

УДК 552.1:53(477.6)

ЛИТОЛОГИЯ

Ю. И. БЕЛОЦЕРКОВЕЦ, Л. В. ОРЛОВА

# ПОСТДИАГЕНЕТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ УДЕЛЬНОГО ВЕСА ТЕРРИГЕННЫХ ПОРОД УГЛЕНОСНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ДОНБАССА

(Представлено академиком Н. М. Страховым 24 VI 1974)

Есть данные, свидетельствующие о том, что в процессе ката- и метаморфизма происходит возрастание удельного веса осадочных терригенных пород (<sup>1, 2</sup>), однако количественная сторона и петрографические причины этой закономерности для различных литологических типов пород изучены недостаточно.

В настоящей работе на основании обработки большого фактического материала выполнено изучение удельного веса различных литологических типов осадочных терригенных пород карбона Донбасса в зависимости от их постдиагенетической измененности. С этой целью была произведена математическая обработка данных (<sup>3-5</sup>) для образцов, отобранных в диапазоне глубин 100—1500 м из керна разведочных скважин, пробуренных на территории различных угленосных районов Юго-Западного, Северного и Среднего Донбасса \*.

Песчаные и алевроитовые породы Донецкого бассейна представлены в основном олигмитовыми полевошпатово-кварцевыми и слюдисто-кварцевыми разностями; в минеральном составе глинистой фракции терригенных пород преобладают гидрослюда с примесью каолинита, минералов бейделлит-монтмориллонитового ряда, хлорита и карбонатов (<sup>2, 6, 7</sup>).

Породы подразделены по литологическому признаку на три типа: песчаные (песчаники), алевроитовые (алевролиты и сланцы алевроитовые), глинистые (глины, аргиллиты и сланцы глинистые), а по степени

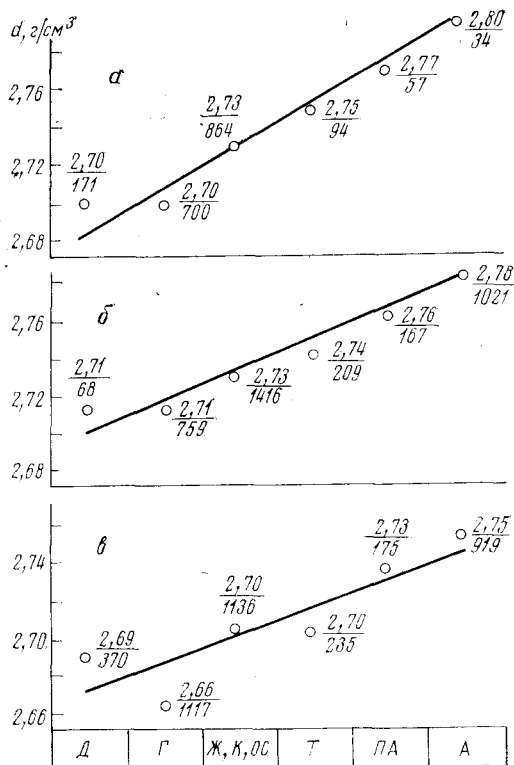


Рис. 1. Изменение удельного веса терригенных пород Донбасса в зависимости от степени метаморфизма (марочного состава) вмещаемых углей. а — глинистые породы; б — алевроитовые породы; в — песчаные породы. Над чертой — средние значения удельного веса, под чертой — число образцов

\* Значения удельного веса из работы (<sup>4</sup>) получены путем пересчета данных об объемном весе сухих образцов и пористости по известной формуле, связывающей эти величины.

постдиагенетической измененности, в зависимости от марочного состава вмещающих углей, на шесть групп: 1) вмещающие длиннопламенные угли (марка Д), 2) газовые (Г), 3) коксующиеся (марки Ж, К, ОС), 4) тощие (Т), 5) полуантрациты (ПА), 6) антрациты (А).

