
ТЕОРЕТИЧНІ ПРОБЛЕМИ ҐРУНТОЗНАВСТВА

УДК 631.4

Б. П. Градусов

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ГЕНЕЗИСА И ГЕОГРАФИИ МИНЕРАЛОГИЧЕСКОГО СОСТАВА ПОЧВООБРАЗУЮЩИХ ПОРОД РУССКОЙ РАВНИНЫ

Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова

В статье обобщены результаты литологических и минералого-кристаллохимических исследований почвообразующих пород. Обоснована целесообразность комплексной классификации пород. На первом уровне учитываются области мобилизации и поставок мелкозема. На следующем уровне – ареалов пород – можно охарактеризовать субстантивные признаки почвообразующих пород. Эти признаки должны включать: химический, минералогический, микроагрегатный и гранулометрический состав. На третьем уровне можно отразить комплекс процессов и генезис пород.

Ожидаемая биогеохимическая закономерность размещения пород существенно усложнена в реальном плане почвообразующих пород преимущественно фактором поставок мелкозема: ледовым литогенезом, горным мелкоземом, денудацией древних пород внутренних фаций равнины, повторным вовлечением мелкозема в осадочный процесс на приморских территориях, поставками с бассейнов западной и центральной Европы.

Ключевые слова: генезис и география, минералогический состав, почвообразующие породы.

Б. П. Градусов

Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова

ЗАКОНОМІРНОСТІ ГЕНЕЗИСУ ТА ГЕОГРАФІЇ МІНЕРАЛОГІЧНОГО СКЛАДУ ҐРУНТОТВІРНИХ ПОРІД РУСЬКОЇ РІВНИНИ

У статті узагальнені результати літологічних та мінерало-кристалохімічних досліджень ґрунтоутворюючих порід. Обґрунтовано доцільність комплексної класифікації порід. На першому рівні враховуються області мобілізації та привнесення дрібнозему. На наступному рівні – ареалів порід – можна охарактеризувати субстантивні ознаки ґрунтоутворюючих порід. Ці ознаки повинні включати: хімічний, мінералогічний, мікроагрегатний та гранулометричний склад. На третьому рівні можна відобразити комплекс процесів та генезис порід.

Очікувана біогеохімічна закономірність розміщення порід суттєво ускладнена у реальному плані ґрунтоутворюючих порід переважно фактором привнесення дрібнозему: льодовим літогенезом, гірським дрібноземом, денудацією давніх порід внутрішніх фаций рівнини, повторним залученням дрібнозему до осадкового процесу на приморських територіях, привнесенням з басейнів західної та центральної Європи.

Ключові слова: генезис та география, мінералогічний склад, ґрунтоутворюючі породи.

В. Р. Gradusov

M. V. Lomonosov Moscow State University

MECHANISM OF GENESIS AND GEOGRAPHY OF SOIL-FORMING ROCK MINERALOGICAL STRUCTURE OF RUSSIAN PLAIN

In the paper the results of lithologic and mineralo-crystal-chemical researches of soil-forming rocks are presented. Appropriateness of complex classification of rock is substantiated. On the first level the mobilization and pit-run fines delivery ranges are taken into consideration. On the level of rock area the substantive signs of soil-forming rocks are described. These signs should include

© Градусов Б. П., 2010

ISSN 1684-9094. Ґрунтознавство. 2010. Т. 11, № 3-4

13

chemical, mineralogical, micro-aggregative and granulometric composition. On the third level the complex of processes and genesis of rocks are reflected.

Anticipated biogeochemical regularity of rock placing is complicated in the real plan of soil-forming rocks by the factor of pit-run fines delivery: ice lithogenesis, mountain pit-run fines, denudation of ancient rock of inner facies of plain, repeated implication of pit-run fines in sedimentary process of maritime areas, deliveries from Western and Central Europe basins.

Key words: genesis and geography, mineralogical structure, soil-forming rocks.

