

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

А. Б. ЧЕРНЫШЕВ, член-корреспондент АН СССР, и Л. М. ЛЮБИНСКАЯ

**О ТЕМПЕРАТУРЕ САМОВОСПЛАМЕНЕНИЯ УГОЛЬНОЙ
ПОВЕРХНОСТИ, ОМЫВАЕМОЙ ГАЗОВЫМ ПОТОКОМ**

Температура самовоспламенения является одной из важных характеристик угля, наряду с реакционной способностью, температурой плавления золы и др. Особое значение имеет температура воспламенения при осуществлении подземной газификации углей.

В наземных газогенераторах уголь непрерывно движется навстречу потоку дутья, место подачи дутья остается неизменным. В подземном газогенераторе угольный пласт неподвижен, поэтому для равномерного выгазовывания угольного пласта по длине огневого забоя приходится периодически изменять место подачи дутья — осуществлять реверс дутья. В огневом забое подземного газогенератора при этом происходит резкое смещение отдельных зон. Образование новой зоны горения после реверса дутья происходит на том участке огневого забоя, где температурные условия обеспечивают самовоспламенение угольной поверхности. Знание этих условий весьма существенно для управления процессом подземной газификации углей. Видимое воспламенение угля является уже результатом реакций окисления и пирогенетического разложения угля и не совпадает с началом процесса воспламенения.

Сложность этого процесса послужила причиной того, что до сего времени среди исследователей существуют весьма разноречивые мнения о критерии, определяющем температуру воспламенения. Наиболее правильным можно считать определение, данное Вант-Гоффом: «температура воспламенения есть такая температура, при которой начальная потеря тепла, обусловленная теплопроводностью и т. п., равна теплоте, которую за то же время образует превращение». Математическую формулировку предельных условий самовоспламенения, как условия равенства теплопотерь и выделения тепла от реакции, впервые дал академик Н. Н. Семенов⁽¹⁾. В. Гумц⁽²⁾ дополняет определение Вант-Гоффа, заменяя термин «температура воспламенения» термином «область воспламенения», под которой Гумц подразумевает такую область температур, где скорость реакции заметно возрастает и выделяющееся тепло не только покрывает тепловые потери, но и обуславливает дальнейшее ускорение течения реакции, которое приводит к повышению температуры и, наконец, к видимому воспламенению угля. Из формулировок Вант-Гоффа и Гумца следует, что температура воспламенения может изменяться в некоторых пределах в зависимости от тепловых условий, при которых происходит воспламенение.

Существующие методы определения температуры воспламенения можно подразделить на три основные группы: а) при постоянной температуре среды (Моор, Ланг, Мэсон и Гамильтон и др.); б) при переменной (растущей) температуре среды (Р. Уилер, Бунте, Нельсон и др.); в) адиабатические (Дэвис и Бирн, Шепер, Макаров и др.).

По стандартной методике Уилера⁽³⁾ точка пересечения средней температуры навески угля и стенок печи принимается за «минимальную критическую температуру воспламенения». В наших экспериментах определение температуры воспламенения производилось по следующему методу: в специально сконструированный аппарат закладывался чешуйчатый исследуемый уголь, над его поверхностью оставлялся свободный канал, по которому пропусклся нагретый поток дутья, воспламенявший уголь.

В этом случае за минимальную критическую температуру воспламенения (по Уилеру) можно было бы, очевидно, принять точку пересечения температуры угольной поверхности и температуры нагретого дутья. Однако эксперименты показали, что положение точки пересечения для одного и того же угля, в зависимости от условий опыта, колеблется в широких пределах; в то же время для каждого вида угля была установлена вполне определенная узкая область температур, в пределах которой, несмотря на значительные изменения условий эксперимента, во всех опытах происходил резкий изгиб кривой температур угольной поверхности, характеризующий спонтанный рост скорости реакции, быстро заканчивающийся видимым воспламенением угля (рис. 1).

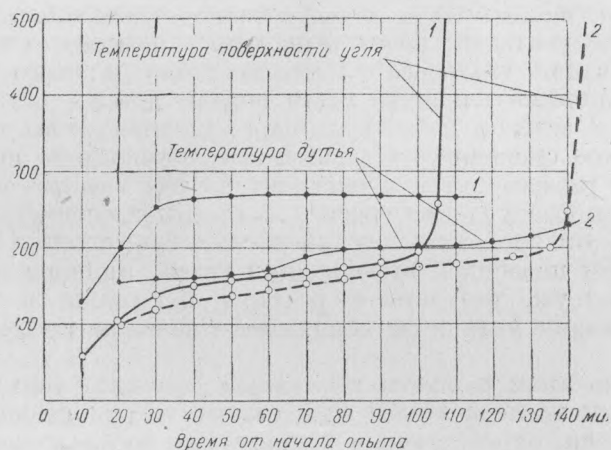


Рис. 1. Изменение температуры поверхности подмосковного угля, омываемой потоком нагретого воздуха

Исследованию подвергались различные марки донецких углей и подмосковный уголь. Найденные экспериментально для этих углей области воспламенения в потоке воздуха при атмосферном давлении приведены в табл. 1.

