

ИЗВЕСТИЯ АКАДЕМИИ НАУК ЭСТОНСКОЙ ССР. ТОМ XVI

ХИМИЯ * ГЕОЛОГИЯ. 1967, № 2

О. ЭЙЗЕН, Ю. РИККЕН

**О ХИМИЧЕСКОМ СОСТАВЕ ЖИДКИХ ПРОДУКТОВ,
ОБРАЗУЮЩИХСЯ ПРИ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОМ
ТЕРМИЧЕСКОМ РАЗЛОЖЕНИИ КЕРОГЕНА**

Термическое разложение сланца изучалось многими исследователями [1-8]. В настоящей работе приводятся некоторые новые данные об индивидуальном составе смол, образующихся при низкотемпературном (270—350° С) термическом разложении сланца.

Новизна приводимых здесь данных заключается в основном в результатах количественного определения индивидуального состава смол. Данные об индивидуальном составе смол, полученных при низкотемпературном разложении сланцевого керогена, позволяют сделать некоторые выводы о его строении. Объясняется это тем, что продукты разложения, образовавшиеся в рассматриваемом температурном интервале, имеют более первичный характер. Значительно труднее сделать заключения о составе керогена на основе химического состава жидких продуктов, полученных в туннельных печах. Вторичные реакции первичных продуктов разложения здесь слишком сложны и трудно прослеживаются.

В опытах, проводимых при низких температурах, когда количество выделяющихся продуктов мало, желательно применять больше керогена, чтобы получить необходимое для анализа количество вещества. Равномерное нагревание большего количества керогена требует специально сконструированного аппарата, в котором толщина слоя керогена не превышала бы 6—8 мм. Тонкий слой керогена прогревается быстрее, и продукты разложения извлекаются из реактора кратчайшим путем. Принимая во внимание эти соображения, установку сконструировали цилиндрической, поместив в нее 20 медных тарелок. Высота стенок тарелок достигала 10 мм. Через центр тарелок проходила 20-миллиметровая перфорированная трубка сборника для вывода продуктов полукоксования из слоя керогена, находившегося на тарелках. Для достижения лучшей теплопроводности тарелки плотно прилегали к стенке цилиндрического сосуда. Цилиндрический сосуд был снабжен нагревательной спиралью мощностью 1,2 кв.

Сланцевый кероген имел состав, приведенный в табл. 1.

Таблица 1

Характеристика керогена

Влажность, %	Зола, %	CO ₂ , %	Содержание органической части, %	Элементарный состав, %			
				C	H	S	N + O + Cl
1,09	20,0	—	78,91	76,6	9,5	1,15	12,75

Методика проведения опытов была следующей.

В опыте I определяли начальную температуру разложения керогена, за которую принимали появление первой капли смолы. Ниже 270° разложения не происходило.

Поэтому за температуру начала разложения приняли интервал 272—280°. Кероген выдерживали при указанной температуре до прекращения выделения смолы. Затем температуру повышали до 300° и кероген выдерживали также до прекращения образования смолы. Последний этап протекал при температуре 330—332°.

Опыт II проводили при 275°, так же, как и опыт I, но ограничивались лишь указанной температурой и опыт проводили в течение более длительного времени.

В опыте III термическую обработку начинали сразу с температуры 300°, после прекращения выделения смолы переходили на температуру 330—340°. В конце опыта температуру повышали до 390° и заканчивали опыт при 525°.

Опыт IV проводили при температуре 300°, как и опыт III. В этом опыте ограничились вышеуказанной температурой, но длился он дольше.

В опыте V проводили термическое разложение тяжелой смолы туннельных печей. Изучался химический состав образовавшихся продуктов разложения и результаты сравнивались с данными опытов I—IV. Тяжелая смола для опыта получалась путем отгонки более легкой части из суммарной смолы, кипящей до 275° при остаточном давлении 1 мм рт. ст. Полученный остаток помещали на тарелки ранее описанного аппарата в виде пемзы, пропитанной вышеуказанной смолой.

Результаты опытов приведены в табл. 2.