Первый систематически выполненный опыт картографирования почвообразующих пород Русской равнины был осуществлен П. Н. Чижиковым (1969). Его карта построена на использовании генетических определений пород. Отсутствие единого мнения о процессе накопления отложений, а также недостаток данных о свойствах ряда пород равнины привел к тому, что некоторые ареалы пород на Карте названы проблематическими отложениями. Это относится, в частности, к покровным отложениям в Приуралье.

Значительный вклад в формирование современных представлений о генезисе и географии приповерхностных (почвообразующих) отложений Русской равнины внес В. А. Ковда (1973) и его ученики (Самойлова, 1983; Розанов, 1977). Ковде (1973) принадлежит Карта почвообразующих пород европейской части СССР, а также известная схема почвенно-геохимических ландшафтов Русской равнины. В основу этих обобщений положены два принципа: 1) большинство пород и почв равнины в своем развитии прошли стадию гидроморфизма и 2) распределение отложений и их характер определяется дифференциацией продуктов ледового транспорта и изменениями в постледниковье под влиянием преимущественно биогеохимических процессов. Основной итог рассмотрения генезиса и географии пород равнины В. А. Ковда выразил таким образом: подобно другим великим равнинам бореального пояса Русская равнина в периоды таяния ледников на фоне положительной неотектоники характеризовалась дифференциацией моренного материала в общем направлении с северо-запада на юго-восток. Дифференциация материала сопровождалась утяжелением осадков в указанном направлении и включением в литогенез и почвообразование последовательно карбонатной, гипсовой и солевой составляющей.

Развитая В. А. Ковдой идея палеогидроморфной стадии почвообразования может быть поставлена в соответствие с идеей ранних субаэральных диагенетических изменений осадков у литологов. П. П. Тимофеев и др. (1977) считали, что нет непреходимой границы между процессом почвообразования и эпигенетическими изменениями осадков. В почвах на ленточных глинах северо-запада мы наблюдаем сочетание в одном профиле (и колонке) феноменов диагенетического и почвенного типа (Градусов, 2006).

Значительность представлений В. А. Ковды и его учеников об историческом аспекте почвообразования вытекает из соответствия почвенных и геологических подходов к исследованию процессов в той части земной поверхности, которая, прошла длительный и сложный путь эволюции.

В геологии оформилось учение о раннем диагенезе осадков. После отложения осадка в генетическую стадию в нем происходит в зависимости от типов тектоники и, соответственно, режимов увлажнения два рода изменений: при погружении толщи субаквальный диагенез, при положительной тектонике – диагенез субаэральный. П. П. Тимофеев и др. полагали, что почвообразование есть субаэральный диагенез осадков.

Конечно, к числу трудных и важных проблем почвоведения относится проблема соотношений между почвенными процессами изменений почвообразующей породы и процессами диагенетических изменений осадков в нижней части профиля. В качестве примера почвенных профилей, в которых, по-видимому, наблюдаются признаки как диагенетических субаэральных изменений, так и почвенные процессы, относятся профили почв на ленточных глинах северо-запада равнины.

Изучение трещинообразования в этих профилях было проведено С. А. Шобой и др. (1983) с помощью макро-, мезо- и микроморфологических методов. Из материа-

лов этих исследований следует, что толща профиля глубже 40–50 см испытывает значительные изменения, обязанные субаэральному диагенезу. Процессами почвообразования изменяются преимущественно наиболее крупные трещины, которые выклиниваются на небольшой глубине. Переход эпигенетических изменений осадков от субаквальных диагенетических к субаэральным. В качестве примера возможности таких изменений укажем на породы и почвы Тамбовской низменности.

МАТЕРИАЛЫ И ОБОБЩЕНИЯ

Как известно, почвообразующие породы непосредственно не исследуются литологами и геологами четвертичного периода. Это является причиной значительных трудностей обобщения данных о структурно-минералогической основе почвообразующих пород.

