

Владимирский государственный университет

ПОЧВОВЕДЕНИЕ

Учебное пособие



Владимир 2020

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»

ПОЧВОВЕДЕНИЕ

Учебное пособие

Электронное издание



Владимир 2020

© Рагимов А. О., Мазиров М. А.,
Гафурова Л. А., Джалилова Г. Т., 2020

ISBN 978-5-9984-1110-6

УДК 631.4
ББК 40.3

Авторы:

А. О. Рагимов, М. А. Мазиров, Л. А. Гафурова, Г. Т. Джалилова

Рецензенты:

Доктор сельскохозяйственных наук
зам. директора по науке Верхневолжского федерального
аграрного научного центра
С. И. Зинченко

Кандидат биологических наук
доцент кафедры биологии и экологии
Владимирского государственного университета
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых
Н. В. Чугай

Почвоведение [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А. О. Рагимов [и др.] ; Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. – Владимир : Изд-во ВлГУ, 2020. – 251 с. – ISBN 978-5-9984-1110-6. – Электрон. дан. (7,26 Мб). – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Систем. требования: Intel от 1,3 ГГц ; Windows XP/7/8/10 ; Adobe Reader ; диск-код CD-ROM. – Загл. с титул. экрана.

Представлены теоретические и методические основы почвоведения.

Предназначено для студентов, обучающихся по направлениям подготовки 06.03.02 – Почвоведение, 35.03.03 – Агрохимия и агропочвоведение.

Рекомендовано для формирования профессиональных компетенций в соответствии с ФГОС ВО.

Табл. 16. Ил. 79. Библиогр.: 24 назв.

ISBN 978-5-9984-1110-6

© Рагимов А. О., Мазиров М. А.,
Гафурова Л. А., Джалилова Г. Т., 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|---|-----|
| ВВЕДЕНИЕ | 5 |
| Глава 1. ОСНОВЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЧВЫ. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ В ПОЧВОВЕДЕНИИ. ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ И ОСНОВЫ ДИАГНОСТИКИ ПОЧВЫ..... | 6 |
| Глава 2. СТАДИИ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ | 13 |
| Глава 3. ПОЧВЕННЫЙ ПРОФИЛЬ И ПОЧВЕННЫЕ ГОРИЗОНТЫ | 19 |
| 3.1. Типы строения профиля..... | 24 |
| 3.2. Распределение веществ в почвенном профиле..... | 32 |
| 3.3. Группы генетических типов профилей | 37 |
| 3.4. Характер переходов в почвенном профиле | 38 |
| 3.5. Граница между почвой и подпочвой | 42 |
| 3.6. Мощность почвенного профиля..... | 43 |
| 3.7. Степень дифференциации почвенного профиля | 44 |
| 3.8. Почвенные горизонты | 45 |
| Глава 4. ПОЧВООБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС | 65 |
| <i>Контрольные вопросы</i> | 83 |
| Глава 5. ОКРАСКА ПОЧВЫ..... | 88 |
| 5.1. Связь окраски с составом почв и почвообразованием | 91 |
| 5.2. Связь окраски почв с их составом | 91 |
| 5.3. Способы определения и оценки почвенной окраски | 98 |
| <i>Контрольные вопросы</i> | 104 |
| Глава 6. СЛОЖЕНИЕ ПОЧВЫ | 106 |
| 6.1. Типы микросложения почв с учетом взаимного расположения скелета и плазмы в почвенном материале с учетом размера скелетных зерен и состояние плазмы.. | 111 |
| 6.2. Порозность почвы..... | 115 |
| 6.3. Типы сложения почвы..... | 127 |
| <i>Контрольные вопросы</i> | 130 |

| | |
|--|-----|
| Глава 7. СТРУКТУРА ПОЧВЫ..... | 133 |
| <i>Контрольные вопросы</i> | 153 |
| Глава 8. ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПОЧВЫ..... | 156 |
| 8.1. Минералогический состав гранулометрических частиц ... | 160 |
| 8.2. Скелетный механический состав | 168 |
| 8.3. Значение гранулометрического состава почв..... | 178 |
| <i>Контрольные вопросы</i> | 179 |
| Глава 9. ПОЧВЕННАЯ КИСЛОТНОСТЬ И ППК | 185 |
| 9.1. Виды поглотительной способности почв..... | 185 |
| 9.2. Поглощение почвами анионов | 193 |
| 9.3. Показатели, характеризующие поглотительную способность почвы | 195 |
| 9.4. Значение поглотительной способности..... | 197 |
| 9.5. Обменные катионы и их влияние на свойства почвы..... | 198 |
| 9.6. Почвенные коллоиды | 203 |
| 9.7. Кислотность почв..... | 208 |
| <i>Контрольные вопросы</i> | 213 |
| Глава 10. НОВООБРАЗОВАНИЯ И ВКЛЮЧЕНИЯ В ПОЧВЕ..... | 215 |
| <i>Контрольные вопросы</i> | 242 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ..... | 247 |
| БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК..... | 248 |

ВВЕДЕНИЕ

Почва – самостоятельное естественно-историческое органоминеральное природное тело, возникающее на поверхности земли в результате длительного воздействия биотических, абиотических и антропогенных факторов, состоящее из твердых минеральных и органических частиц, воды и воздуха и имеющее специфические генетико-морфологические признаки, свойства, создающие для роста и развития растений соответствующие условия.

Для характеристики процессов почвообразования, антропогенных нарушений свойств почв на первичном этапе важным компонентом является скрупулёзное исследование их водно-физических и физико-химических свойств.

Знание свойств всех почвенных компонентов позволяет исследователю рационально подходить к вопросам плодородия почвы, правильно определять пути рационального использования и выявлять нарастающие дегазационные процессы.

Цель пособия – сформировать у студентов представления о физико-химических свойствах почв, научить пользоваться специализированной техникой и на основании полученных результатов делать научно-обоснованные выводы.

Глава 1. ОСНОВЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЧВЫ. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ В ПОЧВОВЕДЕНИИ. ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ И ОСНОВЫ ДИАГНОСТИКИ ПОЧВЫ

В почвоведении используется широкий комплекс методов исследования почвы, адекватных ее специфике как природного тела.

Профильный метод, разработанный В. В. Докучаевым, лежит в основе всех почвенных исследований. Он требует обязательного изучения почвы с поверхности на всю глубину ее толщи последовательно по генетическим горизонтам вплоть до материнской породы и сопоставления изучаемых свойств или параметров почвенного профиля. Метод адекватно отражает природные закономерности вертикальной анизотропности (от греч. *anisos* - неравный и *tropos* - направление) почвы, развития почвообразовательного процесса и почвенных режимов.

Морфологический метод изучения строения почвенного профиля, разработанный В. В. Докучаевым, является базисным при проведении полевых почвенных исследований и составляет основу полевой диагностики почв.

В почвоведении используются широко все три вида морфологического анализа:

- макроморфологический при изучении почвы невооруженным глазом;
- мезоморфологический с применением лупы и бинокля;
- микроморфологический с помощью микроскопов вплоть до электронного.

Морфологический анализ почвы является начальным этапом всех почвенных исследований.

Сравнительно-географический метод, основанный на сопоставлении почв и соответствующих факторов почвообразования в их историческом развитии и пространственном распространении, позволяет делать обоснованные заключения о генезисе почв и закономерностях их географии.

Сравнительно-исторический метод, базирующийся на принципе актуализма, дает возможность исследовать прошлое почв и почвенного покрова на основании изучения современной ситуации. Детальное изучение погребенных почв и почвенных горизонтов, релик-

товых признаков почв и их сопоставление с современными процессами лежат в основе палеопочвоведения - науки о прошлых почвах и о признаках прошлых эпох в современном почвенном покрове.

Метод почвенных ключей, основанный на детальном генетико-географическом анализе небольших репрезентативных участков - ключей и интерполяции, полученных таким путем заключений на Крупные территории с однотипной структурой почвенного покрова, позволяет познать большие территориальные единицы с экономией средств и ресурсов.

Метод почвенных монолитов базируется на принципе физического моделирования почвенных процессов (передвижения влаги, солей, обмена ионов и т.д.) на почвенных колонках (монолитах) ненарушенного строения, взятых особым образом из почвенного разреза.

Метод почвенных лизиметров широко используется для изучения процессов вертикальной миграции веществ в природных почвах. При этом почвенный монолит того или иного объема, в зависимости от целей исследования, погруженный в водонепроницаемую оболочку, помещается на свое место в природную почву, а исследованию подвергаются вытекающие из его нижней части растворы. Существуют разные модификации этого метода, разработанные для изучения разных процессов в разных условиях. Расширенным вариантом лизиметрического метода служит метод стоковых площадок: площадка определенного размера окружается до некоторой глубины, желательно до относительно водоупорного горизонта, водонепроницаемой стенкой в траншее. На стоковых площадках изучают поверхностный и внутрипочвенный горизонтальный сток, эрозию почвы.

Метод почвенно-режимных наблюдений применяется для исследования кинетики современного почвообразования на основе измерения тех или иных параметров (влажность, температура, содержание солей, гумуса, азота, других элементов минерального питания и т. п.) в одной и той же почве в течение длительного времени (вегетационный сезон, год, несколько лет) через заданные временные промежутки. Этот метод лежит в основе биосферного мониторинга.

Балансовый метод служит также для изучения кинетики почвообразования. В его основе лежит тот факт, что наблюдаемый в данный момент времени в почве запас какого-то вещества (воды, солей, азота и т. п.) или энергии является результатом изменения его исход-

ного запаса за счет прихода и расхода в единице объема почвы за определенный промежуток времени.

Метод почвенных вытяжек основан на гипотезе о том, что каждый растворитель (вода, растворы разных кислот, щелочей или солей разной концентрации, органические растворители - спирт, ацетон, бензол и т. п.) экстрагирует из почвы при контролируемых условиях взаимодействия какую-то определенную группу соединений интересующего исследователя элемента. Метод особенно широко используется для изучения доступных растениям элементов питания, фракционного состава почвенного гумуса, подвижных соединений в почвах, процессов их миграции и аккумуляции, различных химических соединений тех или иных элементов.

Аэрокосмические методы в почвоведении включают, с одной стороны, инструментальное или визуальное изучение фотографий земной поверхности, полученных в разных диапазонах спектра и с разной высоты, а с другой стороны - прямое исследование с самолетов и космических аппаратов спектральной отражательной или погложительной способности почвы также в разных областях спектра. Этими методами исследуется не только география почв, но и динамика ряда их важных параметров - влажность, плотность, солесодержание, гумусность.

Радиоизотопные методы в почвоведении применяются для изучения процессов миграции тех или иных элементов и их соединений в почвах и в экосистемах на основе меченых атомов (радиоактивных изотопов). Соотношение различных изотопов в почвах, например $^{12}\text{C}:^{14}\text{C}$, используется для определения возраста почв. Для анализа вещественного (гранулометрического, минералогического, химического) состава почв в почвоведении используется весь современный арсенал имеющихся в распоряжении науки физических, физико-химических, химических и биологических аналитических методов.

Необходимо отметить широкое распространение биогеоценологического или экосистемного метода, при котором проводится сопряженное одновременное изучение всех компонентов биогеоценоза: почвы, растений, животных, микроорганизмов, атмосферы, природных вод в определенных условиях географической среды. Важно подчеркнуть, что этот метод был разработан и впервые широко применен именно почвоведом на основе Докучаевской теории почвообразова-

ния. Положение почвоведения в системе естественных наук представлена на рис. 1.

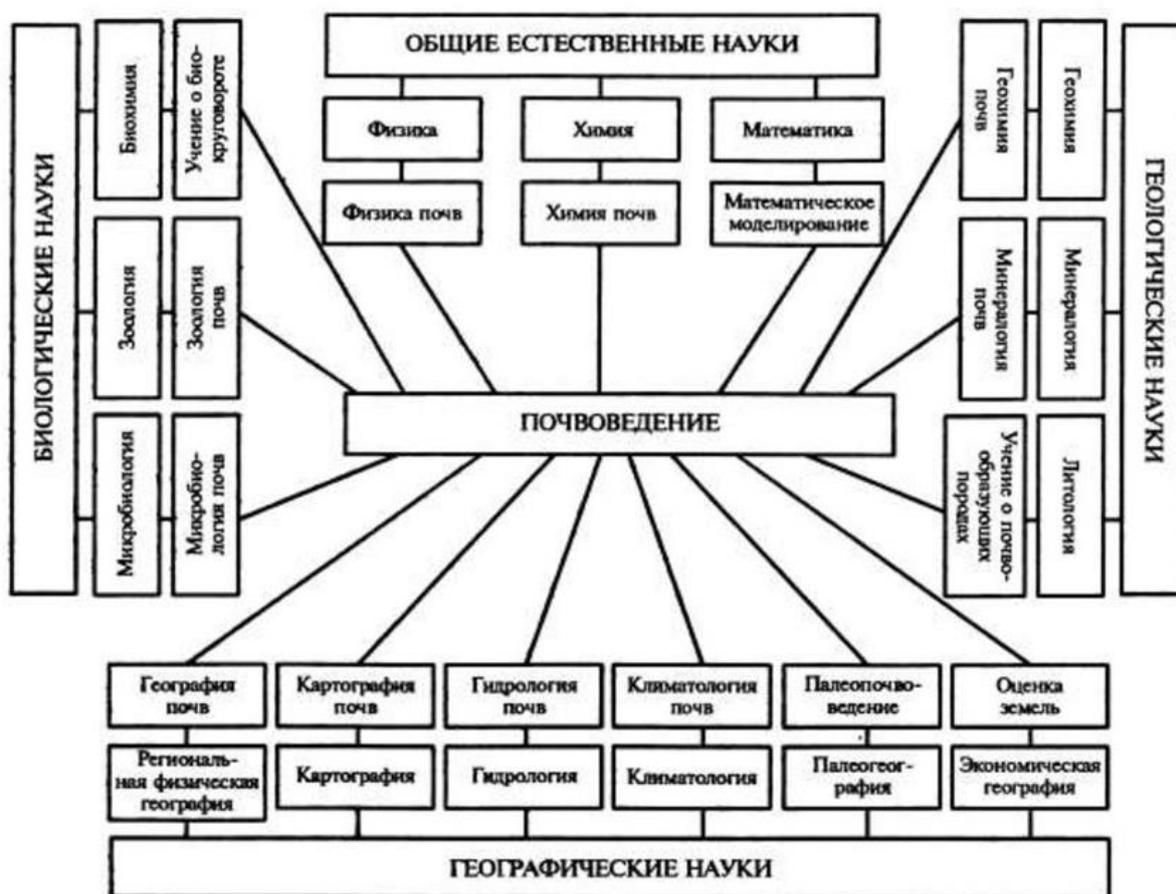


Рис. 1. Почвоведение в системе естественных наук

Полевые почвенные исследования включают экспедиционные и стационарные методы изучения почв: рекогносцировочные маршрутные почвенные обследования; картирование почвенного покрова в заданном масштабе; многолетние режимные наблюдения на специально подобранных и оборудованных стационарах, в том числе особенно в заповедниках природы и на опытных станциях; определение параметров тех или иных свойств почв в ненарушенном природном состоянии; эксперименты по мелиорации и трансформации почв, в том числе в производственных условиях; изучение отдельных типов почв по их репрезентативным разрезам; модельные эксперименты в природных условиях, в том числе с использованием лизиметров и стоковых площадок.

При лабораторных почвенных исследованиях проводят анализ вещественного состава почв, изучают их микроморфологию, различные физические и химические свойства, осуществляют физическое и математическое моделирование почвенных процессов, инструментальную обработку данных полевых работ.

Системный методический подход, при котором почва рассматривается, с одной стороны, как целостная система, состоящая из множества взаимодействующих подсистем-блоков, а с другой - как подсистема в экосистемах биосферы или экосферы.

Почвенный разрез - вертикальная стенка почвенной ямы (шурфа), по которой описывается почва, исследуются почвенные горизонты и берутся пробы для анализов. Глубина разреза должна быть такой, чтобы обнажилась почвообразующая, или материнская, порода.

Выбор места разреза имеет самое непосредственное отношение к изучению морфологии почвы, имея в виду соотношение размеров и положений почвенных индивидуумов и соответствующих элементарных почвенных ареалов.

При очень малых размерах элементарных почвенных ареалов, при малых размерах почвенных индивидуумов, при сложном строении почвенного профиля тщательный выбор места разреза и его достаточная ширина служат гарантией обнаружения полного и репрезентативного профиля исследуемой почвы.

Глубина разреза определяется мощностью исследуемой почвы, особенностями почвообразующих и подстилающих пород, наличием грунтовых вод, целью исследования, физическими возможностями и вооруженностью исследователя.

Исследование почв производится главным образом по почвенным разрезам, представляющим собой специально выкопанную яму той или иной глубины.

По назначению разрезы бывают (рис. 2, 3)

- Основными
- Полуямами, или контрольными,
- Прикопками.



Рис. 2. Заложенный в поле почвенный разрез



а)



б)



в)

Рис. 3. Типы почвенных разрезов по назначению: а – полный почвенный разрез; б – полуяма; в – прикопка

Полные, или основные разрезы, делают с таким расчетом, чтобы были видны все почвенные горизонты и частично верхняя часть неизменной или малоизменной материнской породы. Их закладывают в наиболее типичных, характерных местах. Они служат для детального изучения морфолого-генетических признаков почв и отбора образцов по генетическим горизонтам для физико-химических, биологических и других анализов, определения окраски, структуры и т. д. Глубина основных почвенных разрезов сильно варьирует в зависимости от мощности почв и целей исследований. Обычно в практике полевых почвенных исследований и картирования почв почвенные разрезы закладывают на глубину 1,5 – 2 м.

Полуямы, или контрольные разрезы, закладывают на меньшую глубину - от 75 до 125 см, обычно до начала материнской породы. Они служат для дополнительного (контрольного) изучения основной части почвенного профиля - мощности гумусовых и других горизонтов, глубины вскипания и залегания солей, степени выщелоченности, оподзоленности, солонцеватости, солончаковости и др.

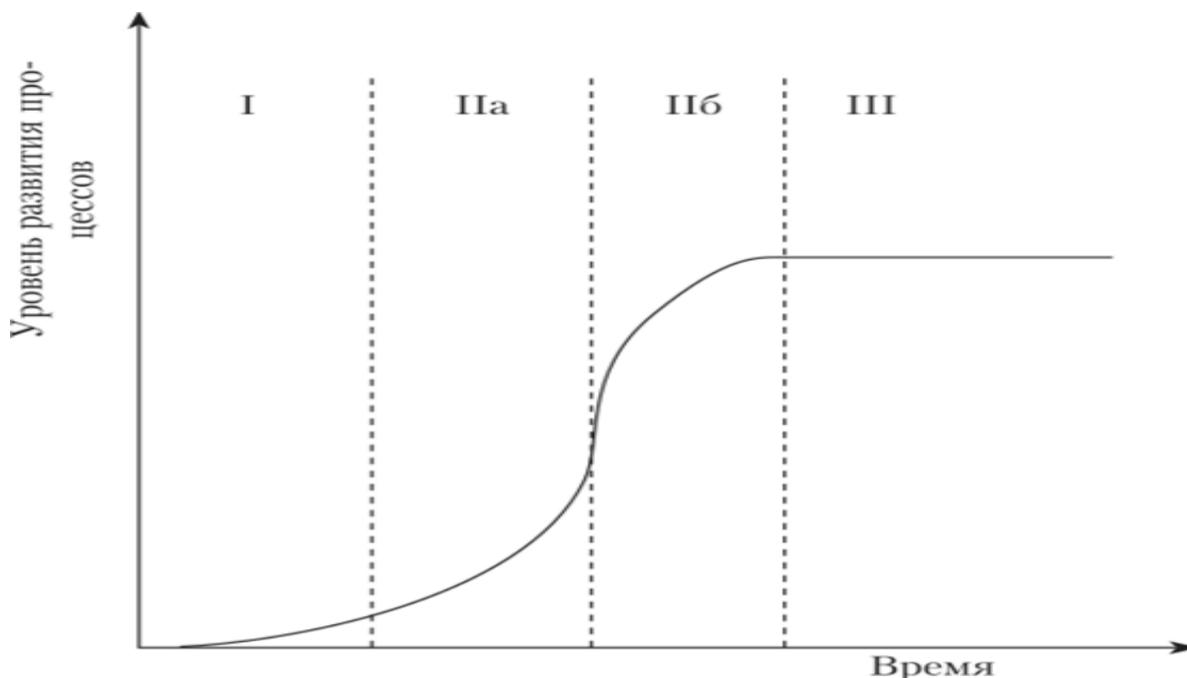
Прикопки, или мелкие поверхностные разрезы, глубиной менее 75 см, служат главным образом для уточнения почвенных границ выявленных полными разрезами и полуямами.

Глава 2. СТАДИИ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ

Сущность процесса почвообразования меняется во времени. Он по-разному проявляется на разных стадиях почвообразования.

Выделяют следующие стадии почвообразовательного процесса:

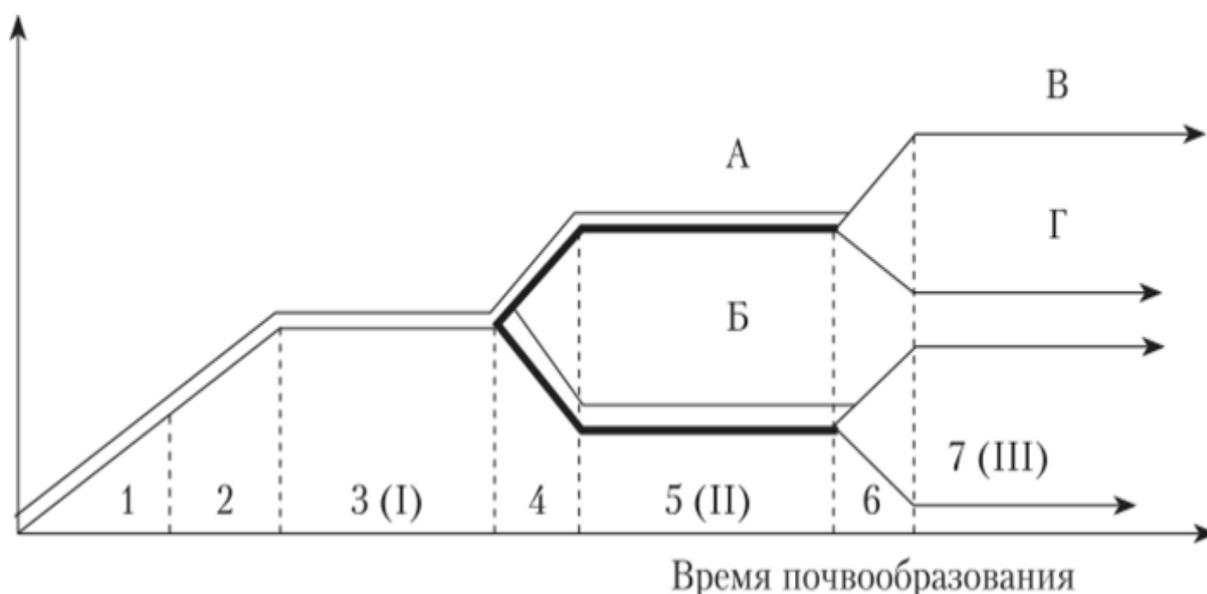
1. Начальное почвообразование. Проявляется на самых ранних этапах, когда почвенный процесс только начинает затрагивать почвообразующую породу. Данная стадия протекает на плотных породах, ее называют *первичным почвообразованием*. На данной стадии идет формирование примитивного почвенного профиля, в котором нет полного набора генетических горизонтов, представленного признаками формирования АС или АR. По истечении времени идет нарастание процесса почвообразования и идет постепенное охватывания все новые слоев почвообразующей породы и в дальнейшем идет переход в следующую стадию развития почвы (рис.4 и рис. 5).



I - первичное почвообразование; IIa - стадия ускоренного развития почвы;

IIб - стадия замедленного развития почвы; III - стадия равновесия

Рис. 4. Кривая, характеризующая последовательные стадии развития почвы



1 - начальное почвообразование; 2 - развитие почвы; 3 - климаксное состояние I; 4 - эволюция почвы по пути А или Б; 5 - климаксное состояние II (А или Б); 6 - новая эволюция почвы по пути В, Г и г.д.; 7 - климаксное состояние II
Рис. 5. Стадии почвообразования (по В. А. Ковде, Б. Г. Розанову, 1988)

2. Стадия развития почвы. На этой стадии идет увеличение мощности почвенного профиля, идет формирование новых горизонтов. Почвообразование на этой стадии продолжается до тех пор, пока почва не придет в равновесие с внешними факторами. В результате наступает стадия равновесия.

3. Стадия равновесия. В данной стадии сформированная почва может находиться достаточно время, пока сформированное равновесие не будет нарушено воздействием каких-то внешних факторов. При этих условиях почва начинает переходить с следующей стадией - стадией эволюции.

4. Стадия эволюции. Эволюция почв происходит в результате изменения факторов почвообразования

Стадии почвообразования включают в себя следующие процессы:

- 1) разрушение первичных минералов почвообразующих пород - синтез вторичных минералов и органоминеральных комплексов;
- 2) биогенную аккумуляцию элементов - выделение живыми организмами в почву органических и минеральных элементов;
- 3) разложение и минерализацию органических остатков - синтез новых органических соединений;
- 4) поглощение ионов из раствора твердой фазой - переход ионов из твердой фазы в раствор;
- 5) коагуляцию почвенных коллоидов и образование устойчивых агрегатов - пептизация коллоидов и разрушение агрегатов;
- 6) гидратацию минеральных соединений - их дегидратацию;
- 7) окислительные процессы - восстановительные процессы;
- 8) движение растворов вверх и накопление подвижных соединений в верхней части почвы - движение растворов вниз и вынос подвижных соединений;
- 9) нагревание почвы - охлаждение почвы;
- 10) увлажнение - иссушение,
- 11) набухание - усадка;
- 12) азотфиксация - денитрофикация.

Характеристика основных стадий почвообразования представлена в табл. 1.

Таблица 1

Характеристика основных стадий почвообразования

| Стадия | Характеристика | Продолжительность |
|---|---|----------------------------|
| Начальное почвообразование | Незначительные масштабы биологического круговорота; доминирование пепочвениых абиотических процессов; отсутствие ясно выраженных почвенных признаков в твердой фазе; наличие микропроцессов; слабая связь биологических процессов с абиотическими | Сотни, тысячи лет |
| Стадия развития почвы - отсутствие равновесия с факторами почвообразования | а) фаза ускоренного развития - расширяются масштабы биологического круговорота; наличие мезопроцессов; формирование главных почвенных признаков; формирование специфической почвенной дифференциации; организация, упорядочение свойств, признаков и процессов на агрегатном, горизонтном и профильном уровнях; формирование биогеохимических круговоротов; б) фаза замедленного развития - снижается интенсивность масштабов биологического круговорота; развиваются профилеобразующие макропроцессы при дальнейшем протекании микро- и мезопроцессов | Сотни, тысячи лет и более |
| Стадия равновесного функционирования - поддерживается динамическое равновесие с природной средой, т.е. с факторами почвообразования | Все процессы протекают в рамках относительно стабильных биогеохимических круговоротов; относительная стабилизация главных признаков почвы; реализуются все процессы - микро-, мезо- и макропроцессы | Длится неопределенно долго |

Приходные и расходные статьи баланса вещества в почвообразовании

Приходные статьи баланса веществ – это статьи, при реализации которых почва приобретает вещество.

Приходные статьи баланса вещества в почвообразовании:

1. Почва получает вещество с опадом отмирающих частей организмов (опад растений и остатки животных организмов), с корневыми выделениями растений. Поступает вещество с кроновым и стволовым стоком (осадки, омывая крону и стволы деревьев, растворяют соединения, которые со стоком поступают в почву).

Опад – это совокупность органической субстанции, заключенной в отмирающих частях надземной (листья, ветки, иглы) и подземной (отмершая часть корней) растительности (рис. 6).



Рис. 6. Опад

2. Почва получает азот непосредственно из атмосферы, кроме того, азот накапливается в почве в результате азотфиксации микроорганизмами.

3. Почва получает вещества, принесенные эоловыми потоками (пыль, переносимая ветром, оседает в почве).

4. Вещество поступает в почву с поверхностным и внутрипочвенным стоком.

Расходные статьи баланса веществ – это статьи, при реализации которых почва теряет вещество.

1. Поглощение элементов корнями растений.
2. Минерализация органического вещества. Большая часть поступающего в почву органического вещества минерализуется и улетучивается в атмосферу в виде газообразных оксидов.
3. Потеря почвой азота в результате процесса денитрификации.
4. Потеря вещества с внутрипочвенным вертикальным и латеральным (боковым) стоком.
5. Потери вещества с поверхностным стоком. Происходят потери, как растворенных веществ, так и механических частиц.
6. Потери веществ в результате процесса дефляции. Происходит разрушение и вынос частиц ветром.

Глава 3. ПОЧВЕННЫЙ ПРОФИЛЬ И ПОЧВЕННЫЕ ГОРИЗОНТЫ

Почвенный профиль есть результат формирования в результате дифференциации (изменении) исходной почвообразующей породы под влиянием процесса почвообразования в единое целое с последующим разделением на генетические горизонты, которые взаимно связаны и обусловлены.

Почвенный профиль – это сочетание генетических горизонтов, характерное для каждого природного типа почвообразования.

Важно понимать, что почвенный профиль – это не плоская зачищенная стенка почвенного разреза, а существующее в реальности естественная единица самостоятельного природного трехмерного тела изменяемого и измеряемого в трех измерениях, т. е. другими словами с точки зрения классического почвоведения - почвенный профиль есть почвенный индивидуум, т.е. **педон** (рис. 7 – 9).



Рис. 7. Почвенный педон

Почвенный профиль обуславливает изменение всех ее свойств по вертикали, связанное с воздействием почвообразовательного процесса на материнскую горную породу (рис. 10).

При образовании почвенного профиля происходит изменение гранулометрического, минералогического, химического состава, а также физических, химических и физико-химических свойств всего почвенного тела начиная от поверхности почвы (вглубь) до породы, не затронутой процессом почвообразования (материнской породы).



Рис. 10. Почвенный профиль

Главные факторы образования почвенного профиля, в результате дифференциации почвообразующей породы на генетические горизонты:

1. Нисходящий и восходящий в зависимости от типа почвообразования, годовой и многолетней цикличности вертикальный поток вещества и энергии.

2. Вертикальное распределение в массе почвы живого органического вещества при участии корневых систем, микроорганизмов, почвообитающих животных.

Факторы вертикальной дифференциации почвенного профиля:

- Вертикальная ярусность корневой системы растений, которая обусловлена биологическими особенностями растительных организ-

мов, строением и свойствами почвообразующих пород, а также уровнем и составом почвенно-грунтовых вод.

- Вертикальный уровень распределения почвенных микроорганизмов.

- Вертикальный уровень распределения и миграции почвообитающих животных.

- Вертикальное перемещение почвенной влаги:

- а) нисходящее перемещение почвенной влаги под влиянием под влиянием силы тяжести;

- б) восходящее перемещение почвенной влаги под влиянием процессов испарения с поверхности и капиллярных сил;

- в) двустороннее перемещение почвенной влаги, направленное к слою максимального скопления сосущих корней, под влиянием транспирационной деятельности почвенно-растительного покрова;

- г) двустороннее под влиянием градиента температуры, когда вода находится в парообразном состоянии.

- Вертикальный поток тепла в почве:

- а) нисходящий поток тепла в почве, обусловленный нагреванием солнцем поверхность почвы выше ее внутренних слоев;

- б) восходящий поток тепла в почве, когда поверхность почвы охлаждается ниже ее внутренних слоев;

- в) двусторонний поток тепла в почве под влиянием градиента влажности.

- Вертикальная диффузия газов из атмосферы во внутренние слои литосферы (в почву и горную породу) под влиянием градиента концентраций, силы тяжести, градиента температуры.

- Эманация (лат. emanatio - истечение, распространение) газов из внутренних слоев земли к поверхности.

Формирование и дифференциация почвенного профиля в значительной мере зависит от стадии и степени выветривания почвообразующей породы (коры выветривания).

Факторы, обуславливающие рост почвы вверх:

- 1) Процессы нарастания торфяного слоя в олиготрофных болотах;

- 2) Процессы отложения наилка, представляющего собой глинисто-алевритовый материал, переносимый рекой во взвешенном состоянии в поймах и дельтах рек и озер, вследствие подводного почвооб-

разования которое постепенно сменяется сухопутным, а ежегодные разливные процессы сопровождаются аккумуляцией наилка на поверхности;

3) отложение эолового наноса на поверхности;

4) отложение, в том числе периодическое, вулканического пепла на поверхности;

5) формирование намытых почв.

Почвенный профиль - это результат воздействия на почвообразующую породу противоположно направленных процессов.

Важно понимать, что почва растет вниз в глубь материнской породы, а с другой - вверх за счет разрыхления. Одновременно с этими процессами как на поверхности, так и в толще почвы протекают процессы приноса и выноса веществ. Именно этим факторы необходимо учитывать при проведении всех балансовых расчетах почвообразования и генетических интерпретациях почвенного профиля.

Почвенный профиль - это определенное сочетание генетических горизонтов в пределах почвенного тела (педона либо полипедона), специфическое для каждого типа почвообразования во всех особенностях его проявления

Генетические почвенные горизонты - это формирующиеся в процессе почвообразования однородные, параллельные земной поверхности слои почвы, составляющие почвенный профиль и различающиеся между собой по морфологическим признакам, составу и свойствам.

Генетическими они называются потому, что образуются в процессе генезиса почвы.

Когда выветривающаяся почвообразующая порода подвергается процессам почвообразования, почвенный (почвообразующий) субстрат получает качественно новые свойства, такие как:

- накопление в почве специфического органического вещества (гумус);

- накопление в почве биофильных элементов, а также азота, вследствие того что породах геологических отложений азот не накапливается и органического азота в породах вовсе нет);

- появление специфической организации почвенной массы, такой как горизонтального строения и формирования почвенной структуры;

3.1. Типы строения профиля

По характеру соотношения генетических горизонтов все почвенные профили можно разделить на две большие группы.

1. Простой почвенный профиль
2. Сложный почвенный профиль

Простой почвенный профиль *Примитивный почвенный профиль*

Примитивный профиль имеют почвы на первых стадиях своего образования, когда почвообразованием затронута лишь незначительная поверхностная часть почвообразующей породы (рис. 11).

Профиль имеет следующую характеристику:

1. Профиль слабо дифференцирован на горизонты
2. Выделяется лишь поверхностный горизонт А или А/С, лежащий непосредственно на материнской породе С.
3. Мощность почвы составляет всего несколько сантиметров.
4. При условии формирования почвы на плотной породе, то она сильно щебнистая.

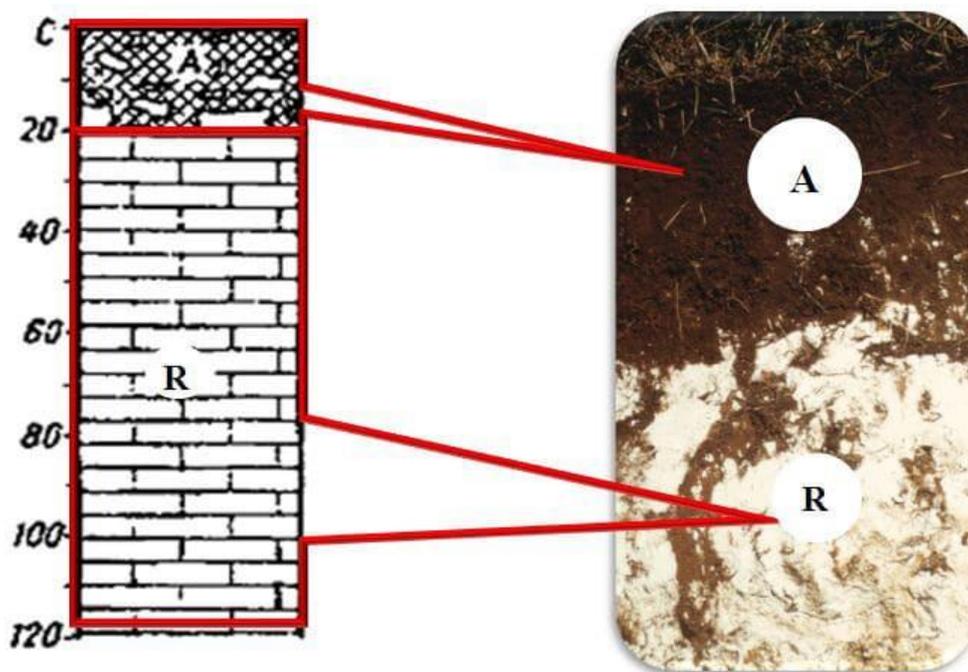


Рис. 11. Примитивный почвенный профиль

Неполноразвитый почвенный профиль

Неполноразвитый профиль формируется на плотных массивно-кристаллических породах либо на крутых склонах (рис. 12).

Профиль имеет следующую характеристику:

1. Сформирован полный набор генетических горизонтов, характерных для данного типа почвы
2. Ввиду полного формирования всех почвенных горизонтов все горизонты имеют малую мощность и укороченные;
3. Отдельные почвенные горизонты могут быть прерывистыми и местами выпадать.
4. Общая мощность почвы небольшая, всего несколько десятков сантиметров.
5. При условии формирования почвы на плотной породе, то она обычно щебнистая.

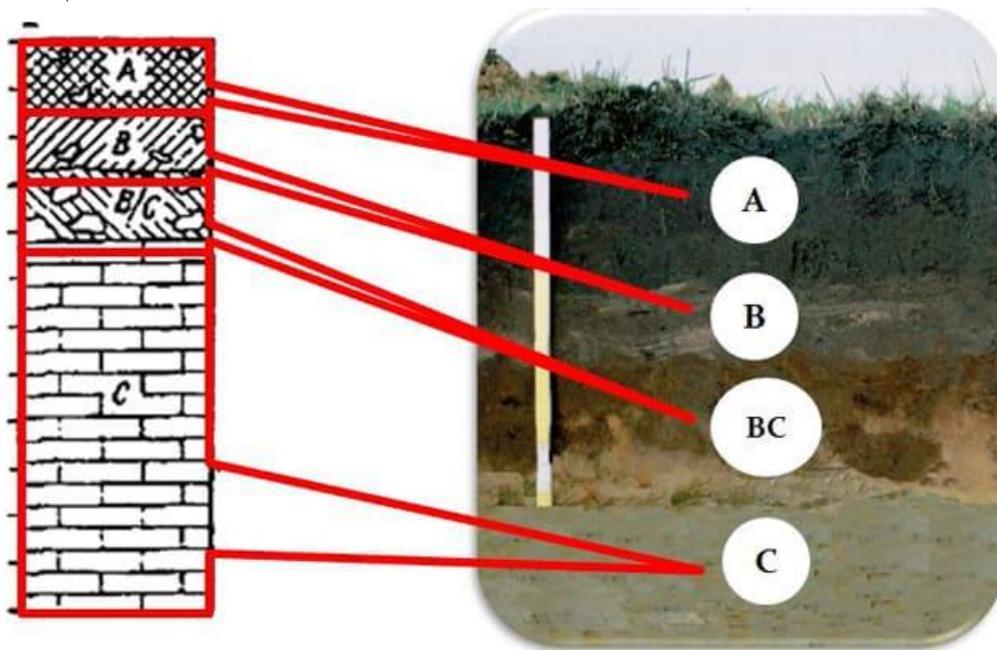


Рис. 12. Неполноразвитый почвенный профиль

Нормальный почвенный профиль

Нормальный профиль – это наиболее широко распространенный тип строения почвенного профиля зрелых почв, имеющих большой абсолютный и относительный возраст, в котором имеется полный набор генетических горизонтов, характерных для данного типа

почвообразования, при нормальной для данных ландшафтных условий мощности горизонтов (рис. 13).

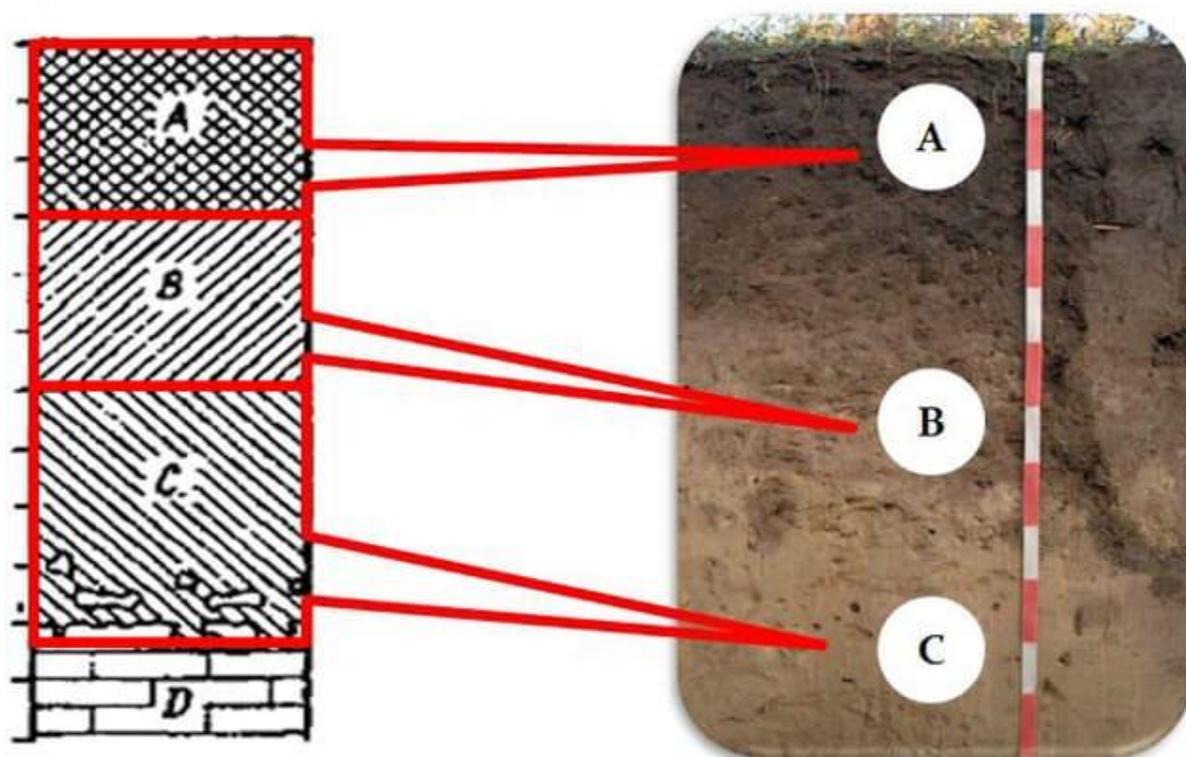


Рис. 13. Нормальный почвенный профиль

Слабодифференцированный почвенный профиль

Слабодифференцированный профиль характерен для почв, формирующихся на материнских породах, бедных легковыветривающимися минералами (рис. 14).

Таковыми породами с малым минеральным резервом могут быть, с одной стороны, пески, особенно кварцевые, а с другой - древние ферралитные коры выветривания.

Профиль имеет следующую характеристику:

1. Весьма растянутый монотонный профиль, практически не расчленяющийся на горизонты

2. Горизонты с очень постепенным переходом от маломощного и слабо развитого поверхностного гумусово-аккумулятивного горизонта к не затронутой почвообразованием породе.

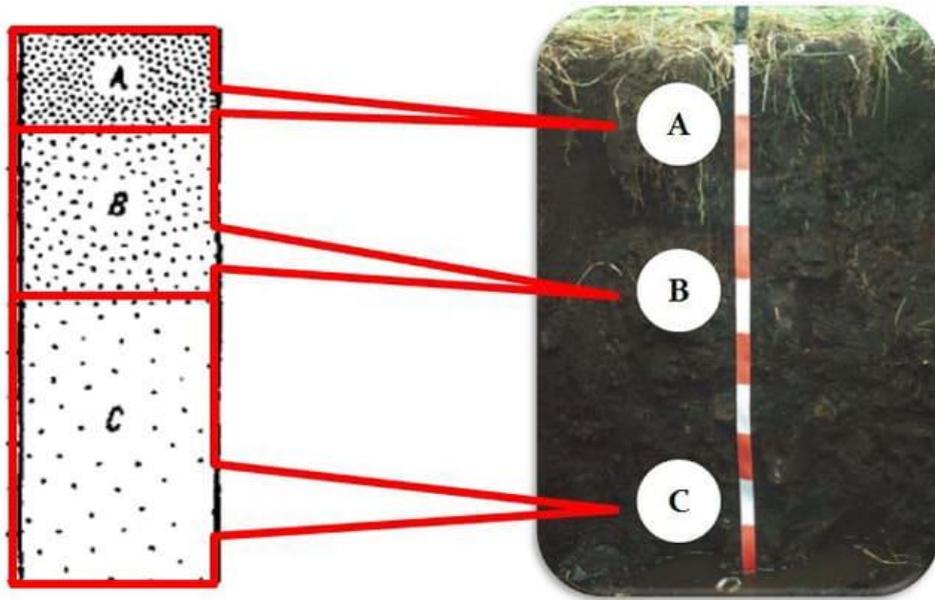


Рис. 14. Слабодифференцированный почвенный профиль

Нарушенный (эродированный) почвенный профиль

Данный почвенный профиль имеют почвы, подвергающиеся в разной степени водной, ветровой или пахотной (стаскивание почвы плугом при обработке) эрозии, т.к. имеет место уничтожение верхней части почвенного профиля (рис. 15).

- при слабой эрозии - часть горизонта А,
- при средней - весь горизонт А и часть горизонта В,
- при сильной - горизонты А и В.

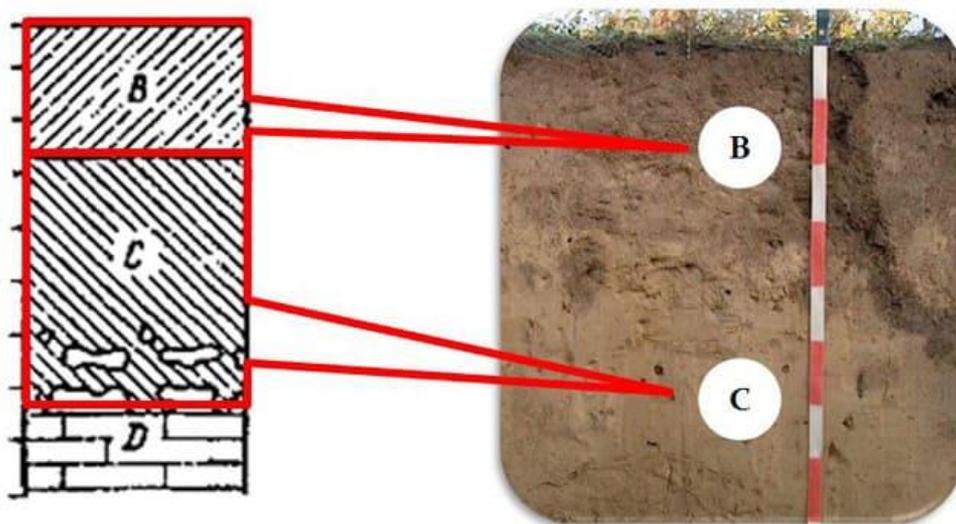


Рис. 15. Нарушенный почвенный профиль

Сложный почвенный почвы Реликтовый почвенный профиль

Реликтовый профиль может иметь разные варианты строения, в почве имеются как бы два самостоятельных профиля, наложенных один на другой, из которых нижний является погребенным реликтовым, а верхний современным (рис. 16).

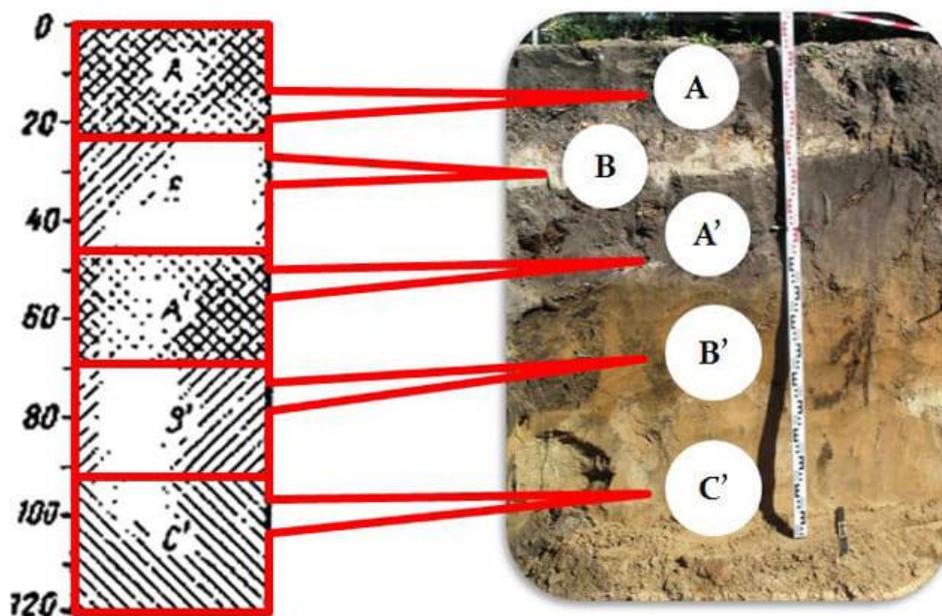


Рис. 16. Реликтовый почвенный профиль

Таких циклов погребения может быть не два, а несколько, что не меняет общей схемы строения. Могут быть погребены не целые профили, а отдельные горизонты.

Обычно почвы с реликтовым профилем встречаются на террасах в речных долинах, в районах интенсивной эоловой деятельности, вблизи вулканов, где имеет место периодическое или однократное отложение наноса на поверхности уже сформированной ранее почвы.

Многочленный почвенный профиль

Многочленный профиль формируется на многочленных почвообразующих породах разного строения и выделяется в тех случаях, когда смена породы происходит в пределах почвенного профиля (обычно в пределах 100 см от поверхности).

При этом на контакте пород формируется специфический горизонт, свойства которого определяются характером контакта и типом чередования пород (рис. 17).

Такие почвы весьма характерны в области распространения последнего материкового оледенения, где особенно четко проявляется слоистость поверхностных наносов.

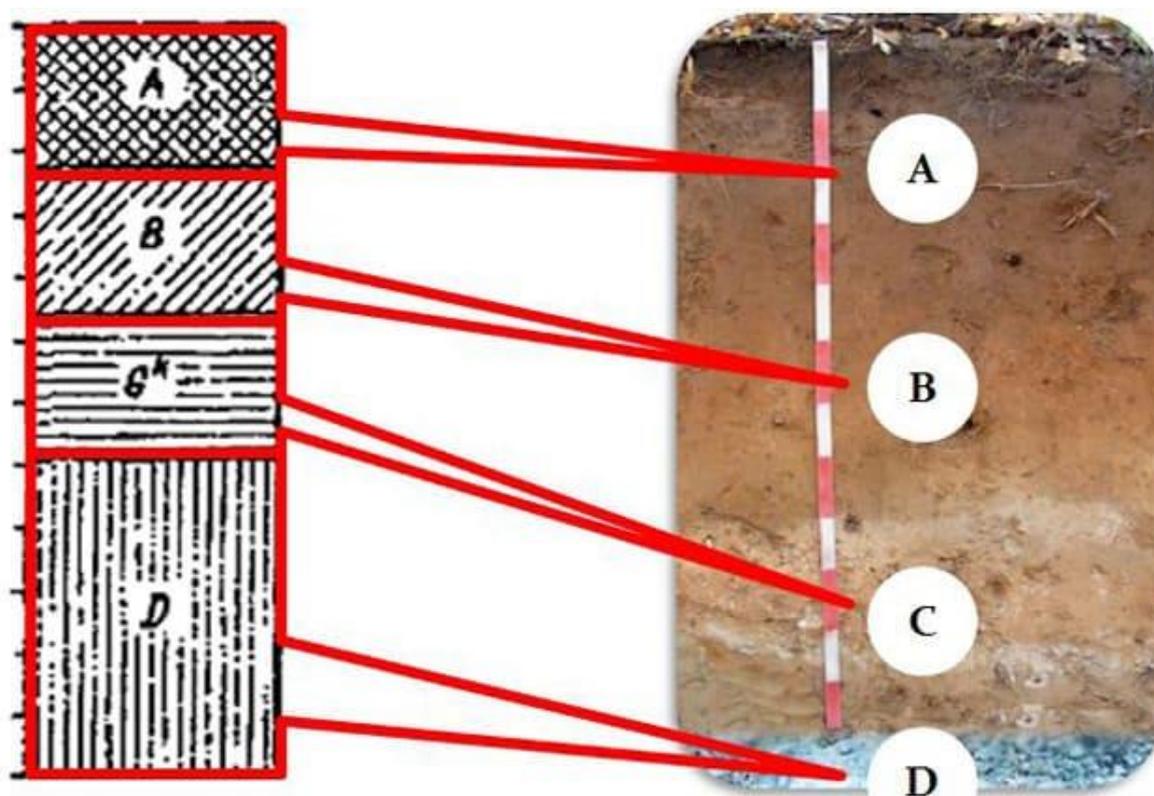


Рис. 17. Многочленный почвенный профиль

Полициклический почвенный профиль

Полициклический профиль характерен для почв, формирующихся в условиях периодического отложения почвообразующего материала, когда имеются крупные многолетние циклы отложения.

Такие циклы отложения имеют место в поймах рек или близ вулканов, выбрасывающих периодически вулканический пепел.

В этом случае почвообразование не прерывается, как в случае погребения, но цикличность отложения материала приводит к литологической неоднородности в пределах генетических горизонтов (рис. 18).

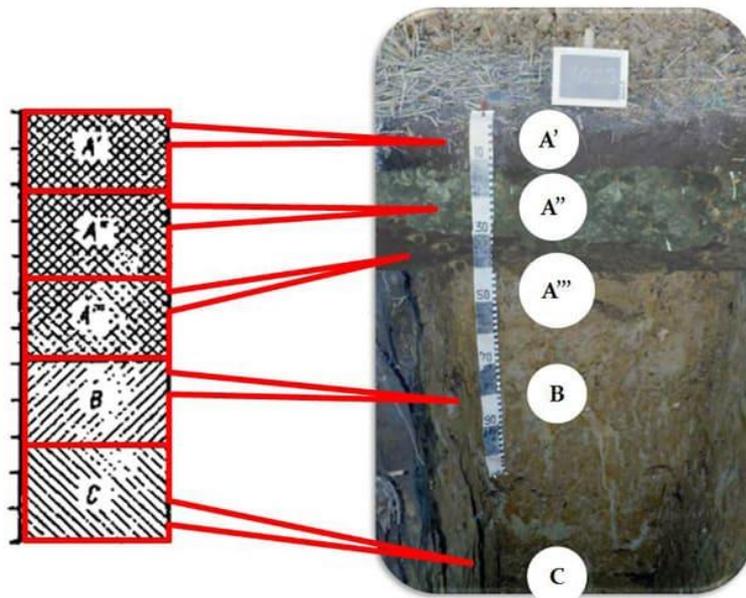


Рис. 18. Полициклический почвенный профиль

Нарушенный (перевернутый) почвенный профиль

Нарушенный (перевернутый) профиль имеют почвы, в которых нижележащий горизонт искусственно перемещен на поверхность и перекрывает природный поверхностный горизонт. Это имеет место, например, на пашне, когда глубокой обработкой наверх выворачивается горизонт A_2 или B , а гумусовый горизонт сбрасывается вниз при обороте пласта. В небольших масштабах это имеет место близ нор землероев, особенно в степных ландшафтах (рис. 19).

