

Л. Б. РУХИН

**ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПЕСКОВ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ
УСЛОВИЙ ИХ ОТЛОЖЕНИЙ**

(Представлено академиком А. Е. Ферсманом 3 VI 1940)

Изучение гранулометрического состава песков для определения условия их отложения начало применяться уже давно, но до настоящего времени этот метод еще не разработан, и получаемые по нему различными исследователями результаты обычно малоценны или даже противоречивы. Причина неудачи применения этого метода заключается в неправильной интерпретации результатов гранулометрического анализа.

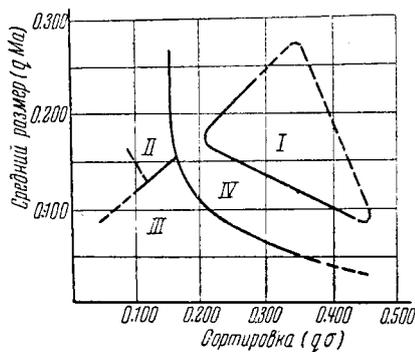
Поэтому необходимо, прежде чем сравнивать различные пески и определять условия их отложения, ввести краткую численную характеристику наиболее важных особенностей анализа в виде так называемых гранулометрических коэффициентов, вычисляемых по законам статистики. Для полной характеристики гранулометрического состава следует вычислять четыре коэффициента: средний размер, коэффициент сортировки, коэффициент асимметрии и эксцесс. Однако вычисление всех четырех коэффициентов практически необязательно и определение условий отложений песков возможно в первом приближении при вычислении только двух первых коэффициентов.

Для определения условий отложения песков были использованы: средний размер зерен и коэффициент сортировки (¹). Средний размер зерен не дает прямых указаний на условия отложения песков, так как в каждом районе отложений могут осаждаться пески разнообразной крупности, а в разных районах отложений могут накапливаться пески с одинаковым средним размером.

Коэффициент сортировки характеризует собой степень однообразия зерен по их величине в данном образце. На языке статистики этот коэффициент называется стандартным отклонением и вычисляется точно так же, как и средний размер, по способу моментов. Быстрое вычисление коэффициентов по этому способу возможно только в том случае, если конечные размеры фракций связаны между собой постоянным отношением. Наиболее удобными являются фракции, у которых отношение конечных величин равно $\sqrt{2}$.

Коэффициент сортировки более показателен для определения условий отложения песков, чем средний размер зерен. Например, коэффициент сортировки песков, отложенных водой и ветром, будет различен в силу неодинаковой скорости осаждения зерен в воздухе и в воде. Так, при осаждении из воздуха кратковременных периодов изменения его средней скорости движения оказывается достаточно для осаждения зерен, раз-

меры которых будут сильно отличаться от среднего размера зерен. При осаждении же в воде подобные зерна благодаря своему медленному осаждению не успевают осесть на дно и будут вновь подхвачены потоком при следующем изменении его скорости. Поэтому в эоловых песках сортировка должна быть несколько хуже, чем у водных песков. Должна быть также различна сортировка морских и речных песков, так как первые отлагаются при колебательном движении воды, а вторые—при поступательном. Однако взятая в отдельности величина сортировки (стандартное отклонение) не может полно характеризовать условия отложения данного песка благодаря тому, что она не может оставаться постоянной у разнообразно зернистых песков. Допустим, что в одной и той же области отложения



Наименование полей, в пределах которых располагаются преимущественно точки, соответствующие пескам одного генезиса: I—поле эоловых песков, II—поле песков, отложенных при сильных колебательных движениях воды (пески пляжа и некоторые мелководные пески); III—поле песков, отложенных при слабых колебательных движениях воды (морские и озерные донные пески); IV—поле песков, отложенных при преимущественно поступательном движении воды (речные пески и пески, отложенные течениями). Границы полей проведены с учетом охвата наибольшего количества точек, соответствующих современным пескам известного генезиса.

коэффициентов связаны с условиями отложения песков, анализы песков одного происхождения должны на такой диаграмме располагаться в пределах одного поля. Для проверки этого предположения были вычислены гранулометрические коэффициенты для серии современных песков, гранулометрические анализы которых приведены в литературе или имелись в распоряжении автора. Гранулометрические анализы морских береговых песков были заимствованы из работ Marshall⁽¹²⁾, Martens⁽¹¹⁾, Petti John⁽¹³⁾, Mac-Carthy⁽¹⁰⁾, Macar⁽⁹⁾, Hough⁽⁸⁾, Pratje⁽¹⁴⁾, Berthois^(4,5). Анализы эоловых песков были взяты из работ: Udden⁽¹⁵⁾, Carroll⁽⁷⁾. Анализы речных песков были взяты из работ Dake⁽²⁾, Szadezki-Kardoss⁽¹⁶⁾, Burri⁽⁶⁾. Кроме того были использованы имеющиеся у автора гранулометрические анализы волжских песков, песков из Приаральских Кара-Кумов и некоторых других мест.