Базовое значения для понимания закономерностей размещения почвообразующих пород и их минералого-кристаллохимической основы имеют: «Геоморфологическая карта. Современная эпоха. Русская платформа», а также Палеогеографические карты Русской равнины (Развитие ландшафтов..., 1993). Общие черты размещения современных кор выветривания и петрографо-минералогических разрядов зональных экосистем представлены в Атласе ресурсов и природы Земли (Градусов, 1983). Для выявления факторов и закономерностей размещения минералого-кристаллохимической основы почвообразующих пород на южной части Русской равнины важно учитывать схему эволюции геологического строения водосборных бассейнов В. Н. Холодова (1975) и др.

В конце прошлого века почвенная наука, а также палеогеография накопили много новых материалов, среди которых первоосновное значение имеют данные количественной рентгенографии илистого вещества и более грубых частиц почв и пород.

На основе этих и других материалов автором разработаны Карты профилей глинистого материала почв Европейской территории СССР (Градусов, 1973), распределения смешаннослойных образований по профилям почв СССР, петрографо-минералогических общностей почвообразующих пород СССР, структурно-минералогической основы пород и почв мира. Разработано представление о факторах и географии глинистых минералов твердого вещества речного стока (Градусов, 1977), минералогическом составе илистого вещества лессовых пород (Градусов, 1976).

Настоящая работа является продолжением исследований в этом направлении.

Источники материала почвообразующих пород равнины

Можно различать три группы источников мелкозема, участвовавшего в формировании твердой фазы почвообразующих пород: (1) породы морен, включающих материал исходных областей оледенения и местный материал древних комплексов пород, (2) породы горного обрамления равнины, (3) древние (дочетвертичные) породы центральных фаций равнины.

Морены и их генетически ближайшие производные по источникам пород в областях мобилизации относятся, согласно С. А. Яковлеву (1956), к трем группам: 1) скандинавской, 2) кольско-карельской и тиманской, 3) новоземельской. С. А. Яковлев проводит границу между моренами, связанными с Фенноскандией и Новой Землей по линии: западная оконечность Онежского озера – Восточный склон Средне-Русской возвышенности.

По особенностям местного материала выделяются моренные и связанные с ними суглинисто-глинистые покровные и аллювиальные отложения скандинавской группы. Это обусловлено вовлечением в ледовый транспорт палеозойского вулканогенно-осадочного комплекса пород на Глинте и Ижорской возвышенности на северо-западе равнины, а также тихвинского каолиново-бокситового комплекса кор выветривания в составе моренных суглинков Валдая.

Исследования мощного комплекса палеозойских пород Глинта показало преобладание собственно иллитов, сопутствуемых смектитом. Широко представлены среди терригенных пород прослойки пеплового материала, исходно состоявшие из вулканических стекол. Стекла замещены глинистым веществом. Оно состоит из упорядо-

ченных в той или иной мере слюда-сметитов. Кристаллохимически они близки к смешаннослойным образованиям, описанным в Швеции и Карелии (Градусов, 1967, 1976) и относятся к К-ректоритам (аллевардитам). Глинистый материал этого комплекса пород послужил основой озерно-ледниковых глин, известных в почвоведении под названием ленточных (Матинян, 2003; Градусов, 2005).

Сравнительно-географический анализ почв на карбонатных отложениях и их дериватах Северо-Запада и Приуралья показал глубокие отличия как коренных пород, так и почв, развитых на их дериватах (Градусов, 1974; Рубилина, 1974).

Почвообразующие карбонатные суглинки и глины на северо-западе содержат илесто-вещество каолин-иллитового типа. Силикатная часть твердой фазы карбонатных пород аналогична палеозойским породам Глинты и, несомненно, генетико-географически связана с этими породами. Другой формой влияния местного материала на состав отложений на северо-западе равнины являются ленточные глины. Они относятся к озерно-ледниковым отложениям. Кроме иллитов и слюда-сметитов, ил этих глин включает каолинит-сметитовые образования. Последнее отражает участие глубоко выветрелых коренных пород девона и карбона. Ленточные озерно-ледниковые отложения в качестве почвообразующих или подстилающих проявляются на севере Беларуси.