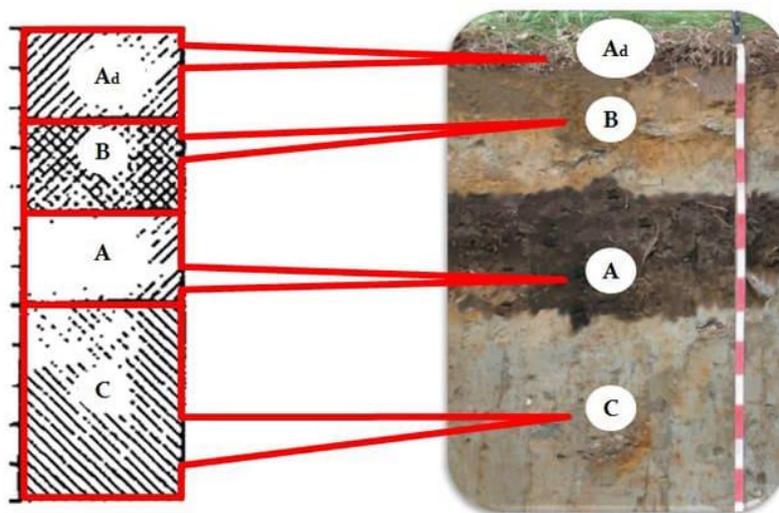


Рис. 19. Нарушенный почвенный профиль

Мозаичный почвенный профиль

Мозаичный профиль образуется в условиях большой комплексности почвенного покрова. Его особенностью является резко выраженная диспропорция и резкие различия формы горизонтов, которые часто перестают быть параллельными земной поверхности; наряду с тонкими приповерхностными горизонтами - слоями в таком профиле обычны изометрические или вытянутые по вертикали горизонты, наибольший размер которых варьирует от единиц до десятков сантиметров; весь профиль выглядит как пятнистый, пестрый, мозаичный (рис. 20).

Такой профиль представляет собой наиболее яркое выражение пространственной неоднородности почвы в пределах почвенного индивидуума; педон состоит из множества педонелл (до 40 - 50).

Выделенные 10 типов строения почвенного профиля характеризуют соотношение различных генетических горизонтов в профиле.

Однако этим не исчерпывается разнообразие почвенных профилей как типов вертикальной анизотропности почвы, которые можно классифицировать и в ином плане - по характеру распределения почвенного вещества, отражающемуся определенным образом и в морфологических признаках.

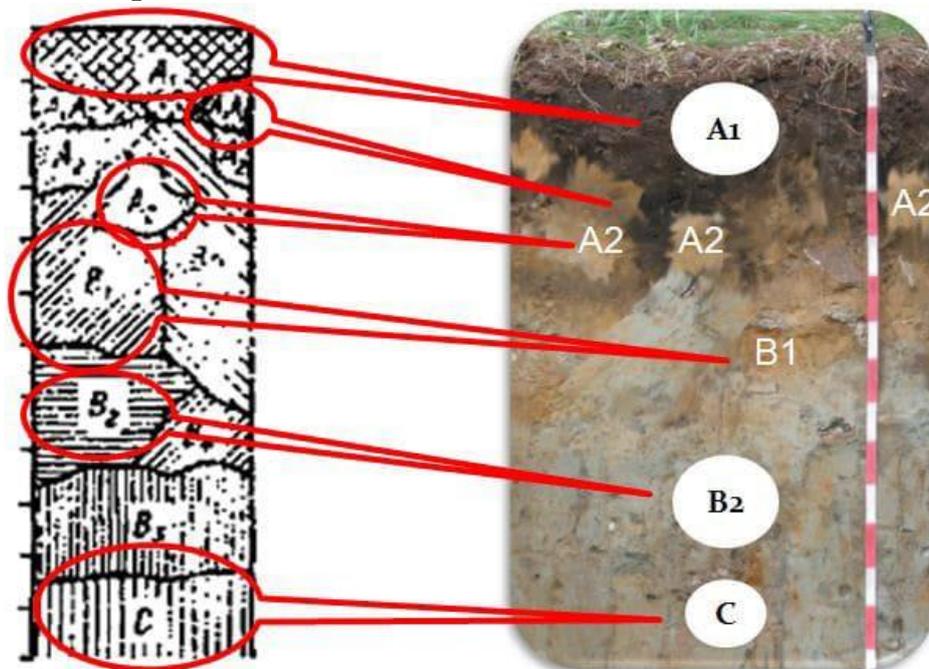


Рис. 20. Мозаичный почвенный профиль

3.2. Распределение веществ в почвенном профиле

При рассмотрении всех типов строения почвенного профиля, необходимо основываться на анализе всех генетических горизонтов, а частности на их соотношении в почвенном профиле.

Однако различия в почвенных профилях не исчерпываются только соотношением их генетических горизонтов.

Вертикальную анизотропность почвы можно классифицировать по характеру распределения почвенного вещества.

Выделяют 12 типов распределения веществ (гумуса, илистых частиц, карбонатов, гипса, водно-растворимых солей, полуторных окислов, кремнезема, вторичных минералов, конкреций) в почвенном профиле (рис. 21).

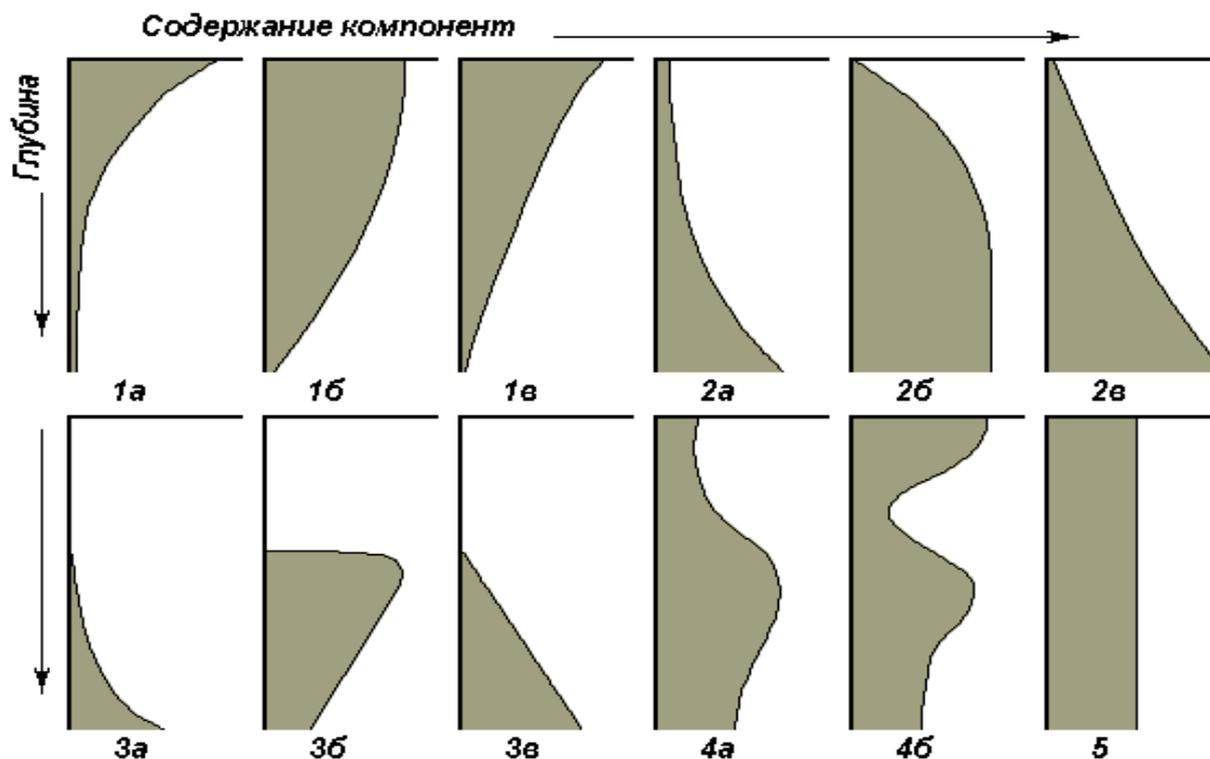


Рис. 21. Распределения веществ в почвенном профиле: 1а - регрессивно-аккумулятивный; 1б - прогрессивно-аккумулятивный; 1в - равномерно-аккумулятивный; 2а - прогрессивно-элювиальный; 2б - прогрессивно-элювиальный; 2в - равномерно-элювиальный. 3а - регрессивно-грунтово-аккумулятивный; 3б - прогрессивно-грунтово-аккумулятивный; 3в - равномерно-грунтово-аккумулятивный. 4а - элювиально-иллювиальный; 4б - аккумулятивно-элювиально-иллювиальный. 5 - недифференцированный

Аккумулятивный тип распределения веществ

Аккумулятивный тип характеризует профили с максимальным накоплением веществ (например, гумуса) с поверхности при постепенном падении их содержания с глубиной (рис. 22).

Генетически такая аккумуляция может быть, как за счет поверхностного поступления вещества (гумуса), так и за счет их приноса грунтовыми водами (соли); морфологически же такие профили будут однотипными.



Рис. 22. Аккумулятивный тип распределения веществ в почве

В пределах этого типа можно выделить три подтипа:

1а - регрессивно-аккумулятивный (резкое падение содержания вещества с глубиной, как, например, гумуса в лесных почвах);

1б - прогрессивно-аккумулятивный (выпуклый характер кривой распределения);

1в - равномерно-аккумулятивный (постепенное равномерное снижение содержания с глубиной).

Элювиальный тип распределения веществ

Элювиальный тип характеризует профили, где большое значение имеет процесс разрушения и выноса веществ за пределы профиля. Такие профили сравнительно редки, но они существуют в природе (рис. 23).



Рис. 23. Элювиальный тип распределения веществ в почве

По характеру кривой распределения также можно выделить три подтипа: 2а - регрессивно-элювиальный (вогнутая кривая), 2б - прогрессивно-элювиальный (выпуклая кривая); 2в - равномерно-элювиальный.

Такие профили особенно часто образуются в отношении карбонатов или водно-растворимых солей.

Грунтово-аккумулятивный тип распределения веществ

Грунтово-аккумулятивный тип характеризует гидроморфные или палеогидроморфные почвы (рис. 24).

В зависимости от стадии процесса и интенсивности накопления веществ, например, вторичного засоления орошаемых почв, выделяются три подтипа также по характеру кривых распределения:

3а - регрессивно-грунтово-аккумулятивный (вогнутая кривая);
3б - прогрессивно-грунтово-аккумулятивный (выпуклая кривая);
3в - равномерно-грунтово-аккумулятивный.

Генетически такой тип профиля всегда связан с грунтовыми водами и перемещением веществ вверх по профилю.

Практически этот тип профильного распределения не всегда легко отличить от элювиального (за исключением, может быть, четко выделяемого подтипа 3б).



Рис. 24. Грунтово-аккумулятивный тип распределения веществ в почве

Требуется специальное генетическое исследование с привлечением комплекса подходов и методов, чтобы сказать однозначно, к какому типу относится тот или иной профиль.

Если в отношении водно-растворимых солей это более или менее легко можно сделать, имея солевой профиль почвы, то в отношении карбонатов, гипса, полуторных окислов имеются значительные трудности в интерпретации.

Элювиально-иллювиальный тип распределения веществ

Элювиально-иллювиальный тип встречается наиболее часто в почвах, характеризующихся наличием выноса веществ с поверхности

вниз. При этом вещества, выносимые сверху, осаждаются в пределах почвенного профиля, образуя иллювиальный горизонт (рис. 25).

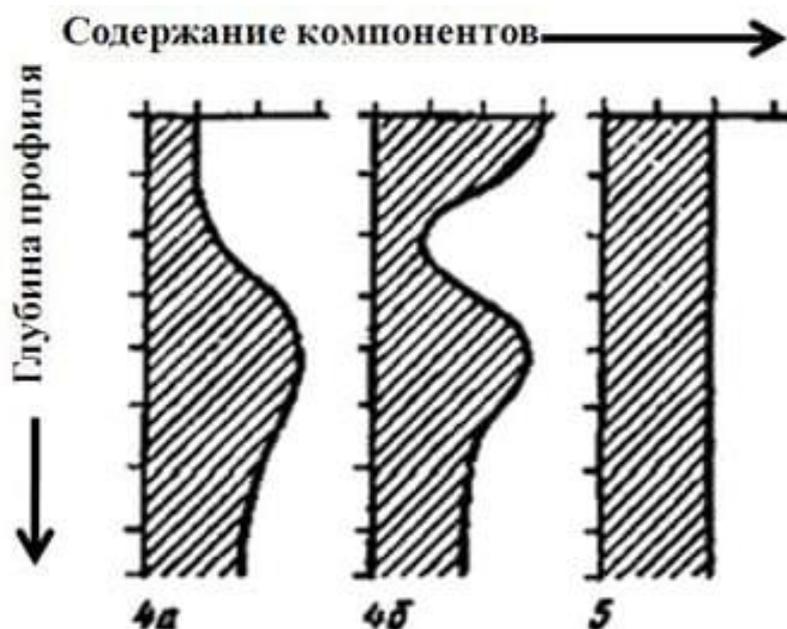


Рис. 25. Элювиально-элювиальный тип распределения веществ в почве

Характерным примером может служить профиль подзолистых почв. В некоторых случаях может иметь место усложнение такого профиля поверхностной аккумуляцией веществ и тогда образуется аккумулятивно-элювиально-иллювиальный профиль. Примером такого профиля может служить бурозем, сформировавшийся из подзолистой почвы при смене хвойного леса широколиственным.

Недифференцированный тип распределения веществ

Недифференцированный тип характеризует равномерное распределение веществ во всем почвенном профиле (например, в профиле типичного чернозема).

Описанные 12 типов распределения веществ в почвенном профиле достаточно полно отражают все встречающиеся в природе случаи, важные для детального генетического анализа почв и почвенного покрова.

Однако в ряде практических целей можно пользоваться более упрощенной схемой, к примеру, характеризуя распределение гумуса в профиле

- резко убывающее,
- постепенно убывающее,
- равномерное,
- нарастающее,
- бимодальное.

Часто в одной и той же почве могут сочетаться разные типы профилей распределения.

Например, в дерново-подзолистой почве имеет место сочетание аккумулятивного профиля гумуса, элювиально-иллювиального профиля глины и полуторных окислов и элювиального профиля натрия и калия. Все эти сочетания дают разнообразие генетических типов профилей почв.

Сочетание различных типов строения профилей (по соотношению генетических горизонтов) и типов распределения веществ в профиле дает группу генетических типов почвенных профилей, включающую все разнообразие типов почв.

3.3. Группы генетических типов профилей

Недифференцированный (примитивный) почвенный профиль

Недифференцированный (примитивный) профиль характеризует первые стадии почвообразования, когда возраст почвы еще слишком небольшой для формирования полностью дифференцированного на генетические горизонты профиля, либо почвы на крайне бедных выветриваемыми минералами породах (на кварцевых песках, например).

Обычно такой профиль имеет строение (A) C или AC, либо имеет зачатки иных почвенных горизонтов, лишь с трудом отличающиеся от почвообразующей породы.

Изогумусовый почвенный профиль

Изогумусовый профиль - профиль почв, имеющих сильно выраженную дифференциацию по гумусу (и, возможно, по легкораство-

римым солям, гипсу, карбонатам), но не имеющих дифференциации по более стабильным компонентам (глина, R_2O_3 , первичные минералы); содержание гумуса максимальное с поверхности и постепенно уменьшается с глубиной.

Метаморфический почвенный профиль

Метаморфический профиль - профиль почв, слабо- или сильно дифференцированных по глине и характеризующихся процессом оглинения во всем профиле или в какой-то его части без перемещения продуктов выветривания (SiO_2 , R_2O_3 глина) по профилю.

Элювиально-иллювиально-дифференцированный почвенный профиль

Элювиально-иллювиально-дифференцированный профиль - профиль почв с четко выраженными элювиальным и соответствующим ему иллювиальным горизонтами.

Гидрогенно-дифференцированный почвенный профиль

Гидрогенно-дифференцированный профиль - профиль почв, сформировавшихся в условиях современного или древнего гидроморфизма (палеогидроморфные почвы) и характеризующихся гидрогенной аккумуляцией веществ в какой-то части.

Криогенно-дифференцированный почвенный профиль

Криогенно-дифференцированный профиль - профиль почв, фактором дифференциации которых служит присутствующая на небольшой глубине постоянная льдистая мерзлота.

3.4. Характер переходов в почвенном профиле

Характер переходов между горизонтами в почвенном профиле, форма границ горизонтов и степень их отчетливости имеют важное генетическое значение и служат существенным морфологическим

признаком почвы, поскольку это один из критериев определения интенсивности почвообразования и его общей направленности; часто характер переходов в профиле имеет и диагностическое значение (рис. 26).

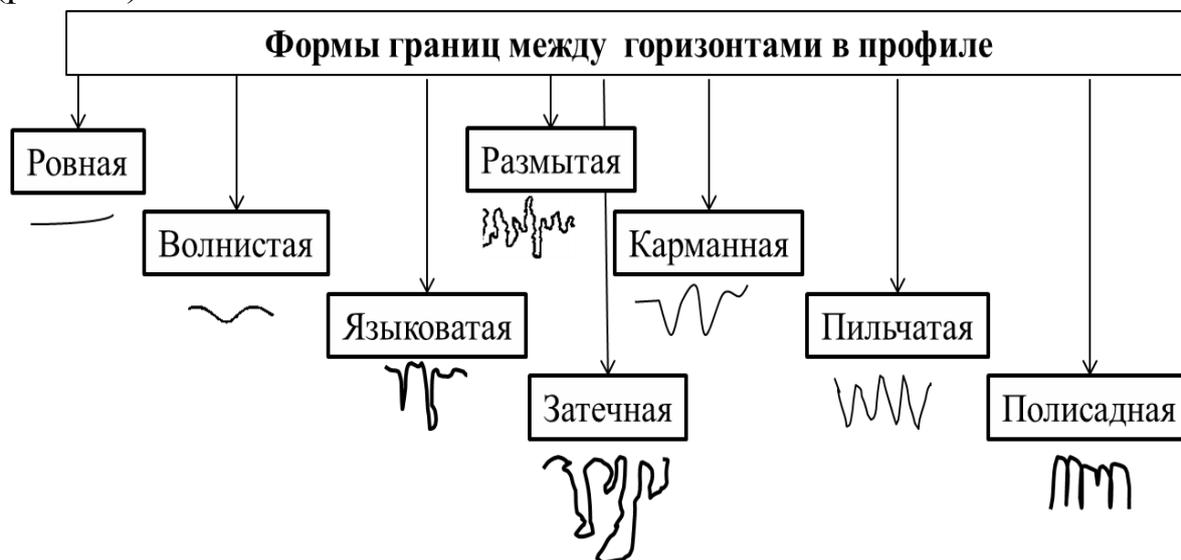


Рис. 26. Форма границ между почвенными профилями

Разные почвы имеют разный характер переходов в профиле, что определяется типом, возрастом и интенсивностью почвообразования в соответствии с комплексом факторов окружающей среды.

По форме выделяются 8 типов границ между почвенными горизонтами

1. **Ровная граница** характерна для большинства почв, особенно в нижних без колебаний по вертикали, в наименьшей степени дифференцированных частях почвенного профиля.

Обычно такая форма встречается при постепенности переходов между горизонтами. Но в некоторых случаях ровная граница может характеризовать и резкий переход: в случае пахотного горизонта обрабатываемых почв, в случае образования горизонта под влиянием грунтовых вод или их капиллярной каймы, в случае горизонтальной слоистости почвообразующей породы.

2. **Волнистая граница** часто характеризует низ гумусового горизонта в лесных почвах или переходы между подгоризонтами одного и того же горизонта. Иногда такая форма границы имеется и у пахотного горизонта, особенно на вновь осваиваемых целинных или за-

лежных землях. Для волнистой границы характерно отношение амплитуды к длине волны менее 0,5.

В зависимости от условий такая граница может быть

- мелковолнистой (длина волны < 5 см),
- средневолнистой (длина волны 5- 10 см)
- крупноволнистой (длина волны > 10 см).

3. Карманная граница характерна для низа гумусового горизонта степных почв. Как и первые две, карманная форма характерна для нижней границы горизонтов со слабым развитием элювиальных явлений, это преимущественно граница аккумулятивных горизонтов. Карманная форма границы выделяется при отношении глубины к ширине затеков (карманов) от 0,5 до 2.

Если отношение менее 0,5, то граница будет волнистая; если оно больше 2, то граница будет языковатая.

Граница может быть

- мелкокарманная (ширина карманов менее 5 см)
- крупнокарманная (ширина более 10 см).

Расстояние между отдельными карманами может варьировать в широких пределах, но обычно необходимо иметь минимум два кармана на 1 м длины, чтобы говорить о карманной границе; в противном случае затек может быть описан как случайный при ровной границе.

4. Языковатая граница характерна для низа элювиальных горизонтов, но может быть встречена и в нижней части гумусовых горизонтов степных почв. Образование языковатой границы связано с горизонтальной анизотропностью лежащего под соответствующим горизонтом материала, унаследованной от почвообразующей породы либо приобретенной в процессе почвообразования.

Вертикальная трещиноватость, призмовидная структура способствуют появлению языковатости в профиле. Однако в каждом типе почвообразования могут быть свои конкретные факторы появления языковатости.

Граница может быть:

- мелкоязыковатой (глубина языков до 5 см)
- глубокоязыковатой (глубина языков более 10 см).

Отношение глубины языков к их ширине колеблется в пределах от 2 до 5. При большем отношении граница будет затечной.

5. Затечная граница характеризует обычно почвы с потечным характером гумуса (например, криогенные почвы) либо подвергающиеся очень глубокому периодическому растрескиванию (темные слитые почвы - вертисоли).

Такая граница гумусового горизонта может сформироваться и под влиянием биологического фактора: затеки гумуса по ходам корней или ходам землероев. При затечной границе отношение глубины затеков к их ширине превышает 5 и может достигать нескольких десятков.

6. Размытая граница характерна для почв с сильным выражением элювиального процесса, в частности для сильнооподзоленных почв, когда нельзя провести четкую границу между горизонтами и В и приходится выделять подгоризонт A_2B , представляющий собой именно пограничный слой, широкую размытую границу между горизонтами.

7. Пильчатая граница встречается довольно редко, но иногда описывается в подзолистых почвах на структурных глинах. Большей частью она трудно отделяется в натуре от волнистой границы и обычно описывается как последняя.

8. Полисадная граница - это тоже довольно редкое явление в почвенном покрове. Как правило, это граница между осолоделым и столбчатым горизонтом в солонцах при хорошей выраженности столбчатой структуры солонцового горизонта.

По степени выраженности выделяют следующие виды:

1. Резкий переход
2. Ясный переход
3. Заметный переход
4. Постепенный переход

1. Резкий переход - граница между соседними горизонтами прослеживается в профиле совершенно четко и может быть выделена на стенке разреза ножом с неопределенностью в пределах 1 см, 2 см или 3 см при любой форме границы.

Такой характер перехода обычно прослеживается при скачкообразном изменении степени оглиненности или гумусированности горизонтов, либо при наличии специфических горизонтов скоплений новообразований (псевдофибры, ортзанд, ортштейн, гипсовые, солевые или карбонатные коры). Резкий переход наблюдается часто на нижней границе пахотного горизонта разных почв.

2. Ясный переход - граница между соседними горизонтами прослеживается в профиле четко и может быть выделена на стенке разреза с неопределенностью в пределах 1 - 3 см, 2 - 5 или 3 - 6. Такой переход характерен для нижней границы горизонта подзолистых почв, для сильно оглеенных горизонтов, для нижней границы гумусового горизонта черноземов.

3. Заметный переход - граница прослеживается с неопределенностью в пределах 3 - 5 см. Это обычно переход между подгоризонтами в нижней части профиля элювиально-иллювиальных почв.

4. Постепенный переход - граница может быть выделена лишь с неопределенностью более 5 см. Это характерный переход между всеми горизонтами в красноземах или ферраллитных почвах, между подгоризонтами в гумусовом горизонте чернозема.

3.5. Граница между почвой и подпочвой

Особого рассмотрения заслуживает вопрос о границе между почвой и подпочвой, который имеет существенное значение для генетических интерпретаций почвенного профиля.

В принципе, поскольку почва образуется из материнской горной породы постепенно со временем, то и переход от почвы к подстилающей ее, не затронутой почвообразованием материнской породе осуществляется постепенно, порой совершенно незаметно для наблюдателя. Это наиболее распространенный случай на рыхлых почвообразующих породах, прошедших ранее цикл выветривания.

Однако в некоторых случаях при формировании почв на плотных массивно-кристаллических вулканических или осадочных породах граница может быть весьма резкой, иногда даже без промежуточного щебнистого элювия, и тогда она имеет диагностическое (классификационное) значение.

3.6. Мощность почвенного профиля

Понятие о мощности почвенного профиля является относительным. Можно долго спорить о том, какая почва «мощная», а какая «маломощная» и не прийти к единому мнению.

Поэтому необходимы какие-то условные границы, как общие, так и специфические для разных типов почв.

Под **мощностью почвы** понимается суммарная мощность всех входящих в ее профиль горизонтов вплоть до подпочвы, т. е. до горизонта С или D.

В случае многочленной почвообразующей породы, когда в состав почвенного профиля включены слои разных пород, общий подход остается неизменным, т. е. определяется верхняя граница подпочвы и до нее измеряется мощность профиля.

Термин «мощная почва» применяется в различном значении.

С одной стороны, этим термином характеризуется общая мощность почвенного профиля вплоть до подпочвы, а с другой, и не менее редко, - лишь мощность гумусовых горизонтов; иногда термин применяется и при характеристике пахотного слоя почв.

Условно можно разделить все почвы по мощности профиля (до подпочвы) на следующие градации;

- < 50 см маломощные
- 50 - 100 см среднемощные
- 100 - 150 см мощные
- 150 - 200 см сверхмощные

В классификационном плане, когда понятие о мощности почвы используется для выделения видов почв по степени развития почвообразовательного процесса, градации мощности должны быть свои для каждого типа почвообразования. Берется мощность не всего почвенного профиля, а каких-либо определенных горизонтов, например, гумусового, подзолистого, надсолонцового, торфяного и т. д.

Так, для **черноземов, луговых и лугово-черноземных почв** мощность характеризуется гумусовым горизонтом А + АВ:

- чернозем маломощный укороченный < 25 см
- маломощный 25 - 40 см
- среднемощный 40 - 80 см
- мощный 80 - 120 см
- сверхмощный > 120 см

Для других типов почв и горизонты, и глубины их в целях определения относительной мощности берутся иные.

Для черноземных, каштановых и луговых солонцов (мощность А + В):

1. маломощные < 30 см
2. мощные > 30 см

Для каштановых и лугово-каштановых почв (мощность А + АВ):

- маломощные укороченные < 20 см
- маломощные 20 - 30 см
- среднемощные 30 - 50 см
- мощные > 50 см

Для солодей (мощность А₁ + А₂):

- мелкие < 10 см
- среднемощные 10 - 20 см
- глубокие > 20 см

Мощность А₁

- дернинные < 5 см
- мелкодерновые 5 - 10 см
- среднедерновые 10 - 20 см
- глубокодерновые > 20 см

3.7. Степень дифференциации почвенного профиля

Степень дифференциации почвенного профиля служит важным морфологическим и диагностическим признаком почвы и в то же время имеет важнейшее значение для установления ее генезиса. Она зависит в значительной мере от многих факторов и представляет собой сложное явление.

Дифференциация профиля определяется типом почвообразования, но в пределах одного типа существенно зависит от возраста почвообразования и характера почвообразующей породы.

Молодая почва будет менее дифференцированной, чем зрелая, ибо **дифференциация профиля** - это результат почвообразования, протекающего во времени. С другой стороны, вторичная гомоген-

ность профиля может быть отмечена для очень древних почв, составляющих единое целое с древней элювиальной корой выветривания.

Влияние почвообразующей породы на степень дифференциации профиля

Влияние проявляется в разных планах. С одной стороны, более проницаемые для движения растворов породы будут давать и более дифференцированный профиль почвы. С другой стороны, чем меньше резерв легко выветриваемых минералов в исходной породе, тем менее она будет дифференцирована на горизонты по той простой причине, что тут нечему дифференцироваться (слабодифференцированные почвы на кварцевых песках, например). Таким образом, максимальная для данного типа почвообразования дифференциация будет наблюдаться на средних по гранулометрическому составу и богатых выветриваемыми минералами породах.

Качественно степень дифференциации профиля может быть установлена при полевом описании почвы, исходя из строения почвенного профиля и морфологических признаков горизонтов (окраска, гранулометрический состав, плотность).

3.8. Почвенные горизонты

Почвенные горизонты - это горизонтальные слои, из которых состоит почвенный профиль и которые различаются между собой по морфологическим признакам, составу, свойствам. Почвенные горизонты образуются в результате почвообразования, и потому они были названы генетическими горизонтами.

Согласно представлениям о статистической однородности распределения внутри горизонта его структурных элементов, **почвенный горизонт** - это крупнейшая однородная часть почвы, являющаяся совокупностью двух- или трехмерных полистратонов, возникших при почвообразовании и представляющего крупнейшую однородную часть почвы, сложенную фиксированным набором ее специфических структурных элементов - структурных отдельностей (педов), новообразований, пор, или тело, граничащее с сопредельными частями почвы - горизонтами других типов или атмосферой.

На заре развития почвоведения В. В. Докучаев выделил в почве всего три генетических горизонта:

А - поверхностный гумусово-аккумулятивный;

В - переходный к материнской породе;

С - материнская горная порода, подпочва.

Эта концепция генетических горизонтов была вначале разработана для степных черноземов, а затем перенесена и на подзолистые почвы, в которых горизонт А оказался аккумулятивно-элювиальным, а В - иллювиальным.

Согласно принятой сейчас в нашей стране системе используются следующие символы главных генетических горизонтов почв.

Органогенные горизонты

Торфяной горизонт (Т) - формирующийся на поверхности, но встречающийся иногда и в толще профиля при полициклическом почвообразовании и характеризующийся специфической консервацией органического вещества растительных остатков без превращения его в гумус или сгорания; сформировавшийся в этом горизонте торф может быть древесным, травяным (тростниковый, осоковый), моховым (зеленомоховой, сфагновый), листовым или лишайниковым, либо переходным.

Содержание органического вещества в торфе выше 70% с колебаниями от 98% в верховом сфагновом, до 70% в низинном торфе.

Торфяной неразложенный (Т₁) - горизонт, в котором растительные остатки не разложены или слабо разложены и почти полностью сохранили свою исходную форму.

Торфяной среднеразложенный (Т₂) - горизонт, в котором растительные остатки лишь частично сохранили свою исходную форму в виде обрывков тканей.

Торфяной разложенный (Т₃) - сплошная органическая мажущаяся масса без видимых следов растительных остатков.

Сухоторфяной (Т₄) - горизонт, формирующийся на поверхности почв в сухом холодном климате (высокогорий или высоких широт) и характеризующийся накоплением сухого неразложенного торфа, в котором растительные остатки полностью сохранили свою форму.

Очес (Т₅) - подгоризонт торфа, в котором половину и более объема составляют живые части растений.

Торфяной минерализованный (ТА) - пахотный торфяной горизонт, измененный осушением и обработкой.

Подстилка (А₀ или О или АО) - маломощный (до 15 см) поверхностный слой разлагающегося (различные подгоризонты его находятся на разных стадиях разложения) органического вещества, частично, особенно в нижней части, перемешанного с минеральными компонентами (преимущественно механически).

Степной войлок (А₀ или О или АО) - вид подстилки, формирующейся в целинных степях, состоящей преимущественно из неразложенных растительных остатков, густо переплетенных живыми частями растений (минимум половина объема) и механически смешанных с минеральными компонентами; обычно на поверхности располагается спорадически, неравномерными пятнами.

Лесная подстилка (А₀ или О или АО) - вид подстилки, сплошным ковром покрывающей поверхность почвы под пологом леса; обычно имеет слоистое строение, причем различаются слои (рис. 27):

- **свежий или слабо разложившийся опад (L);**
- **слой ферментации или разложения (F),** в котором еще преобладают растительные остатки с сохранившейся исходной формой
- **слой гумификации (H),** в котором преобладают сильно разложившиеся растительные остатки без видимой исходной формы и имеется большая механическая примесь минеральных компонентов.



Рис. 27. Строение и стратификация лесной подстилки

В соответствии с различиями в составе, свойствах и характере образования выделяют виды подстилок:

- а) эутрофный мюллер;
- б) криптомюллер;
- в) олиготрофный или кислый мюллер (мюллер-модер);
- г) гидромюллер.

Модер - маломощный горизонт A_0 с неясной границей к A_1 ; неполное смешение органической части с минеральной; сильная биологическая трансформация под влиянием артропод в сочетании с влиянием грибов и бактерий без образования глинисто-гумусовых комплексов:

- а) лесной модер (олиготрофный);
- б) гидроморфный модер (гидромодер);
- в) альпийский модер;
- г) субальпийский модер;
- д) кальциевый модер.

Мор - мощный горизонт A_0 с резкой нижней границей и подразделением на слои L, F, H; слабая трансформация спада, производимая главным образом грибами, особенно миксомицетами; ничтожное или слабое смешивание органической части с минеральной (грубый гумус):

- а) ксеромор (сухой мор);
- б) гидромор (мягкий мор);
- в) кальциевый мор.

Анмоор - мощный горизонт A_0 , формирующийся при сильной биохимической трансформации под влиянием перемежающегося воздействия аэробных и анаэробных организмов; гумификация интенсивная; если не сплошное, то по крайней мере заметное включение органического вещества в минеральное до глубины 10 - 20 см:

- а) кислый анмоор;
- б) кальциевый анмоор.

Торф:

- а) олиготрофный торф;
- б) мезотрофный торф

Водорослевая корочка (A_{a1}) - поверхностная хорошо отслаивающаяся от нижележащей толщи почвы корочка водорослей, черная в сухом состоянии, с большой примесью минеральных частиц в ниж-

ней части и почти чистая в верхней, зеленеющая при увлажнении, мощностью в несколько мм, характерная для сухостепных, полупустынных и пустынных почв.

Перегнойный горизонт (A_h) - поверхностный органогенный горизонт черного цвета с содержанием органического вещества 30 -



Рис. 28. Профиль серой лесной почвы перегнойным (со вторым гумусовым) (A_h) горизонтом



Рис. 29. Дернина

70%, состоящий из хорошо разложенных органических остатков и гумуса с примесью минеральных компонентов, бесструктурный, мажущийся, очень мягкий на ощупь, в сухом состоянии растрескивающийся на глыбистые отдельности; образует переходные формы в виде торфяно-перегнойного и перегнойно-гумусового горизонтов, выделение которых на основе критерия содержания органического вещества хотя и не оправдано, но морфологически возможно (рис. 28).

Дернина (A_d) - минеральный гумусово-аккумулятивный поверхностный горизонт почв, формирующийся под травянистой растительностью, особенно луговой, и состоящий, по крайней мере наполовину по объему из живых корней растений (рис. 29).

Гумусовый горизонт (A_1 или A или A_1) - минеральный гумусово-аккумулятивный горизонт, наиболее темноокрашенный в профиле и характеризующийся наибольшим (до 30%) содержанием органического вещества, тесно связанного с минеральной частью, обычно расположенный в верхней части профиля (в полициклических почвах встречающийся в любой части профиля); он может быть современным или реликтовым, в последнем случае будучи трансформированным более поздними наложенными процессами.

Пахотный горизонт (A_p или $A_{пах}$) - измененный продолжительной обработкой поверхностный горизонт пахотных почв, сформированный из различных почвенных горизонтов на глубину постоянной обработки; в зависимости от типа исходной почвы, возраста пашни и интенсивности земледелия по степени окультуренности можно выделить разные его варианты; от нижележащих горизонтов он всегда отделяется ясной ровной границей; с поверхности обычно имеет образующуюся после дождей и растрескивающуюся при вы-

сыхании корочку толщиной в несколько миллиметров, плотность и устойчивость которой зависит от структуры и степени распыленности горизонта, а также от свойств исходной почвы (глинистые почвы более склонны к поверхностному коркообразованию, чем более легкие по гранулометрическому составу и почвы с изогумусовым профилем; особенно плотная и устойчивая корочка образуется у слитых, солонцеватых и засоленных почв) (рис. 30).



Рис. 30. Профиль пахотной дерново-подзолистой почвы

Элювиальные горизонты

Подзолистый горизонт (E₁ или A₂ или A₂) - осветленный, обычно белесый горизонт в верхней части профиля, залегающий под торфяным, подстилкой, гумусовым или пахотным, а в случае полициклических профилей и под любым горизонтом вышележащего профиля, и формирующийся под влиянием оподзоливания, т. е. кислотного разложения минеральной части при участии органического вещества до аморфных продуктов, которые выносятся из этого горизонта; одновременно могут выноситься и илистые частицы без их предварительного разрушения (рис. 31).



Рис. 31. Профиль подзолистой почвы

Оподзоленный горизонт (A_e) - седой, серый, белесоватый горизонт комковатой, комковато-ореховатой или ореховатой структуры с обильной или небольшой кремнеземистой присыпкой, характеризующий слабую степень оподзоленности почвы.

Лессивированный горизонт (E₂) - осветленный, обычно палевый горизонт в верхней части профиля, залегающий под подстилкой, гумусовым или пахотным горизонтом, а в случае полициклических профилей и под любым горизонтом вышележащего профиля, и формирующийся под влиянием лессивирования, т. е. выноса илистых частиц без их предварительного разрушения и отмывания от окисных пленок первичных минеральных зерен невыветрелых минералов.

Осолodelый горизонт (E₃) - осветленный, обычно белесый горизонт в верхней части профиля, залегающий с поверхности либо под

гумусовым горизонтом и формирующийся под влиянием осолодения, т. е. щелочного разложения минеральной части в результате внедрения и последующего удаления из поглощающего комплекса обменного натрия и выноса вниз ила и аморфных продуктов разложения минералов.

Элювиально-глеевый горизонт (E₄) - осветленный, обычно белесый горизонт в верхней или средней части профиля, формирующийся под влиянием оглеения в условиях частично промывного режима, при котором происходит кислотный восстановительный гидролиз минеральной части с выносом продуктов разрушения из этого горизонта.

Сегрегированный горизонт (E₅) - осветленный, обычно ярко-белесый горизонт в любой части профиля, формирующийся в результате отмывания окисных пленок с зерен первичных минералов и сегрегации продуктов отмывки в плотные сгустки или шлакообразные конкреции, случайно разбросанные в пределах этого же горизонта, с частичным выносом продуктов отмывки за его пределы.



Рис. 32. Поверхность почв в пустыне

Корковый горизонт (E₆) - хрупкая ячеистая корочка на поверхности сухостепных, полупустынных и пустынных почв мощностью не более нескольких сантиметров, лишенная солей, относительно обогащенная кремнеземом, причем кварцевые зерна и зерна других первичных минералов лишены окисных пленок и не соединяются цементирующими мостиками за исключением случайных карбонатных (рис. 32).

В некоторых типах почв элювиальный горизонт (по крайней мере, элювиальный в отношении каких-то соединений) может совмещаться с поверхностным гумусовым горизонтом, образуя единый гумусово-элювиальный горизонт, как, например, в дерново-подзолистых почвах, подбурах и т. д.

Все элювиальные горизонты независимо от их генезиса характеризуются близкой морфологией, составом и свойствами:

- имеют относительно высокое содержание кремнезема
- имеют малое содержание полуторных окислов и оснований,
- имеют белесую окраску

- имеют обилие светлых зерен кварца и других первичных минералов без окисных пленок
- имеют пластинчатую до чешуйчатой структуру либо бесструктурны
- имеют низкую насыщенность основаниями при малой емкости катионного обмена
- имеют кислую реакцию среды
- имеют низкую гумусированность
- имеют низкое содержание илистых частиц.

Необходимо помнить, что элювиальные горизонты могут быть трудно различимы от гидрогенно-аккумулятивных кремнеземистых горизонтов, встречающихся в некоторых почвенно-геохимических условиях.

Иллювиальные горизонты

Иллювиально-аккумулятивный горизонт (В) - уплотненный и утяжеленный горизонт, располагающийся под элювиальным в средней части профиля и характеризующийся иллювиальным накоплением глины и аморфных продуктов почвообразования, как, например, в дерново-подзолистых почвах; он имеет относительно повышенное во всем профиле содержание ила и полуторных окислов, наибольшую плотность, повышенную емкость катионного обмена, глинистые и глинисто-железистые пленки на гранях структурных отдельностей, ясно различимые под микроскопом ориентированные слоистые глины в порах и трещинах, а также сгустки аморфного материала, часто хлопьевидные (рис. 33).



Рис. 33. Профиль серой лесной почвы

Иллювиально-глинистый горизонт (В₁) - уплотненный и утяжеленный горизонт, располагающийся под элювиальным в средней части профиля и характеризующийся иллювиальным накоплением глины, например в лессивированных почвах; характерны обильные глинистые пленки на гранях структурных отдельностей, ясно различимые под микроскопом ориентированные слоистые глины в порах и трещинах.

Иллювиально-гумусовый горизонт (B_h) - располагающийся под элювиальным в средней части профиля горизонт аккумуляции гумуса темно-коричневого или буро-красно-коричневого цвета, имеющий гляцевитые темные потеки по граням структурных отдельностей и бурые хлопьевидные гумусовые сгустки, хорошо различимые под микроскопом.

Иллювиально-железистый горизонт (B_f) - располагающийся под элювиальным в средней части профиля горизонт аккумуляции железа яркого желтого, красного или буро-желтого цвета, имеющий форму сплошного горизонта или серии извилистых уплотненных прослоек; под микроскопом ясно различаются охристые мостики окислов железа между отдельными зернами, растрескивающиеся пленки на зернах, хлопьевидные сгустки окислов железа, железистые микроконкреции.

Иллювиально-А1-Fe-гумусовый горизонт (B_{fh}) - располагающийся под элювиальным в средней части профиля горизонт аккумуляции гумуса и полуторных окислов темно-бурого, красно-бурого цвета, имеющий темные гляцевитые натечки на гранях структурных отдельностей, под микроскопом обнаруживающий обильные сгустки аморфного гумуса и гидроокислов, иногда микроконкреции.

Солонцовый горизонт (B_{Na}) - сильно уплотненный и утяжеленный горизонт в средней части профиля, располагающийся под элювиальным или гумусово-элювиальным горизонтом, имеющий обычно наиболее темную окраску в профиле, столбчатую или призматическую структуру, обильные гляцевые корочки и пленки по граням структурных отдельностей, содержит значительное количество обменного натрия в поглощающем комплексе; под микроскопом в шлифах четко видны обильные натечные формы ориентированных слоистых глин и кремневых гелей в порах и микротрещинах, глинистые и гумусовые пленки на зернах минералов и стенках пор, хлопьевидные сгустки темного аморфного материала. В случае слабой выраженности процесса может быть выделен солонцеватый горизонт.

Солонцеватый горизонт (B_{na}) - уплотненный и утяжеленный горизонт в средней части профиля, располагающийся под гумусовым горизонтом, имеющий обычно наиболее темную окраску в профиле, ореховатую или призматическую структуру; гляцевые корочки и

пленки по граням структурных отдельностей; содержит небольшое количество натрия в поглощающем комплексе.

Надмерзлотно-иллювиальный горизонт (В_я) - бесструктурный, творожистый или икряный горизонт иллювиальной аккумуляции гумуса и полуторных окислов в слое непосредственно над постоянной мерзлотой; имеет темную бурую и буро-красную окраску, содержит мелкие мягкие железистые конкреции, ретинизированный гумус.

Подплужный горизонт (В_р) - горизонт, формирующийся непосредственно под пахотным горизонтом длительно обрабатываемых почв и характеризующийся уплотнением, утяжелением гранулометрического состава и потемнением окраски в результате вымывания глины и органического вещества; обычно имеет темные глинисто-гумусовые потеки по граням структурных отдельностей.

Иллювиально-метаморфический горизонт (В_{mh}) - горизонт вулканических почв, формирующийся непосредственно под органом-генным горизонтом и характеризующийся низким объемным весом, иллювиальным накоплением гумуса, большим содержанием аморфных веществ и аллофанов, наличием вулканического стекла, высокой порозностью и рыхлостью, непрочной комковатой структурой.

Метаморфические горизонты

Сиаллитно-метаморфический горизонт (В_m) - горизонт внутрипочвенного оглинивания почвообразующей породы, располагающийся в средней части профиля между гумусовым горизонтом и подпочвой и характеризующийся аккумуляцией глины без заметных следов ее перемещения; обычно он наиболее тяжелый и плотный в профиле, имеет наиболее красноватые тона окраски, может иметь следы выноса карбонатов (если исходная порода была карбонатной), имеет относительно большой резерв выветривающихся первичных минералов.

Фераллитно-метаморфический горизонт (В_{ох}) - горизонт внутрипочвенного глубокого разложения минералов почвообразующей породы с остаточным накоплением каолинита и полуторных окислов, располагающийся в средней части профиля между гумусовым горизонтом и подпочвой, имеющий яркую или тусклую желтую

или красную окраску, призматической структуры или глыбистой, с низкой емкостью катионного обмена.

Слитой горизонт (V) - очень вязкий и набухающий во влажном состоянии и очень твердый и сжимающийся, сильно трещиноватый в сухом состоянии горизонт, обычно в верхней части профиля, формирующийся в результате периодического сильного увлажнения и интенсивного просыхания монтмориллонитово-глинистого материала; он может быть совмещен в профиле как с гумусовым поверхностным, так и с другими горизонтами профиля; характерны поверхности скольжения; структура глыбистая или тумбовидная.

Фраджипэн (F) - очень твердый и хрупкий глинистый горизонт с резкой верхней и диффузной нижней границами, разделяющийся на неправильные полигоны белесыми прожилками, при увлажнении не размягчающийся, как обычная глина, а сразу распадающийся на мелкие отдельности; обычно формируется в нижней части иллювиального горизонта некоторых типов почв бореального пояса.

Иллювиальный горизонт называют обычно «В текстурный», а метаморфический - «В структурный». В случае неясного состава и генезиса символ В употребляется без дополнительного индекса.

Аккумулятивные горизонты (водородно-аккумулятивные)

Агроирригационный горизонт (A₁) - созданный в результате длительного орошения поверхностный слой почвы мощностью 0,4 - 2 м, состоящий из смеси первоначальной почвы, ирригационного наилка, органических и глинистых удобрений, обычно содержащий включения черепков, кирпича, костей, угля, однородный и сильно пористый, интенсивно переработанный почвенной фауной, хорошо макро- и микроагрегированный, сероватой окраски, обычно тяжелее по гранулометрическому составу подстилающей почвы; в верхней его части располагается пахотный горизонт современной обработки.

Солевой горизонт (S_s) - формируется в любой части профиля в зависимости от стадии и степени засоления (рассоления) и может совмещаться в профиле с любым другим горизонтом (например, с гумусовым или метаморфическим); характеризуется видимыми скопле-

ниями водно-растворимых солей в форме налета, прожилок, псевдомицелия, гнезд.

Гипсовый горизонт (S_u) - расположен обычно в нижней части профиля, содержит видимые скопления гипса в виде отдельно разбросанных кристаллов разной величины или друз; может совмещаться с другими горизонтами.

Карбонатный горизонт (S_c) - горизонт максимальной вторичной аккумуляции карбонатов, обычно располагающийся в средней или нижней части профиля и характеризующийся видимыми вторичными выделениями карбонатов в виде налетов, прожилок, псевдомицелия, белоглазки, редких конкреций.

Ожелезненный горизонт (S_f) - горизонт максимального накопления окислов железа, располагающийся в разной части профиля и формирующийся либо в результате гидрогенной аккумуляции из грунтовых вод (например, ожелезненные горизонты в торфяных болотах), либо в результате процесса рубефикации.

Окремнелый горизонт (S_{si}) - горизонт максимального гидрогенного накопления аморфного кремнезема в профиле, имеющий максимум содержания SiO_2 , хрупкий и плотный, под микроскопом обнаруживаются обильные опаловые или халцедоновые мостики между зернами первичных минералов и крупные скопления аморфного кремнезема.

Конкреционный горизонт:

а) **карбонатно-конкреционный горизонт, или канкар (S_{kc})** - горизонт максимального скопления округлых неправильной формы карбонатных конкреций диаметром 0,5 - 5 см, рыхло располагающихся в мелкоземе или непрочно сцементированных между собой карбонатным или кремнеземисто-карбонатным цементом и занимающих, по крайней мере, половину объема горизонта;

б) **железисто-конкреционный горизонт, или ортштейн (S_{kf})** - горизонт максимального скопления округлых или шлакообразных неправильной формы железистых конкреций диаметром 0,5 - 3 см, рыхло располагающихся в мелкоземе или непрочно сцементированных между собой железистым или гумусово-железистым цементом и занимающих, по крайней мере, половину объема горизонта.

Коровые горизонты

Пустынный панцирь (K_r) - очень твердая и хрупкая корка до 10-15 мм толщиной, состоящая преимущественно из окислов железа и марганца с примесью других веществ, образующаяся на поверхности каменистого щебня в холодных или жарких пустынях, - «пустынный загар».

Солевая кора (K_s) - цементированный водно-растворимыми солями плотный и хрупкий горизонт, формирующийся обычно с поверхности, но встречающийся и в других частях профиля, имеющий различную мощность, часто состоящий из крупных плотных глыб; сухие фрагменты его полностью распадаются в воде.

Гипсовая кора (K_u) - цементированный гипсом плотный и хрупкий горизонт, формирующийся обычно в нижней части профиля; встречается как в форме крупнокристаллической (крупные кристаллы цементированы между собой и с мелкоземом гипсово-карбонатным цементом, либо это сплошные прослои крупных кристаллов гипса), так и в мелкокристаллической (мучнистый горизонт так называемого «шестоватого» гипса, «гажа»); отдельные сухие фрагменты не распадаются в воде, но полностью распадаются в соляной кислоте.

Карбонатная кора (K_c) - сплошной карбонатный горизонт с содержанием $CaCO_3$ по крайней мере 75%, формирующийся обычно в нижней части профиля в разных формах;

- а) рыхлый мучнистый горизонт - калише;
- б) прочно цементированный конкреционный горизонт;
- в) сплошная мелкокристаллическая плита; отдельные сухие фрагменты этого горизонта не распадаются в воде, но полностью распадаются в соляной кислоте.

Кремневая кора (K_{si}) - сплошной цементированный аморфным кремнеземом (опал, халцедон) горизонт, хрупкий и очень твердый, различной мощности, иногда встречающийся на поверхности разрушенных эрозией почв в виде отдельных фрагментов; сухие фрагменты его не распадаются ни в воде, ни в соляной кислоте, но распадаются в растворе щелочи.

Плинтит (K_1) - внутрипочвенный уплотненный, но свободно режущийся лопатой горизонт, имеющий ферраллитную (каолинитовую) основу, вторично гидрогенно обогащенную окислами железа;

имеет пеструю окраску при чередовании белесовато-желтых и красных пятен; иногда в нем присутствуют в обилии железистые конкреции диаметром 0,5- 1,0 см; при выходе на поверхность и воздействии атмосферы необратимо отвердевает и превращается в латерит.

Латерит (L) - очень твердый сплошной железистый горизонт (панцирь) ячеистого (вермикулярный латерит) или конкреционного (пизолитный, гороховый латерит) строения, состоящий преимущественно из окислов железа и алюминия с примесью кварца и каолинита; образуется за счет необратимой дегидратации и кристаллизации окислов железа при механическом разрушении и выносе каолинитового наполнителя из железистой матрицы при формировании из плинтита под воздействием атмосферных агентов либо путем аллохтонного накопления железа из грунтовых вод при их боковом перемещении.

Глеевые горизонты

Вивианитово-глеевый горизонт, или болотный глей (G₁) (ортоглей) - сплошной или пестрый, бесструктурный, мажущийся минеральный горизонт болотных почв, окрашенный сплошь или пятнами (не менее 75% площади среза) в ярко-синие, синие и голубые тона, причем при воздействии атмосферы горизонт из синего становится бурым и из массивного - творожистым; формируется в условиях обильного накопления органического вещества при постоянном пере-насыщении водой в торфяных болотах.

Глауконитово-глеевый горизонт, или маршевый глей (G₂) - сплошной или пестрый, бесструктурный и мажущийся или оструктуренный (при дренировании) минеральный горизонт пойменных, дельтовых, плавневых и маршевых почв, окрашенный сплошь или пятнами (не менее 75% площади среза) в оливковые, зеленые, серовато-зеленоватые тона, причем цвет горизонта не меняется или слабо меняется при атмосферном воздействии.

Грунтово-глеевый горизонт, или глей (G₃) - сплошной или пестрый, бесструктурный и мажущийся либо глыбистый минеральный горизонт, окрашенный сплошь или пятнами (не менее 50% площади среза) в голубоватые, сизые и серовато-сизые тона с ржавыми пятнами или крапинками, не меняющий окраску при воздействии ат-

мосферы и формирующийся в условиях грунтового заболачивания почв.

Сульфидно-глеевый горизонт, или серный глей (G₄) - сплошной или пестрый, бесструктурный и мажущийся минеральный горизонт, в естественном подводном состоянии окрашенный сплошь в темные серые, серо-сизые и оливково-серые тона и обладающий сильным запахом сероводорода, а после дренирования и окисления приобретающий пеструю окраску с ярко-желтыми или соломенно-желтыми пятнами ярозита (сульфат железа); это так называемая «кошачья глина»

Надмерзлотно-глеевый горизонт, или мерзлотный глей (G₅) - глеевый горизонт почв, имеющих постоянную мерзлоту в профиле и формирующийся сразу над льдисто-мерзлым слоем; характеризуется четким разделением на два слоя, из которых нижний восстановленный сплошной сизый, а верхний ржаво-бурый окисленный.

