

АГРОХИМИЯ И ПОЧВОВЕДЕНИЕ

УДК 631.43

А.Н. Блохин¹, Е.В. Шеин², Е.Ю. Милановский²

¹ Биологический институт Томского государственного университета (г. Томск)

² Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова (г. Москва)

ХАРАКТЕРИСТИКА ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО И АГРЕГАТНОГО СОСТАВОВ ПОЧВ СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ АРЕАЛА ЧЕРНЕВОЙ ТАЙГИ КУЗНЕЦКОГО АЛАТАУ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПАРАМЕТРОВ ВЕРОЯТНОСТНЫХ ФУНКЦИЙ

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ (проект № 09-04-90809-моб_ст.).

Распределения элементарных почвенных частиц (гранулометрический состав) и макроагрегатов были получены методами лазерного дифрактометра рассеивом на ситах и описаны вероятностными функциями. На основании анализа профильных распределений вероятностных параметров гранулометрического состава почв выявлена профильная неоднородность, обусловленная подзолообразовательными процессами и современными процессами биотурбаций (землероющие животные, ветровалы). Описывается пример интерпретации данных макроструктурного анализа методом просеивания с использованием расчетных показателей.

Ключевые слова: гранулометрический состав; макроструктура почв; математические методы; структура почвы; дерново-подзолистые почвы; лазерная дифрактометрия.

Гранулометрический состав – важнейшая физическая характеристика почвы, одна из характеристик ее дисперсности. Он отражает все основные почвенные процессы, является одним из фундаментов почвенного плодородия, т.к. в зависимости от гранулометрии почв планируются те или иные мероприятия. Знание гранулометрического состава также дает представление о генезисе, эволюции и использовании почв, позволяет достаточно подробно охарактеризовать изучаемый объект и сравнивать различные почвенные объекты. Главным требованием для осуществления последнего является единство методик и параметров исследования гранулометрического состава разных почв, единство способов представления данных. В настоящее время широко распространено представление результатов гранулометрического анализа в виде процентного содержания фракций частиц различного размера с выделением границ этих фракций в строгом соответствии с классификационными требованиями конкретной отрасли науки или устоявшимися национальными стандартами. Это влечет за собой несравнимость данных гранулометрического анализа, получаемых исследователями разных стран и даже отдельных организаций.

В данной ситуации перспективным становится применение при исследованиях подобного рода легко стандартизуемых методик и соответствующего оборудования. В рамках данной работы проводилось изучение структуры почвы на разных уровнях: гранулометрический состав и макроструктура. При выборе способов изучения главным критерием было обеспечение максимальной стандартизации проводимых работ и повторяемости получаемых результатов.

Цель работы – изучение и количественное описание гранулометрического и макроагрегатного составов некоторых почв подзолистого типа почвообразования, распространенных в зоне подтайги Западной Сибири, для детального описания их современного генезиса, причин профильной неоднородности.

Объекты исследования

Объектами исследования стали почвы территории юго-востока Западной Сибири, рельеф которой представлен равнинными территориями и предгорьями Алтае-Саянской горной системы. Общая дифференциация ПП задается климатическими условиями. На равнине почвенные зоны имеют субширотное простираие. В предгорьях проявляются высотная поясность и влияние положения макросклонов относительно преобладающего направления влагопереноса. На Томь-Яйском междуречье зональный ландшафт – подтайга, но при этом она несет провинциальные черты предгорного положения, отличаясь от равнинной подтайги резким снижением доли полу- и гидроморфных почв. Преобладающими почвами являются автоморфные серые и серые метаморфические. Почвы с элювиальным горизонтом занимают подчиненные местоположения, но при приближении к отметкам междуречья более 200 м они появляются на плакорах, фоновыми становятся дерново-подзолистые почвы [1–3]. Меняется и растительность, мелколиственные короткокожковые леса сменяются темнохвойной осиново-пихтовой высокотравной тайгой. В ряде работ освещается генетическое единство почв и растительности вершины междуречья с таковыми черневых лесов [4–6], область распространения которых продолжена от широты г. Кемерово по отрогам Кузнецкого Алатау на юг Томской области.

Для исследования были использованы образцы, взятые стандартным способом из генетических горизонтов четырех почвенных разрезов, характеризующих следующие почвы:

- 1) дерново-подзолистая сверхглубокоосветленная со следами педотурбаций (микроводораздел двух ложин) (Р 8);
- 2) серая глееватая со вторым гумусовым горизонтом (лощина с поверхностным русловым стоком) (Р 20);
- 3) дерново-подзолистая остаточно-карбонатная (верхняя часть склона балки С экспозиции, крутизна 13°) (Р 23);
- 4) дерново-подзолистая остаточно-карбонатная глубокоосветленная (склон балки ЮЮЗ экспозиции, крутизна 13°) (Р 27).