Таблица 2

Низкотемпературное разложение керогена и тяжелой сланцевой смолы

Период	Температура в реакторе, °C	Продолжи- тельность опыта, ч	Количество выделившихся		
			газа, л/100 г	смолы	воды
				%	
Опыт I (кероген, $t = 272 \div 332^\circ$)					
1	272—280	266	1,76	4,10	—
2	280	500	0,75	4,90	—
3	300—304	144	1,10	4,10	—
4	330	320	2,68	7,3	—
5	332	94	1,00	6,8	—
Всего:		1324	7,29	27,2	—
Опыт II (кероген, $t = 275^\circ$)					
1	275	657	0,806	6,96	2,64
2	275	550	0,816	2,70	0,53
Всего:		1207	1,622	9,66	3,17
Опыт III (кероген, $t = 300 \div 525^\circ$)					
1	300	235	1,50	9,0	3,57
2	300	317	0,10	5,5	0,32
3	330—344	1004	1,00	5,3	0,01
4	385—390	214	1,29	2,5	0,05
5	до 525	76	—	3,2	—
Всего:		1846	3,89	25,5	3,95
Опыт IV (кероген, $t = 300^\circ$)					
1	300	56	1,35	6,04	2,30
2	300	300	0,30	9,06	0,8
3	300	459	0,20	4,94	0,25
Всего:		815	1,85	20,04	3,35
Опыт V (тяжелая сланцевая смола, $t = 290 \div 300^\circ$)					
1	290	24	0,41	0,40	0,97
2	300	52	0,12	0,28	—
3	296	44	0,58	2,24	0,48
4	300	51	0,58	5,38	0,50
5	300	95	0,41	0,37	0,49
Всего:		266	2,10	8,67	2,44

Результаты определения химического состава [9] смолы опыта I (1+2), приведенные в табл. 3, показывают начало образования ароматических углеводородов при термическом разложении керогена сланца. Фракция бензина, полученная при 272—280°, содержит 10,4% ароматических углеводородов, в то время как в кипящей выше 200° смоле

Таблица 3

Химический состав жидких продуктов (%), полученных при разложении керогена

Название соединений	Опыт I				Опыт II	Опыт III				Опыт V
	Периоды опыта									
	1 + 2	3	4	5	1 + 2	1	2	3	4	1 ÷ 5
	272— —280°	300°	330°	330°	275°	300°	300°	330— —344°	390°	300°

Индивидуальный состав фракции, выкипающей до 200°
н-Парафины

Бутан	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Пентан	1,7	1,5	1,5	0,3	0,2	0,7	0,4	—	0,1	3,5
Гексан	3,2	10,1	9,9	9,2	7,6	6,7	7,8	0,9	3,8	7,4
Гептан	8,6	10,7	10,4	12,4	10,5	10,4	12,6	7,3	7,8	9,3
Октан	10,8	10,8	10,6	13,1	11,4	9,6	14,3	12,6	8,3	9,3
Нонан	9,9	9,5	9,4	10,9	10,4	6,8	10,7	11,5	7,2	8,7
Декан	7,9	9,0	6,3	8,2	7,7	3,9	4,7	7,5	6,0	6,4
Ундекан	6,6	5,8	5,3	5,6	6,6	2,4	1,6	6,0	5,1	5,0
Додекан	0,7	1,9	1,4	0,3	0,2	0,7	—	—	—	0,3
Всего:	49,4	59,3	54,8	60,0	54,6	41,2	52,1	45,8	38,3	49,9

Нафты

Циклопентан	0,3	0,4	0,4	0,6	0,1	—	—	—	—	—
Метилциклопентан	1,1	1,6	1,3	1,0	0,9	0,2	1,4	0,4	1,1	1,2
Циклогексан	—	0,8	0,6	0,3	0,6	0,2	1,3	0,3	0,9	0,1
Метилциклогексан	1,0	2,4	2,0	1,6	2,1	1,4	0,9	1,2	1,6	0,8
Диметилциклогексан	0,2	—	—	—	0,5	—	0,9	1,7	0,6	—
Этилциклогексан	1,0	0,9	0,8	0,4	0,5	0,6	0,6	1,2	—	0,8
Пропилциклогексан	1,3	—	—	—	0,8	—	—	—	—	0,9
Бутилциклогексан	0,8	—	—	—	0,8	—	—	—	—	0,8
Всего:	5,7	6,1	5,1	3,9	6,3	2,4	5,1	4,8	4,2	4,6
Изопарафины	2,8	7,5	4,2	3,9	5,2	1,8	4,2	7,1	4,3	2,7

н-Олефины-1

Пентен-1	0,1	0,1	0,2	0,1	—	0,1	—	—	—	—
Гексен-1	0,3	1,3	2,0	0,9	0,7	2,8	2,5	0,1	1,9	0,7
Гептен-1	1,2	2,5	3,7	2,4	1,9	4,9	5,2	2,6	4,5	1,4
Октен-1	2,4	2,5	4,2	2,6	2,3	7,1	4,4	4,1	5,3	1,9
Нонен-1	3,7	0,8	2,0	0,7	1,1	3,3	1,5	3,5	2,6	2,0
Децен-1	1,7	0,9	1,5	0,6	1,0	1,4	1,1	1,7	2,6	1,5
Ундецен-1	0,9	0,1	0,4	0,4	0,2	0,8	0,1	1,0	1,4	0,6
Всего:	10,3	8,2	14,0	7,7	7,2	20,4	14,8	13,0	18,3	8,1

н-Олефины-2,3 и т. д.