Внутрипочвенный глей, или псевдоглей (G₆) - пестрый мраморовидный внутрипочвенный горизонт, бесструктурный или плитчато-глыбистый, часто с рассеянными марганцево-железистыми конкрециями диаметром от 1 до 10 мм, окрашенный в сизовато-белесый цвет с ржавыми пятнами и прожилками; формируется при наличии в профиле сильно уплотненного водонепроницаемого горизонта при периодическом переувлажнении почвы над ним:

а) **первичный псевдоглей (G₆₁)** - формируется в почвах на дву-членных породах на контакте верхнего легкого наноса с более плотным и тяжелым нижним, являющимся относительным водоупором;

б) **вторичный псевдоглей (G₆₂)** - формируется на месте элювиального горизонта в сильно дифференцированных почвах, когда в результате почвообразования иллювиальный горизонт становится настолько плотным и водонепроницаемым, что начинает играть роль водоупора для периодически накапливающихся сезонных вод.

Атмосферный глей, или стагноглей (G₇) - сплошной или пестро окрашенный поверхностный минеральный горизонт, лежащий под лесной подстилкой, окрашенный в сизые или белесовато-сизые и серо-сизые тона, обычно совмещающийся с гумусовым и (или) элювиальным горизонтом и образующийся в результате атмосферного поверхностного переувлажнения почвы при большом количестве атмо-

сферных осадков, малом испарении с поверхности, плохой водопроницаемости почвы и большой влагоемкости подстилки.

Склоновый глей, висячий глей, или амфиглей (G₈) - сплошной или пестро окрашенный внутрипочвенный горизонт голубоватой или сизой окраски с яркими ржавыми пятнами, формирующийся в почвах склонов в местах выходов верховодки или фунтовых вод при проточном их режиме.

Рисовый глей (G₉) своеобразный поверхностный глеевый горизонт почв рисовников, формирующийся в результате длительной культуры риса при затоплении и имеющий довольно разнообразную морфологию и свойства в зависимости от того, какая исходная почва использована для культуры риса; общим для всех почв рисовых полей является четкое разделение этого горизонта на две части: поверхностную охристую окисленную пленку толщиной в несколько миллиметров и лежащую под ней темную восстановленную массу белесосизого, темного серо-сизого или черно-сизого цвета с многочисленными мелкими охристыми пятнышками и прожилками преимущественно по ходам корней.

Глееватый горизонт (g) - любой горизонт профиля, в котором имеются отдельные сизые или сизоватые пятна, иногда чередующиеся с ржавыми пятнами и прожилками.

Оглеение подчеркивается:

- Грунтовое оглеение - снизу \underline{G}
- Поверхностное оглеение - сверху \overline{G} .

Глееватые горизонты имеют в дополнение к основному символу малый индекс g, например Ag, Bg, Cg, когда степень оглеения недостаточна для выделения самостоятельного глеевого горизонта.

Динамоморфные горизонты (турбационные)

Самомульчирующий горизонт (x) - поверхностный рыхлый комковато-глыбистый или мелкоглыбистый горизонт мощностью в несколько сантиметров, формирующийся в верхней части слитого гумусового горизонта вертисолей при их сильном высыхании и растрескивании.

Тиксотропный горизонт (y) - постоянно или периодически насыщенный водой, обычно сильно оглеенный горизонт, песчаный или суглинистый, бесструктурный, обнаруживающий тиксотропность, т. е. способность к спонтанному перемещению какой-то части почвенной массы по отношению к другой; обычно это надмерзлотные горизонты арктических и тундровых почв, а также любых других в районах распространения многолетней мерзлоты, но могут быть встречены и в других почвах в условиях плавунных грунтов; в сухом состоянии горизонт имеет характерное спутанно-слоистое строение; такой горизонт может быть совмещенным в почвенном профиле с любым из вышеописанных.

Криотурбационный горизонт (z) - внутрипочвенный горизонт, формирующийся в части профиля, находящейся в условиях многолетней мерзлоты; характеризуется наличием льдистых включений (линзы, прослойки, прожилки, заклинки); имеет характерную криотурбационную спутанно-слоистую структуру; может совмещаться с любым из горизонтов профиля в зависимости от глубины залегания многолетней мерзлоты; формируется не только в многолетнемерзлом слое, но и над ним при сезонном длительном промерзании почвы.

Перерытый горизонт (j) - горизонт, сильно переработанный почвенной фауной и характеризующийся обилием следов ее жизнедеятельности (копролиты, червороины, кротовины, сусликовины, сурчины, лемминговины и т. д.); он характеризуется интенсивным перемешиванием почвенной массы, часто между разными горизонтами, и может быть совмещенным с любым из горизонтов почвенного профиля.

Подпочвенные горизонты

Материнская (почвообразующая) порода (C) - предполагаемая горная порода, из которой сформировалась данная почва; выделяется как наиболее глубокий горизонт почвенного профиля, не имеющий свойств органогенных, элювиальных, иллювиальных или метаморфических горизонтов, но имеющий в некоторых случаях те или иные свойства аккумулятивных, коровых, глеевых или динамоморфных горизонтов, поскольку процессы образования последних могут развиваться не только в почве, но и во всей почвенно-грунтовой толще и не являются специфическими почвенными процессами.

Подстилаящая порода (D) - горная порода, которая залегает ниже материнской и отличается от нее в литологическом отношении.

Плотная (массивно-кристаллическая (R)) - почвообразующая или подстилаящая порода.

В случае выделения в пределах генетического горизонта подгоризонтов они обозначаются по порядку сверху вниз дополнительными индексами, причем для горизонтов T, AT, A и Ap используются штрихи, например T1', T1" или A', A", A"', а для других горизонтов используется цифровой индекс, например B1, B2, B3 и т. д.

Каждый из генетических горизонтов, как это принято в почвоведении, может быть разделен на подгоризонты в зависимости от степени выраженности его свойств и проявления главного процесса, с которым связано его образование; такие подгоризонты при их индексации в любой из систем символов нумеруются в простой вертикальной последовательности **сверху вниз**, например B1, B2, B3 и т. п.

Кроме того, при постепенной смене горизонтов или при наличии резко выраженных языковатых границ приходится выделять переходные горизонты, обладающие признаками как верхнего, так и нижнего. Такие переходные горизонты выделяются почти во всех почвах в связи с обычной постепенной сменой свойств в профиле и трудностью установления четких границ.

Кроме генетических почвенных горизонтов, составляющих профиль почвы, в нем, в случае их присутствия, обязательно выделяется горизонт грунтовой воды или постоянной мерзлоты (сухой или льдистой) в момент описания профиля и с их возможными сезонными колебаниями.

Переходные горизонты, обладающие свойствами как вышележащего, так и нижележащего, при постепенной смене одним другим обозначаются смешанными символами, например AE, AB, EB, BC и т. п.

Смешанные горизонты, включающие в себя морфологически оформленные участки вышележащего и нижележащего горизонтов, также получают комбинированные символы, но обозначаемые иначе: A/E, A/B, E/B, B/C и т. д.

Погребенные горизонты выделяются квадратными скобками [A].

В случае **литологической смены** в пределах почвенного профиля соответствующие слои обозначаются сверху вниз порядковыми римскими номерами, например IA, 11A, IIIB, IIIС.

При обозначении генетических почвенных горизонтов наряду с указанными основными символами широко используются дополнительные обозначения малыми буквами латинского алфавита, которые становятся справа от основного символа горизонта, с тем, чтобы подчеркнуть его специфику:

1 - подстилка;

ag - устойчивое присутствие воды (- атмосферной, - грунтовой).

b - погребенный горизонт;

cap - со щебнем карбонатных пород при карбонатном мелкозем;

cs - аккумуляция гипса (в этом случае не отмечается наличия карбонатов);

d - с признаками динамических явлений перемещения почвенной массы;

f - наличие признаков аккумуляции железа;

f - частично разложившийся органический материал;

fa - ферралитизированные горизонты;

fe - иллювиальная аккумуляция железа (ферралитные горизонты)

g - присутствие признаков оглеения (глееватость);

h - вторые гумусовые горизонты черно-серых тонов; (иллювиально-гумусовые или наличие иллювиированного гумуса или хорошо разложившееся гумифицированное органическое вещество)

m - метаморфические горизонты (сиаллитная метаморфизация или сильная цементация или уплотнение)

n - присутствие конкреций;

na - насыщенность натрием;

r - слой конкреций или гравия;

s - солевые горизонты;

sa - солевой горизонт (присутствие легкорастворимых солей (в этом случае не отмечается наличие ни гипса, ни карбонатов))

si - солонцовые и солонцеватые горизонты;

su - сульфидные;

t - иллювиальная аккумуляция глины (иллювиально-глинистые или присутствие иллювирированной глины)

v - признаки слитости (аккумуляция глины *in situ* или горизонты, на 50 % и более состоящие из живых частей растений)

ve - слитые горизонты.

z - существенная перерытость почвенной фауной (обильные следы жизнедеятельности почвенной фауны)

a - антропогенные хорошо разложившийся органический материал в гидроморфных условиях;

e - наличие признаков элювиирования;

o - слабо разложившийся органический материал в гидроморфных условиях;

ох - ферраллитная метаморфизация (остаточная аккумуляция R_2O_3)

па - присутствие солончатости;

p - каменистые (камни крупнее 1 см составляют >10% объема);

p (пах) - пахотный горизонт;

рса - со щебнем карбонатных пород при бескарбонатном мелкозему;

са - карбонатные горизонты (аккумуляция карбоната кальция)

сг - признаки криотурбаций;

сп - конкреционный горизонт аккумуляции R_2O_3

у - признаки тиксотропности;

х - признаки самомульчирования;

х - фрадшипэн.

Особым значком впереди символа горизонта обозначается наличие **мерзлоты** в почве: знак \perp обозначает мерзлые водоупорные цементированные льдом горизонты (льdistая мерзлота); знак \downarrow используется для обозначения неводоупорных мерзлых горизонтов (сухая мерзлота).

Глава 4. ПОЧВООБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС

Почвообразовательный процесс – это совокупность сложных превращений и перемещений веществ и энергии в самых верхних слоях литосферы, формирующих самостоятельное природное тело - почву.

Всего выделяют следующие группы элементарных почвенных процессов:

- 1) биогенно-аккумулятивные процессы,
- 2) иллювиально-аккумулятивные процессы,
- 3) гидрогенно-аккумулятивные процессы,
- 4) элювиальные процессы,
- 5) процессы метаморфизации почв,
- 6) криогенные процессы,
- 7) антропогенные процессы,
- 8) педотурбационные процессы,
- 9) деструкционные (деструктивные) процессы.

Биогенно-аккумулятивные процессы

Эта группа включает в себя те ЭПП, которые сопровождаются накоплением в верхней части профиля тех или иных веществ, и прежде всего органических, под непосредственным влиянием жизнедеятельности организмов на почве или в почве.

Гумусообразование – это процесс разложения растительных остатков на месте их отмирания и последующего новообразования гумуса без его перемещения по профилю.

Морфологически этот процесс характеризуется образованием поверхностного темного гумусового горизонта комковатой или зернистой структуры, наиболее темного и оструктуренного в профиле, содержащего значительное количество живых и мертвых корней растений.

Гумусонакопление - это процесс аккумуляции гумуса в поверхностном горизонте почвы в результате разложения растительных остатков и гумусообразования при сочетании гумусообразования *in situ* и некоторого его перемещения вниз с постепенным пропитыванием им почвенной массы.

Морфологически характеризуется так же, как при гумусообразовании, формированием поверхностного темного гумусового горизонта комковатой или зернистой структуры, наиболее темного и оструктуренного в профиле, постепенно теряющего гумусовую окраску и оструктуренность с глубиной. В нижней части горизонта выделяются гумусовые языки или затеки в нижележащий горизонт.

Подстилкообразование - процесс формирования на поверхности почвы органического слоя лесной подстилки или степного войлока, находящегося по вертикальным слоям на различных стадиях разложения растительных остатков.

Морфологически характеризуется тем, что вся подстилка сплошным слоем легко отделяется от нижележащей минеральной толщи почвы и состоит из различных невооруженным глазом растительных остатков. В нижнем слое подстилки имеется существенная механическая примесь минеральных скелетных частиц, как правило, лишенных оксидных пленок.

Торфообразование - процесс консервации отмерших органических остатков при весьма незначительной гумификации. Характеризуется образованием поверхностных торфяных горизонтов.

В зависимости от степени разложения торфа морфология торфяных горизонтов будет различной.

В **неразложённом торфяном горизонте** растительные остатки полностью или почти полностью сохранили свою форму и хорошо видны невооруженным глазом.

В **среднеразложённом торфе** растительные остатки лишь частично сохранили свою исходную форму в виде обрывков тканей, различимых невооруженным глазом.

В **разложённом торфе** форма растительных остатков не различается невооруженным глазом, и весь горизонт выделяется как сплошная мажущаяся органическая масса.

Дерновый процесс – это интенсивное гумусообразование и гумусонакопление под воздействием травянистой растительности, в составе которой существенную роль играют дерновинные злаки, сопровождающиеся образованием изогумусового профиля с поверхностным темным комковатым или зернистым гумусовым горизонтом.

Морфологически характеризуется так же, как процессы гумусообразования и гумусонакопления. Кроме того, в верхней части

профиля формируется дерновый горизонт (или дернина), характеризующийся обилием корневых систем растений (более половины по объему), пронизывающих минеральную массу.

Биогенный синтез глинных минералов - это процесс вторичного глинообразования в почвах, протекающий в результате взаимодействия освобождающихся при разложении растительных остатков простых соединений или ионов.

Морфологически горизонт, в котором идет биогенный синтез глинных минералов, выделяется как гумусовый оглиненный горизонт в верхней части профиля.

Реградация (проградация) – это процесс вторичного обогащения гумусом и другими соединениями верхних горизонтов деградированных или оподзоленных почв.

Морфологически такие почвы характеризуются темным гумусовым горизонтом комковато-зернистой структуры, без признаков оподзоленности, лежащем на переходном горизонте АВ, имеющем признаки прошлой оподзоленности (деградации) в виде укрупненной структуры с пленками, корочками и белесой присыпкой на гранях отдельностей.

Иллювиально-аккумулятивные процессы

Данная группа процессов охватывает процессы аккумуляции веществ в средней части профиля почв ниже элювиального горизонта и включает отложение, преобразование, закрепление принесенных сверху веществ.

Глинисто-иллювиальный процесс - это процесс иллювиального накопления вторичной глины, выносимой из элювиального горизонта в неразрушенном состоянии.

Морфологически выделяется горизонт с наибольшей глинистостью и уплотнением. Он имеет призматическую или ореховатую структуру, хорошо оформленную, с четко выраженными гранями и корочками. На гранях структурных отдельностей четко выделяются блестящие глинистые пленки, примазки.

Гумусово-иллювиальный процесс - это процесс иллювиального накопления гумуса, выносимого из элювиального горизонта.

Морфологически выделяются по образованию в профиле второго (нижнего) темноокрашенного гумусового горизонта ниже элювиального или в нижней части верхнего гумусового горизонта. Формируется обычно в песчаных почвах и очень редко в суглинистых, поэтому обычно бесструктурный и выделяется как одна или несколько прослоек темно-коричневого или буро-красно-коричневого цвета. Если есть структура, то на гранях структурных отдельностей заметны глянцевые темные гумусовые потеки.

Железисто-иллювиальный процесс - это процесс иллювиального накопления оксидов железа, выносимого из элювиального горизонта в ионной, коллоидной или связанной с органическим веществом формах.

Наиболее часто он наблюдается в песчаных почвах, когда приводит к образованию иллювиально-железистого горизонта ярко-желтого, красного или буро-желтого цвета в виде сплошного слоя или серии извилистых уплотненных прослоек - ортзандов. Если имеется структура, то по граням структурных отдельностей наблюдаются охристые пленки оксидов железа.

Глиноземно-гумусово-иллювиальный процесс - это процесс иллювиального накопления аморфных оксидов алюминия вместе с гумусом, вынесенных сверху из элювиального горизонта.

Морфологически почвы, в которых имеет место данный процесс, характеризуются буроземным профилем без морфологических признаков оподзоленности, но с некоторым уплотнением и оглиниванием в горизонте В.

Железисто-гумусово-иллювиальный процесс - процесс иллювиального накопления аморфных оксидов железа вместе с гумусом, вынесенных сверху из элювиального горизонта. Этот процесс характерен для песчаных подзолов.

Морфологически он проявляется в образовании сплошного или состоящего из серии извилистых прослоек иллювиального горизонта темно-бурой, охристо-бурой, красновато-бурой окраски.

Подзолисто-иллювиальный процесс - это процесс иллювиального накопления глинистых частиц и аморфных полуторных оксидов в профиле подзолистых почв, вынесенных сверху из подзолистого горизонта.

Морфологически проявляется в образовании оглиненного уплотненного горизонта ореховатой или призматической структуры с хорошо выраженными структурными отдельностями, имеющими корочки и натечные пленки по граням.

Карбонатно-иллювиальный процесс - это процесс иллювиального накопления карбонатов кальция, вынесенных сверху, в средней или нижней части профиля.

Морфологически проявляется в образовании карбонатных горизонтов.

Солонцово-иллювиальный процесс - это процесс иллювиального накопления глины, аморфных полуторных оксидов и гумуса в солонцовом горизонте солонцов и солонцеватых почв при существенном участии натрия в составе обменных катионов этого горизонта.

Морфологически проявляется в образовании солонцового горизонта. В сухом состоянии такой горизонт имеет столбчатую структуру с очень плотным сложением и лаковыми пленками и корочками на гранях структурных отдельностей.

Гидрогенно-аккумулятивные процессы

Эта группа процессов почвообразования связана с современным или прошлым влиянием грунтовых вод на формирование почвенного профиля. Особенно резко эти процессы проявляются при выпотном, или десукционном, водном режиме. Аккумуляция может быть как поверхностной, так и внутрипочвенной, затрагивающей любую часть профиля и любой из сформированных или формирующихся генетических горизонтов.

Засоление – это процесс накопления водно-растворимых солей в почвенной толще при поднятии минерализованных грунтовых вод. Если грунтовые воды или их капиллярная кайма доходят лишь до какой-то глубины внутри профиля, то аккумуляция солей имеет место на верхнем пределе капиллярной каймы, формируя соответствующий внутрипочвенный солевой горизонт. Если поток воды при испарительном режиме доходит до поверхности, то соли аккумуляруются на поверхности почвы.

Морфологическим признаком процесса засоления служит появление различных солевых образований (прожилки, корочки, гнезда, налеты). Засоление поверхностных горизонтов может быть сезонным: появление выцветов солей в сухой период и их исчезновение во влажный или при поливах.

Загипсование - процесс вторичной аккумуляции гипса в почвенной толще при отложении его из минерализованных грунтовых вод, насыщенных сульфатом кальция.

Морфологически процесс проявляется в образовании гипсового горизонта, а в особых случаях - гипсовой коры с характерным кристаллическим строением.

Окарбоначивание – это процесс вторичной аккумуляции карбоната кальция в почвенной толще при отложении его из минерализованных грунтовых вод при условии насыщения их карбонатом и бикарбонатом кальция.

Морфологически процесс проявляется в образовании карбонатного горизонта или карбонатной коры с их характерными морфологическими признаками. Если в профиле образован карбонатный горизонт, то могут быть сомнения о его истинной природе: иллювиальный он или гидрогенный. В случае наличия в профиле коровых образований таких сомнений нет: все коры в почвах имеют гидрогенное происхождение.

Оруденение – это процесс гидрогенного накопления оксидов железа разной степени гидратации в толще почвы с образованием «железистого» солончака или рудякового горизонта (болотной руды).

Морфологически будет проявляться различно в зависимости от стадии развития процесса. На разных стадиях формируются ожелезненные горизонты, интенсивно прокрашенные охристо-бурыми оксидами железа и содержащие микроконкреции. На более зрелых стадиях формируются конкреционные горизонты, состоящие из отдельных или сцементированных между собой конкреций неправильной формы. Основной минералогической формой в этих условиях будет лимонит.

Окремнение – это процесс гидрогенного накопления кремнезема и цементации им почвенных слоев, имеющий распространение в областях циркуляции щелочных растворов. Процесс имеет место в тропическом климате. При выветривании силикатов происходит ин-

тенсивное освобождение кремнезема и вынос его в коллоидной форме или истинном растворе грунтовыми водами в аккумулятивные ландшафты. Мобилизация кремнезема может происходить и в аридном или полуаридном климате с интенсивной циркуляцией щелочных растворов и большом участии натрия в почвообразовании. В любом случае в аккумулятивных ландшафтах происходит осаждение аморфного кремнезема, пропитывающего те или иные слои почвы и постепенно кристаллизующегося до вторичного кварца, с образованием опало-халцедоновых цементированных горизонтов (дурипенев).

Олуговение – это аккумулятивный процесс, связанный с воздействием грунтовых вод (или их капиллярной каймы) на нижнюю часть профиля при хорошем общем дренаже, что приводит к повышению общей увлажненности почвы без ее заболачивания.

Морфологически этот процесс проявляется в увеличении интенсивности гумусовой прокраски профиля (гумусовый горизонт становится более темным), мощности гумусового горизонта, языковатости нижней границы гумусового горизонта, переходе зернистой структуры в комковатую, в наличии немногочисленных ржавых и сизых пятнышек и железистых микроконкреций в нижней части профиля, в размягчении карбонатных конкреций.

Тирсификация – это процесс, в результате которого почва чернеет вследствие образования черного гидроморфного гумуса с крупными молекулами, комплексирующими железо, с деградацией почвенной структуры. Процесс развивается в условиях временного гидроморфизма, характерного для слабодренированных депрессий в районах засушливого климата. Процесс представляет собой своеобразное сочетание слабого олуговения и слитизации.

Морфологически он проявляется в образовании поверхностного темного (черного, темно-серого, темно-бурого) слитого горизонта, сильно растрескивающегося при высыхании, очень плотного и твердого в сухом состоянии и вязкого, набухающего при увлажнении.

Латеризация – это процесс как древнего, так и современного ожелезнения, обуславливающий вывод из круговорота значительных количеств алюминия и особенно железа, приводимый к образованию ожелезненных внутрипочвенных прослоев конкреционного или панцирного строения различной структуры (пизолитовой, шлаковой, вермикулярной) и с различным соотношением Si, Al и Fe путем

аллохтонного накопления железа из грунтовых или почвенных вод при их боковом перемещении в аккумулятивных ландшафтах. Внутрипочвенный латерит морфологически выделяется как прочный сцементированный конкреционный или ячеистый панцирный слой различной мощности. Обычно в почвенном профиле в ненарушенном состоянии латерит имеет двучленное строение: верхняя его часть конкреционная, а нижняя - ячеистая.

Плентификация (плентитообразование) – это процесс преобразования ферраллитизированного материала путем отложения из поднимающихся грунтовых вод оксидов железа на ферраллитной основе.

Морфологически проявляется в формировании горизонта - плентита, характеризующегося пестрой окраской и наличием разбросанных железистых охристо-бурых марганцовисто-железистых красновато-черных немногочисленных конкреций. Горизонт хотя и уплотненный, но свободно копается лопатой. При воздействии атмосферного воздуха со временем необратимо отвердевает, превращаясь в ячеистый латерит.

Отложение наилка - это гидрогенный пойменный, подводный или делювиальный процесс аккумуляции минерального вещества на поверхности почвы при его осаждении из водного потока. Главным морфологическим признаком служит микрослоистость наноса, причем слои измеряются, с одной стороны, миллиметрами, а с другой - выделяется и мезослоистость, измеряемая единицами и десятками сантиметров. Первая отражает сезонность отложений, а вторая - многолетнюю цикличность.

Элювиальные процессы

Эта группа процессов охватывает широкий круг элементарных процессов почвообразования, связанных с разрушением или преобразованием минеральной и органической массы почвы в элювиальном горизонте и выносом из него продуктов этого разрушения или преобразования нисходящими либо латеральными (боковыми) водными внутрипочвенными потоками, в результате чего элювиальный горизонт становится обедненным теми или иными соединениями и относительно обогащенным оставшимися на месте соединениями.

Выщелачивание— это процесс обеднения того или иного горизонта почвы основаниями в результате их выхода из кристаллической решетки минералов или органических соединений, растворения и последующего выноса.

Морфологическим признаком может служить образование на некоторой глубине в профиле карбонатно-иллювиального горизонта. В этом случае вышележащая толща может быть признана выщелоченной от карбонатов. Если же почвообразующая порода была карбонатной, а сформированная из нее почва лишена карбонатов, то это также признак выщелачивания.

Декарбонизация - это частный случай процесса выщелачивания, относящийся к разрушению и выносу карбонатов кальция (или магния) из содержащих его почвообразующих пород. Морфологические признаки этого процесса такие же, как процесса выщелачивания.

Кислотный гидролиз глинистых силикатов – это процесс полного распада глинистых минералов в условиях влажного климата (умеренного) с накоплением в элювиальном горизонте аморфного кремнезема и выносом оксидов алюминия. Морфологически проявляется в образовании белесого мучнистого бесструктурного горизонта, обогащенного кремнеземом.

Оподзоливание – это процесс в основе которого предполагается кислотный гидролиз минералов, приводящий к разрушению первичных и вторичных минералов, выносу продуктов разрушения в нижележащие горизонты или за пределы почвенного профиля и остаточному накоплению аморфного кремнезема в элювиальной толще.

Морфологически проявляется в образовании осветленного белесого горизонта слоеватой структуры или бесструктурного, языками или затеками заходящего в нижележащий горизонт В, облегченного по гранулометрическому составу.

Псевдооподзоливание. – это процесс образования осветленного горизонта в верхней части профиля почв в результате совместного действия лессивирования и поверхностного оглеения.

Лессивирование (лессиваж, иллиммеризация) – это процесс пептизирования, отмывки илистых частиц с поверхности зерен грубозернистого материала или из микроагрегатов и выноса их в неразрушенном состоянии из элювиального горизонта. Главным признаком этого процесса является формирование под элювиальным освет-

ленным горизонтом глинисто-аккумулятивного иллювиального горизонта, обогащенного ориентированной глиной по порам и микротрещинам, и наличие глинистых пленок на гранях структурных отдельностей. В элювиальном горизонте отмечается обилие светлых, отмытых зерен первичных минералов.

Осолодение – это процесс разрушения минеральной части почвы под воздействием щелочных растворов с накоплением остаточного аморфного кремнезема и выносом из элювиального (осолоделого) горизонта аморфных продуктов разрушения. Характерным признаком осолодения служит элювиально- иллювиальная дифференциация профиля при кислой реакции его элювиальной части и нейтральной или слабощелочной - иллювиальной. Результатом процесса является осолоделый горизонт сизовато-белесого или серовато-белесого цвета, слоеватой или чешуйчатой структуры, содержащий мучнистый кремнезем.

Псевдооглеение – это процесс внутрипочвенного, поверхностного или подповерхностного оглеения под воздействием периодического переувлажнения верховодкой. Поскольку переувлажнение почвы здесь не постоянное, сопровождаемое периодическим промыванием этого слоя, то образуется своеобразный элювиальный горизонт, в котором оглеение сочетается с разрушением соединений и выносом части продуктов разрушения. Наиболее четким признаком псевдооглеения является сочетание в осветленном элювиальном горизонте мраморизации и сегрегации. Мраморовидная окраска связана с чередованием окислительных и восстановительных условий. При восстановлении происходит мобилизация железа и марганца, а при окислении - их выпадение из раствора с образованием лимонита. В результате окраска становится пятнистой. В таком горизонте всегда присутствуют железо-марганцевые конкреции.

Сегрегация – это процесс образования внутрипочвенного осветленного горизонта путем стягивания соединений железа и марганца из общей почвенной массы в центры концентрации без существенного выноса за пределы горизонта. Процесс, как и псевдооглеение, связан с периодическим чередованием окислительной и восстановительной обстановки, сегрегацией железа и марганца в пределах горизонта. Последнее обусловлено распределением напряженности поля окислительно-восстановительного потенциала, формирующего

поток ионов железа от точек с низким потенциалом к точкам с высоким потенциалом. В результате формируется резко выраженный белесый горизонт с дискретно разбросанными железистыми конкрециями.

Ферролиз (элювиально-глеевый процесс) – это процесс разрушения глинистых силикатов при оглеении с последующим выносом или сегрегацией продуктов разрушения и остаточным накоплением кремнезема. По своим результатам этот процесс сходен с результатами других элювиальных процессов, однако при этом нет той типичной мраморизации элювиального горизонта, которая характерна для псевдооглеения, в меньшей степени проявляется и сегрегация железа. Элювиальный горизонт становится однородным, окрашенным в сизоватые тона с отдельными редко разбросанными ржавыми пятнами, структура его массивная, или глыбистая.

Элювиально-гумусовый процесс – это процесс образования и накопления гумуса, в составе которого существенную роль играют подвижные соединения, слабо закрепляемые катионами металлов.

Морфологически этот процесс характеризуется образованием иллювиально-гумусового горизонта в профиле, т. е. существенным потемнением нижней части гумусового горизонта, потечной нижней границей гумусового горизонта с глубокими гумусовыми затеками в нижнюю часть профиля, отсутствием четкой структуры в гумусовом горизонте.

Al-Fe-гумусовый процесс – это процесс мобилизации железа и алюминия минеральных пленок кислыми гумусовыми веществами и их последующего выноса с образованием элювиально-иллювиального профиля без глубокого разрушения минеральной части в элювиальном горизонте в отличие от подзолообразования. В результате формируется осветленный либо прокрашенный в сероватые тона гумусом элювиальный горизонт, лишенный оксидов железа и алюминия, и нижележащий иллювиальный Al-Fe-гумусовый горизонт, в котором аккумулируются аморфные продукты почвообразования, вынесенные сверху.

Для морфологии этого процесса характерна бесструктурность или непрочная, только намечающаяся слоеватая структура элювиального горизонта, уплотненность и некоторая цементированность иллювиального.

Коркообразование – это процесс образования поверхностной сильнопористой обогащенной кремнеземом обессоленной корочки в аридных и полуаридных почвах. Сущность этого процесса остается пока не разгаданной. Некоторые связывают коркообразование с осолодением, другие - с жизнедеятельностью водорослей.

Рассоление– это процесс выноса легкорастворимых солей из первоначально засоленных почв, противоположный процессу засоления.

Морфологически этот процесс может быть выявлен анализом распределения солей в профиле. В рассоляющемся профиле сверху вниз последовательно располагаются карбонаты, затем гипс и еще ниже сульфаты и хлориды натрия.

Деградация – это сложный процесс изменения поверхностного горизонта изогумусовых почв под влиянием залесения, увеличения увлажнения или других причин, приводящий к ухудшению их свойств и обеднению.

Морфологически этот процесс проявляется в посветлении окраски гумусового горизонта, укрупнении структуры, с одной стороны, и распылении ее - с другой, появлении кремнеземистой присыпки.

Метаморфизация почв

Это большая группа процессов преобразования состава и строения почвообразующей породы в результате почвообразования, происходящего *in situ* без выноса или привноса веществ. В значительном числе случаев эти процессы имеют место не в чистом виде, а в сочетании с аккумулятивными или элювиальными процессами.

Сиаллитизация– это процесс Процесс внутрипочвенного выветривания алюмосиликатов с образованием и аккумуляцией *in situ* вторичной глины сиал- литного состава. Часто этот процесс называют также оглиниванием (образование глинистой массы под влиянием почвообразования).

Морфологически проявляется в формировании оглиненного (метаморфического) горизонта с некоторой уплотненностью, при отсутствии видимой элювиально-иллювиальной дифференциации профиля и следов иллювирувания в оглиненном горизонте.

Монтмориллонитизация – это процесс внутripочвенного выветривания первичных алюмосиликатов с образованием и накоплением *in situ* вторичной глины монтмориллонитового состава.

Морфологически проявляется в образовании в почве тяжелого глинистого горизонта, сильно набухающего, вязкого и пластичного во влажном состоянии и сильно растрескивающегося при высыхании. Обычно монтмориллонитовые горизонты почв имеют темную (темно-серую, темно-бурю, черную) окраску вследствие образования темноокрашенных гумусово-глинистых комплексов даже при очень малом содержании гумуса.

Гумуссиаллитизация– это процесс преобразования минеральной массы под воздействием нейтральных и слабокислых гумусовых веществ, способствующих частичному выносу оснований (при хорошем дренаже) и формированию дернинно-гумусированного глинисто-щебнистого профиля почв; процесс происходит под горно-луговой и горно-лугово-степной растительностью.

Для морфологии этого процесса характерно оглинение почвы без видимых следов перемещения глинистого материала, темная окраска почвы вследствие интенсивного гумусообразования и гумусонакопления, щебнистость, возрастающая с глубиной и полиразмерная комковатая структура.

Ферраллитизация – это процесс внутripочвенного выветривания первичных алюмосиликатов с образованием и аккумуляцией *in situ* вторичной глины ферраллитного состава. В составе ферраллитизированного материала преобладают кварц, каолинит и минералы группы гидроксидов алюминия (гидраргиллит, диаспор) и железа (лимонит, гематит).

Для морфологии этого процесса характерны высокая степень оглиненности, желтая или красная окраска, неясная структура, наличие мелких железистых конкреций.

Феррсиаллитизация– это процесс накопления подвижных форм железа в виде $Fe(OH)_3$ и Fe_2O_3 на фоне оглинения, обусловленного декарбонизацией. Процесс наиболее интенсивно проявляется при декарбонизации пород, и особенно известняков с хорошим дренажем.

Феррсиаллитизации предшествует процесс растворения известняков, с которым связано разрушение карбонатного цемента, относи-

тельное накопление диспергированных силикатов, представляющих собой глинистую массу, высвобождение из силикатов и накопление в почвенной толще подвижных форм железа. Внешне ферриаллитный материал очень близок к ферраллитному, с меньшим содержанием кварца и большим количеством невыветрелых алюмосиликатов.

Рубефикация (ферритизация, ожелезнение) – это процесс необратимой коагуляции и последующей кристаллизации оксидов железа в почвенном профиле в результате периодического просыхания почвы в сухой и жаркий периоды года после приноса их и отложения в течение влажного периода.

Морфологически процесс характеризуется яркой оранжевой или кирпичной окраской профиля либо того горизонта, где он локализован, и некоторой цементацией почвенной массы.

Оглеение – это процесс метаморфического преобразования минеральной почвенной массы в результате постоянного или периодического переувлажнения, приводящего к сильному развитию восстановительных процессов. Процесс сопровождается восстановлением ионов и соединений с переменной валентностью, разрушением кристаллической решетки первичных минералов и синтезом специфических вторичных минералов, имеющих в своей решетке ионы с низкой валентностью.

Морфологически проявляется в образовании сизоватых, голубоватых, зеленоватых или оливковых пятен или сплошных горизонтов, бесструктурных и вязких по сложению.

Оливизация– это процесс в результате которого почвенная масса приобретает оливковую или зеленоватую окраску, устойчивую в окислительной среде, что связано с образованием в условиях периодического чередования переувлажнения и просыхания глинистых минералов, содержащих трехвалентное железо (нонтронит, глауконит, хлорит).

Процесс сопровождается слитизацией и обесструктурированием массы почвы.

Слитизация – это процесс обратимой цементации монтмориллонито-во-глинистых горизонтов почв в условиях периодического чередования интенсивного увлажнения и просыхания. Природа этого процесса остается до сих пор не выясненной, хотя условия слитизации и свойства слитых горизонтов изучены достаточно подробно.

Морфологически проявляется в образовании слитых горизонтов или профиля в целом.

Оструктуривание – это процесс разделения почвенной массы на агрегаты разного размера и формы, последующего упрочнения их и формирования внутреннего строения структурных отдельностей.

Отвердевание (панциреобразование, кирасообразование) – это процесс необратимого изменения ожелезненных или окремнелых поверхностных горизонтов в результате дегидратации и кристаллизации оксидов железа или кремнезема.

Морфологически процесс проявляется в формировании поверхностного панциря той или иной мощности, который невозможно копать лопатой.

Фраджипэнообразование – это процесс формирования внутрипочвенного горизонта, характеризующегося оглинением, сильным уплотнением и высокой твердостью, большой хрупкостью и малой пластичностью.

Мраморизация– это процесс специфического преобразования морфологического облика почвенных горизонтов в результате действия различных почвенных процессов. Мраморовидная окраска и соответствующее строение горизонта могут быть результатом оглеения и сегрегации, псевдооглеения, оподзоливания, осолодения и др.

Криогенные процессы

Эта группа процессов в почвах связана с воздействием длительного промораживания почвенной массы в условиях холодного полярного или высокогорного климата при наличии или отсутствии постоянно мерзлого слоя в почвенном профиле.

Криогенное засоление – это процесс засоления почвы при отсутствии выноса освобождающихся в процессе выветривания солей за ее пределы вследствие отсутствия нисходящих или боковых водных потоков при господстве низких температур.

Морфология процесса - соли выкристаллизовываются в виде белых налетов на поверхности камней или равномерно пропитывают белыми кристалликами мелкозем почвы.

Криогенное окарбоначивание – это процесс аккумуляции карбонатов в почве вследствие их образования, при освобождении оснований из выветривающейся породы в условиях отсутствия нисходящих и боковых водных потоков при господстве низких температур.

Морфологически карбонаты выделяются в форме налетов и корочек на поверхностях обломков камней или мучнистой массой заполняют поры и трещины.

Криогенное ожелезнение– это процесс аккумуляции и выделения в почве оксидов железа, освобождающихся при выветривании породы в условиях отсутствия их выноса за пределы почвы вследствие того, что нет нисходящих или боковых водных потоков при господстве низких температур.

Морфологически проявляется в образовании оксидных пленок и корочек на поверхности камней. В сформированных почвах образуются охристые ожелезненные горизонты с мелкими мягкими конкрециями.

Al-Fe-гумусово-криогенный процесс– это процесс мобилизации алюминия и железа, освобождающихся при выветривании первичных минералов подвижными гумусовыми кислотами, вследствие чего образуется над- мерзлотный аккумулятивный горизонт, прокрашенный гумусом и железом.

Морфологически проявляется в формировании горизонта темно- охристо-бурой или темно-бурой окраски, непрочной комковатой структуры с наличием мелких железистых конкреций.

Ретинизация гумуса– это процесс аккумуляции коагулированного промораживанием гумуса в надмерзлотных слоях, в результате которого формируется специфический надмерзлотный гумусово-аккумулятивный горизонт бурого или буровато-красного цвета с невыраженной или творожистой структурой, со слабой цементацией минеральной массы.

Антропогенные процессы

Эта большая группа процессов включает в себя элементарные процессы почвообразования, которые возникают и идут в различных почвах под влиянием человеческой деятельности и приводят к тем

или иным изменениям как в общем направлении почвообразования, так и в морфологии почвенного профиля.

Образование пахотного горизонта- это процесс обособления в верхней части почвенного профиля особого горизонта в результате периодической ее обработки при земледелии.

Образование подплужного горизонта - это процесс пахотно-иллювиального накопления глины, гумуса и полуторных оксидов непосредственно под пахотным горизонтом длительно обрабатываемых на одну и ту же глубину почв, с последующим его уплотнением.

Кольматаж (заиливание) – это процесс отложения на поверхности почвы суспендированного в ирригационной воде материала и наращивание вверх почвенной толщи.

Вторичное засоление– это процесс засоления почвы в результате подъема минерализованных грунтовых вод при орошении или накоплении солей из оросительных вод.

Осолонцевание – это процесс появления свойств солонца или солонце-ватости при длительном орошении почв слабоминерализованными водами, содержащими свободную соду. Морфологически проявляется в разрушении исходной комковатой или зернистой структуры, появлении глыбистости, слитости и твердости.

Деградационное оглеение - это специфический процесс, развивающийся в поверхностном горизонте почв рисовых полей при культуре риса с затоплением, когда почва постоянно насыщена водой в вегетационный сезон и просыхает в межвегетационные периоды. В этих условиях возникает целая серия микропроцессов, в целом составляющих процесс деградационного оглеения.

Педотурбационные процессы

Это группа процессов, при которых происходит механическое перемешивание почвенной массы под воздействием тех или иных природных и вызванных человеком сил. Одни из них приводят к незначительному внутрипочвенному перемещению массы, другие - к полному перемешиванию и оборачиванию горизонтов, во всех случаях оставляя определенные морфологические признаки, получившие название педотурбационных.

Самомульчирование – это процесс образования рыхлого мелкоглыбистого поверхностного горизонта при растрескивании в процессе обсыхания слитых горизонтов почв. Морфологически слой поверхностной рыхлой мульчи ясно отделяется от нижележащей слитой массы почвы, существует лишь в сухом состоянии, полностью сливаясь с нею при увлажнении и не отличаясь от нее по составу.

Растрескивание – это процесс интенсивного сжатия почвенной массы на значительную глубину при ее обсыхании с образованием вертикальных и горизонтальных трещин. Особенно большое значение для перемешивания почвенной массы имеет образование глубоких вертикальных трещин (щелей), глубина которых в некоторых случаях может превышать 1 м, а ширина у поверхности - 10 см.

Криотурбация. – это процесс морозного механического перемещения одних почвенных масс в отношении других в пределах какого-либо горизонта или всего профиля с образованием специфического криотурбационного строения. При этом протекает целый комплекс различных механических движений почвенной массы: морозобойное растрескивание, пучение и излияние почвенной массы на поверхность, тиксотропное течение, расслоение и т. д.

Вспучивание – это процесс образования крупноглыбистого поверхностного слоя солончаковых кор в пустынях при обсыхании сульфатных солончаков.

Биотурбация – это процесс перемешивания почвенной массы роющей деятельностью почвенной фауны. С одной стороны, происходит затаскивание или просыпание поверхностного материала по ходам землероев вниз, а с другой - вынос ими на поверхность глубинного материала.

Лесные вывалы – это процесс перемешивания почвенной массы различных горизонтов почв при ветровальных вывалах в лесах, особенно характерных для таежной зоны с избыточно увлажненными почвами.

Обработка почвы – это процесс перемешивания почвы простыми или механическими сельскохозяйственными орудиями в практике земледелия.

Деструкционные (деструктивные) процессы

К этой группе относятся процессы поверхностного механического разрушения почв динамическими силами атмосферных агентов: воды и ветра. Соответственно выделяются два процесса: эрозия и дефляция.

Эрозия – это процесс механического разрушения поверхности почвы под действием поверхностного стока атмосферных осадков. Различается плоскостная эрозия, или эрозия смыва, и линейная эрозия, или эрозия размыва.

Морфологическими признаками наличия процесса эрозии почв являются: присутствие на поверхности промоин, размывов, ложбин стока, постепенно объединяющихся в общую дендровидную сеть различного порядка, и, конечно, оврагов; уменьшение мощности поверхностного гумусового горизонта по сравнению с несмытой для данной территории нормальной почвой; приближение к поверхности горизонтов, нормально являющихся внутрипочвенными, например, элювиального, иллювиального, почвообразующей породы; бурая окраска поверхностного пахотного горизонта при серой или черной в несмытых почвах.

Дефляция – это процесс механического разрушения поверхности почвы под действием ветра, который проявляется на песчаных почвах, но иногда может быть довольно интенсивным и на суглинках и глинах, особенно при их пылеватом составе (пыльные бури). Признаками наличия этого процесса в песках являются специфический дюнный (барханный), бугристый рельеф, поверхностная эоловая рябь, отсутствие почвы, лишенная растительности поверхность. На суглинках признаком дефляции служит наличие на поверхности эолового пылевого наноса. Приведенная система и перечень элементарных почвенных процессов, вероятно, не исчерпывает всего их разнообразия в почвенном покрове нашей планеты. Это лишь наиболее широко распространенные и хорошо изученные.

Контрольные вопросы

1. В результате чего образуется почвенный профиль?
2. В результате чего образуются почвенные профили?

3. Дайте понятию мощность почвенного профиля.
4. Дайте характеристику градации по глубине языков в языковатой границе перехода в почвенном горизонте.
5. Дайте характеристику градации по длине волны в волнистой границе перехода в почвенном горизонте.
6. Дайте характеристику и свойства гумус типа модер.
7. Дайте характеристику и свойства гумус типа мор.
8. Дайте характеристику и свойства гумус типа мюль.
9. Дайте характеристику многочленному почвенному профилю.
10. Дайте характеристику мозаичному почвенному профилю.
11. Дайте характеристику нарушенному почвенному профилю.
12. Дайте характеристику нарушенному почвенному профилю.
13. Дайте характеристику неполноразвитому почвенному профилю.
14. Дайте характеристику нормальному почвенному профилю.
15. Дайте характеристику переходным горизонтам.
16. Дайте характеристику погребенным горизонтам.
17. Дайте характеристику полициклическому почвенному профилю.
18. Дайте характеристику примитивному почвенному профилю.
19. Дайте характеристику простому почвенному профилю.
20. Дайте характеристику реликтовому почвенному профилю.
21. Дайте характеристику слабодифференцированному почвенному профилю.
22. Дайте характеристику сложному почвенному профилю.
23. Дайте характеристику смешанным горизонтам.
24. Дайте характеристику степени выраженности перехода между горизонтами, имеющими ясный переход.
25. Дайте характеристику степени выраженности перехода между горизонтами, имеющими заметный переход.
26. Дайте характеристику степени выраженности перехода между горизонтами, имеющими постепенный переход.
27. Как обозначаются горизонты в пределах почвенного профиля в случае литологической смены?
28. Как условно можно разделяют профиль почвы по мощности?
29. Какие генетические горизонты выделял В. В. Докучаев и дайте им характеристику.

30. Какими свойствами отличаются все элювиальные горизонты независимо от их генезиса?

31. Охарактеризуйте гидрогенно-дифференцированный почвенный профиль.

32. Охарактеризуйте изогумусовый почвенный профиль.

33. Охарактеризуйте криогенно-дифференцированный почвенный профиль.

34. Охарактеризуйте метаморфический почвенный профиль.

35. Охарактеризуйте недифференцированный (примитивный) почвенный профиль.

36. Охарактеризуйте характер переходов между горизонтами в почвенном профиле имеющий ровную границу.

37. Охарактеризуйте характер переходов между горизонтами в почвенном профиле имеющий волнистую границу.

38. Охарактеризуйте характер переходов между горизонтами в почвенном профиле имеющий карманную границу.

39. Охарактеризуйте характер переходов между горизонтами в почвенном профиле имеющий языковатую границу.

40. Охарактеризуйте характер переходов между горизонтами в почвенном профиле имеющий затечную границу.

41. Охарактеризуйте характер переходов между горизонтами в почвенном профиле имеющий размытую границу.

42. Охарактеризуйте характер переходов между горизонтами в почвенном профиле имеющий пильчатую границу.

43. Охарактеризуйте характер переходов между горизонтами в почвенном профиле имеющий полисадную границу.

44. Охарактеризуйте элювиально-иллювиально-дифференцированный почвенный профиль.

45. Перечислите основные аккумулятивные (гидрогенно-аккумулятивные) горизонты.

46. Перечислите основные глеевые горизонты.

47. Перечислите основные динамоморфные (турбационные) горизонты.

48. Перечислите основные иллювиальные горизонты.

49. Перечислите основные коровые горизонты.

50. Перечислите основные метаморфические горизонты.

51. Перечислите основные органогенные горизонты.

52. Перечислите основные подпочвенные горизонты.
53. Перечислите основные элювиальные горизонты.
54. По каким факторам выделяют границу в профиле?
55. Профиль почв, фактором дифференциации которых служит присутствующая на небольшой глубине постоянная льдистая мерзлота.
56. Что такое «кошачья глина»?
57. Что такое «пустынный загар»?
58. Что такое генетический почвенный горизонт?
59. Что такое почвенный индивидуум или педон?
60. Что такое почвенный профиль?
61. В чем сущность профильного метода исследования почвы?
62. В чем сущность морфологического метода исследования почвы?
63. В чем сущность сравнительно-географического метода исследования почв?
64. В чем сущность сравнительно-исторического метода исследования почв?
65. В чем сущность метода почвенных ключей?
66. В чем сущность метода почвенных монолитов?
67. В чем сущность метода почвенных лизиметров?
68. В чем сущность метода почвенно-режимных наблюдений?
69. В чем сущность балансового метода в изучении почв?
70. В чем сущность метода почвенных вытяжек?
71. В чем сущность аэрокосмических методов исследования почв?
72. В чем сущность радиоизотопных методов исследования почв?
73. В чем сущность биогеоценологических методов исследования почв?
74. В чем сущность полевых почвенных методов исследования почв?
75. В чем сущность системного методического подхода в исследовании почв?
76. Что такое почвенный разрез?
77. Какие бывают почвенные разрезы?

78. Опишите последовательность заложения почвенного разреза.

79. Что такое полный или основной почвенный разрез?

80. Что такое полуяма или контрольный разрез?

81. Что такое прикопки?

82. Что обязательно нужно отображать в полевом журнале при закладке почвенного разреза?

83. В чем сущность метода сплошной колонки?

84. В чем различия отбора почвенных образцов из горизонтов почвы? Опишите.

85. Опишите, как правильно подготавливать и хранить почву для хранения.

Глава 5. ОКРАСКА ПОЧВЫ

В естественной ненарушенной почве окраска служит важным морфологическим признаком, характеризующим многие ее свойства. В отношении окраски может характеризоваться как профиль почвы в целом, так и отдельные его горизонты.

Важное диагностическое значение имеет **изменение окраски почвы по профилю**, которое может быть и очень постепенным, как в черноземах или красноземах, так и весьма резким, как в дерново-подзолистых почвах или солодах.

Окраска почвы служит первым морфологическим признаком, но которому выделяются генетические горизонты в профиле, поскольку она непосредственно связана с составом и сложением почвы, и все изменения окраски являются отражением изменений внутренних свойств почвенного материала.

Окраска почвы проявляется вследствие избирательного поглощения и диффузного отражения лучистой энергии солнца в области спектра, доступной для восприятия зрительным аппаратом (Орлов, 1980).

Эта область невелика и лежит в интервале от 380 до 760 нм. Отраженная от почвы радиация видимого диапазона с иным соотношением составных частей «белого» цвета обуславливает ее важнейший морфологический признак - цвет.

При рассмотрении окраски индивидуального горизонта почвенного профиля выделяются несколько типов ее распределения:

1. **Однородная окраска** - весь горизонт однообразно окрашен в какой-то цвет.

2. **Равномерная однородная окраска** - тон и интенсивность окраски не меняются в пределах всего горизонта.

3. **Неравномерная однородная окраска** - тон и интенсивность окраски постепенно меняются от верхней части горизонта к нижней, например, от темно-бурой до бурой или от темно-серой до серой.

4. **Неоднородная окраска** - горизонт окрашен в различные цвета путем чередования пятен разного цвета при разной геометрии чередования.

5. **Пятнистая окраска** - пятна какого-то цвета нерегулярно располагаются на фоне другого цвета, например, охристые пятна на си-

зом фоне в глеевом горизонте или белесые пятна - на красноватом фоне в плинтите.

6. Крапчатая окраска - мелкие пятнышки (диаметром до 5 мм) нерегулярно разбросаны по однородному фону другой окраски, создавая порфирированное строение окраски.

7. Полосчатая окраска - окраска создается регулярным чередованием полос разного цвета, например, чередование желтоватых и красноватых полосок в зебровидной глине.

8. Мраморовидная окраска - крайне пестрая окраска, создаваемая прихотливым узором пятен и прожилок разного цвета, причем прожилки обычно более светлые, чем пятнистая окраска основной массы (например, окраска псевдоглеевых горизонтов или фраздженна).

При характеристике неоднородной окраски важное значение имеет количественная характеристика **неоднородности** или **степени пятнистости**.

Пятнистость окраски может быть описана следующим образом исходя из следующих градаций:

Обилие пятен:

- А. мало - пятна занимают менее 2% площади;
- В. средне - пятна занимают менее 2 - 20% площади;
- С. много - пятна занимают более 20% площади.

Размер пятен:

- 1. мелкие - менее 5 мм в диаметре;
- 2. средние - от 5 до 15 мм;
- 3. крупные - более 15 мм в диаметре.

Контрастность пятен:

А. слабая - окраска пятен близка к фону, а пятна заметны лишь при внимательном рассмотрении;

В. заметная - окраска пятен отличается от фона, и они легко заметны;

С. выдающаяся - пятна резко бросаются в глаза и резко по цвету отличаются от фона.

4. Резкость границ пятен:

- А. резкая - граница окраски, как острие ножа;
- В. ясная - переход окраски в пределах 2 мм;
- С. диффузная - переход окраски более 2 мм.

5. Окраска пятен описывается в стандартных терминах с учетом цвета, оттенка, интенсивности.

Поскольку окраска почвы - это отраженный солнечный свет, то, естественно, сравнивать окраску возможно только при одинаковых условиях освещения.

В полевых условиях надежное описание окраски рекомендуется производить лишь в дневные часы и при одинаковой экспозиции окрашенной поверхности. Существенное значение для определения окраски почвы имеют условия увлажнения.

Интенсивность и тон окраски существенно меняются при изменении влажности почвы, например, от темно-серой до светло-серой при высыхании, но и сам цвет окраски может резко изменяться, например, синий глет может перейти в бурый при высыхании.

Поэтому сравнение окраски почвы должно производиться при одинаковых условиях увлажнения, а если такой возможности нет, то влажность почвы, при которой определяют ее окраска, должна быть четко зафиксировано в описании.

Кроме того, поскольку окраска почвы всегда меняется с изменением влажности, то само это изменение может иметь диагностический характер и дать дополнительную информацию о свойствах почвы.

Соответственно целесообразно определение окраски почвы производить во влажном и в сухом состоянии, например, белесая окраска кремнеземистой присыпки может быть не отмечена для сильно увлажненной почвы и тем самым будет пропущен важный диагностический признак, что может привести и к неправильному наименованию почвы (например, оподзоленный чернозем может быть неправильно назван выщелоченным). Окраска подсушенной почвы всегда отличается от ее окраски во влажном состоянии, и это не должно упускаться из внимания.

Окраска поверхности структурных отдельностей может существенно отличаться от окраски их внутренней части вследствие образования поверхностной корочки и натечных пленок. Это также необходимо учитывать при описании окраски почвы.

Различия в окраске внешних и внутренних частей структурных отдельностей могут дать важную информацию о генезисе почвы, поскольку полностью определяются спецификой почвообразовательного процесса.

5.1. Связь окраски с составом почв и почвообразованием

Окраска почвы, в первую очередь, определяется ее химическим и минералогическим составом. Несмотря на элементарность этого положения, важность его для почвоведения первостепенная, ибо оно позволяет почвоведу даже при простом полевом обследовании сформулировать вполне определенные суждения о вещественном составе, качестве почвы и ее главных характеристиках.

