

Ю. Т. ТЕДЕР, И. Р. КЛЕСМЕНТ, Х. П. ОЯ

ПРЕВРАЩЕНИЯ НИЗШИХ СПИРТОВ ПРИ ГАЗОВОЙ ЭКСТРАКЦИИ УЗБЕКСКИХ ГОРЮЧИХ СЛАНЦЕВ

В число методов ожижения органического вещества (ОВ) каустобиолитов входит метод газовой экстракции (ГЭ) — одновременное воздействие на топливо повышенной температуры и органического растворителя. Обычно процесс проводят в условиях, когда пар низкокипящего углеводородного растворителя имеет сверхкритическую плотность при сверхкритической температуре.

Если в качестве экстрагентов применяется бензол или толуол, то выход экстракта из каменных и бурых углей не превышает 20 %. Для повышения выхода экстракта — смол, растворимых в бензоле и пиридине, — было предложено использовать низкокипящие спирты [1, 2]. Механизм действия спиртов при экстракции углей окончательно еще не раскрыт. Установлено, что спирты являются донорами водорода при совместной экстракции топлив едким натром или кали [3—5]. Отмечается, что протоно-донорные свойства спирта проявляются не только в спирто-щелочных системах [1]. Водород освобождается при экстракции в результате дегидрирования спиртов до альдегидов или кетонов. Наряду с действием спиртов как доноров водорода установлено и алкилирование органической массы угля [6, 7]. При суперкритическом растворении бурых углей метиловым, этиловым и изопропиловым спиртами вне зависимости от характера спирта доля протонов алкильных групп, находящихся в α -положении к ароматическому кольцу, увеличивается [7]. При ГЭ ряда сапропелитов этиловым и изопропиловым спиртами были получены высокие выходы смолы в расчете на ОВ — 70 % и более [8, 9]. ИК- и ^1H ЯМР-спектры этих смол дают основание утверждать, что спирты переходят в структуру ожижаемого ОВ. Однако результаты экстракций интерпретировать трудно, поскольку неясно, каким образом алкильные радикалы переходят в структуру ОВ.

ГЭ каустобиолитов низшими спиртами позволяет получить высокие выходы жидкого продукта, поэтому ее можно использовать при изучении структуры ОВ высокопревращенных сланцев, а также рассеянного ОВ. Получать смолу из рассеянного ОВ другими методами термической деструкции труднее из-за большого количества минерального вещества в исходной породе. Как показывает опыт исследования каустобиолитов методами термической деструкции, например полукоксованием, минеральная часть топлива в большинстве случаев оказывает адсорбционное и каталитическое влияние на процесс, в результате чего выход смолы уменьшается. Поэтому при ГЭ высокопревращенных сланцев и рассеянного ОВ важное значение имеет поведение самого экстрагента в ходе ожижения.

В настоящей работе проводили ГЭ пород с низким содержанием

Характеристика сланцев

Месторождение, проба	Глубина отбора пробы, м	Характеристика, %			
		W^d	A^d	$(CO_2)_M^d$	Содержание ОВ
Южный Хатар, 106	460	2,9	65,7	20,6	13,7
Западный Култак, 166	3070	0,4	69,5	25,5	5,0

ОВ, чтобы установить механизм превращения низших спиртов, в основном изопропилового, который обычно применяют при экстракции бурых и каменных углей. Экстракцию проводили с двумя образцами сланцевых пород из месторождений Узбекской ССР (табл. 1): первая уже подвергалась некоторым процессам катагенеза [10], а вторая, судя по низкому содержанию ОВ, является отложением с рассеянным ОВ.

Сланцы экстрагировали в автоклавах вместимостью 22 см³ при температуре 360 °С (пробу 166 также при 380 °С) в течение 4 ч. Соотношение сланец—растворитель 1 : 4, плотность и чистого, и бинарного растворителей 1,2—1,3 от критической. В качестве растворителей применяли разные системы (табл. 2). Эффективность ГЭ оценивали по количеству получаемого экстракта (смолы). По окончании процесса жидкие продукты экстракции отделяли от твердого остатка хлороформом, а растворитель отгоняли под вакуумом. Было отмечено, что низшие спирты (особенно изопропанол) эффективнее других растворителей ожигают сланец. Так, с изопропанолом, в зависимости от условий процесса, были получены выходы экстракта более 100 % в расчете на ОВ.