Пентен-2	—	0,2	0,3	—	—	—	—	—	—	—
Гексен-2,3	—	1,7	1,4	0,6	0,3	2,3	—	—	—	—
Гептен-2,3	0,3	2,0	1,8	—	1,0	3,0	—	1,0	—	0,8
Октен-2,3,4	1,4	0,6	0,9	0,5	0,8	1,5	—	1,2	—	1,9
Нонен-2,3,4	2,4	0,2	0,6	0,1	0,2	0,8	—	—	—	1,6
Децен-2,3,4,5	1,3	0,6	1,1	0,2	0,4	0,4	—	0,8	—	1,5
Ундецен-2,3,4,5	0,9	0,1	0,2	—	—	—	—	—	—	0,5
Всего:	6,3	5,4	6,3	1,4	2,7	8,0	—	3,0	—	6,3

Продолжение табл. 3

Название соединений	Опыт I				Опыт II	Опыт III				Опыт V
	Периоды опыта									
	1 + 2	3	4	5	1 + 2	1	2	3	4	1 ÷ 5
	272— —280°	300°	330°	330°	275°	300°	300°	330— —344°	390°	300°
Циклоолефины										
Циклопентен	—	—	—	—	—	0,5	0,6	—	—	—
Циклогексен	0,4	0,3	0,5	0,3	1,1	1,7	0,6	0,5	0,4	0,2
Метилциклогексен	0,5	0,6	0,7	0,2	1,0	1,2	0,7	0,3	0,8	0,4
Этилциклогексен	0,5	0,4	—	0,1	0,4	0,9	0,7	0,2	0,2	0,2
Пропилцикло- гексен	0,2	—	—	—	0,4	—	—	0,4	—	—
Бутилциклогексен	0,2	—	—	—	0,16	—	—	—	—	—
Всего:	1,8	1,3	1,2	0,6	3,06	4,3	2,6	1,4	1,4	0,8

Ароматические углеводороды

Бензол	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	4,3	0,2
Толуол	0,4	0,7	0,9	1,0	0,9	1,2	0,9	1,1	1,6	0,5
Этилбензол	0,4	0,6	0,6	0,5	0,6	0,7	0,7	0,6	1,1	0,5
м- и л-Ксилолы	0,5	0,6	1,0	1,1	0,9	0,8	1,0	1,7	2,3	1,0
Пропилбензол	0,4	0,2	0,2	0,1	0,3	0,9	0,3	0,3	0,1	0,3
о-Ксилол	1,9	0,9	1,6	1,4	1,5	1,5	1,3	1,9	2,0	1,9
1,2-Метилэтил- бензол	1,2	1,0	1,0	0,7	1,4	1,3	1,0	1,4	1,7	1,7
1,3 и 1,4-Метил- этилбензолы	—	0,9	0,4	0,7	0,8	0,2	0,6	1,2	0,7	—
1,3,5-Триметил- бензол	0,3	0,2	0,1	0,1	0,3	0,6	0,2	0,3	—	0,3
1,2,4-Триметил- бензол	0,7	0,4	1,0	1,0	0,5	0,5	0,9	1,4	1,1	1,4
1,2,3-Триметил- бензол	0,3	0,5	0,8	0,2	0,5	0,4	0,3	0,9	0,7	0,9
Индан	0,9	0,9	0,8	0,8	0,9	0,9	0,7	0,6	1,0	0,9
Не идентифи- цировано	3,1	1,2	1,8	0,8	0,5	1,7	0,5	2,2	1,9	4,3
Метилтнופן	0,2	0,1	—	—	0,1	—	—	—	—	0,1
Всего:	10,4	8,3	10,3	8,6	9,3	10,8	8,5	13,7	18,5	14,0
Не идентифи- цировано	13,3	14,7	4,0	13,6	11,5	11,2	12,6	11,1	15,1	19,6