Таблица 1

Вид угля	Область воспламенения, °С
Подмосковный	180—200
Донецкий марки «Д»	260—280
» » «Г»	290—310
» » «ПЖ»	350—370
» » «Б»	410—430
» » «ПС»	460—480
» антрацит	500—520

Наблюдается почти прямолинейная зависимость между средней температурой воспламенения и содержанием летучих в угле.

Изменение условий теплообмена (изменение в несколько раз скоро-

сти воздушного потока, омывающего угольную поверхность, изменение температуры и скорости подогрева воздуха и т. п.) оказывает заметное влияние лишь на скорость воспламенения угля (рис. 2).

С увеличением скорости нагретого потока дутья возрастает и скорость воспламенения угля вследствие более интенсивного теплообмена. Этот фактор особенно сказывается при ярко выраженном турбулентном характере потока (опыт № 3).

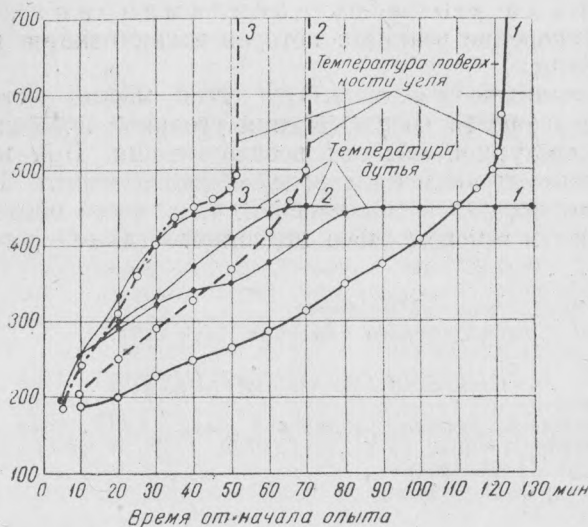


Рис. 2. Изменение скорости воспламенения кокса из угля марки «К» в зависимости от скорости потока нагретого воздуха. 1 — скорость потока 1 м/сек.; 2 — скорость потока 3 м/сек.; 3 — скорость потока 6 м/сек

Значительное изменение температурной области воспламенения происходит: а) при предварительной термической подготовке угля и б) при изменении состава дутья (концентрации кислорода).

При предварительном термическом воздействии на уголь температура воспламенения коксового остатка повышается. Так например, область воспламенения полудюксов из подмосковного угля ($V_d = 8 - 10\%$) была определена в $330-350^\circ\text{C}$, вместо $180-200^\circ\text{C}$ для сырого подмосковного угля.

Увеличение содержания кислорода в дутье понижает температуру воспламенения угля. В табл. 2 приведены найденные экспериментальные области воспламенения кокса из донецкого угля марки «К» при различном содержании кислорода в дутье.

Процент содержания кислорода в дутье	Область воспламенения, °C
15	530—540
21	480—490
35	430—440
50	380—390
60	350—360

Таким образом, при увеличении содержания кислорода в дутье до 35% в данном случае можно обеспечить воспламенение кокса при той же температуре, при которой воспламеняется исходный уголь марки «К». Это весьма существенно, так как в огневом забое подземного га-

зогенератора при реверсе дутья придется иметь дело преимущественно с углем, уже отчасти термически подготовленным.

Увеличение содержания кислорода в дутье, помимо понижения температуры воспламенения, увеличивает скорость воспламенения угля.

Заключение. В результате проведенных экспериментов установлено, что при омывании поверхности угля газовым потоком заданного состава каждому виду угля соответствует вполне определенная температурная «область воспламенения», характеризующая резкое ускорение реакции, которая заканчивается видимым воспламенением угля.

Изменяя количество и температуру дутья, можно достигнуть заметного изменения скорости воспламенения угольной поверхности в одной и той же температурной области воспламенения. При изменении состава дутья (концентрации кислорода) можно изменить не только скорость, но и температуру воспламенения, т. е. место образования нового очага горения в огневом забое подземного газогенератора после реверса дутья.

Энергетический институт
им. акад. Г. М. Кржижановского Академии Наук СССР

Поступило
3 II 1944

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Н. Н. Семенов, Успехи физических наук, XXIII, вып. 3, 251 (1940).
² W. Gumz, Feuerungstechnik, 15 XI, 1111 (1940). ³ R. Wheeler, J. Chem. Soc., 113, 945 (1918); Fuel, 3, 366 (1924).