

Н. В. БОДОЕВ, Н. И. ДОЛГОПОЛОВ

РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ  
САПРОПЕЛИТОВЫХ УГЛЕЙ

Сапропелитовые угли являются продуктом трансформации в анаэробных условиях озер и мелководья морей органической массы планктона и по элементному составу отличаются от гумитов высоким содержанием водорода (до 12 %). Малозольные сапропелиты характеризуются высокой вязкостью и термопластичностью, благодаря чему они легко обрабатываются, хорошо полируются и поэтому с древних времен широко используются для изготовления различных поделок и украшений. В составе органической массы сапропелитовых углей преобладают соединения, содержащие прямоцепочечные насыщенные алифатические фрагменты.

В работах [1—4] указывалось на то, что, судя по данным изучения продуктов деструкции и химических свойств, собственно сапропелиты имеют определенную упорядоченность структуры. В связи с этим представляло интерес рентгенографическое исследование этих объектов.

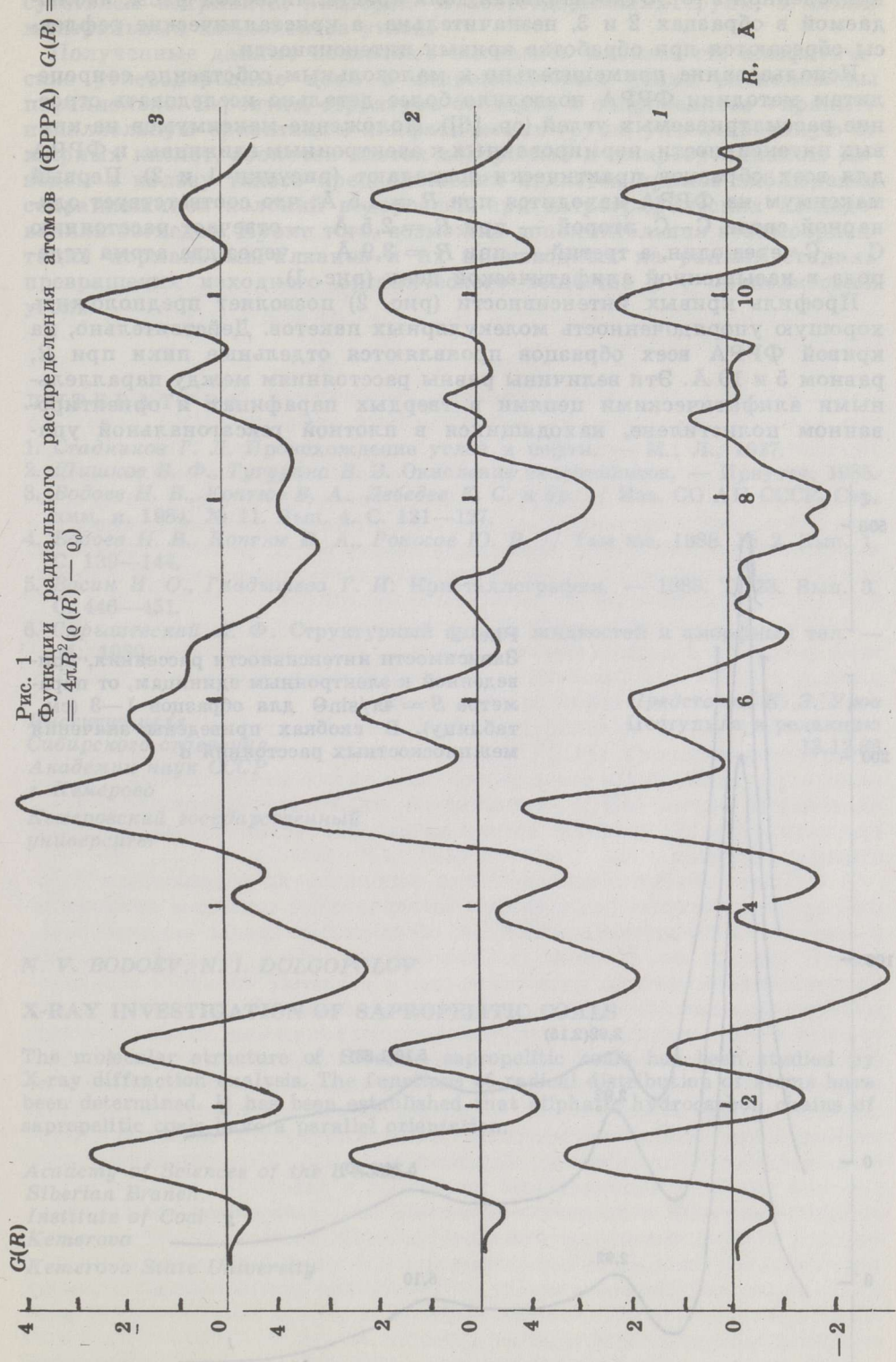
Образцы углей (собственно сапропелиты Таймылырского (обр. 1) и Чарчикского (обр. 2) месторождений в Ленском угольном бассейне и Матаганского (обр. 3) в Иркутском угольном бассейне) были подготовлены в виде параллелепипедов с одной отшлифованной гранью (характеристику образцов см. в таблице). Съемку проводили на дифрактометре ДРОН-3,0 в молибденовом излучении со средневзвешенной длиной волны  $\lambda_{\text{Ka}} = 0,7107 \text{ \AA}$ . Для монохроматизации рентгеновского излучения был использован изогнутый Li—F-монокроматор, установленный на отраженном пучке перед приемной щелью. Кривую интенсивности снимали в режиме «накопление по точкам» в интервале углов рассеяния «2 $\theta$ » от 3° до 120° с шагом  $\Delta 2\theta = 0,2^\circ$ . В каждой точке накапливалось не менее 3 тыс. импульсов, что соответствует относительной ошибке  $\sim 2\%$ .

