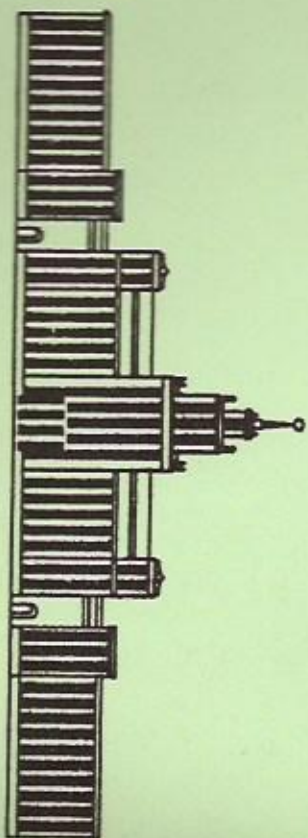


ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ



ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

551(14)

С741

Аюпова Н.Р.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО
СОСТАВА КЛАСТОЛИТОВ

Методическое руководство

по проведению лабораторных

и практических занятий

по курсу «Литология»

Челябинск

2008

Аюпова Н.Р. Определение гранулометрического состава кластолитов. Учебно-методическое руководство по дисциплине «Литология» для студентов по специальности – «Геохимия». Мисс: ЮУрГУ, 2008. 22 с.

В пособии рассмотрены существующие методы определения гранулометрического состава кластолитов и статистическая обработка полученных результатов анализа с построением разных диаграмм.

Пособие утверждено на заседании кафедры геологии (протокол № от ноября 2008 г.) и рекомендовано к изданию.

Рецензент:

Кабанова Л. Я. – к.г.-м.н.,

доцент кафедры минералогии

Целью лабораторных работ является ознакомление

студентов с методикой исследования осадочных горных пород. Работы производятся:

1) в классификационных целях – для правильного определения названия породы;

2) для выявления генетических признаков, необходимых при палеогеографических реконструкциях (способы и дальность переноса, условия отложения и др.);

3) для решения прикладных задач геологии (оценки пород как грунтов для сооружений, коллекторов нефти, газа, воды и др.);

4) как подготовительная стадия для минералогического анализа.

Лабораторные работы выполняются студентами самостоятельно под контролем преподавателя. Для этого академическая группа разбивается на подгруппы, закрепленные за определенными лабораторными столами. Назначенный преподавателем руководитель подгруппы организует работу бригады и отвечает за сохранность конкретного комплекта лабораторного оборудования.

Приступая к лабораторной работе, каждый студент составляет конспект, в котором отражаются:

- понятие об определяемой характеристике,
- практическое значение характеристики,

- список используемого оборудования, при необходимости дополненный схемами,
- методика выполнения работы.

Далее, участвуя в коллективном выполнении лабораторной работы, студент заполняет таблицу, содержащую цифровую материал проводимых опытов и испытаний.

По окончании работы подгруппа приводит в порядок свой стол, моет и убирает оборудование. Лабораторная работа заканчивается обработкой результатов (в том числе и графической).

В конце занятия записи предоставляются преподавателю. В случае правильного выполнения работы и достоверности полученных результатов они засчитываются как контрольная точка. При плохом организованной работе подгруппы и получении результатов, значительно отличающихся от среднестатистических данных, преподаватель оставляет за собой право требовать повторного проведения лабораторной работы.

Пропущенные студентами лабораторные работы должны быть отработаны в порядке, установленном кафедрой.

Определение гранулометрического состава кластолитов

Под *гранулометрическим анализом* в литологии понимают приемы, позволяющие определить содержание частиц различной крупности в осадках или породах. Гранулометрический анализ применим лишь для пород, способных легко распадаться на составляющие их частицы. **ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ** – важнейший специфический метод изучения обломочных пород. Он заключается в разделении пород (ситам, отмучиванием, центрифугированием, подсчетом в обнажении, образце, шлифе и другими способами) на фракции по размеру зерен и определению их содержания в породе всей обломочной массы.

Процессы цементации, перекристаллизации и другие явления делают дезинтеграцию неполной, а результаты гранулометрического анализа неточными. Такого рода ошибки особенно заметны при гранулометрическом анализе глинистых пород. О гранулометрическом составе специфических песчано-алевритовых пород приближенно можно судить по шлифам.