Методы исследования

Изучение гранулометрического состава почв проводилось методом лазерной дифракции. В отличие от седиментометрических методов, основанных на большом количестве условностей и приближений, лазерно-дифрактометрический метод позволяет получить представление об истинных линейных размерах частиц. Для определения гранулометрического состава почв нет необходимости точного дозирования (достаточно попадание в диапазон допустимых концентраций изучаемых суспензий, определяемый автоматически прибором в процессе ввода пробы) и даже учета массы почвы, т.к. измерение ведется по циклическому принципу в замкнутой системе и результаты могут быть представлены в дифференциальных процентах. Кроме того, она обладает рядом важных преимуществ перед «классическими» методами измерения, такими как рассев, седиментация или анализ по изображению: краткое время проведения анализа, хорошие воспроизводимость и точность, простая калибровка, большой диапазон измерений и большая гибкость.

Для определения гранулометрического состава почв лазерно-дифрактометрическим (оптическим) методом используются приборы разнообразных конструкций. Они имеют различное построение узлов и часто различаются по механизму пробоподготовки и способу регистрации дифракционной картины, но работают по единой схеме, изложенной выше. В зависимости от модели прибора проба может быть подвергнута измерению даже в сухом состоянии. В качестве носителя в этом случае используется струя воздуха, движущаяся со скоростью больше скорости звука. Это открывает новые возможности для получения дополнительных сведений о состоянии твердой фазы почвы.

В рамках выполнения данной работы анализ проводился на дифрактометре «Анализетте 22» фирмы «Fritsch». Он является прибором универсального применения для определения распределения частиц по размерам в суспензиях, эмульсиях и порошках с помощью лазерной дифракции.

Пробоподготовка велась с использованием ультразвуковой обработки образцов без применения химических диспергаторов.

Решить проблему унификации получаемых результатов в гранулометрическом анализе в значительной степени способны математические и статистические методы представления. Кроме того, они способны существенно расширить информативность аппроксимации результатов гранулометрического анализа.

Один из методов статистико-математической оценки гранулометрического состава был описан П.Н. Березиным [7]. Им предлагается графическое представление результатов гранулометрического анализа, полученных различными методами (седиментометрическим, лазернодифрактометрическим), в виде кумулятивных кривых. Как показала практика, подобные кривые для всех типов почв имеют общие характерные особенности, такие как схожесть внешнего вида и присутствие смены характера кривой в точке, приуроченной к диаметру частиц 5–6 мкм (0,05 мм). Физический смысл границы 0,05 мм между «глинными» и «песчаными» компонентами признан большинством международных классификаций, а это становится шагом к возможности ши-

рокого сравнения получаемых данных. На основании этого Березиным [8] предлагалось использовать для описания данных гранулометрического состава типовые математические функции двух типов. Для диапазона частиц менее 0,05 мм – линейную функцию следующего вида:

$$P_x (\text{при } x < 5 \text{ мкм}) = (0,2x)k,$$

где P_x – содержание (F_x , %) частиц диаметром меньше x мкм, выраженное в долях от общего содержания (F_5 , %) глинистых компонентов, т.е. $P_x = F_x / F_5$; F_5 – содержание (%) частиц диаметром меньше 5 мкм; k – коэффициент, характеризующий качество и дисперсность глинистых компонентов.

Для частиц крупнее 5 мкм предложено использовать интегральную формулу вида

$$P_x (\text{при } x > 5 \text{ мкм}) = \frac{1}{1 + \left(\frac{a}{x}\right)^n},$$

где P_x – содержание частиц в интервале диаметров от 5 до x мкм, выраженное в долях от общего содержания частиц более 5 мкм; a – диаметр частиц, соответствующий половинному содержанию песчаных компонентов, наиболее представительный диаметр, мкм; n – характеристика асимметрии распределения частиц, показатель степени отсортированности.

Макроструктура исследованных почв была изучена количественно на основании распределения содержания агрегатов (воздушно-сухих и в воде) по их размерам. Аналогично тому, как это делается в гранулометрическом анализе, структура выражается в содержании фракций агрегатов различного размера (диаметра). Для разделения этих фракций использовался ситовой анализ, который проводился на просеивающей машине (грохоте) «Retsch AS 200». В ней используется оригинальный привод для передачи измерительным ситам трехмерных циркуляционных движений, позволяющих проводить равномерный и стандартизованный рассев материала.