Групповой состав фракции, кипящей выше 200°

Парафиновые углеводороды	55,7	55,3	50,4	47,6	—	34,5	47,4	51,5	—	53,5
Олефиновые „	—	—	—	—	—	7,5	2,3	1,5	—	—
Ароматические „	36,0	36,4	42,2	45,5	—	41,3	34,6	37,3	46,0	31,7
Кислородные соединения	8,3	8,3	7,4	6,9	—	16,7	15,7	10,1	13,2	—
Сера	—	0,32	0,29	0,27	—	0,85	0,32	0,29	0,25	—
Молекулярный вес	—	189	193	193	—	180	180	182	189	—
Карбонильная группа	—	1,40	0,49	0,53	—	2,42	—	1,81	—	—
Гидроксильная „	—	1,30	2,44	0,13	—	5,2	5,0	5,5	2,1	—

их содержится уже 36,0%. Таким образом, в той стадии процесса разложения керогена, где смола образуется очень медленно отщеплением углеводородных групп от больших молекул керогена, наличие ароматических углеводородов определялось как в виде группового компонента,

так и индивидуально. При анализе тяжелой части смолы был идентифицирован нафталин. Следовательно, как одноядерные, так и многоядерные ароматические соединения образуются при вышеуказанных температурах одновременно, когда не происходит заметных вторичных изменений в отщепляющемся от керогена материале.

Для выделившихся из сланцевого керогена ароматических углеводородов наиболее характерно положение алкильных групп 1, 2 или 1, 2, 4. Положения 1, 3; 1, 3, 5 и 1, 2, 3 встречаются значительно реже. Исходя из этого, можно полагать, что ароматические ядра в сланцевом керогене связаны с алифатическими радикалами преимущественно в положении 1, 2. Одно ядро связано двумя, реже тремя боковыми цепями с молекулой керогена. Четыре алкильных цепи у бензольного кольца встречаются очень редко. Кажущееся малое число ядер с тремя и четырьмя алкильными цепями в молекуле керогена, возможно, обусловлено также тем, что при наличии нескольких цепей некоторые из них не рвутся, вследствие чего ароматическое ядро не отделяется от молекулы керогена.

О неароматических циклах, присутствующих в керогене, можно сказать следующее.

В керогене должны отсутствовать циклоолефиновые группировки. Поскольку, однако, они содержатся в небольшом количестве в смоле, полученной при 272—280°, то можно предположить, что они образовались в процессе разложения. Содержание нафтеновых соединений в той же смоле в 3—5 раз выше содержания циклоолефиновых, что указывает на присутствие циклопарафинов уже в керогене. Из расчетных данных следует, что нафтеновые и ароматические циклы появляются в сланцевом керогене в соотношении 1:1. Такое соотношение циклов характерно лишь для части керогена, разлагающейся при 270—280°. Неразложившаяся часть более циклична и термически устойчива. Заслуживает внимания тот факт, что соединения с нормальными цепями в смоле промышленных установок полукоксования присутствуют главным образом лишь в части, кипящей ниже 250°. Во фракциях, кипящих выше 300°, их содержание быстро падает. Согласно данным табл. 3, максимальное количество нормальных углеводородов, выделенных из керогена, приходится на долю C_7 — C_9 . Можно полагать, что циклы керогена объединяются цепями, состоящими главным образом из углеродных атомов от 6 до 11. Это заключение справедливо при условии, что цепи рвутся вблизи ядер.

Из состава сланцевой смолы следует, что в процессе термического разложения керогена образуются нормальные, с различной длиной боковой цепи, ароматические, циклопарафиновые и циклоолефиновые углеводороды и тяжелый остаток кислородных соединений. Химический состав тяжелых фракций еще не выяснен. Можно полагать, что они состоят в основном из циклов, поскольку роль связывающих боковых цепей мала. Следует отметить, что тяжелая смола разлагается дальше главным образом в соответствии с теми же закономерностями, что и кероген. Из тяжелой смолы до полного прекращения разложения при температуре 290—300° образовалось 8% легких компонентов, которые по своему количеству и составу отвечают продуктам разложения керогена при той же температуре. Половину указанных легких компонентов, т. е. 4%, составляют *n*-парафиновые углеводороды. С учетом содержания олефиновых углеводородов продукты, образовавшиеся при термическом разложении тяжелой смолы, содержат до 65% соединений с неразветвленной цепью. Вероятно, межциклический основной запас цепей тем самым исчерпан и поэтому разложение при данной температуре

прекращается. Разрушение циклов требует, очевидно, более высокой температуры.