Крупные обломки (гравий, галька) обычно измеряют каждый в отдельности или разделяют с помощью разнообразных грохотов. Гранулометрический состав гравелигов и песков изучается ситовым анализом. Для более мелкозернистых пород

используют гидравлические методы, основанные на различии в скорости осаждения частиц неодинаковой крупности.

Для песчано-алевритовых пород достаточно взять 20–100 г, для гравийных – 100–500 г, а для галечных – несколько кг или десятки кг проб.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: определить гранулометрический состав песчаных пород ситовым методом без промывки водой (для чистых песков) и с промывкой (для глинистых песков).

ОБОРУДОВАНИЕ: комплект стандартных сит с крышкой (отверстия диаметром 0,1; 0,25; 0,5; 1,0; 2,0; 5,0; 10,0; 20,0; 50,0; 70,0 мм.). Рекомендуется использовать сита с квадратными отверстиями, при круглых отверстиях делают пересчет (*D:1,25*); фарфоровая ступка и пестик с резиновым наконечником; сосуд для отмучивания, сифон, резиновая груша, нож, кисточка, весы, бюксы, устройство для высушивания грунта.

ПОРЯДОК РАБОТЫ:

Разделение на фракции без промывки

1. Пробу грунта, полученную в результате квартования, высушить до постоянной массы и взвесить с точностью до 0,01 г.

2. Смонтировать сита, располагая их сверху вниз в порядке убывания размеров ячеек.

3. Высыпать пробу в верхнее сито и закрыть крышкой.

4. Просеивание осуществлять ручным способом при помощи лёгких боковых ударов не менее 15 мин, а механизированным способом не менее 10 мин. Если масса пробы превышает 1 кг, то просеивание производят в два этапа.

5. Для проверки каждое сито встряхнуть над листом бумаги, выпавшие зёрна сыпать на следующее сито (с меньшим диаметром ячеек).

6. Содержимое каждого сита и поддона высыпать в предва- рительно взвешенные бюксы и взвешивать с точностью до 0,1 г.

7. Потерю грунта при просеивании разнести по всем фрак- циям пропорционально их массе. Суммировать массы всех фракций и сравнить с исходной массой пробы. От- клонение не должно превышать 1 % от массы всей про- бы, иначе анализ следует повторить.

Разделение на фракции с промывкой

1. Среднюю пробу обломочных пород поместить в сосуд для отмучивания, залить водой так, чтобы высота слоя воды над зёрнами была около 270 мм.

2. Содержимое сосуда энергично перемешать и оставить в покое на 2 минуты.

3. Слить воду с неосевшими частицами ($d < 0,05 \text{ мм}$) при помощи сифона, конец которого должен находиться на 30 мм выше поверхности зёрен в сосуде. Промывку зёрен проводить в указанной последовательности, пока вода после взмучивания не станет прозрачной.

4. Промытую пробу поместить в сосуд для взвешивания, смывая мелкие частицы струёй воды, высушить до воздушно-сухого состояния и просеять через набор сит. Полноту просеивания проверить над листом бумаги.

5. Взвешивать каждую фракцию, задержавшуюся на ситах. Потерю разности пропорционально по фракциям. Результаты гранулометрического анализа выразают в процентах, вычисляемых по формуле:

$$X = \frac{m}{m_0} \cdot 100,$$

X – процентное содержание фракции в породе;

где m – масса отдельной фракции, г;

m_0 – масса пробы, г.

6. Результаты занести в таблицу:

Образец №..... Описание образца	Масса пробы									
	Фракции, мм									
Масса	> 10	10-5	5-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	менее 0,01	
Масса тары, г										
Масса тары с фракцией, г										
Масса фракции, г										
Масса фракции с учетом потерь, г										
Содержание фракции, %										

Практическая работа

Графическое изображение

гранулометрического состава глин

Данные гранулометрического анализа, представленного многочисленными пифрами, характеризующими содержание разнообразных фракций, мало наглядны и трудно сопоставимы, в особенности, если сравниваемые анализы выведены в различных фракциях. Поэтому применяются графические и математические способы сравнения полученных результатов.