Было проведено два вида ситового анализа: в сухом состоянии (сухое просеивание) и в воде (мокрое просеивание). Частицы были распределены на следующие фракции: >10 мм, 10–7,1 мм, 7,1–5 мм, 5–3,15 мм, 3,15–2 мм, 2–1 мм, 1–0,5 мм, 0,5–0,25 мм, 0,25–0,1 мм и <0,1 мм.

На основании полученных данных были рассчитаны следующие показатели структурности почв:

1) коэффициент структурности ($K_{\text{стр}}$) [9]:

$$K_{\text{стр}} = \frac{\sum (10-0,25 \text{ мм})}{\sum (>10 \text{ мм}, <0,25 \text{ мм})};$$

2) средневзвешенный (СВД) и среднегеометрический (СГД) диаметры для описания данных ситового анализа в виде одного показателя [7]:

$$\text{СВД} = \sum_{i=1}^n x_i M_i,$$

$$\text{СГД} = \exp \left[\frac{\sum_{i=1}^n M_i \log x_i}{\sum_{i=1}^n M_i} \right],$$

где M_i – весовой процент фракции агрегатов со средним диаметром $\bar{x}_i$; n – количество фракций; $\sum_{i=1}^n M_i$ – общий вес образца.

Так как при мокром просеивании была использована просеивающая машина с режимом рассева, отличающимся от стандартного метода большей интенсивностью колебаний и способом увлажнения (проточная вода), данные этого анализа невозможно оценить уже существующими общепринятыми классификациями. Они будут использованы для взаимного сравнения степени водоустойчивости макроструктуры исследованных почв.

Результаты исследования и обсуждение

Глинные компоненты являются наиболее динамичной частью твердого вещества почвы и почвообразующей породы. Показатель k отражает участие грубодисперсного материала в составе глинных компонентов независимо от их общего содержания. Чем он больше, тем грубее глинные компоненты. Кроме того, появляется возможность по величине и характеру вариации показателя k судить об отмытости глинных компонентов почвы, их выщелоченности, иллювиированности, что делает его характеристичным для таких явлений, как оподзоливание, оглеение и других, связанных с перераспределением вещества в почве.

Расчетные величины, характеризующие распределение песчаных компонентов, средний диаметр a и показатель отсортированности n отражают процессы гипергенного разрушения и перераспределения первичных пород. Малые величины среднего диаметра наблюдаются в глинистых желтоземах, в осветленных горизонтах подзолов и солодей, в лессовидных суглинках и лессах. Наиболее грубозернистые песчаные компоненты присущи моренным отложениям. При одинаковых условиях, как утверждает Березин [7], средний диаметр песчаных компонентов свидетельствует о времени, в течение которого исходная порода подвергалась действию формирующих факторов. При одинаковом возрасте меньший диаметр говорит о большей интенсивности процессов гипергенеза. Наименьшей отсортированностью обладают моренные отложения, наибольших величин n достигает в оподзоленных горизонтах, лессах и лессовидных породах.

Все исследованные почвы образовались на толще лессовидных суглинков и формировались в сходных условиях с наложением новейших геоморфологических перестроек поверхности. Кроме того, почвы подвергались поверхностной биотурбации, вызванной ветровалами. Все это находит отражение в полученных результатах (табл. 1, рис. 1).