Анализ материальных балансов экстракций показал, что при экстракции сланцев растворителями, не содержащими спирты, выход газа составил 0,3—10 %. Ожижение же спиртами и их бинарными смесями сопровождалось сильным газообразованием, особенно в случае изопропанола. При экстракции водно-спиртовой бинарной смесью ко-

Таблица 2

Зависимость выхода экстракта, % на ОВ, от типа растворителя

Растворитель	Проба 106		Проба 166	
	t 360 °С		t 380 °С	
Чистые растворители				
Бензол	10	40	35	
Вода	40	16	20	
Метанол		34	35	
Этанол	90	80	66	
Изопропанол	160	81	110	
25 %-ный водный раствор формиата натрия	—	54	50	
10 %-ный водный раствор едкого натра	—	15	8	
Бинарные растворители				
Бензол—вода 1 : 1	—	32	—	
Изопропанол—бензол 1 : 1	160	88	198	
Изопропанол—бензол 1 : 4	—	55	128	
Изопропанол—вода 1 : 1	—	90	700	
Изопропанол—вода 1 : 4	—	40	100	
Метанол—вода 1 : 1	—	20	—	
Метанол—вода 1 : 4	—	16	—	

личество образующегося газа, по сравнению с количеством газа экстракции чистым спиртом, сильно уменьшалось (табл. 3), что может быть обусловлено, с одной стороны, влиянием воды на равновесную реакцию дегидратации спирта, а с другой — более низким содержанием спирта в автоклаве.

Таблица 3

Выходы газа и экстракта, % на сланец, при экстракции сланцев и полукокса

Растворитель	Температура, °С			
	360		380	
	Экстракт	Газ	Экстракт	Газ
Проба 166 (сланец)				
Метанол	1,7	90	1,8	180
Этанол	4,0	85	3,0	160
Изопропанол	4,0	52	5,6	60
Изопропанол— вода 1:1	4,6	29	36	30
Проба 106 (сланец)				
Изопропанол	22	57	—	—
Проба 166 (полукокс)				
Изопропанол	19	53	—	—
Изопропанол— вода 1:1	15	26	—	—

Понятно, что сильное газообразование при экстракции изопропанолом не может быть вызвано только участием ОВ породы, поскольку образующегося газа больше, чем ОВ, загружаемого в автоклав. Конструктивные особенности автоклава воспрепятствовали отбору газа для анализа, поэтому на основании того, что вторичные спирты дегидрируются легче, чем первичные, можно предположить, что основным компонентом газа является олефин, образовавшийся при каталитической дегидратации спирта. Каталитическая дегидратация низших спиртов протекает в присутствии окисных катализаторов при температуре 300—400 °С с образованием газообразных олефинов. Дегидратация изопропанола на ожигаемых породах вполне возможна, поскольку в пробе 106 содержится 9,2 % окиси алюминия, а в пробе 166 — 6,7 %*. Не исключено и дегидрирование спирта, хотя образующийся в результате водород является легким компонентом, следовательно, эта реакция не может дать высокого выхода газа и остается поэтому второстепенной.

Известно, что при ожигении бурого угля (особенно с применением метилового спирта) имеет место алкилирование ОВ топлива [7]. Предполагается, что подобный процесс протекает и при ожигении ОВ кукурсита [9]. Судя по данным материального баланса экстракции, в настоящем случае алкилирование ОВ породы не единственная реакция перехода изопропанола в состав экстракта. Чтобы установить, какие еще процессы протекают в среде изопропанола, жидкий продукт экстракции подробно исследовали спектральным и хроматографическими методами.

ИК-спектроскопия** полученных экстрактов показала, что состав экстракта зависит от примененного экстрагента-растворителя (рис.1;

* Минеральная часть сланцев исследована рентгенодифрактометрическим методом [11].