Таким образом, при быстром нагревании сланца (например, в туннельных печах) образуется ряд углеводородов и кислородных соединений с различным молекулярным весом, имеющих главным образом нормальные цепи и составляющих основную часть сланцевого бензина. Вследствие разрушения цепей в керогене освобождаются различные циклические соединения, которые дают циклическую часть бензина. При быстром разложении керогена в туннельных печах реакции термического разложения не успевают достигнуть состояния равновесия. Этим объясняется и то, что низкотемпературное разложение тяжелой сланцевой смолы протекает аналогично разложению керогена.

Основную часть ($2/3$) промышленного сланцевого бензина составляют нормальные парафиновые и олефиновые углеводороды. Выше мы уже рассмотрели причины их образования. Бензин, полученный при температуре $272-280^\circ$, также содержит 66% соединений с нормальной цепью, а полученный при 300° — 70% и при 330° — 75% [см. табл. 3, опыт I ($1+2$ и $3+4$) и опыт III (1 и 2)]. На первой стадии разложения содержание соединений с нормальной цепью даже меньше, чем при углублении разложения при данной или более высокой температуре. Отсюда следует, что: а) на первой стадии разложения выделяется больше циклических соединений, а это указывает на более слабую связь одних циклов с молекулой керогена по сравнению с другими; б) поскольку отношение циклических и нормальных алифатических соединений в промышленном агрегате и при низкотемпературном изотермическом разложении остается постоянным, эта особенность состава смол обусловлена свойствами керогена. От молекулы керогена отделяются длинные цепи. Часть их остается при разложении связанной с циклами (например, в смоле найдены *n*-пентилбензол, *n*-гексилбензол, *n*-пентилциклопентен и т. д.), часть же образует нормальные углеводороды и кислородные соединения.

Как углеводородная часть, образующаяся при термическом разложении керогена, так и кислородные соединения состоят из соединений с нормальной цепью и циклических структур. Из циклических кислородных соединений важными являются фенолы. Кислородные соединения с нормальной цепью состоят из кетонов и карбоновых кислот. Содержание кислородных соединений, образовавшихся в низкотемпературных опытах разложения керогена, относительно низкое. Отчасти это, очевидно, объясняется более высокими температурами кипения кислородных соединений. Рассматривая образование кислородных соединений в связи с режимом термической обработки, можно видеть, что в опыте I, который начинается при низкой температуре и затем продолжается при $300-330^\circ$, содержание кислородных соединений непрерывно уменьшается. Таким образом, кислородные соединения определенного вида выделяются уже при низкой температуре, среди них присутствуют соединения как с гидроксильной, так и с карбонильной группой; после того как эти структурные образования выделяются, разложение при данной температуре прекращается.

В опыте II (начальная температура 300°) содержание кислородных соединений в тяжелых фракциях в два раза выше, чем в опыте I. Отсюда следует, что:

а) в условиях продолжительной термической обработки характер кислородных групп в керогене изменяется и образуются газообразные продукты (H_2O , CO_2 , CO); выход жидких продуктов уменьшается вследствие внутримолекулярной перегруппировки;

б) существуют стабильные кислородные группы, которые в процессе разложения керогена остаются в продуктах разложения с большим молекулярным весом; этим и обусловлено высокое содержание кислорода в тяжелых фракциях сланцевой смолы.

Сернистые соединения при низкотемпературном полукоксовании образуются наиболее интенсивно в первый период. Так, смола, образовавшаяся в первый период опыта III, содержит 0,85% серы, смола же, образовавшаяся позднее, но при этой же температуре, — 0,32%. Термическая обработка, законченная при более высокой температуре (390°), еще более уменьшает содержание серы.

В процессе термического разложения керогена выделяются газ и жидкие продукты. В ранее опубликованных работах приводятся многочисленные данные о количестве и составе газовых продуктов, образующихся при термическом разложении сланца. В настоящей работе мы приводим данные о газах, образующихся при низкотемпературной термической обработке сланца (табл. 4). В отношении состава углеводородной части эти данные полнее, чем опубликованные данные других авторов.