После наложения на диаграмму вычисленных гранулометрических коэффициентов оказалось, что пески различного генезиса в основном

мы имеем серию песков с различным средним размером, тогда наиболее крупнозернистые, пески, как правило, будут более хорошо сортированы, чем мелкозернистые, накопление которых происходило при небольшой скорости движения среды. Поэтому обычно параллельно с уменьшением среднего размера зерен наблюдается ухудшение сортировки или, что то же самое, увеличение величины коэффициента сортировки. Учитывая такую связь между коэффициентом сортировки и средним размером зерен, выводы об условиях отложения песков необходимо делать только при учете этих двух гранулометрических коэффициентов. Для подобного определения условия отложения песков удобно применять диаграмму, построенную на величинах среднего размера зерен, отложенных по оси ординат, и по величине коэффициента сортировки, отложенного по оси абсцисс (см. фигуру).

Для построения такой диаграммы каждый гранулометрический анализ наносится в виде точки, координатами которой являются его гранулометрические коэффициенты. В том случае, если величины гранулометрических

располагаются в различных полях диаграммы. Отчетливо выделяются следующие поля: 1) Эоловых песков. 2) Прибрежных песков или, вернее, песков, отложившихся в основном при колебательных движениях воды. Сюда относятся пески пляжа и мелководные пески, отложившиеся в подобных условиях. На диаграмме возможно, повидимому, разделение этих двух групп. 3) Нормальных донных песков, отложение которых произошло, повидимому, в спокойной воде или в крайней правой части при воздействии течений. Очевидно, что эта группа песков тесно связана с предыдущей. 4) Речных песков (см. ниже) или, вернее, песков, отложенных, в основном, при поступательном движении воды. В верхней части поля располагаются, повидимому, главным образом, береговые разности.

Полученная диаграмма, которая может быть названа генетической, позволяет определять условия отложения древних песчаных толщ, судя по тому, в каком поле располагаются точки, соответствующие их гранулометрическому составу. Помимо этого при наложении на диаграмму серии последовательно отобранных в разрезе образцов часто можно определить, в каком направлении изменялись условия отложения данной толщи.

Предлагаемый метод является вспомогательным, и даваемые им выводы должны корректироваться на основании других признаков песчаных толщ (характер их залегания; наличие фауны и пр.).

Главнейшими источниками ошибок, искажающих результаты, получаемые по этому методу, являются следующие: 1) Ошибки при отборе проб. Они наиболее значительны при отборе проб из ясно слоистых песков. Пробы должны отбираться по возможности из однородных прослоек. 2) Ошибка от недолговременности переноса в условиях среды отложения. Возникает вследствие некоторой инертности гранулометрического состава песков, благодаря чему необходим достаточно продолжительный перенос для приспособления гранулометрического анализа к новым условиям отложения. 3) Ошибка от произвольности конечных размеров фракций. Как уже указывалось, гранулометрические коэффициенты должны вычисляться для анализов, выраженных во фракциях, конечные величины которых связаны постоянным отношением. Эта ошибка сказалась при построении генетической диаграммы благодаря разнородности использованного материала.

Несмотря на эти источники ошибок, применение вышеописанной генетической диаграммы вполне себя оправдало при выяснении условий отложений тех древних песчаных толщ, материал по которым имелся у автора.

Кабинет общей геологии
Ленинградского государственного университета

Поступило
20 III 1940

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Л. Б. Рухин, Советская геология, № 8 (1940). ² C. L. D a k e, Missouri Bureau of Geology and Mines, ser. 2, vol. 15 (1918). ³ G. B a r r e t, Geological Magazine, 67, № 790 (1930). ⁴ L. B e r t h o i s, Rev. des travaux de l'Office des pêches maritimes, XI, fasc. 3 (1938). ⁵ L. B e r t h o i s, Ann. de l'Inst. océanogr., XX, № 1 (1939). ⁶ C. B u r r i, Schweiz. Miner. und Petrogr. Mittel., IX, Heft 2 (1929). ⁷ O. C a r r o l l, Geological Magazine, 76, № 895 (1939). ⁸ J. L. H o u g h, Journ. of Sediment. Petrology, 5, № 2 (1935). ⁹ P. M a c a r, Bull. Soc. géologique. Belge, 58, № 5, pp. 156—164 (1935). ¹⁰ G. M a c - C a r t h y, Amer. Journ. Science, ser. 5, vol. 27, № 147 (1933). ¹¹ M a r t e n s, Bull. Geol. Soc. Amer., 46 (1935). ¹² M a r s h a l l, Trans. and Proceed. of the New-Zealand. Inst., 60, Pt. 2 (1929). ¹³ F. P e t t i J o h n a. J. Ridge, Journ. of Sedimentary Petrology, 2, № 2 (1932). ¹⁴ O. P r a t j e, Wissenschaftliche Meeruntersuchungen, N. F., Abt. Helgoland, 16, Heft 2, № 6 (1931). ¹⁵ J. A. U d d e n, The Mechanical Composition of Wind Deposits. Angustana Library Publications, № 4 (1898). ¹⁶ E. S z a d e z k y - K a r d o s s, Mitteil. d. Berg- und Hütten., Abt. Fakul. für Berg-, Hütten- und Forstwesen zu Sopron, X, 2 (1938).