

УДК 631.48

М. И. ГЕРАСИМОВА, Т. В. ТУРСИНА

**ОСОБЕННОСТИ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ПЛАЗМЫ
В ТЕКСТУРНО-ДИФФЕРЕНЦИРОВАННЫХ ПОЧВАХ
(НА ПРИМЕРЕ ПОЧВ АЛТАЙСКОГО КРАЯ)**

Текстурная дифференциация профиля, вызывающая преобразование тонкодисперсной массы (плазмы), происходит различно в почвах с нормальным и с затрудненным внутрипочвенным дренированием. Неосложненный поверхностным оглеением лессиваж (серые и светло-серые лесные почвы) характеризуется упрощением строения плазмы и умеренным выносом ее из верхней части профиля, а также образованием натеков с вторичным усложнением плазменного строения за счет разрушения последних. В почвах с максимально дифференцированным профилем (дерновые глубокоподзоленные поверхностно-глеевые почвы и солоды), испытывающих временное переувлажнение, упрощение плазменного строения в элювиальной части профиля доходит иногда до почти полного выноса плазмы, а в иллювиальных горизонтах происходит накопление большого количества слоистых неоднородных по вещественному и механическому составу натеков и усложнение плазменного строения за счет развития вокругскелетных обособлений и растрескивания натеков на папулы.

Среди почв предальтайских равнин и низких предгорий встречаются почвы с текстурно-дифференцированным профилем и ясными признаками перемещения глины. Это прежде всего серые лесные почвы, оподзоленные и отчасти выщелоченные черноземы. Они развиваются на лёссовидных карбонатных суглинках в условиях нормального дренажа и не имеют признаков оглеения.

В настоящем сообщении рассматриваются результаты изучения развития микроморфологических признаков иллювиования тонкодисперсного вещества от начальных стадий (черноземы выщелоченные и оподзоленные) до наибольшего его развития (серые, светло-серые лесные почвы). В дополнение к ряду почв с нормальным внутрипрофильным дренированием были исследованы также текстурно-дифференцированные почвы с внутрипочвенным оглеением; в них иллювиование выражено еще более резко (глубокоподзоленные дерновые поверхностно-глееватые почвы черневой тайги и колючие солоды). Свойства почв и некоторые аспекты режимов почвообразования в них достаточно хорошо изучены [2, 4].

Среди многочисленных микроморфологических признаков иллювиования наиболее существенными для решения поставленной задачи оказались: 1) особенности строения плазмы основной массы*, 2) наличие, количество, состав и строение натеков; 3) характер разрушения натеков. Комплекс этих признаков позволяет дать более полную характеристику лессиважа как одного из элементарных почвенных процессов.

Мы намеренно ограничились исследованием почв на суглинках, для которых легче отграничить собственно породные признаки от результатов почвообразования.

* Плазма основной массы или матрицы (S-matrix Р. Бруера, матричная плазма) рассматривается независимо от плазмы натеков. Понятие «строение матричной плазмы» соответствует терминам: «типы строения тонкодисперсной массы» [3] и «plasmic fabric» Р. Бруера [9].

