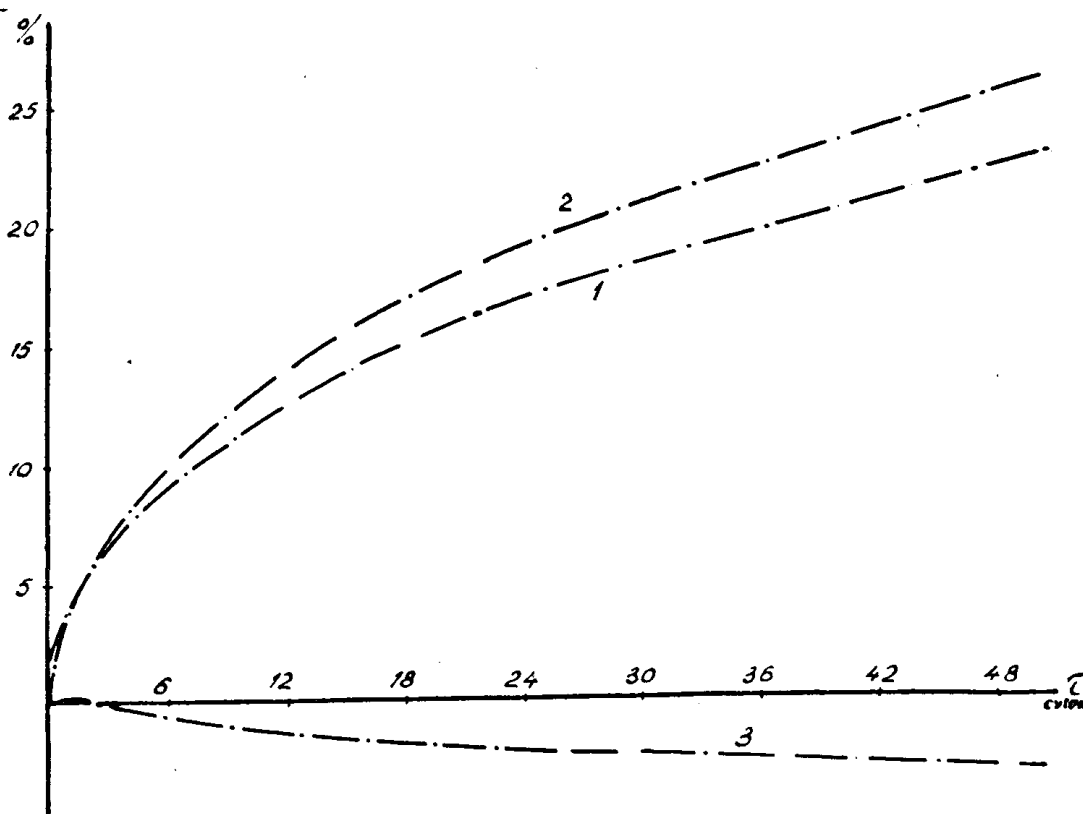


Рис. 2. Присоединение кислорода 1, выход газообразных продуктов окисления 2, изменение веса навески 3 при окислении.  
(Все величины выражены в % от первоначального веса навески).

тера, установленного ранее. Действительно, скорость выделения, максимальная в начальный момент, затем снижается до некоторой

величины и при дальнейшем окислении остается относительно постоянной.

Общий выход продуктов окисления за время до установления равновесия составлял 20—21%. Параллельно ставился опыт с навеской угля в потоке азота. При этом также наблюдался выход газообразных продуктов  $H_2O$  и  $CO_2$ , общее количество которых за 4—5 суток составляло 1,7—1,9, после чего выделение практически прекратилось. Таким образом, не исключена возможность влияния термического разложения нестабильных исходных групп, но в основном процесс выделения продуктов окисления обусловлен распадом по меньшей мере двух типов кислородсодержащих групп, обладающих различной устойчивостью.

Начальная скорость процесса, видимо, обусловлена окислением и распадом «исходных» атомных групп, не идентичных по своей химической активности с вновь образовавшимися на освобожденной поверхности кислородсодержащими атомными группами. В конечном периоде после того, как «исходные» группы израсходованы, основную роль играет распад вновь образовавшихся кислородсодержащих атомных группы.

Кривая присоединения кислорода рис. 2 (кривая 1) практически лежит ниже кривой выхода продуктов окисления, следовательно, при данной температуре, доминирующим процессом является распад кислородсодержащих атомных групп. Кинетическую кривую изменения веса рис. 2 кривая 3 можно разделить на два участка. Первый характеризуется увеличением веса 0—0,2%, второй — снижением веса с переменной скоростью.

Характер изменения этой кривой также обусловлен влиянием распада двух типов термически неоднородных кислородсодержащих атомных групп.

### Выводы

1. Проведено изотермическое окисление бурого угля Назаровского месторождения при температуре 105°C.

2. Установлено, что выход газообразных продуктов окисления снижается во времени и обусловлен распадом по меньшей мере двух типов кислородсодержащих атомных групп, обладающих различной устойчивостью.

### ЛИТЕРАТУРА

1. С. М. Петров, Л. Г. Майдановская. Труды сибирского физико-технического института, т. 4, вып. 3, 1936.
2. В. С. Веселовский и др. Самовозгорание промышленных материалов. Издание Наука, 1964.
3. В. В. Померанцев, В. А. Ломбах, Ю. А. Рундыгин. Инженерно-физический журнал, № 3, 1962.
4. И. А. Яворский. Вопросы теории горения ископаемых углей и интенсификация их воспламенения, изд. СОАН СССР, 1961.