Недавние исследования на севере Русской равнины (долина Двины) показали (Goguyachkin, Pfeifer, 2005), что коренные породы представлены сложными по химическим и минералогическим признакам отложениями с карбонатами (преобладает доломит), гипсом, и иллитами. Судя по рентгендифрактограммам, представленным в этой работе, в породах можно предполагать присутствие палыгорскитов. Формально эту ассоциацию можно рассматривать как эвапоритовую. Однако, есть и признаки процессов другого типа (Градусов, 1976).

Примем во внимание известные проявления шунгитов и развитых на них почв на северо-западном побережье Онежского озера. Исследования химического и минералогического состава этих пород и почв показало, что в их грубодисперсной части присутствует тальк и триоктаэдрический хлорит-вермикулит. Это дает основание заключить, что источниками шунгитовых пород являются глубинные части земной коры, а минералообразование носит признаки постмагматического процесса по ультрабазитам.

Восточнее участка с почвами на древних гипс-доломитовых породах (см. выше) известны продуктивные и оконтуренные месторождения алмазов. Эндеогенный генезис трубок очевиден. Для них характерны триоктаэдрические смектиты с высоким содержанием магния. Этот минерал обнаруживается в продуктах переотложения материала трубок.

Эти проявления пород и минералообразования дают веские основания считать, что на самой северной окраине Русской равнины имеется структура с минералообразованием, обусловленным влиянием эндогенных источников веществ. Однако, в четвертичных и, в частности, почвообразующих отложениях влияние типоморфных минералов проявляется главным образом локально и в форме низких концентраций (единичных зерен или небольших количеств смектов триоктаэдрического типа). Возможно, что слюдиисто-гидро-слюдистая компонента этих пород также участвует в составе почвообразующего материала.

На крайнем северо-востоке равнины описаны почвы с мономинеральным смектитовым илом. В бассейне Печоры почвообразующие породы имеют смектит (вермикулит) – гидро-слюдистый состав.

В противоположность каолинит-гидро-слюдистому составу коренных карбонатных пород и их дериватов северо-запада карбонатные породы на востоке равнины имеют гидро-слюдисто-смектитовый состав.

Мелкозем, поставляемый на равнину горными системами

Три горных системы – Карпаты, Кавказ и Урал – поставляют разный мелкозем на прилежащие территории равнины. Горные системы Карпат и Кавказа входят в молодые системы альпийского орогенеза, а Урал относится к наиболее древним геосинклинальным системам.

Мелкозем Карпат. Согласно материалам многочисленных рентгеноструктурных исследований, выполненных в Кишинеvском государственном университете В. Е. Алексеевым, а также в Почвенном институте им. В. В. Докучаева по коллекциям почв Прикарпатья И. Н. Гоголева, С. В. Зонна и А. К. Целищевой, неопубликованным материалам Е. Н. Рудневой и Б. П. Градусова, в чехле рыхлых мелкоземистых пород Прикарпатья представлены две ассоциации глинистых минералов: 1) с преобладанием иллита и смешаннослойного слюда-смектита, 2) с преобладанием иллита и смешаннослойного хлорит-смектита. Содержание каолинита ничтожно. Смектитовый компонент представлен как пакет в составе смешаннослойных образований и содержится обычно в подчиненных количествах.

Был проанализирован минералогический состав илистого вещества мощной толщи лессового типа восточного склона Карпат, примыкающего к долине и дельте Днестра по коллекции А. Г. Черняховского (неопубликованные данные). Ил состоит из хорошо окристаллизованного иллита, глинистого хлорита триоктаэдрического типа и слюда-смектитового смешаннослойного образования. В илистом веществе пород колонки лесса больше смектитового компонента, чем в отложениях и почвах севера Карпат.

Ближкий минералогический состав имеют и породы низкогорий Румынии. Автор исследовал минералогический состав бурых лесных почв и бурой псевдоглеевой оподзоленной почвы, представленных участникам VIII Конгресса почвоведов в Бухаресте по образцам почв, собранных А. А. Роде и Н.И. Базилевич.