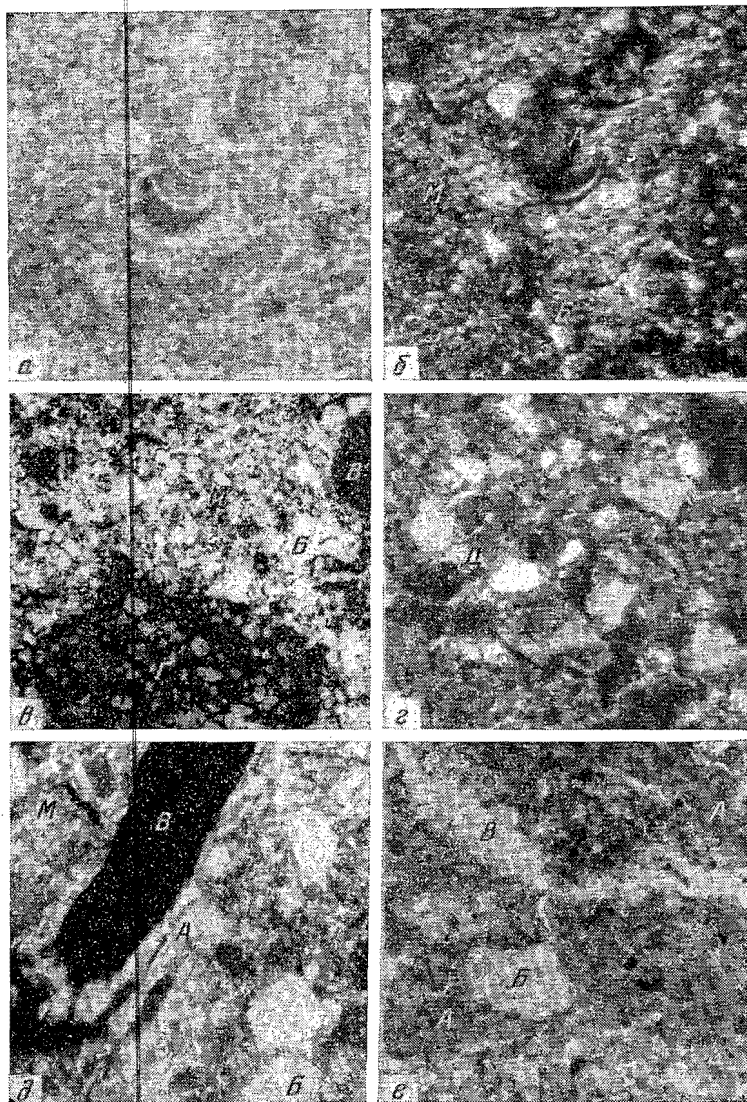


Рис. 1. Микростроение серых лесных, глубокоподзоленных глееватых почв и колочных солодей

a — гумусово-глинистый натек в серой лесной почве, ник. ||, ув. X40; *б* — то же, ник. +; *в* — гор. A2g солоды, ник. ||, ув. X40; *г* — матричная плазма гор. В солоды, ник. +, ув. X40; *д* — глинистый натек с примесью песчаных и пылеватых частиц в гор. В солоды, ник. +, ув. X40; *е* — пылевато-глинистый натек в гор. В глубокоподзоленной глееватой почве, ув. X35; *А* — натёки, *Б* — зерна скелета, *В* — поры, *Г* — железистые конкреции, *Д* — вокругскелетные обособления, *М* — матрица (S-matrix)

Исходная почвообразующая порода характеризуется относительно простым и однородным строением плазмы: на фоне основной массы плазмы чешуйчатого строения встречаются редкие вокругскелетные обособления, наиболее развитые в опесчаненных суглинках. Такое строение плазмы вообще обычно для лессовидных карбонатных пород [1, 5, 11]. Натёки в почвообразующих породах отсутствуют.

Эволюция свойств плазмы и натёков с усилением лессиважа.

В рассматриваемом ряду можно выделить три группы почв, различающихся по степени выраженности микроморфологических признаков дифференциации профиля (таблица, рис. 1).

