

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Ю. Л. СЕВАСТЬЯНОВ, Н. Н. ДОЛГОПОЛОВ, Ю. Л. БУРЬЯН и В. С. МАРГОЛИН

**ИЗМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК
ПРИ ТЕПЛОВОМ И ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОМ НАГРЕВЕ УГЛЯ**

(Представлено академиком С. С. Наметкиным 19 VII 1950)

Ход изменений электрофизических характеристик угля — диэлектрической постоянной, добротности, сопротивления — с несомненностью устанавливает совершенно различный механизм превращения вещества угля при тепловом и при диэлектрическом нагреве.

При наблюдениях с помощью обычных теплоизмерительных приборов (термометр, пирометр) также заметно различие в поведении угля при одной и той же температуре в зависимости от способа нагрева в интервале 240—340°; химический анализ продуктов разложения угля по основным составляющим, однако, не показывает значительных колебаний их состава, несмотря на различные условия образования.

Изменение омического сопротивления угля с ростом температуры было исследовано рядом советских авторов (1—6). А. А. Агроскиным и И. Г. Петренко было показано, что при нагреве угля в электрической печи его удельное сопротивление падает с величины порядка $10^{10} \Omega \cdot \text{см}$ при комнатной температуре до 5—50 $\Omega \cdot \text{см}$ при 950°.

Нами производилось исследование изменения омического сопротивления и тангенса угла потерь угля (величины, обратной добротности) при нагреве угля электрическим полем высокой частоты и при нагреве газовой горелкой. Кроме того, были проведены опыты по изучению изменений диэлектрической постоянной угля при нагреве его газовой горелкой (в условиях высокочастотного нагрева аналогичные измерения диэлектрической постоянной в изучавшихся пределах температур исключены, так как вещество обладает свойствами проводника).

В качестве объекта исследования был взят мелкоизмельченный длиннопламенный уголь с диаметром частиц менее 0,3 мм, который подвергался высокочастотному и тепловому нагреву до 450—500°. При комнатной температуре сопротивление взятого количества угля было больше $100 \text{ M}\Omega$ и при нагреве до 240° осталось больше этой величины. В тех случаях, когда нагрев производился полем ВЧ, при 240—270° происходило бурное выделение газа из угля и его сопротивление резко падало до 3—5 Ω . При дальнейшем нагреве сопротивление угля медленно уменьшалось и при 500° составляло 0,7—0,8 Ω .

При нагреве горелкой сопротивление угля оставалось больше $10 \text{ M}\Omega$ вплоть до 340°, после чего постепенно падало и при 400° было порядка $1 \text{ M}\Omega$. На рис. 1 приведены кривые омического сопротивления угля при нагреве его полем ВЧ и газовой горелкой.

Определение зависимости тангенса угла потерь угля от температуры показало, что при нагреве горелкой от 20 до 400° эта величина изменяется в пределах от 0,040 до 0,062. Соответствующая кривая приведена на рис. 2. Максимум при 100° связан, очевидно, с удалением влаги из угля, а нерезкий минимум между 200 и 300° — с выделением из угля продуктов пиролиза.

При нагреве полем ВЧ выше 250°

уголь из диэлектрика становится проводником, вследствие чего определение тангенса угла потерь для угля в последующих интервалах температуры теряет смысл. В целях сравнения с тепловым нагревом мы в случае нагрева полем ВЧ ввели расчетную характеристику угля, эквивалентную тангенсу угла потерь и определяемую как отношение реактивного сопротивления взятого объема угля к его активному сопротивлению. Соответствующие кривые приведены на рис. 3.

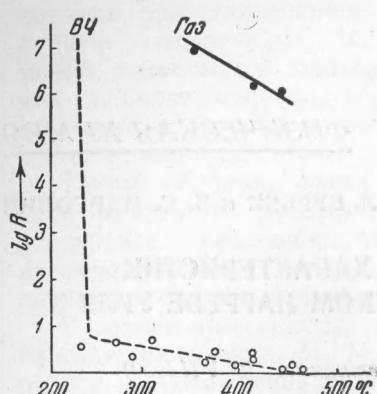


Рис. 1

при нагреве его горелкой определялась нами на основе измерений емкости взятого объема угля при температуре до 450°. Соответствующая кривая приведена на рис. 4.

