

Л. Б. РУХИН

## О КОРРЕЛЯЦИИ ПЕСЧАНЫХ ТОЛЩ ПО ИХ МИНЕРАЛОГИЧЕСКОМУ СОСТАВУ

(Представлено академиком Д. В. Наливкиным 12 VII 1947)

Одним из основных приемов корреляции разрезов песчано-глинистых, особенно немых или вскрытых в буровых скважинах, является изучение их минералогического состава. Этот метод получил широкое распространение, особенно в практике научно-исследовательских и производственных организаций, в частности, на промыслах, при разведке и поисках нефтяных месторождений.

Принятая в настоящее время методика характеризуется разделением при помощи бромфора навески, взятой обычно из фракции 0,25—0,05 или 0,05—0,01 мм, полученной в результате гранулометрического анализа образца отмучиванием по методу Сабанина. Затем тяжелые минералы определяются под микроскопом и известное количество их (500—700 зерен) подсчитывается для определения процентного содержания минералов, которое и является основой для корреляции песчаных толщ по их минералогическому составу.

Охарактеризованный метод корреляции нельзя признать совершенным, так как игнорирование особенностей гранулометрического состава тяжелых минералов приводит к существенным ошибкам. Особенно существенны следующие три группы ошибок.

1. Ошибки, обусловленные формой выражения результатов минералогического анализа песков.

2. Ошибки, связанные с неравномерным распределением в песках тяжелых минералов.

3. Ошибки, вызванные различием методики гранулометрического анализа в том случае, если разделению бромфором подвергается не весь образец, а отдельные его фракции.

Первая группа ошибок связана с тем, что в настоящее время содержание тяжелых минералов принято выражать в процентах. В результате этого изменение реального содержания в песках лишь одного минерала вызывает изменение относительного количества и всех остальных минералов, хотя абсолютное число их зерен остается неизменным. Таким образом, сходными могут оказаться пески, вначале резко различающиеся по соотношению слагающих их минералов и их абсолютному содержанию. К сходству подобных песков, при процентной форме выражения, приводит часто изменение реального содержания лишь одного какого-либо минерала в результате его разрушения или, наоборот, накопления благодаря дополнительному приносу его зерен.

Вторая группа ошибок, связанная с неравномерным распределением в песках тяжелых минералов, возникает в связи с тем,

что в настоящее время принято сопоставлять минералогический состав одной и той же фракции для осадков различной зернистости. При отложении песков воздушная или водная среда, естественно, перемещает различного размера зерна минералов неодинакового удельного веса. Поэтому, даже если сходный материал перед началом переноса состоял из однородных по размеру зерен тяжелых и легких минералов, то в процессе их транспортировки неизбежно возникает существенное различие в зернистости этих минералов, причем размер наиболее распространенных зерен будет постепенно уменьшаться по мере возрастания удельного веса минералов.

Судя по имеющимся в распоряжении автора данным (1, 2) и результатам наблюдений других исследователей (3-10), величина смещения максимумов кривых распределения разнообразных тяжелых минералов относительно аналогичного максимума для зерен кварца и полевого шпата в песках, отложенных водой, может быть охарактеризована следующими цифрами (табл. 1).

Таблица 1

Величина отношения поперечников наиболее распространенных зерен кварца и тяжелых минералов в средне- и крупнозернистых песках, отложенных водой

Название минерала	Уд. вес	Отношение поперечников зерен кварца и тяжелых минералов
Кварц . . . . .	2,7	1,00
Турмалин . . . . .	3,1	1,25
Роговая обманка . . . . .	3,2	1,25
Гранат . . . . .	4,2	1,65
Рутил . . . . .	4,2	1,80
Циркон . . . . .	4,6	1,95
Магнетит и ильменит . . . . .	4,7—5,2	2,10

Приведенные данные позволяют приблизительно ориентироваться в изменении гранулометрического состава ассоциации тяжелых и легких минералов в песках в процессе их переноса в водной среде.

При переносе песков воздухом величина указанных отношений значительно уменьшается в связи с относительно меньшей величиной разницы в потере в весе между зернами легких и тяжелых минералов в воздухе по сравнению с водой. Это существенное различие дало возможность автору предложить метод определения по этому признаку генезиса песков (1).

Различие зернистости тяжелых и легких минералов несколько изменяется также и среди песков, отложенных только водой.

Это связано, во-первых, с закономерным уменьшением разности между наиболее распространенными зернами тех или иных минералов по мере уменьшения их размеров. Теоретические расчеты зерен кварца и гранита, перемещаемых при одной и той же скорости воды, изменяются от 1,8 до 1,4, а для кварца и магнетита с 2,2 до 1,6, при уменьшении поперечника зерен кварца с 1,0 до 0,04 мм.

Во-вторых, зернистость тяжелых минералов в значительной степени зависит от зернистости исходного материала.

Наконец, в-третьих, при неправильной форме кривых распределения положение их максимума (моды) недостаточно полно характеризует преобладающий средний размер зерен.

Все эти факторы несколько нарушают правильность изменения зернистости минералов различного удельного веса. Однако вместе с тем

несомненно, что при общем изменении зернистости песков изменяется и характер распределения в них зерен тяжелых минералов. Например, при последовательном увеличении зернистости песков одна и та же их фракция будет постепенно обогащаться минералами все с большим удельным весом.