Результаты приведены на рис. 1. Достоверность графиков обеспечена большим количеством измерений, использованных в большинстве случаев для вычисления средних значений. Среднеквадратические погрешности последних находятся в пределах 0,002–0,006 г/см<sup>3</sup>. Наблюдаемые на графиках параллельные увеличению степени метаморфизма вмещающих углей изменения средних удельных весов терригенных пород значительно превосходят возможные погрешности и поэтому вполне достоверны. Изучаемые зависимости для всех трех типов терригенных пород аппроксимированы прямыми линиями, проведенными по методу средних <sup>(8)</sup>. Разброс точек относительно осредняющих линий (до  $\pm 0,02$  г/см<sup>3</sup>) обусловлен небольшими изменениями первичного минерального состава пород, в целом довольно выдержанного по площади бассейна.

Анализ рис. 1 позволяет сделать следующие выводы. При переходе от районов низкой к районам высокой степени метаморфизма углей наблюдается четкая тенденция увеличения среднего удельного веса у всех трех выделенных литологических типов терригенных пород угленосных отложений Донбасса. Наиболее интенсивное изменение удельного веса наблюдается у глинистых пород, меньшее — у алевритовых и еще меньшее у песчаных. При изменении степени метаморфизма углей от марки Д до марки А средние приращения удельного веса вмещающих терригенных отложений составляют: для глинистых пород 0,12, для алевритовых 0,08, для песчаных 0,07 г/см<sup>3</sup>.

Обработка данных <sup>(9, 10)</sup> показала, что для терригенных пород зависимость, аналогичная установленной для Донбасса, имеет место на угольных месторождениях Урала, в Кузнецком и Горловском бассейнах.

В общей характеристике постдиагенетических стадий изменения осадочных пород карбона Большого Донбасса в работе <sup>(7)</sup> приведены средние значения удельного веса песчано-глинистых пород в целом, без подразделения их на литологические типы: для пород, вмещающих угли марок Б и Д, это 2,50–2,70; Ж, К, ОС 2,65–2,70; ПА и А 2,65–2,70; А (наиболее метаморфизованные антрациты) 2,70–2,75 г/см<sup>3</sup>. Эти цифры в общем довольно хорошо согласуются с приведенными на рис. 1 нашими данными.

Таким образом, в Донецком бассейне и ряде других угольных бассейнов параллельно увеличению степени метаморфизма углей наблюдается четкое возрастание средних значений удельного веса вмещающих терригенных пород. Причину, очевидно, следует искать в закономерных изменениях удельного веса аутигенных минералов.

С целью изучения связи степени постдиагенетической измененности терригенных пород Донбасса с удельным весом соответствующих аутигенных минералов выполнена специальная систематизация и обработка материалов <sup>(2, 7, 11, 12)</sup> и результатов наших исследований. Составлена табл. 1, в которой аутигенные минералы терригенных пород подразделены по стадиям их постдиагенетической измененности и минеральным фациям по Н. В. Логвиненко. В табл. 1, в порядке возрастания удельного веса, значения которого приведены по <sup>(13–15)</sup>, расположены аутигенные минералы, характерные для терригенных пород различного минерального состава (выделено три минеральных фации) и различных стадий постдиагенетической измененности (выделено четыре стадии) \*; для выделенных под-

\* Стадии постдиагенетической измененности терригенных пород выделены по степени метаморфизма (марочному составу) вмещаемых углей: 1 стадия — породы, вмещающие бурые, длиннопламенные и газовые угли; 2 — спекающиеся угли; 3 — тощие и антрациты; 4 — антрациты высокой степени метаморфизма.