Т а б л и ц а 1

**Данные гранулометрического анализа и его расчетных показателей
исследованных почв**

Горизонт	Глубина, см	Содержание гранулометрических фракций, %					
		<0,001 мм	0,001– 0,005 мм	0,005– 0,01 мм	0,01– 0,05 мм	0,05– 0,25 мм	0,25– 1,25 мм
Р 8. Дерново-подзолистая сверхглубокоосветленная со следами педотурбаций (микроводораздел двух лощин)							
AY	0–10	4	19	15	52	9	0
AEL	30–40	7	27	17	49	1	0
BEL1	50–60	9	26	16	47	2	0
BEL2	67–77	9	25	15	51	0	0
BT1	84–94	9	23	15	52	0	0
BT2	90–100	10	26	16	47	1	0
BT3	117–127	17	33	15	36	0	0
BC1	130–140	14	30	13	43	0	0
BC2	170–180	12	31	14	43	0	0
BC2	240–250	14	36	14	36	0	0
Р 20. Серая глееватая со вторым гумусовым горизонтом (лощина с поверхностным русловым стоком)							
AY	0–10	5	21	16	55	3	0
AEL	14–23	10	38	20	32	0	0
AEL	27–35	10	34	17	39	0	0
BEL1hh	36–46	8	30	19	43	0	0
BEL2hh	46–56	8	28	17	46	0	0
BT,cn	60–70	9	23	16	52	0	0
BTg,cn	80–90	9	22	15	54	0	0
Р 23. Дерново-подзолистая остаточно-карбонатная (верхняя часть склона балки северной экспозиции, крутизна 13°)							
AY	0–8	5	20	17	52	6	0
AEh	8–13	6	26	19	47	1	0
EL1	17–27	8	26	18	48	1	0
EL2	33–42	8	28	14	48	2	0
BEL	47–53	11	27	16	46	0	0
BTel	60–70	14	28	15	44	0	0
BT	85–95	11	25	14	50	0	0
DBT	105–115	12	25	13	50	0	0
DBCca	136–146	15	31	12	43	0	0
DBCca	155–165	12	32	17	40	0	0
Р 27. Дерново-подзолистая остаточно-карбонатная глубокоосветленная (склон балки ЮЮЗ экспозиции, крутизна 13°)							
AY	03–08	3	15	13	53	16	0
AEL	14–24	6	25	17	51	0	0
EL	25–35	8	28	17	48	0	0
BEL	35–45	8	28	16	48	0	0
BTel	55–65	10	27	15	47	0	0
BT	70–80	15	31	14	40	0	0
DBTca	100–110	12	30	15	43	0	0
DBCca	135–145	12	31	17	41	0	0

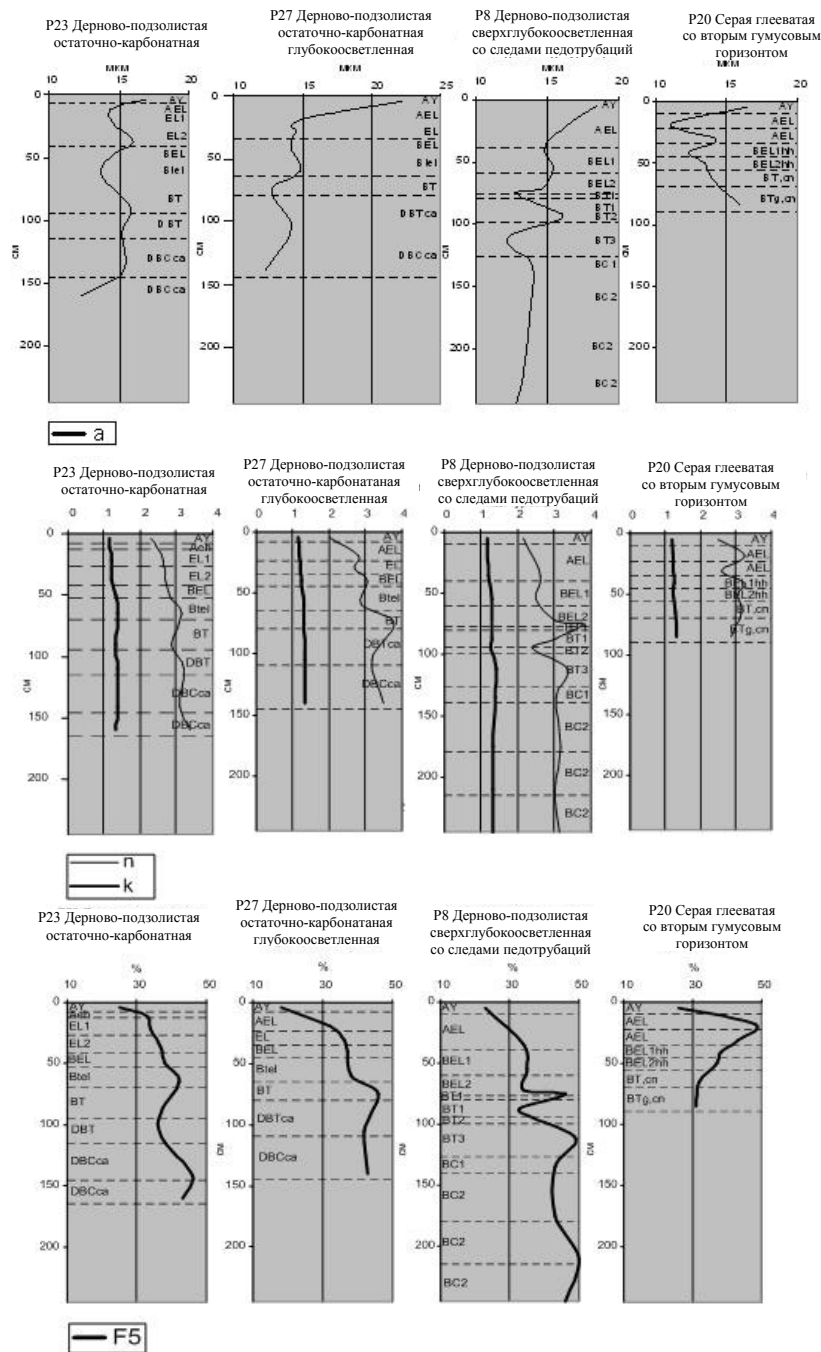


Рис. 1. Графическое представление профильного распределения величин наиболее представительного диаметра частиц (a), показателей степени отсортированности песчаных частиц (n) и степени дисперсности глинистых частиц (k), содержания частиц размером менее 5 мкм в исследованных почвах