** ИК-спектры были сняты на спектрометре «Спекорд ИР—75».

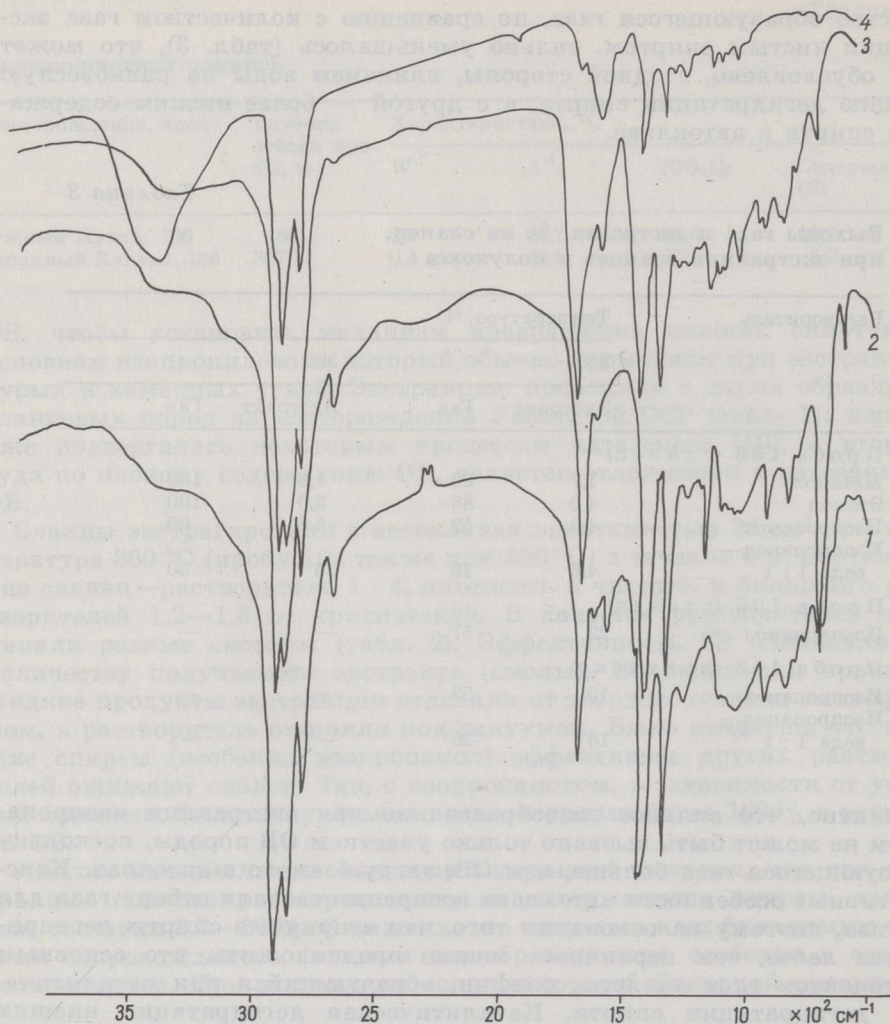


Рис. 1

ИК-спектры экстрактов, полученных при экстракции сланца пробы 166 смесью изопропанол—вода 1 : 1 (1), полукокса пробы 166 изопропанолом (2), сланца пробы 106 изопропанолом (3), сланца пробы 166 бензолом (4)

табл. 4). ИК-спектры сравнивали, используя основные коэффициенты — отношения оптических плотностей конкретных полос поглощения: за характеристику разветвленности углеводородных цепей принималось отношение $1380/1465 \text{ см}^{-1}$, а за характеристику содержания карбонильной группы — $1720/1465 \text{ см}^{-1}$ (табл. 4). В экстрактах, полученных при ожежении сланцев в бензоле (в чистом или в бинарных смесях), содержатся ароматические структуры, что подтверждает наличие валентных колебаний средней и слабой интенсивности при 1600 и 3070 см^{-1} .

Алифатические структуры в этих экстрактах менее разветвленные, чем в экстрактах, полученных со спиртовыми растворителями (отношение $1380/1465 \text{ см}^{-1}$ — см. табл. 4). В ИК-спектрах последних, в свою очередь, трудно найти линии, доказывающие наличие ароматических структур. Для них характерно содержание карбонильной группы, которое постепенно снижается в ряду применяемых растворителей: метанол, этанол и изопропанол.

Судя по ИК-спектрам, большую долю в экстрактах составляют продукты превращения спиртов. Ожидаемая при этом реакция — это полимеризация олефина от дегидратации спирта, однако, возможны и реакции конденсации кислородсодержащих соединений от превращения спирта. Высокое давление при экстракции способствует полимеризации газообразных олефинов до жидких продуктов, но разбавление этих олефинов исходным спиртом замедляет реакцию. Кроме того, полимеризация олефинов, в частности пропилена, может протекать под действием присутствующего при экстракции катализатора, например минеральной части породы или твердого коксоподобного остатка ожигения ОВ сланца.

Таблица 4

Характеристика экстрактов, полученных при экстракции сланца пробы 166, по ИК-спектрам

Растворитель	1380/1465	1720/1465
Чистые растворители		
Бензол	0,47	0,14
Вода при 360 °С	1,90	0,64
Вода при 380 °С	0,60	0,86
Метанол	0,61	1,10
Этанол	0,53	0,82
Изопропанол	0,61; 0,70*	0,62; 0,68*
Бинарные растворители		
Изопропанол— бензол 1 : 1	0,48	0,10
Изопропанол— бензол 1 : 4	0,47	0,25
Изопропанол— вода 1 : 1	0,72	0,68
Изопропанол— вода 1 : 4	0,61	0,38

* Экстракция полукокса при 360 °С.