Почва	Горизонт	Общая характеристика	Матричная плазма. Тип строения	Натеки	Разрушение натеков
Ц ^в	В	Соответствует породе, вынесены карбонаты	Чешуйчатое строение, вокругскелетные и околопоровые обособления	Очень редкие, по мелким порам, тонкие, глинистые, слабослонистые	Нет
Ц ^{оп}	В	Слабо обогащен плазмой. Вынесены карбонаты	Аналогична Ц ^в	Чаще, чем в Ц ^в , более толстые, глинистые, реже гумусово-глинистые	Единично признаки «старения»
Л ₃ и Л ₂	А ₂	Обеднен плазмой	Раздельно-чешуйчатое строение, вокругскелетные обособления разорваны	Редкие, мелкие натеки с точечным гумусом в нижней части горизонта	Нет
	В	Заметно обогащен плазмой	Чешуйчатое, в области скопления натеков — чешуйчато-волоконистое строение	Обильные, по порам и трещинам, свежие и старые. Глинистые и гумусово-глинистые, единично пылевато-глинистые, слоистость отчетливая, крупные скорлуповатые (погасание непрерывное или слоисто-прерывистое — первая стадия отслоения волокон)	Преобладает отслоение волокон и их ассимиляция плазмой. Реже, старение натеков
Л ₂ , Л ₁	А ₂	Сильно обеднен плазмой, осветлен	Аналогично Л ₃ — Л ₂	Только в нижней части горизонта, редкие, мелкие светлые, слабо поляризующие	Нет
	В	Сильно обогащен плазмой	Аналогично Л ₃ — Л ₂	Очень обильные, крупные, глинистые и пылевато-глинистые, ясно слоистые, хорошо поляризующие	Отслоение волокон, растрескивание с образованием папулей
Д ^г ^{оп}	А ₂	Очень сильно обеднен плазмой, осветлен, железистые стяжения, конкреции	Раздельно-чешуйчатое строение, обособлений нет	Только в нижней части горизонта, глинисто-пылеватые и железисто-глинистые	Нет
	В	Очень сильно обогащен плазмой	Раздельно-чешуйчатое строение, много вокругскелетных обособлений	Очень обильны и разнообразны по форме, крупные, пылевато-глинистые, границы нечеткие, ясная слоистость, хорошо поляризуют свет	Резко преобладает растрескивание с образованием папулей.
Сд	А ₂	Плазма вынесена, отбелен, железистые конкреции и стяжения	Нет	Нет	—
	В	Очень сильно обогащен плазмой, изредка железистые конкреции	Вокругскелетные, реже — околопоровые обособления, слабая чешуйчатость	Аналогично Д ^г ^{оп} , но натеки крупнее и обильнее	Аналогично Д ^г ^{оп}
Карбонатный суглинок		лессовидный	Чешуйчатое строение	Нет	—

1. Выщелоченные и оподзоленные черноземы, часть темно-серых лесных почв. Начальные признаки лессиважа появляются в выщелоченных черноземах. При небольшой мощности переходного бескарбонатного горизонта в нем наблюдается прекрасно выраженное чешуйчатое строение плазмы с высоким двупреломлением и тенденцией к субпараллельной ориентации чешуек. К вокругскелетным обособлениям, унаследованным, вероятно, от породы, добавляются околопоровые, свидетельствующие о локальных перемещениях матричной плазмы. В оподзоленных черноземах появляются первые натёки. Натёки в основном свежие, полупрозрачные, от светло-бурых до коричневатых; в некоторых наблюдается чередование темных и полупрозрачных слоев. Слоистость выражена не всегда отчетливо, размеры натёков невелики — до 0,1 мм. Таким образом, на первых стадиях лессиважа матричная плазма относительно слабо подвергается переработке и перемещениям, сохраняя свои первичные породные свойства, а горизонт с развитыми зонами обеднения плазмой отсутствует.

2. Серые и светло-серые лесные почвы имеют морфологически ясно дифференцированный профиль с обедненным плазмой гор. А1А2 или А2. Тип строения матричной плазмы во всем профиле раздельно-чешуйчатый, вокругскелетных и околопоровых обособлений очень мало. Двупреломление плазмы невысокое, исключение представляют микрзоны, развития натёков. Здесь матричная плазма имеет чешуйчато-волокнутое, местами струйчато-волокнутое строение. Характерным элементом являются ярко поляризующие ориентированные параллельно натёкам волокнистые агрегаты (рис. 2, б). Можно предположить, что с усилением текстурной дифференциации профиля от черноземов к серым лесным и тем более светло-серым почвам матричная плазма подвергается более энергичному выносу, причем в первую очередь мигрируют ее наиболее подвижные компоненты — глинистые обособления. По-видимому, из элювиальных горизонтов первыми исчезают околопоровые обособления, аккумулирующиеся ниже в виде натёков.

Натёки в светло-серых и серых лесных почвах по сравнению с черноземами оподзоленными становятся более крупными, количество их возрастает. Кроме однородных по механическому составу натёков появляются смешанные слоистые пылевато-глинистые натёки. Однородные глинистые натёки отличаются высокой степенью ориентации, ясной слоистостью со скорлуповатыми и серповидными формами слоев и волнистым погасанием. Наиболее совершенная слоистость отмечается в гумусово-глинистых натёках (рис. 1, а, б), где обогащенные гумусом слои чередуются с ярко-бурыми глинистыми. Гумусово-глинистых натёков сравнительно много в серых лесных почвах, что отмечалось Парфеновой [3] для серых лесных почв Европейской части СССР.