По мере удаления от неподверженной изменениям почвообразующей породы, которая является по градации, предложенной Березиным [8], средне-сортированной, степень отсортированности во всех почвах уменьшается под воздействием почвообразовательных процессов. Средний диаметр частиц не проявляет подобной закономерности, но изменяется в небольшом интервале, что можно объяснить недостаточной рэндомизированностью материала при подготовке образца.

Интересная картина проявляется при сравнении элювиальных горизонтов всех изученных почв: показатели k и n и их распределение по профилям оказались практически идентичными, а величины – близкими. Это говорит об однородности воздействия процессов перераспределения материала в данных почвах в верхних горизонтах. Подобное сравнение иллювиальных горизонтов не выявило значительных сходств в этих параметрах, что обусловлено исторической неоднородностью перераспределения материала в нижней части толщи почвы.

Характер изменения F_5 по профилю почвы позволяет судить о текущем состоянии данной почвы: современной однородности или характера неоднородности почвы. Однако решение об исходной неоднородности почвообразующей породы не может быть принято только на основании содержания глинных компонентов. Не может быть также на этом основании однозначно решен вопрос о наличии элювиально-иллювиального процесса в связи с нерешенностью вопроса об исходной текстурной неоднородности по этой величине. Однозначно эти вопросы решаются на основании совместного рассмотрения профильного поведения F_5 и k .

Особенно это становится актуальным при изучении почв с выраженной многоуровневой неоднородностью, как в исследованных почвах. В них можно выделить три уровня неоднородности:

- 1) вызванная процессами изначального породообразования, регионально-го перераспределения массы пород;
- 2) вызванная процессами новейшего рельефообразования, геоморфологическими процессами локального перераспределения материала (современные медленнотекущие);
- 3) обусловленная почвообразующими процессами: подзолистым (накопление в верхних горизонтах крупных частиц с выносом мелких в нижние);
- 4) современная неоднородность в результате биотурбаций (землероющие животные, ветровалы).

В верхних горизонтах профилей данных почв отчетливо просматривается наложение последних двух типов неоднородности почвенного профиля (см. табл. 1, рис. 1). Фрагментарные участки, говорящие о наличии элювиально-иллювиального или подзолистого процессов, чередуются эксцессами, вызванными имеющими место на этом участке периодическими площадными ветровалами, обуславливающими перемешивание верхнего слоя почвы.

Кроме того, чтобы получить максимально приближенную к действительности картину гранулометрического состава во всем почвенном профиле, следует в дальнейшем внести некоторые коррективы в процесс отбора проб и их подготовки к исследованиям. Спецификация дифрактометра (в данном

случае «Анализетте 22») накладывает требования к величине навески образца – она должна быть не более половины грамма, иначе происходит нежелательное снижение проницаемости суспензии для лазерного луча («перегрузка» раствора). Понятно, что добиться репрезентативности при отборе столь небольшой почвенной пробы достаточно сложно. В итоге, на характере распределения частиц по размерам отражается так называемая «микронеоднородность», выраженная в различиях структуры отдельных агрегатов и педов.

Для решения этой проблемы необходимо особо тщательно рандомизировать почвенный образец и, используя преимущества лазерного дифрактометра в скорости проведения анализа и пробоподготовки, увеличить количество повторностей и проводить, в дальнейшем, их усреднение. Осуществляя отбор большого количества образцов (специально для данного анализа) в виде сетки по всей передней стенке почвенного разреза возможно в короткие сроки получить полную информацию о структурном строении профиля изучаемой почвы.

В Р 23 и Р 27 при полевом морфологическом описании было выявлено разделение толщи по текстуре на верхнюю бескарбонатную часть и нижнюю, составленную карбонатным суглинком. Граница раздела проходила в обеих почвах на уровне горизонтов ВТ–ДВТ на глубине около 1 м и диагностировалась по появлению слоистости. В горизонте ВТ агрегаты первого порядка призматической структуры, с магистральными трещинами вертикальной направленности. По ним развиты кутаны. Агрегаты второго порядка ореховато-призматические. При переходе к ДВТ в обоих случаях наблюдалась смена ориентации магистральных трещин на субвертикальное распространение.