Чтобы установить влияние твердого остатка на превращение изопропанола, было проведено предварительное полукоксование пробы 166 по стандартной методике, после чего полукоккс экстрагировали в автоклаве: в первом случае изопропанолом, а во втором — смесью изопропанол — вода 1 : 1 при температуре 360 °С в течение 4 ч (табл. 3). При этом выход экстракта, кипящего при более высокой температуре, чем чистый изопропанол, оказался в 4—5 раз выше, чем при экстракции породы, представляющий собой маловязкую жидкость, мог образоваться только из изопропанола, так как содержание водорода в ОВ полукоккса, по данным элементного анализа, составляет всего 0,3 %.

Чтобы понять, почему полукоккс влияет на превращение изопропанола сильнее, чем твердый остаток экстракции, использовали электронно-микроскопические снимки полукоккса и твердого остатка экстракции (рис. 2). Оказалось, что частицы полукоккса имеют высокоразвитую поверхность, чего нельзя сказать о частицах твердого остатка экстракции породы. Вероятно, в этом и кроется причина повышенной каталитической активности полукоккса в процессе полимеризации пропилена. Отметим, что выходы газа (пропилен из изопропанола) в проведенных опытах сходны (табл. 3). Это указывает на каталитическую роль минеральной части топлива при дегидратации спирта, а точнее, содержащейся в ней окиси алюминия, в то время как коксоподобный остаток экстракции и сам полукоккс на экстракцию не влияют.

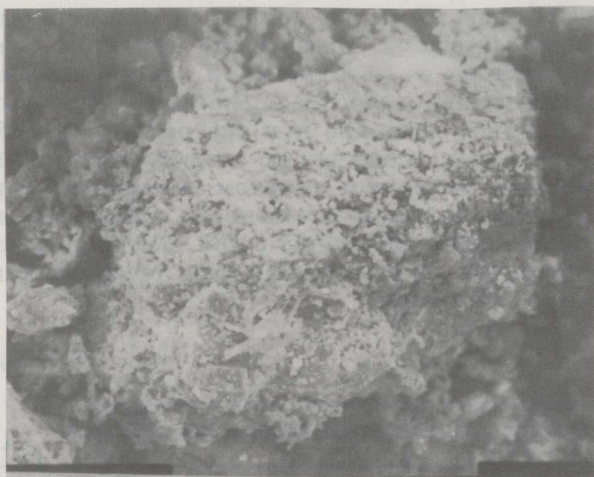
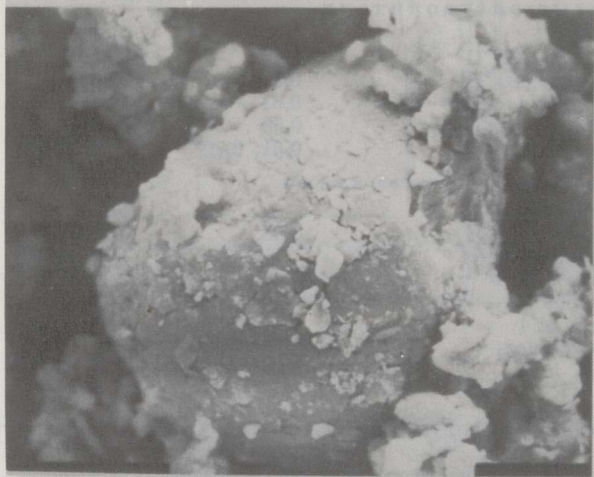
a*б*

Рис. 2

Электронно-микроскопические снимки полукокса (*a*) и остатка экстракции сланца пробы 166 изопропанолом (*б*). Снимки сняты на растровом микроскопе «Тесла» БС-300: $\times 2500$, масштаб 25 мм : 10 мкм

Сравнение ИК-спектров показало, что составы экстрактов полукокса с изопропанолом и сланца со смесью изопропанол—вода 1 : 1 пробы 166 сходны (рис. 1; табл. 4). Возможно, оба экстракта содержат в основном продукты превращения растворителя. Чтобы выяснить это, экстракты разделяли на группы методом препаративной тонкослойной хроматографии с последующим спектральным анализом выделенных групп (табл. 5). В экстрактах отмечено значительное содержание неароматических углеводов, являющихся продуктами полимеризации пропилена.