Мелкозем, мобилизуемый на склонах Карпат, участвовал в формировании почвообразующих суглинков и глин подгорных равнин, возможно, до долины Днестра.

Мелкозем Кавказа. Мелкозем рыхлых отложений Северного макросклона Кавказа по минералогическому составу илистого вещества является гидрослюдистым. Гидрослюда сопровождается слюда-смектитом, иногда с признаками упорядоченного чередования пакетов и тонкодисперсным хлоритом. Это было установлено по коллекциям почв и почвообразующих пород А. И. Ромашкевич, а также неопубликованным материалам Л. Горчарука. Последние относились к почвам и рыхлым отложениям Северо-Кавказского заповедника. Мелкозем здесь относится к хлорит-гидрослюдистым разностям с количеством ила до 20 %. Мелкозем образован в результате физического выветривания метаморфизованных и эпигенетически измененных осадочных пород, накопленных в древнем геосинклинальном бассейне.

Наибольший интерес представляют материалы по минералогическому составу сводной колонки третичных отложений Восточного Предкавказья (Холодов, 1976). Она представляет мощную толщу чокрак-караганской свиты. Установлено, что верхняя часть толщи со слабыми диагенетическими изменениями осадков представлена обломочной хлорит-гидрослюдистой ассоциацией, образованной за счет мобилизации древнейшего комплекса эпигенетически сильноизмененных пород, вплоть до метаморфических изменений. В средней части колонки проявляются признаки интенсивных диагенетических изменений, когда рентгенометрически проявляются признаки слабоупорядоченных слюда-смектитовых образований. Эпигенетические изменения материала нижней части толщи, относятся к типу катагенетических (по Вассоевичу). Здесь ил включает существенно упорядоченные наноразмерные синтетические замещения иллит-смектитового типа.

Пойменные и дельтовые почвы Терека выносят материал, соответствующий по минералогическому составу и структурным особенностям смешаннослойных образований средней и особенно нижней толщи третичных отложений. Почвообразование в долине Терека не приводит к существенным изменениям тонкодисперсной части осадков и почв, развитых на них (Добровольский, 1992).

Западная часть макросклона Кавказа поставляет в речной сток и осадки речной долины Кубани смектит-гидрослюдистый материал. Рыхлые толщи отложений относятся к легким глинам с признаками слитости (Градусов, 1998).

Твердый сток с Восточного склона Кавказа образован преимущественно за счет размыва пород, минералогический состав которых аналогичен тому, который рассмотрен выше. Проявления гидротермальных пород, к которым приурочены извест-

ные аллевардитовые глинистые пленки в месторождениях пьезо-кварца не оказывают влияния на общий иллит-хлоритовый сток в Каспийское море. Согласно исследованиям М. А. Ратеева и др. (2003), современные осадки северной части моря состоят из той же ассоциации минералов. Хлорит-гидрослюдистые осадки на территории Прикаспийской низменности являются главным типом почвообразующих пород.

Мелкозем Урала. В почвообразующих породах типа элюво-делювиев и пролювиев найдено отражение длительной истории литогенеза зеленокаменного горного массива. Внедрение основного и ультраосновного материала происходило в течение раннего кембрия – раннекаменноугольного времени. Оно сопровождалось региональными процессами гидротермального метасоматического замещения пород, характерной чертой которых является более или менее упорядоченные формы триоктаэдрических хлорит – смектитов (вермикулитов). В зонах с более низкими температурами гидротермальных растворов преобладает синтетический низкозарядный смектит.

В древних почвенно-элювиальных профилях по смектитам синтезируется каолинит-смектитовое смешаннослойное образование.