Графики должны быть обработаны с использованием программ «Excel» и «CorelDRAW».

Исходные данные для образцовых диаграмм

Фракция,	2.0–	1.0–	0.5–	0.25–	0.05–	<0.01
d мм	1.0	0.5	0.25	0.05	0.01	
Содержание, %	2	8	33	49	7	1

Для графического изображения гранулометрического состава пород существует ряд способов, из которых наиболее применимы:

1) **Гистограмма или диаграмма столбиков** – самый наглядный график: на нем содержание каждой фракции изображается отдельно – высотой столбика по оси ординат, осеванием которого служит отрезок оси абсцисс в заданном масштабе. Наиболее крупные фракции чаще всего откладываются от начала прямоугольной системы координат, слева, а самые тонкие – справа, на конце оси (рис. 1). Достоинства гистограмм – наглядность, возможность показа раздельно фракций любой дробности и простота получения кривой распределения, для чего надо плавной линией обогнуть вершины столбиков.

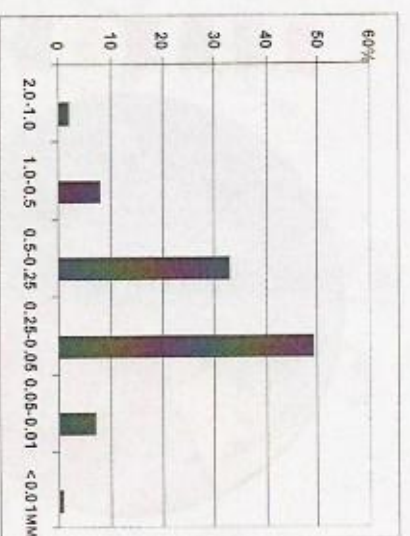


Рис. 1. Гистограмма по гранулометрическому анализу кластолитов.

2) **Циклограмма (круговая диаграмма)**. Площадь круга, очерченная произвольным диаметром, разбивается на секторы, длины дуг которых пропорциональны содержанию каждой фракции. Площади секторов закрашиваются или заштриховываются в соответствии с принятыми условными обозначениями. Возле каждой дуги снаружи или внутри круга указывается процентное содержание соответствующей фракции (рис. 2):

3) **Диаграмма-треугольник**. Для изображения большого количества анализов удобно пользоваться **треугольником Фере** (рис. 3).

Этот способ позволяет изображать содержание не всех фракций, а трех основных групп – песчаной (d 2 – 0.05 мм), алевроитовой (d 0.05 – 0.005 мм) и глинистой (d < 0.005 мм). Способ довольно груб, но позволяет наносить на один

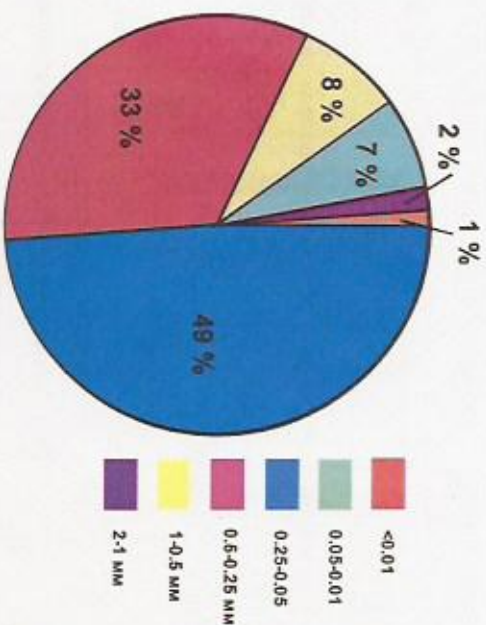


Рис. 2. Изображение гранулометрического состава песка в виде циклограммы.

Чертёж очень большое число анализов. Затем по положению точки, изображающей результат одного анализа, можно сразу определить наименование породы. Когда в породе заметно содержание гравия (более 5–10 %) можно объединить аллелиты и пелиты.