В нижних частях гор. В встречаются глинистые натёки с полосчатым погасанием и стареющие глинистые натёки с низким двупреломлением.

Часть светло-серых лесных почв с признаками поверхностного оглеения рассматривается в следующей группе почв.

3. Дерновые глееватые глубокооподзоленные почвы черневой тайги и колочные солоди. Поверхностное оглеение, налагаясь на достаточно развитый процесс лессиважа, еще более усиливает вынос тонкодисперсного вещества. В элювиальных горизонтах дерновых поверхностно-глееватых глубокооподзоленных почв общее количество плазмы резко уменьшается, что известно по данным механических анализов и очевидно при рассмотрении шлифов. Плазма элювиальных горизонтов представлена только матричными формами; отсутствие натёков и обособлений говорит об интенсивном ее выносе. Двупреломление плазмы низкое, тип строения — раздельно-чешуйчатый, т. е. количество глинистых ориентированных агрегатов (псевдокристаллов)

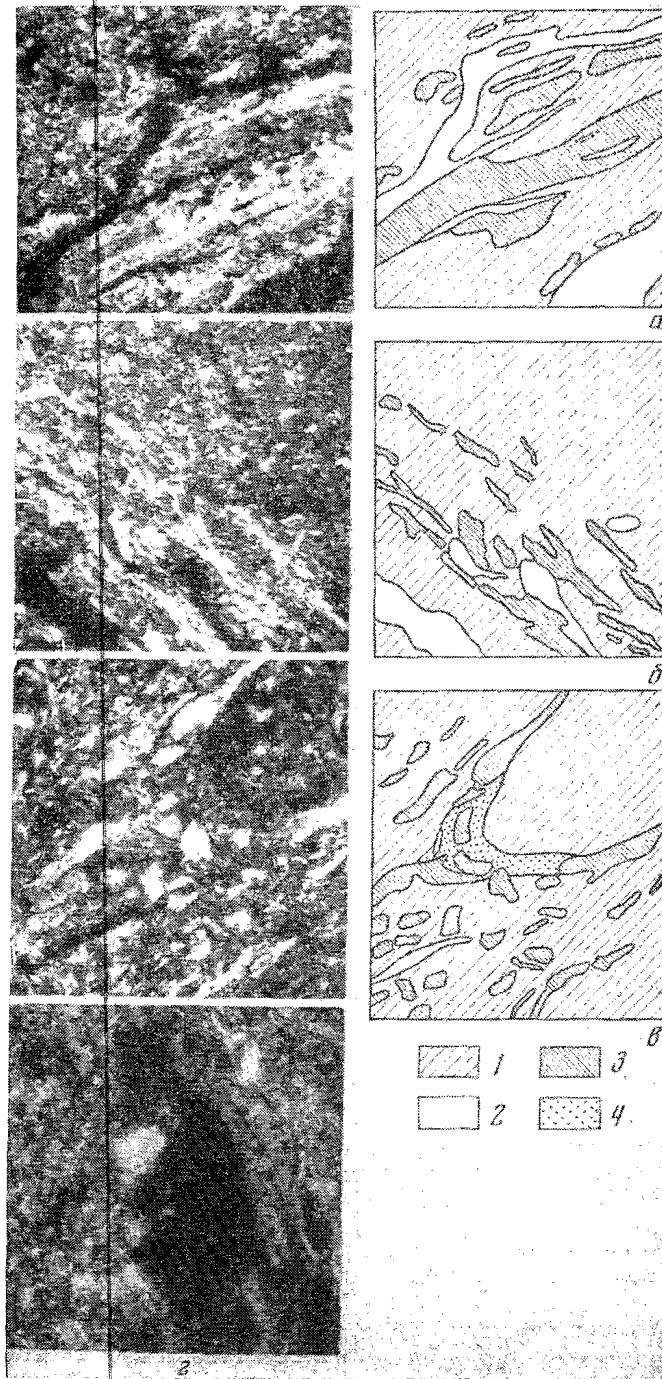


Рис. 2. Трансформация натеков

1 — матрица, 2 — поры, 3 — натеки и их фрагменты; 4 — натеки с пониженным двупреломлением; а — г — см. в тексте

и степень их ориентации, очевидно, ниже, чем в случае чешуйчатых типов строения, наблюдаемых в рассмотренной выше группе почв.