В течение палеозоя и низов мезозоя Урал находился в условиях гумидного литогенеза. Страхов рассматривает известные проявления бокситов на Урале как результат интенсивного выветривания при высоком расположении экватора в нижнем палеозое. Это нашло отражение в широком распространении здесь сапролитовых зон древних кор выветривания. Они были установлены во многих районах: на севере (Красная шапочка) и юге (Орская депрессия). Согласно имеющимся данным, илистое вещество этих зон, а также почвенных профилей состоит из каолинит-смектитовых смешаннослойных образований. Однако, значение этого процесса и его продуктов в минералогии четвертичных осадочных, в том числе почвообразующих пород, невелико. В течение последующей геологической истории коры выветривания каолинит-смектитового и бокситового типа были денудированы на большей части горной страны, и в настоящее время почвы развиваются на переотложенных смектитовых продуктах гидротермального генезиса.

При развитии почв на сапролитовых зонах кор выветривания по почвенным профилям устойчиво наблюдается понижение количества смектитовой фазы и накопление гидрослюды и хлоритов.

На примыкающей к горной системе Урала равнине почвенный покров сформирован на суглинисто-глинистых отложениях с существенным участием смектитового компонента (Градусов, 1983; Добровольский, 1992). Здесь содержание смектитов в илистых фракциях достигает 70–80 %.

Согласно материалам изучения почв Приуралья, выполненным в Почвенном институте, а также исследованиям минералогии ила почв Приуралья в Казанском университете, почвообразующие породы Приуралья относятся к тяжелосуглинистым – легкосуглинистым высокосмектитовым.

Минералогический состав лессовидных пород Среднерусской возвышенности

Исследования минералогического состава и микростроения лессовых толщ и погребенных в них почв (Величко, 1974; Морозова, 1979; Градусов, 1976) позволяют заключить, что минералогический состав ила и структурные особенности главных его компонентов на равнине могут быть различны в соответствии с историей формирования континентальных отложений на равнине, в частности, с условиями мобилизации и сингенеза осадков. Характерно, что коренных изменений этих условий в течение плейстоцен–голоцена не происходило. Это фиксируется в сходстве минералогического состава и структурных особенностей фаз по всем лессовым колонкам и заключенным в лессах почвам.

В центральной части равнины, между Волгой и Днепром влияние твердого стока с горных систем Карпат и Урала снижается в минералогическом составе почвообразующих пород. Главными факторами разнообразия состава пород являются осадочные эпигенетически слабоизмененные мезокайнозойские породы Валдайской, Смоленско-Московской и Средне-Русской возвышенности. Южнее широты Воронежа на склонах Воронежской антиклизы повышение количества смектитового компонента отражает влияние древнего Южно-Русского моря и, возможно, вулканизма.

Почвообразующие породы южной части равнины

Разнообразие пород здесь значительно. Характерная особенность – подстиление четвертичных отложений третичными морскими глинами. Так, известны почвы, минералогический состав илистой фракции которых, является практически мономинеральным смектитовым. В других профилях почв близ восточного склона украинского щита ил состоит практически целиком из каолинита. Это разнообразие определено особенностями истории южной части равнины. С одной стороны, здесь в течение третичного времени размещался морской бассейн. На Кавказе и в Карпатах еще осуществлялась вулканическая деятельность. Поступавший в водоем пепловый материал сравнительно быстро замещался глинистым веществом смектитового типа в ассоциации с цеолитом (клиноптиллолитом, реже морденитом). Однако, главными поставщиками терригенных веществ были реки, области мобилизации твердого материала которых, размещались в перигляциальной части Русской равнины, т.е. там где господствующими являются суглинистые смектит-гидрослюдистые отложения. С юга поступали взвеси со склонов Кавказа, в которых также преобладали гидрослюды, представленные в существенной мере иллитами (Холодов, 1975, 1976). В результате смешивания взвесей с севера и юга с вулканическими стеклами, замещавшимися смектитом, был сформирован огромный плащ третичных существенно смектитовых осадочных пород.

Геоморфологическая особенность южной части равнины заключается в глубоком врезе рек. Благодаря этому в современный сток мобилизуется материал практически всех пород кайнозоя (таблица).

