

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

В. И. КАСАТОЧКИН, В. Ф. ШЛЯПНИКОВ и Л. Б. НЕПОМНЯЩИЙ
О СУБМИКРОСКОПИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЕ КАМЕННЫХ УГЛЕЙ

(Представлено академиком М. М. Дубининым 25 III 1954)

Вопрос о тонкой структуре каменных углей в области размеров от 10^{-6} до 10^{-4} см, несмотря на его значительный интерес, остается до настоящего времени еще мало изученным. Исследования в электронном микроскопе диспергированного вещества отдельных петрографических компонентов, выделенных из углей ⁽¹⁾ дали интересные сведения об особенностях тонкой морфологической структуры частиц компонентов. Однако исследования диспергированного угля не могли характеризовать действительной структуры, образовавшейся в процессе метаморфизма угля. Интересные сведения о ненарушенной структуре могут быть получены при электронномикроскопическом исследовании реплик, полученных с поверхности свежего скола каменного угля ⁽²⁾.

На рис. 1 приводится электронномикроскопический снимок кварцевой реплики, полученной на поверхности свежего скола куска натурального кокса, образовавшегося при контакте изверженной лавы с пластами каменного угля*. Кварцевые реплики были получены путем испарения кварца на внутреннюю поверхность нитроцеллюлозной пленки, снятой с поверхности свежего скола угля, которая затем растворялась в амил-ацетате.

На снимке реплики натурального кокса отчетливо видны поры различной формы и разных размеров, происхождение которых обязано интенсивному процессу газообразования, происходящему в каменном угле при его термическом обуглероживании. Наряду с крупными полостями неправильной формы в виде слившихся в общие каналы пузырьков газа наблюдаются также отдельные изолированные друг от друга небольшие газовые пузырьки в виде сферических пор, размеры которых доходят до 100 Å (вблизи предела разрешения электронного микроскопа). Все тело кокса пронизано порами и представляет собой ноздреватую массу обуглероженного вещества. Поры сферической формы наблюдаются также в искусственных коксах ⁽³⁾.

Разнообразную и интересную картину рельефа поверхности свежего скола каменного угля воспроизводит приведенный на рис. 2 снимок реплики, полученной с образца угля ПС Донецкого бассейна. Прежде всего обращает на себя внимание наличие отдельных небольших пор сферической формы (размером порядка 300 Å), подобных порам, наблюдаемым на снимках реплики натурального кокса. Этот весьма интересный факт может служить экспериментальным свидетельством процесса непрерывного газообразования, протекающего при метаморфизме угля, и возникновения зародышевых газовых пузырьков с их последующим ростом в твердой фазе карбонизирующегося органического вещества углей. На снимках реплик каменных углей часто наблюдается образование длинных цепочек, составленных из сферических пор близких по размерам (рис. 2). Эти цепочки пор нередко сливаются и образуют длинные

* Образцы натурального кокса были любезно предоставлены нам И. Л. Эттингером, за что приносим ему благодарность.

сплошные каналы, по которым, повидимому, обеспечивается сравнительно легкое перемещение газа.

Явление возникновения цепочек газовых пузырьков в веществе угля, повидимому, связано с особыми условиями выделения газа в процессе газообразования при метаморфизме угля. Следует также отметить, что тело угля во многих местах сплошь пронизано порами и представляет собой пористую массу. Это наблюдение имеет значение при определении истинной плотности углеродистого вещества углей.

Следует отметить, что на снимках реплики натурального кокса наблюдаются следы пузырьков разнообразных размеров, в то время как

пузырьки газа для каменных углей однородны по размерам. Этот факт может быть истолкован с точки зрения установления равенства скоростей пополнения газового пузырька и выхода газа путем диффузии через вещество угля в медленном процессе газообразования при метаморфизме. Размеры пузырьков при этом определяются соотношением скоростей диффузии и газообразования и, следовательно, зависят от природы вещества угля и от факторов, определяющих скорость газообразования.

Пористость, обусловленная процессом газообразования, наблюдается также на снимках реплик со свежего скола углей других марок, а также антрацита и, повидимому, служит характерным свойством органи-

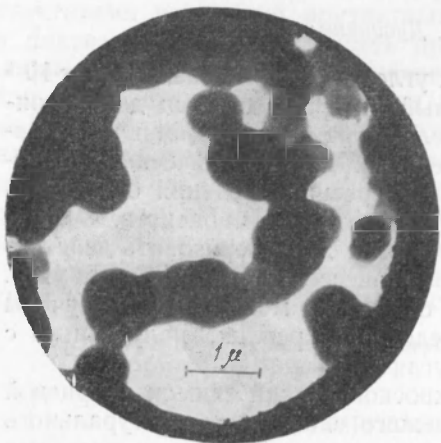


Рис. 4

ческого вещества каменных углей. В качестве примера на рис. 3 приводится снимок реплики коксового угля.

Структуру основного органического вещества каменных углей в области субмикроскопических размеров, по нашим наблюдениям в электронном микроскопе, следует представить в виде сплошной массы, пронизанной мелкими порами. Этот вывод не согласуется с широко распространенным представлением субмикроскопической структуры каменных углей в виде совокупности индивидуальных частиц, основанном главным образом на опытных материалах по адсорбции газов и паров.

К репликам часто прилипают мелкие индивидуальные частицы, входящие в состав каменных углей. На рис. 4 приводится снимок реплики, полученный с поверхности скола куса сильно фюзенизированного угля, на котором отчетливо воспроизводятся прилипшие к реплике в большом количестве сферические частицы размером приблизительно $5 \cdot 10^{-5}$ см. Такого рода частицы по своей форме и размерам подобны частицам сажи, наблюдаемым в электронном микроскопе. Возможно, что они являются действительно сажевыми частицами и происхождение их связано с пожарами, происходившими в ранней стадии формирования угольного пласта. Явление прилипания частиц к репликам может быть использовано в качестве метода исследования величины и формы индивидуальных частиц, входящих в состав каменных углей.

Институт горючих ископаемых
Академии наук СССР

Поступило
24 XII 1953

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ В. И. Касаточкин, Э. Ю. Золоторевская, Л. Л. Разумова, ДАН, 79, 315 (1951). ² G. D. Preston, F. W. Cuckow, Proc. Conf. Ultra-fine Structure of Coals and Cokes, London, 1944. ³ В. М. Лукьянович, Л. В. Радужкевич, ДАН, 91, № 3 (1953).



Рис. 1

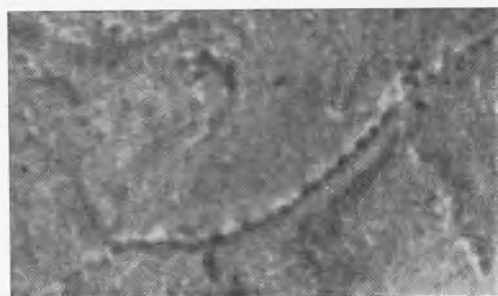


Рис. 2

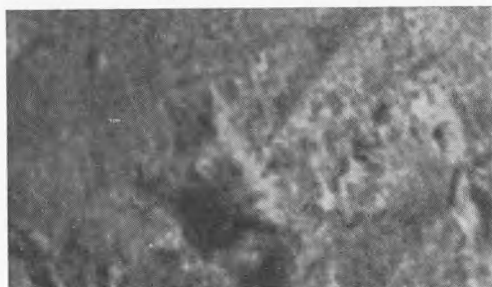


Рис. 3