Низкое двупреломление и раздельно-чешуйчатое строение характерны для матричной плазмы иллювиальных горизонтов. Здесь отсутствуют сложные волокнистые типы строения, количество ориентированных глинистых агрегатов невелико на этом фоне. Относительно высоким двупреломлением выделяются вокругскелетные обособления.

В колочных солодах, где элювиальный процесс достигает своего максимального выражения в рассматриваемом ряду почв, гор. A_{2g} представляет собой почти исключительно зерна скелета, лишённые пленок, глинистой плазмы и местами сцементированные в конкреции гидроокислами железа (рис. 1, в).

Матричная плазма иллювиальных горизонтов солоды обладает более разнообразными типами строения: слабо развитая чешуйчатость сочетается с наличием околопоровых и вокругскелетных обособлений. Однако сложных яркополяризующих волокнистых типов строения не было обнаружено (рис. 1, а).

Таким образом, если проследить характер изменений в строении матричной плазмы* от черноземов к серым лесным и солодам, то можно отметить общую тенденцию к развитию более простых форм. Она реализуется в элювиальных горизонтах следующим образом. В начальных фазах подвижности плазмы появляется много разных ее форм (черноземы оподзоленные), количество которых сначала уменьшается (серые лесные), затем меняется степень ориентации плазмы и само ее количество (светло-серые лесные и дерновые глееватые глубокооподзоленные) вплоть до исчезновения. В иллювиальных горизонтах максимальное разнообразие типов строения матричной плазмы наблюдается в серых лесных почвах; в светло-серых лесных, дерновых и глубокооподзоленных глееватых почвах и солодах остаются только вокругскелетные обособления и сравнительно немного чешуйчатых агрегатов. Развитие тех или иных типов строения матричной плазмы иллювиальных горизонтов, с нашей точки зрения, определяется путями преобразования иллювирированного материала, т. е. судьбой натеков.

Натеки в оглеенных почвах имеют, как известно, светлую окраску и значительную примесь пылеватого материала. В солодах и почвах черновой тайги отмечаются также следующие признаки: свежий характер натеков, обилие железисто-глинистых натеков, отсутствие видимых примесей гумуса, не всегда четкие границы (рис. 1, д, е). Сравнение с неглеевыми почвами позволяет особо отметить большие размеры натеков, преобладание пылевато-глинистых вариантов, а также несколько иной характер разрушения натеков. В солодах процесс лессивирования получает максимальное выражение благодаря тому, что вся подвижная плазма в этих почвах (в отличие от подзолистых) оседает в иллювиальных горизонтах. Зона развития последних обычно ограничена уровнем капиллярной каймы или карбонатными горизонтами, где наблюдается осаждение плазмы с последующей переорганизацией иллювирированного материала. Степень выраженности микроморфологических признаков выноса ила из гор. A_{2g} и его водно-суспензионной аккумуляции в гор. B₂ коррелирует со степенью развития лессиважа в изученном ряду почв. По мере усиления лессиважа увеличивается количество натеков, они становятся крупнее, их слоистость и степень ориентации материала становятся более совершенными (до известного уровня), в составе натеков возрастает доля пылеватых частиц. Это позволяет предполагать существенную роль водно-суспензионного переноса в образовании оподзоленных и осолоделых почв. Механизм текстурной дифференциации профиля под влиянием гумусово-кислотного гидролиза, щелочного диспергирования или оглеения оказывается сходным.

* Плазма гумусовых горизонтов не рассматривается, так как она изотропна.