С одной стороны, имеется непосредственная связь окраски почвы с ее составом, а с другой - с определенными элементарными или сложными процессами почвообразования. И то и другое может быть подвергнуто научному анализу.

Окраска почвы частично наследуется от почвообразующей породы, частично же, причем часто в значительно большей степени, приобретает в процессе почвообразования.

5.2. Связь окраски почв с их составом

Черная окраска может быть результатом содержания различных веществ в почвах, и прежде всего гумуса. Однако гумус почвы может быть и светлоокрашенным, как в некоторых тундровых, лесных или пустынных почвах.

Наиболее темную окраску в составе гумуса имеет фракция серых гуминовых кислот, а наиболее светлую - фракция фульвокислот. Соответственно не всякий гумус придает почве черную окраску даже при высоком его содержании.

Черная окраска формируется в том случае, если в почве накапливается высокополимеризованный гуматный гумус. Особенно интенсивным черным цветом характеризуются почвы с монтмориллонитовым характером глинистой фракции.

Если в почве много монтмориллонитовых глин, то черная окраска может появляться и при малом содержании гумуса вследствие образования особых гумусово-глинистых комплексов, как это имеет место в некоторых тропических вертисолях.

Полной зависимости между содержанием гумуса и интенсивностью черной окраски в почвах нет, хотя в широком смысле и можно сказать, что чем чернее почва, тем больше в ней гумуса. Это утвер-

ждение становится справедливым, лишь, будучи прилагаемым к определенным типам почв и только в пределах данных типов.

Кроме гумуса **черную окраску** в почвах могут давать некоторые сульфиды (гидротроилит - $\text{FeS} \cdot \text{H}_2\text{O}$), окислы марганца, темные первичные минералы (например, роговая обманка), древесный уголь, магнетит - Fe_3O_4 , железистый монтмориллонит.

О природе черной окраски почвы в некоторых случаях может дать представление простое прокаливание: если после прокалывания черная окраска почвы исчезнет, а почва краснеет, то значит преимущественно она обусловлена гумусом; если черная окраска не исчезает после прокалывания либо лишь светлеет, то причиной ее является не гумус, а другие компоненты почвы.

Белая окраска в почвах связана преимущественно с четырьмя наиболее распространенными компонентами состава: кварцем, каолинитом, известью и воднорастворимыми солями. Кроме того, светлую окраску могут придавать почве некоторые первичные минералы (например, полевые шпаты). Специфическую снежно-белую окраску имеет во влажном состоянии вивианит, характерный для болотных почв. Белую окраску почве придают и мелкокристаллический гипс или ангидрит.

Красная окраска - результат накопления в почве мало - или негидратированных свободных окислов железа, преимущественно в форме гематита или турьита. Чем более дренирована богатая окислами железа почва, тем более интенсивна ее красная окраска.

Желтая окраска - результат накопления в почве гидратированных окислов железа, и прежде всего лимонита. Яркую соломенно-желтую окраску в почвах имеет ярозит (сульфат железа, образующийся при окислении сульфидов в мелиорированных маршевых почвах).

Бурая окраска характерна для глинистых почв с высоким содержанием иллита, слюдистых минералов и смеси в разной степени гидратированных окислов железа. Это преобладающая окраска в массе большинства глинистых минералов почв. Кроме того, она образуется при смешении красной, желтой, белой и черной окрасок в разных соотношениях, а поэтому является наиболее распространенной в разных типах почв.

Пурпурная окраска - свидетельство высокого содержания свободных окислов марганца. Это довольно редкое явление, связанное со спецификой определенных почвообразующих пород.

Синяя окраска в чистом виде в почвах встречается редко. Это обычная окраска глея некоторых типов северных болот, связанная с вивианитом в сухом состоянии.

Синий и голубой цвета почва приобретает при избыточном увлажнении т.к. анаэробной среде оксид железа Fe (III) переходит в оксид железа Fe (II), соединения которого окрашивают почву или отдельные ее горизонты. Зато производная от синей - **сизая окраска** - исключительно широко распространенное явление во всех болотных или полуболотных почвах, связанное со специфическими минералами, содержащими закись железа.

Зеленая (оливковая) окраска формируется в почвах избыточного увлажнения, содержащих особые зеленоватые глинистые минералы с высокой насыщенностью железом, такие, как например нонtronит.

Выше приведенные окраски существуют в почвах редко в чистом виде, а чаще в виде переходных или смешанных окрасок, что отражает и переходный или смешанный состав почвенной массы (табл. 2).

Таблица 2

Окраска почвы в связи с её химическим и минералогическим составом

| Окраска почвы | Химический и минералогический состав |
|---|---|
| Интенсивно-чёрная, тёмно-серая, серая, светло-серая, тёмно-бурая, буровато-чёрная, буро-чёрная | Гумусовые вещества (интенсивность окраски и оттенки зависят от концентрации и состава гумуса), углистые сланцы |
| Чёрные пятна (вкрапления) и прослойки на красновато-буром фоне | Гидроокислы марганца |
| Жёлто-оранжевая, жёлто-бурая, буровато-жёлтая, красно-бурая, фиолетово бурая, светло-бурая и т.д. | Оксиды и гидроксиды железа, алюминия и фосфора, образующие самостоятельные минералы или находящиеся в сорбированном состоянии на поверхности тонких глинистых минералов |
| Голубоватая, голубовато-серая (сизая), зеленовато - голубоватая и т.д. | Оксиды железа (II) |
| Белёсая | Тонкие зёрна кварца (кремнезём), каолинит, карбонаты кальция и магния |
| Белая, желтовато-белая, палево-белая и т.д. | Хлориды натрия, магния, кальция; сульфаты натрия и магния, гипс; карбонаты кальция и магния |

Треугольник почвенных красок С. А. Захарова

В вершинах этого треугольника - белый, черный и красный цвета, а по сторонам и медианам нанесены названия различных цветов, производных от смешения трех основных (рис. 34).

Разнообразие окрасок в почвах создается тремя основными цветами - красным, белым и черным цветом, их смешением в разных пропорциях, т.е. смешением в почвенной массе следующих основных компонентов: $Fe_2O_3 - nH_2O$ (красный цвет), $SiO_2, Al_2O_3, CaCO_3$ (белый цвет) и гумуса (черный цвет).



Рис. 34. Треугольник окраски почв по С. А. Захарову

Однако необходимо твердо понимать, что прямой зависимости между окраской почвы и ее составом нет - эта зависимость всегда опосредованная.

Таким образом, суждение о составе почвы на основании ее окраски должно делаться лишь в самых общих чертах и с большой осторожностью: черная почва - много гумуса; красная почва - много маловодных Fe_2O_3 ; белая почва - много извести либо кремнезема, либо каолинита; желтая почва - обилие многоводных Fe_2O_3 . Более точные характеристики могут быть даны лишь после тщательного лабораторного анализа.

Существенный интерес имеет анализ корреляции окраски почвы с тем или иным типом почвообразования, элементарным или сложным почвообразовательным процессом.

Прежде всего, нет прямой зависимости между окраской и элементарным почвообразовательным процессом или типом почвообразования.

Разные процессы могут в конечном результате дать одинаковую окраску, так как она не является единственным результатом почвообразования. Таким образом, одна и та же окраска почвы может быть результатом разных процессов, что делает ее генетическую интерпретацию неоднозначной и требующей дополнительной информации.

Характеристические процессы образования той или иной окраски почв (рис. 35).



Рис. 35. Характеристические процессы образования той или иной окраски почв (при прочих равных условиях почвообразования)

Черная или серая окраска может быть результатом следующих элементарных процессов почвообразования:

- гумусообразования,
- гумусонакопления,
- торфообразования,
- дернового процесса,
- регградации (проградации),
- гумусово-иллювиального процесса,
- глиноземно-гумусово-иллювиального процесса,
- солонцово-иллювиального процесса,
- олуговения,
- тирсификация,
- гумуссиаллитизация,
- выветривание черных углистых горных пород.

Во всех случаях, кроме последнего, это аккумуляция тех или иных количеств гумуса в почве, причем на первое место среди процессов создания черной окраски почв по своему значению выходит процесс гумусонакопления.

Белая или белесая окраска образуется в почвах также при действии различных процессов, среди которых могут быть:

- карбонатно-иллювиальный процесс,
- засоление,
- загипсовывание,
- окарбоначивание,
- окремнение,
- кислотный гидролиз глинистых силикатов,
- оподзоливание,
- псевдоподзоливание,
- лессивирование,
- осолодение,
- псевдооглеение,
- сегрегация,
- элювиально-гумусовый процесс,
- Al-Fe-гумусовый процесс,
- деградация,
- криогенное засоление,
- криогенное окарбоначивание,
- Al-Fe-гумусово-криогенный процесс,
- вторичное засоление,
- деградационное оглеение,
- ферролиз.

Красная или желтая окраска может быть связана в почвах с воздействием следующих процессов:

- железисто-иллювиального процесса,
- латеризации,
- ферраллитизации,
- ферсиаллитизации,
- рубефикации,
- криогенного ожелезнения.

В этом случае набор процессов, ответственных за появление красной или желтой окраски почв, значительно меньше, но все они связаны с одним и тем же конечным результатом - накоплением свободных окислов железа в тех или иных формах, хотя и разными путями. Будет окраска красной, оранжевой или желтой - зависит от степени дренированности почвы и соответственно от степени гидратации окислов железа.

Бурая окраска - одна из наиболее распространенных в средней части почв, но часто встречается и в верхних горизонтах. Особенно часты желто-бурая либо красно-бурая окраска в почвах, что связано с различным сочетанием процессов. Наиболее часто бурая окраска является результатом:

- биогенного синтеза глинных минералов,
- торфообразования,
- глинисто-иллювиального процесса,
- глиноземно-гумусово-иллювиального процесса,
- железисто-гумусово-иллювиального процесса,
- подзолисто-иллювиального процесса,
- оруденения,
- рассоления,
- сиаллитизации,
- монтмориллонитизации,
- ретинизации гумуса.

Точка зрения на происхождение бурой окраски почв заключается в том, что в бурых полупустынных, серо-бурых пустынных, такыровидных и других почвах бурая окраска является реликтовой и связана с новообразованием некоторых минеральных или органоминеральных соединений на месте бывших темноокрашенных гумусовых горизонтов палеопочв (Соколов, 1961).

Синяя, сизая, зеленоватая, оливковая окраска в почвах всегда связана с переувлажнением почвенной массы. Она является результатом процесса оглеения во всех его вариантах либо оливизации.

Пестрая, мраморовидная окраска в почвах - это результат:

- плинтификации,
- псевдооглеения,
- сегрегации,

- фраджипэнообразования,
- мраморизации,
- тиксотропизации,
- деградационного оглеения.

5.3. Способы определения и оценки почвенной окраски

1. с помощью вращающихся дисков Максвелла,
2. с помощью визуальных анализаторов или компараторов,
3. визуальное описание,
4. визуальное сравнение со шкалой
5. фотометрически или спектро-фотометрически.

Способ определения окраски с помощью вращающихся дисков Максвелла

Он состоит в использовании простейшего приспособления в виде серии вращающихся дисков разной окраски. Однако природную окраску почв, оказалось, практически невозможно сравнивать с искусственной простой окраской на дисках, метод не был принят (рис. 36).



Рис. 36. Диск Максвелла

Визуальный анализатор окраски простого компаратора

Визуальный анализатор окраски в виде простого компаратора не получил признания из-за его ограниченной цветовой гаммы (рис. 37).



Рис. 37. Компаратор частотный

Визуальное определение окраски

Данный метод постоянно применяется почвоведом в полевой работе, причем используется значительное число несогласованных и нестандартных, часто описательных, а не цветовых терминов, что приводит к субъективизму и несопоставимости описаний разных авторов.

Наиболее удачной методикой визуального определения окраски почвы принадлежит С. А. Захарову построившего известный треугольник, включивший в себя тон (красный и желтый); черный и белый цвета и внутри треугольника тусклые почвенные цвета - бурые и палевые (рис. 38).

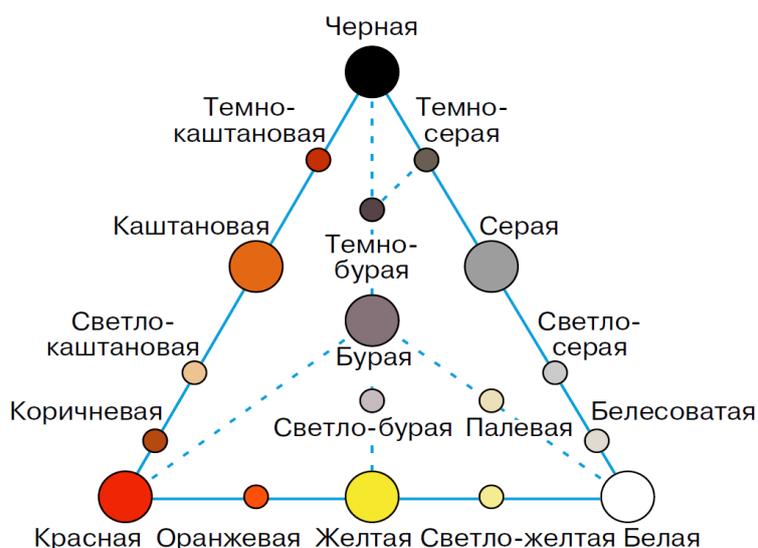


Рис. 38. Треугольник окраски почв по С. А. Захарову

Различные почвенные окраски выводятся из этого треугольника весьма просто (нет здесь только синих и сизых тонов глея).

Способ визуального сравнения со шкалой Мансела

Использование способа визуального сравнения со шкалой получило до настоящего времени наиболее широкую и полную теоретическую и практическую поддержку почвоведов во всем мире. Однако характер стандартной шкалы вызывал и вызывает еще существенную дискуссию.

К примеру, в таблицах Мансела каждая окраска характеризуется тремя показателями: тоном или оттенком, интенсивностью окраски или степенью осветленности и насыщенностью тона или чистотой спектрального цвета (рис. 39, 40).



Рис. 39. Шкала Мансела



Рис. 40. Определение окраски почвы по шкале Мансела

Соответственно для характеристики окраски почвы и тройной индекс: например, **10YR 6/3**, где 10YR означает тон, 6 - освещенность и 3 чистоту тона.

В качестве основных тонов взяты пять: красный (R), желтый (Y), зеленый (G), синий (B) и фиолетовый (P); в качестве дополнительных тоже пять: желто-красный (YR), зелено-желтый (GY), сине-зеленый (BG), фиолетово-синий (PB) и красно-фиолетовый (RP).

В каждом основном и дополнительном тоне выделяются по 10 градаций, что в целом дает 100 тонов с соответствующей нумерацией: 1R, 2R..10R; 1YR, 2YR..10YR; 1Y, 2Y..10Y и т. д. Степень освещенности варьирует от 8 для очень светлой (10 - белая) до 2 для очень темной (1 - черная) окраски.

Чистота тона также измеряется цифрами от 1 (с очень большой примесью белого или черного цвета) до 8 (для чистого полного тона). Например, для красного тона 7,5R окраска 7,5R 4/8 будет красной; 7,5R 7/1 - светлой красновато-серой; 7,5R 2/1 - красновато-черной и т. п.

Стандартные шкалы почвенных окрасок, естественно, очень помогают унификации названий цветов и способствуют объективной оценке их (рис. 41).

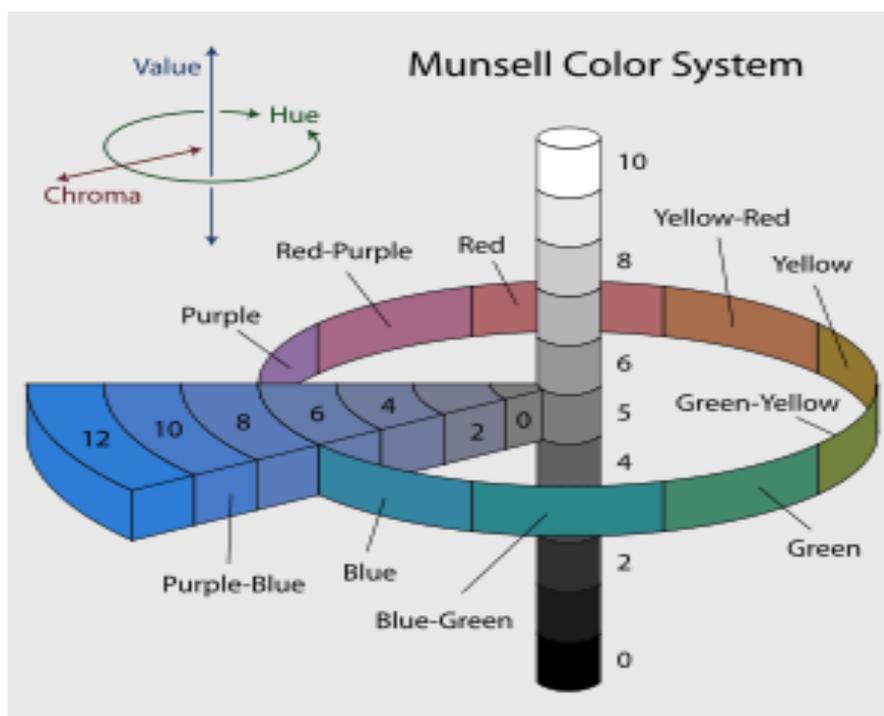


Рис. 41. Система окраски Мансела

Спектрофотометрический метод оценки окраски почвы

Спектрофотометрический метод характеристики почвенной окраски разрабатывается в связи с тем, что любой визуальный способ несет в себе элемент субъективности и по своей природе является неточным (рис. 42).

Если сущность спектрофотометрического метода характеристики окраски почв одинакова у всех исследователей (снятие кривых спектрального отражения в порошке почвы), то интерпретация его результатов различна у разных авторов. Например, показатель R_{750} (спектральное отражение при длине волны 750 мкм) для сравнения почв друг с другом.

Однако показатель R_{750} не имеет достаточно полной связи с интегральным общим отражением, исправленным по кривой спектральной чувствительности среднего глаза ($R_{гл}$), и потому не может быть рекомендован, а лучше использовать величину интегрального отражения $R_{общ}$. И. И. Карманов предложил использовать ряд эмпирических коэффициентов, полученных при обработке кривых спектрального отражения:

- а. Коэффициент цветности C_y
- б. Коэффициент цветности C_x
- с. Коэффициент спектрального отражения КО
- д. Коэффициент относительного поглощения света ОПС
- е. Коэффициент относительной чистоты цвета ОЧ
- ф. Коэффициент дифференциации профиля КД



Рис. 42. Спектрофотометр

Спектрофотометрический метод характеристики почвенной окраски имеет ограничения: зависимость кривых от степени измельчения и однородности почвы, от ее влажности.

Интерпретация всевозможных коэффициентов должна производиться с очень большой осторожностью, они не могут быть непосредственно связаны с окраской почв.

Кроме того, конечно же, это не полевой метод. Он должен широко использоваться при детальном исследовании почв, особенно при изучении особенностей состава почв и его изменений в профиле, но он не может полностью заменить визуального определения почвенной окраски как важнейшей морфологической характеристики почвенного профиля, несмотря на неточность последнего (табл. 3).

Таблица 3

Спектрофотометрические коэффициенты почв (по Карманову, 1970)

| Почва | Горизонт | Глубина, см | Цу | Ц* | ОПС | ОЧ | КД |
|---|---|-------------|------|------|------|------|------|
| Черново- подзолистая почва на моренном суглинке | A ₁ A ₂ (A ₁) | 0-5 | 13,6 | 2,5 | 26,5 | 5,1 | 7,9 |
| | A ₂ | 10-20 | 15,1 | 5,3 | 13,8 | 11,6 | 5,2 |
| | A ₂ | 30-35 | 10,1 | 6,4 | 9,3 | 12,8 | 2,8 |
| | (A ₂)B | 35-45 | 33,4 | -4,9 | 16,8 | 20,1 | 11,8 |
| | B | 50-60 | 36,0 | -0,3 | 20,6 | 17,5 | 15,0 |
| | BC | 90-100 | 24,7 | 9,3 | 19,7 | 13,5 | 11,6 |
| | BC | 110-120 | 24,8 | 11,4 | 20,1 | 13,5 | 12,1 |
| Типичный чернозем на лёссовидном суглинке | Ад | 0-10 | 9,2 | -0,6 | 70,1 | 1,3 | 12,7 |
| | A ₁ | 10-20 | 8,8 | -0,6 | 69,3 | 1,3 | 12,0 |
| | A ₁ | 30-40 | 9,3 | -0,6 | 67,1 | 1,4 | 12,3 |
| | A ₁ | 50-60 | 9,8 | 1,1 | 65,2 | 1,5 | 12,5 |
| | A(B) | 70-80 | 12,1 | 2,3 | 48,9 | 2,5 | 12,7 |
| | AB | 90-100 | 17,6 | 2,4 | 40,0 | 4,6 | 14,8 |
| | B | 110-120 | 16,9 | 2,5 | 22,8 | 7,5 | 7,9 |
| C | 150-160 | 20,7 | 5,6 | 14,8 | 14,3 | 6,3 | |
| Краснозем | A | 0-10 | 31,5 | 13,6 | 25,9 | 13,3 | 19,2 |
| | AB | 15-20 | 38,0 | 16,4 | 20,0 | 20,6 | 18,3 |
| | B ₁ | 30-40 | 53,3 | 21,8 | 16,5 | 34,8 | 21,6 |
| | B ₂ | 50-60 | 51,5 | 25,4 | 14,6 | 39,4 | 19,2 |
| | C ₁ | 130-140 | 50,0 | 12,7 | 11,9 | 43,4 | 12,9 |
| | C ₂ | 200-210 | 43,5 | 13,1 | 10,6 | 43,1 | 10,2 |

Контрольные вопросы

1. Что такое визуальное определение окраски?
2. Вследствие чего проявляется окраска почвы?
3. Охарактеризуйте градацию пятнистости почвы по контрастности пятен?
4. Охарактеризуйте градацию почвы по обилию пятен?
5. Охарактеризуйте градацию пятнистости почвы по размеру пятен?
6. Охарактеризуйте градацию пятнистости почвы по резкости границ пятен?
7. Охарактеризуйте градацию пятнистости почвы учетом цвета, оттенка, интенсивности?
8. Чем обусловлена крапчатая окраска почвы?
9. Чем обусловлена крамовидная окраска почвы?
10. Охарактеризуйте неоднородную окраску почвы?
11. Охарактеризуйте неравномерную однородную окраску почвы?
12. Охарактеризуйте однородную окраску почвы?
13. Какова связь окраски почвы с увлажнением?
14. От чего наследуется окраска почвы?
15. Чем обусловлена полосчатая окраска почвы?
16. Охарактеризуйте пятнистую окраску почвы?
17. Какова связь окраски почв с их составом?
18. Какова связь окраски с составом почв и почвообразованием?
19. Охарактеризуйте спектрофотометрический метод определения окраски?
20. Охарактеризуйте способ определения окраски с помощью системы Максвелла?
21. Какие существуют способы определения и оценки почвенной окраски?
22. Перечислите и охарактеризуйте типы распределение окраски почвы?
23. В чем сущность треугольника почвенных красок С. А. Захарова?
24. В чем характеристические процессы образования той или иной окраски почв?

25. Чем обусловлена белая окраска почвы?
26. Чем обусловлена бурая окраска почвы?
27. Чем обусловлена желтая окраска почвы?
28. Чем обусловлена зеленая окраска почвы?
29. Чем обусловлена красная окраска почвы?
30. Чем обусловлена пурпурная окраска почвы?
31. Чем обусловлена синяя окраска почвы?
32. Чем обусловлена черная окраска почвы?
33. Что такое окраска почвы?
34. Что является важным при характеристике неоднородной окраски почвы?
35. Какие элементарные почвенные процессы обуславливают (ЭПП) белую или белесую окраску почвы?
36. Какие элементарные почвенные процессы обуславливают (ЭПП) бурую окраску почвы?
37. Какие элементарные почвенные процессы обуславливают (ЭПП) красную или желтую окраску почвы?
38. Какие элементарные почвенные процессы обуславливают (ЭПП) пеструю и мраморовидную окраску почвы?
39. Какие элементарные почвенные процессы обуславливают (ЭПП) синюю, сизую, зеленоватую, оливковую окраску почвы?
40. Какие элементарные почвенные процессы обуславливают (ЭПП) черную или серую окраску почвы?

Глава 6. СЛОЖЕНИЕ ПОЧВЫ

Под **сложением почвы** понимается внешнее выражение её плотности и порозности (порозность, или скважность, - это сумма всех пустот в почве). Сложение тесно связано с механическим составом, структурностью, влажностью и другими свойствами, определяющими связность почвенной массы. Сложение включает характеристики плотности, трещиноватости, пористости почвы.

Сложение почвы - физическое состояние почвенного материала, обусловленное взаимным расположением и соотношением в пространстве твердых частиц и связанных с ними пор (геометрия пространства, занятого почвенным материалом).

Состав почвы - соотношение (весовое, объемное) компонентов почвенного материала, обычно выражаемое в процентах его общей массы или в долях единицы. Различаются фазовый, агрегатный (структурный), микроагрегатный, гранулометрический (механический, текстура), минералогический и химический составы почвы.

Микросложение почв - это сложение, которое характерно для различных типов почв и может быть исследовано с помощью микроскопа в тонких шлифах почв ненарушенного строения.

Микросложение почв - структурная организация твердых частиц или их агрегатов и пор между ними.

В микросложении почв, наблюдаемом при том или ином увеличении в поле микроскопа, в значительной степени повторяется картина их макросложения, однако вскрываются и некоторые специфические особенности почвы, невидимые невооруженным глазом.

«S-матрица» (S-matrix) - это материал в пределах простейших (первичных) педов или составляющий апедальную (внеструктурную, бесструктурную) массу, в котором проявляются почвенные новообразования; также состоящей из плазмы, зерен скелета и пор, которые не связаны с почвенными новообразованиями, иными, чем выделения плазмы.

«S-матрица» (S-matrix) - это твердый каркас почвы, составленный ее твердой фазой, включающей почвенную плазму и зерна скелета, и формирующий микросложение почвы.

Плазма почвенного материала - это та часть, которая способна к перемещению, реорганизации или концентрации в процессе почво-

образования, включающей весь материал, минеральный или органический, коллоидного размера и относительно растворимый материал, не связанный в зернах скелета (Рис. 43).

Скелетные зерна почвенного материала - это индивидуальные зерна, относительно устойчивые и нелегко перемещаемые, концентрируемые или реорганизуемые в процессе почвообразования; они включают минеральные зерна и устойчивые кремневые либо органические компоненты крупнее коллоидного размера.



Рис. 43. Микросложение почвы, наблюдаемое в шлифе ненарушенной структуры под микроскопом: 1 - плазма; 2 - скелет; 3 - поры; 4 – микроконкреция (Ковда, 1988)

Соотношение (форма, размеры, взаиморасположение) S-матрицы (включая скелет, плазму и поры) и новообразований составляет **микросложение почв**.

Брюэр выделяет следующие типы сложения почвенной плазмы или плазменной структуры:

Асепическое сложение - преобладает анизотропная плазма с анизотропными неориентированными гранулами глинистых материалов, характеризующимися пятнистой экстинкцией: нет выделений плазмы.

Аргилласепическое сложение - плазма состоит преимущественно из анизотропных глинистых минералов, организованных в гранулы с пятнистой экстинкцией.

Силасепическое сложение - отличается от предыдущего тем, что в составе плазмы много пылеватых частиц, трудно отличимых от глинистых гранул; в целом плазма имеет пятнистую экстинкцию.

Сепическое сложение - плазма имеет различимые анизотропные гранулы глинистых минералов с различного типа предпочтительной ориентацией; имеются выделения плазмы с полосчатой экстинкцией; подразделяется на следующие подтипы по характеру выделений плазмы.

Инсепическое сложение - выделения плазмы с полосчатой ориентацией распределены изолированными островами среди преобладающей пятнистой плазмы.

Мосепическое сложение - экстренное выражение инсепического сложения, когда выделения плазмы с полосчатой ориентацией образуют сплошную мозаику на фоне пятнистой плазмы, но не ориентированы по отношению друг к другу.

Восепическое сложение - часть плазмы имеет пятнистый характер, а выделения плазмы с полосчатой ориентацией связаны со стенками пор, причем ориентация параллельна стенкам пор.

Скелсепическое сложение - часть плазмы имеет пятнистый характер, а выделения плазмы с полосчатой ориентацией приурочены к поверхности скелетных зерен, будучи параллельными их поверхности.

Масепическое сложение - часть плазмы имеет пятнистый характер, а выделения плазмы встречаются зонами в S-матрице, не будучи связанными ни со стенками пор, ни с зернами скелета; полосчатая ориентация вытянута параллельно длине зон.

Латтисепическое сложение - плазма в целом имеет пятнистый характер, а округлые глинистые гранулы образуют решетку, т. е. имеются два взаимно перпендикулярных набора очень коротких дискретных выделений плазмы.

Омнисепическое сложение - вся плазма обнаруживает комплексную полосчатую ориентацию с затейливым рисунком без какого-либо преимущественного направления.

Ундулическое сложение - плазма практически полностью изотропна при небольшом увеличении и слабо анизотропна со слабой волнистой экстинкцией при сильном увеличении; глинистые гранулы неразличимы.

Изотическое сложение - плазма полностью изотропна при любом увеличении, причем ее изотропность определяется как истинной изотропностью минералов, так и непрозрачностью окислов железа и органического вещества.

Кристическое сложение - плазма обычно анизотропна и состоит из различных кристаллов, представляющих более растворимые фракции плазмы.

Важно отметить, что описанные типы микросложения почвенной плазмы редко встречаются в почвах в чистом виде, чаще имеют место комбинации разных типов, особенно в случае сепического сложения. Например, воскелсепическое сложение в иллювиальных горизонтах, когда ориентированные слоистые глины встречаются как по стенкам пор, так и вокруг зерен скелета.

Иные типы строения плазмы выделяются Т. Д. Морозовой, разработавшей следующую схему типов микросложения плазмы с оптически ориентированными глинами (типы сепического сложения по Брюэру):

Чешуйчатое - беспорядочное, крапчатое расположение «чешуек» или гранул глинистых частиц.

Спутанно-волокнутое или **спутанно-полосчатое**.

Перекрестно-волокнутое - гранулы (чешуйки) глинистых частиц образуют волокна с одинаковой ориентировкой частиц, расположенные под углом друг к другу (если они располагаются перпендикулярно друг к другу, то сложение будет сетчатым или перпендикулярно волокнутому).

Параллельное - глинистые частицы и гранулы ориентированы в одном направлении; если гранулы организованы в волокна, то сложение будет параллельно-волокнутым.

Кольцевое - концентрические прослойки из ориентированных глин вокруг пор, агрегатов или минеральных зерен.

Натечное - натёки ориентированных глин по порам, трещинам, корневым ходам, в виде скорлуповатых заполнений полостей или их частей по стенкам.

Распределение зерен скелета в S-матрице может быть сведено к пяти основным типам:

Случайное - зерна в матрице распределены случайно и изолированно.

Гроздьевидное - зерна концентрируются в гроздья или небольшие группы.

Полосчатое - зерна группируются по радиальным линиям.

Концентрическое - зерна располагаются концентрически по кругу или эллипсу.

Чтобы полностью описать S-матрицу почвы, необходимо кроме характеристики плазмы и скелета дать еще и характеристику ассоциированных пор.

Брюэр предлагает следующую характеристику пористости S-матрицы:

Пористая - микропоры изолированы и имеют неправильные очертания с угловатым абрисом.

Дырчато-пористая - микропоры изолированы и имеют неправильные очертания с округлым абрисом.

Дырчатая - материал пронизан взаимосвязанными микропорами с неправильными очертаниями и округлым абрисом.

Сильно пористая - материал пронизан взаимосвязанными микропорами с неправильными очертаниями и угловатым абрисом.

Пузырчатая - микропоры округлые и правильной формы (круглые, эллипсоидные).

Камерная - крупные поры с регулярным абрисом, взаимосвязанные тонкими каналами.

Канальная - поры представлены системой вытянутых каналов.

Соединительная - вытянутые поры составляют регулярную параллельную или близкую к ней систему.

Фрактурная - вытянутые поры, пересекающие нерегулярно материал и не имеющие ориентации.

Прихотливая - исключительно комплексная пористость, в которой преобладают вытянутые поры разных форм и направлений.

Типы S-матрицы или основной структуры в почвах:

Порфироскелетная - зерна скелета случайно разбросаны в плотной плазме, образуя порфировидную структуру с относительно

большой пропорцией ультрамикроскопических пор разной конфигурации.

Агломероплазмовая - плазма рыхло и неполно заполняет пространство между зернами скелета с относительно высокой пропорцией мелких, но различных взаимосвязанных пор неправильной конфигурации.

Интертекстурная - скелетные зерна связаны плазменными мостиками либо погружены в тонкопористую плазму, что дает очень развитую сеть взаимосвязанных пор неправильной конфигурации.

Зернистая - плазмы нет вовсе либо вся она заключена в новообразованиях, а поры - это только поры упаковки скелетных зерен или новообразований.

6.1. Типы микросложения почв с учетом взаимного расположения скелета и плазмы в почвенном материале с учетом размера скелетных зерен и состояние плазмы

Песчаное (гранулярное) - в шлифах видны соприкасающиеся или близко расположенные зерна скелета крупнее 0,1 мм; плазма отсутствует или ее очень мало; плазма бывает в виде пленок на зернах минералов или в незначительном количестве содержится между зернами; характерны поры упаковки (зернистая основная структура по Брюэру).

Плазменно-песчаное (агломератное) - рыхло расположенные песчаные зерна крупнее 0,1 мм, между которыми находится скоагулированная плазма в виде сгустков (агломероплазмовая основная структура по Брюэру).

Песчано-пылеватое - песчаные зерна крупнее 0,1 мм беспорядочно расположены в плотной пылеватой массе с малым количеством плазмы.

Песчано-плазменное (порфиоровидное) - характеризуется присутствием материала в основном двух размерных категорий: плазмы (часто глинистой или включающей пылеватые частицы), которая может **230**. быть как неагрегированной, так и агрегированной, и рассеянных в ней песчаных зерен крупнее 0,1 мм (порфироскелетная основная структура по Брюэру).

Плазменно-пылеватое - скелет состоит главным образом из зерен размера пыли (0,05 - 0,005 мм), густо расположенных в плазме; возможны вкрапления песчаных зерен; плазма бывает агрегированной и неагрегированной.

Пылевато-плазменное - зерна скелета размера пыли (0,05-0,005 мм) редко рассеяны в агрегированной или неагрегированной (плотной) плазме.

Плазменное - скелет почти полностью отсутствует или его может быть очень мало; плазма преимущественно плотная (рис. 44).

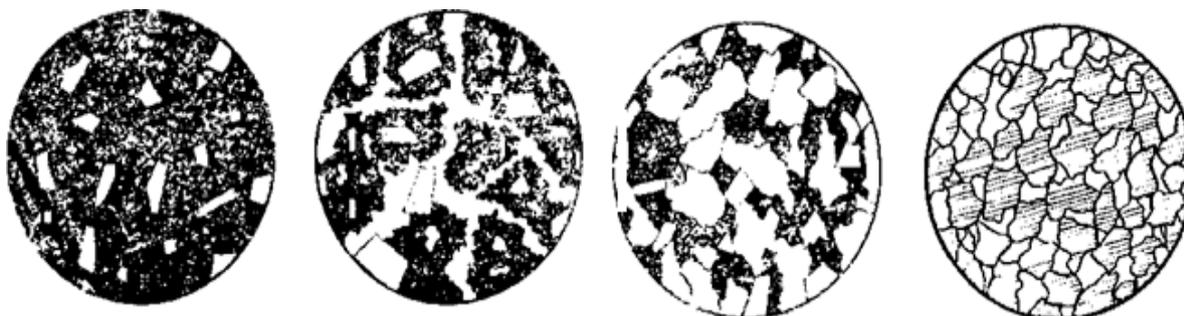


Рис. 44. Схема четырех типов матрицы (основной структуры) почв:
1 - порфировоскелетная; 2 - аггломероплазмовая; 3 - интертекстурная;
4 - зернистая

Соотношение S-матрицы (основной структуры) и новообразований в почвенном материале или собственно микросложение почвы составляет элементарную структуру, или первичную структуру, почвы.

В соответствии с основными типами новообразований выделяются следующие шесть типов элементарной структуры почв:

Кутанная - главным видом новообразований являются кутаны.

Педотубульная - главным видом новообразований являются педотубулы.

Глобулярная - главные новообразования глобулы.

Кристаллярная - главные новообразования представлены кристалляриями.

Субкутанная - новообразования представлены субкутанами.

Фекальная - новообразования в виде экскрементов почвенной фауны.

Все описанные формы микросложения почв могут быть выявлены при исследовании почвенных шлифов под микроскопом и дают весьма полное представление о морфологии почвообразования. К

необходимо добавить особую роль микроморфологического изучения форм почвенного гумуса, что позволило значительно уточнить представления о типах гумуса в почвах.

В исследовании микросложения почв внимание обращается также на агрегированность почвенного материала, которая тоже входит в понятие элементарной почвенной структуры.

Различают следующие формы микроструктур:

I. Поровая микроструктура

1. С изолированными порами, между которыми не образуются агрегаты (плотное микростроение);

2. Губчатая, при которой поры разного размера и формы сообщаются между собой, а вся твердая часть соединена перемычками; изолированные агрегаты отсутствуют или их мало (губчатое строение);

3. С обособленными агрегатами, создается при наличии большого количества сообщающихся между собой пор (рыхлое микростроение).

II. Микроструктура растрескивания

1. с изолированными трещинами: с редкими пересекающимися трещинами;

2. с обособленными блоками.

III. Неагрегированная масса без пор и трещин.

Перечисленные формы микроструктур создаются микроагрегатами разной формы и размера, среди которых можно различать:

1. агрегаты-экскременты почвенной мезофауны;

2. агрегаты из органического материала;

3. агрегаты из органического и минерального материала;

4. агрегаты из минерального материала;

5. блоки (угловатые фрагменты, образующиеся при растрескивании тонкозернистого материала).

Микроагрегаты состоят из склеивающихся под влиянием разных сил и цементов элементарных почвенных частиц и, в свою очередь, являются основным строительным материалом для почвенной структуры в целом.

Описывая микросложение почв, необходимо знать еще два типа микроструктуры почв:

1. структура типа «lehm» (суглинок)

2. структура типа «erde» (земля).

Соответственно двум типам микроструктуры выделяются и типы почв: например, Braunlehm; (бурый суглинок) и Brannerde (бурозем), Rotlehm (красный суглинок) и Roterde (краснозем).

Микросложение типа «lehm» (суглинок) соответствует более зрелой стадии выветривания и почвообразования и характеризуется «расплавленной» плазмой, в которой полуторные окислы и глины разделены; плазма имеет желтый и оранжево-желтый цвет, встречаются обесцвеченные микрозоны, особенно вдоль вытянутых пор.

Микросложение типа «erde» (земля) характеризует относительно молодые современные почвы: почва имеет темно-бурую окраску, сильную пористость, флокулированную плазму, связанные с глинами полуторные окислы.

Все почвы с **микросложением типа «lehm»** считаются древними, характерными для длительного почвообразования тропического и субтропического поясов. Если почвы с таким микросложением встречаются в умеренном поясе, то они считаются реликтовыми.

Кутанная элементарная структура характерна для иллювиальных горизонтов.

Субкутанная элементарная структура характерна для метаморфических горизонтов.

Фекальная элементарная структура характерна для гумусовых горизонтов.

Глобулярная и кристаллярная элементарная структура характерна для аккумулятивных горизонтов.

Асепическое сложение плазмы характерно для метаморфических горизонтов.

Сепическое сложение плазмы характерно для иллювиальных горизонтов.

Кристическое сложение плазмы характерно для аккумулятивных горизонтов.

6.2. Порозность почвы

Любая почва всегда является пористым телом, но общая порозность, характер, размеры и конфигурация пор в разных почвах различны и связаны с общей морфологией почв и генезисом почв и почвообразующих пород.

Почвенная порозность является результатом нескольких явлений, связанных с физикой почвенного тела:

- упаковки и переупаковки частиц, микро- и макроагрегатов; растрескивания почвенной массы в результате противоположно действующих процессов (увлажнение - высыхание, охлаждение - нагревание и отсюда набухание - сжатие);
- заполнения свободного пространства подвижным почвенным материалом;
- жизнедеятельности живой фазы почвы (корневые системы растений, почвенная фауна, микроорганизмы);
- выщелачивания растворимых веществ; газовыделения.

Все эти причины действуют обычно в комплексе и одновременно, но одни проявляются более интенсивно, другие менее в зависимости от типа и стадии почвообразования и характера почвообразующей породы.

Характер почвенной порозности в сильной степени зависит от ее структурного состояния. В оструктуренных почвах порозность всегда выше, чем в бесструктурных, особенно в массивных, слитых.

Естественно, зависит она и от типа структуры. Зависит почвенная порозность в сильней степени от гранулометрического состава почвы, ее гумусированности, биогенности, водного режима.

В зависимости от степени агрегированности и определенной структуры, порозность может быть:

1. интраагрегатной (внутриагрегатной)
2. интерагрегатной (межагрегатной)
3. трансагрегатной (внеагрегатной, чрезагрегатной).

Часть пор, особенно наиболее мелкие, капиллярные поры, микропоры, ультрамикропоры сосредоточены внутри агрегатов. Другие, как правило, наиболее крупные поры, стыковые поры, поры-трещины, поры-полости, располагаются между агрегатами. Наконец, поры-каналы, связанные с ходами корней или роющих животных, имеют

внеагрегатный характер, располагаясь либо между агрегатами, либо частично пересекая их.

Общая порозность, характер пор, сильно меняются по профилю почвы от горизонта к горизонту.

В гумусовых горизонтах почв порозность максимальная и существенно уменьшается по мере приближения к горизонту С.

Иллювиальные горизонты характеризуются минимальной порозностью, иногда меньшей, чем в почвообразующей породе.

Поскольку порозность почвы определяется соотношением и взаимным расположением почвенных частиц или их агрегатов и пустот между ними, то общая порозность почвы есть величина динамичная, зависящая от состояния почвы в тот или иной момент, и, конечно, очень сильно меняется при обработке почвы.

Порозность почвы можно рассматривать с двух точек зрения: количественной (объем пор) и качественной (морфология пор).

Количественный подход почвенной порозности разработан в физике почв и базируется на соотношении пор и категорий почвенной влаги. Наиболее простым делением порозности почвы в этом отношении является выделение общей, некапиллярной и капиллярной порозности. При этом главное внимание уделяется характеру, конфигурации и размеру пор.

При **макроморфологическом** изучении пор в полевых условиях на стенке почвенного разреза невооруженным глазом либо с помощью луны можно исследовать многие **качественные особенности** почвенной порозности, часто имеющие диагностический характер.

Такое исследование должно быть систематическим, чтобы быть полным и результативным. Обычные рекомендации, даваемые инструкциями по полевому исследованию почв, в этом отношении нельзя признать удовлетворительными, так как при поверхностном подходе упускаются многие важнейшие особенности.

Прежде всего, необходимо различать собственно поры и трещины в почве, поскольку это два генетически различных типа почвенных пустот, связанных с разными комплексами процессов и явлений в почвах.

Трещины - это вытянутые в двух направлениях (по глубине или по горизонтали) при относительно малой ширине полости в почве,

являющиеся результатом сжатия, расширения или усадки почвенной массы в процессах увлажнения - высыхания, охлаждения - нагревания, замерзания - оттаивания и просадки.

Чем более глинистая почва, чем больше она содержит монтмориллонитовых минералов, чем меньше она оструктурена, тем в большей степени она подвергается растрескиванию. Способствует растрескиванию почвы наличие пептизированных коллоидов.

Наибольшей трещиноватостью в естественном состоянии характеризуются глинистые почвы, находящиеся в условиях контрастных водно-тепловых режимов: языковатые, щельные почвы в районах с длительной сезонной мерзлотой, вертисоли и близкие к ним почвы в условиях периодического чередования интенсивного увлажнения и интенсивного просыхания, такыры и такыровидные почвы в пустынях и полупустынях, полигональные почвы в Арктике и субарктике, свежие наилки в поймах.

Глубина поверхностных трещин может варьировать в очень широких пределах от нескольких миллиметров до 1 - 2 м. Ширина трещин также довольно разнообразная: от долей миллиметра до 10 - 20 см.

По степени трещиноватости почвы могут быть разделены на следующие группы в зависимости от ширины трещин:

- Мелкотрещиноватые <3 мм,
- Трещиноватые 3-10 мм,
- Крупнотрещиноватые >10 мм.

В свою очередь крупнотрещиноватые почвы могут быть в соответствии с шириной трещин разделены на:

- Крупнотрещиноватые 10 -30 мм,
- щельные 30 -70 мм,
- крупнощельные >70 мм.

Поскольку для морфологии почв имеет значение не только ширина трещин, но и их глубина, то по глубине трещин также можно выделить несколько градаций почв:

- поверхностно-трещиноватые < 1см,
- неглубокотрещиноватые 1 -50 см,
- глубокотрещиноватые 50-100 см,
- сверхглубокотрещиноватые >100 см

Растрескивание почвенной массы может иметь место не только с поверхности, но и внутри почвенного профиля, причем поверхностная и внутрпочвенная трещиноватость могут быть и обычно бывают не связанными между собой, так как являются результатом действия различно направленных и разновременных сил, действующих на почвенную массу.

Внутрпочвенные трещины - это обычно поверхности раздела между структурными агрегатами разных порядков в подповерхностных почвенных горизонтах.

В ненарушенном сложении в почве они имеют незначительную ширину, обычно измеряемую долями миллиметра, и располагаются между точно соответствующими друг другу четко оформленными (часто покрытыми корочкой или пленкой) гранями прилегающих структурных отдельностей.

Они редко имеют значительную протяженность и формируют относительно густую неправильную сеть в вертикальном и горизонтальном направлениях. Микротрещины могут образовывать более или менее густую сеть и внутри структурных отдельностей, разделяя агрегаты разных порядков.

Соответственно в сильнотрещиноватых почвах имеется весьма сложная сеть трещин разных порядков, включая микротрещины внутри структурных отдельностей.

Трещины составляют лишь часть почвенной порозности, преимущественно межагрегатной порозности.

В сильнотрещиноватых почвах они могут занимать более половины объема всех нор почвы.

В обычных же условиях преобладают иные поры самой разнообразной конфигурации и различного генезиса.

Форма пор определяется их генетической природой, хотя и не всегда однозначно, что видно из следующего сопоставления:

1. поры растрескивания
2. плоскопараллельные трещины; нерегулярные поры;
3. поры упаковки
4. нерегулярные поры; плоскопараллельные трещины; камерные поры;
5. поры-ходы
6. трубчатые поры;

7. поры выщелачивания камерные поры; пузырьковые поры;
8. поры газовой выделения
9. пузырьковые поры; камерные поры.

Трещины - поры с относительно параллельными стенками, вытянутые в одном направлении; они могут быть ориентированы вертикально, горизонтально или образовывать сетку.

Нерегулярные поры - вытянутые или компактные бесформенные пустоты с неровными округлыми или угловатыми краями; могут быть открытыми или закрытыми.

Камерные поры - округлые относительно крупные поры с неровными округлыми или угловатыми краями.

Пузырьковые поры - круглые или овальные в поперечном сечении поры с ровными краями, имеющие форму сфер или эллипсоидов.

Трубчатые поры - более или менее цилиндрические вытянутые в одном направлении поры, круглые или овальные в поперечном сечении; могут быть простыми (одна неветвящаяся трубка), дендритовыми (ветвящиеся трубки), закрытыми или открытыми. Трубки могут быть ориентированы в почве вертикально, горизонтально, косо либо случайно (во всех возможных направлениях).

Что касается характеристики размера и обилия пор при морфологическом анализе почвы, то имеются два подхода, различающихся в деталях, хотя и сходных по существу.

В почвоведении принято характеризовать, с одной стороны, почвы по размеру преобладающих пор (диаметр пор в мм):

- мелкопористые <1
- пористые 1 - 3
- губчатые 3 - 5
- кавернозные 5-10
- ячеистые >10

Группы почвенных пор по их размерам и от числа пор на 1 см² представлены в табл. 4 и 5.

Таблица 4

Группы почвенных пор по их размерам

| | ширина трещин, мм | диаметр пор, мм |
|-----------|-------------------|-----------------|
| небольшие | <3 | <1 |
| большие | >3 | > 1 |

Таблица 5

Характеристика групп почвенных пор от числа пор на 1 см²

| Обилие | Небольшие поры | Большие поры |
|---------------|----------------|--------------|
| Единичное | <5 | <2 |
| Малое | 5-10 | 2-5 |
| Умеренное | 10 - 25 | 5- 10 |
| Большое | 25 - 50 | 10-15 |
| Очень большое | >50 | >15 |

При большом или очень большом количестве пор в зависимости от диаметра пор почвы делят на:

- малопористые- диаметр пор < 5, мм
- среднепористые - диаметр пор 5-15 мм
- сильнопористые - диаметр пор >15, мм

Кроме размера при микроморфологическом исследовании характеризуется степень округлости или вытянутости пор, характер их стенок, расположение в S-матрице и в агрегатах; особое внимание уделяется форме пор.

Выделяют следующие морфологические типы пор:

Упаковочные поры - поры рыхлой упаковки агрегатов или частиц, нерегулярной формы, случайно расположенные, часто вытянутые, обычно соединенные очень тонкими каналами.

Простые упаковочные поры - поры рыхлой упаковки элементарных частиц (минеральных зерен); видны обычно лишь в электронном микроскопе. Сложные упаковочные поры (compound packing voids) - поры рыхлой упаковки агрегатов.

Дырки - относительно крупные поры, исключая поры упаковки, обычно не соединенные с другими порами сходного размера, случайно расположенные, нерегулярной формы.

Пузырьки - круглые или овальные поры с ровными краями.

Каналы - поры цилиндрической вытянутой формы (простые, дендритовые, сетчатые регулярные, сетчатые нерегулярные).

Камеры - круглые поры с ровными краями, взаимосвязанные тонкими каналами.

Трещины - сильно вытянутые в одном направлении поры.

Связанные трещины - система параллельных упорядоченных трещин. Извитые трещины - система нерегулярных трещин в разных направлениях.

Прихотливые трещины - исключительно сложная система частых трещин в разных направлениях.

Иную схему описания пустот при микроморфологическом исследовании почв в шлифах предложили Е. И. Парфенова и Е. А. Ярилова (1977), классифицируя их по геометрической форме.

Поры

- округлые и овальные;
- неправильные, ограниченные плавными кривыми, извилистыми или угловатыми линиями: замкнутые и сообщающиеся;
- каналовидные: неветвящиеся, ветвящиеся,
- с расширениями (камерные).

Трещины

- прямые
- параллельные
- беспорядочные
- пересекающиеся
- непересекающиеся
- изогнутые
- параллельные
- беспорядочные
- пересекающиеся
- непересекающиеся.

Общая характеристика почвенных пор:

1. микропоры диаметром до 0,01 мм;
2. тонкие капиллярные поры внутри комков диаметром более 0,01 мм, занятые водой и воздухом;
3. средние поры в комках - ячейки, каналцы, которые при увлажнении наполняются водой, а после высыхания - воздухом;
4. капиллярные поры на стыке комков, большей частью заполненные водой в естественных условиях;
5. крупные поры между комками, почти всегда заполненные воздухом.

Консистенция почвы - совокупность свойств, которые приобретает почва в результате действия сил сцепления и которые, прежде всего, сказываются в сопротивлении почвы изменению формы.

В сильной степени консистенция почвы зависит от:

- от гранулометрического состава: так песчаные и супесчаные почвы не способны сохранять постоянную форму даже при увлажнении, тогда как глинистые же почвы хорошо формуруются при большом диапазоне влажности.

- от характера глинистых минералов,
- от поглощающего комплекса, его насыщенности теми или иными катионами,

- от степени гумусированности и характера гумуса,

- от содержания свободных коллоидов,

- от полуторных окислов,

- от степени и характера микро - и макроагрегированности.

В зависимости от вида, прилагаемого к почве воздействия различают два вида консистенции почвы:

1. Липкость почвы

2. Пластичность почвы

Липкость почвы - это способность почвенной массы прилипать к посторонним предметам.

В полевых условиях определяется путем сдавливания почвы, находящейся в состоянии увлажнения несколько выше полевой влагоемкости - сырой почвы, - между большим и указательным пальцами.

Градации липкости в почвах:

- нелипкая - после сдавливания на пальцах не остается прилипшего материала;

- слаболипкая - после сдавливания на обоих пальцах остается немного прилипшего материала, но он легко отваливается, оставляя пальцы чистыми;

- умеренно липкая - после сдавливания на пальцах остается с трудом отваливающийся прилипший материал, а пальцы разжимаются с некоторым усилием;

- сильнолипкая, очень липкая - после сдавливания на пальцах остается сильно прилипший материал, а пальцы разжимаются с большим трудом.

Пластичность почвы - это способность почвенной массы изменять свою форму под влиянием внешнего воздействия и устойчиво сохранять приобретенную форму после снятия воздействия.

В полевых условиях определяется путем скатывания почвенной массы, находящейся в состоянии увлажнения, несколько выше полевой влагоемкости - сырой почвы, в шнур.

Градации пластичности почвы:

- непластичная - почвенный материал не скатывается в шнур;
- очень слабопластичная - почвенный материал плохо скатывается в шнур толщиной не менее 8 мм;
- слабопластичная - почвенный материал относительно плохо скатывается в шнур толщиной не менее 3 мм и очень легко деформируется;
- умеренно пластичная, пластичная - почвенный материал легко скатывается в шнур толщиной 1 - 2 мм и деформируется с усилием;
- сильнопластичная - почвенный материал легко скатывается в шнур толщиной менее 1 мм и деформируется лишь при сильном сдавливании.

Липкость и пластичность почвы имеют большое значение с точки зрения морфологии почвы, прежде всего для формирования почвенной структуры.

Нелипкая либо сильнолипкая почва имеет плохо выраженную структуру или бесструктурная;

Слаболипкая и липкая почва имеет тенденцию к образованию хорошо оформленной структуры с высокой порозностью.

Точно так же почвы с малой или слишком высокой пластичностью плохо поддаются природному или искусственному оструктурированию. Устойчивость и степень выраженности почвенной структуры непосредственно зависят от консистенции почвенной массы.

Твердость почвы – это противодействие почвы сжатию, толчкам, ударам, разрыву, сгибанию и ломанию.

Твердость почвы принято понимать, как сопротивление ее сдавливанию или расклиниванию.