Каждой вершине равностороннего треугольника отвечает 100 % содержания соответствующей группы фракций, нулевые содержания приходятся на противоположные стороны. Для удобства площадь треугольника делится через 10 % каждого компонента линиями, параллельными сторонам. Затем так же находят и проводят карандашом линию второй

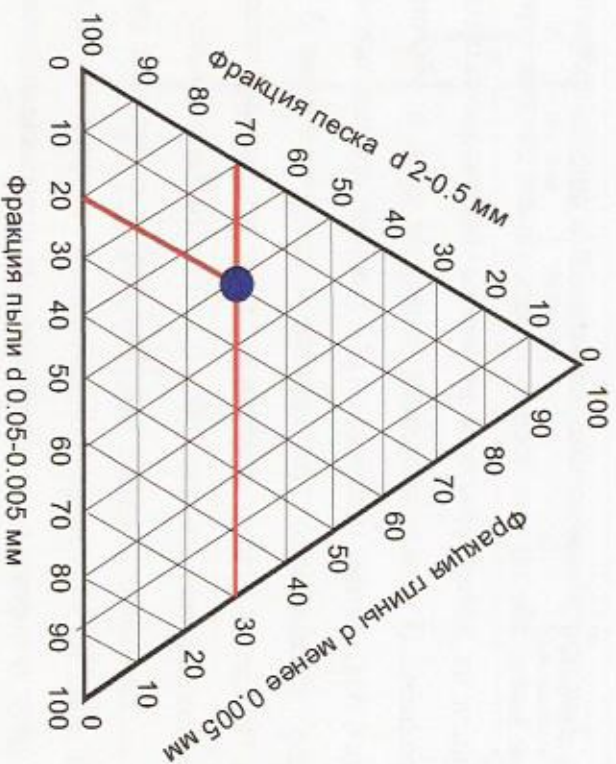


Рис. 3. Изображение гранулометрического состава кластолитов в виде треугольной диаграммы. Содержание песка – 50 %, глины – 20 %, пыли – 30 %.

группы фракций. Точка их пересечения и будет отражать результаты анализа.

4) Кумулятивная или суммарная кривая гранулометрического состава представляет собой график, отражающий процентное содержание частиц определённого диаметра в кластолитах, меньших любого заданного размера.

График может быть построен в обычном или в полугарифмическом масштабе (рис. 4), что позволяет наносить содержание мелких фракций с достаточной точностью, не удлиняя кривую по оси абсцисс.

Для построения суммарной кривой в полулогарифмическом масштабе по оси абсцисс откладывают не диаметры частиц, а их логарифмы или величины, пропорциональные логарифмам. В начале координат ставят не ноль, а, обычно, число 0.001. Затем, принимая $lg 10$ равным произвольному отрезку, откладывают этот отрезок в правую сторону 3—4 раза. При этом делают отметки и ставят против них числа, возрастающие на порядок: 0.01; 0.1; 1.0; 10.0 и так далее.

Расстояние между каждыми двумя соседними метками делят на 9 частей, пропорционально логарифмам чисел от 2 до 9. В первом от начала координат интервале выделены отрезки будут отвечать диаметрам частиц от 0.002 до 0.009, во втором от 0.02 до 0.09, в третьем от 0.2 до 0.9 и так далее.

Указанные отрезки откладывают по оси абсцисс **каждый** от начала координат или точки, отграничивающей эталонный отрезок. **Можно также воспользоваться шкалой логарифмической линейки.**

При построении кривой гранулометрического состава песка по оси ординат откладывают в процентах не содержание каждой отдельной фракции, а **суммарное** содержание фракций частиц с диаметрами меньше какого-либо числа. Для этого последовательно суммируют содержание фракций, **начиная с самой мелкой.**