Разрушение натеков. Эволюция продуктов иллювирирования в почвах впервые была рассмотрена Феофаровой [6, 7] при описании такыров. Обломки натеков в смеси с пылеватым материалом были названы ею специальным термином «смешанный суглинок» и были описаны некоторые его свойства. Бруер [9] констатирует разрушение натеков (кутанов, точнее, аржилланов) с образованием «папул» — концентраций глинистого материала с высоким двупреломлением и резкими границами.

Причины и характер разрушения натеков в почвах Приатлантической Европы были рассмотрены Федоровым и Йонгериусом [10, 12]. Вопросам дальнейшей переориентации обломков и натеков и включения их в матрицу посвящены работы ряда французских микроморфологов: М. Жаманя, Ж. Бегона, Ж.-С. Этье с сотруди. [8, 11]. Воспользовавшись применяемыми ими приемами детального профильного изучения натеков, мы подробно исследовали особенности преобразования иллювирированного материала и включения его в матричную плазму. В результате было установлено существование в почвах изученного ряда трех основных путей преобразования натеков.

1. Отслоение от тела натека отдельных волоконцев с высоким двупреломлением, ориентированных параллельно натеку. Наиболее отчетливо отслоение волоконцев наблюдается в краевых зонах натека. В центральных частях процессу отслоения способствует обособление в пределах натека отдельных его слоев, которые при движении к периферии оказываются все более удаленными друг от друга, но сохраняют при этом исходное расположение и высокое двупреломление (рис. 2, а, б). Отделяющиеся таким образом волоконца ассимилируются почвенной массой, в результате чего матричная плазма приобретает чешуйчато-волоконистое строение, особенно хорошо выраженное в зонах скопления натеков.

Отслоение волоконцев характерно для иллювиальных горизонтов почв с относительно мало контрастными гидротермическими условиями, т. е. гор. В серых, реже — светло-серых лесных почв. Не исключено, что в расщеплении натеков путем отслоения волоконцев известную роль играют умеренные педотурбации (сжатие — набухание), приводящие, по мнению ряда исследователей (Nettleton et al., 1969), к развитию волокнистых типов строения плазмы (maseric, omniseric plasmic fabric), а в максимальном выражении — к появлению кутанов давления. Умеренные педотурбации могут быть следствием увеличения объема иллювиальных горизонтов за счет дополнительного поступления глины (лессиваж). Вместе с тем отсутствие контрастов в увлажнении почв ограничивает развитие педотурбаций.

2. Распадение натека на папулы — относительно изометричные обломки натеков, сохраняющие высокое двупреломление и волнистое погасание. Папулы ориентированы параллельно слоистости прежнего натека лишь в непосредственной близости от него и быстро приобретают самую разнообразную ориентацию (рис. 2, в). В отличие от волоконцев папулы могут «приклеиваться» к зернам скелета [8], создавая вокругскелетные обособления, или оказываются вовлеченными в структурную переорганизацию почвенного материала. Раскалывание натеков на папулы наблюдалось в иллювиальных горизонтах почв с более контрастным водным режимом — дерновых глубокооподзоленных поверхностно-глееватых и колючих солодей. Можно предположить, что раскалывание натеков, как более сильное их разрушение по сравнению с расслоением, вызывается комплексом факторов. Во-первых, педотурбации, связанные с переувлажнением и иссушением, более активны; во-вторых, в перемещении веществ по почвенному профилю участвуют и пылеватые частицы. Продукты иллювирирования, заполняя поры, оказывают дополнительное давление на натеки, вызывая их раскалывание.

Пример подобной ситуации показан на рис. 2, в, где пора, окаймленная натеком, полностью занята почвенным материалом.

3. Старение — переориентация глинистых частиц в составе натёка без существенного изменения его формы. Процесс старения глинистых натёков в почвах был впервые описан Феофаровой для такыров. Стареющие натёки, или «дезориентированная вторичная глина, имеют тусклый вид, более низкое двупреломление и обособленное волнистое погасание. Псевдокристаллы дезориентированной вторичной глины менее совершенны» [6, стр. 365]. Границы стареющего натёка становятся расплывчатыми и он постепенно сливается с матричной плазмой (рис. 2, г). В конце концов на месте прежнего натёка остается лишь зона обогащения плазмой с низким двупреломлением. Старение натёков мы наблюдали в почвах с относительно слабо контрастным водным режимом (в темно-серых лесных и оподзоленных черноземах) и в нижних частях иллювиальной толщи почв с поверхностным оглеением.