Данные, приведенные в табл. 2, подтверждают вышесказанные изменения в макроструктуре материала почвы в этих разрезах, а результаты гранулометрического анализа и характеристичные величины (a , n , k , F_5) (см. табл. 1, рис. 1) значимых изменений на этом переходе в данных профилях не выявили. Опираясь на эти факты, можно сделать вывод о том, что имело место отличие исторических обстоятельств образования исследуемой толщи (следует отметить, что речь идет о расположенных на склонах почвах), но на фоне единства слагающего материала.

По результатам ситового анализа оценивается структурное состояние почв, в частности характеризуется агрономически ценная структура. Производится это обычно с использованием коэффициента структурности $K_{стр}$ [9].

При проведении массовых анализов, например при организации почвенного мониторинга отдельных территорий, необходимо описание данных ситового анализа наименьшим количеством параметров для удобства сравнения и структурирования результатов. Удобным в этом случае оказывается расчет коэффициентов СГД и СВД, предлагаемых В.М. Гончаровым [8]. Их интерпретация предельно проста: чем выше эти коэффициенты, тем в большей мере в структуре выражены крупные фракции, и наоборот.

В изученных почвах наблюдалось практически равномерное распределение СГД и СВД с видимой закономерностью к укрупнению структуры с глубиной (табл. 2).

Таблица 2

Результаты ситового анализа макроструктуры

Горизонт	Глубина, см	Распределение агрегатов по фракциям, %										Показатели		
		> 10 мм	10–7,1 мм	7,1–5 мм	5–3,15 мм	3,15–2 мм	2–1 мм	1–0,5 мм	0,5–0,25 мм	0,25–0,1 мм	<0,1 мм	$K_{ср}$	СВД	СГД
Р 8. Дерново-подзолистая сверхглубокоосветленная со следами педотурбаций (микродораздел двух лошин)														
A	0–10	1,0	5,8	9,8	15,3	16,6	24,7	10,1	3,4	2,6	8,7	7,0	271	1,3
A1A2	30–40	10,8	4,1	4,9	10,8	15,0	26,4	9,9	3,2	2,4	11,9	3,0	306	1,4
A2BT	50–60	12,4	11,2	6,7	10,5	15,0	25,3	7,1	1,7	1,4	7,4	3,7	387	1,4
A2BT2	67–77	12,7	9,8	9,8	11,1	15,0	27,7	6,4	1,6	1,0	4,4	4,5	402	1,4
BT1	84–94	65,5	8,6	2,1	2,4	3,2	10,3	3,4	0,9	0,8	2,4	0,5	778	1,4
BT1	90–100	46,4	17,9	14,2	10,9	5,0	2,7	0,7	0,4	0,5	1,2	1,1	765	1,5
BT1	117–127	45,6	11,8	7,4	9,2	8,3	12,3	2,7	0,7	0,5	1,4	1,1	681	1,5
BT2	130–140	47,7	4,4	1,6	5,7	10,0	18,1	5,5	1,4	1,3	2,9	0,9	606	1,4
BC1	170–180	62,7	2,2	1,8	2,2	5,3	15,1	4,2	1,0	0,9	4,1	0,5	705	1,3
BC2	205–215	57,6	15,6	7,1	5,8	2,3	1,6	0,9	0,8	1,2	6,5	0,5	787	1,5
BC2	240–250	39,7	5,2	3,4	5,6	9,7	16,0	6,2	1,6	1,2	10,4	0,9	540	1,4
Р 20. Серая глееватая со вторым гумусовым горизонтом (лощина с поверхностным русловым стоком)														
AY	0–10	8,3	8,0	11,1	18,1	19,0	22,3	5,2	1,6	1,1	3,2	6,8	380	1,4
AEL	14–23	56,6	12,1	11,0	8,3	4,4	3,5	0,8	0,5	0,5	1,9	0,7	788	1,5
AEL	27–35	74,3	7,4	3,2	3,7	2,4	3,1	1,2	0,8	0,8	2,6	0,3	854	1,4
BEL1hh	36–46	66,6	5,6	5,2	6,1	3,9	4,5	1,9	1,1	1,0	3,6	0,4	789	1,4
BEL2hh	46–56	89,2	3,0	1,0	1,0	0,5	0,6	0,6	0,5	0,6	1,6	0,1	931	1,2
BT,cn	60–70	70,5	8,2	6,0	5,9	3,0	2,4	1,0	0,6	0,6	1,5	0,4	849	1,4
BTg,cn	80–90	82,7	3,3	2,0	2,6	1,7	2,0	1,5	1,1	1,0	1,9	0,2	887	1,3
Р 23. Дерново-подзолистая остаточно-карбонатная (верхняя часть склона балки северной экспозиции, крутизна 13°)														
AY	0–8	2,8	2,4	10,4	21,1	22,1	21,4	7,3	3,2	2,7	6,2	7,5	294	1,3
Aeh	10–13	13,5	15,2	16,2	20,6	15,7	8,9	2,6	1,1	0,9	5,0	4,1	504	1,5
EL1	17–27	35,9	8,0	9,7	11,7	9,2	8,7	3,6	1,8	3,3	7,4	1,1	576	1,5
EL2	33–42	36,1	21,7	13,1	11,1	3,8	2,3	1,1	0,9	1,8	7,5	1,2	687	1,5
BEL	47–53	24,8	18,3	15,2	14,8	10,0	6,6	2,2	1,2	1,1	5,3	2,2	596	1,5
BTel	60–70	40,8	19,6	12,4	11,9	7,1	4,1	1,1	0,6	0,5	1,3	1,3	725	1,5
BT	85–95	67,0	14,4	8,1	3,7	1,8	0,9	0,6	0,5	0,6	1,3	0,4	864	1,4
DBT	105–115	67,0	13,3	5,6	6,0	2,9	1,6	0,7	0,6	0,6	1,8	0,4	853	1,4
DBCca	136–146	41,5	19,0	15,8	10,6	6,6	3,6	1,3	0,8	0,8	5,0	1,2	741	1,5
DBCca	155–165	73,6	4,5	5,0	4,2	2,8	1,9	1,2	1,0	1,1	4,3	0,3	834	1,4
Р 27. Дерново-подзолистая остаточно-карбонатная глубокоосветленная (склон балки ЮЮЗ экспозиции, крутизна 13°)														
AY	3–8	0,0	0,0	1,6	6,9	14,7	26,1	12,1	7,6	19,4	9,5	2,4	131	1,1
AEL	14–24	0,0	0,0	3,8	17,0	22,9	22,2	11,3	7,1	5,8	9,2	5,6	198	1,2
EL	25–35	13,1	6,9	6,4	12,7	12,6	18,0	12,3	7,4	3,8	6,2	3,3	354	1,4
BEL	35–45	35,5	12,4	7,2	9,9	8,5	9,5	5,8	3,8	2,7	4,3	1,3	587	1,5
BTel	55–65	16,1	19,3	21,2	21,7	10,4	6,4	1,8	0,7	0,6	1,5	4,5	580	1,5
BT	70–80	33,8	28,0	20,3	10,5	3,3	1,5	0,7	0,4	0,4	0,8	1,8	755	1,5
DBTca	100–110	68,6	12,1	3,4	3,3	1,8	2,4	1,9	1,6	1,4	3,0	0,4	834	1,4
DBCca	135–145	56,5	8,1	8,7	6,4	4,6	4,6	2,7	1,7	1,4	4,5	0,6	735	1,5