## Удельный вес аутигенных минералов терригенных пород Донбасса

| Минерал                    | Уд. вес,<br>г/см <sup>3</sup> | а    |      |      |      | б    |      |      |      | в    |      |      |      |
|----------------------------|-------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                            |                               | 1    | 2    | 3    | 4    | 1    | 2    | 3    | 4    | 1    | 2    | 3    | 4    |
| Опал                       | 2,00                          | +    |      |      |      | +    |      |      |      | +    |      |      |      |
| Гидрослюда 1М              | 2,00                          | +    | +    |      |      | +    | +    |      |      | +    | +    |      |      |
| Галлуазит                  | 2,10                          | +    |      |      |      | +    |      |      |      | +    |      |      |      |
| Монтмориллонит             | 2,50                          |      |      |      |      | +    | +    |      |      | +    |      |      |      |
| Микроклин                  | 2,55                          |      |      |      |      |      |      |      |      | +    |      | +    | +    |
| Каолинит                   | 2,59                          | +    | +    | +    |      | +    | +    |      |      | +    |      |      |      |
| Кварцин                    | 2,61                          | +    | +    | +    |      | +    | +    | +    |      | +    | +    | +    |      |
| Альбит                     | 2,61                          |      |      |      |      |      |      | +    | +    |      |      | +    | +    |
| Халцедон                   | 2,62                          | +    | +    | +    |      | +    | +    | +    |      | +    | +    | +    |      |
| Олигоклаз                  | 2,64                          |      |      |      |      | +    | +    | +    |      | +    | +    | +    | +    |
| Кварц                      | 2,65                          | +    | +    | +    | +    | +    |      |      | +    | +    | +    | +    | +    |
| Кальцит                    | 2,72                          | +    |      |      | +    | +    |      |      | +    | +    |      | +    | +    |
| Гидрослюда 2М <sub>1</sub> | 2,75                          |      | +    | +    | +    | +    | +    | +    |      | +    | +    | +    | +    |
| Хлориты Пв                 | 2,78                          |      |      |      |      |      | +    | +    | +    |      | +    | +    | +    |
| Серпикит                   | 2,83                          |      |      | +    | +    | +    | +    | +    | +    | +    | +    | +    | +    |
| Мусковит                   | 2,83                          |      |      |      | +    | +    | +    | +    | +    | +    | +    | +    | +    |
| Доломит                    | 2,90                          | +    | +    | +    | +    | +    | +    | +    | +    | +    | +    | +    | +    |
| Хлориты Гв                 | 3,00                          |      |      |      |      | +    |      |      |      | +    |      |      |      |
| Анкерит                    | 3,10                          | +    | +    | +    | +    | +    | +    | +    | +    | +    | +    | +    | +    |
| Цоизит                     | 3,33                          |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Эпидот                     | 3,41                          |      |      |      |      |      |      | +    | +    |      |      | +    | +    |
| Лимонит                    | 3,70                          | +    | +    | +    |      | +    | +    | +    |      | +    | +    | +    | +    |
| Анастас                    | 3,90                          | +    | +    | +    | +    | +    | +    | +    | +    | +    | +    | +    | +    |
| Сидерит                    | 3,94                          | +    | +    | +    | +    | +    | +    | +    | +    | +    | +    | +    | +    |
| Брукит                     | 4,20                          | +    | +    | +    | +    | +    | +    | +    | +    | +    | +    | +    | +    |
| Пирит                      | 5,02                          | +    | +    | +    | +    | +    | +    | +    | +    | +    | +    | +    | +    |
| Гематит                    | 5,26                          |      |      | +    | +    |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Ср. значения уд. веса *    |                               | 3,07 | 3,19 | 3,38 | 3,50 | 3,00 | 3,06 | 3,21 | 3,26 | 3,01 | 3,06 | 3,17 | 3,19 |

\* По минеральным фациям (а—в) и стадиям постдиагенетической измененности (1—4). а — мономинеральные кварцевые породы; б — олигомиктовые полевошпатово-кварцевые, слюдинокварцевые зернистые породы; в — полимиктовые — аркозовые и граувакковые породы (каждый раз в а — в — с сопровождающими их пелитами). 1—4 — см. в списке на стр. 1408.

разделений пород даны средние значения удельного веса аутигенных минералов.

Как видно из табл. 1, средний удельный вес аутигенных минералов во всех трех минеральных фациях терригенных пород с увеличением степени их постдиагенетической измененности закономерно увеличивается.

В свете приведенных данных наблюдаемое постдиагенетическое увеличение удельного веса терригенных пород Донбасса (и других бассейнов) — явление закономерное, обусловленное направленным характером аутигенного минералообразования. Оно наряду с уменьшением пористости приводит к уплотнению (сокращению объема) пород и хорошо согласуется с представлением о ката- и метазенезе осадочных пород как о реакции их приспособления к более высоким термодинамическим условиям, возникающим при погружении пород на глубину.