Газожидкостная хроматография показала, что олигомеры пропилена в основном представлены изомерами (рис. 3), которые выходят из хроматографической колонки образуя ряд со степенью полимеризации 3, 4 и 5. В групповых составах экстрактов есть и некоторые различия. Так, по сравнению с экстрактом сланца, содержание неароматических углеводов в экстракте полукокса в 1,5 раза меньше, а содержание кислородных и высокополярных соединений более чем в два раза

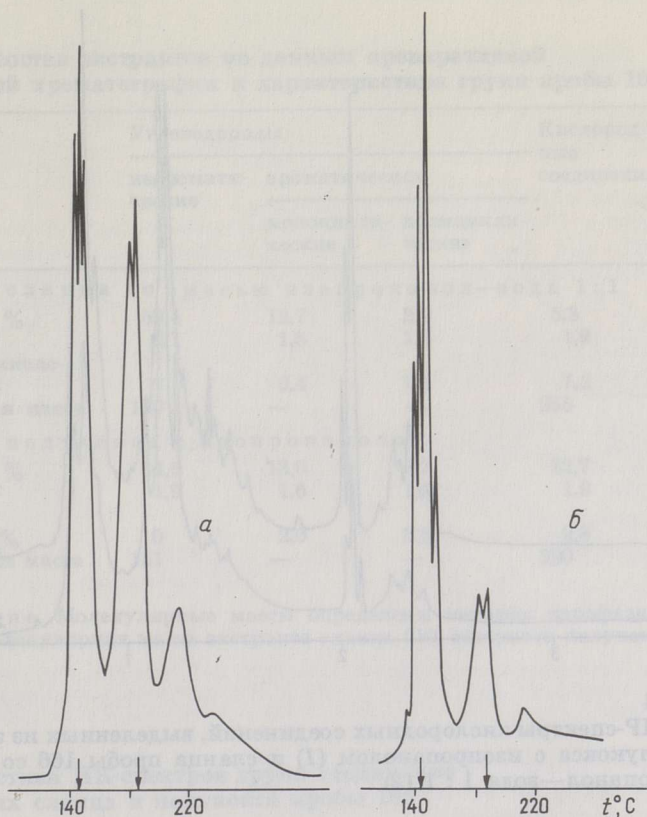


Рис. 3

Хроматограммы неароматических углеводородов: из экстракта, полученного со смесью изопропанол—вода 1 : 1 (а), и экстракта с изопропанолом (б). Стрелками указаны температуры выхода прибавленных в экстракты чистых $n\text{-C}_{11}\text{H}_{24}$ и $n\text{-C}_{14}\text{H}_{30}$. Условия хроматографирования: колонка 3,6 м, \varnothing 3 мм, 4% Е-301 на Хроматон- N-AW-HMDS , газ-носитель гелий, скорость подъема температуры $5^\circ\text{C}/\text{мин}$, начальная температура 70°C

выше. Уменьшение содержания неароматических углеводородов в экстракте с изопропанолом может объясняться тем, что, во-первых, часть олефина от дегидратации спирта не успевает полимеризоваться и остается в газовой фазе (табл. 4), и, во-вторых, повышенным каталитическим влиянием полукокса. Интенсивному образованию кислородных и высокополярных соединений способствует более развитая поверхность частиц полукокса.

Кислородные и высокополярные соединения, судя по ИК- и ^1H ЯМР-спектрам* (рисунки 4 и 5; таблицы 6 и 7), являются высокомолекулярными соединениями с разветвленными карбонилсодержащими цепями. Кислородные и высокополярные соединения из изопропилового экстракта содержат больше концевых метильных групп. В то же время прямолинейные углеводородные цепи в них короче, чем в этих же соединениях из экстракта, полученного со смесью изопропанол—вода 1 : 1. Кроме карбонильной, в кислородных соединениях обнаружены и эфирные группы, а в высокополярных — протоны, связанные двойной связью.

* ^1H ЯМР-спектры сняты на спектрометре ЯМР БС-567 («Тесла», 100 МГц) в режиме преобразования Фурье.