В результате при изучении по общепринятой в настоящее время методике минералогического состава одной и той же фракции в осадках, минералогически тождественных, но представленных разновидностями неодинаковой зернистости, состав тяжелой фракции может быть существенно неодинаковым, что, однако, связано не с действительным различием сравниваемых песков, а с дефектом употребляемого метода.

Наконец, третья группа ошибок вызвана различием методики гранулометрического анализа, в том случае, если разделению бромформом подвергается не весь образец, а отдельные его фракции.

Гранулометрический анализ песков производится в настоящее время двумя способами. Первый способ — ситовый анализ — характеризуется тем, что песчаные зерна подразделяются на фракции независимо от их удельного веса, а конечные зерна фракций связаны постоянным отношением, равным  $\sqrt[4]{2} = 1,4$ , или у новейших сит  $\sqrt[4]{2} = 1,2$ .

Другая система анализа — по методу Сабанина, еще широко распространенная в петрографии осадочных пород, характеризуется тем, что при помощи сит разделяются лишь фракции 1,0—0,5 и 0,5—0,25 мм. Более же мелкие зерна разделяются при помощи отмучивания на фракции 0,25—0,05 и 0,05 и 0,01 мм. Таким образом, часть песчаных зерен разделяется при помощи сит независимо от их удельного веса, а некоторая часть — при помощи отмучивания в зависимости не только от размера частиц, но также и от их удельного веса. Кроме того, метод Сабанина значительно менее детален по сравнению с ситовым методом. Очевидно, что эти обстоятельства делают невозможным изучение зернистости тяжелых минералов и использование данного признака для корреляции.

Перечисленные три группы ошибок общепринятой в настоящее время методики корреляции песчано-глинистых толщ по их минералогическому составу заставляют для уточнения корреляции:

- а) выделять тяжелые минералы из фракций, полученных после ситового анализа, а не анализа по методу Сабанина;
- б) изучать минералогический состав, особенно в породах различной зернистости, не одной, а нескольких фракций;
- в) отказаться от процентной формы выражения минералогического состава песков для одной какой-либо фракции и перейти к определению распределения тех или иных минералов во всем образце.

Основой для этого является предложенный ранее автором (1) способ косвенного гранулометрического анализа тяжелых минералов, основанный на их выделении в каждом образце из нескольких фракций, полученных после ситового анализа. Умножая весовое содержание данной фракции во всем образце на процентное содержание тяжелых минералов в навеске из этой же фракции, взятой для разделения бромформом, получаем вес зерен тяжелых минералов данного размера на 100 г исходного образца.

Если известен удельный вес всех тяжелых минералов, входящих в данную тяжелую фракцию, то легко в дальнейшем вычислить вес зерен данного размера для каждого из минералов. Для этого следует умножить удельный вес каждого минерала на его процентное содержание в препарате, определенное при подсчете зерен под микроскопом, суммировать произведения и разделить пропорционально их величине общий вес тяжелых минералов.

Однако на практике это не всегда возможно в связи с присутстви-

ем некоторого количества зерен неопределимых минералов или непостоянства удельного веса некоторых минералов. Поэтому удобнее пренебречь некоторой ошибкой и умножать процентное содержание зерен данного минерала в препарате на общий вес тяжелых минералов. Подобное упрощение ведет к некоторому преуменьшению веса минералов с наибольшим удельным весом, но так как оно более или менее одинаково для различных фракций и в различных образцах, то величина этой ошибки почти не сказывается при сравнении серий образцов между собой.

Умножение общего веса тяжелых минералов данного размера на процентное содержание минерала дает вес его зерен в 100 г исходного образца. Сложив полученные значения для нескольких фракций и выразив в процентах содержание в них зерен данного минерала, легко построить для него кривую распределения, конфигурация которой не будет зависеть от изменения содержания в песках других минералов.

По этим кривым и должно производиться сопоставление минералогического состава песчано-глинистых толщ при точной их корреляции по минералогическому составу.

Ленинградский государственный  
университет

Поступило  
12 VII 1947

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> Л. Б. Рухин, Пробл. совр. геол., № 11, 953 (1937). <sup>2</sup> Л. Б. Рухин, Уч. зап. ЛГУ, № 23 (1939). <sup>3</sup> W. Engelhardt, Chemie d. Erde, 12, H. 4 (1940). <sup>4</sup> L. Hawkes and J. A. Smyth, Geol. Mag., 68, No. 8 (1931). <sup>5</sup> G. Rittenhouse, J. of Geology, 52, No. 3 (1944). <sup>6</sup> G. Rittenhouse, Bull. Geol. Soc. of America, 54, No. 12 (1943). <sup>7</sup> W. W. Rubey, J. Sed. Petrol., 3, No. 1 (1933). <sup>8</sup> K. Russel, *ibid.*, 6, No. 3 (1936). <sup>9</sup> W. Scheidhauer, Chemie d. Erde, 12, H. 4 (1939). <sup>10</sup> K. Sindowski, Zbl. Miner., Abt. A, No. 5—6 (1938).