Градации твердости почвы:

- Очень незначительная - почва рыхлая, твердомер (или нож) проникает в нее без сопротивления.
- Малая - почва мягкая, разрушается при легком сжатии, твердомер (или нож) проникает при легком усилии.
- Умеренная - почва разрушается при умеренном усилии, твердомер (или нож) проникает при давлении на несколько сантиметров.

- Высокая - почва разрушается с большим трудом, твердомер (или нож) проникает лишь на несколько миллиметров и при большом давлении.

- Очень высокая - почва не разрушается при сжатии, а твердомер (или нож) не проникает в почву.

Плотность почвы - важнейший агрономический признак почвы.

В зависимости от степени плотности почвы создаются благоприятные или неблагоприятные условия для развития корней растений, изменяется её водо- и воздухопроницаемость, возрастает или уменьшается сопротивление её в процессе обработки сельскохозяйственными машинами.

Степень плотности почвы зависит от сочетания многих факторов.

На почвах лёгкого гранулометрического состава, при условии, что они не сцементированы, не будет возникать высокой плотности.

На почвах глинистого гранулометрического состава, имеется тенденция к образованию плотных горизонтов.

Установлено, что комковатая, зернистая и ореховатая структуры почвы с присутствием карбоната кальция, а также высокая насыщенность корнями и почвенной фауной делают рыхлыми даже глинистые почвы.

Плотность почвы при морфологическом анализе в полевых условиях определяют с помощью ножа: вдавливают его в нескольких местах каждого генетического горизонта, используя только мускульную силу руки.

Следует понимать, что на сухой и свежей почвах трение ножа сильнее, отчего плотность их будет казаться выше. Нож должен быть острым, с тонким лезвием, длиной до 20 см, с удобной рукояткой.

Различают 5 категорий плотности сложения.

1. **Очень плотное сложение** - почва почти не поддаётся копке лопатой, требуется применение лома или механического бура. В сухом состоянии она монолитная, нож не входит в почву или оставляет в почве лишь неглубокую отметку (1 -2 см).

Механическая прочность обусловлена цементацией почвенной массы минеральными коллоидами или высоким содержанием минералов группы монтмориллонита.

Во влажном состоянии почва очень вязкая и пластичная. Очень плотное сложение характерно для слитых почв, иллювиальных горизонтов солонцов и сцементированных, оруденелых горизонтов гидроморфных почв.

2. **Плотное сложение** - почву копают лопатой с большим усилием. В сухом состоянии она монолитна, выбивается большими глыбами, во влажном - вязкая. Нож с трудом входит в стенку разреза всего на несколько сантиметров. Такое сложение характерно для иллювиальных горизонтов суглинистых и глинистых почв.

3. **Уплотнённое сложение** - почва поддается копке без особых усилий, лопата легко входит на глубину полштыка, при выбросе на поверхность почвенная масса распадается на структурные отдельности. Нож легко входит в стенку разреза на половину-четверть лезвия.

4. **Рыхлое сложение** - почва хорошо оструктурена, лопата легко погружается на полный штык. Нож входит в почву более чем на половину лезвия. Обычно встречается в пахотных горизонтах, если почву обрабатывали в состоянии физической спелости.

5. **Рассыпчатое сложение** характерно для пахотных горизонтов песчаных и супесчаных почв. Частицы почвы не связаны друг с другом, а почвенная масса отличается сыпучестью.

Схема плотного, рыхлого и ячеистого сложения почвы представлена на рис. 45.

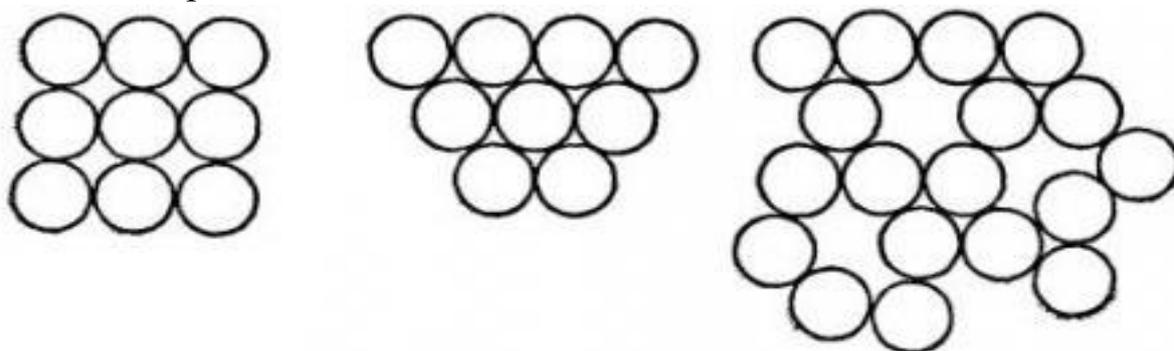


Рис. 45. Схема плотного, рыхлого и ячеистого сложения почвы

Плотность сложения определяется в состоянии влажности между полевой влагоемкостью и воздушно-сухой почвой (влажная или слегка влажная почва) путем раздавливания почвенной массы в руке по следующим градациям:

- Рассыпчатая - несвязный почвенный материал.

- Очень рыхлая - материал разрушается при очень легком сдавливании, но при сжимании не рассыпается.
- Рыхлая - материал легко разрушается при легком или умеренном сдавливании между большим и указательным пальцами.
- Стойкая - материал разрушается при умеренном сдавливании между большим и указательным пальцами, но при заметном сопротивлении.
- Очень стойкая - материал разрушается при сильном сдавливании.
- Исключительно стойкая - материал разрушается лишь при очень сильном сдавливании и по частям.
- Слитая - сочетание стойкой плотности сложения с плотной упаковкой частиц.

Твердость почвы также определяется путем раздавливания почвенного материала в руке, но в воздушно-сухом состоянии по следующим градациям:

- Рассыпчатая - несвязный почвенный материал.
- Мягкая - материал очень слабо связан и рыхлый, рассыпается в порошок при очень легком сдавливании.
- Слаботвердая - слабо устойчивая к сдавливанию, легко разрушается между большим и указательным пальцами.
- Твердая - умеренно устойчивая к сдавливанию.
- Очень твердая - разрушается рукой с трудом, а между двумя пальцами не разрушается.
- Исключительно твердая - не разрушается при сдавливании рукой.

В русском почвоведении характерен синтетический подход к пониманию и определению **твердости почвы**, под которой подразумевается как собственно твердость почвенной массы, так и плотность ее сложения. Различаются следующие градации твердости или «плотности» почвы, определяемые в поле.

Очень рыхлая - полностью разрыхленная почвенная масса, в которой остаются глубокие следы при ступании на нее ногой; горсть влажной почвы при сжимании превращается в небольшой комок (пухляя, вспушенная почва).

Рыхлая - почвенная масса с небольшой связанностью частиц или агрегатов, легко рассыпающаяся при копке с лопаты; твердомер (или нож) полностью входит в почву при легком нажатии.

Несколько уплотненная - почвенная масса хорошо оструктурена, легко копается и легко рассыпается с лопаты; твердомер (или нож) легко проникает в почву на несколько сантиметров при небольшом нажатии.

Твердая - почвенная масса немного пориста и бес - структурна, с трудом копается лопатой; твердомер (или нож) с трудом проникает в почву на несколько миллиметров (до 1-2 см) при сильном нажатии.

Очень твердая - почвенная масса почти не поддается лопате и разбивается лишь ломом или киркой; твердомер (или нож) не проникает в почву при сильном нажатии.

6.3. Типы сложения почвы

Каждый вид почвы различается по общему сложению почвенной массы в зависимости от типа почвообразования, характера почвообразующей породы, возраста почвообразования, характера использования человеком.

Рыхлое сложение - частицы или агрегаты в почвенной массе не связаны между собой или связаны столь непрочно, что легко рассыпаются при механическом воздействии (копка, вспашка).

Рыхлое раздельно-частичное сложение - рыхлая почва состоит из отдельных не связанных или очень слабо связанных между собой частиц (например, песок, псевдопесок, пыль).

Рыхлое структурное сложение - рыхлая почва состоит из прочных структурных отдельностей, не связанных или слабо связанных между собой (например, зернистый гумусовый горизонт некоторых черноземов или ореховатый горизонт некоторых серых лесных почв).

Рыхлое конкреционное сложение - рыхлая почва состоит из прочных округлых конкреций (железистых, карбонатных), составляющих более половины почвенной массы, не связанных между собой и пересыпанных мелкоземом (например, карбонатные горизонты некоторых темных слитых почв тропиков или сероземов, железисто-конкреционные горизонты красно-бурых почв тропических саванн).

Рыхлое каменистое сложение - рыхлая почва состоит из обломков камней, не связанных между собой, составляющих более половины почвенной массы и пересыпанных мелкоземом (например, многие горные или примитивно-щебнистые почвы).

Плотное сложение - частицы или агрегаты в почвенной массе довольно прочно связаны друг с другом, образуя сплошное тело устойчивой формы, разрушающееся лишь при некотором усилии.

Плотное структурное сложение - плотная почва имеет выраженную структуру того или иного типа (большинство почв).

Плотное слабоструктурное сложение - плотная почва имеет лишь едва намечающуюся структуру, обычно призмовидную либо комковатую или глыбистую (например, выпаханные горизонты дерново-подзолистых почв или горизонты В/С многих почв на суглинистых породах).

Плотное слоистое сложение - плотная почва имеет явную слоистость, являющуюся результатом либо почвообразования, либо породообразования (например, горизонт С красноземов на зебровидных глинах, ортзандовый горизонт песчаных подзолов, молодые почвы на глинистом или суглинистом слоистом аллювии).

Плотное ячеистое сложение - плотная почва имеет четко выраженные округлые разнообразной формы полости, выполненные иным по сравнению с окружающей матрицей материалом (например, плинтит).

Плотное капиллярное сложение - плотная почва не имеет структуры или лишь слаботрещиноватая, но пронизана густой сетью тонких капиллярных пор (например, лессовидный суглинок или лесс в нижних горизонтах профиля).

Плотное массивное сложение - плотная почва не имеет структуры и видимой порозности и выламывается крупными бесформенными глыбами с высокой твердостью в сухом состоянии (например, глеевый горизонт).

Плотное криотурбационное сложение - плотная почва имеет четко выраженную спутанно-волокнистую тонкую слоистость и характеризуется тиксотропностью (криотурбационные горизонты мерзлотных почв).

Слитное сложение - частицы и микроагрегаты в бесструктурной почвенной массе очень прочно связаны между собой, образуя

сплошную вязкую набухающую массу при увлажнении, сильно рас- трескивающуюся на крупные глыбы или столбовидные отдельности при высыхании (например, вертисоли или почвы рисовых полей).

Каменное сложение - частицы - микроагрегаты или конкреции сцементированы в сплошную каменную массу, не поддающуюся разрушению без специальных инструментов.

Каменное сплошное сложение - массивный сплошной сцементированный горизонт не обнаруживает никакой видимой структуры либо только зернистость и нерегулярную трещиноватость (например, карбонатные коры пустынь).

Каменное слоистое сложение - массивный сцементированный горизонт не обнаруживает никакой видимой структуры либо только зернистость и нерегулярную трещиноватость при ясной слоистости (например, солевые или гипсовые коры пустынь).

Каменное ячеистое сложение - массивная плотная сцементированная матрица сплошь пронизана округлыми полостями той или иной формы, пустыми или заполненными более мягким материалом (например, ячеистый латерит).

Каменное конкреционно-шлаковидное сложение - массивный горизонт, состоящий из прочно сцементированных округлых или шлаковидных конкреций и стяжений (например, гороховатый латерит или канкар).

Важное примечание должно быть сделано к характеристике массивного и слитого сложения почв. Дело в том, что массивная бесструктурная почвенная масса отнюдь не однородна, а всегда имеет определенное сложение, которое может быть названо **микрорональным сложением**.

Микрорональное сложение характеризуется тем, что в почвенной массе выделяются нерегулярно расположенные микророна концентрации тех или иных процессов, тех или иных веществ или организмов, иногда связанные с деятельностью почвенных организмов или корневых систем растений, иногда - с неоднородностью почвенной массы, исходной либо приобретенной в результате почвообразования или обработки почвы,

Особенно четко такое микрорональное слитое или массивное сложение проявляется в глеевых горизонтах или в пахотных горизонтах почв рисовых полей.

Микрозональность сложения вообще является универсальной характеристикой почвы, характерной практически для всех типов сложения почв. Даже в четко дифференцированных на горизонты и хорошо оструктуренных почвах в каждом из горизонтов можно отметить определенное микросложение. Например, выделяются элювиальные микрозоны в гумусовоаккумулятивных горизонтах почв, иллювиальные микрозоны - в элювиальных.

В бесструктурной почве они особенно ясны, но всегда в той или иной степени присутствуют и в структурной почве. Есть основания предполагать, что микрозональное сложение почвы имеет важное значение в ее генезисе (локализация тех или иных процессов на каких-то стадиях горизонтообразования), а также в корневом питании растений.

Таблица 6

Оптимальные диапазоны плотности (по А.Г. Бондареву, 1985)

| Гранулометрический состав (текстура) почвы | Оптимальный диапазон плотности, г/см ³ |
|--|---|
| Глинистые и суглинистые | 1.0 - 1.3 |
| Легкосуглинистые | 1.10 - 1.40 |
| Супесчаные | 1.20 - 1.45 |
| Песчаные | 1.25 - 1.60 |

Контрольные вопросы

1. Дайте характеристику градации пластичности почвы?
2. Дайте характеристику градации по степени трещиноватости почвы?
3. Дайте характеристику градации твердости или «плотности» почвы, определяемые в поле?
4. Дайте характеристику градации крупнотрещиноватых почв в соответствии с глубиной трещин?
5. Дайте характеристику градации крупнотрещиноватых почв в соответствии с шириной трещин?
6. Дайте характеристику градации липкости в почвах?
7. Дайте характеристику градации пор по геометрической форме. Е. И. Парфеновой и Е. А. Яриловой?

8. Дайте характеристику градации градация почв в зависимости от диаметра пор почвы?
9. Дайте характеристику градации градация почв по количеству числа пор на 1 см^2 ?
10. Дайте характеристику градации градация почв по размеру преобладающих пор (диаметр в мм) ?
11. Дайте характеристику градации твердости почвы?
12. Дайте характеристику градации трещин по геометрической форме. Е. И. Парфеновой и Е. А. Яриловой?
13. Охарактеризуйте гроздьевидное распределение зерен скелета в S-матрице?
14. Что такое дырчатая пористость S-матрицы по Брюэру?
15. Что такое дырчато-пористая пористость S-матрицы по Брюэру?
16. Что такое камерная пористость S-матрицы по Брюэру?
17. Что такое камеры и каналы? Дайте им характеристику.
18. Что такое канальная пористость S-матрицы по Брюэру?
19. Что такое прихотливые трещины?
20. Что такое простые упаковочные поры?
21. Что такое пузырьчатая пористость S-матрицы по Брюэру?
22. Что такое пузырьки?
23. Что такое пузырьковые поры?
24. Охарактеризуйте пылевато-плазменное микросложение почв?
25. С чем связано со сложением почвы?
26. Что такое связанные трещины?
27. Что такое сепическое сложение?
28. Что такое сепическое сложение плазмы. Для чего характерно?
29. Охарактеризуйте силасепическое сложение?
30. Что такое сильно пористая пористость S-матрицы по Брюэру?
31. Что такое скелетные зерна почвенного материала?
32. Охарактеризуйте скелсепическое сложение?
33. Опишите случайное распределение зерен скелета в S-матрице?
34. Что такое соединительная пористость S-матрицы по Брюэру?
35. Охарактеризуйте спутанно-волокнистое или спутанно-полосчатое сложения плазмы?
36. Опишите понятие структура типа «erde» (земля)?

37. Опишите понятие структура типа «lehm» (суглинок)?
38. Что такое субкутанная элементарная структура почв?
39. Что такое Субкутанная элементарная структура. Для чего характерно?
40. Что такое твердость почвы?
41. Как меняется твердость почвы в зависимости от раздавливания почвенного материала в руке?
42. Опишите типы S-матрицы или основной структуры в почвах?
43. Опишите типы микросложения почв с учетом взаимного расположения скелета и плазмы в почвенном материале с учетом размера скелетных зерен и состояние плазмы?
44. Опишите типы распределение зерен скелета в S-матрице?
45. Опишите типы сложения плазмы по Т. Д. Морозовой?
46. Опишите типы сложения по Брюэру?
47. Опишите типы сложения почвы?
48. Опишите типы элементарной структуры почв?
49. Что такое трещины?
50. Что такое трубчатые поры?
51. Охарактеризуйте ундулическое сложение?
52. Что такое упаковочные поры?
53. Что такое Фекальная элементарная структура почв?
54. Что такое фекальная элементарная структура. Для чего характерно?
55. Форма пор по их генетической природы?
56. Охарактеризуйте формы микроструктур?
57. Что такое фрактурная пористость S-матрицы по Брюэру?
58. Охарактеризуйте характеристику пористости S-матрицы по Брюэру?
59. Охарактеризуйте чешуйчатое сложение плазмы?
60. Что понимается под сложением почвы?
61. Что такое «S-матрица»?
62. Что такое микросложение почв?
63. Что такое плазма почвенного материала?
64. Что такое состав почвы?

Глава 7. СТРУКТУРА ПОЧВЫ

Структура почвы представляет собой более высокий уровень организации твердого вещества почвы и играет важную роль в формировании агрономических свойств и режимов почвы: водно-воздушный режим, сложение, условия обработки и в целом плодородие почвы.

Структура почвы - это результат почвообразования, то соответственно разные типы почв и разные типы генетических горизонтов будут иметь различный тип структуры.

Однако в типах структуры имеется меньшее разнообразие, чем в типах почвообразования, поскольку участвующие в образовании почвенной структуры силы менее специфичны и широко представлены во всех почвах.

Структурные почвы по сравнению с малоструктурными и бесструктурными, обладают хорошей водо- и воздухопроницаемостью, благоприятным температурным режимом, высокой противозерозионной устойчивостью, легче обрабатываются, создают благоприятные условия прорастания семян и распространения корневых систем растений.

Если почва не распадается на естественные структурные отдельности, а имеет сыпучее состояние, как песок или пыль, то она называется **бесструктурной раздельно-частичной**; если же почва выламывается большими глыбами произвольной формы, то будет называться **бесструктурной массивной**.

Структура - это совокупность структурных агрегатов почвы или какого-либо её горизонта.

Почвенная структура - это взаимное расположение в почвенном теле структурных отдельностей определенной формы и размеров.

Структурность почвы - это её способность распадаться в естественном состоянии на отдельные комочки (структурные элементы, структурные отдельности, структурные агрегаты) различной величины.

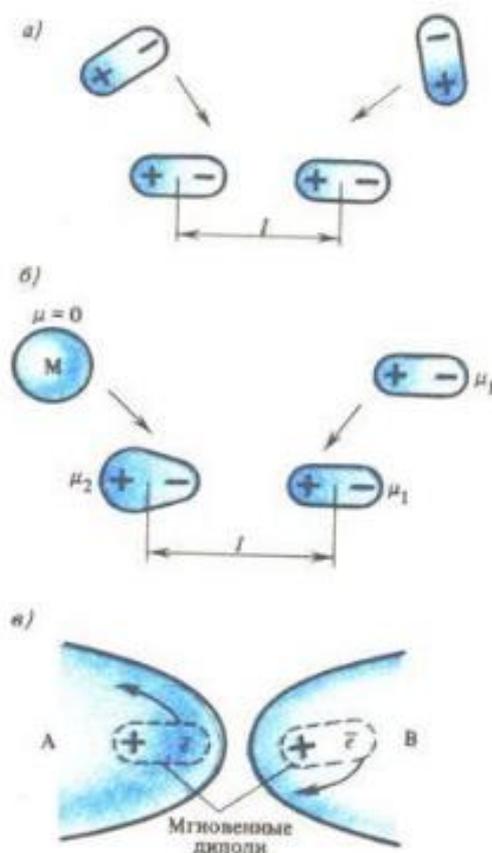
Структурный состав почвы - это распределение структурных агрегатов в массе почвы в соответствии с их размерами (эффективными диаметрами).

Агрегат или **структурная отдельность** - это совокупность механических элементов, взаимно удерживающихся в силу коагуляции коллоидов, склеивания, слипания их в результате сил Ван-дер-Ваальса, остаточных валентностей и водородных связей, адсорбционных и капиллярных явлений в жидкой фазе, а также с помощью корневых тяжей и гифов грибов.

Сила Ван-дер-Ваальса – это силы между молекулами, обусловленные электростатическим взаимодействием.

Различают три типа сил Ван-дер-Ваальса (рис. 46):

1. Ориентационное взаимодействие – возникает между полярными молекулами.
2. Индукционное взаимодействие – возникает между полярными и неполярными молекулами.
3. Дисперсионное взаимодействие – возникает между неполярными молекулами.



*Рис. 46. Силы Ван-дер-Ваальса:
 а – индукционное; б – дисперсионное ;
 в – ориентационное*

Кроме того, с агрономической точки зрения различаются истинные и ложные агрегаты (псевдоагрегаты) (рис. 47).



Рис. 47. Типы агрегатов с агрономической точки зрения

Истинные агрегаты характеризуются большой пористостью и водопрочностью.

Ложные агрегаты (псевдоагрегаты) имеют малую пористость, высокую плотность и не стойки в воде либо, наоборот, абсолютно водоустойчивы вследствие цементации.

Структурный агрегат представляет собой при четкой его выраженности почвенную отдельность определенной формы с ясно очерченными поверхностями граней. Структурный агрегат имеет сложное строение, различное в зависимости от типа и степени выраженности структуры.

Менее четко внутреннее строение агрегата прослеживается в гумусовых горизонтах почв, когда структурные отдельности представляются как неупорядоченные скопления микроагрегатов разного размера.

Однако анализ обнаруживает и здесь те же общие черты строения, определенную упорядоченную микроразнональность состава и свойств.

Этот общий план строения структурных отдельностей претерпевает существенные изменения в разных типах структуры, особенно при сочетании с различными новообразованиями разных типов почв (рис. 48).

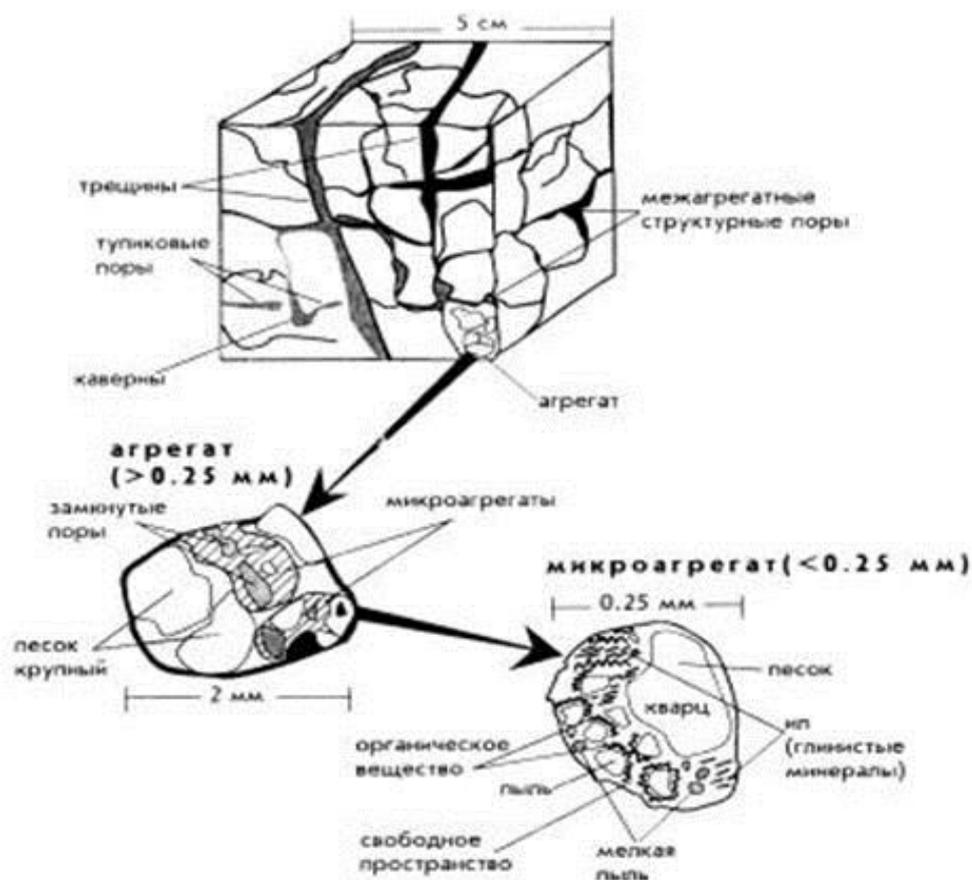


Рис. 48. Схема агрегатного состояния почв (по Шаину Е. В.)

Структура почв может быть **четко выраженной**, когда агрегаты имеют вполне определенную форму и легко отделяются один от другого в сухом состоянии; во влажном состоянии почва, конечно, более связная и агрегаты выделяются труднее.

Структура может быть **неясной, слабо выраженной**, только намечающейся, что зависит от гранулометрического состава, возраста и интенсивности почвообразования.

В песчаных и супесчаных почвах структура либо отсутствует, либо слабо выражена; суглинистые и глинистые почвы почти всегда структурны.

В почвах обычно наблюдается структура нескольких порядков, причем структурные отдельные более низких порядков могут иметь иную форму, чем более крупные агрегаты (рис.49, 50).

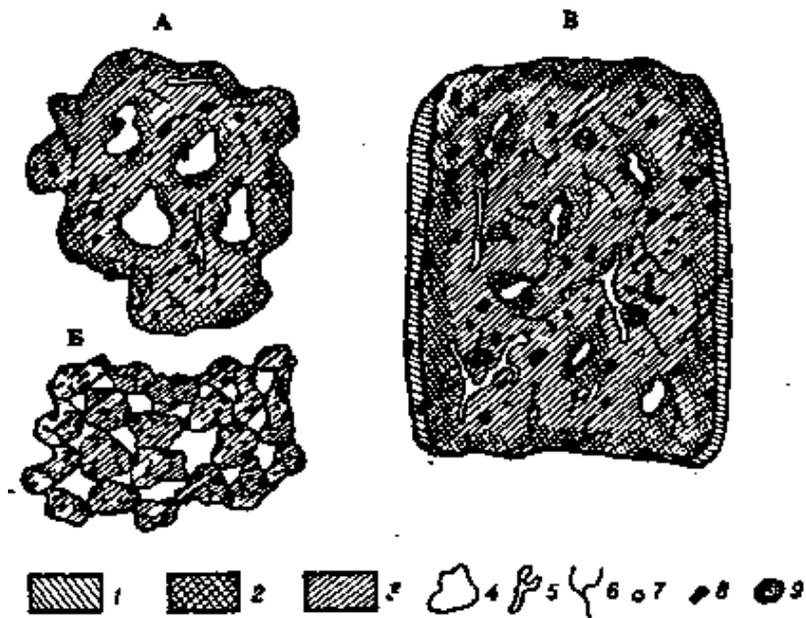


Рис. 49. Строение структурных отдельных почв в поперечном разрезе: А - комковатый плотный агрегат гумусового горизонта; Б - комковатый рыхлый агрегат гумусового горизонта; В - призматический плотный агрегат иллювиального горизонта дерново-подзолистой почвы. 1 - глинистые пленки на гранях и в порах; 2 - уплотненная корочка; 3 - внутренняя часть агрегата - матрица; 4 - поры аэрации; 5 - капиллярные поры; 6 - микротрещины; 7 - микропоры; 8 - зерна скелета; 9 - микроконкреции



Рис. 50. Почвенный агрегат

Комочки почвы - это пористые относительно водопрочные сферические мезоагрегаты диаметром 0,2 - 5,0 мм.

В почвах, особенно в гумусовых горизонтах, обычно присутствуют все три группы агрегатов одновременно. С глубиной структурный состав становится, как правило, все более однородным.

Видимые невооружённым глазом структурные отдельности часто имеют сложное строение и состоят из более мелких агрегатов.

Структурные отдельности (агрегаты, педы) в почвах могут быть разного порядка и по-разному построенными. Различаются структурные агрегаты **первого порядка**, состоящие из первичных частиц (механических элементов), или микроагрегаты и **агрегаты второго порядка**, состоящие из микроагрегатов, или макроагрегаты (но размеру первые могут быть разделены на микро - и мезоагрегаты, а вторые - на мезо- и макроагрегаты). Могут быть выделены и агрегаты более высоких порядков (рис. 51).

Первичные агрегаты, или агрегаты первого порядка, состоят из элементарных частиц почвы, склеенных между собой гумусным веществом, глинистой фазой, плёнками гидроокислов железа и алюминия.

Наиболее ценна та структура, у которой цементирующим является гумусное вещество, особенно в форме гуматов кальция.

Необходимо учитывать, что для почв типично агрегирование структурных элементов низших порядков в полиструктурные сочетания.

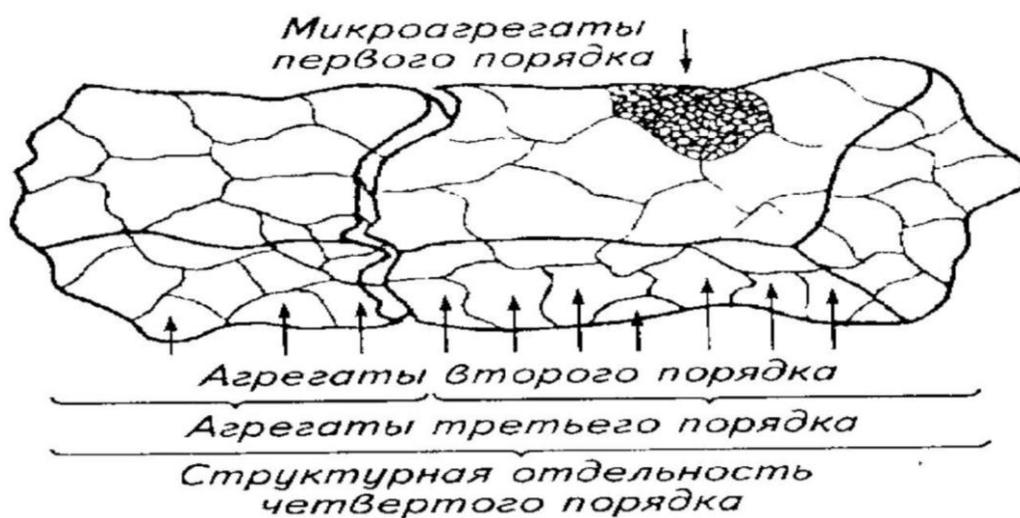


Рис. 51. Строение призматической структурной отдельности, показывающей агрегированность разных порядков (по Б. Г. Розанову)

Образование структуры - сложный и многофакторный процесс, обусловленный многими явлениями. Так, очень большую роль играют электролиты, вызывающие коагуляцию и осаждение коллоидной фазы почвы.

Ввиду того что почва представляет собой механическую смесь частиц разной величины, свёртывающийся коллоидный материал включает в свои «хлопья» и более крупную предколлоидную фракцию.

В образовании **макроструктуры**, значительная роль принадлежит процессам набухания и усадки, связанным с увлажнением почвы.

Почва пронизывается сетью трещин различной величины и разных направлений, а находящаяся между ними почвенная масса уплотняется. Подобное происходит также при замерзании влажной почвы: замерзающая и увеличивающаяся в объёме вода в различных пустотах почвы давит на почвенную массу и уплотняет её.

В течение длительного времени эти многократно повторяющиеся процессы приводят к неоднородности сложения почвы, к появлению в ней более плотных участков - комочков, разделённых трещинами или более рыхлой массой.

По мере пропитывания комочка цементирующим веществом и ещё большего уплотнения его поверхности он постепенно не только устойчиво обособляется из почвенной массы, но и приобретает водопрочность, т.е. способность противостоять размывающему действию воды.

Такие структурные отдельности, если их величина лежит в пределах от 0,25 до 10 мм, составляют агрономически ценную структуру.

Большая роль в образовании структуры принадлежит корневым системам растений, особенно злаковым травам. Пронизывая почву во всех направлениях, они, с одной стороны, резко увеличивают её пористость, с другой - уплотняют почвенную массу. И что наиболее важно, после отмирания корней часть из них гумифицируется и в виде гуминовых кислот и их солей цементирует структурные агрегаты.

На процесс образования структуры определённую, иногда весьма значительную роль оказывают беспозвоночные животные, в первую очередь дождевые черви. В процессе жизнедеятельности, пропуская через свой кишечник почву, они выбрасывают её затем в виде экскрементов (копролитов), представляющих собой мелкие горошинки, часто слипшиеся в клубочки.

Наряду с процессом оструктурирования почвы идёт обратный процесс - **разрушение структуры (деструктуризация)**.

Причинами этого является многократное воздействие на почву сельскохозяйственных орудий, потеря гумусного вещества, вымывание из неё электролитов, изменение характера растительности и т.п.

Динамика структурного состояния почвы по временам года показывает, что зимой структура становится менее прочной. На тяжёлых почвах комковатая, ореховатая и зернистая структуры уменьшают их плотность, облегчают обработку сельскохозяйственными машинами, резко увеличивают воздухо- и водопроницаемость (без заметного снижения влагоёмкости), создают условия для одновременного протекания в почве аэробного и анаэробного микробиологических процессов и т.д.

Таким образом, в тяжёлой, но структурной почве проявляются лучшие качества глин и песков одновременно.

Морфологическую характеристику почвенной структуры следует начинать с оценки степени её выраженности.

Для этой цели предлагается следующая градация.

1. Структура выражена хорошо - структурные агрегаты чётко дифференцированы, легко отделяются друг от друга.

2. Структура выражена умеренно - в почве с ненарушенным сложением агрегаты различаются, но нечётко. При разрушении большая часть почвы распадается на агрегаты, а меньшая - на неагрегированный материал.

3. Структура выражена слабо - в почве с ненарушенным сложением агрегаты просматриваются с трудом. При разрушении лёгких и суглинистых почв большая часть распадается на неагрегированный

материал, а меньшая - на плохо оформленные или сломанные агрегаты; глинистые почвы разрушаются с трудом, образуя мелкие глыбы.

4. Структура не выражена (почва бесструктурная) - агрегаты в почве не выделяются, она либо раздельночастичная, сыпучая, либо представляет собой сплошную массивную, слитую плиту.

Качество структуры - это степень оструктуренности, отражающая разницу между когезией внутри агрегатов и адгезией между агрегатами в условиях «нормального» увлажнения. Различаются четыре градации качества структуры.

1. бесструктурность - нет видимой агрегации и упорядоченного расположения естественных поверхностей; если почва связная, то она массивная, а если не связная, то - раздельночастичная;

2. слабая структура - слабо оформленные неопределенные агрегаты, едва различимые в натуре; почва при нарушении распадается на немного целых агрегатов, много разломанных агрегатов и много неагрегированного материала;

3. умеренная структура - хорошо оформленные различимые агрегаты, умеренно прочные и почти не видимые в ненарушенном состоянии; при нарушении почва распадается на много целых агрегатов, немного разломанных агрегатов и мало неагрегированного материала;

4. прочная структура - хорошо оформленные устойчивые агрегаты ясно различаются в ненарушенном состоянии почвы, слабо связаны один с другим и полностью отделяются при нарушении почвы.

С.А. Захаров выделил три основных типа структуры (табл. 7):

1) кубовидную - структурные отдельности более или менее равномерно развиты по трём взаимно перпендикулярным осям;

2) призмовидную - структурные отдельности развиты преимущественно по вертикальной оси;

3) плитовидную - структурные отдельности развиты по двум горизонтальным осям и укорочены в вертикальном направлении.

Каждый из этих типов в зависимости от характера выраженности рёбер, граней, а также размера агрегатов подразделяют на более мелкие единицы.

Таблица 7

Классификация структурных отдельностей почв (по С. А. Захарову)

| Род | Вид | Размер, мм |
|--|-------------------------------|------------|
| Кубовидная структура | | |
| Глыбистая - неправильная форма и неровная поверхность | Крупноглыбистая | > 100 |
| | Мелкоглыбистая | 100-10 |
| Комковатая - неправильная округлая форма, неровные округлые и шероховатые поверхности разлома, грани не выражены | Крупнокомковатая | 10-3 |
| | Комковатая | 3-1 |
| | Мелкокомковатая | 1,0-0,25 |
| Пылеватая | Пылеватая | < 0,25 |
| | Крупноореховатая | > 10 |
| | Ореховатая | 10-7 |
| Мелкоореховатая | Мелкоореховатая | 7-5 |
| | Крупнозернистая | 5-3 |
| Зернистая - более или менее правильная форма, иногда округлая, с выраженными гранями, то шероховатыми матовыми, то гладкими и блестящими | Зернистая | 3-1 |
| | Мелкозернистая | 1,0-0,25 |
| | Призмовидная структура | |
| Столбовидная - отдельности слабо оформлены, с неровными гранями и округлёнными рёбрами | Крупностолбовидная | > 50 |
| | Столбовидная | 30-50 |
| | Мелкостолбовидная | < 30 |
| Столбчатая - правильной формы с довольно хорошо выраженными гладкими боковыми и вертикальными гранями, с округлым верхним основанием («головкой») и плоским нижним | Крупностолбовидная | > 50 |
| | Столбовидная | 30-50 |
| | Мелкостолбовидная | < 30 |
| | Крупностолбчатая | 30-50 |
| | Мелкостолбчатая | < 30 |
| Призматическая - грани хорошо выражены, с ровной глянцевой поверхностью, с острыми рёбрами | Крупнопризматическая | 50-30 |
| | Призматическая | 30-10 |
| | Мелкопризматическая | 10-5 |
| | Тонкопризматическая | < 5 |
| | Карандашная | < 10 |
| Плитовидная структура | | |
| Плитчатая (слоеватая) - с более или менее развитыми горизонтальными плоскостями спайности | Сланцеватая | > 5 |
| | Плитчатая | 5-3 |
| | Пластинчатая | 3-1 |
| | Листоватая | < 1 |
| Чешуйчатая - со сравнительно небольшими, отчасти изогнутыми горизонтальными плоскостями спайности и часто острыми гранями | Скорлуповатая | > 3 |
| | Грубочешуйчатая | 3-1 |
| | Мелкочешуйчатая | < 1 |

Важными свойствами почвенных агрегатов являются их механическая прочность и водопрочность.

Структурной считается почва, содержащая более 55 % водопрочных агрегатов размером 0,25 - 10 мм.

В зависимости от размера агрегатов структуру подразделяют на следующие группы:

1. глыбистая - больше 10 мм;
2. макроструктура - 10-0,25 мм;
3. грубая микроструктура - 0,25-0,1 мм;
4. тонкая микроструктура - меньше 0,01 мм.

Различным генетическим горизонтам почв присущи определенные формы структуры:

1. Для гумусово-аккумулятивных горизонтов характерна комковатая и зернистая структуры
2. Для элювиальных - пластинчато-листоватая;
3. Для иллювиальных - ореховатая.

Форма структуры является важным морфологическим признаком почвы, однако в агрономическом отношении важна не столько форма структурных отдельностей, сколько их размер и прочность.

Структура далеко не всегда представлена агрегатами одинаковой величины и формы, и поэтому необходимо отмечать, однородна или неоднородна структура.

Кубовидная структура при более или менее равномерном развитии, но трем осям, характерная для гумусовых, пахотных, верхней части иллювиальных, аккумулятивных и глеевых горизонтов почв.

В пределах этого типа выделяются **7 родов** структуры (рис. 52, 53, 54):

1. глыбистая - неправильная форма и неровная поверхность агрегатов, характерна для глеевых, слитых, выпаханных горизонтов;
2. комковатая - округлая форма с шероховатой поверхностью без выраженных ребер и граней, характерна для гумусовых и метаморфических горизонтов почв;

3. пылеватая - мельчайшие микроагрегаты, форма которых неразличима невооруженным глазом, характерна для выпаханных или элювиальных горизонтов;

4. ореховатая - более или менее правильные острореберные агрегаты, напоминающие буковые орешки, характерна для верхних иллювиальных горизонтов;

5. зернистая - более или менее правильная форма с выраженными гранями и ребрами, напоминающая гречневую крупу, характерна для гумусовых горизонтов лугово-степных и степных почв;

6. конкреционная - сплошное скопление округлых конкреций

7. икряная - мелкие, разной формы, но хорошо оформленные агрегаты соединяются в сплошную массу.

Призмовидная структура при выраженном развитии по вертикальной оси, характерная для иллювиальных горизонтов и суглинистых почвообразующих пород. Выделяются **3** рода этой структуры:

1. столбовидная - правильной формы отдельности с хорошо выраженными вертикальными гранями, округлой «головкой» и неровным основанием, характерна для солонцовых и слитных горизонтов;

2. призмовидная - отдельности слабо оформлены, с неровными скорлуповатыми гранями с острыми вершинами, округленными ребрами, характерна для нижней части иллювиальных горизонтов и суглинистых почвообразующих пород;

3. призматическая - грани и ребра призм четко выражены, характерна для иллювиальных горизонтов почв.

Плитовидная структура при развитии, по горизонтальным осям, характерна для элювиальных горизонтов почв. Выделяются **2** рода этой структуры:

1. плитчатая при более или менее развитых плоских горизонтальных поверхностях спайности;

2. чешуйчатая при небольших, несколько изогнутых поверхностях спайности.

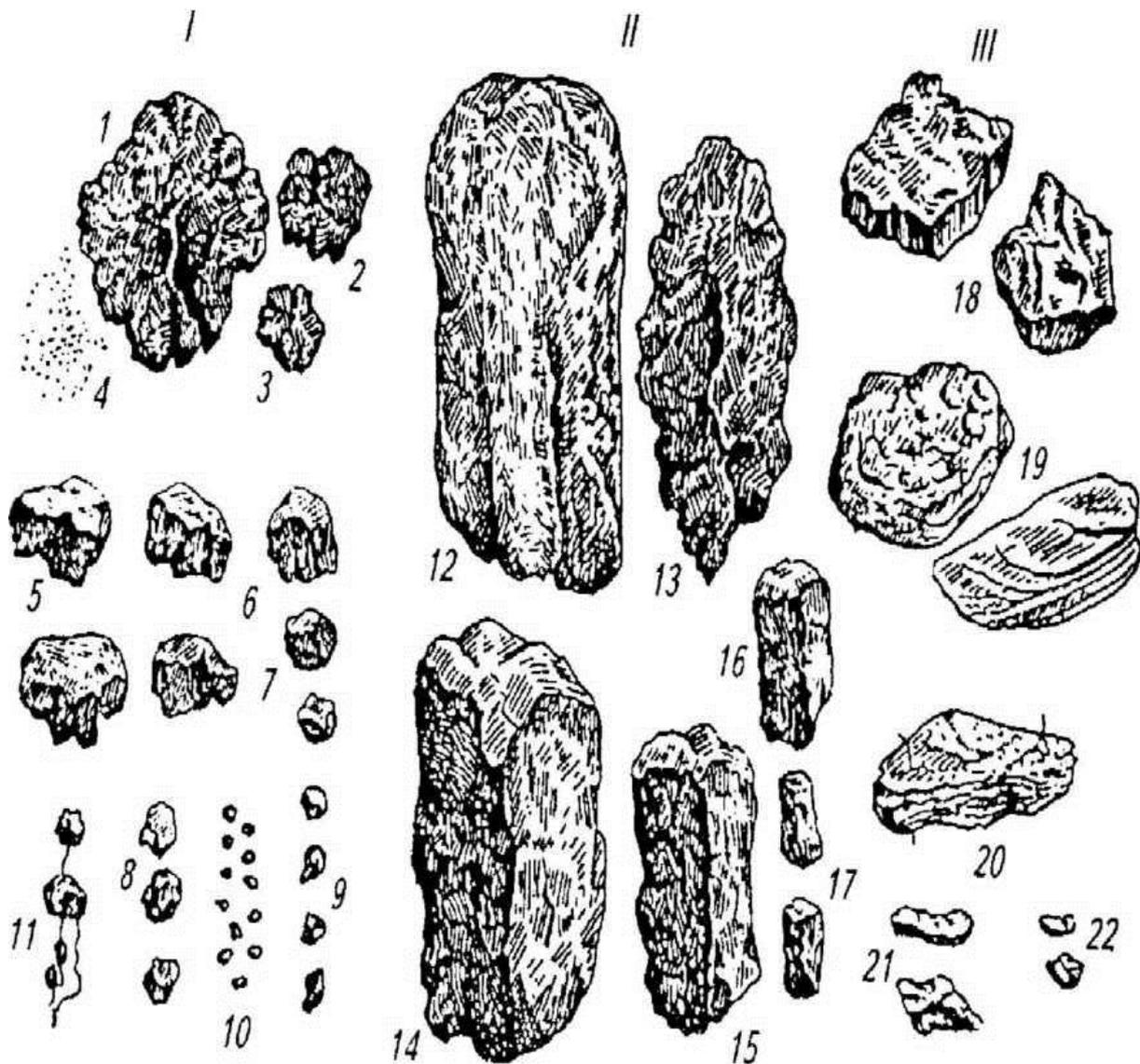
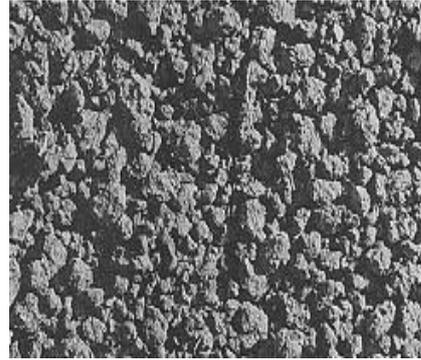
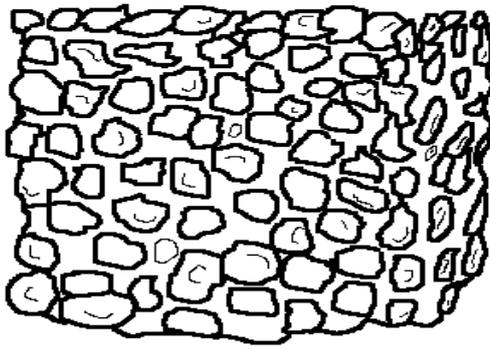
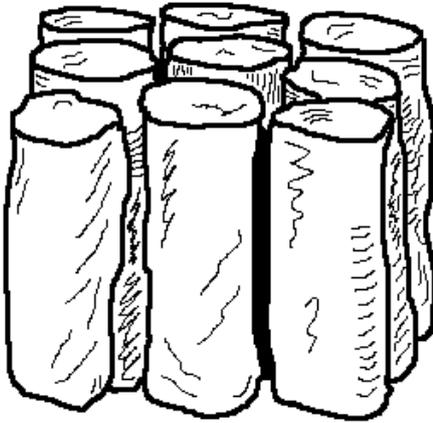


Рис. 52. Виды почвенных структур (по С. А. Захарову): **I - кубовидная:** 1 - крупнокомковатая; 2 - среднекомковатая; 3 - мелкокомковатая; 4 - пылеватая; 5 - крупноореховатая; 6 - ореховатая; 7 - мелкоореховатая; 8 - крупнозернистая; 9 - зернистая; 10 - порошистая; 11 - бусы из зёрен почвы; **II - призмовидная:** 12 - столбчатая; 13 - столбовидная; 14 - крупнопризматическая; 15 - призматическая; 16 - мелкопризматическая; 17 - тонкопризматическая; **III - плитовидная:** 18 - сланцевая; 19 - пластинчатая; 20 - листоватая; 21 - грубочешуйчатая; 22 - мелкочешуйчатая

Кубовидная структура



Призматическая структура



Плитовидная структура

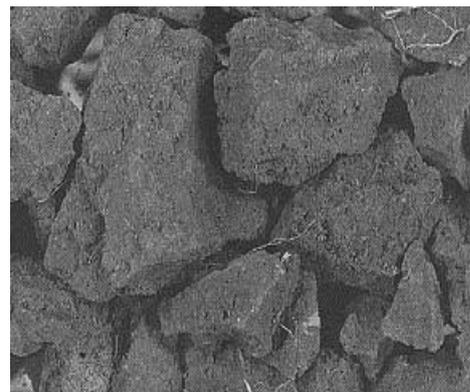
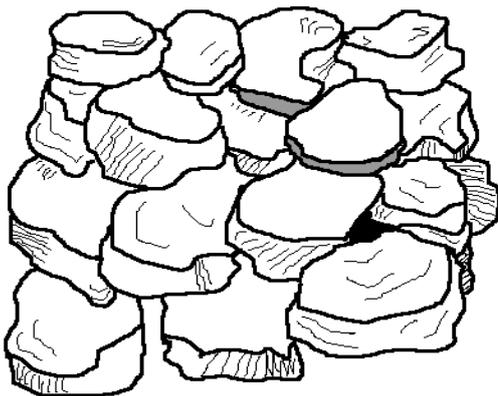


Рис. 53. Визуальное отображение почвенной структуры

В классификации С. А. Захарова основным критерием выделения типов почвы принята форма агрегатов, родов - характер выраженности граней и рёбер, видов - размеры отдельностей.

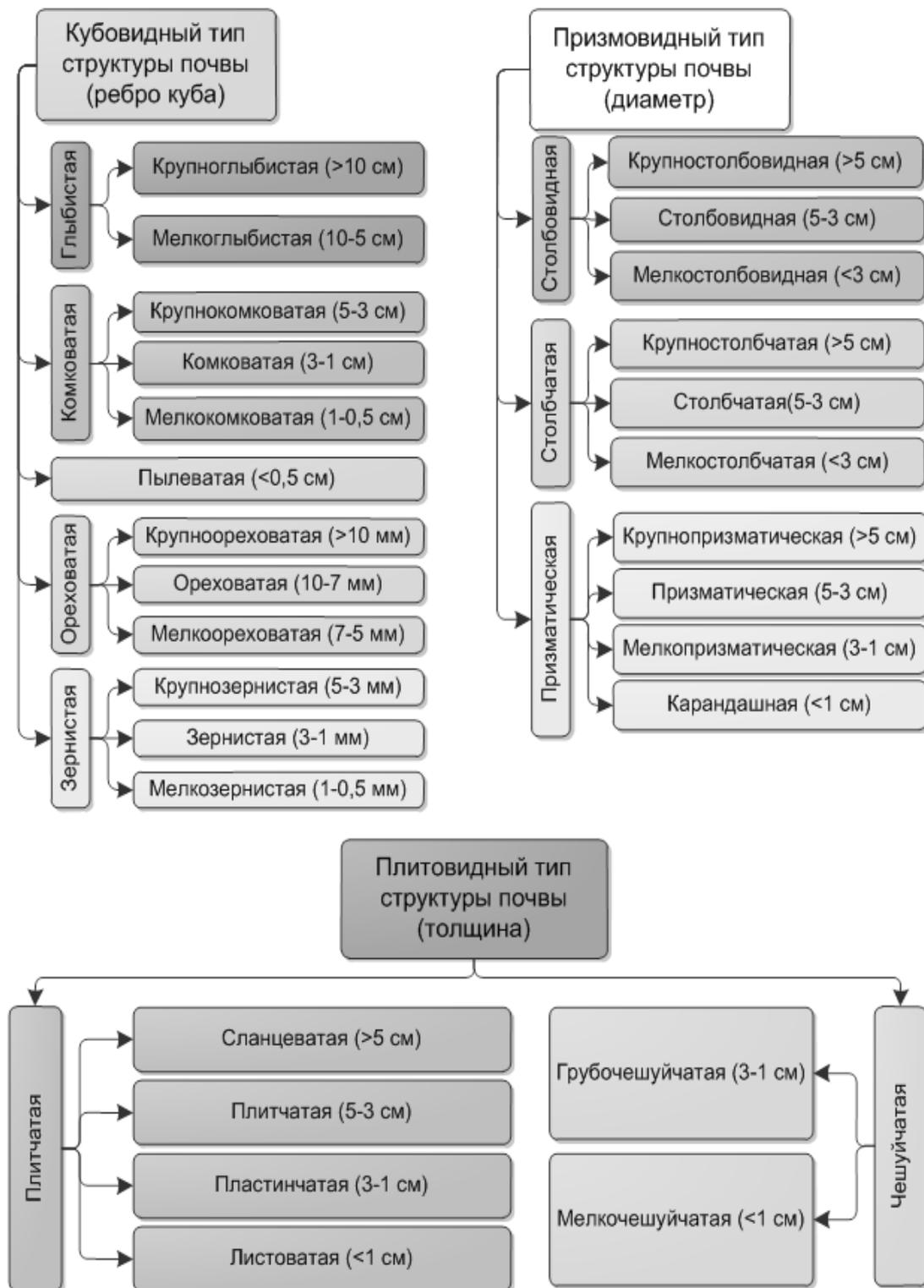


Рис. 54. Классификация структуры почвы

Описанные типы почвенной структуры редко встречаются в почвах в чистом виде. В большинстве случаев почвы имеют смешанную структуру: комковато-зернистую, комковато-призмовидную и т. д., что означает присутствие в том или ином горизонте агрегатов разной формы.

Однородной считается структура, у которой встречается только один тип, род и вид (например, мелкозернистая).

Неоднородной считается структура, у которой в почвенном горизонте встречаются несколько типов, родов или даже видов (например, пылеватокомковатая).

В связи с тем, что роды почвенной структуры не повторяются в типах, при анализе тип не фиксируют, а ограничиваются только родом и видом.

Размеры структурных отдельностей варьируют в широких пределах, как в разных почвах, так и в пределах горизонтов почвы; варьирует также и форма агрегатов. Если в таком-то горизонте почвы структура мелкокомковатая, то это значит лишь то, что агрегаты такой формы и такого размера здесь преобладают; одновременно могут присутствовать агрегаты значительного разнообразия формы и размеров.

В образовании почвенной структуры можно различить две стадии, обычно протекающие одновременно.

1. Механическое разделение почвы на агрегаты того или иного размера и формы.

2. Упрочение этих агрегатов и приобретение ими внутреннего строения.

В механическом разделении почвенной массы на агрегаты, т. е. в создании ее первичной трещиноватости, главную роль играют увлажнение - обсыхание, замерзание - оттаивание, нагревание - охлаждение, механическая деятельность корней и почвенной фауны. При увлажнении почва набухает, причем тем больше, чем больше в ней содержится вторичных глинистых минералов монтмориллонитового типа. Обсыхая, она растрескивается в разных направлениях, формируя многогранники разной формы. Чем больше почва увлажнится и набухнет, тем резче будет выражено ее растрескивание при обсыхании. При замерзании и последующем оттаивании сухой почвы изменения в ее строении будут незначительны.

Если же почва замерзает сильно увлажненной, то насыщающая почву вода при замерзании сильно расширяется, раздвигая прилегающие почвенные массы и уплотняя их, давая трещины на месте заполненных льдом пор; при оттаивании вода будет сжиматься и постепенно уходить из трещин, которые сохранятся.