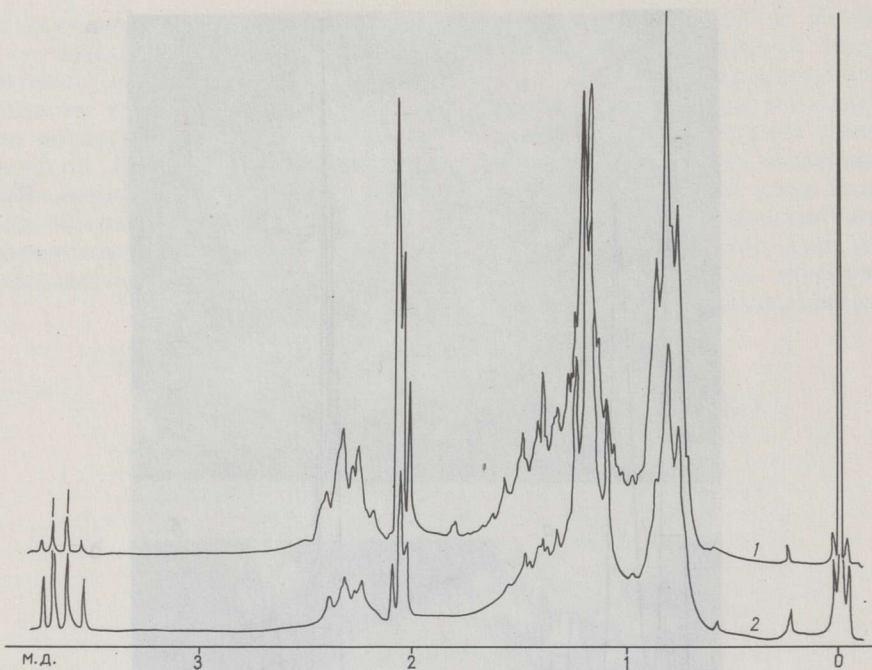


Рис. 4

^1H ЯМР-спектры кислородных соединений, выделенных из экстракта полукокса с изопропанолом (1) и сланца пробы 166 со смесью изопропанол—вода 1 : 1 (2)

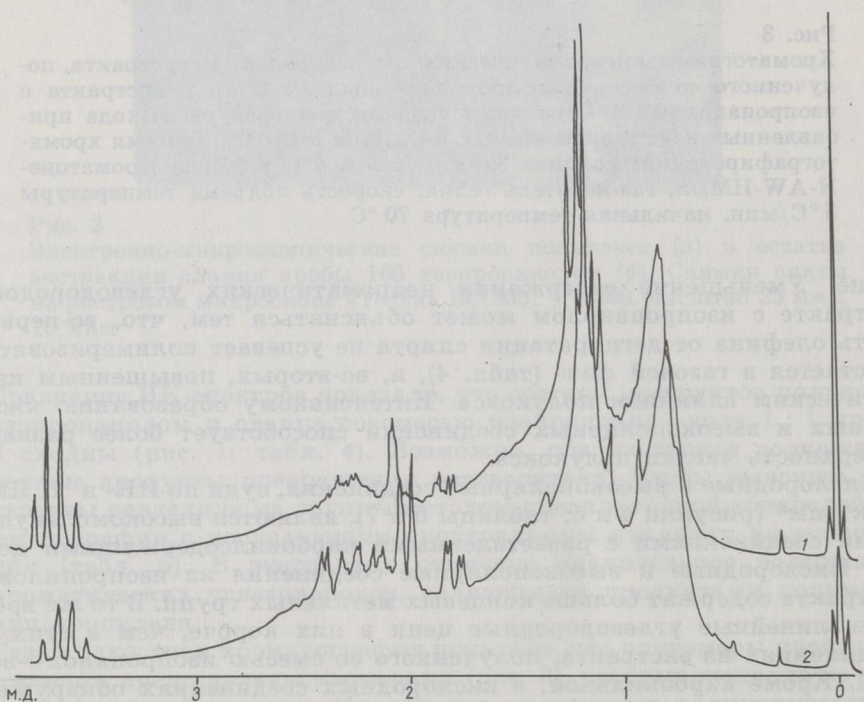


Рис. 5

^1H ЯМР-спектры высокополярных соединений, выделенных из экстракта сланца со смесью изопропанол—вода 1 : 1 (1) и полукокса пробы 166 с изопропанолом (2)

Групповой состав экстрактов по данным препаративной тонкослойной хроматографии и характеристика групп пробы 166

Показатель	Углеводороды			Кислородные соединения	Высокополярные соединения
	неароматические	ароматические			
		моноциклические	полициклические		
Экстракт сланца со смесью изопропанол—вода 1:1					
Содержание, %	59,4	12,7	2,9	5,3	10,1
Н/С	2,1	1,6	1,3	1,9	1,6
Содержание кислоты, %	0	0,4	7,1	7,2	16,2
Молекулярная масса	170	—	—	255	488
Экстракт полукочка с изопропанолом					
Содержание, %	34,5	13,0	3,7	22,7	22,9
Н/С	1,9	1,6	1,3	1,9	1,3
Содержание кислорода, %	0	2,0	3,5	9,8	25,3
Молекулярная масса	151	—	—	290	732

Примечание. Молекулярные массы определены методом парофазной осмометрии в бензоле. Молекулярная масса экстракта сланца 210, экстракта полукочка 266.