Представляет интерес выяснение причины различия приведенных ранее величин приращения удельного веса для разных типов терригенных пород в рассматриваемом диапазоне изменения степени метаморфизма вмещающих углей. Рассмотрим простую модель горной породы, состоящей из двух частей, сложенных различными минералами: 1-я часть — «не изменяющаяся» — не изменяющими удельный вес, 2-я часть — «изменяющаяся» — изменяющими удельный вес в рассматриваемом диапазоне постдиагенетических преобразований. Введем обозначения:  $\Delta d$  — приращение удельного веса породы,  $\Delta d_2$  — приращение удельного веса «изменяющейся» части породы,  $c_2$  — относительное объемное содержание «изменяющейся» части породы. Из известной формулы связи удельного веса породы с удельными весами слагающих ее минералов, при условии незначительного влияния на  $\Delta d$  изменения  $c_2$  (что, как показывает анализ для пород Донбасса, имеет место в действительности), получена формула:

$$\Delta d = c_2 \Delta d_2.$$

Анализ реакций аутигенного минералообразования и данных о минеральном составе терригенных пород Донбасса показывает, что в глинистых, алевроитовых и песчаных породах вторая, «изменяющаяся» часть имеет аналогичный по качественной характеристике минеральный состав, представленный в основном глинистыми и слюдястыми минералами, а постдиagenетические изменения удельного веса этой части  $\Delta d_2$  у названных пород весьма близки. Учитывая это можно считать что, как следует из приведенной формулы, различные приращения удельного веса  $\Delta d$  терригенных пород могут быть объяснены только различными содержаниями в этих породах «изменяющейся» части, т. е. различными величинами  $c_2$ . Действительно, наблюдаемое у терригенных пород соотношение приращений  $\Delta d$  (большие значения у глинистых и меньшие у алевроитовых и песчаных) соответствует соотношению в этих породах значений  $c_2$  (имеющей большие значения у глинистых и меньшие у алевроитовых и песчаных).

Проведенные исследования показывают, что на стадиях ката- и метатекнеза изменение удельного веса терригенных пород косвенно отражает масштаб аутигенного минералообразования и может быть использовано в качестве одной из его количественных характеристик.

Днепропетровский горный институт  
им. Артема

Поступило  
24 VI 1974

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> А. Г. Коссовская, В. Д. Шутов, Изв. АН СССР, сер. геол., № 7, 3 (1963). <sup>2</sup> Н. В. Логвиненко, Постдиagenетические изменения осадочных пород, Л., 1968. <sup>3</sup> Ю. И. Белоцерковцу, В сб.: Комплексные геофизические исследования территории Украины, Киев, 1963, стр. 43. <sup>4</sup> Н. В. Сонин, В сб.: Изучение физико-механических свойств горных пород в Донбассе, Донецк, 1969, стр. 92. <sup>5</sup> В. Е. Забигаило, А. З. Широков, Проблемы геологии газов угольных месторождений, Киев, 1972. <sup>6</sup> Н. В. Логвиненко, Литол. и палеогеография продуктивной толщи Донецкого карбона, Харьков, 1953. <sup>7</sup> Н. В. Логвиненко, Г. В. Карпова, В сб.: Осадконакопление и генезис углей карбона СССР, М., 1971, стр. 211. <sup>8</sup> К. П. Яковлев, Математическая обработка результатов измерений, М., 1953. <sup>9</sup> Е. А. Перепечина, Изв. АН СССР, сер. геол., № 4—5, 82 (1943). <sup>10</sup> В. В. Воронцов, С. А. Топорец, В сб.: Вопросы метаморфизма углей и эпигенеза вмещающих пород, Л., 1968, стр. 252. <sup>11</sup> С. И. Малинин, Вторичные изменения пород, вмещающих ископаемые угли, М., 1963. <sup>12</sup> П. П. Аммосов, С. И. Малинин, В сб.: Геология углей Сибири и Дальнего Востока, М., 1965, стр. 5. <sup>13</sup> Фр. Берч, Дж. Шерер, Г. Спайсер, Справочник для геолога по физическим константам, М., 1949. <sup>14</sup> Справочник физических констант горных пород, под ред. С. Кларка мл., М., 1969, стр. 35. <sup>15</sup> Н. Б. Дортман, Н. В. Васильева и др., Физические свойства горных пород и полезных ископаемых СССР, М., 1964.