С каждым новым циклом замерзания - оттаивания этот процесс будет повторяться многократно, приводя к разделению почвенной массы на агрегаты.

Корневые системы воздействуют на почвенную массу исключительно интенсивно. Пронизывая почвенную массу во всех направлениях, корни разрыхляют ее, уплотняют, образуют разной формы и размера трещины, оставляют пустоты после отмирания и разложения.

Корневая система травянистой растительности - это главный фактор образования комковатой или зернистой структуры гумусовых горизонтов почв. Деятельность почвообитающей фауны также имеет существенное значение в о структур и ва ни и почв.0

Особенно большая роль в этом отношении принадлежит дождевым червям, которые, пропуская почву через свой кишечник, непосредственно оструктурируют ее, давая копролитовую структуру. Другие обитающие в почве животные своей роющей деятельностью способствуют механическому расчленению почвенной массы на агрегаты и их уплотнению.

В определенной мере форма структуры определяется исходной структурой материнской породы, но чем древнее почва и чем полнее порода переработана почвообразованием, тем меньше в ней следов структуры породы и тем больше новообразованной почвенной структуры. В древних почвах структура породы может прослеживаться только в наиболее глубоких горизонтах, наименее измененных почвообразованием.

Процесс упрочения почвенных агрегатов и придания им стабильной формы, заключается в природе сил сцепления или склеивания в агрегатах, которая может быть различной в зависимости от почвообразовательного процесса и от размера агрегата. Прежде всего, уплотнение агрегатов имеет место за счет уменьшения внутриагрегатной порозности в процессе механического разъединения почвенной массы на агрегаты. Затем структурные отдельности, приобретая постепенно свое внутреннее строение, пропитываются различными

клеящими веществами, формируют свою внешнюю оболочку - поверхностную корочку.

Главными клеящими веществами почв при их оструктурировании выступают

- гумус,
- глинистое вещество,
- гидроокислы железа
- гидроокислы алюминия.

В качестве агрегирующего вещества гумус может выступать как самостоятельно, так и в виде гуматов кальция, натрия, железа и алюминия (другие ионы играют существенно меньшую роль в почвах).

Гуматы кальция дают наиболее прочную структуру гумусовых горизонтов - комковатую или зернистую.

Гуматы натрия, будучи весьма подвижными и лиофильными, пептизируют почвенную массу, способствуя ее слитности и растрескиванию на столбчатые отдельности.

Гуматы железа и алюминия способствуют образованию комковатой или ореховатой структуры лесных почв, а также призматической структуры иллювиальных горизонтов.

Гидроокислы железа и алюминия участвуют в образовании ореховатой и призматической структуры иллювиальных горизонтов (в отсутствие обменного натрия).

В качестве специфического структурного цемента гумусовых горизонтов могут выступать и живые клетки почвенных микроорганизмов, интенсивно адсорбируемые почвенными частицами.

Степень цементации структурных агрегатов зависит также от гранулометрического и минералогического состава почвы. Чем больше почва содержит глинистых частиц, тем прочнее ее структурные отдельности.

Монтмориллонитовые глины дают очень высокую прочность внутриагрегатной цементации, в то время как каолинитовые - много меньшую.

Своеобразная обратимая прочная цементация почвы наблюдается при слитогенезе, внешне близкая к таковой при осолонцеванию почвы, однако существенно иная по своей природе.

На первых ступенях агрегации почвенной массы (процессе образования микроагрегатов) особенно мельчайших микроагрегатов из

первичных частиц (механических элементов), существенную роль могут играть различные силы, удерживающие и цементирующие первичные частицы.

Важнейшую роль при этом играют процессы взаимного осаждения коллоидов и коагуляция коллоидов под влиянием электролитов, что в почве особенно часто имеет место при частой смене Eh и pH на незначительных расстояниях.

При адгезии частиц (минеральных, органических и органоминеральных живых бактериальных клеток) в процессе образования первичных микроагрегатов могут действовать разнообразные силы, удерживающие частицы вместе в микроагрегате.

В процессах адгезии могут действовать следующие силы:

- 1) химические связи между взаимодействующими поверхностями, такие как водородные, тионовые, амидные, эфирные;
- 2) образование ионных пар и триплетов, включая энергию десольватации;
- 3) флуктуация поверхностных зарядов взаимодействующих частиц;
- 4) мозаичность поверхностных зарядов, связанная с геометрией взаимодействующих поверхностей;
- 5) силы притяжения противоположно заряженных поверхностей;
- 6) электростатическое притяжение одноименно заряженных поверхностей;
- 7) электростатическое притяжение при взаимодействии отраженных сил; 8) силы поверхностного натяжения и поверхностной энергии;
- 9) силы Ван-дер-Ваальса.

Особую роль в образовании первичных микроагрегатов играют живые клетки микроорганизмов и продукты их метаболизма.

Первичные микроагрегаты в гумусовых горизонтах почв всегда имеют существенную органическую часть, в минеральных горизонтах они преимущественно полиминеральные. Первичные микроагрегаты в почвах, соединяясь впоследствии между собой при помощи различных почвенных цементов, дают уже микро- и макроагрегаты более высокого порядка.

В качестве клеящих цементов при этом выступают как органические, так и минеральные вещества. Важно подчеркнуть, что уже на первых стадиях образования первичные микроагрегаты почв обладают - пористостью.

От типа структуры существенно зависит порозность почвы, поскольку межагрегатная порозность определяется, прежде всего, формой агрегатов и их взаимным расположением.

Призмовидные или **плитовидные** агрегаты имеют плотную упаковку с малыми промежутками - трещинами между ними, в то время как **кубовидные** агрегаты более рыхло располагаются в горизонте, оставляя значительные полости. Сочетание крупных и мелких агрегатов дает более плотную упаковку их, чем однообразный агрегатный состав.

Почва практически никогда не имеет однородной структуры во всем профиле. Наоборот, наблюдается закономерная смена структуры по профилю от поверхности до почвообразующей породы.

В **элювиально-иллювиальном** профиле обычная смена структуры от поверхности вниз:



| | | |
|-----------------------|---------------------|-------------------------------------|
| Гумусовый горизонт | A (A ₁) | Комковатая структура |
| Элювиальный горизонт | A ₂ (E) | Пластинчатая и ореховатая структура |
| Иллювиальный горизонт | B | Призматическая структура |

В **изогумусовом профиле** типична следующая смена:



| | | |
|--------------------------|---------------------|------------------------------------|
| Гумусовый горизонт | A (A ₁) | Комковатая или зернистая структура |
| Метаморфический горизонт | B* | Призматическая структура |

Переходные горизонты будут иметь соответствующие переходы и по структуре: либо в виде переходной структуры, либо смеси структур двух горизонтов.

Своеобразную структуру имеют почвы, в которых существенную роль играют **динамические явления почвообразования**, т. е. перемещения одних частей почвенной массы по отношению к другим в результате периодического повторения циклов набухания - сжатия, замерзания - оттаивания, морозного вспучивания, что имеет место в слитых, тиксотропных и криотурбационных горизонтах.

Для **слитых горизонтов**, подвергающихся периодическому интенсивному растрескиванию при высыхании, характерно сочетание крупных тумбовидных блоков, разделенных широкими (в несколько сантиметров) трещинами, свободными или заполненными осыпавшимся комковатым или ореховатым материалом.

Внутри же слитых тумбовидных отдельностей или по их граням заметны своеобразные поверхности скольжения - гладкие поверхности, испещренные параллельной штриховкой в направлении движения почвенной массы.

Тиксотропные горизонты также имеют своеобразную структуру, вернее, строение, характеризуемое как спутано-слоистое, поскольку настоящих структурных отдельностей здесь часто нет. Здесь по сути дела нет истинных структурных отдельностей, поскольку почва представляет собой либо смесь округлых или шлаковидных конкреций с мелкоземом, либо сплошную шлаковидную матрицу (ячеистый латерит).

Такие образования обычно характеризуются как **бесструктурные**, хотя в них также наблюдаются какие-то естественные поверхности, правда, очень сложной формы.

Контрольные вопросы

1. Перечислите главные клеящие вещества почвы?
2. Охарактеризуйте глыбистую структуру. Виды и размеры фракций?
3. Дайте характеристику градации качества структуры почвы?
4. Дайте характеристику градации структуры по степени выраженности?
5. Дайте характеристику неясной и слабовыраженной структуре?
6. Дайте характеристику четко выраженной структуре?
7. Опишите динамические явления почвообразования?
8. Охарактеризуйте зернистую структуру. Виды и размеры фракций?
9. Как изменяется с глубиной структурный состав почвы?
10. Какая структура присуща для гумусово-аккумулятивных горизонтов?
11. Какая структура присуща для иллювиальных горизонтов?

12. Какая структура присуща для элювиальных горизонтов?
13. Какая структура называется агрономически ценной по размеру фракций и названию (род, вид)?
14. Какая структура присуща песчаным и супесчаным почвам?
15. Какая структура присуща суглинистым и глинистым почвам?
16. Какие силы выступают в процессах адгезии (прилипания)?
17. Какими важными свойствами должны обладать структура почвы?
18. Охарактеризуйте комковатую структуру. Виды и размеры фракций?
19. Опишите критерии выделения типов почвы по С. А. Захарову?
20. Охарактеризуйте кубовидную структуру. Виды и размер фракций?
21. Что такое неоднородная структура почвы?
22. Что такое однородная структура почвы?
23. Перечислите основные типы структур по Захарову?
24. Охарактеризуйте плитовидную структуру. Виды и размер фракций?
25. Охарактеризуйте плитчатую структуру. Виды и размеры фракций?
26. Охарактеризуйте призматическую структуру. Виды и размеры фракций?
27. Охарактеризуйте призмовидную структуру. Виды и размер фракций?
28. Опишите процесс образования структуры?
29. Опишите процесс разрушения структуры почвы (деструктуризация)?
30. На чем основано разделение структуры в зависимости от размера агрегатов?
31. Роль биологических факторов в образовании почвы?
32. Роль температурных факторов в образовании структуры почвы?
33. Опишите и дайте характеристику стадиям образования почвенной структуры?
34. Охарактеризуйте столбовидную структуру. Виды и размеры фракций?

35. Охарактеризуйте столбчатую структуру. Виды и размеры фракций?

36. Опишите строение структурного агрегата?

37. Опишите структурные агрегаты второго порядка?

38. Опишите структурные агрегаты первого порядка?

39. Опишите структурные агрегаты третьего порядка?

40. Опишите структурные агрегаты четвертого порядка?

41. Какие типы агрегатов бывают с агрономической точки зрения?

42. Охарактеризуйте Чешуйчатая структура. Виды и размеры фракций?

43. Что относится к бесструктурной массивной структуре?

44. Что относится к бесструктурной раздельно-частичной структуре?

45. Что такое агрегат (структурная отдельность)?

46. Что такое истинные агрегаты и их свойства?

47. Что такое качество структуры?

48. Что такое комочки почвы, и какая фракция к ним относится?

49. Что такое ложные агрегаты и их свойства?

50. Что такое почвенная структура почвы?

51. Что такое структурность почвы?

52. Что такое структурный агрегат?

53. Что характерно для слитых горизонтов?

54. Что характерно для тиксотропных горизонтов?

Глава 8. ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПОЧВЫ

Почва - исключительно сложная полидисперсная система, состоящая из частиц разнообразного размера - от нескольких ангстрем до десятков сантиметров в диаметре, причем это почти непрерывный ряд распределения частиц по степени крупности.

Гранулометрический состав почвы - это весовое соотношение в составе почвы частиц разной крупности, в пределах непрерывного ряда определенных условных групп крупности.

При этом имеется в виду соотношение частиц или механических элементов, представленных минеральными зёрнами и органическими и органо-минеральными гранулами, свободно суспендируемыми в воде после разрушения клеящих материалов. Целостность и существование механических элементов определяется молекулярными силами взаимодействия.

Гранулометрический состав - важнейшая характеристика почвы от которого зависят практически все свойства почвы и плодородие.

Механические элементы - это элементарных частиц различного размера из которых состоит твердая фаза минеральных почв и почвообразующих пород.

Элементарной почвенной частица, или **гранула** - это обособленная минеральная, органо-минеральная или органическая частица кристаллического или аморфного строения, все молекулы которой находятся в химической взаимосвязи.

По происхождению механические элементы бывают:

- минеральные,
- органические
- органо-минеральные.

Механические элементы представляют собой обломки горных пород, отдельные первичные и вторичные минералы, гумусовые вещества и продукты их взаимодействия с минеральными компонентами почвы.

В почве механические элементы находятся в раздельно-частичном состоянии в виде совокупности индивидуальных зёрен или гранул, как в песках и супесях.

В суглинках и глинах под действием различных факторов механические элементы соединены в агрегаты. Чтобы перевести их в раздельно-частичное состояние, агрегаты разрушают механическим или химическим путем.

Количественное определение содержания в почве элементарных частиц - главная задача механического или гранулометрического анализа.

Результаты механического анализа используют для установления гранулометрического состава почвы - важной генетической и агрономической характеристики.

При генетической классификации почв их разновидности определяют по гранулометрическому составу верхних почвенных горизонтов и почвообразующих пород. От гранулометрического состава в значительной степени зависят уровень почвенного плодородия и особенности использования почв.

Морфология почвы определяется ее гранулометрическим составом.

Механические элементы или первичные почвенные частицы могут иметь и имеют в действительности любую возможную геометрическую форму: шар,

- куб,
- параллелепипед,
- призма,
- пирамида,
- правильный многогранник
- неправильный многогранник,
- плоскопараллельная пластинка.

Гранулометрический состав почвы - это весовое соотношение в составе почвы частиц разной крупности, в пределах непрерывного ряда определенных условных групп крупности.

При этом имеется в виду соотношение частиц или механических элементов, представленных минеральными зёрнами и органическими и органо-минеральными гранулами, свободно суспендируемыми в воде после разрушения клеящих материалов. Целостность и существование механических элементов определяется молекулярными силами взаимодействия.

Гранулометрическим (механическим) составом почвы называется массовое соотношение (относительное содержание в процентах) в ее составе твердых частиц (механических элементов) разной крупности, выделяемых в пределах непрерывного ряда определенных условных групп крупности (гранулометрических фракций).

Гранулометрический состав, за редким исключением, почвы наследуют от почвообразующей породы.

При широком варьировании гранулометрического состава почвообразующих пород на них формируются и различные по гранулометрическому составу почвы даже в пределах одного типа.

Гранулометрический состав относится к числу фундаментальных свойств почвы и сильно влияет на почвообразование и сельскохозяйственное использование почв.

От него зависит интенсивность протекания многих почвообразовательных процессов, связанных с превращением, миграцией и аккумуляцией органических и минеральных соединений в профиле почвы.

Поэтому в одинаковых климатических условиях на почвообразующих породах разного гранулометрического состава формируются почвы, различающиеся своими свойствами и уровнем плодородия.

От гранулометрического состава зависят водопроницаемость, водоудерживающая и водоподъемная способности почв, потенциальный резерв элементов минерального питания, структурное состояние, поглотительная способность, твердость и удельное сопротивление почвы при обработке.

Гранулометрический состав - важнейшая характеристика почвы. От него зависят практически все свойства почвы и плодородие. Поэтому изучение гранулометрического состава в поле или в лаборатории всегда является первым необходимым этапом исследования почвы как природного тела.

Кроме того, гранулометрический состав почв определяет физические, водно-физические и физико-механические свойства:

- водопроницаемость,
- влагоемкость,
- пористость,
- усадка и набухание,
- воздушный и тепловой режим.

Знание гранулометрического состава важно при определении производственной ценности почвы, способов обработки, сроков полевых работ, нормы удобрений, размещения сельскохозяйственных культур и т.д.

В почве механические элементы агрегированы в структурные отдельности, поэтому гранулометрический состав изучают после разрушения почвенных агрегатов физическими (растирание, кипячение) или химическими методами.

Под **элементарной почвенной частицей (ЭПЧ)**, или **гранулой**, понимают обособленную минеральную, органоминеральную или органическую частицу кристаллического или аморфного строения, все молекулы которой находятся в химической взаимосвязи.

При почвообразовании на плотных скальных горных породах протекающее одновременно с ним выветривание приводит к физическому дроблению породы на механические элементы разной крупности.

Гранулометрический состав продуктов выветривания (элювия) плотных пород тесно связан с их минералогическим составом: кислые, богатые кварцем породы дают при выветривании много крупнодисперсного песчаного материала; элювий основных, богатых легковыветривающимися минералами пород обогащен тонкодисперсными глинистыми частицами. Элювий известняков, мергелей обычно имеет глинистый состав.

Гранулометрический состав рыхлых почвообразующих пород обуславливается их происхождением и характером исходного материала. В процессе разрушения, транспортировки водными, ветровыми или склоновыми гравитационными потоками и переотложения продуктов выветривания горных пород происходят их сортировка и разделение в пространстве на грубообломочные, песчаные, пылеватые или глинистые поверхностные отложения.

1. Аллювиальные и эоловые отложения обычно становятся относительно гомогенные, хорошо отсортированы, разделяются в пространстве, но крупности преобладающих в них частиц на пески, суглинки, глины.

2. Гляциальные, флювиогляциальные и делювиальные наносы обычно плохо сортированы. Имеется закономерное изменение степени сортированности и дисперсности материала по направлению дви-

жения потока, поскольку грубые частицы оседают ближе к источникам материала, а тонкодисперсные дальше.

8.1. Минералогический состав гранулометрических частиц

Частицы разной крупности имеют обычно различный минералогический, а, следовательно, и химический состав.

Крупные частицы большей частью представлены кварцем, пылеватые - кварцем и полевыми шпатами, тонкодисперсные - вторичными глинистыми минералами.

В почвах механические элементы не только наследуются от исходной материнской породы, хотя основная их часть имеет именно такое происхождение, но образуются и в процессе почвообразования. Поэтому механические элементы почв могут быть минеральными, органическими или органоминеральными. Соответственно почвенные механические элементы могут быть первичными (унаследованными) либо вторичными (новообразованными).

Несмотря на некоторую условность границ гранулометрических фракций, в целом они отражают реально существующие различия в их свойствах (физических, химико-минералогических), что, в свою очередь, обуславливает наличие определенных свойств почв в зависимости от степени участия тех или иных фракций в формировании их гранулометрического состава.

Наиболее существенные отличия в свойствах фракций лежат на границе около 0,001 мм. У частиц мельче этого размера, т. е. частиц илистых и, в особенности, коллоидных, в силу высокой дисперсности и особого химико-минералогического состава (преобладание в их составе глинистых минералов, а также гумуса) ярко выражена поглотительная способность: вся емкость поглощения почв, как правило, обусловлена содержанием этих фракций.

У частиц менее 0,001 мм хорошо выражена способность к коагуляции с образованием агрегатов, включающих и более крупные частицы, что способствует созданию благоприятных физических свойств почв в целом; вместе с тем при существовании в почве преимущественно вне агрегатов илистые частицы резко снижают ее воздухо- и водопроницаемость.

Во фракциях крупнее 0,001 мм поглотительная способность практически не выражена, так как они представлены преимущественно обломками первичных минералов и содержат ничтожное количество органического вещества (за исключением фракции 0,005-0,001 мм, содержащей некоторую примесь глинистых минералов и гумуса в силу ее переходного к илу характера).

Фракция пыли в интервале 0,05-0,005 мм обуславливает способность почв к распылению в сухом состоянии и к сплыванию во влажном, создавая при значительном содержании вне агрегатов неблагоприятные водно-физические свойства почв.

Фракции песка (1-0,05 мм), целиком представленные обломками пород и минералов, совершенно лишены поглотительной способности, однако при значительном содержании они обеспечивают хорошую воздухо- и водопроницаемость почв.

«**Легкими**» называются почвы, в гранулометрическом составе которых преобладают крупные фракции. К легким относятся песчаные и супесчаные почвы.

«**Тяжелые**» почвы характеризуются преобладанием в их составе тонких фракций, особенно ила. К тяжелым относятся тяжелосуглинистые и глинистые почвы.

Механические элементы представляют собой обломки горных пород, отдельные первичные и вторичные минералы, гумусовые вещества и продукты их взаимодействия с минеральными компонентами почвы.

Механические элементы находятся в почве или в почвообразующей породе как в свободном состоянии (например, в песке), так и соединенными в структурные отдельности - агрегаты (комки) различной величины, формы и прочности.

В почве механические элементы находятся в раздельно-частичном состоянии в виде совокупности индивидуальных зерен или гранул, как в песках и супесях.

В суглинках и глинах под действием различных факторов механические элементы соединены в агрегаты. Чтобы перевести их в раздельно-частичное состояние, агрегаты разрушают механическим или химическим путем.

Механические элементы почвы классифицируют по размеру.

Мелкоземом называют частицы размером менее 1 мм. Мелкозем образует основную массу почвы.

Скелетом почвы называют частицы крупнее 1 мм. Его участие в почвообразовании невелико, наоборот, скелетные почвы обладают рядом неблагоприятных агрофизических свойств.

Кроме того, принято выделять группу частиц мельче 0,01 мм - **физическую глину** и группу частиц крупнее 0,01 мм - **физический песок**.

К **физическому песку** относят все механические элементы мелкозема, т. е. песок крупный, средний, мелкий и крупную пыль.

К **физической глине** относят - пыль среднюю, мелкую, ил и коллоиды.

Эти подразделения гранулометрического состава довольно условны, почвенно-генетическое и классификационное значение имеет более дифференцированное выделение групп частиц - **фракций гранулометрического состава**.

Фракция почвы - это часть почвенного материала представленного в виде твёрдого, сыпучего или кускового вещества (твёрдой фазы почвы), выделенная по размеру механических элементов почвы.

Форма частиц в пределах почвенной массы может быть однородной или весьма неоднородной в зависимости от характера исходной почвообразующей породы, ее генезиса и минералогического состава.

Могут преобладать округлые частицы (в аллювиальных песках, например) или плоские пластинки (в слоистых тяжелых глинах); возможны и все переходные группы форм частиц. Поверхность частиц может быть гладкой или весьма неровной, корродированной в зависимости от генезиса и стадии выветривания материала.

При изучении гранулометрического состава почв форма частиц менее 2 см диаметре не принимается во внимание, т.к. для фракций крупнее 2 см такая условность становится неприемлемой, и соответственно их рассмотрение включает и анализ формы (камни - галька, булыжник, валуны; щебень - гравий) а рассматривается эффективный или эквивалентный диаметр частиц, условно принимаемых за шарообразные.

Существуют различные классификации почв по гранулометрическому составу, наибольшее распространение в отечественном почвоведении имеет классификация Н.А. Качинского.

По этой классификации все почвы подразделяются на категории в зависимости от содержания в них физической глины. Кроме того, в этой классификации учтены особенности гранулометрического состава почв с различным типом почвообразования.

Особенность ее - различный подход к классификации почв разных типов, что отражает разный состав и разные свойства механических элементов различных типов почв.

Принцип этой системы очень прост: за основу взято соотношение в почве физического песка и физической глины, т. е. частиц крупнее и мельче 0,01 мм.

Всё многообразие почв и почвообразующих пород по механическому составу можно объединить в группы с характерными для них физическими, физико-химическими и химическими свойствами.

В основу этого группирования положено соотношение физического песка и физической глины (табл. 8).

Таблица 8

Классификация почв по гранулометрическому составу по Качинскому

| Краткое название поч- вы по гранулометрическо- му составу | Удельная по- верх- ность почв, м ² /г (по сорбиро- ванной во- де)* | Содержание физической глины (частицы <0,01 мм), % | | |
|--|---|--|--|--|
| | | Тип почвообразования | | |
| | | Подзолистый | Степной, красноземы и желтозе- мы | Солонцы и сильно- солонцеватые поч- вы |
| Песок рыхлый | <20 | 0-5 | 0-5 | 0-5 |
| Песок связный | 20-24 | 5-10 | 5-10 | 5-10 |
| Супесь | 25-45 | 10-20 | 10-20 | 10-15 |
| Суглинок легкий | 35-70 | 20-30 | 20-30 | 15-20 |
| Суглинок средний | 55-90 | 30-40 | 30-45 | 20-30 |
| Суглинок тяжелый | 10-115 | 40-50 | 45-60 | 30-40 |
| Глина легкая | 90-120 | 50-65 | 60-75 | 40-50 |
| Глина средняя | 100-130 | 65-80 | 75-85 | 50-65 |
| Глина тяжелая | >120 | >80 | >85 | >65 |

* - для подзолистого типа почвообразования

По соотношению содержания частиц различной величины (главным образом, по содержанию частиц менее 0,005 мм) почвы и почвообразующие породы подразделяются на следующие крупные группы:

1. Группа пески
2. Группа супеси
3. Группа суглинки
4. Группа глины

В дополнение Качинским разработана и более детальная схема на основе учета преобладания той или иной фракции в гранулометрическом составе (табл. 9).

Таблица 9

Классификация почв по гранулометрическому составу по Качинскому

| Название фракций гранулометрического состава | Размеры механических элементов, в мм | Группы частиц | |
|--|--------------------------------------|------------------|------------------|
| Камни | >3 | скелет | Физический песок |
| Гравий | 3-1 | | |
| Песок крупный | 1-0.5 | Мелкозем | |
| Песок средний | 0.5-0.25 | | |
| Песок мелкий | 0.25-0.05 | | |
| Пыль крупная | 0.05-0.01 | | |
| Пыль средняя | 0.01-0.005 | | |
| Пыль мелкая | 0.005-0.001 | | |
| Ил грубый | 0.001-0.0005 | | |
| Ил тонкий | 0.0005-0.0001 | | |
| Коллоиды | <0,0001 | Физическая глина | |

Для почв, развитых на песчаных почвообразующих породах, характерно очень низкое содержание пылеватых (0,05-0,001) и илистых (0,001-0,0001) частиц и преобладание песчаных фракций (1-0,05).

В почвах, сформированных на суглинистых моренных отложениях, наряду с песчаными частицами заметную роль играют фракции пыли (0,05-0,001) и ила (0,001-0,0001).

Характерные особенности гранулометрического состава почв, образовавшихся на лёссах, лёссовидных и покровных суглинках, - высокое содержание фракции крупной пыли (0.05-0.01), а также отсутствие или очень незначительное количество песчаных частиц (1-0,05).

Свойства и состав фракций механических элементов представлено в табл. 10.

Фракции механических элементов и их состав

| Фракции механических элементов | Состав |
|--------------------------------|---|
| Камни | преимущественно обломки горных пород (почвы и породы валунные, галечниковые и щебенчатые) обломки пород и первичных минералов |
| Гравий | |
| Песок | обломки первичных минералов, прежде всего кварца и полевых шпатов |
| Пыль | обломки первичных минералов, прежде всего, кварца и полевых шпатов; для средней пыли характерно также повышенное содержание слюдистых минералов |
| | обломки первичных и вторичных минералов |
| Ил | преимущественно обломки высокодисперсных вторичных минералов; из первичных минералов чаще всего встречаются кварц, ортоклаз и мусковит |

Гранулометрический состав почв, сформированных на одинаковых почвообразующих породах, также может различаться, и в некоторых случаях довольно существенно, что связано со спецификой почвообразования.

Развитие солонцового процесса, оподзоливания, лессиважа, осолодения, оглинивания сопровождается отчётливым перераспределением механических элементов, в результате чего в почвенном профиле формируются горизонты, относительно обедненные или обогащенные тонкодисперсными частицами.

Возможны следующие варианты изменения гранулометрического состава по профилю почв:

- верхняя часть профиля наиболее обогащена илистыми и мелкопылеватыми частицами. В нижележащих горизонтах по мере приближения к почвообразующей породе содержание тонкодисперсных частиц уменьшается, а крупнопылеватых и песчаных постепенно увеличивается, количество грубообломочного материала также возрастает.

- Содержание илистых частиц и физической глины в почве всегда выше, чем в почвообразующей породе. Такое распределение механических элементов Типично для бурых лесных и дерново-карбонатных почв, формирующихся на элювии плотных осадочных

или изверженных пород, и связано с процессом оглинивания, наиболее интенсивно протекающим в верхней биохимически активной части почвенного профиля;

- содержание фракций механических элементов практически не изменяется в пределах почвенного профиля; оно такое же, как и в почвообразующей породе. Такая картина наблюдается в почвах, где не происходит существенной трансформации минеральной части под влиянием процесса почвообразования, типичных и обыкновенных черноземах, темнокаштановых почвах и др.;

- верхние горизонты почвы обеднены илистой фракцией, максимальное содержание этой фракции в средней части почвенного профиля, где формируются иллювиальные или метаморфические горизонты. Содержание ила в почвообразующей породе чаще всего выше, чем в верхней части профиля почвы.

Формирование горизонтов, обогащенных илистой фракцией, возможно двумя путями.

1. С более интенсивным выветриванием первичных и образованием вторичных глинистых минералов в средней части почвенного профиля (процесс оглинивания) без поступления тонкодисперсных частиц из верхних горизонтов. Так образуются метаморфические горизонты, в частности в коричневых почвах,

2. С развитием определенных почвенных процессов. Под их воздействием происходит вынос ила и коллоидов из верхних элювиальных горизонтов и аккумуляция их в средней части профиля с образованием иллювиальных горизонтов. При этом верхние горизонты почвы относительно обогащаются крупнопылевыми и песчаными частицами

Таким образом, в результате оподзоливания и лессиважа формируются иллювиальные горизонты в подзолистых, дерново-подзолистых и серых лесных почвах, оподзоленных черноземах; в результате солонцового процесса - в солонцах и солонцеватых почвах; в результате осолодения - в солодах.

Дифференциация почв по гранулометрическому составу может быть обусловлена не процессами выветривания и почвообразования, а исходной неоднородностью почвообразующей породы.

Например, на севере таежно-лесной зоны значительные площади занимают почвообразующие породы, представляющие собой мо-

рену, перекрытую маломощными песчаными или супесчаными наносами.

Подзолистые почвы, формирующиеся на них, имеют резко дифференцированный профиль.

Песчаный или супесчаный гранулометрический состав верхних горизонтов на определенной глубине резко изменяется на суглинистый или глинистый.

Песчаные и супесчаные почвы

Песчаные и супесчаные почвы имеют такие благоприятные свойства, как высокая водо- и воздухопроницаемость, способность быстро опаивать и прогреваться весной. Они рыхлые и легко поддаются обработке сельскохозяйственными орудиями, поэтому их называют легкими почвами.

Легкие почвы имеют ряд отрицательных свойств, которые существенно снижают их плодородие. Они бесструктурные, бедны гумусом и элементами минерального питания, отличаются невысокой поглощательной способностью и в связи с этим низкой буферностью, что обуславливает резкое увеличение концентрации почвенного раствора и быстрое его подкисление при внесении физиологически кислых удобрений.

Песчаные и супесчаные почвы имеют низкую влагоёмкость. Поэтому даже в гумидном климате в жаркое время года растения, произрастающие на таких почвах, испытывают дефицит влаги. Песчаные и супесчаные почвы легко подвергаются эрозии и дефляции.

В условиях таежно-лесной зоны при оптимизации реакции среды, водного и пищевого режимов урожайность овощных культур, картофеля, овса на легких почвах, особенно супесчаных, как правило, выше, чем на тяжелосуглинистых и глинистых.

Тяжелосуглинистые почвы

Обработка тяжелосуглинистых и особенно глинистых по гранулометрическому составу почв сопровождается гораздо большими энергетическими затратами по сравнению с песчаными и супесчаными почвами.

Поэтому тяжелосуглинистые и глинистые почвы называют тяжелыми. Такие почвы характеризуются замедленной фильтрацией и высокой влагоёмкостью, что в гумидных условиях ведет к переувлажнению и развитию оглеения. Тяжелые почвы плохо проводят тепло, в связи, с чем медленно опаивают и прогреваются весной, позднее наступает их физическая спелость.

При ограниченной продолжительности вегетационного периода это будет иметь негативные последствия, поскольку задержка посева приведет к невызреванию сельскохозяйственных культур.

В то же время тяжелые почвы отличаются высокой поглощательной способностью и буферностью, они всегда более гумусированы и содержат большие резервы элементов минерального питания растений.

При высоком содержании гумуса они, как правило, хорошо оструктурены, имеют благоприятные агрофизические свойства, водный и воздушный режимы, устойчивы к эрозии.

Бесструктурные тяжелые почвы характеризуются неудовлетворительным водно-воздушным режимом, повышенной плотностью, липкостью, склонны к коркообразованию и подвержены эрозии.

8.2. Скелетный механический состав

Иногда выделяют **скелетный** механический состав, когда почвенная масса состоит из обломков плотных пород (хрящ, щебень, галька, валуны), смешанных с мелкозёмом.

Соотношение обломочных частиц в почвообразующих породах разного происхождения определяет механический состав развитых из них почв.

Из супесчаных (например, аллювиальных (речных) или эоловых (образованных деятельностью ветра)) почвообразующих пород образуются супесчаные почвы, из суглинистых (аллювиальных, делювиальных (образованных при плоскостном смыве на склонах) или иного происхождения) пород - суглинистые почвы.

Камни

Камни представляют собой обломки горных пород. Наличие камней в почве затрудняет её эффективное использование, поскольку мешает работе сельскохозяйственных машин и орудий, ухудшает заделку семян и развитие растений.

Каменистость почв оценивают в зависимости от содержания каменистого материала (табл. 11).

Таблица 11

Классификация почв по каменистости (по Н.А. Качинскому)

| Камни, % | Степень каменистости | Тип каменистости |
|-----------|----------------------|--|
| Менее 0,5 | Некаменистая | Устанавливают по характеру скелетной части |
| 0,5-5,0 | Слабокаменистая | Устанавливают по характеру скелетной части |
| 5-10 | Среднекаменистая | Валуны, галечники, щебёнка |
| Более 10 | Сильнокаменистая | Валуны, галечники, щебёнка |

При содержании каменистого материала менее 0,5 % он не мешает обработке почвы.

Если почва **слабокаменистая**, при условии, что каменистый материал представлен мелким щебнем или галькой, ее обработка не отличается от обработки некаменистой почвы.

Однако при этом происходит ускоренный износ рабочих органов обрабатывающих орудий.

При **средней каменистости** почвы необходимо вычесывать крупный каменистый материал. Однако мелкие камни, остающиеся после вычесывания, способствуют быстрому износу орудий, обрабатывающих почву.

Для успешного возделывания полевых культур на сильнокаменистых почвах следует проводить сложные мелиоративные работы по выбору и удалению каменистого материала с полей.

Без проведения специальных мелиоративных работ сильнокаменистые почвы можно использовать для возделывания плодовых культур.

Валунный тип каменистости чаще всего встречается в северо-западных районах Нечерноземной зоны. Щебенчатые почвы широко представлены в горных и предгорных районах.

Гравий

Гравий состоит из обломков первичных минералов. При высоком содержании гравия в почвах можно проводить ее обработку, но при этом почвы имеют малоблагоприятные свойства - провальную водопроницаемость, отсутствие водоподъемной способности, низкую влагоёмкость, что отрицательно влияет на рост и развитие сельскохозяйственных культур.

Песчаная фракция

Песчаная фракция состоит из первичных минералов, прежде всего кварца и полевых шпатов. Эта фракция отличается высокой водопроницаемостью, некоторой капиллярностью и влагоёмкостью, не набухает, не пластична.

Характеризуется крайне низкой поглотительной способностью. Для возделывания полевых культур пригодны пески с влагоёмкостью не менее 10%, для произрастания лесных культур - не менее 3..5 %.

Фракция крупной пыли

Фракция крупной пыли по минералогическому составу приближается к песчаной, имеет невысокую поглотительную способность и влагоёмкость, не пластична, слабо набухает и отличается низкой величиной удельной поверхности 1..2 м /г.

Фракция средней пыли

Фракция средней пыли характеризуется низкой удельной поверхностью - 2..10 м /г, не способна к коагуляции, но удерживает влагу и набухает.

Вследствие повышенного содержания слюды отличается связностью и пластичностью, имеет плохую водопроницаемость.

Почвы, обогащенные крупной и средней пылью, легко расплываются, склонны к заплыванию и уплотнению, отличаются слабой водопроницаемостью и отсутствием структурообразующего эффекта.

Фракция мелкой пыли

Фракция мелкой пыли состоит не только из первичных, но и вторичных минералов. В связи с этим фракция мелкой пыли имеет свойства, не присущие более крупным фракциям.

Она способна к коагуляции и структурообразованию, обладает поглотительной способностью, содержит гумусовые вещества в повышенных количествах. Ее удельная поверхность превышает 50 м /г.

Однако высокое содержание мелкой пыли в почвах в свободном, не агрегированном состоянии придает им неблагоприятные свойства: плотное сложение, плохую водопроницаемость, чрезмерное набухание и усадку, липкость, трещиноватость, а также избыточное количество влаги, недоступной для растений.

Ил (илистая фракция)

Илистую фракцию называют **плазмой почв**. Ил состоит преимущественно из высокодисперсных вторичных минералов. Из первичных минералов встречаются кварц, ортоклаз, мусковит. Илистая фракция имеет большое значение в создании почвенного плодородия.

Благодаря высокой удельной поверхности, достигающей 200-250 м /г, она играет главную роль в физико-химических процессах, протекающих в почве. Ил отличается высокой поглотительной способностью, содержит много гумуса, элементов зольного и азотного питания растений.

Особо важная роль в структурообразовании и формировании почвенного поглощающего комплекса (ППК) принадлежит коллоидной части этой фракции.

Водно-физические и физико-механические свойства почв, обогащенных илистой фракцией, в значительной мере определяются ее способностью к коагуляции и склеиванию механических элементов в агрегаты.

Эта способность зависит от минералогического и химического состава почвы, обогащённости ее гумусом, соединениями кальция и железа, а также от состава поглощенных катионов. Необратимая коагуляция илистой фракции способствует структурообразованию.

Структурная почва даже при высоком содержании ила характеризуется благоприятными физическими свойствами. В некоторых случаях высокое содержание ила негативно влияет на свойства почв.

При развитии восстановительных процессов в результате переувлажнения, высоком содержании в ППК обменных ионов натрия или водорода, большом количестве минералов группы монтмориллонита в малогумусных почвах значительная часть ила находится в свободном состоянии и легко пептизируется водой.

Почвы, содержащие много водопептизируемого ила, при увлажнении заплывают, содержат мало воздухоносных пор, характеризуются повышенной плотностью, набухаемостью и липкостью, низкой водопроницаемостью, склонны к коркообразованию.

Таким образом, с уменьшением размера почвенных частиц изменяются их свойства. Особенно контрастные различия между фракциями механических элементов видны при сопоставлении их водно-физических и физико-механических свойств.

Крупные фракции

Крупные фракции не пластичны, не набухают, не способны к обменному поглощению катионов и не содержат гумуса. Крупные фракции не пластичны, не набухают, не способны к обменному поглощению катионов и не содержат гумуса. Они не могут образовывать капилляры и поглощать влагу, но отличаются высокой водопроницаемостью. С уменьшением размера фракций их свойства меняются на прямо противоположные.

Фракции частиц различной величины имеют различный минеральный состав.

Частицы крупнее 3 мм состоят почти исключительно из обломков горных пород и отдельных породообразующих минералов.

Частицы величиной от 3 до 0,25 мм - исключительно породообразующие минералы, причем с уменьшением размеров частиц возрастает процентное содержание кварца.

Частицы от 0,25 до 0,01 мм состоят почти полностью из кварца.

Частицы мельче 0,001 мм представляют преимущественно смесь глинистых минералов с незначительным количеством гидроксидов железа и некоторых других минеральных образований.

Физические свойства гранулометрических фракций также существенно различаются между собой. С уменьшением величины частиц возрастают гигроскопичность, высота капиллярного подъема воды, емкость поглощения.

Наибольшее значение для формирования важных агрофизических и агрохимических свойств почв имеет илистая фракция (<0,001 мм). Такие свойства, как пластичность, липкость и набухание, в частицах крупнее 0,005 мм практически отсутствуют.

Отдельные фракции механических элементов заметно различаются по химическому и минералогическому составу, физико-химическим и водно-физическим свойствам.

Общая закономерность заключается в том, что по мере уменьшения размера фракций в них снижается содержание кварца, увеличивается количество слюд и вторичных минералов. Чем меньше размер механических элементов, тем ниже в них содержание кремния как основного элемента кристаллической решетки первичных минералов. Наоборот, содержание алюминия, железа, кальция, магния существенно возрастает при переходе от песчаных фракций к илистой.

Содержание гумуса и емкость катионного обмена также возрастают с уменьшением размера механических элементов. Каждая из фракций имеет свои характерные особенности. В случае доминирования какой-либо фракции в гранулометрическом составе она будет отражать определенные состав и свойства.

По преобладанию частиц той или иной фракции почвы относят к щебнистым, песчаным, суглинистым, глинистым разновидностям.

Название разновидности почвы по гранулометрическому составу дается после определения его для пахотного слоя почвы (0-25 см), а также для нижнего горизонта, если его гранулометрический состав резко отличается от верхнего горизонта.

Например, чернозем типичный среднесуглинистый, или дерново-луговая тяжелосуглинистая почва на песчаных отложениях.

Подразделение почв по гранулометрическому составу может быть и более дробным, если хотят отразить соотношение различных фракций: песка (> 0,05 мм), пыли (0,05-0,001 мм), ила (<0,01 мм).

Например, чернозем легкоглинистый пылевато-иловатый, если в составе глинистых частиц преобладает фракция ила, а на втором месте - пыль.

Количественное определение содержания в почве элементарных частиц - главная задача механического или гранулометрического анализа.

Результаты механического анализа используют для установления гранулометрического состава почвы - важной генетической и агрономической характеристики.

При генетической классификации почв их разновидности определяют по гранулометрическому составу верхних почвенных горизонтов и почвообразующих пород.

От гранулометрического состава в значительной степени зависят уровень почвенного плодородия и особенности использования почв.

От механического состава почв и почвообразующих пород в большой степени зависит интенсивность многих почвообразовательных процессов, связанных с превращением, перемещением и накоплением минеральных и органических соединений в почве.

В результате в одних и тех же природных условиях из пород разного механического состава формируются почвы с неодинаковыми свойствами.

Гранулометрический состав оказывает существенное влияние на водно - физические, физико-механические, воздушные, тепловые свойства, окислительно-восстановительные условия, поглонительную (сорбционную) способность, накопление в почве гумуса, зольных элементов, азота и, как следствие, на сельскохозяйственное использование почв.

Так, почвы с большим содержанием глинистых (иловато-пылеватых) частиц отличаются более высокой связностью и влагоёмкостью, лучше обеспечены питательными элементами и богаче гумусом. Однако агрикультурная обработка этих почв требует больших энергетических затрат, поэтому такие почвы принято называть тяжёлыми (табл. 12).

Почвы с большим содержанием песчаных частиц (лёгкие почвы), напротив, имеют высокую водопроницаемость (из-за большей пористости) и низкую влагоёмкость, обеднены гумусом и элементами

питания растений, обладают незначительной поглотительной способностью, но легко поддаются обработке.

В зарубежном почвоведении принята иная система классификации почв по гранулометрическому составу, разработанная почвоведом США и сейчас широко используемая в разных странах.

В этой системе классы почв по гранулометрическому составу выделяются на основе соотношения трех фракций - песка (2,0 - 0,06 мм), пыли (0,06 - 0,002 мм) и глины (<0,002 мм). Соотношение фракций определяется по треугольной диаграмме.

Таблица 12

Органолептические признаки почв различного гранулометрического состава (по А.Ф. Вадюниной, З.А. Корчагиной)

| Группа почв | Ощущение при растирании почвы (грунта) на ладони | Вид под лупой и без неё | Состояние сухой почвы и грунта |
|------------------|---|--|---|
| Песок | Песчаная масса | Состоит почти целиком из зёрен песка | Сыпучее |
| Супесь | Неоднородная масса, в основном песок и слабо ощущается суглинок | Преобладают частицы песка, более мелкие частицы - примесь | Комья легко распадаются на лопате при надавливании |
| Лёгкий суглинок | Неоднородная масса, значительное количество глинистых частиц | Преобладает песок, глинистых частиц 20-30% | Для разрушения комьев в руке требуется небольшое усилие |
| Средний суглинок | Примерно одинаковое количество песка и глинистых частиц | Ещё ясно видны песчаные частицы | Сухие комья с трудом разрушаются в руке |
| Тяжёлый суглинок | Небольшая примесь песчаных частиц | Преобладают пылеватые глинистые частицы, песчаных частиц почти нет | Сухие комья невозможно разрушить сжатием в руке |
| Глина | Очень тонкая однородная масса, трудно растираемая в порошок | Однородный тонкий порошок, песчаных частиц нет | Образует твёрдые комья, не распадающиеся при ударе молотком |

Дополнительно в пределах классов песка, суглинистого песка и песчаного суглинка выделяются подклассы по содержанию фракций грубого, тонкого и очень тонкого песка:

- Пески:
- грубый песок;
- песок;
- тонкий песок;
- очень тонкий песок.
- Суглинистые пески:
- суглинистый грубый песок;
- суглинистый песок;
- суглинистый тонкий песок;
- суглинистый очень тонкий песок.
- Песчаные суглинки:
- грубопесчаный суглинок;
- песчаный суглинок;
- тонкопесчаный суглинок;
- очень тонкопесчаный суглинок.

Каменистость почв (содержание частиц >2 мм) характеризуется в соответствии с градациями, представленными в табл. 13.

Таблица 13

Каменистость почв, характеризующаяся по содержанию частиц >2 мм

| Содержание частиц >2 мм, % | Размер частиц >2 см | | |
|------------------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------|
| | Гравий 0,2-7,5 | Камни 7,5-25 | Булыжник >25 |
| 2-15 | слабогравийная | слабокаменистая каме- | булыжниковая |
| 15-50 | гравийная | нистая | |
| 50-90 | очень гравийная | очень каменистая | очень булыжниковая |
| >90 | гравий | камни | булыжник |

* При этом гранулометрический состав почвы не указывается.

Приведенные системы классификации почв по гранулометрическому составу могут быть сопоставлены между собой лишь в самых общих чертах: глины, суглинки и пески соответственно выделяются в обеих системах.

Однако в деталях классификации столь различаются, что прямое сопоставление их невозможно, поскольку русская система строится на двух компонентах (учитывается одна фракция, вторая - по разности), а

американская - на трех (учитываются две фракции, третья - по разности); кроме того, и размеры частиц во всех фракциях приняты разные.

Учитывая, что в зарубежных классификациях 3 фракции ЭПЧ, для определения гранулометрического состава почв используется так называемый “треугольник Ферре” (рис. 55).

В этом равностороннем треугольнике по левой стороне отложено содержание ила (частиц меньше 0.002 мм), по правой - пыли (0.002 - 0.05 мм), а по основанию треугольника - содержание песка (0.05 - 2 мм).

Для морфологического исследования почвы важна не только характеристика гранулометрического состава почвы в целом (песчаная почва, глинистая и т. п.), но очень важны и изменения гранулометрического состава как по горизонтам в пределах почвенного профиля, так и в пределах генетических горизонтов.

Каждый тип почвы характеризуется своим специфическим профилем гранулометрического состава, особенно четко выявляемым вертикальной кривой распределения илистой фракции (частицы <0,001 мм) или физической глины (частицы <0,01 мм).

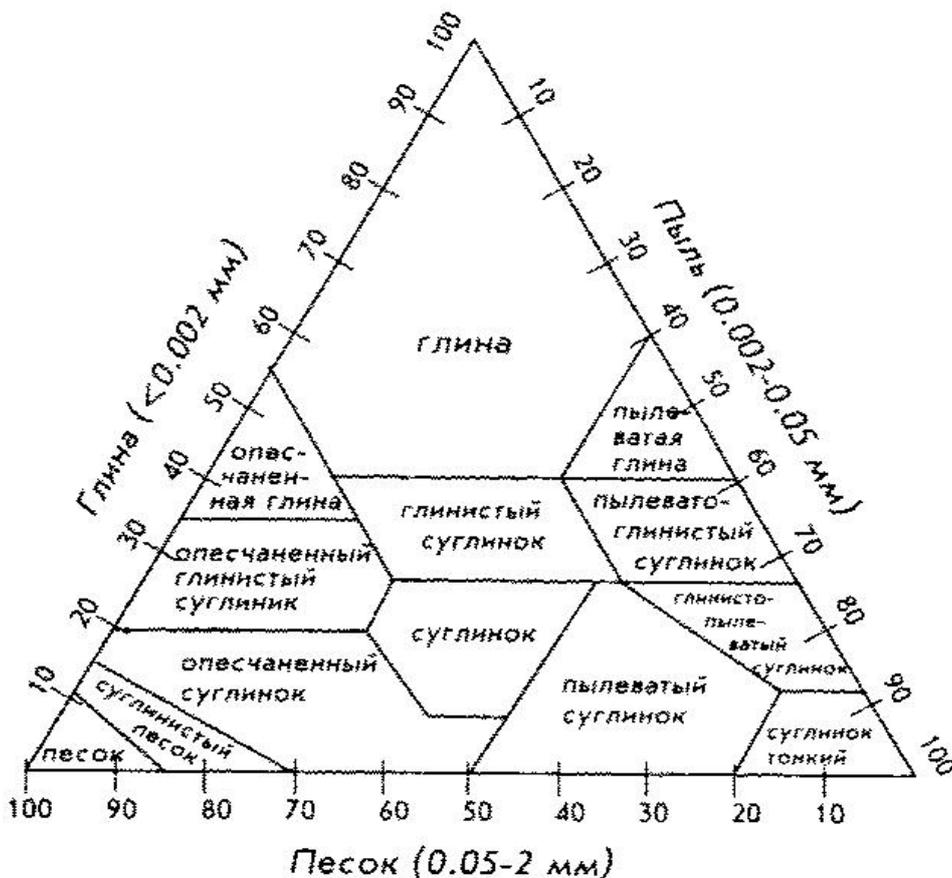


Рис. 55. Классификация почв по гранулометрическому составу на треугольной диаграмме

Чтобы определить классификационную принадлежность почвы по гранулометрии, необходимо совместно анализировать три фракции.

Алгоритм последовательных действий

1. На левой стороне треугольника, где отложено содержание илистых частиц, найти точку, соответствующую содержанию ила (меньше 0.002 мм).

2. Из этой точки провести прямую, параллельную основанию (сторона «песка»).

3. На правой стороне треугольника (содержание пыли) также найти точку, соответствующую содержанию пыли в исследуемой почве.

4. Из этой точки провести линию, параллельную левой стороне - параллельно оси «содержание ила».

5. Вместе пересечения этих двух прямых внутри треугольника в некоторой точке, в которую также попадает и третья линия, проведенная из точки, соответствующей содержанию песка на основании треугольника, параллельно оси «пыль».

6. Эта точка пересечения трех линий треугольника обязательно окажется внутри какой-либо области, отвечающей за определенную классификационную группу почв по гранулометрическим свойствам

8.3. Значение гранулометрического состава почв

Гранулометрический состав почвы является одной из важнейших ее характеристик. В первую очередь, несомненно, нужно отметить большое агрономическое значение этого показателя.

Такие важные свойства почв, как фильтрационная и водоудерживающая способность, определяются главным образом гранулометрическим составом, в связи, с чем учет последнего играет существенную роль при регулировании водного режима почв и проведении оросительных и осушительных мелиораций.

Гранулометрический состав оказывает значительное влияние на скорость просыхания почв, определяет различное сопротивление почв воздействию почвообрабатывающих орудий в связи с неодинаковой липкостью и плотностью у песчаных и глинистых почв.

Существенную роль гранулометрический состав играет в тепловом режиме почв: как правило, легкие почвы (пески, супеси) оказываются более «теплыми», т. е. быстрее оттаивают и прогреваются солнцем, что приобретает большое значение на северной границе распространения земледелия.

С другой стороны, богатые илистыми частицами суглинистые и глинистые почвы более обеспечены элементами питания по сравнению с супесчаными и песчаными.

Ряд сельскохозяйственных культур, в силу их физиологических особенностей, для оптимального развития нуждается в почвах определенного гранулометрического состава. Так, виноградная лоза дает наиболее высококачественную продукцию на щебнистых почвах, табачный лист - на почвах относительно легкого состава. Культуры картофеля, бахчевых и большинства овощей наиболее хорошо произрастают на супесчаных и легкосуглинистых почвах.

Почвы легкого гранулометрического состава имеют свободный внутренний дренаж (если не подстилаются более тяжелыми или уплотненными слоями и находятся вне капиллярной каймы грунтовых вод).

В тяжелых почвах дренаж более затруднен, они более склонны к развитию восстановительных процессов и внутрипочвенному оглеению даже при отсутствии близких к поверхности грунтовых вод.

Особенно существенна роль этих факторов в холодных гумидных районах, где гранулометрический состав часто играет решающую роль в формировании профиля почв по подзолистому или глееэлювиальному типу.

Контрольные вопросы

1. В какой границе лежат наиболее существенные отличия в свойствах фракций?
2. В каком состоянии в почве находятся механические элементы?
3. Что такое гранулометрический состав почвы?
4. Дайте понятие мелкозем и его участие в почвообразовании?
5. Дайте понятие скелет почвы и его участие в почвообразовании?

6. Дайте характеристику классификации по степени каменистости почв?
7. Для каких районов характерен валунный тип каменистости?
8. Для чего необходимо знать гранулометрический состав?
9. Значение гранулометрического состава почв?
10. К какой фракции согласно их размеру относят гравий согласно классификации предложенной Качинским?
11. К какой фракции согласно их размеру относят ил грубый согласно классификации предложенной Качинским?
12. К какой фракции согласно их размеру относят ил тонкий согласно классификации предложенной Качинским?
13. К какой фракции согласно их размеру относят камни согласно классификации предложенной Качинским?
14. К какой фракции согласно их размеру относят коллоиды согласно классификации предложенной Качинским?
15. К какой фракции согласно их размеру относят песок крупный согласно классификации предложенной Качинским?
16. К какой фракции согласно их размеру относят песок мелкий согласно классификации предложенной Качинским?
17. К какой фракции согласно их размеру относят песок средний согласно классификации предложенной Качинским?
18. К какой фракции согласно их размеру относят пыль крупную согласно классификации предложенной Качинским?
19. К какой фракции согласно их размеру относят пыль мелкую согласно классификации предложенной Качинским?
20. К какой фракции согласно их размеру относят пыль среднюю согласно классификации предложенной Качинским?
21. Какая форма частиц в диаметре не принимается во внимание, а какая наоборот и почему?
22. Какие бывают механические элементы по их происхождению?
23. Какие почвы Назвать «лёгкими»?
24. Какие почвы Назвать «тяжелыми»?
25. Какие свойства почвы могут быть положены в характеристике почвообразующих пород по механическому составу. И что лежит в их группировке?
26. Какие существуют варианты изменения гранулометрического состава по профилю почв?