Таблица 6

Характеристика ИК-спектров групп соединений в экстрактах сланца и полукочка пробы 166

Группы соединений	1380/1465		1720/1465	
	Экстрагент			
	Изопропанол—вода* 1:1	Изопропанол**	Изопропанол—вода* 1:1	Изопропанол**
Углеводороды:				
неароматические	0,75	0,77	—	—
ароматические:				
моноциклические	0,68	0,67	0,27	0,71
полициклические	0,50	0,58	0,70	0,62
Кислородные соединения	0,72	0,70	1,50	1,40
Высокополярные соединения	0,51	0,50	1,80	2,20

* Экстракт сланца.

** Экстракт полукочка.

Всесторонний анализ этих двух экстрактов показал, что они содержат в основном продукты превращения изопропанола. При этом трудно определить, какой вклад ОВ породы вносит в количество получаемого экстракта. Если такой вклад и имеется, то, судя по данным анализа, он остается весьма скромным. Минеральная часть исследованных пород, точнее, содержащаяся в ней окись алюминия, является катализатором, в первую очередь при дегидратации спирта. Роль карбонатной части породы требует дополнительного исследования.

Олефины от дегидратации спирта полимеризуются в олигомеры,

Распределение водорода, %, по ¹H ЯМР-спектрам, в кислородных и высокополярных группах соединений

Характер протонов	Химические сдвиги относительно гексаметил-дисилоксана, м.д.	Кислородные соединения		Высокополярные соединения	
		Экстрактент			
		Изопропанол — вода 1 : 1	Изопропанол	Изопропанол — вода 1 : 1	Изопропанол
CH ₃ концевые	0,81—0,83	26,0	30,2	12,8	20,5
CH ₂ в прямолинейных цепях	0,95—1,22	33,0	25,6	40,3	25,0
CH ₃ в (CH ₃)(CH ₂) ₂ OR	1,20—1,48	4,8*	17,9*	—	—
CH ₃ в (CH ₃) ₂ C=CH—COR и CH ₃ CH=CH—COR	1,48—2,18	—	—	15,1	24,1
CH ₂ в $\text{—CH}_2\text{—}\overset{ }{\underset{ }{\text{C}}}\text{—}\overset{ }{\underset{ }{\text{C}}}\text{—OCOR}$	1,98—2,40	} 7,3*	} 21,0*	} 10,5	} 14,0
CH ₃ в CH ₃ —COR	1,98—2,60				
H в (CH ₃) ₂ C=CH—COR	5,80	—	—	—	3,4

* В ИК-спектрах кислородных соединений при 1150 см⁻¹ имеется пик, характеризующий валентные колебания группы R—O—R. В ИК-спектрах высокополярных соединений данный пик отсутствует.

содержащие 3—5 молекул мономера. Полимеризуются также кислородсодержащие продукты от превращения исходного спирта. Так как твердый остаток ГЭ породы имеет менее развитую поверхность, чем кокс полукоксования, то и его полимеризующее действие выражено слабее, чем у полукокса.

Наиболее реакционноспособен в реакциях дегидрирования, дегидратации и полимеризации изопропанол, поэтому нельзя рекомендовать его как растворитель «с хорошими растворяющими свойствами» для исследования структуры керогена высокопревращенных сланцев и рассеянного ОВ методом ГЭ. Он хорошо ожигает каменный и бурый уголь, но в случае горючих сланцев может оказаться непригодным из-за различных процессов превращения.

Главный вывод настоящей работы заключается в том, что при ГЭ сланцев, бедных ОВ, высокий выход экстракта обусловлен остающимися в нем продуктами превращения изопропанола. Присутствие этих продуктов затрудняет раскрытие механизма ожигения ОВ сланцев.