Анализ макроструктуры методом просеивания на ситах с различным диаметром ячейки с применением просеивающих машин позволяет обеспечить высокую стандартизованность получаемых результатов. Цифровые технологии контроля процесса рассева дают возможность точного повторения измерений, что становится основой сравнимости результатов по всему миру.

Знание показателей F_5 , a , n , k , дает полное представление о гранулометрическом составе и существенно расширяет возможности гранулометрического анализа методом лазерной дифракции и интерпретации его результатов, дает возможность формулировать новые вопросы о процессе почвообразования конкретной почвы, истории формирования ее профиля. Комбинации этих характеристичных величин позволяют однозначно идентифицировать объект; более емкий массив данных, получаемый при работе на дифрактометре, позволяет рассчитать при необходимости содержание фракции любого интервала по диаметру частиц, что и дает возможность использования любой существующей классификации независимо от принятых границ фракций, а также производить балансовые расчеты.

Следует отметить, что в настоящий момент актуален вопрос сущности и значимости различий данных гранулометрического анализа седиментометрическим методом и методом лазерной дифракции. Этому посвящено большое количество работ [10–12]. Но задачу обеспечения стандартизованности процедуры и повторяемости результатов на самом высоком уровне максимально полно способен выполнить лазерно-дифрактометрический метод, однако для обеспечения его широкого внедрения необходима дальнейшая работа в направлении отработки системы «пробоподготовка – гранулометрический анализ – представление и интерпретация результатов».