На основе данных элементного состава образцов сделана попытка нормировать интенсивность и затем вычислить функцию радиального распределения атомов (ФРРА). Образцы сапропелитов в основ-

## Характеристика сапропелитовых углей, %

Обра- зец	Технический анализ			Элементный состав на <i>daf</i>						Петрографический состав		
	<i>A<sup>d</sup></i>	<i>W<sup>d</sup></i>	<i>V<sup>daf</sup></i>	C	H	N	S	P	O	Талло- моаль- гинит	Колло- альги- нит	Витри- нит
1	3,50	1,14	84,3	79,3	9,5	0,6	0,3	10,3	—	44	43	13
2	3,59	0,53	90,2	84,0	10,1	0,6	0,3	5,0	—	49	24	27
3	12,5	—	—	78,3	10,1	0,8	3,6	6,6	0,6	8	85	7

Рис. 1  
 Функции радиального распределения атомов (ФРА)  $G(R) = 4\pi R^2 \rho(R) - \rho_0$



ном рентгеноаморфны, поэтому возможно применение методики ФРРА, приведенной в [5]. Относительная доля кристаллической фазы, наблюдаемой в образцах 2 и 3, незначительна, а кристаллические рефлексы обрезаются при обработке кривых интенсивности.

Использование применительно к малозольным собственно сапропитам методики ФРРА позволило более детально исследовать строение рассматриваемых углей (ср. [6]). Положение максимумов на кривых интенсивности, нормированных к электронным единицам, и ФРРА для всех образцов практически совпадают (рисунки 1 и 2). Первый максимум на ФРРА находится при  $R = 1,5 \text{ \AA}$ , что соответствует одинарной связи С—С, второй — при  $R = 2,5 \text{ \AA}$  — отвечает расстоянию С...С через один, а третий — при  $R = 3,9 \text{ \AA}$  — через два атома углерода в насыщенной алифатической цепи (рис. 1).

Профиль кривых интенсивности (рис. 2) позволяет предположить хорошую упорядоченность молекулярных пакетов. Действительно, на кривой ФРРА всех образцов проявляются отдельные пики при  $R$ , равном 5 и 10  $\text{\AA}$ . Эти величины равны расстояниям между параллельными алифатическими цепями в твердых парафинах и ориентированном полиэтилене, находящимся в плотной гексагональной упа-