Выводы

1. Суглинистые почвы с нормальным и затрудненным внутрипрофильным дренажом и нарастающей интенсивностью лессиважа имеют несколько различные формы его микроморфологического выражения.

В неглеевых почвах для области выноса плазмы из профиля характерно преобладание чешуйчатого типа строения матричной плазмы и околопоровых глинистых обособлений на начальных этапах лессиважа. В дальнейшем обособления исчезают, доминирует отдельно-чешуйчатый тип строения матричной плазмы. Иллювиальные горизонты отличаются разнообразными типами строения плазмы, частично унаследованными от породы, причем максимальное разнообразие наблюдается в серых лесных почвах. Здесь оно усугубляется и вторичными преобразованиями плазмы натёков.

С развитием лессиважа возрастает количество глинистых натёков (в гор. В) и меняется их строение.

Лессиваж в сочетании с поверхностным оглеением приводит к максимальной выраженности дифференциации профиля. Матричная плазма имеет большей частью чешуйчатое (отдельно-чешуйчатое) строение по всему профилю, в иллювиальных горизонтах нередко также вокругскелетные обособления. В крайних случаях плазма почти полностью вымыта из иллювиальных горизонтов. Натёки иллювиальных горизонтов, как правило, крупнее, чем в почвах неглеевого ряда, неоднородны по механическому и вещественному составу.

2. В преобразовании натёков — включении их в почвенную массу намечается три тенденции, соответствующие различным комплексам условий в иллювиальных горизонтах. Отслоение волоконца или расщепление натёков чаще наблюдается в почвах неглеевого ряда; раскалывание более обычно в глеевых почвах; старение (или переориентация) имеет место, по-видимому, в самых разных условиях.

Литература

1. Минашина Н. Г. Микроморфология лёсса, сероземов, хейлуту и некоторые вопросы их палеогенезиса. В кн.: Микрометод в исследовании генезиса почв. «Наука», 1966.
2. Почвы Алтайского края. Изд-во АН СССР, 1959.
3. Схема описания и термины в микроморфологии почв (методическая разработка). Изд-во МГУ, 1972.
4. Туркина Т. В. Некоторые данные по динамике процессов почвообразования в осолоделых почвах Алтайского края. Почвоведение, 1961, 4.
5. Фаустова М. А., Корина Н. А. К вопросу о микростроении ледниковых отложений. Почвоведение, 1963, № 9.
6. Феофарова И. И. Микроморфологическая характеристика такыров. В сб.: Такыры Западной Туркмении. Изд-во АН СССР, 1956.

7. *Феофарова И. И.* Микроморфологическая характеристика глинистого вещества в почвах. Докл. сов. почвоведов VII Междунар. конгр. в США. Изд-во АН СССР, 1960.
8. *Begon J.* Aspects micromorphologiques de la génèse des sols   boulb ne. Bull. Assoc. Fr. pour l'Etude du Sol, 1972, № 1—2.
9. *Brewer R.* Fabric and mineral analysis of soil. Sydney, 1964.
10. *Fedoroff N.* Morphologie et classification des accumulations des particules minerales ayant migré en suspension et des horizons qui les contiennent. 1970.
11. *Jamagne M.* Caractères micromorphologiques des sols développées sur formations limoneuses. Bull. Assoc. Fr. pour l'Etude du Sol, 1972, № 1—2.
12. *Jongerijs A.* Some morphological aspects of regrouping phenomena in Dutch soils. Geoderma, 1970, № 4.
13. *Parfenova E. I., Mochalova E. F., Titova N. A.* Micromorphology and chemism of humus-clay new formations in grey forest soils. Soil micromorphology. Amsterdam, 1964.
14. *Racz Z.* A contribution to the micromorphological investigations of ps udogleys in northwestern part of Yugoslavia. Soil Micromorphology. Amsterdam, 1964.

Географический факультет МГУ
Почвенный институт им. В. В. Докучаева

Дата поступления
28.V.1973 г.