27. Какие физические свойства зависят от гранулометрического состава?

28. Какими силами определяется целостность и существование механических элементов?

29. Какое распределение фракций гранулометрического состава характерно для бурых лесных и дерново-карбонатных почв, формирующихся на элювии плотных осадочных или изверженных пород?

30. Какое распределение фракций гранулометрического состава характерно для типичных и обыкновенных черноземах, тёмно-каштановых почвах?

31. Какое распределение фракций гранулометрического состава характерно для иллювиальных горизонтов в подзолистых, дерново-подзолистых и серых лесных почв, оподзоленных черноземах?

32. Какое распределение фракций гранулометрического состава характерно для иллювиальных горизонтов в солонцах, солодах и солончаках?

33. Какой по степени однородности, генезиса и стадии выветривания материала может быть форма частиц?

34. Минералогический состав гранулометрических частиц?

35. На какие группы подразделяются почвы и почвообразующие породы по соотношению содержания частиц различной величины (главным образом, по содержанию частиц менее 0,005 мм)?

36. Органолептические признаки глины (растирание на ладони, вид под лупой и без нее, состояние сухой почвы)?

37. Органолептические признаки легкого суглинка (растирание на ладони, вид под лупой и без нее, состояние сухой почвы) ?

38. Органолептические признаки песка (растирание на ладони, вид под лупой и без нее, состояние сухой почвы)?

39. Органолептические признаки среднего суглинка (растирание на ладони, вид под лупой и без нее, состояние сухой почвы)?

40. Органолептические признаки супеси (растирание на ладони, вид под лупой и без нее, состояние сухой почвы)?

41. Органолептические признаки тяжелого суглинка (растирание на ладони, вид под лупой и без нее, состояние сухой почвы)?

42. Основные формы механических элементов (первичные почвенные частицы)?

43. Основные фракции гранулометрического состава почв развитых на лёссах, лёссовидных и покровных суглинках почвообразующих породах?
44. Основные фракции гранулометрического состава почв развитых на суглинистых моренных отложениях?
45. Основные фракции гранулометрического состава почв развитых песчаных почвообразующих породах?
46. Основные фракции гранулометрического состава почв развитых сформированных на одинаковых почвообразующих породах?
47. От чего почвы наследуют гранулометрический состав?
48. Охарактеризуйте гравий?
49. Охарактеризуйте илистую фракцию?
50. Охарактеризуйте камни?
51. Охарактеризуйте негативные последствия каменистости почвы?
52. Охарактеризуйте песчаную фракцию почвы?
53. Охарактеризуйте песчаные и супесчаные почвы?
54. Охарактеризуйте скелетный механический состав?
55. Охарактеризуйте состав фракции песка?
56. Охарактеризуйте состав фракцию гравия?
57. Охарактеризуйте состав фракцию камней?
58. Охарактеризуйте состав фракцию пыли?
59. Охарактеризуйте тяжелосуглинистые почвы?
60. Охарактеризуйте фракцию глины легкой согласно подзоли-стому, степному, солонцовому типу почвообразования. (удельная поверхность, содержание частиц $<0,01$ мм, %)
61. Охарактеризуйте фракцию глины средней согласно подзоли-стому, степному, солонцовому типу почвообразования. (удельная поверхность, содержание частиц $<0,01$ мм, %)
62. Охарактеризуйте фракцию глины тяжелой согласно подзоли-стому, степному, солонцовому типу почвообразования. (удельная поверхность, содержание частиц $<0,01$ мм, %)
63. Охарактеризуйте фракцию крупной пыли.
64. Охарактеризуйте фракцию мелкой пыли.
65. Охарактеризуйте фракцию песка рыхлого согласно подзоли-стому, степному, солонцовому типу почвообразования. (удельная поверхность, содержание частиц $<0,01$ мм, %).

66. Охарактеризуйте фракцию песка связного согласно подзоли-стому, степному, солонцовому типу почвообразования. (удельная по-верхность, содержание частиц $<0,01$ мм, %).

67. Охарактеризуйте фракцию средней пыли.

68. Охарактеризуйте фракцию суглинка легкого согласно подзо-листому, степному, солонцовому типу почвообразования. (удельная поверхность, содержание частиц $<0,01$ мм, %).

69. Почвообразование на плотных скальных породах.

70. Преобладание какой фракции гранулометрического состава обуславливает скелет почвы согласно дополнительной схемы Качин-ского?

71. Преобладание какой фракции обуславливает мелкозем почвы согласно дополнительной схемы Качинского?

72. Преобладание какой фракции обуславливает скелет почвы со-гласно дополнительной схемы Качинского?

73. Преобладание какой фракции обуславливает физический пе-сок почвы согласно дополнительной схемы Качинского?

74. Преобладание какой фракции обуславливает физическую глинку согласно дополнительной схемы Качинского?

75. При каком содержании каменистого материала камни не ме-шают обработке?

76. С чем связан гранулометрический состав рыхлых почвообра-зующих пород?

77. С чем связан гранулометрический состав элювиальных плот-ных пород?

78. Свойства частиц более $0,001$ мм?

79. Свойства частиц менее $0,001$ мм?

80. Сущность, особенности и принцип классификации Н. А. Ка-чинского.

81. Треугольник Ферре.

82. Физическая глина и что к ней относят?

83. Физический песок и что к нему относят?

84. Характеристика аллювиальных и эоловых отложений

85. Характеристика гляциальных, флювиогляциальных и делюви-альных наносов.

86. Чем представлена фракция песка размеров $1-0,05$ мм?

87. Чем представлены крупные частицы

88. Чем представлены пылеватые частицы
89. Чем представлены тонкодисперсные частицы
90. Что зависит от механического состава почв и почвообразующих пород?
91. Что зависит от гранулометрического состава?
92. Что обуславливает фракция пыли в интервале 0,05-0,005 мм?
93. Что представляют из себя механические элементы?
94. Что такое фракция почвы?
95. Что такое ЭПЧ?

Глава 9. ПОЧВЕННАЯ КИСЛОТНОСТЬ И ППК

Поглотительной способностью почвы называется ее свойство обменно либо необменно поглощать различные твердые, жидкие и газообразные вещества или увеличивать их концентрацию у поверхности содержащихся в почве коллоидных частиц.

9.1. Виды поглотительной способности почв

К. К. Гедройц выделил пять видов поглотительной способности почв: механическую; физическую; физико-химическую или обменную; химическую и биологическую, подчеркивая при этом, что важнейшую роль в проявлении поглотительной способности играет ППК.

Механическая поглотительная способность

Это свойство почвы как пористого тела задерживать в своей толще различные частицы, находящиеся в воде, фильтрующейся через почву. Механическая поглотительная способность обусловлена наличием в почве сложной системы пор, капилляров и ходов корней. Полые пространства нередко заканчиваются тупиками.

Поэтому почва способна механическим путем задерживать не только крупные взвешенные частицы, но также илистые и коллоидные. По мере заполнения каналов тонкодисперсными частичками механическая поглотительная способность почвы возрастает.

При определенных условиях это может привести к образованию плохо проницаемого для воды горизонта, который будет служить водоупором.

Механическая поглотительная способность зависит от гранулометрического и агрегатного состава почвы, а также от плотности сложения.

Плотные глинистые почвы практически полностью задерживают взмученные тонкодисперсные частицы.

В легких по гранулометрическому составу и рыхлых почвах с крупными агрегатами низкая механическая поглотительная способность.

При таком понимании механическое поглощение не относится к сорбционным процессам. В то же время в почве существуют внутридиффузионные процессы. Например, диффузия молекул органических соединений в поровые пространства почвенных частиц с последующим механическим (или в сочетании с другими силами) удержанием молекул.

Так как это приводит к перераспределению растворенного вещества между фазами системы, то такие явления могут быть отнесены к сорбционным.

Биологическая поглотительная способность

Этот вид поглотительной способности связан со способностью живых организмов населяющих почву, поглощать различные соединения и элементы.

Живые организмы могут усваивать не только элементы, находящиеся в почвенном растворе, но и элементы, находящиеся в составе первичных и вторичных минералов.

Биологическая поглотительная способность характеризуется высокой избирательностью поглощения. Усваиваются только необходимые живым организмам вещества, даже при их минимальном содержании в почвенном растворе на фоне высокого содержания других соединений.

После отмирания и разложения растений важнейшие элементы питания остаются в верхних горизонтах почвенного профиля, где их используют растения и микроорганизмы следующих поколений, тем самым предотвращая их вымывание.

Благодаря биологической поглотительной способности верхние горизонты почв обогащаются азотом, фосфором, калием и другими биофильными элементами.

Биологическая поглотительная способность играет важнейшую роль в сохранении, перераспределении и концентрировании различных элементов, во многом благодаря ей в почве создается необходимое для растений соотношение между элементами питания.

Особое значение биологическая поглотительная способность имеет на почвах легкого гранулометрического состава, где проявление других видов поглотительной способности ограничено.

Физическая поглотительная способность

Под физической поглотительной способностью понимают способность почвы изменять (увеличивать или уменьшать) концентрацию молекул различных веществ у поверхности соприкосновения тонкодисперсных частиц с почвенным раствором.

Явление физического поглощения связано с наличием свободной поверхностной энергии.

Влажную почву можно рассматривать как дисперсную систему, у которой дисперсионная среда представлена почвенным раствором, а дисперсная фаза минеральными, органическими и органоминеральными частицами.

На границе раздела фаз имеется свободная поверхностная энергия, равная произведению поверхностного натяжения раствора и суммарной величины поверхности частиц. Чем выше степень дисперсности почвенных частиц, тем больше их поверхностная энергия вследствие увеличения общей удельной поверхности.

Представление об общей поверхности частиц можно получить при подсчете площади всех сторон кубиков, образованных при дроблении 1 см³ твердого тела.

В почвах большая суммарная поверхность присуща илистым и особенно коллоидным частицам. Если в слое почвы мощностью 20 см содержится 10 % коллоидных частиц, то их суммарная поверхность на площади 1 га составит 70 000 га и поверхностная энергия будет весьма значительной.

Всякая дисперсная система стремится уменьшить свою поверхностную энергию. Это происходит при укрупнении частиц или при уменьшении поверхностного натяжения в результате адсорбции на поверхности частиц некоторых веществ. Такие вещества называют **поверхностно-активными**.

К ним относятся спирты органические кислоты, многие высокомолекулярные органические соединения, в том числе и гумусовые кислоты. Эти вещества притягиваются к поверхности коллоидных частиц, причем они не внедряются в твердую фазу почвы и не вступают с ней в химическую реакцию, а лишь сгущаются в растворе па границе соприкосновения его с коллоидами.

В этом месте наблюдается повышенная концентрация поверхностно-активных веществ по сравнению с остальным объемом раствора. Здесь будет иметь место **положительная физическая сорбция**, характерная особенность которой - удержание не отдельных ионов, а целых молекул недиссоциированных или слабодиссоциированных веществ.

Таким образом, создаются условия для последующего более прочного закрепления этих соединений минеральными компонентами путем адгезии (склеивания) при высыхании почв.

Большинство минеральных солей, кислот и щелочей увеличивает поверхностное натяжение воды, в связи, с чем концентрация их по мере приближения к границе раздела дисперсной фазы и дисперсионной среды снижается, т. е. проявляется отрицательная физическая сорбция.

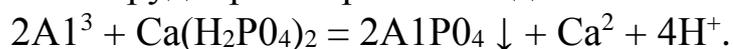
В этом случае уменьшение поверхностного натяжения достигается при избирательном поглощении молекул самой воды, а не растворенных в ней минеральных веществ.

Благодаря отрицательной физической сорбции из почв с фильтрующей водой относительно легко вымываются различные водорастворимые соли, особенно хлориды и нитраты. Так как хлор вреден для растений, то это имеет положительное значение. Вынос нитратов ведет к обеднению почв азотом - одним из важных элементов питания.

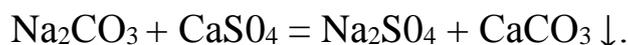
Химическая поглощительная способность (хемосорбция)

Этот вид поглощительной способности заключается в образовании труднорастворимых соединений при взаимодействии отдельных компонентов почв с образованием новой твердой фазы.

Из катионов, находящихся в почвах, чаще всего нерастворимые соединения образуют катионы Ca^{2+} , Al^{3+} , Fe^{3+} , а среди ионов - CO_3 , PO_4 , SO_4 . Например, при внесении фосфорных удобрений в кислые почвы алюминий, присутствующий в почвенном растворе, образует с фосфат-ионом труднорастворимое соединение и выпадает в осадок:



При поступлении соды в почву, содержащую соли кальция, также образуется новая твердая фаза, представленная карбонатом кальция:



Образование осадков возможно и на поверхности почвенных частиц при взаимодействии ионов, способных к взаимному осаждению. Такая сорбция получила название осадочной. Типичный пример - сорбция фосфатов на поверхности гидроксидов железа и алюминия:



К химическому поглощению относится и комплексообразовательная сорбция. В этом случае за счет образования координационной связи происходит связывание поливалентных ионов почвенного раствора органическим веществом, сорбированным твердой фазой почвы.

Хемосорбция играет большую роль во взаимодействии гумусовых веществ с глинистыми минералами и в образовании сорбционного глиногумусового комплекса. При этом осуществляется и адгезионное взаимодействие минеральных и органических компонентов.

Химическая поглощательная способность - важнейший фактор аккумуляции в почвенном профиле органического вещества, анионов фосфорной кислоты, многих катионов, в том числе и микро - элементов.

Благодаря ей почва способна предотвращать появление соды в почвенном растворе. В результате хемосорбции в почвах накапливаются гипс, карбонаты и другие соединения.

Физико-химическая, или обменная, поглощательная способность (ионообменная сорбция)

Под ионообменной сорбцией понимают способность почвы обменивать ионы, находящиеся в компенсирующем слое коллоидов, на эквивалентное количество ионов почвенного раствора. Главную роль в её проявлении играет ППК. В зависимости от знака заряда коллоида обмениваются катионы или анионы.

Обменная поглотительная способность, у коллоидов заряженных отрицательно проявляется по отношению к катионам. Положительно заряженные Коллоиды поглощают и обменивают анионы.

Поглощение почвами катионов. Обменные катионы в почвах представлены главным образом Na, K, NH₄, Ca, Mg, Al, H.

Fe, Zn, Cu, Mn и другие элементы обнаруживаются в незначительных количествах Катионный обмен наиболее подробно изучен для Ca, и K. Для катионного обмена в почвах характерны следующие закономерности

Эквивалентность и полная обратимость обмена между поглощенными катионами твердой фазы почвы и катионами почвенного раствора.

- При одинаковой концентрации ионов в растворе энергия их поглощения возрастает с увеличением валентности иона. Это связано с тем, что по мере увеличения валентности катионы образуют с анионами потенциалоопределяющего слоя (COO⁻, SiO₂, Al₂O₃ и др.) менее диссоциированные соединения.

- У ионов с одинаковой валентностью энергия поглощения возрастает с увеличением атомной массы.

- Энергия поглощения зависит от радиуса негидратированного иона. Чем он меньше, тем больше плотность заряда иона, тем сильнее он гидратируется. Большие гидратные оболочки уменьшают способность катионов к взаимодействию с ионами потенциалоопределяющего слоя.

Согласно этим закономерностям в зависимости от степени поглощения почвой катионы образуют следующий ряд:



При этом ион водорода характеризуется аномальным поведением в обменных реакциях и не имеет постоянного положения. Это обусловлено тем, что в водном растворе он присоединяет одну молекулу воды с образованием иона гидроксония (H₃O⁺).

Ион гидроксония практически не гидратируется и энергично поглощается большинством почвенных коллоидов, поскольку со многими анионами потенциалоопределяющего слоя дает слабодиссоциированные соединения.

В некоторых случаях закономерности ионного обмена в почвах нарушаются, в результате чего происходит избирательное поглоще-

ние катионов одного рода в ущерб катионам другого рода. Это явление называется *селективностью ионного обмена*.

Селективность, или избирательность поглощения, обусловлена как свойствами самих катионов, так и кристаллохимическими особенностями отдельных компонентов ППК. В результате проявления селективности порядок катионов в ряду поглощения может измениться.

Если для монтмориллонита и каолинита расхождение в рядах поглощения заключается только в положении K^+ и H^+ , то мусковит поглощает одновалентные катионы Rb, Cs и K в большей степени, чем двухвалентные - Mg^+ , Ca^{2+} и Sr^{2+} .

В большинстве случаев селективность поглощения проявляется в отношении тех катионов, радиус которых с учетом гидратной оболочки соответствует кристаллохимическим особенностям структур центров поглощения. По этой причине мусковит поглощает одновалентные катионы в большей степени, чем двухвалентные.

При взаимодействии коллоидов с почвенным раствором обмен катионов происходит с разной скоростью. Подвижность катионов, поглощенных внешними поверхностями коллоидов, очень высокая. Они легко обмениваются на катионы почвенного раствора, при этом реакция обмена протекает практически мгновенно.

Подвижность катионов, поглощенных в межпакетных пространствах глинистых минералов, значительно меньше, они вытесняются труднее, а реакция обмена может длиться несколько суток.

На скорость протекания обменных реакций сильно влияет влажность почвы. В природных условиях при низкой влажности почв и их агрегированности для установления равновесия обменной реакции требуется значительно больше времени, чем в лабораторных экспериментах.

Так, по данным Н. И. Горбунова, при 75..100%-ной влажности почвы реакция обмена поглощенных Mg^+ и Ca^{2+} на NH_4 длилась 10 дней.

Исходя из общих закономерностей ионообменной сорбции, выделено пять последовательных стадий протекания реакций обмена катионов раствора на катионы ППК:

- перемещение вытесняющего иона из объема раствора к поверхности ППК;

- перемещение вытесняющего иона внутри твердой фазы ППК к точке обмена;
- химическая реакция обмена катионов;
- перемещение вытесненного иона внутри твердой фазы от точки обмена к поверхности ППК;
- перемещение вытесненного иона от поверхности ППК в раствор.

Скорость обменной реакции лимитирует наиболее медленно протекающая стадия. Собственно обмен ионов протекает очень быстро.

Ограничения скорости связаны с перемещением ионов к точке обмена внутри твердой фазы (внутренняя диффузия) и в меньшей степени с Внешней диффузией ионов к поверхности ППК через окружающую частицу пленку жидкости.

Скорость большинства обменных реакций неодинакова во времени. Обычно впервые 5-10 мин обменивается от 70 до 90% обменных катионов, но истинное равновесие не устанавливается.

В этом случае говорят лишь о кажущемся равновесии, при котором обмен ионов резко замедляется и реакция медленно приближается к состоянию равновесия, которое не всегда можно установить экспериментальным путем.

При внесении в почву удобрений, мелиорантов и других веществ скорость обменных реакций ограничивается не только диффузной кинетикой, но и скоростью растворения соединений, внесенных в почву. Обменные катионы легко поглощают корневые системы растений, они служат важным источником их минерального питания.

Необменно-поглощенные катионы (необменная сорбция). В почвах обычно небольшая часть обменных катионов со временем переходит в необменное (фиксированное) состояние.

Необменно-поглощенные катионы труднодоступны для растений и микроорганизмов.

Наиболее выражена способность к внеобменному поглощению почвенными коллоидами у калия и аммония. В меньшей степени фиксируются в почве другие катионы (кальция, магния, стронция, цезия и т. д.).

По прочности связи фиксированные катионы занимают промежуточное положение между обменными катионами и катионами кри-

сталлической решетки. Необменное поглощение катионов может быть временным, поскольку возможен переход катионов почвенных коллоидов из одного состояния в другое: катионы кристаллической решетки ↔ необменные катионы обменные катионы ↔ катионы почвенного раствора.

Способность к необменному поглощению катионов отчетливо выражена у минералов с расширяющейся кристаллической решеткой - монтмориллонита и вермикулита - за счет фиксации ионов в межпакетных пространствах.

Этому способствует иссушение почвы и особенно чередование процессов увлажнения и иссушения. Необменное поглощение происходит в результате изоморфных замещений, например Al в октаэдрах на магний или цинк.

Фиксация катионов - следствие старения и частичной кристаллизации коллоидов и блокировки обменных катионов пленками полуторных оксидов и гумусовых веществ. Способность необменно фиксировать катионы зависит от гумусированности и гранулометрического состава почв.

Чем больше гумуса содержат почвы и чем тяжелее их гранулометрический состав, тем выше способность почв к необменному поглощению катионов.

Почвы могут содержать значительное количество необменных катионов. Так, доля фиксированного аммония может достигать до 8% от валового запаса азота в верхних горизонтах почвы и до 40 % в нижних.

9.2. Поглощение почвами анионов

Поглощение почвами анионов зависит от состава и свойств ППК, особенностей самих анионов и реакции почвенного раствора.

Сорбция анионов почвами возрастает по мере снижения реакции среды, увеличения доли коллоидов, несущих положительный заряд, и содержания компонентов, с которыми анионы способны образовывать труднорастворимые соединения.

По способности поглощаться почвой анионы образуют следующий ряд:



Этот ряд не универсален, и в зависимости от конкретных условий в той или иной почве анионы могут поглощаться в другом порядке. Поглощение почвой анионов происходит химическим, физико-химическим и биологическим путем, а также вследствие осаждения их при механическом захвате коагулирующими коллоидами.

В автоморфных почвах хлориды и нитраты характеризуются высокой подвижностью и закрепляются преимущественно в результате проявления биологической поглотительной способности.

Это обусловлено тем, что с компонентами, формирующими твердую и жидкую фазы почв, они не образуют труднорастворимых соединений, по отношению к ним проявляется отрицательная физическая сорбция, при наличии базоидов им трудно конкурировать за место в ППК с другими анионами.

Сульфатный и карбонатный ионы накапливаются в почвах в первую очередь благодаря проявлению химической поглотительной способности. Их кальциевые соли имеют низкую растворимость, вследствие чего при взаимодействии растворимых солей образуется осадок, переходящий в твердую фазу почвы.

Для почв засушливых регионов - южных черноземов, каштановых, бурых полупустынных, серо-бурых пустынных - характерна аккумуляция в почвенном профиле CaCO_3 и SO_4 , где они образуют соответствующие горизонты - карбонатный и гипсовый.

Анионы CO_3 и SO_4 поглощаются также биологическим путем и, вероятно, частично в результате физико-химической сорбции, что экспериментально установлено для сульфат-иона.

Анионы фосфорной кислоты очень слабо мигрируют в почвенном профиле вследствие энергичной сорбции их различными компонентами почвы.

Процессы **поглощения** фосфат-ионов имеют сложную природу, но большую роль в этих процессах играет хемосорбция. При наличии в почвенном растворе катионов Ca, Mg и особенно Fe, Al или при вытеснении их из ППК в раствор, они образуют с фосфат-ионами труднорастворимые в воде соединения, выпадающие в осадок.

Закреплению фосфатов в почве способствуют минеральные соли, такие, как гипс, кальцит, доломит и др. Фосфаты взаимодействуют с кальцием, переходящим в раствор, или же фиксируются на поверхности минералов без вытеснения кальция.

Осадочная сорбция активно протекает в кислых почвах, богатых гидроксидами железа и алюминия, которые фиксируют фосфат-ноны на своей поверхности.

Фосфаты поглощают в больших количествах свежесаженные гидроксиды, у окристаллизованных гидроксидов эта способность резко падает.

Первичные и вторичные алюмо- и феррисиликатные минералы способны фиксировать фосфат-ноны на своей внешней, а иногда и внутренней поверхности через элементы, входящие в кристаллическую решетку минералов, и обменные катионы.

Глинистые минералы могут поглощать фосфат-ноны в результате физико-химической сорбции благодаря наличию в кристаллической решетке гидроксил-ионов, способных к реакциям обмена:

Фосфат-ионы энергично поглощаются биологическим путем, так как для живых организмов фосфор служит важнейшим элементом питания. Анионы кремниевой кислоты сорбируются почвами так же, как и фосфат-ионы. Кремниевая кислота образует, нерастворимые соединения со многими катионами и легко осаждается из почвенного раствора.

Она имеет склонность к ковалентной связи и входит в состав прочных алюмосиликатных решеток. Кремниевую кислоту в больших количествах поглощают растения и некоторые микро - организмы.

Почвы активно поглощают ОН-ион, что связано с его способностью образовывать нерастворимые гидроксиды и ковалентную связь. Этот анион широко представлен в органических и минеральных соединениях и участвует во многих химических реакциях.

9.3. Показатели, характеризующие поглонительную способность почвы

Количественно поглонительную способность почвы характеризуют следующие показатели.

Сорбционная емкость почвы - максимальное количество вещества, которое может быть сорбировано почвой. Как сорбент почва полифункциональна, поэтому ее сорбционная емкость по отношению к различным веществам неодинакова. Например, Zn может поглощаться обменным и необменным путем, а также за счет комплексообраз-

разовательной и осадочной сорбции, Na - преимущественно обменно, K - по обменному и необменному типу. В связи с этим сорбционная емкость поглощения разных веществ одной и той же почвой существенно варьирует.

Емкость катионного обмена (ЕКО)- общее количество катионов, удерживаемых почвой в обменном состоянии и способность к замещению на катионы раствора, взаимодействующего с почвой. Величина ЕКО зависит от гранулометрического и минералогического составов почвы, содержания и качественного состава органического вещества, реакции среды.

Емкость катионного обмена различных компонентов почвы варьирует в широких пределах.

С уменьшением размера механических элементов, а увеличением в их составе количества глинистых минералов ЕКО существенно возрастает.

В то же время необходимо учитывать, что тонкодисперсные частицы, особенно в гумусовых горизонтах, всегда обогащены органическим веществом, имеющим высокую ЕКО.

Вклад органического вещества в ЕКО почвы в зависимости от его содержания варьирует от 20 до 70 %.

На величину ЕКО почвы существенно влияет реакция среды. С увеличением рН возрастает ионизация функциональных групп глинистых минералов, в реакции обмена помимо карбоксильных групп гумусовых веществ Д

ополнительно включаются их спиртовые и фенольные гидроксилы. В щелочной среде происходит перезарядка амфотерных коллоидов, и они приобретают способность к обменному поглощению катионов. Все это способствует увеличению ЕКО почвы по мере возрастания рН.

В связи с этим Д. С. Орлов выделил три вида ЕКО почв: стандартную, реальную и дифференциальную.

Стандартную ЕКО определяют с помощью буферного раствора Ва², имеющего рН= 6,5.

Реальную (эффективную) ЕКО определяют с помощью небуферных растворов нейтральных солей. С определенной долей допущения об эффективной ЕКО судят по сумме обменных катионов.

Дифференциальная (рН-зависимая) ЕКО характеризует изменение ЕКО при изменении рН на единицу: $\Delta\text{ЕКО}/\Delta\text{рН}$. Ее определяют путём насыщения почв катионами одного вила при двух различных значениях рН.

Чем тяжелее гранулометрический состав почвы, чем больше она содержит органического вещества и минералов типа монтмориллонита и вермикулита, тем выше ее ЕКО.

Емкость анионного обмена (ЕАО) имеет тот же смысл, что и ЕКО, но характеризует обменную способность почвы в отношении анионов.

Емкость анионного обмена не имеет существенного значения для большинства типов почв, у которых основная масса частиц, способных к ионному обмену, несет отрицательный заряд. Чаще всего сумма положительных зарядов в ППК составляет лишь 1..5% от суммы отрицательных.

Однако в некоторых почвах, как правило, формирующихся на аллитных и ферраллитных корах выветривания, ЕКО достигает 10..20 мг экв/100 г почвы, тогда как эффективная ЕКО составляет 5..10 мг экв/100 г почвы.

Емкость анионного обмена возрастает по мере подкисления среды, с увеличением содержания в почве органического вещества, галлуазита и аморфных минералов.

9.4. Значение поглотительной способности

Поглотительная способность играет чрезвычайно важную роль в генезисе почв, формировании их свойств и уровня плодородия.

Среди разнообразных процессов поглощения, протекающих в почве, большое значение имеет сорбционное закрепление гумусовых веществ.

Благодаря этому происходит формирование специфической поверхности почвенных частиц, составляющих основу ППК, образование и стабилизация гумусового профиля почвы с количественными и качественными характеристиками, соответствующими конкретному типу почвообразования.

Поглотительная способность играет важную роль в процессах профильной дифференциации разнообразных органических и неорганических веществ.

В какой-то мере почвенный профиль представляет собой своеобразную хроматографическую колонку, в которой отдельные генетические горизонты, характеризующиеся своими индивидуальными составом и свойствами, выступают в качестве барьеров для тех или иных соединений, молекул и ионов, закрепляя одни в ущерб другим.

Неоднородность сорбционных процессов по отношению к различным веществам отражается на скорости передвижения их по почвенному профилю.

В некоторых случаях проявление поглотительной способности вносит решающий вклад в процесс почвообразования. Так, например, в результате механической поглотительной способности, задерживающей взвешенные тонкодисперсные частицы, формируются профили пойменных и староорошаемых луговых почв.

От поглотительной способности во многом зависит питательный режим почв. Благодаря различным видам сорбции элементы минерального питания растений закрепляются в почвенном профиле, что предотвращает их активное вовлечение в миграционные процессы.

С поглотительной способностью непосредственно связаны реакция среды и химический состав почвенных растворов, различные виды и величина буферности почвы.

С сорбционными процессами связано формирование состава обменных катионов, оказывающих огромное влияние на состояние почвенных коллоидов и соответственно на физические и физико-механические свойства почвы.

9.5. Обменные катионы и их влияние на свойства почвы

Почвы существенно различаются между собой составом обменных катионов. Эти различия обусловлены типом почвообразования, спецификой почвообразующих пород, водным и солевым режимами почв. Заметно влияют на этот показатель химические мелиорации.

Содержание обменных катионов в почве выражается как в абсолютных величинах (мг-экв/100 г почвы), так и в относительных (% от

емкости обмена). К числу важнейших обменных катионов относят Са, Mg, Na, K, NH₄, Al, H.

Практически все почвы в составе обменных катионов содержат кальций и магний, причем в большинстве случаев Са преобладает над Mg. Также среди обменных катионов всегда содержатся K и NH₄, но их доля в ППК невелика. Так, количество обменного калия чаще всего не превышает 2..5% от емкости обмена, содержание аммония еще меньше.

В географическом аспекте содержание обменных катионов почв варьирует в широких пределах и подчиняется определенным закономерностям. ППК типичных черноземов, доминирующих в почвенном покрове центральной части лесостепной зоны, практически полностью насыщен обменными Са и Mg, причем на долю кальция приходится 85...90 % от емкости обмена. В северной части зоны выпадает больше осадков, усиливаются интенсивность промывания почвенного профиля и вынос из него оснований.

Благодаря этому среди обменных катионов у черноземов выщелоченных и оподзоленных, темно-серых и серых лесных почв в небольших количествах появляется ион водорода.

В таежно-лесной зоне почвенный покров сформировался в условиях промывного типа водного режима, на моренных отложениях, бедных основаниями, поэтому в составе обменных катионов подзолистых и дерново-подзолистых почв, распространенных здесь, важную роль играют ионы H и Al, на долю которых приходится 50..70% от ЕКО.

К югу от типичных черноземов уменьшается количество атмосферных осадков, замедляется вынос из почвенного профиля продуктов выветривания и почвообразования, почвообразующие породы обогащены щелочными и щелочно-земельными основаниями.

В связи с этим в составе обменных катионов обыкновенных и южных чернозёмов, темно-каштановых почв наряду с Са и Mg в небольших количествах присутствует ион Na. У обычных разностей этих почв содержание Na не превышает 3-5% от емкости обмена.

В более засушливых условиях содержание обменного Na в ППК почв возрастает вследствие засоления и развития солонцового процесса.

В светло-каштановых и бурых полупустынных почвах количество обменного натрия часто находится на уровне 10..15% от емкости обмена. Увеличение доли иона Na в ППК почв происходит за счет обменного Ca.

Больше всего обменного натрия содержат солонцы, где его количество может превышать 40% от емкости обмена. Среди солонцов выделяют малонатриевые солонцы. Они содержат повышенное количество обменного Mg (40-60% от емкости обмена) на фоне невысокого содержания обменного Na.

В пределах почвенных зон встречаются почвы, существенно отличающиеся от зональных почв составом обменных катионов. Например, в таежно-лесной зоне среди подзолистых и дерново-подзолистых почв распространены ареалы дерново-карбонатных почв, ППК которых практически полностью насыщен Ca^{2+} и Mg^{2+} при резком доминировании обменного кальция. Это связано с тем, что они формируются на элювии известняков или карбонатной морене, химический состав которых (свободные карбонаты) отражается на составе обменных катионов.

Аналогичный состав обменных катионов имеют дерново-глеевые и пойменные почвы, если в их образовании принимают участие жесткие грунтовые воды.

В подзоне светло-каштановых ночи по блюдцеобразным понижениям формируются лугово-каштановые (темноцветные) почвы, профиль которых часто отмыт от водорастворимых солей, а содержание обменного натрия не превышает 1-2% от емкости обмена.

Общее содержание всех обменных катионов, кроме H и A1, называют суммой обменных оснований. Исходя из этого, все почвы разделяют на две большие группы: почвы, насыщенные основаниями, и почвы, не насыщенные основаниями.

Первые не содержат в ППК ноны H и A1. Обменные катионы в них представлены только обменными основаниями Ca, Mg, Na, K, NH_4 , количество которых соответствует реальной емкости обмена. Вторые всегда содержат некоторое количество обменных H, A1 и поэтому сумма обменных оснований у них меньше емкости обмена.

Для относительной оценки количества обменных оснований, содержащихся в почвах, используют показатель степень насыщенности почвы основаниями.

При сельскохозяйственном использовании таких почв степень насыщенности их основаниями изменяется в широких пределах, достигая 100 % в известкованных почвах.

Состав обменных катионов существенно влияет на агрономические характеристики почвы, обуславливающие уровень ее плодородия.

Влияние обменных катионов на физические и физико-механические свойства почвы

Обменные катионы непосредственно влияют на поверхностные свойства почвенных частиц. Поэтому от того, какие катионы и в каком количестве находятся в обменном состоянии, зависят характер почвенной структуры, водно-физические и физико-механические свойства почв.

Обменный натрий оказывает негативное влияние на физические и физико-механические свойства почв. По мере увеличения доли натрия в составе обменных катионов усиливается разрушение почвенной структуры, возрастают пептизация тонкодисперсных частиц, набухание, пластичность и липкость почвы, снижаются пористость, особенно некапиллярная, и скорость фильтрации.

Аналогично, но более слабо влияют на физические свойства почв, и неблагоприятные физические свойства имеют почвы с высоким содержанием обменного водорода, который способствует распылению почвенной массы.

В отличие от одновалентных катионов обменный Са оказывает на физические свойства почвы прямо противоположное влияние - Этот элемент служит главным действующим веществом химических мелиорантов (известки, гипса), используемых при улучшении кислых и щелочных почв. Обменный магний при невысоком его содержании в почве (до 40 % от ЕКО) влияет на физические свойства почвы аналогично обменному кальцию.

При высоком содержании обменного магния возрастает растворимость гумусовых веществ и ухудшается структура почвы, снижается водопроницаемость, что отрицательно сказывается на водном режиме. Кроме того, при повышенном содержании обменного магния

усиливается отрицательное действие обменного натрия при невысоком содержании последнего в почве.

Влияние обменных катионов на химические и физико-химические свойства почвы

Обменные катионы, например Ca^{2+} , Al^{3+} , выступают в качестве связующих мостиков между гумусовыми кислотами и поверхностью почвенных частиц. Это сопровождается образованием органо-минеральных адсорбционных комплексов, играющих важную роль в формировании ППК.

Насыщение ППК одновалентными катионами сопровождается увеличением заряда коллоидов и растворением гумусовых соединений, что ведет к дегумификации почвы и катионного обмена.

Обменные реакции с участием Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , H^+ , Al^{3+} влияют на рН почвенного раствора, его ионный состав, кислотно-основную буферную способность почв.

От количества поглощенных ионов H^+ и Al^{3+} зависит величина обменной и гидролитической кислотности почв, от количества обменного натрия - величина потенциальной щелочности.

Влияние обменных катионов на питательный режим

Обменные катионы служат ближайшим резервом элементов минерального питания растений, так как их легко поглощают корневые системы. Кроме макроэлементов в обменном состоянии содержатся и различные микроэлементы.

Роль обменных катионов в питании растений проявляется и через регулирование состава почвенного раствора, с которым они находятся в динамическом равновесии и из которого растения поглощают практически все необходимые элементы, а также через их влияние на свойства почвы.

Среди обменных катионов по своему влиянию на растения особое место занимает кальций. При полном насыщении кальцием емкости обмена в почве сохраняются благоприятные условия для развития сельскохозяйственных культур.

При незначительном содержании катионов Mg, Na, K, NH₄ в ППК повышается эффективность применения минеральных удобрений и лучше используются питательные вещества почвы в результате перевода их в состояние, доступное для растений, что благоприятно отражается на росте и развитии сельскохозяйственных культур.

Однако когда содержание этих катионов в ППК слишком высокое, происходит не только существенное снижение урожая, но и полная гибель растений. Принимая во внимание огромную роль обменных катионов в жизни растений, неоднократно предпринимались попытки обосновать их оптимальное содержание в почве.

В почвах со слабокислой, нейтральной и слабощелочной реакцией среды состав обменных катионов, как правило, благоприятен для большинства сельскохозяйственных культур. При высоком содержании в почвах обменных H и Al³⁺ или Na и состав обменных катионов регулируют с помощью химической мелиорации.

9.6. Почвенные коллоиды

Обменная поглотительная способность почв обусловлена наличием в ней почвенного поглощающего комплекса. Почвенный поглощающий комплекс (ППК) - это совокупность минеральных, органических и органоминеральных соединений высокой степени дисперсности, нерастворимых в воде и способных поглощать и обменивать поглощенные ионы.

Почва относится к гетерогенным полидисперсным образованиям, для которых коллоидное состояние вещества имеет большое значение. Поглотительной способностью обладают как коллоидные частицы (0,2-0,001 мкм), так и предколлоидная фракция (0,2- 1 мкм). Диаметр частиц в 1 мкм представляет собой грань, отделяющую механические элементы с резко выраженной поглотительной способностью.

Почвенные коллоиды образуются в процессе выветривания и почвообразования в результате дробления крупных частиц или путем соединения молекулярно раздробленных веществ и, вообще говоря, подчиняются законам, установленным для таких систем в физической и коллоидной химии.

В почве хорошо развита поверхность раздела между твердой (дисперсная фаза), жидкой и газообразной (дисперсионная среда) фазами. Между ними постоянно происходят процессы взаимодействия, устанавливается динамическое равновесие. Характерной особенностью почвенных коллоидов является наличие большой суммарной удельной (поверхность почвенных частиц в м² или см в единице массы или объема почвы) поверхности.

Почвенные коллоиды – совокупность мелких почвенных частиц размером менее 0,1 мкм ($d < 0,0001\text{мм}$) с большой общей удельной поверхностью.

По происхождению различают:

1. минеральные,
2. органические
3. органоминеральные

Минеральные (80-90 %): глинистые минералы (каолинит, монтмориллонит и др.) - кристаллы, оксиды и гидроксиды Si, Fe, Al, Mn - аморфные.

Органические (5-10 %): вещества гумусового и белкового происхождения - аморфные.

Органо-минеральные (около 5 %): вещества взаимодействия глинистых минералов и полуторных оксидов с гумусовыми частицами.

Строение и заряд почвенных коллоидов

В почвах всегда присутствуют минеральные, органические и органоминеральные коллоиды, состав и количественное соотношение которых зависит от характера почвообразующих пород и типа почвообразования.

Основу коллоидной частицы, называемой, по предложению Г. Вигнера, коллоидной мицеллой, составляет ее ядро, природой которого во многом определяется поведение почвенных коллоидов. Ядро коллоидной мицеллы представляет собой сложное соединение аморфного или кристаллического строения различного химического состава.

Мицелла – коллоидная частица, образованная скоплением ионов и молекул, находящаяся в состоянии устойчивого равновесия со средой благодаря электрическим зарядам.

Гранула – часть мицеллы, состоящая из ядра и потенциалопределяющего слоя.

Между гранулой и окружающим раствором возникает термодинамический потенциал, под влиянием которого из раствора притягиваются ионы противоположного знака.

На поверхности ядра расположен прочно удерживаемый слой ионов, несущий заряд, - слой потенциалопределяющих ионов. Ядро мицеллы вместе со слоем потенциалопределяющих ионов называется гранулой.

Между гранулой и раствором, окружающим коллоид, возникает термодинамический потенциал, под влиянием которого из раствора притягиваются ионы противоположного знака (компенсирующие ионы). Так, вокруг ядра коллоидной мицеллы образуется двойной электрический слой, состоящий из слоя потенциалопределяющих и слоя компенсирующих ионов

Компенсирующие ионы, в свою очередь, располагаются вокруг гранулы двумя слоями Один - неподвижный слой, прочно удерживаемый электростатическими силами потенциалопределяющих ионов (слой Гельмгольца).

Гранула вместе с неподвижным слоем компенсирующих ионов называется коллоидной частицей. Между коллоидной частицей и окружающим раствором возникает электрокинетический потенциал (дзета-потенциал), под влиянием которого находится второй (диффузный) слой компенсирующих ионов, обладающих способностью к эквивалентному обмену на ионы того же знака заряда из окружающего раствора.

Распределение обменных катионов в почвенном растворе в пределах диффузного слоя около поверхности твердой фазы ППК. определяется, согласно теории Гуна и Чэпмена, двумя противоположно направленными силами Электростатические силы отрицательно заряженной поверхности твердой фазы притягивают катионы и отталкивают анионы, создавая градиент концентрации катионов в пределах диффузного слоя с максимумом близ поверхности.

Однако этому препятствует тепловое движение ионов, стремящееся выровнять их концентрацию во всем объеме раствора. Устанавливающееся под влиянием этих противоположно направленных силовых полей равновесие характеризуется состоянием, при котором избыток катионов, находящихся около поверхности твердой фазы, по мере увеличения расстояния от границы раздела фаз по направлению внутрь почвенного раствора в пределах диффузного слоя уменьшается по закону, выражаемому уравнением Больцмана.

Коллоидная мицелла электронейтральна (рис. 56). Основная масса ее принадлежит грануле, поэтому заряд последней рассматривается как заряд всего коллоида. Возникновение заряда у различных коллоидов связано с особенностями их химического состава и структуры.

Отрицательный заряд приобретают коллоиды за счет разрыва связей и облома пакетов глинистых минералов, различных форм почвенных кальцитов, несиликатных соединений железа и алюминия (их оксидов и гидроксидов) и освобождения валентностей краевых ионов кислорода, при изоморфном замещении в кремнекислородных тетраэдрах минералов группы монтмориллонита четырехвалентного кремния трехвалентным алюминием, алюминия - двухвалентными катионами - железом, магнием.

Заряды у коллоидов органической природы (например, гуминовая кислота) возникают за счет диссоциации водородных ионов карбоксильных (COOH) и фенолгидроксильных (OH) групп.

Наибольшей способностью к диссоциации обладает водород карбоксильной группы. В коллоидной кремнекислоте электрический потенциал создается благодаря диссоциации ионов водорода.

Коллоиды, имеющие в потенциалоопределяющем слое отрицательно заряженные ионы и диссоциирующие в раствор Н-ионы, называются **ацидоидами** (кислотоподобными). Ясно выраженными кислотными свойствами в условиях преобладающих в почве значений рН обладают кремнекислота и гуминовая кислота.

Коллоиды, имеющие в потенциалоопределяющем слое положительно заряженные ионы и посылающие в раствор ионы ОН, называются **базоидами**. Коллоиды гидроксидов железа, алюминия, протеины в зависимости от реакции среды ведут себя то, как кислоты (ацидоиды), то, как основания (базоиды).

Коллоиды с такой двойственной функцией называются **амфотерными коллоидами**, или **амфолитоидами**. Так, в условиях кислой реакции среды высокая концентрация в растворе водородных ионов подавляет диссоциацию гидроксида алюминия как кислоты и делает возможным диссоциацию его по основному типу с посылкой в раствор OH -ионов.

При щелочной реакции гидроксид алюминия ведет себя как кислота, и коллоид приобретает отрицательный знак заряда. С подкислением реакции среды усиливается базоидная диссоциация амфотерных коллоидов, с подщелачиванием - ацидоидная.

При некотором значении pH , которое называется изоэлектрической точкой или изоэлектрическим pH , коллоид посылает в окружающий раствор одинаковое количество катионов и анионов и становится электронейтральным.

Изоэлектрический pH характеризует степень выраженности ацидоидно-базоидных свойств. Амфотерные соединения обладают двумя видами констант диссоциации - кислотной и основной. Эти константы малы, обычно ниже констант диссоциации воды, т. е. амфотерные соединения являются очень слабыми кислотами и основаниями

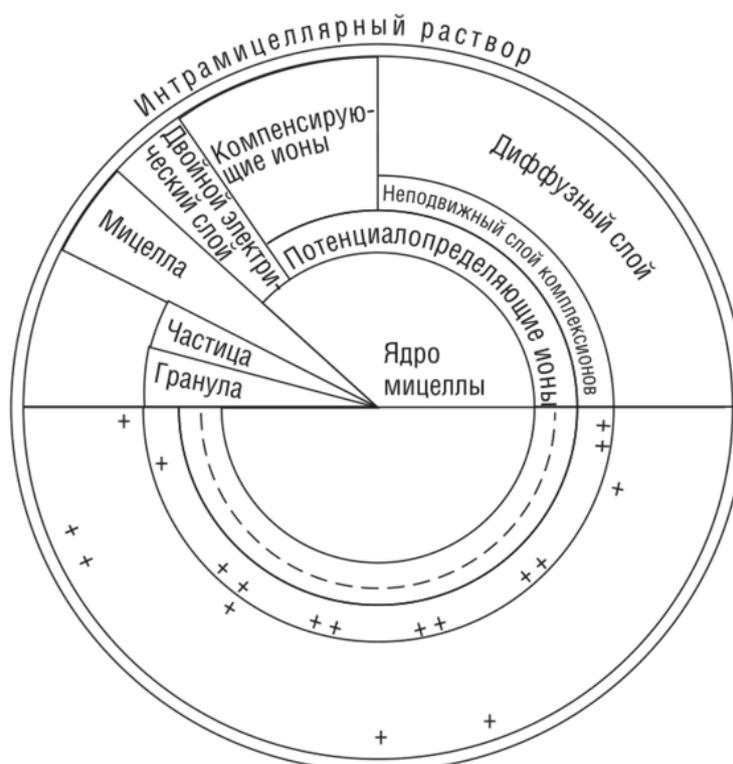


Рис. 56. Почвенный коллоид

9.7. Кислотность почв

Реакцию среды относят к числу важнейших свойств почвы. Она обусловлена наличием в почвенном растворе водородных (H^+) и гидроксильных (OH^-) ионов и их соотношением.

Реакцию почвы характеризуют величиной рН, представляющей собой отрицательный логарифм активности ионов водорода. При увеличении Концентрации H^+ величина рН снижается, а когда концентрация H^+ - ионов уменьшается, величина рН возрастает.

В зависимости от реакции среды почвы бывают

1. очень сильнокислые (рН<4,0)
2. сильнокислые (4,1-4,5)
3. среднекислые (4,6-5,0)
4. слабокислые (5,1-5,5)
5. нейтральные (5,6-7,4)
6. слабощелочные (7,5-8,0)
7. среднещелочные (8,1-8,5)
8. сильнощелочные (8,6-10,0)
9. резкощелочные (10,1-12,0).

На реакцию среды почвы влияют общая направленность почвообразовательного процесса, химический и минералогический составы почвы, содержание и состав органического вещества, состав обменных катионов, наличие или отсутствие солей, жизнедеятельность живых организмов, состав почвенного воздуха и влажность почвы.

В свою очередь, от реакции среды зависят свойства почвы и характер процессов, протекающих в ней. С реакцией среды связаны растворимость многих соединений и доступность элементов питания растениям, жизнедеятельность микроорганизмов, образование гумусовых кислот, распад и синтез минералов. От реакции среды во многом зависит подвижность минеральных и органических веществ почвы, что создает предпосылки для вовлечения их в миграционные потоки.

Реакция среды различных почв колеблется в широких пределах. Кислая и сильнокислая реакция среды свойственна красноземам, желтоземам, подзолистым и торфянисто-подзолистым почвам, торфу верховых болот.

Сильнощелочную реакцию среды имеют многонатриевые солонцы и содовые солончаки, нейтральную - черноземы, темно-серые лесные и темно-каштановые почвы.

Кислотность почвы не является морфологическим (внешним) признаком, ибо это физико-химическое свойство, которое почва приобретает в процессе своего развития под воздействием различных факторов почвообразования.

Кислотность - чрезвычайно важное свойство, определяющее многие генетические и производственные (в том числе плодородие) почвенные качества, а также один из диагностических признаков почвы. Всем этим объясняется важность изучения кислотности почвы.

Кислотность почвы - это способность подкислять почвенный раствор или раствор солей вследствие наличия в составе почвы кислот, а также обменных ионов водорода и катионов, образующих при их вытеснении гидролитически кислые соли (преимущественно Al_3^+).

Реакция среды имеет существенное значение для направленности почвенных процессов и уровня почвенного плодородия. Кислотно-щелочные условия зависят от типов почв, их подтиповых, родовых различий и могут колебаться в широких пределах.

Чернозёмы, коричневые почвы, серозёмы характеризуются чаще всего нейтральными или слабощелочными условиями. Щелочная реакция наблюдается у солонцов и солончатых почв. Кислые условия типичны для почв влажных лесов (подзолистые, серые и бурые лесные, краснозёмы, желтозёмы и др.). Кислотность почвы вызывается ионами водорода.

Кислотность почв - способность почв нейтрализовать компоненты щелочной природы, подкислять воду и растворы нейтральных солей.

Различают **актуальную** и **потенциальную** кислотность, которая подразделяется на **обменную** и **гидролитическую**.

Актуальная кислотность. Представляет собой кислотность почвенного раствора. Важнейшую роль в формировании актуальной кислотности в большинстве почв играет угольная кислота.

В зависимости от термодинамических условий и биологической активности почв она поддерживает рН почвы в пределах от 3,9 до 5,7. Режим углекислоты в почвах тесно связан с суточно-сезонными ритмами погоды и активностью микроорганизмов.

Свободные минеральные кислоты, такие, как серная, азотная и другие, в больших количествах редко присутствуют в почвах. В то же время активная деятельность нитрифицирующих микроорганизмов способствует появлению на короткое время в почвенном растворе азотной и азотистой кислот, что вызывает снижение рН на 0,5-2,0.

При разложении белковых соединений под воздействием микроорганизмов в почвенный раствор в небольшом количестве поступает серная кислота.

Кислотность почвенных растворов может быть обусловлена наличием в них свободных органических кислот, в том числе и гумусовых, а также различных компонентов, проявляющих кислотные свойства. В числе последних заметную роль играют аквакомплексы двух- и особенно трехвалентных катионов.

Растения также могут служить источником ионов водорода, так как в процессе жизнедеятельности они потребляют различные катионы, а продуцируют в почву эквивалентное количество H^+ - ионов.

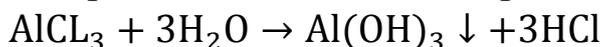
Потенциальная кислотность. Эта форма кислотности имеет сложную природу. Ее носителями являются обменные катионы H^+ и Al^{3+} . Потенциальная кислотность проявляется при взаимодействии почвы с растворами солей, когда катион соли вытесняет ионы H^+ и Al^{3+} из обменно-поглощенного состояния в почвенный раствор.

Потенциальная кислотность дает представление о всей совокупности компонентов с кислотными свойствами, находящихся в почвенном растворе и в твердой фазе почвы. Разделение потенциальной кислотности на обменную и гидролитическую в общих чертах характеризует последовательные этапы выделения в раствор дополнительных количеств протонов, связанных с твердой фазой почвы.

Обменная кислотность проявляется при обработке почвы раствором нейтральной соли, обычно 1 н. KCl, при этом происходит эквивалентный обмен катионов нейтральной соли на катионы водорода и алюминия, находящиеся в компенсирующем слое коллоидов.



В результате обменных реакций образуется соль $AlCl_3$, которая затем гидролитически расщепляется в водном растворе:



Таким образом, после обработки почвы, содержащей в обменно поглощенном состоянии H и Al, раствором нейтральной соли к ионам

водорода почвенного раствора добавляются ионы, вытесненные из ППК и образовавшиеся в результате гидролитического расщепления $AlCl_3$.

Следовательно, в кислых почвах рН солевого раствора всегда будет меньше, чем рН водного раствора. Это общая схема проявления обменной кислотности, реально же она имеет довольно сложную природу.

Важную роль в раскрытии природы обменной кислотности сыграло установление способности самопроизвольного перехода (превращения) почв, насыщенных ионом Н, в почвы, насыщенные Al^{3+} , т. е. осуществление самопроизвольной реакции: Н-почвы \rightarrow Al^{3+} -почвы.

Эту особенность можно объяснить на примере трансформации поверхностных слоев кристаллической решетки каолинита (рис. 29). На сколе кристалла образуются избыточные отрицательные заряды, удерживающие обменные катионы (а).

При действии на почву кислых водных растворов основания вытесняются и замещаются на ионы Н (б). Однако вследствие того что ионы Н имеют небольшой радиус, они легко мигрируют во внутренние слои решетки, где реагируют с группами ОН, образуя молекулы H_2O , или с кислородом, что приводит к появлению устойчивой группы ОН.

В результате этого ион Al^{3+} , занимавший центральное место в алюмогидроксильном октаэдре, превращается в ион $Al(OH)_2^+$ или $Al(OH)^{2+}$, который связан с решеткой только электростатическими силами, т. е. уже не ковалентной а ионной связью, хотя пространстве и занимает еще прежнее положение (в).

При последующем воздействии на почву оснований алюминий вытесняется в раствор (г).

Развитие процесса подзолообразования и разрушение алюмосиликатов даже при слабокислой реакции среды происходит вследствие самопроизвольного перехода Н⁺-почвы Al^{3+} -почвы, поскольку в ППК постоянно внедряется некоторое количество ионов Н.

Однако Н-почвы неустойчивы и переходят в Al^{3+} -почвы, из которых ион Al^{3+} вновь вытесняется катионами щелочных и щелочноземельных оснований, поступающих в почвенный раствор при разложении растительного опада.

Часть кристаллической решетки алюмосиликатов при этом разрушается. Такие циклы превращений (почва-Ме → почва-Н → почва - Al^3 → почва-Ме) периодически повторяются, что и влечет за собой прогрессирующее разложение алюмосиликатной части почвы и проявление подзолистого процесса.