Таблица 4

Состав газов, образовавшихся при низкотемпературной термической обработке керогена сланца

Название соединений	Опыт I				Опыт V		
	1	2	3	4	2	3	4
CO ₂ + H ₂ S	18,7	12,7	13,4	11,5	11,5	14,9	10,1
CO	6,6	2,0	2,0	1,0	12,0	9,8	9,2
H ₂	21,4	16,0	18,4	20,4	—	10,9	23,1
Метан	16,0	16,4	15,3	16,5	19,6	17,9	16,9
Этан	14,2	15,0	8,0	10,0	11,5	9,9	10,0
Пропан	10,0	18,3	17,2	16,2	21,6	15,6	15,0
Изобутан	0,9	1,0	0,3	0,7	0,7	5,0	4,7
n-Бутан	6,6	9,2	10,5	9,3	10,6	8,3	6,9
n-Пентан	—	3,3	6,1	4,8	2,8	5,9	2,5
Этилен	1,0	1,0	1,9	1,3	3,8	—	—
Пропилен	2,9	3,2	3,0	4,8	3,0	—	—
Бутен-1	1,7	0,8	1,7	2,4	2,0	0,5	1,0
транс-Бутен-2	—	0,1	0,6	0,3	0,1	0,1	0,2
цис-Бутен-2	—	0,1	1,0	0,5	0,6	0,4	0,2
Пентен-1	—	—	1,0	0,2	—	0,7	0,2
Всего:	100,0	99,1	100,4	99,9	99,8	99,9	100,0

При низкотемпературном разложении из газообразных углеводородов выделяются в основном парафины и в значительно меньшем количестве — олефины. Это отвечает закономерностям состава жидких продуктов. Как в жидких, так и в газообразных продуктах изосоединений содержится мало.

Сравнение результатов газового анализа в опытах I и V показывает, что они в общем одинаковы. Это означает, что газообразные продукты, образовавшиеся при разложении керогена и сланцевой тяжелой смолы, одинаковы как по количеству, так и по составу. Газовые продукты опыта V содержат больше олефиновых углеводородов, чем продукты разложения керогена.

С учетом результатов газового анализа выясняется, что при термическом разложении сланцевого керогена одновременно образуются угле-

водороды разного молекулярного веса, начиная от метана и кончая компонентами области тяжелых фракций смолы полукоксования. Многочисленность различных группировок, образующихся при термическом разложении, обусловлена сложным строением молекулы керогена.

Авторы благодарят доктора химических наук А. С. Фомину за просмотр статьи и указания по ней.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аарна А. Я., Липпмаа Э. Г., Тр. Таллинск. политехн. ин-та. Сер. А, № 97, 3 (1958).
2. Аарна А. Я., Тр. Таллинск. политехн. ин-та. Сер. А, № 57, 32 (1954).
3. Аарна А. Я., Тр. Таллинск. политехн. ин-та. Сер. А, № 63, 65 (1965).
4. Аарна А. Я., Петухов Н. Ф., Тр. Таллинск. политехн. ин-та. Сер. А, № 73, 41 (1956).
5. Каск К. А., Тр. Таллинск. политехн. ин-та. Сер. А, № 73, 23 (1955).
6. Когерман П., Лутс К., Хюссе И., Химия эстонских сланцев, М.—Л., 1948.
7. Митюрёв А. К., Химия и технология горючих сланцев и продуктов их переработки, Вып. 6, Л., 1958.
8. Ушаков С. Н., Иванов Б. И., Кириллова С. И., Хим. пром., № 9, 11 (1946).
9. Эйзен О., Арумеев Э., Изв. АН ЭССР. Сер. физ.-матем. и техн. наук, 13, № 1, 36 (1964).

Институт химии
Академии наук Эстонской ССР

Поступила в редакцию
21/IX 1966

O. EISEN, J. RIKKEN

KEROGEENI MADALATEMPERATUURILISEL TERMILISEL LAGUNEMISEL TEKKIVATE VEDELATE PRODUKTIDE KEEMILISEST KOOSTISEST

Uuriti kukersiidi kergeeni termilist lagunemist temperatuuril 272—330°C. Määrati vedelproduktide individuaalne ja grupiline koostis. Esitatakse mõningad seisukohad kergeeni madalatemperatuurilise termilise lagunemise mehhanismi kohta.

O. EISEN, J. RIKKEN

ÜBER DIE CHEMISCHE ZUSAMMENSETZUNG DER FLÜSSIGEN SPALTPRODUKTE DER THERMISCHEN ZERSETZUNG DES KEROGENS BEI NIEDRIGEN TEMPERATUREN

Es wird die Zusammensetzung von flüssigen Spaltprodukten des Kerogens bei der thermischen Zersetzung im Temperaturbereich von 272—330°C bestimmt. Hierbei werden einige Standpunkte über den Reaktionsmechanismus mitgeteilt.