Литература

1. Герасько Л.И. Подтайга Западной Сибири: ландшафтно-динамические аспекты // Сибирский экологический журнал. 2008. № 5. С. 719–724.
2. Герасько Л.И., Аникеева С.А. Компоненты почвенного покрова подтайги Притомья: основные параметры, функционирование, систематика // Вестник Томского государственного университета. 2008. № 314. С. 187–193.
3. Лойко С.В. Незональные почвы подтаежной зоны Притомья // Материалы LVI Научной студенческой конференции Биологического института «Старт в науку». Томск: ТГУ, 2008. С. 38.
4. Лойко С.В., Герасько Л.И. Факторы дифференциации и компонентный состав почвенного покрова таежных экосистем Томь-Яйского междуречья // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2009. № 1(5). С. 63–71.
5. Хмелев В.А., Панфилов В.П., Дюкарев А.Г. Генезис и физические свойства текстурно дифференцированных почв. Новосибирск: Наука, 1988. 127 с.
6. Зеленая книга Сибири. Новосибирск: Наука, 1996. 397 с.
7. Березин П.Н. Гранулометрия почв и почвообразующих пород. Структурно-функциональные и гидрофизические свойства набухающих почв // Современные физические и химические методы исследования почв. М., 1987. С. 56–72.
8. Теории и методы физики почв / Под ред. Е.В. Шеина, Л.О. Карпачевского. М.: Гриф и К, 2007. С. 26–99.
9. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почвы. М.: Агропромиздат, 1985. 416 с.
10. Шеин Е.В., Милановский Е.Ю., Молов А.З. Гранулометрический состав: роль органического вещества в различиях данных седиментометрического и лазерно-дифрактометрического методов // Доклады по экологическому почвоведению. 2006. № 1, вып. 1. С. 17–29.

11. Блохин А.Н. Оценка применения метода лазерной дифрактометрии в определении гранулометрического состава почв // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2009. № 1(5). С. 37–43.
12. Блохин А.Н. Специфика лазерно-дифрактометрического определения гранулометрического состава почв // Материалы LVI Научной студенческой конференции «Старт в науку». Томск: Изд-во Том. ун-та, 2008. С. 37.

Поступила в редакцию 21.12.2009 г.

Aleksandr N. Blohin¹, Evgenii V. Shein², Evgenii U. Milanovskii²

¹ Biological Institute of Tomsk State University, Tomsk, Russia

² Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

CHARACTERISTICS OF GRANULOMETRIC AND AGGREGATE SOIL COMPOSITION OF KUZNETSK ALATAU CHERNEVAYA TAIGA NORTHERN AREA USING THE PARAMETERS OF PROBABILITY FUNCTIONS

Granulometric structure is the major soil physical characteristic and one of the characteristics of its dispersion. The main requirement to analyse it is the uniformity of techniques and research parameters of granulometric structure of different soils and the uniformity of ways of data presentation. Now it is widespread to present the results of the granulometric analysis in the form of percentage of fractions of particles of various size with allocation of borders of these fractions in strict conformity with classification requirements of particular branch of science or fixed national standards. It involves the incomparability of granulometric analysis data obtained by researchers from different countries and even certain organisations. It is possible to use mathematical and statistical methods of representation to solve the problem of unification of obtained results in granulometric analysis. Besides these methods can expand essentially information capability of granulometric analysis results approximation.

The macrostructure analysis using the method of bolting, the sieves coming in various cell diameter with application of sifting cars allows to provide high standardization of the obtained results. Digital technologies of the dissemination process control give a chance for exact repetition of measurements, what becomes the basis for the comparability of results worldwide. According to the results of bolting, structural condition of soils is estimated, in particular the structure with agronomic value is characterised. While carrying out mass analyses the description of bolting analysis data with the least quantity of parameters is needed to make it easier to compare and structure the results. In this case the calculation of factors SGD and SVD is highly useful. Their interpretation is extremely simple: the higher these factors are, the greater large fractions are expressed in the structure and vice versa. In the studied soils almost uniform distribution of SGD and SVD with visible regularity to integration of the structure with depth was observed.

The knowledge of indicators F5, a, n, k, gives full view of granulometric structure and essentially expands possibilities of granulometric analysis with the help of laser diffraction method and interpretation of its results. Combinations of these characteristic values allow to identify the object unequivocally; more capacious data file obtained while working with a diffractometer allows to calculate, if necessary, the maintenance of fraction of any interval according to the diameter of particles, what gives a chance to use any existing classification irrespective of the accepted fraction borders as well as to make balance calculations.

Key words: granulometric composition; macrostructure of soils; mathematical methods; the structure of soil; sod-podzolic soils; laser diffractometry.

Received December 21, 2009