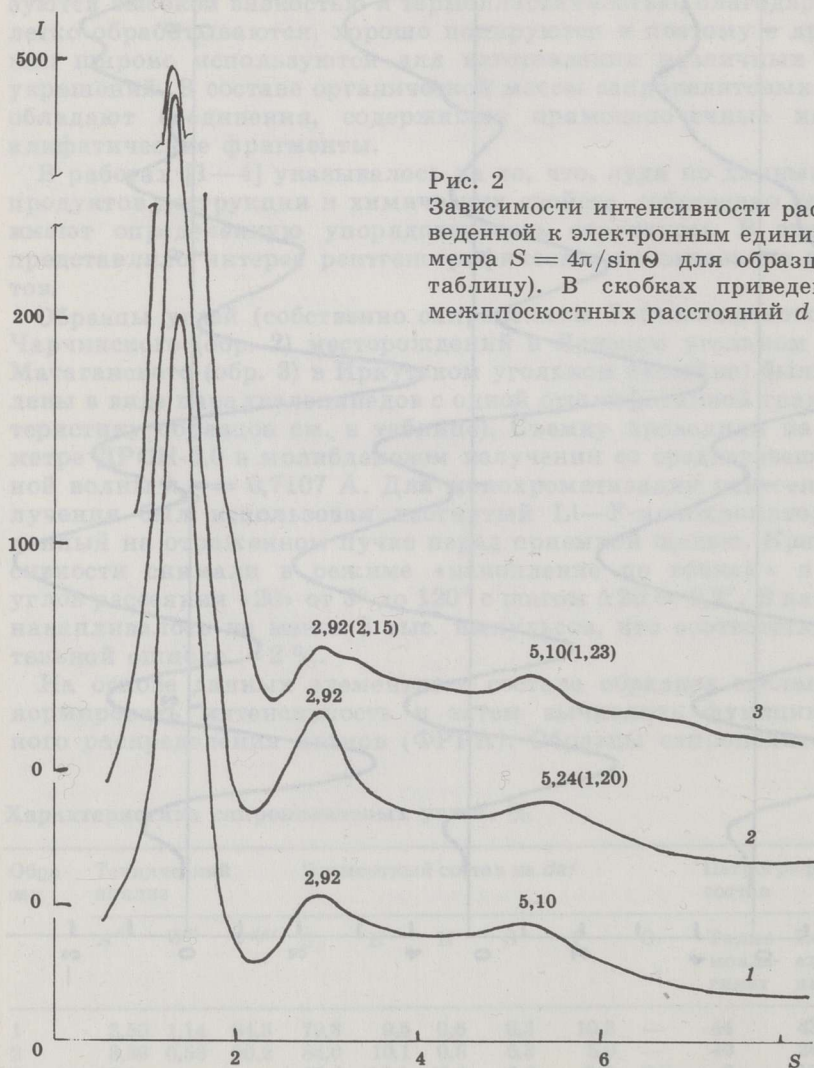


Рис. 2

Зависимости интенсивности рассеяния, приведенной к электронным единицам, от параметра  $S = 4\pi/\sin\Theta$  для образцов 1—3 (см. таблицу). В скобках приведены значения межплоскостных расстояний  $d$

ковке [6]. Наличие других максимумов, по-видимому, связано с присутствием витринита, кислород- и азотсодержащих групп, а также минеральных компонентов углей.

Полученные данные позволяют высказать мнение, что алифатические углеводородные цепи в сапропелитовых углях расположены параллельно. Вероятно, структура богхедов и сапропелитов «хранит» параллельную ориентацию алифатических групп, унаследованную от жирных кислот, оболочек клеток водорослей и микроорганизмов. Доводом в пользу такого предположения является прямое наблюдение сохранившихся колоний водорослей при петрографических исследованиях богхедов. Кроме того, возможна дополнительная взаимориентация нормальных алканов и их производных на ранних стадиях превращения исходного органического вещества в сапропелитовый уголь.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Стадников Г. Л. Происхождение углей и нефти. — М.; Л., 1937.
2. Шишков В. Ф., Тутурина В. В. Окисление сапропелитов. — Иркутск, 1985.
3. Бодоев Н. В., Коптюг В. А., Лебедев К. С. и др. // Изв. СО АН СССР. Сер. хим. н. 1984. № 11. Вып. 4. С. 121—127.
4. Бодоев Н. В., Коптюг В. А., Рокосов Ю. В. // Там же. 1988. № 2. Вып. 1. С. 139—144.
5. Васин И. О., Гладышева Г. И. Кристаллография. — 1983. Т. 28. Вып. 3. С. 446—451.
6. Скрышевский А. Ф. Структурный анализ жидкостей и аморфных тел. — М., 1980.

Представил К. Э. Уров

Поступила в редакцию

13.12.88

Институт угля  
Сибирского отделения  
Академии наук СССР  
г. Кемерово  
Кемеровский государственный  
университет

N. V. BODOEV, N. I. DOLGOPOLOV

## X-RAY INVESTIGATION OF SAPROPELITIC COALS

The molecular structure of Siberian sapropelitic coals has been studied by X-ray diffraction analysis. The functions of radical distribution of atoms have been determined. It has been established that aliphatic hydrocarbon chains of sapropelitic coals have a parallel orientation.

Academy of Sciences of the USSR,  
Siberian Branch,  
Institute of Coal  
Kemerovo  
Kemerovo State University