

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Член-корреспондент АН СССР Н. М. КАРАБАЕВ, Ю. Л. СЕВАСТЬЯНОВ,  
Н. Н. ДОЛГОПОЛОВ и Ю. Л. БУРЬЯН

**ПИРОЛИЗ УГЛЯ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ТОКА  
ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ**

Было проведено изучение пиролиза углей в условиях сухой перегонки под воздействием тока высокой частоты. Иначе говоря, пиролиз углей осуществлялся не за счет обогрева извне, а как диэлектрический процесс нагрева по массе вещества. Исследования производились в пределах температуры от  $+10$  до  $+1000^\circ$ . Особое внимание было обращено на температуры полукоксования ( $480-570^\circ$ ). Твердые, жидкие и газообразные продукты подвергались химическому и технологическому анализу; в коксе и полукоксе определялось содержание С, Н, золы, серы, влаги, летучих, теплотворная способность; в смоле определялось содержание оснований, кислот, фенолов, асфальтенов, парафинов, воды; в газе определялось содержание  $H_2$ ,  $CH_4$ ,  $CO$ ,  $CO_2$ ,  $O_2$ ,  $N_2$ . Оказалось, что, по данным принятых методов исследования, продукты диэлектрического полукоксования и коксования по составу и выходам отличаются от продуктов обычного термического коксования. Намечено изучить механизм процесса, выявить роль вторичных реакций.

В качестве объектов исследования были взяты черемховский и сандарский уголь; размер частиц угля  $0-3$  мм.

Диэлектрический нагрев угля (для сравнения с обычными методами обогрева) производился в металлическом реакционном сосуде, разработанном авторами статьи; стандартная реторта для аналитического полукоксования (в целях определения смолы) путем введения диэлектрика в днище или крышку была превращена в удобный лабораторный аппарат для воздействия на уголь тока высокой частоты (см. рис. 1). Были также испытаны реакционные сосуды совершенно иных электрофизических характеристик, например, изготовленные из непроводящих материалов — кварца, фарфора. Модифицированная реторта удобна именно для опытов сравнительного коксования; в реторте таких же размеров, но со сплошным металлическим днищем и сплошной металлической крышкой нами проводилось аналитическое полукоксование при нагреве пробы газовой горелкой.

Непрерывный диэлектрический нагрев угля от  $10$  до  $1000^\circ$  требует применения специальных электротехнических схем, так как свойства угля и продуктов его распада резко меняются в этом интервале температур. Например, сопротивление угля при  $10^\circ$  имеет величину порядка  $10^{10}$  ом-см<sup>1, 2</sup>); схожим образом меняется диэлектрическая постоянная и добротность<sup>3</sup>). Нами были разработаны соответствующие схемы<sup>4</sup>). Для экономии тока высокой частоты в ряде опытов нагрев до  $200-300^\circ$  проводился подводом тепла снаружи, а при достижении  $200-300^\circ$  на реакционный сосуд налагалось электромагнитное поле. Температурный интервал  $200-300^\circ$  был выбран как близкий к темпе-

ратуре, при которой начинается химический распад угля, — при тепловом нагреве (340—350°) и при диэлектрическом нагреве (230—250°) (3).

Источником тока высокой частоты служил ламповый генератор с длиной волны 7 м, т. е. 43 Мгц (начато изучение также более высоких частот). Электрическая схема нагрева приведена на рис. 2.

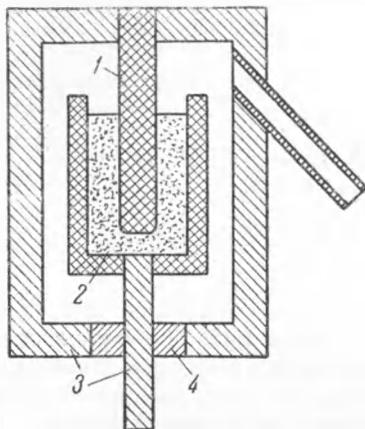


Рис. 1. 1 — графит, 2 — уголь, 3 — металл, 4 — слюда

Жидкие и газообразные продукты пиролиза угля конденсировались в приемнике, газ собирался в цилиндре-газомере над 20% раствором хлористого натрия. Процесс коксования периодический; для систематических исследований брались пробы угля 10—30 г.

Химический анализ продуктов полукоксования и коксования, а также calorиметрические измерения проводились в соответствии со стандартными методами испытания топлива.

Количество угля, кокса, полукокса, смолы определялось взвешиванием; количество воды — по объему; количество газа — с помощью цилиндра-газометра.

Температура измерялась термопарой (до +1000°) и ртутным термометром (до 570°); термопара в поле высокой частоты при определенных условиях может

вызвать порчу гальванометра, поэтому на время измерения термопарой температуры при диэлектрическом нагреве значительной мощности иногда приходилось выключать ток высокой частоты (пока нами не была разработана схема защиты гальванометра).

Частота генератора измерялась с помощью аппарата для определения добротности, Q-метра. Кроме того, установка генерирования тока высокой частоты была снабжена оптическим вольтметром, амперметрами для измерения сеточного и анодного тока.