Нагрев исследуемого угля в количестве 14 г производился в графитовом стакане, вставленном в стандартную реторту, выполненную из силумина. Одним из электродов являлся графитовый стакан, другим — стальной палец в графитовой рубашке, установленный на оси стакана. Поле высокой частоты создавалось двухтактным генератором, собранным на лампах ГК-3000. Мощность генератора 2 квт. Гене-

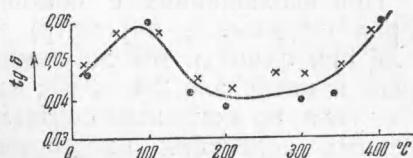


Рис. 2

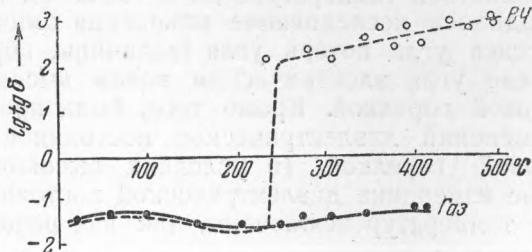


Рис. 3

рируемая частота 43 МГц. Измерение температуры производилось, главным образом, ртутным термометром (до 570°), вставлявшимся в палец-электрод. Тангенс угла потерь угля и емкость измерялись с помощью Q-метра типа КВ-1 на частоте 25 МГц, а омическое сопротивление — универсальным мостом типа УМ-2.

Выводы

1. При тепловом нагреве от температуры 20° сопротивление угля постепенно падает и при 400° составляет около 1 МΩ.

При нагреве полем ВЧ от температуры 20° уголь при 240—270°

из диэлектрика скачком превращается в проводник, в связи с чем его сопротивление падает до нескольких ом, а при дальнейшем нагреве до 400° уменьшается до величины около 1Ω (свыше 400° продолжается закономерное снижение сопротивления).

2. При нагреве газом тангенс угла потерь углерода (величина, обратная добротности) до 100° растет, затем уменьшается, а после 300° вновь начинает расти.

При нагреве полем высокой частоты тангенс угла потерь определялся до 240 — 270° , а для последующих температур вычислялся.

3. Диэлектрическая постоянная углерода при нагреве газом изменяется в небольших пределах (от 1,5 до 2,5), причем до 100° растет, а после этой температуры падает, асимптотически приближаясь к 1,5.

Диэлектрическая постоянная при нагреве полем высокой частоты не определялась.

4. В аналитическом виде связь электрофизических параметров углерода и температуры может быть представлена следующим образом: при нагреве газом

$$\lg R = at + b$$

(в нашем случае $a = -0,011$, $b = 11$) в интервале температур 350 — 450° :

при нагреве полем высокой частоты

$$\lg R = ct + d$$

($c = -0,00366$, $d = 1,60$) в интервале температур 250 — 450° ;

$$\lg \operatorname{tg} \delta = kt + l$$

($k = 0,0032$, $l = 1,35$) в интервале температур 250 — 500° .

Для взаимозависимости диэлектрическая постоянная — температура и тангенс угла потерь — температура (в случае нагрева газом) не удалось подобрать простой аналитической формы.

5. Механизм превращения вещества углерода в продукты пиролиза при тепловом нагреве и при диэлектрическом нагреве совершенно различен, что доказано ходом изменений основных электрофизических параметров.

Московское отделение
Всесоюзного химического общества
им. Д. И. Менделеева

Поступило
19 VII 1950

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ А. А. Агроскин и И. Г. Петренко, Изв. АН СССР, ОТН, № 1, 89 (1950).
- ² А. А. Агроскин и И. Г. Петренко, там же, № 7, 1115 (1948). ³ А. А. Агроскин и И. Г. Петренко, Зав. лабор., № 7, 807 (1948). ⁴ Я. М. Обуховский, Сталь, № 4—5, 245 (1946). ⁵ Я. М. Обуховский, Диссертация, Электропроводность кокса, 1944. ⁶ Л. М. Сапожников и В. И. Кармазин, Химия твердого топлива, № 8, 69 (1931).

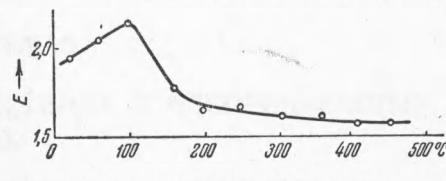


Рис. 4