Обобщив материалы об эволюции питающих провинций в истории Земли, в том числе черноморского, азовского и каспийского бассейнов, В. Н. Холодов (1975) пришел к заключению, что наиболее важным поставщиком осадочного материала в морские эпиконтинентальные бассейны мобилизации твердого стока были древние осадочные песчано-глинистые и глинистые отложения мезозоя (мел-палеоген-неоген).

Напомним, что минералогические исследования илистого вещества почв и почвообразующих пород южной части Русской равнины начались сразу же, как только в почвоведение России был внедрен рентгенометрический метод (Антипов-Каратаев, 1938). В черноземах был обнаружен монтмориллонит. Исследованиями Н. И. Горбунова (1963 и др.), а также Е. А. Шурыгиной установлен сложный состав илистого вещества обыкновенных черноземов Каменной степи.

Содержание глинистых минералов в твердом стоке рек Русской равнины

| Реки | Минералы, в % | | | | |
|----------------|---------------|-----------------------|--------|------------------|----------|
| | Гидрослюда | Смектитовый компонент | Хлорит | Хлорит+ каолинит | Каолинит |
| Мезень | 55 | 20 | 20 | | 5 |
| Северная Двина | 45 | 30 | 10 | | 5 |
| Онега | 50 | 15 | 35 | | 0 |
| Дунай | 60 | 25 | | 15 | |
| Днепр | 45 | 35 | | 20 | |
| Волга | 46 | 37 | | 17 | |
| Кубань * | 40–50 | 30–40 | 5 | | 15 |

Примечание. * – по определениям в нескольких участках.

Рентгенометрические исследования на дифрактометрах почв южной окраины равнины проводились на коллекциях Т. Л. Быстрицкой, Г. Андреева под общим научным руководством В. А. Ковды. В почвах преобладают гидрослюды и смектиты в разных соотношениях, но с преобладанием смектитового компонента. Обширные исследования почв ряда областей равнины провела Н. П. Чижикова (1982, 1992). Она

обратила внимание на заметные изменения минералогии илистого вещества черноземов под влиянием агротехногенных воздействий. Как правило, в верхнем горизонте снижается содержание смектитового компонента.

Почвы Черноморских лиманов

Слитогенез в почвах равнины привлек внимание почвоведов в 1970–80-х годах. В 1980–90 годах были выполнены исследования химического и минералогического состава почв склонов, представленных мочаристыми черноземами. О. Г. Назоренко и М. Б. Минкин (1990) обратили внимание на хорошую окристаллизованность минералов ила и коллоидов в слитых горизонтах черноземно-луговой почвы Восточного склона Донецкого массива. Авторы предположили, что мочаристость почвы обусловлена переувлажнением, при котором происходит пептизация части частиц предколлоидной фракции в коллоидную. Первопричиной самого переувлажнения является тяжелый состав пород с наноскопическими частицами глинистых минералов.

О возможности современных гидротермальных процессов

Существующие концепции почвенных ландшафтно-геохимических закономерностей на Русской равнине принимают, что процессы изменений минеральной части осадков и пород обязаны гипергенным, почвенным и осадочным процессам, т.е. происходят в условиях нормальных температур в приповерхностной толще земной коры без поступления эндогенного материала. Это представлялось естественным, так как Русская платформа – древний устойчивый компонент континентального блока. Однако, южная часть равнины (за 45–48 параллелью) относится к альпийской складчатой зоне, в которой преобладают осадочные отложения с Кавказа (Холодов, 1975).

В течение последних 10–15 лет рядом исследователей (Цеховский, 1996; Муравьев, 1997 и др.) развиваются представления нового типа. Считают, что платформенный фундамент способен к растяжениям, что сопровождается формированием трещин, а также авлакогенов. По этим трещинам еще в третичное время к дневной поверхности устремлялись глубинные вещества: лавы и гидротермальные растворы. Эти авторы относят вулканическую активность на платформах к фумарольному типу.

Литологи вернулись к старой проблеме вещественного состава мел-неогеновых отложений средней и южной части Русской равнины. Напомню, что еще в 30-х годах Лодочников обнаружил частицы вулканических стекол в этих отложениях. Недавно Ю. Г. Цеховским (1996) и группой геологов были обнаружены многочисленные образцы отложений с вулканическим стекловатым материалом. Проявления этого типа характерны для областей равнины на юг и юго-восток от широты Воронежя.