Таким образом, ППК кислых почв всегда содержит небольшое количество обменных Н и Al . Как правило, в малогумусных горизонтах (A2, A2/B, B1, B2) кислых почв (подзолистых, дерново-подзолистых, серых лесных) обменная кислотность в основном обусловлена обменными нонами Al^3 нежели H^+ . Наоборот, в гумусовых горизонтах обменный Н преобладает над обменным Al^3 , причем обменный Al^3 может вообще отсутствовать, т. е. обменная кислотность будет полностью обусловлена нонами Н.

Гидролитическая кислотность, как правило, больше обменной. Более полное вытеснение ионов водорода и других кислотных ионов проявляется при взаимодействии почвы с раствором гидролитически щелочной соли, например CH_3COONa :



В данном случае более полное протекание реакции обусловлено связыванием водорода в слабодиссоциированную уксусную кислоту и большей степенью гидролиза солей алюминия с образованием $Al(OH)_3$ и иона Н.

Гидролитическую кислотность рассматривают как суммарную кислотность почвы, состоящую из актуальной и потенциальной кислотности, и выражают в мг-экв/100 г почвы.

В некоторых случаях гидролитическая кислотность бывает меньше обменной. Это характерно для почв, богатых положительно заряженными коллоидами.

В этом случае наблюдается поглощение коллоидами анионов уксусной кислоты и замещение их на ион ОН, что уменьшает кислотность почвенных вытяжек.

Величину гидролитической кислотности используют для нахождения дозы извести, необходимой для устранения кислотности, и расчета степени насыщенности почвы основаниями.

Контрольные вопросы

1. Что такое актуальная кислотность почвы. Чем она обусловлена?
2. Что такое амфолитоид?
3. Что такое ацидоид?
4. Что такое базоид?
5. Охарактеризуйте биологическую поглотительную способность
6. Перечислите виды ЕКО по Д. С. Орлов
7. Какие существуют виды поглотительной способности почвы
8. Опишите влияние обменных катионов на питательный режим
9. Опишите влияние обменных катионов на физические и физико-механические свойства почвы.
10. Опишите влияние среды на сорбцию анионов
11. Что такое гидролитическая кислотность почвы. Чем она обусловлена?
12. Что такое емкость катионного обмена (ЕКО)
13. Опишите механизм закрепление хлоридов и нитратов в автоморфных почвах
14. Опишите значение поглотительной способности почвы.
15. Как влияет влажность почвы на скорость протекания обменных реакций
16. Как влияет внесение в почву удобрений, мелиорантов и других веществ скорость обменных реакций
17. Что такое кислотность почв
18. Взаимосвязи в системе «Коллоиды и среда»
19. Опишите механизм процессов поглощения фосфат-ионов
20. Охарактеризуйте механическую поглотительную способность
21. Опишите механизм накопления сульфатных и карбонатных ионов в почвах
22. Что такое необменно-поглощенные катионы (необменная сорбция)? Какие у них свойства?
23. Что такое обменная кислотность почвы? Чем она обусловлена?
24. Что такое обменные катионы и их влияние на свойства почвы
25. Механизм поглощения почвами анионов.
26. Механизм поглощения почвами катионов

27. Перечислите показатели, характеризующие поглотительную способность почвы
28. Что такое потенциальная кислотность почвы. Чем она обусловлена?
29. Что такое почвенные коллоиды?
30. Почему анионы фосфорной кислоты очень слабо мигрируют в почвенном профиле?
31. Что такое сорбционная емкость почвы?
32. Перечислите стадии протекания реакций обмена катионов раствора на катионы ППК
33. Охарактеризуйте строение и заряд почвенных коллоидов
34. Перечислите типы кислотности почв. Чем обусловлены.
35. Охарактеризуйте физико-химическую, или обменную, поглотительную способность (ионообменная сорбция)
36. Охарактеризуйте физическую поглотительную способность
37. Охарактеризуйте химическую поглотительную способность (хемосорбция)
38. Что влияет на реакцию среды почвы?
39. Что называется поглотительной способностью почвы?
40. Что называется селективностью ионного обмена?
41. Опишите строение почвенной мицеллы.

Глава 10. НОВООБРАЗОВАНИЯ И ВКЛЮЧЕНИЯ В ПОЧВЕ

Новообразованиями называются морфологически оформленные выделения и скопления веществ, возникшие в процессе почвообразования и отличающиеся от основного материала по составу и сложению.

Новообразования - это выделения и скопления различных веществ, которые создаются в почвенной толще в процессе почвообразования»

Новообразования - это скопления веществ различной формы и химического состава, которые образуются и откладываются в горизонтах почвы.

Педологические явления - это различимые единицы в почвенном материале, отличающиеся от включающего материала по какой-либо причине, такой, как происхождение (отложение как неделимости), различия в концентрации какой-либо фракции плазмы, или различия в организации составных частей (сложении).

Настоящие педологические явления - сформированные *in situ* (с лат. - «на месте») в почвенном материале почвообразовательным процессом.

Настоящие педологические явления с точки зрения почвообразования – это:

а) **концентрации плазмы**, под которым понимают концентрации любой фракции плазмы в различных частях почвенного материала возникшего вследствие почвообразования;

б) **выделения плазмы**, под которым понимают существенные изменения организации составных частей плазмы без изменения исходной концентрации;

в) **ископаемые**, под которым понимают законсервированные особенности биологической активности вроде ходов фауны или корней, которые могут быть заполненными либо пустыми.

Унаследованные педологические явления – это реликты почвообразующей породы.

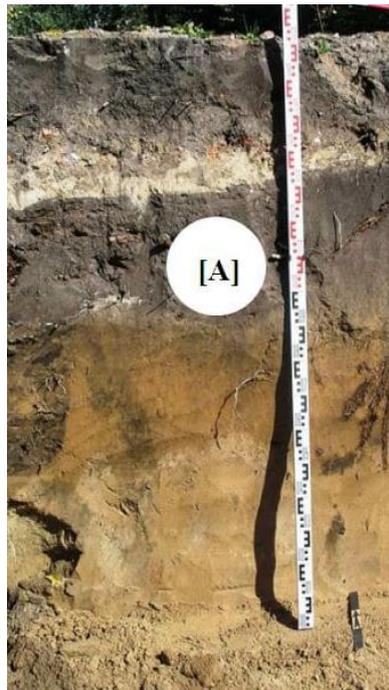
К унаследованным педологическим явлениям относятся:

а) **литореликты** - образования в почвах, сохранившиеся от почвообразующей породы и различимые по породной структуре и сложению, например, «гнилые камни» в почвах (рис. 57);



Рис. 57. Литореликт (на примере сапрогеля)

б) **педореликты** - образования, сформированные эрозией, транспортировкой и отложением стяжений более древнего почвенного материала или его педологических явлений либо консервацией некоторой части древнего почвенного горизонта внутри вновь сформированного (рис. 58);



*Рис. 58. Педореликт
(на примере погребенного горизонта)*

в) **осадочные реликты** - образования, сформированные при отложении транспортированного почвообразующего материала (рис. 59).



Рис. 59. Осадочный реликт у подножия вулкана

Новообразования - важнейший признак почв, несущий информацию о почвообразовательном процессе не только на современном этапе, но и в прошлом.

Кутаны - изменения текстуры или сложения на природных поверхностях в почвенном материале вследствие концентрации каких-либо компонентов почвы либо модификации плазмы *in situ* и которые состоят из любого из компонентов почвенного материала (рис. 60).



Рис. 60. Кутана

Глинистые пленки включаются в эту группу наряду с другими формами.

По форме поверхностей разделяются на:

1. кутаны зерен,
2. кутаны агрегатов,
3. кутаны каналов,

4. куганы поверхностей

5. кутаны пор.

По минералогической природе кутаны делятся на:

1. аргилланы - глинистые куганы,

2. сескваны - кутаны из полуторных окислов,

3. манганы - куганы из окислов марганца,

4. солюаны - кутаны из кристаллических солей вроде карбоната кальция, гипса и водно-растворимых солей,

5. силаны - кутаны из кремнезема,

6. скелетаны - куганы из скелетных зерен,

7. сложные кутаны - состоящие из нескольких материалов.

Генетически кутаны могут быть:

1. иллювиальными,

2. диффузионными,

3. стрессовыми и комплексными.

Стриан - это сильно слоистые, представленные ориентированными глинами струйчатого сложения кутаны.

Педотубулы - это педологические явления, состоящие из почвенного материала скелетных зерен, либо скелетных зерен и плазмы, в отличие от концентраций каких-либо фракций плазмы и имеющие трубчатую внешнюю форму либо в виде простых, либо ветвящихся трубок и имеющие относительно резкие внешние границы.

По строению педотубулы делятся на:

1. **гранотубулы** - зернистого сложения благодаря обилию зерен скелета,

2. **аггротубулы** - микроагрегатного сложения при равном участии скелета и плазмы,

3. **изотубулы** - порфирированного сложения при равном участии скелета и плазмы,

4. **стриотубулы** - струйчатого сложения при равном участии скелета и плазмы;

Сложные педотубулы - это обладающие порозностью и имеющие кутаны на поверхности или в норах; они могут быть заполнены каким-либо материалом либо пустыми.

По составу они могут быть:

1. органическими,

2. полутораокисными,

3. кремневыми,
4. кальцитовыми,
5. гипсовыми и т. п.

По происхождению материала педотубулы делятся на:

1. **ортотубулы** - состоящие из материала, вмещающего горизонта;
2. **метатубулы** - состоящие из материала других горизонтов
3. **паратубулы** - состоящие из материала, инородного по отношению к материалу всего почвенного профиля.

Глобулы - это трехразмерные единицы округлой формы в S-матрице почвенного материала, морфология которых несопоставима с положением в современной поре почвенного материала, и различаемые на основании значительной концентрации какого-то компонента или различий в сложении с вмещающим материалом или на основании четкой границы с вмещающим материалом».

Глобулы по своему сложению могут быть:

1. недифференцированными,
2. концентрическими,
3. слоистыми,
4. ориентированными
5. пористыми

Пористые глобулы в свою очередь делятся на:

1. центрально-пористые,
2. концентрически-пористые,
3. радиально-пористые.

По составу глобулы могут быть:

1. полутораокисными
2. марганцевыми
3. карбонатными
4. сульфатными
5. кремневыми
6. глинистыми.

По форме глобулы классифицируются на:

1. **желваки** с недифференцированным внутренним сложением и округлой формой с резкими границами;
2. **конкреции** с концентрическим сложением вокруг точечного или линейного или плоского центра;

3. **септарии** - глобулы с нерегулярной серией радиальных и сферических трещин десквамации;

4. **педоды** - глобулы с пустой внутренностью;

5. **глобулярные облака** - диффузная аккумуляция материала вокруг плотной глобулы;

6. **папулы** - слоисто-глинистые глобулы с резкими границами.

Кристаллярии - это одиночные кристаллы или скопления кристаллов относительно чистых фракций плазмы, не включающие S-матрицу почвенного материала и образующие сплошные массы, по форме сопоставимые с теми порами, в которых они образуются.

Кристаллярии разделяются на:

1. **кристаллические трубки** - трубки со стенками из мелких кристаллов;

2. **кристаллические камеры** - округлые с центральной порой сrostки кристаллов;

3. **кристаллические прослои** - плоские полости со сrostками кристаллов;

4. **включенные кристаллы** - одиночные или группы кристаллов в почвенном материале.

Субкутаные явления - это педологические явления, различимые по различиям в текстуре, структуре или сложении от вмещающей S-матрицы, имеющие существенную связь с природными поверхностями в почвенном материале, но образующиеся не непосредственно на поверхностях.

Субкутаные явления разделяются на:

1. **неокутаны** – образования аналогичные кутанам непосредственно природных поверхностей почвы, особенно в крупных порах;

2. **квазикутаны** - образования аналогичные неокутанам, но не непосредственно у поверхности.

Фекальные таблетки - экскременты почвенной фауны.

Фекальные таблетки подразделяются на:

1. простые (одиночные)

2. сложные (кучками) таблетки.

В зависимости от происхождения различают **химические** и **биологические** новообразования.

Формирование **химических новообразований** связано с протекающими в почвах многочисленными химическими процессами, в результате которых появляются различные соединения.

Вследствие процессов коагуляции, кристаллизации, взаимного соосаждения эти соединения выпадают в осадок либо на месте образования, либо, будучи перемещёнными почвенным раствором в вертикальном или горизонтальном направлении, на некотором отдалении от места своего первоначального возникновения.

В результате многократного повторения таких явлений, как «образование – выпадение» в осадок, они накапливаются и в дальнейшем формируются разнообразные почвенные новообразования (табл. 14).

Таблица 14

Классификация почвенных новообразований (по С.А. Захарову)

| Форма, состав | Налеты и выцветы | Примазки, потеки и корочки | Прожилки, трубочки и т. п. | Конкреции или стяжения | Прослойки |
|--|---|--|--|---|---------------------------------------|
| Новообразования химического происхождения | | | | | |
| Легкорастворимые соли: соленые - NaCl, CaCl ₂ , MgCl ₂ , горькие - Na ₂ SO ₄ | Светлые и белесоватые налеты и выцветы легкорастворимых солей | Светлые примазки легкорастворимых солей, тонкие корочки глауберовой соли | Белые прожилочки легкорастворимых солей и псевдомицелий глауберовой соли | Белые крапинки легкорастворимых солей | |
| Новообразования химического происхождения | | | | | |
| Гипс - CaSO ₄ *2H ₂ O | Светлые налеты и выцветы гипса (гипсовое полотно) | Белые примазки и корочки гипса | Белые прожилки кристаллического гипса и псевдомицелий гипса | «Земляные сердца» и «ласточкины хвосты», двойники гипса, слюзба | «Гажи» |
| Углекислая известь - CaCO ₃ | Налеты («сединки») и выцветы (плесень) карбонатные, а также «дендриты», вскипающие от кислоты | Карбонатные примазки, пятна, корочки и бородки извести | Карбонатный псевдомицелий, трубочки и прожилки кристаллической или мучнистой извести | «Белоглазка», «журавчики», «погремки», «желваки», «глюота» | Прослой «луговой извести» и «хардпэн» |

| Форма, состав | Налеты и выцветы | Примазки, потеки и корочки | Прожилки, трубочки и т. п. | Конкреции или стяжения | Прослойки |
|--|--|---|--|--|---|
| Новообразования химического происхождения | | | | | |
| Полуторные окислы, соединения марганца и фосфорной кислоты - Fe_2O_3 , Al_2O_3 , Mn_3O_4 , $FePO_4$, $AlPO_4$ | Охристые налеты и выцветы | Ржавые, охристые пятна, примазки, потеки, языки и разводы, бурые «точечные» пятна | Ржавая лжегрибница, бурые трубочки, бурые и желто-красные прожилки | Темно-бурые «рудяковые» зерна, «бобовинки», «глазки» | «Железняк», «жерства», ортштейны и прослойки бобовой руды |
| Соединения закиси железа - $FeCO_3$, $Fe_3(PO_4)_2 \cdot 8H_2O$ | | Голубоватые пятна, языки и разводы | Сизоватые прожилки | Белые, синюющие и бурые на воздухе скопления | |
| Новообразования химического происхождения | | | | | |
| Кремнекислота SiO_2 | Кремнеземистая седая «присыпка» | Белые и белесые пятна и языки | Белесоватые прожилочки | | |
| Перегнойные вещества | Темные налеты на поверхности структурных элементов | Бурые гляцевитые пятна; темно-бурые потеки, языки и тонкие корочки | Буро-черная инкрустация на поверхности структурных отделностей | Частично «рудяковые» зерна» | Перегнойные прослойки ортзанда и слои ортштейна |
| Новообразования биологического происхождения | | | | | |
| «червороины», «копролиты», «кротовины», «дендриты», «корневины» | | | | | |

Согласно Ковде и Розанову систематика почвенных новообразований должна строиться на трех критериях:

- 1) происхождение,
- 2) форма
- 3) состав.

Морфологическая систематика новообразований строится на основании имеющихся материалов и исследований последнего времени она представляется в следующем виде, объединяя все почвенные макро-, мезо- и микроформы новообразований (табл.15):

Морфологическая систематика новообразований

| | | | |
|----|---|---|--|
| 1 | Покровы | | |
| 11 | Кутаны (выцветы, корочки, налеты, пленки, потеки, примазки) | по положению 1.кутаны агрегатов 2.кутаны зерен 3.кутаны каналов 4.кутаны плоских поверхностей 5.кутаны пор | 1.по составу и строению 2.аргилланы 3.аргилланы-стрианы 4.аргилло-гуманы 5.гуманы 6.манганы 7.сескваны 8.сескво-гуманы 9.силаны 10. скелотаны - солюаны |
| 1 | Покровы | | |
| 12 | Субкутаны | 1.квазикутаны 2.неокутаны | |
| 2 | Стяжения | | |
| 21 | 1.Глобулы | по сложению: 2.Концентрические 3.Недифференцированные 4.Ориентированные 5.пористые 6.слоистые | по форме 1.глобулярные облака (диффузные нодули) 2.конкреции 3.нодули (желваки) 4.папулы 5.педоды 6.септарии |
| | 2. Копролиты | 1.простые копролиты 2.сложные копролиты | |
| | 3.Кристаллярии | 1.включенные кристаллы 2.кристаллические камеры 3.кристаллические прослойки 4.кристаллические трубки | |
| | 4.Тубулы | по строению 1.агротубулы 2.гранотубулы 3.изотубулы 4.педотубулы 5.стриотубулы | по происхождению их материала 1.метатубулы 2.ортотубулы 3.паратубулы |

Генетическая классификация новообразований заключается в определении четко принадлежности того или иного вида новообразований к той или иной группе.

В соответствии с происхождением выделяют следующие **группы почвенных новообразований**.

1. **Элювиальные новообразования** - кремнеземистая присыпка, скелетаны, белые и белесые пятна кремнезема.

2. **Иллювиальные новообразования** - известковые, марганцевые, железистые, кремнеземистые, глинистые, перегнойные налеты, выцветы, примазки, потеки, корочки, прожилки, конкреции, стяжения, прослой самых разнообразных форм.

3. **Гидрогенно-аккумулятивные новообразования** - все новообразования легкорастворимых солей, ангидрита, гипса, известковые и железистые новообразования разной формы и строения, особенно прослой и коры, кремнеземистые новообразования.

4. **Диффузионные (сегрегационные) новообразования** - железистые конкреции и желваки, конкреции соединений закисного железа.

5. **Стрессовые новообразования** - глинистые корочки, аргилляны.

6. **Метаморфические новообразования** - пятна и «глазки» ярозига, глеевые пятна, фрадживэн.

7. **Прикорневые новообразования** - прикорневые сидеритовые или известково-гипсовые конкреции, трубки разного состава и корневые чехлики, корневины.

8. **Биогенные новообразования** - червороины, кротовины, трубки, копролиты, фекальные таблетки.

9. **Унаследованные новообразования** - новообразования, которые не связаны с почвообразованием в существующей в данное время почве, но сформировались в почвообразующей породе при ее образовании или отложении.

10. **Реликтовые новообразования** - новообразования древних стадий почвообразования, не связанные с современным почвообразовательным процессом.

Новообразования легкорастворимых солей.

Распространение: встречаются в засоленных горизонтах солончаков и солончаковых почв.

Окраска и морфологическое строение: они обычно белой, реже белёсой или иной окраски, легко растворяются в воде. Образуют на поверхности почвы выцветы и налёты, а на включениях - корочки и «бородки» (рис.61).

При заполнении почвенных пор и других пустот, мелкокристаллические соли образуют белые прожилки и крапинки.

В пухлых солончаках по всей массе разбросаны отдельные кристаллики солей, что обуславливает рыхлость и пухлость почвенной массы.

Однако в мокрых солончаках, где преобладает высокогигроскопический хлористый кальций, кристаллики солей хорошо заметны лишь при сильном высыхании. То же самое можно наблюдать и в чёрных солончаках (содовых) где при условии сильного высушивания проявляется тонкокристаллический налёт.

При условиях очень высокой степени засоления, то на почвенной поверхности проявляется толстая белёсая блестящая солевая корка, подстилаемая горизонтом, сплошь пропитанным солями в виде многочисленных прожилок, крапинок и кристаллов.



Рис. 61. Солевая корочка

Новообразования гипса

Распространение: широко распространены в зонах сухих степей и пустынь, особенно на водно-аккумулятивных поверхностях морских, озёрных и речных побережий внутриконтинентальных районов. Часто новообразования гипса встречаются в южных и обычно-

венных чернозёмах, в серозёмах и серо-бурых почвах пустынь и полупустынь, в солончаках, солонцах и такырах, в некоторых пойменных почвах.

Окраска и морфологическое строение: молодые новообразования гипса чаще всего выделяются в виде выцветов, налётов, прожилок, небольших вкраплений белого цвета и мучнистой консистенции. Более крупные, хорошо оформленные прозрачные, иногда светло-серые и кремновые кристаллы, двойники, «ласточкины хвосты», друзы, «гипсовые розы» и т.п. указывают на более древний возраст.

Установлено, что при испарении почвенного раствора гипс выпадает в осадок после карбоната кальция, то его новообразования обычно распространены в более глубоких горизонтах почвы и почвообразующей породы.

Новообразования гипса в почвах иногда встречаются в огромных количествах, буквально переполняя горизонты почвы. В Закавказье они называются гажамы, гажевыми горизонтами (рис. 62).

Иногда в почвах пустынь и полупустынь формируются смешанные известково-гипсовые и кремнеземисто - гипсовые новообразования.

Важно знать, что гипс не «вскипает» с 10%-й соляной кислотой, но в небольших количествах может в ней растворяться.



Рис. 62. Гипс (иглы)

Карбонатные новообразования

Распространение: относятся к числу очень распространённых: встречаются от серых лесных почв на севере до серозёмов и солонцов на юге.

Соли кальция, и карбонаты играют особую роль в почвообразовательном процессе, путем нейтрализации почвенной кислотности, что в последствие создаёт благоприятную среду для развития растений, микрофауны и микрофлоры.

Образованные гуматы кальция, нерастворимы в воде и обладают нейтральной средой и клеящей способностью, накапливаются в органической части почвы и способствуют образованию элементарной микроструктуры путем воздействия на коллоидную фазу почвы.

Кальций - биофильный элемент, который участвует в питании растений.

Карбонат кальция практически нерастворим в воде, но в почве в присутствии влаги и углекислого газа он переходит в бикарбонат и приобретает способность мигрировать внутри почвенного профиля.

В дальнейшем, при соблюдении определённых почвенных условий, происходит потеря воды и углекислоты, и тогда образованный бикарбонат кальция вновь переходит в карбонат и происходит выпадение выпадает в осадок и в итоге образуется новообразование.

Распространение карбонатных новообразований в почве есть результат сложного взаимодействия таких процессов, как:

- скорость и направление передвижения почвенного раствора в воде;
- динамика содержаний в почвенной воде углекислоты;
- количественное увеличение первичных карбонатов и т.д.

Изучение карбонатных новообразований и картины их распространения по почвенному профилю помогает установить общую направленность некоторых процессов, протекающих в почве и объяснить причины возникновения тех или иных свойств почвы.

Формы карбонатных новообразований:

Налёты - образования, придающие структурным отдельностям своеобразную «седину» (рис. 63);



Рис. 63. Налеты

Карбонатный псевдомицелий - очень тонкие нитевидные прожилки мелкокристаллического кальцита (рис. 64);



Рис. 64. Карбонатный псевдомицелий

Белоглазка - белые слабосцементированные скопления CaCO_3 округлой формы диаметром 1-2 см с резко очерченными краями, отчётливо выделяющиеся на фоне почвенного горизонта (рис. 65, 66);



Рис. 65. Белоглазки в почве

Журавчики - плотные, твёрдые скопления CaCO_3 различной формы и размера (рис. 66);



Рис. 66. Журавчик в почве

Лёссовые куклы - сrostки крупных журавликов, наиболее широко распространены в лёссах, лёссовидных суглинках и в почвах, сформировавшихся на них;

Дутики - похожи на журавчики, но полые внутри;

Погремки и орляки - большие и плотные скопления CaCO_3 диаметром до 10 см, внутри пустые, с отвалившимися твёрдыми кусочками CaCO_3 , которые гремят при встряхивании;

Желваки - большие плотные скопления CaCO_3 , достигающие в поперечнике 20 см;

Слои мергеля или луговой извести - образуются в результате отложения углекислого кальция из грунтовых вод в толще почвенного профиля низинных торфяников и заболоченных пойменных почв (рис. 67);



Рис. 67. Слой мергеля

Прослой, коры, плиты - плотные отложения CaCO_3 , ноздреватого, слоистого либо сплошного сложения, встречаются в аридных регионах (рис. 68).



Рис. 68. Прослойка в почве

Налёты, выцветы (карбонатная плесень), пропитки, псевдомицелий (прожилки) - это наиболее молодые формы карбонатных новообразований. Причём глубина залегания некоторых из них может быть подвержена колебаниям в связи с сезонными явлениями. Так, в засушливый период выцветы и налёты могут заметно «подтягиваться» к поверхности почвы. Прослой, коры и плиты связаны преимущественно с палеопочвообразованием и законсервированы в современную эпоху, например, известковые коры пустынь (рис. 69).

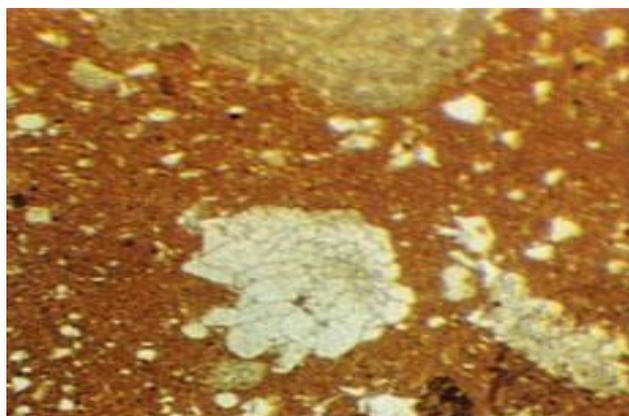


Рис. 69. Налет на почве

Новообразования кремнезёма

Распространение: встречаются в различных лесных почвах, в оподзоленных чернозёмах и солодах чаще всего в виде скоплений тонкодисперсных белёсых частиц окиси кремния (SiO_2).

При сильном развитии подзолистого процесса эта пылеватая или тонкопесчаная масса кремнезёма может почти полностью составлять горизонт A_2 . По мере ослабления данного процесса содержание этих частиц в почвенной массе уменьшается, и новообразование проявляется либо белёсым или светло-серым оттенком в окраске, либо различной величины и конфигурации белёсыми пятнами, языками и натёками, либо в виде белёсой кремнезёмной присыпки («сединки») на поверхности структурных агрегатов. В тундровых и оглеенных почвах кремнеземистые новообразования могут встречаться также в виде тонких опаловых плёнок и корочек.

В пустынях и полупустынях кремнеземистые новообразования встречаются в виде прослоев и плит, состоящих из сцементированных аморфным кремнезёмом зёрен первичных минералов, а также в виде желваков, псевдоморфозов и натёков. В американском почвоведении для горизонтов, сцементированных аморфным кремнезёмом, существует термин «дурипэн», а для желваков - «дуриноиды».

Новообразования окислов железа и марганца встречаются практически во всех почвенных типах, если возникают условия постоянного или временного избыточного увлажнения или проявляются признаки подзолообразовательного процесса.

Их образование неоднозначно, однако связано с тем, что в условиях недостаточной аэрации анаэробные микроорганизмы, отнимая кислород у некоторых соединений, в том числе у окислов железа и марганца, переводят их в низшую валентность. Такие восстановленные соединения становятся более растворимыми в воде и вместе с ней начинают мигрировать по почвенному профилю.

В связи с этим в почве появляются участки с пониженной или более высокой концентрацией соединений железа и марганца. Участки с пониженным их содержанием приобретают более светлую, часто даже белёсую окраску. Если почва переувлажнена постоянно, то в ней появляются голубые, зелёные или сизые оттенки из-за присутствия соединений восстановленного железа.

Целиком охваченные таким процессом горизонты называются глеевыми, а те, в которых восстановительные процессы проявляются лишь пятнами, - глееватыми.

Если почва переувлажнена не постоянно, то в период высыхания возрастает её аэрация - проникновение кислорода воздуха в глубокие горизонты. Под влиянием кислорода соединения железа и марганца окисляются, и участки с повышенным их содержанием приобретают более интенсивную окраску.

В течение многих лет эти многократно повторяющиеся процессы приводят к тому, что отдельные участки почвы (разной величины и конфигурации), перенасыщаясь окислами железа и марганца, постепенно окрашиваются в бурый, коричневый или чёрный цвет, превращаясь в новообразования окислов железа и марганца (рис. 70).



Рис. 70. Новообразование железа

Из всего многообразия форм скоплений железа и марганца в почвах чаще всего встречаются следующие:

- налёты и выцветы тёмно-бурого и бурого цвета, образующиеся на поверхности структурных отдельностей или по стенкам трещин;
- примазки и пятна различного цвета и оттенков - охристо-ржавые, бурые, чёрные и т.п.;
- железистые трубочки - жёлто-красные и бурые скопления железа по корневым ходам, ржавые корневые чехлики;
- железисто-марганцевые конкреции - прочные образования округлой формы бурого, тёмно-бурого и чёрного цвета. Их размер варьирует от точечного до 1-2 см в диаметре;

· псевдофибры и ортзанды - ожелезненные прослойки в песчаных почвах мощностью от долей сантиметра (псевдофибры) до 10-20 см (ортзанды), прочно сцементированные, ржавого, красно-бурого и кофейного цвета;

· болотная руда - скопления железистых соединений в виде сцементированных или рыхло сложенных конкреций и крупных стяжений (желваков) значительной мощности; формируется в болотных почвах и нижних горизонтах болотно-подзолистых почв;

· коры, панцири - плотные, сцементированные поверхностные скопления железа.

В болотных и заболоченных почвах преобладают новообразования закисного железа, образующиеся в анаэробных условиях. Они представлены сизоватыми или сизовато-серыми плёнками и пятнами на поверхности структурных отдельностей и по стенкам трещин, а также встречаются в виде синих выцветов вивианита.

Большую роль в формировании железомарганцевых новообразований играют корневые системы. Воздействуя на прикорневые участки почвы своими выделениями и обогащая её органическими остатками, в условиях постоянного или периодического увлажнения корневые системы изменяют окислительно - восстановительные условия и реакцию среды, способствуя тем самым возникновению железомарганцевых новообразований типа трубочек, прожилок, чехликов и т.п.

Определённую роль в транспортировке железа и марганца играют подвижные формы гумусовых кислот. В местах, где складываются условия для выпадения этих соединений, образуются чёрные или тёмноокрашенные гумусно-железистые или гумусно - марганцевые новообразования в виде ожелезненных горизонтов, ортзандов, пятен, затёков и т.п.

Говоря о составе новообразований этого типа, следует сказать, что они все содержат окислы железа и марганца, а также гумусное вещество.

Новообразования, в которых резко преобладают окислы железа, имеют ярко-коричневую или бурю окраску. По мере возрастания в них доли окислов марганца и гумусного вещества их цвет становится более тёмным.

Новообразования органического (перегнойного) вещества представлены гумусовыми плёнками и корочками, покрывающими

поверхность структурных отдельностей или стенки трещин в виде чёрной лакировки.

В почвах часто встречаются чёрные гумусовые пятна, карманы, языки, сопровождающие различные пустоты и трещины, по которым органические вещества проникают на значительную глубину.

Глинистые и гумусно-глинистые новообразования широко распространены в почвах, где эта фаза не скоагулирована и может перемещаться под влиянием нисходящих токов влаги. Это разнообразные тонкие глянцевые плёнки (кутаны), покрывающие поверхность структурных отдельностей.

Часто они имеют комплексный состав, например, глинисто-гумусовый или глинисто - железисто-гумусовый. Кроме того, возникают метаморфозы по корневинам и дендритам, а также желваки и трубочки. Иногда возникают клэйпэны - очень плотные глинистые горизонты внутри почвы.

Новообразования биологического происхождения

Следующей очень важной группой новообразований в почве являются **новообразования биологического происхождения**, возникновение которых связано с процессами биологического фактора почвообразования.

Червороины - ходы (полости) в почве дождевых червей и личинок насекомых диаметром от 1 см и меньше, округлой или слегка овальной формы, с гладкими стенками. Распространяются в произвольных направлениях и имеют умеренно извилистую конфигурацию (рис. 71).



Рис. 71. Червороины в почве

Копролиты - экскременты червей и личинок некоторых насекомых. Имеют вид мелких горошин с гладкой поверхностью, чаще всего склеенных между собой в клубочки или узелки.

Это почва, прошедшая через желудочный тракт насекомых и других беспозвоночных, органика, которой претерпела заметные положительные преобразования (обогащение кальцием, усреднение реакции среды, превращение органических соединений азота и фосфора в доступные растениям формы и т.д.).

Представляют собой хорошие водопрочные структурные отдельности (рис. 72).



Рис. 72. Копролиты в почве

Кротовины (сурчины, байбачины) - это полости в почве, возникшие в процессе жизнедеятельности роющих позвоночных животных (кротов, сусликов, мышей и т.п.). Кротовины могут быть полые или заполнены землёй - часто из других горизонтов и поэтому хорошо заметные.

Так как число указанных животных в отдельные благоприятные годы может достигать десятков тысяч особей на гектар площади, то перерытость почвы их ходами и норками бывает настолько сильной, что образует на поверхности своеобразный микрохолмистый рельеф и затрудняет точное выделение генетических горизонтов.

Приводит к появлению в почве пятен, клиньев, линз с несвойственной окраской, реакцией на соляную кислоту, характером сложения и т.д (рис. 73).



Рис. 73. Кротовины в почве

Корневины - полости в почве, оставшиеся от относительно крупных корней после их отмирания и разложения. Обычно они сориентированы сверху вниз, имеют довольно гладкие стенки, в них часто встречаются полуразложившиеся остатки корней. Иногда по корневинам распространяются в более глубокие горизонты почвы молодые корни (рис. 74).



Рис. 74. Корневины в почве

Дендриты (узоры корней) - отпечатки тонких и средних по величине корней на поверхностях структурных отдельностей или на стенках периодически возникающих трещин.

На дендритах тоже часто встречаются полуразложившиеся остатки корневой системы. Как и корневины, обычно распространены на почвах с неблагоприятными свойствами (слитых, переувлажнённых и т.д.) (рис. 75).



Рис. 75. Дендриты в почве

Несмотря на известные успехи в изучении связи новообразований с элементарными почвообразовательными процессами и в разработке их классификации, многие вопросы этой проблемы продолжают оставаться недостаточно ясными. Например, не всегда чётко можно установить, является ли данное новообразование результатом современных процессов или связано с почвообразованием прошлых эпох. Поэтому тщательное и глубокое изучение этого признака может иметь не только практическое, но и теоретическое значение.

Распространение корневой системы растений в почве - один из важных показателей, так как несёт информацию о биологическом факторе почвообразования, о качестве почвы и её пригодности для сельскохозяйственных целей.

Корни высших растений являются основным поставщиком органического материала в почву: гумифицируясь и, минерализуясь, они превращаются впоследствии в перегной и биофильные соединения, которые формируют в значительной степени почвенный профиль и определяют плодородие его генетических горизонтов.

Характер распределения корневой системы по почвенному профилю служит как бы интегральным показателем его свойств: присутствие здоровых, неповреждённых корней, их хорошая ветвистость свидетельствуют о благоприятном качестве почвы, о возможности использования её для сельскохозяйственного производства; отсутствие же корней, слабая их ветвистость, сосредоточивание по кор-

невинам и кротовинам указывают на неблагоприятные свойства почвы или отдельных её горизонтов.

Следует, однако, иметь в виду, что развитие корневых систем определяется не только почвенными условиями, но и биологическими особенностями растений.

Так, галофиты (тамарикс, солянки, некоторые виды полыни и др.) могут удовлетворительно развиваться на засоленных почвах, а гигрофиты и гигромезофиты (камыш, ива, ятрышник и др.) развивают хорошую корневую систему на переувлажнённых почвах.

Поэтому корневые системы таких растений не следует брать во внимание при оценке почв под обычные сухоходольные сельскохозяйственные культуры.

При почвенных морфологических исследованиях необходимо:

- а) дать количественную оценку корней, т.е. установить, сколько корней находится на 1 дм² стенки почвенного профиля для каждого генетического горизонта в отдельности;
- б) указать толщину корней;
- в) определить их ветвистость.

При ординарных почвенных исследованиях обычно корни по толщине подразделяют на тонкие, или всасывающие (тоньше 1 мм), средние, или проводящие (диаметром 1-10 мм), и крупные, или скелетные (толще 10 мм). Ветвистость корней чаще всего определяется тремя оценками - ветвятся хорошо, ветвятся слабо, не ветвятся (рис. 76).

Схема описания основных признаков корневой системы растений представлена в табл. 16.

Если в почве встречаются погибшие корни, это обязательно фиксируется в записях.



Рис. 76. Корни в почве

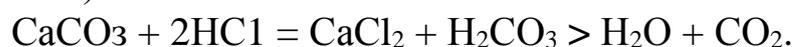
Таблица 16

Характеристика основных признаков корневой системы растений

| Насыщенность почвы корнями | Величина корней | Ветвистость корней |
|--|---|--|
| Дернина - корни составляют более 50% объёма почвы Корней много (густо пронизана корнями) - больше 10 шт/дм ² среза почвы Среднее количество корней - 3-10 шт/дм ² Корней мало - 1-3 шт/ дм ² Единичные корни - меньше 1 шт/дм ² Корни отсутствуют | Тонкие (всасывающие) - тоньше 1 мм Средние (проводящие) - 1-10 мм Крупные (скелетные) - толще 10 мм | Ветвятся хорошо Ветвятся слабо Не ветвятся |

Вскипание от 10%-й соляной кислоты - это, строго говоря, не характеристика морфологического признака, а качественный анализ. Однако он обязателен при морфологическом описании, так как даёт важную информацию.

Если в почве содержатся соли карбонатов, они вступают в реакцию с соляной кислотой. Образующаяся угольная кислота в условиях нормального давления разлагается на воду и углекислый газ, выделяющиеся пузырьки которого в воде и создают впечатление кипения, сопровождающегося слабым шипением (от этого возник термин «вскипание почвы»):



Таким образом, определяются в почве карбонаты кальция, карбонаты магния, на солончаках может выявляться сода. С помощью 10%-й соляной кислоты можно установить присутствие карбонатов и в том случае, когда их мало и они представлены тончайшими кристаллами, незаметными для невооружённого глаза.

Присутствие карбонатов говорит о щелочной реакции среды почвы. Причём при отсутствии соды реакция среды чаще всего бывает слабощелочная, близкая к нейтральной. Отсутствие реакции почвы с 10%-й соляной кислотой говорит о том, что карбонатов в почве

практически нет и её реакция среды лежит в нейтральном или кислом диапазоне.

Включения - это предметы (кости животных, обломки кирпича, посуды и разные археологические находки), случайно включенные в почву, генетически тесно не связанные с ее образованием, либо тела органического или минерального происхождения, находящиеся в почве, образование которых не связано с почвообразовательным процессом.

Включения - это предметы, механически включенные в массу почвы и не связанные с ней генетически.

В число включений входят обломки горных пород, не связанных с материнской породой, раковины наземных и морских моллюсков, кости современных и вымерших животных, остатки золы, углей, древесины, остатки материальной культуры человека (обломки кирпича, посуды и археологические находки).

Включения различного характера часто помогают судить о происхождении почвообразующей породы и возрасте почв.

Включения в почве - это случайные органические или минеральные тела или предметы, генетически не связанные с почвенными процессами.

Среди разнообразных почвенных включений можно выделить четыре большие группы.

1. **Литоморфы** - обломки камней, галька, валуны, случайно рассеянные в почве и характеризующие почвообразующую породу, ее состав и происхождение (рис. 77).



Рис. 77. Литоморф в почве

2. **Криоморфы** - различные формы льдистых образований, связанные с сезонным либо многолетним промерзанием почвы (льдистые прожилки, конкреции, линзы, прослой) (рис. 78).

Некоторые исследователи относят почвенный лед к новообразованиям, но, вероятно, это не вполне точно, поскольку он не связан непосредственно с почвообразовательным процессом и исчезает при оттаивании.



Рис. 78. Криоморфы в почве

3. **Антропоморфы** - обломки кирпича, осколки стекла или фарфора, керамические черепки, остатки захоронений, построек, металлические предметы, рассеянные случайно в почве либо образующие целые прослой.

4. **Биоморфы:**

а) фитоолиты (фитоолитарии) и зоолиты - правильные либо обломочные кристаллы или сростки кристаллов кремнезема (опал, халцедон, кристобаллит), оксалата или карбоната кальция и других минералов, сформированные в тканях растений (фитоолитарии) или животных (почечные, зубные и др. камни) и поступившие в почву в свободном рассеянном состоянии после их отмирания и разрушения; сюда же относятся спикулы губок, скелеты диатомей, известковые, кремнеземистые и железистые оолиты биологического происхождения;

б) кости животных, естественно захороненных в почве;

в) раковины моллюсков, среди которых можно различать раковины сухопутных моллюсков, обитающих в почвах суши в субаэральных условиях, и раковины водных моллюсков, свидетельствующие о водном происхождении почвы или почвообразующей породы;

- г) захороненные остатки корней, стеблей, стволов растений;
д) кремнистые, обызвесткованные, загипсованные или ожелезненные остатки растений - псевдоморфозы соответствующих минералов по растительным тканям (рис. 79).



Рис. 79. Биоморфы почвы

Контрольные вопросы

1. Что такое биогенные новообразования?
2. Что такое включения в почве.
3. Что такое вскипание. Градация вскипания.
4. Что такое вскипание. Механизм вскипания почвы
5. Что такое гидрогенно-аккумулятивные новообразования
6. Что такое глинистые и гумусно-глинистые новообразования
7. Перечислите группы почвенных включений.
8. Дайте характеристику группам почвенных новообразований в соответствии с их происхождением
9. Что такое диффузионные (сегрегационные) новообразования
10. Что такое иллювиальные новообразования
11. Какие выделяют новообразования по происхождению
12. Какие новообразования преобладают в болотных и заболоченных почвах
13. Что такое карбонатные новообразования
14. Что такое метаморфические новообразования

15. На каких критериях должна строиться систематика новообразований?

16. На чем строится генетическая систематика новообразований?

17. На чем строится морфологическая систематика новообразований?

18. Что такое настоящие педологические явления. Процессы их обуславливающие?

19. Охарактеризуйте новообразования биологического происхождения

20. Охарактеризуйте новообразования биологического происхождения по Захарову.

21. Охарактеризуйте новообразования гипса

22. Охарактеризуйте новообразования гипса по С. А. Захарову. Налеты и выцветы, примазки, потеки и корочки, прожилки, трубочки, конкреции или стяжения, прослойки

23. Охарактеризуйте новообразования кремнезёма

24. Охарактеризуйте новообразования кремнекислоты по С. А. Захарову. Налеты и выцветы, примазки, потеки и корочки, прожилки, трубочки, конкреции или стяжения, прослойки

25. Охарактеризуйте новообразования легкорастворимых солей

26. Охарактеризуйте новообразования легкорастворимых солей по С. А. Захарову. Налеты и выцветы, примазки, потеки и корочки, прожилки, трубочки, конкреции или стяжения, прослойки

27. Охарактеризуйте новообразования окислов железа и марганца

28. Охарактеризуйте новообразования органического (перегнойного) вещества

29. Охарактеризуйте новообразования полуторных окислов, соединений марганца и фосфорной кислоты по С. А. Захарову. Налеты и выцветы, примазки, потеки и корочки, прожилки, трубочки, конкреции или стяжения, прослойки

30. Охарактеризуйте новообразования соединений закиси железа по С. А. Захарову. Налеты и выцветы, примазки, потеки и корочки, прожилки, трубочки, конкреции или стяжения, прослойки

31. Охарактеризуйте новообразования углекислая известь по С. А. Захарову. Налеты и выцветы, примазки, потеки и корочки, прожилки, трубочки, конкреции или стяжения, прослойки

32. Охарактеризуйте прикорневые новообразования

33. Охарактеризуйте реликтовые новообразования
34. Охарактеризуйте стрессовые новообразования
35. Перечислите типы педологических явлений в почве
36. Охарактеризуйте наследованные новообразования
37. Охарактеризуйте унаследованные педологические явления.

Процессы их обуславливающие

38. Перечислите формы карбонатных новообразований
39. Дайте характеристику основных признаков корневой системы растений
40. Охарактеризуйте Химические новообразования. Механизм образования.
41. Что такое глинистые пленки?
42. Что такое глобулы. Их разделение по сложеню?
43. Охарактеризуйте новообразования в виде белоглазок? И их характеристика.
44. Охарактеризуйте новообразования в виде болотной руды? И их характеристика.
45. Охарактеризуйте новообразования в виде выцветов? И их характеристика.
46. Охарактеризуйте новообразования в виде дендритов? И их характеристика.
47. Охарактеризуйте новообразования в виде дутиков? И их характеристика.
48. Охарактеризуйте новообразования в виде жевалок? И их характеристика.
49. Охарактеризуйте новообразования в виде железисто-марганцевых конкреций? И их характеристика.
50. Охарактеризуйте новообразования в виде железистых трубочек? И их характеристика.
51. Охарактеризуйте новообразования в виде журавчиков? И их характеристика.
52. Охарактеризуйте новообразования в виде карбонатного псевдомицелия? И их характеристика.
53. Охарактеризуйте новообразования в виде копролитов? И их характеристика.
54. Охарактеризуйте новообразования в виде кор? И их характеристика.

55. Охарактеризуйте новообразования в виде корневищ? И их характеристика.

56. Охарактеризуйте новообразования в виде коры? И их характеристика.

57. Охарактеризуйте новообразования в виде кротовин? И их характеристика.

58. Охарактеризуйте новообразования в виде лессовых кукол? И их характеристика.

59. Охарактеризуйте новообразования в виде луговой извести? И их характеристика.

60. Охарактеризуйте новообразования в виде налетов? И их характеристика.

61. Охарактеризуйте новообразования в виде налетов? И их характеристика.

62. Охарактеризуйте новообразования в виде ортзандр? И их характеристика.

63. Охарактеризуйте новообразования в виде панцирей? И их характеристика.

64. Охарактеризуйте новообразования в виде плит? И их характеристика.

65. Охарактеризуйте новообразования в виде погремков и орлянок? И их характеристика.

66. Охарактеризуйте новообразования в виде примазок? И их характеристика.

67. Охарактеризуйте новообразования в виде прослоев? И их характеристика.

68. Охарактеризуйте новообразования в виде псевдофибр? И их характеристика.

69. Охарактеризуйте новообразования в виде пятен? И их характеристика.

70. Охарактеризуйте новообразования в виде слоев мергеля? И их характеристика.

71. Охарактеризуйте новообразования в виде червороин? И их характеристика.

72. Что такое глобулы. Их разделение по составу

73. Что такое глобулы. Их разделение по форме

74. Что такое глобулы. Простые глобулы. Их разделение.

75. Что такое кристаллярии. Их разделение.
76. Что такое кутаны. Генетические кутаны.
77. Что такое кутаны. Их разделение по минералогической природе
78. Что такое кутаны. Их разделение по форме поверхностей?
79. Что такое новообразования почвы?
80. Что такое педологические явления в почве?
81. Что такое педотубулы. Их разделение по происхождению материала?
82. Что такое педотубулы. Их разделение?
83. Что такое педотубулы. Сложные педотубулы?
84. Что такое стриан?
85. Что такое субкутаные явления. Их разделение по сложению?
86. Что такое фекальные таблетки?
87. Охарактеризуйте элювиальные новообразования

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Почва выполняет некоторые экологические функции, как биоценоотические, так и глобальные (общебиосферные), которые обеспечивают стабильное состояние отдельных биогеоценозов и биосферы в целом, что дает возможность существовать жизни на Земле.

Почвоведение - фундаментальная наука, целью которой является изучение почв, их образования и развития, состава и свойств, географического распространения, и их роли в биосфере, а также путей рационального использования и постоянной охраны.

Данное учебное пособие позволяет использовать анализ проблем почвоведения, с постановкой проблематики исследований и их решений с постоянными многократными комментариями и повторениями интеллектуальных процедур.

Предложенный в данном учебном пособии материал позволяет студентам получить основные знания и умения для понимания важнейших морфологических свойств почвы, чтобы заложить основу для дальнейшего изучения дисциплин по специальностям почвоведение и агрохимия и агропочвоведение.

После прохождения всего курса студент готов применять законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, участвовать в проведении почвенных, агрохимических и агроэкологических исследованиях, проводить физические, физико-химические, почвенные, агрохимические и агроэкологические исследования, а также формулировать научно-обоснованные выводы.

Также студент на данном этапе обучения уже имеет представление об эксплуатации современной аппаратуры и оборудования необходимого для выполнения научно-исследовательских полевых и лабораторных исследований в области почвоведения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Анциферова О. А. Полевое описание почв и руководство к учебной практике по почвоведению / О. А. Анциферова. – Калининград : Изд-во КГТУ, 2004. - 82 с.

2. Вальков В. Ф. Почвоведение: учеб. для вузов / В. Ф. Вальков К. Ш. Казеев, С. И. Колесников. – М. ; Ростов н/Д. : МарТ, 2004. – 493 с. ISBN 5-241-00405-X: 3000

3. Ганжара Н. Ф. Практикум по почвоведению / Н. Ф. Ганжара, Б. А. Борисов, Р. Ф. Байбеков. – М. : Агроконсалт, 2002. – 280 с.

4. Д. И. Щеглов Процессы почвообразования: учебное пособие / Д. И. Щеглов, Л. И. Брехова ; Воронежский государственный университет. – Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2016. – 58 с.

5. Добровольский Г. В., Никитин Е. Д. Экология почв. Учение об экологических функциях почв : учебник / Г. В. Добровольский, Е. Д. Никитин. – 2-е изд., уточн. и доп. – М. : Издательство Московского университета, 2012. – 412 с. (Классический университетский учебник).

6. Корчагин, А. А. Физика почв : лаб. практикум / А. А. Корчагин, М. А. Мазиров, Н. И. Шушкевич; Владим. гос. ун-т. – Владимир : Изд-во Владим. гос. ун-а, 2011. – 99 с.

7. Лабораторно-практические занятия по почвоведению. – СПб. : Изд-во РГПУ им. А. И. Герцена, 2003 (РТП РГПУ). – 30 с.

8. Мамонтов В. Г. Общее почвоведение : учеб. пособие для студентов вузов / Мамонтов В. Г., Панов Н. П., Кауричев И. С., Игнатьев Н. Н. ; Междунар. ассоциация «Агорообразование». – М. : КолосС, 2006 (Смоленск : Смоленская обл. тип. им. В. И. Смирнова). – 456 с. – (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений). – ISBN 5-9532-0346-2.

9. Мамонтов В. Г. Почвоведение: справочное пособие: учебное пособие для бакалавров, обучающихся по направлениям подготовки 35. 03. 03 "Агрохимия и агропочвоведение", 35. 03. 04 "Агрономия" и 35. 03. 05 "Садоводство". – М. : Форум, 2016. – 363 с.– ISBN 978-5-00091-176-1.

10. Мамонтов В. Г. Учебное пособие для лабораторно-практических занятий по мелиоративному почвоведению: учебное пособие для подготовки бакалавров по направлению 110100 "Агро-

химия и агропочвоведение" / В. Г. Мамонтов ; М-во сельского хозяйства Российской Федерации, Российский гос. аграр. ун-т - МСХА им. К. А. Тимирязева. – М. : РГАУ-МСХА, 2013 (М. : РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева). – 103 с. – ISBN 978-5-9675-0845-5.

11. Морфология почв : практикум / авт.-сост. Н. В. Клебанович [и др.]. – Минск : БГУ, 2010. – 26 с.

12. Новицкий М. В. Лабораторно-практические занятия по почвоведению : учеб. пособие / М. В. Новицкий [и др.]. – СПб. : Проспект науки, 2009. – 319 с. – ISBN 978-5-903090-31-0.

13. Полевые исследования свойств почв : учеб. пособие к полевой практике для студентов, обучающихся по направлению подготовки 021900 - Почвоведение / М. А. Мазиров [и др.] ; Владим. гос. ун-т имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2012. – 72 с.

14. Почвенно-географическая база данных России URL: <https://soil-db.ru/> (дата обращения: 03.11.2019).

15. Почвоведение : учеб. для ун-тов. В 2 ч. / под ред. В. А. Ковды, Б. Г. Розанова. Ч. 1. Почва и почвообразование / Г. Д. Белицина [и др.]. – М. : Высш. шк., 1988. – 400 с.

16. Почвоведение : учеб. для ун-тов. В 2 ч. / под ред. В. А. Ковды, Б. Г. Розанова. Ч.2. Типы почв, их география и использование / Л. Г. Богатырев [и др.]. – М. : Высш. шк., 1988. – 368 с.

17. Почвоведение : учеб.-метод, пособие для лабораторных и самостоятельных работ / М. С. Сиухина ; Новосиб. гос. аграр. ун-т. – Новосибирск, 2009. – 110 с.

18. Практикум по земледелию / И. П. Васильев [и др.]. – М.: КолосС, 2004. – 2004. – 424 с.

19. Рагимов, А. О. Почвоведение : лаб. практикум / А. О. Рагимов, М. А. Мазиров, Е. М. Шентерова ; Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. – Владимир : Изд-во ВлГУ, 2017. – 120 с.

20. Розанов Б. Г. Морфология почв / Б. Г. Розанов. – М. : Изд-во МГУ, 1983. – 320 с.

21. Розанов Б. Г. Морфология почв. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 2004. – 431 с.

22. Сафиулин Н. Почвоведение : учеб. пособие / Н. Сафиулин; М-во образования Рос. Федерации. Рост. гос. строит. ун-т. – Ростов н/Д. : Рост. гос. строит. ун-т, 2000. – 98 с.

23. Федорец Н. Г., Медведева М. В. Методика исследования почв урбанизированных территорий. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2009. – 84 с.

24. Щеглов С. Н., Соляник Г. М. Науки о Земле: морфология почв : учеб. пособие / С. Н. Щеглов, Г. М. Соляник. – 2-е изд. – Краснодар: Кубанский гос. ун-т ; Просвещение-Юг, 2010. – 122 с.

Учебное электронное издание

РАГИМОВ Александр Олегович
МАЗИРОВ Михаил Арнольдович
ГАФУРОВА Лазиза Акрамовна
и др.

ПОЧВОВЕДЕНИЕ

Учебное пособие

Издается в авторской редакции

Системные требования: Intel от 1,3 ГГц; Windows XP/7/8/10; Adobe Reader;
дисковод CD-ROM.

Тираж 25 экз.

Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых
Изд-во ВлГУ
rio.vlgu@yandex.ru