Проведенные опыты не позволяют еще сделать выводов о закономерностях режима диэлектрического коксования. С одной стороны, во время опытов одинаковые температуры достигались при различных электрофизических характеристиках, и поэтому температурный показатель не обеспечивал воспроизводимых данных при диэлектрическом нагреве. С другой стороны, наблюдалась известная неравномерность хода коксования, которая тоже, главным образом, определяется колебаниями электрофизических параметров процесса (а в некоторой мере особенностями конструкции реактора). Разделение полукокса на фракции по удельному весу в воде и хлористом цинке показало, что процент потонувшей фракции колеблется от 64,2 до 97,8.

Сопоставление серий опытов не показало четкой функциональной зависимости выходов и состава от температуры; поэтому целесообразно привести здесь лишь примеры некоторых результатов. Выходы смолы и газа, а также состав газа подвергались значительным колебаниям в зависимости от условий проведенных опытов. Выявление связи электри-

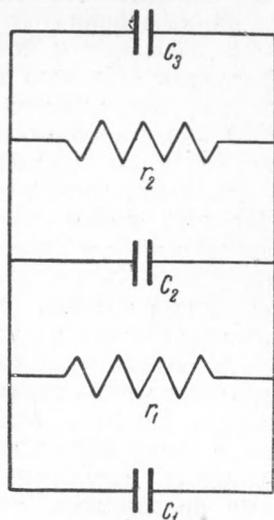


Рис. 2.  $C_1$  — емкость стакана, заполненного углем;  $r_1$  — сопротивление утечки угля;  $C_2$  — емкость между стенками реторты и графитового стакана;  $r_2$  — сопротивление утечки слюдяного изолятора;  $C_3$  — емкость слюдяного изолятора

ческих, тепловых и химических параметров является задачей намеченных испытаний.

В табл. 1 и 2 приведены характеристики угля, применявшегося в опытах по диэлектрическому полукоксованию (Ч — черемховский, С — сангарский).

Таблица 1

	$w^a$	$A^c$	$S^c$	$V^c$	$V^2$	$C^2$	$H^2$
Ч	5,77	8,92	1,87	41,77	45,86	77,50	5,56
С	6,56	8,30	0,89	37,27	40,64	79,52	5,29

Таблица 2

Разгонка в стандартной лабораторной реторте (в %)

	Полукок	Смола	Вода		Газ и потери
			обш.	пироген.	
Ч	70,00	11,40	10,35	4,58	8,25
С	69,07	11,57	11,82	4,94	7,51

В табл. 3 показаны примеры выходов полукокса в зависимости от средней и максимальной температуры, наблюдавшейся при опыте.

Таблица 3

Выходы полукокса при различных средних и максимальных температурах диэлектрического коксования

Черемховский уголь						
№ опыта	9	12	16	17	27	31
Т-ра средн. в ° . . . . .	356	372	393	404	452	492
Т-ра максим. в ° . . . . .	470	418	420	518	567	520
Выход полукокса в % . . . . .	77,2	79,1	75,4	74,5	74,5	65,0

Сангарский уголь

№ опыта	2	3
Т-ра средн. в ° . . . . .	380	390
Т-ра максим. в ° . . . . .	500	570
Выход полукокса в %	90	87,5

В табл. 4 приведены примеры состава полукокса для различных условий опытов высокочастотного полукксования.

Состав полукоккса  
(смешанные пробы диэлектрического коксования черемховского угля)

$W^c$	$A^c$	$V^c$	$V^2$	$Q_6^c$	$C^c$	$H^c$	$C^2$	$H^2$	$N^c$
3,56	11,20	19,37	21,81	6992	74,78	3,61	84,21	4,06	2,22

Примечание. Колебания  $V^c$  в отдельных пробах: опыт № 9 14,96, опыт № 27 5,85.

Состав и выход полукоккса при диэлектрическом нагреве угля мало отличается от состава и выхода полукоккса при обычном нагреве. Однако выход смолы и газа был получен значительно меньше, чем при обычном нагреве. Состав смолы оказался близким к составу смолы при обычном нагреве, а состав газа несколько отличным. Это также служит причиной, чтобы заняться более подробным изучением зависимости выходов и составов продуктов полукоксования от условий опытов.

#### Выводы

1. В результате разработки оригинальных схем высокочастотного нагрева угля удалось провести высокочастотное коксование и полукоксование; непрерывный высокочастотный нагрев угля осуществлялся от  $+10$  до  $+1000^\circ$ .

2. В качестве лабораторного реакционного аппарата можно рекомендовать одну из испытанных конструкций, модифицированную алюминиевую (или силуминовую) реторту для полукоксования.

3. В проведенных опытах выходы и состав полукоккса, смолы, газа при высокочастотном полукоксовании оказались отличающимися от выходов и состава продуктов в условиях обычного термического нагрева угля.

4. Намечено изучить закономерности электрофизических, тепловых и химических характеристик высокочастотного коксования и полукоксования.

Поступило  
18 I 1951

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> А. А. Агроскин и И. Г. Петренко, Изв. АН СССР, ОТН, № 1, 89 (1950).  
<sup>2</sup> А. А. Агроскин и И. Г. Петренко, там же, ОТН, № 7, 1115 (1948).  
<sup>3</sup> Ю. Л. Севастьянов, Н. Н. Долгополов, Ю. Л. Бурьян и В. С. Марголин, ДАН, 74, № 4 (1950). <sup>4</sup> Авт. свидет. № 90157 (10 XI 1950), №№ 90259, 90260 (13 XI 1950), № 91027 (22 XII 1950).