

## КИНЕТИКА ГАЗОВЫДЕЛЕНИЯ ПРИ ТЕРМИЧЕСКОМ РАЗЛОЖЕНИИ ТОРФА

С. И. СМОЛЪЯНИНОВ, Я. А. БЕЛИХМАЕР, В. М. ИКРИН

(Представлена научно-методическим семинаром органических кафедр  
химико-технологического факультета)

Исследование кинетики газовой выделения производилось на дериватографической установке, дополненной хроматографическим анализом газообразных продуктов при линейном подъеме температуры ( $5^{\circ}\text{C}/\text{мин}$ ). Среда инертная. Скорость отсоса газообразных продуктов  $25 \text{ мл}/\text{мин}$ , периодичность отбора проб газа на анализ  $4 \text{ мин}$ .

Объектом исследования являлись два типичных торфа Западной Сибири: осоковый низинный и комплексный верховой. Характеристика объекта исследования представлена в табл. 1, 2.

Таблица 1  
Ботанический состав и данные технического анализа, %

Шифр пробы	Ботанический состав, %	Вид торфа	Степень разложения	W <sup>a</sup>	A <sup>c</sup>	V <sup>r</sup>
Т	Осока 70 Трав. ост. 15 Вахта 10 Хвощ 5	Осоковый низинный	35	9,3	10,9	68,4
Б	Сф. ангусти-фолиум 30 Сф. полюстриа 25 Сф. кустидатум 15 Пушица 20 Неопред. ост. 15	Комплексный верховой	15	10,7	2,9	77,0

Таблица 2  
Данные элементного и группового химического анализа, %

Шифр пробы	Сг	Нг	Битумы (бенз)	ВР и ЛГ	Гуминовые кислоты	Фульвокислоты	Лигнин	Целлюлоза
Т	53,8	5,2	4,2	21,0	36,5	19,5	14,4	4,5
Б	50,0	5,7	2,7	40,0	20,0	21,0	9,0	7,3

Динамика процесса суммарного разложения и образования индивидуальных компонентов газа представлена на рис. 1.

Характеризуя процесс деструкции торфа на основании дифференциальной кривой выделения летучих продуктов, можно отметить наличие области 0—500°C, а также области, где скорость образования летучих продуктов незначительна (500—1000°C).

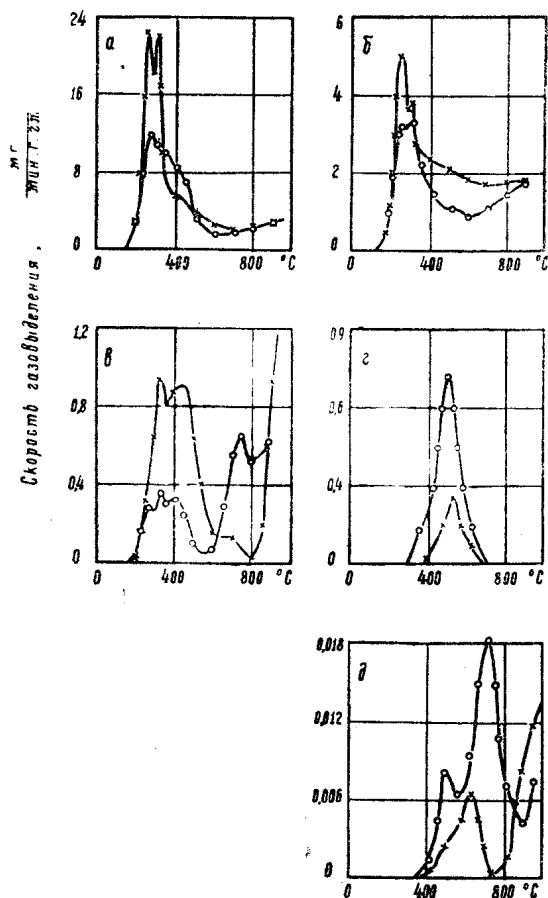


Рис. 1. Динамика пиролиза торфа. ○—○—○ торф Т; +—+—+ торф Б; а — скорость изменения веса; б — образование  $\text{CO}_2$ ; в — образование  $\text{CO}$ ; г — образование  $\text{CH}_4$ ; д — образование  $\text{H}_2$

Сравнивая верховой и низинный торфы, можно заметить, что интенсивность процесса до 300°C выше у верхового торфа, до 500°C интенсивность процесса выше у низинного торфа и в высокотемпературной области они очень близки.

На первом этапе разложения образуются в основном кислородсодержащие продукты, количество и скорость образования которых у верхового торфа больше.

Если интенсивность образования двуокиси углерода в области 500°C у верхового торфа больше и далее к 800°C выравнивается с низинным, то интенсивность образования окиси углерода в области 600—950°C больше у низинного торфа, а к 900°C они выравниваются. Большую роль в образовании кислородсодержащих продуктов в высокотемпературной области могут играть процессы разложения минеральной части торфа

(карбонатов) и конверсии двуокиси углерода. Скорость образования метана имеет один максимум при 500°C, причем интенсивность образования и его количество выше у низинного торфа. Аналогичное можно отметить и для процесса образования водорода с той разницей, что заметны два максимума в той же температурной области, и возрастание интенсивности образования водорода выше 850°C. Характерным для обоих торфов является одинаковое температурное положение областей образования соответствующих газов и характерных участков кривых (экстремумов). Кроме того, имеется температурное соответствие между процессами образования  $\text{CO}_2$  и  $\text{CO}$ ,  $\text{H}_2$  и  $\text{CH}_4$ , что, вероятно, может быть следствием одинаковой прочности связей, разрушение которых отвечает им, или следствием одинакового механизма образования.

Следовательно, можно констатировать, что независимо от вида торфа, его ботанического и группового химического состава характер термической деструкции подобен. Интенсивность же процесса и коли-

чество образующихся продуктов зависят от химического состава образцов.

У низинного торфа образуется большее количество твердого продукта, меньшее количество газообразных продуктов (табл. 3).

По жидким продуктам разница невелика. В отношении количества индивидуальных компонентов газа можно отметить, что при термическом разложении верхового торфа образуется больше кислородсодержащих газов и меньше водорода и метана.

Таблица 3  
Материальный баланс продуктов пиролиза торфа, %

Шифр	Твердые	Жидкие	Газообразные	Газообразные			
				CO <sub>2</sub>	CO	H <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>
Г	24,0	47,5	28,5	76,5	14,3	0,3	8,9
Б	21,5	45,3	33,2	82,5	15,4	0,1	2,0

Кинетический анализ процесса образования летучих продуктов для обоих торфов характеризуется подобными величинами энергий активации: для суммарного процесса —  $16 \div 26$  ккал/моль;

образование CO<sub>2</sub> —  $20 \div 21$  ккал/моль;

CO —  $15 \div 20$  ккал/моль;

CH<sub>4</sub> —  $29 \div 39$  ккал/моль;

H<sub>2</sub> —  $36 \div 40$  ккал/моль.

Порядок процесса для образования кислородсодержащих газов 1,0, а для образования метана и водорода 2 ÷ 3, что связано, по-видимому, с более сложным механизмом образования водорода и метана.