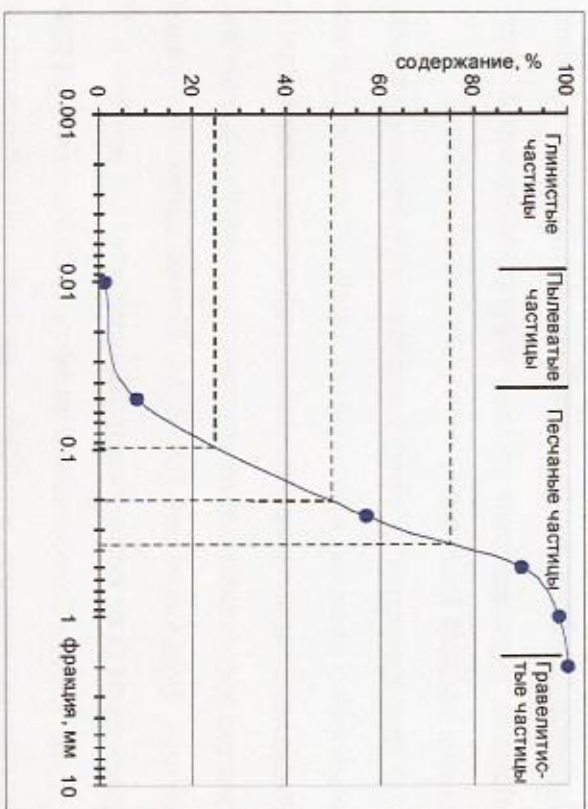


Рис. 4. Кумулятивная кривая кластолигов разной зернистости и сортировки.

Полученные точки соединяют плавной кривой, которая выражает сумму всех фракций, т.е. все 100%. По кумулятивной кривой можно определить содержание любой фракции, даже той, которая не выделялась прямым гранулометрическим анализом.

Нарастающая кривая дает возможность определить наиболее простые гранулометрические коэффициенты, называемые **квартильными**. При использовании квартилей среднего размера зерна (M_d) выбирается таким образом, чтобы относительно него половина зерен, слагающих образец, была более крупной, а половина более мелкой (т.е. это вторая квартиль — Q_2) — сам по себе важный показатель гра-

нулометрической структуры породы и генетический признак, обобщенно указывающий на силу и скорость течения, отложившего данный кластолит.

Для вычисления **коэффициента сортировки**, характеризующего степень однообразия зерен по величине, и **коэффициента асимметрии**, иллюстрирующего симметричность распределения зерен относительно среднего, находят величину двух квартилей (Q_1 и Q_3). Первая квартиль — такой размер зерен (т.е. такая абсцисса), относительно которого 25% зерен имеют более мелкий размер, а 75% — более крупный. Третья квартиль, наоборот, такой размер, относительно которого 25% зерен имеют более крупный размер, а 75% — более мелкий. Квартили определяются по кумулятивной кривой, проведенной из точек-ординат 25 и 75 %-го содержания прямых, параллельных оси абсцисс до пересечения с кумулятивной кривой, и опускаем нормалей из точек пересечения на ось абсцисс. По последней точке и находят квартили. Таким образом, коэффициент сортировки есть квадратный корень из отношения диаметра зерен, относительно которого $1/4$ имеет больший размер, а $3/4$ зерен — более мелкий, к диаметру зерен относительно которого $1/4$ имеет более мелкий размер, а $3/4$ зерен — более крупный, т.е. отношение большей квартили к меньшей. Чем меньше разницы в размерах зерен, тем ближе квартили друг к другу и к среднему диаметру M_d . В хорошо

отсортированных песках $S_0 < 2$; в среднесортированных $S_0 = 2-3$, в плохо сортированных $S_0 > 3$.

Коэффициент сортировки равен: $S_0 = \sqrt{Q_3/Q_1}$.

$Q_3 = 0.370$; $Q_1 = 0.098 \Rightarrow S_0 = 3.77$ (плохосортированный песок)

Коэффициент асимметрии — мера скошенности кривой распределения и положения этой скошенности определяется по формуле: $S_k = Q_1 Q_3 / M_d^2$

Если $S_k > 0$, то в осадке преобладает мелкая фракция, а при $S_k < 0$ преобладает крупная фракция.

$S_k = 0.370 \times 0.098 / 0.209^2 = 0.82$ (в осадке преобладает мелкая фракция).