Авторы выражают благодарность А. К. Паюмяэ за электронно-микроскопические снимки образцов и К. Р. Утсалу за проведение рентгенодифрактометрического анализа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Fanor M., Masataka M., Hironori I., Koji O. Solubilities of Taiheio (Japan) coal in a series of alcohols // Fuel. 1981. V. 60. N 10. P. 996—997.
2. Yoshida O., Fanor M., Hironori I., Koji O. Coal liquefaction by hydrogen produced from methanol. 3. Examination of reaction conditions // Ibid. 1985. V. 64. N 6. P. 767—771.
3. Masataka M., Sachihide F., Koji O. Effect of the species of alkali on the reaction of alcohol-alkali-coal // Ibid. 1979. V. 57. N 9. P. 801—802.
4. Koji O., Hiroshi O., Masataka M., Hironori I. Dissolution of coal with NaOH-alcohol: effect of alcohol species // Ibid. 1981. V. 60. N 6. P. 474—476.

5. Ross D. S., Blessing J. E. Alcohols as H-donor media in coal conversion // *Ibid.* 1979. V. 58. N 6. P. 538—542.
6. Тарабанько В. Е., Береговцова М. Г., Иванченко Н. М. и др. Исследование влияния метанола на процесс каталитической гидрогенизации угля // *Химия тв. топлива.* 1985. № 4. С. 76—81.
7. Тегай Ф., Корниец Е. Д., Меньшов В. И. и др. Алкилирование в процессе суперкритического растворения бурых углей в низших алифатических спиртах // Там же. № 3. С. 80—84.
8. Луйк Х. Э., Клесмент И. Р. Ожигение органического вещества горючих сланцев двух месторождений при температуре 350 °С в перегретых растворителях // *Горючие сланцы.* 1986. Т. 3. № 3. С. 319—327.
9. Луйк Х. Э., Клесмент И. Р. Газовая экстракция сапропелитов при 350 °С. Действие спиртов // *Изв. АН ЭССР. Хим.* 1987. Т. 36. № 1. С. 24—35.
10. Бондарь Е. Б., Ибрагимов А. Т., Светозарский Е. А., Клесмент И. Р. Геохимия нефтематеринских пород и нефтей Юго-Западного Узбекистана // *II Всесоюзн. совещ. по геохимии углерода : Тез. докл.* — М., 1986. С. 349—350.
11. Утсал К. Применение рентгенодифрактометрического метода для комплексного исследования вещественного состава горючих сланцев // *Горючие сланцы.* 1984. Т. 1. № 1. С. 69—80.

Представил О. Г. Эйзен

Поступила в редакцию
18. 02. 1987

*Институт химии
Академии наук Эстонской ССР
Г. Таллин
Таллинский политехнический институт*

J. T. TEDER, I. R. KLESMENT, H. P. OJA

CONVERSION OF LOW-BOILING ALCOHOLS IN GAS EXTRACTION OF UZBEKISTAN OIL SHALES

Two organic poor oil shales from the deposits in South Khatar and West Kultak (organic content 13.7 and 5.0 % respectively) were investigated by supercritical gas extraction with low-boiling alcohols at 360 and 380 °C. A relatively high alumina content in mineral matter is typical of these oil shales, being 9.2 % for South-Khatar oil shale and 6.7 % for West-Kultak oil shale. It was established that isopropyl alcohol and 1 : 1 mixture of isopropyl alcohol and water afford a very high extract yield, even higher than 100 % per oil shale organic matter. Methanol and ethanol showed lower extractive power under the same process conditions.

The IR spectra and gas chromatograms of isopropyl alcohol-water extract from extraction of West-Kultak oil shale and isopropyl alcohol extract from semicoke of the same oil shale were similar. The semicoke of West-Kultak oil shale is a nearly pure mineral matter with a low hydrogen content (0.3 %) and particles of an increased surface area. By group analysis of the extracts and subsequent IR and ¹H N.M.R. spectroscopy of their groups it was established that isopropyl alcohol converts to: 1) nonaromatic branched-chain hydrocarbons C₁₂, C₁₅, C₁₈ (36—59 %); 2) mono- and polynuclear aromatics (16 %); 3) carbonyl group containing (5—10 %) and 4) high-polar branched-chain carbonyl group containing components (16—25 %). Obviously mineral matter of oil shales, especially alumina, serves as a dehydrating agent in conversion of isopropyl alcohol to propylene during extraction. The particles of a developed surface area from the semicoke and solid residue from gas extraction, on the other hand, led to polymerisation of unsaturated hydrocarbons and radicals from isopropyl alcohol conversion to carbonyl-containing and high-polar components. A conclusion was made that in the case of gas extraction of organic poor oil shales, isopropyl alcohol is an unsuitable extraction medium due to catalytic conversion of the alcohol used.

*Academy of Sciences of the Estonian SSR,
Institute of Chemistry
Tallinn*

Tallinn Polytechnical Institute