5) **Генетическая диаграмма**. Генетические диаграммы на основе парной корреляции многочисленны. Одной из первых была диаграмма Л.Б. Рухина (рис. 5). После определения количества зерен в различных фракциях могут быть вычислены средний размер зерен и коэффициент сортировки. При рассмотрении величины этих коэффициентов, вычисленных для современных песков различного генезиса, оказалось, что их соотношение не остается постоянным. Легче всего это можно обнаружить графически, откладывая по оси абсцисс значения коэффициента сортировки, а по оси ординат — средний размер зерен, вычисленный исходя из количества

зерен во фракциях. На такой диаграмме, где каждый анализ выражается точкой, координатами которой являются гранулометрические коэффициенты, точки соответствуют различным кам различного генезиса, располагаются обособленно друг от друга. Это позволило наметить следующие генетические поля (см. рис. 5):

1. Поле песков (I), отложенных при поступательном движении воды. Сюда прежде всего относятся русловые речные пески. Кроме того, в это поле попадают точки, соответствующие пескам, отложенным в зоне течений.

2. Поле песков (II), отложенных при сильных колебательных движениях воды; к ним относятся преимущественно прибрежные пески, пески пляжей морей, озер, крупных рек, а также мелководные пески, образовавшиеся в условиях сильного волнения. Глубина отложения таких песков обычно не превышает несколько метров.

3. Поле песков (III), накапливающихся на дне морей или других бассейнов при слабых колебательных движениях воды. Эта группа тесно связана с предыдущей.

4. Четвертое поле (IV) может быть намечено условно. В него попадают преимущественно точки, соответствующие эоловым пескам.

Генетическую диаграмму нужно использовать лишь при детальном изучении песчаных толщ.

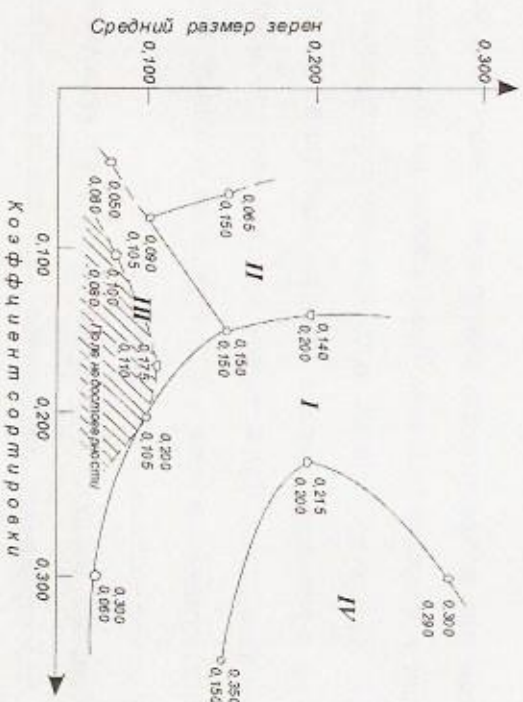


Рис. 4. Генетическая диаграмма песков Л.Б. Рухина.

Заключение

Таким образом, генетическое истолкование гранулометрических анализов и статистических коэффициентов и параметров многосторонне и начинается уже с визуального определения зернистости и сортировки. По степени сортировки, например, судят о длительности динамической обработки материала, в процессе которой обломочные осадки стремятся стать монофракционными. Величина обломков может указывать на смешение материала из разных источников или отсутствие переработки.

Увеличение среднего размера зерен при сравнении различных пород указывает на возрастание скорости движения среды отложения.

Величина коэффициента сортировки в известной мере зависит от условий отложения. Прибрежные пески характеризуются, например, значительно лучшей сортировкой по сравнению с речными песками, обладающей таким же средним размером зерен. Объясняется это тем, что при неоднократно взмучивании песков в прибрежных условиях из них удаляются все частицы иного размера.

Морские осадки, состоящие только из обломочных частиц, претерпевших длительное перетолжение, обычно хорошо сортированы. Если в их состав входят органические остатки или вещества, выпадавшие из растворов, то сортировка их резко ухудшается, что обуславливает многовершинный характер кривых распределения. Поэтому изучение гранулометрических коэффициентов должно обязательно производиться параллельно с исследованием состава осадков.

Предложенные способы получения генетической информации, извлекаемой из генетических диаграмм, кумулятивных кривых, статистических параметров нужно применять в комплексе с текстурно-структурными, геохимическими и другими видами анализа для достоверной интерпретации полученных данных.