Существуют три возможных источника вулканических стекол: поставки пеплов из вулканов Аппенинского полуострова, пеплы сравнительно недавних извержений вулканов на Карпатах (известно, что здесь вулканическая активность продолжалась дольше, чем в других горных системах, окружающих Русскую равнину), пеплы, приносившиеся с Кавказа.

Не менее существенно и то, что вулканизм фумарольного типа и сейчас имеет место в центре и на юге Русской равнины. Он приурочен к небольшим глубоким озерам. В качестве таких очагов вулканизма можно рассматривать озерные системы на территории Тамбовской низменности.

Каолины, смектиты и палыгорскиты Донецкого кристаллического массива

Сложность генезиса и географии пород на юге Русской равнины выражена наглядно на Донецком кряже. На территории известны месторождения каолинов, разрабатываемых промышленно (Просьяновское, Положское). Несмотря на детальные исследования, в особенности структуры каолиновой фазы, генезис каолиновых проявлений остается неясным. Рассматриваются два варианта: (1) каолины являются продуктами древнего гумидного выветривания и (2) это – зона гидротермального регионального метасоматоза массивно-кристаллического массива.

В третичных глинах Опшьянского проявления и в ряде других мест еще в 1940–50 годы были описаны минералы с необычной дифференциальной кривой нагревания. Она имела одну среднетемпературную эндотермическую реакцию. Эти

глины были отнесены к монотермитовым. Исследования в Почвенном институте показали, что рентгеновские данные этих глин соответствуют смешаннослойным образованиям каолинит-сметитового типа. Источниками этих глин могли быть сапролитовые зоны кор выветривания на Волинской возвышенности (Градусов, 1978).

Для нас важно, что каолины, образованные здесь, разносятся на значительные площади Донбасса. Литологи и почвоведы исследуют древние почвы в толщах осадочных пород Донецкого бассейна (Феофилова, 1975). Н. И. Горбунов и Е. А. Шурыгина (1963) исследовали черноземы на юге Украины, развитые на породах с участием высоких содержаний каолинита. По результатам изучения почв в долине Волновахи (неопубликованные материалы Почвенного института) чернозем развит на двучленной толще: сверху лежит маломощный слой (20–30 см) лессоподобной породы, ниже он резко переходит в толщу с преобладанием каолинита. Каолинит относится к типу фэйрблей (низкоупорядоченных минералов).

Наибольший интерес представляет то, что здесь имеется известная группа бентонитовых (сметитовых) месторождений (Черкасское, Дашуковское), а также мощные толщи палыгорскитовых глин. В этом сочетании проявление глин данного типа следует рассматривать как морское и эвапоритовое проявление выражающихся морских водоемов (Градусов, 1976). Возможно, что в формировании бентонит-палыгоскитовых глин принимали участие и гидротермальные процессы.

Глинистые минералы в твердой фазе речного стока равнины

Автор (Градусов, 1976) исследовал минералогический состав твердой взвеси группы рек южной окраины Русской равнины по материалам Г. Ю. Бутузовой, Н. М. Страхова и М. А. Ратеева (1975).

Илистая часть стока характеризуется высоким содержанием гидрослюдистого компонента: 45–60 % от суммы глинистых минералов. Содержание смектитового компонента примерно в 2 раза ниже (15–35 %). Эти данные отражают интегральную картину мобилизации глинистых минералов на водосборных площадях равнины. Отметим, что состав глинистого вещества примерно одинаков в реках северной и южной части равнины.

Гидрослюдистому стоку Дуная, Днепра и Кубани соответствуют высокие содержания гидрослюдов в приповерхностном слое осадков северной части Бассейна Черного моря (50–60 %).

В одной из проб взвесей ниже Днепровских порогов установлен серпентин. Присутствие этого минерала отмечает наличие близкого залегания ультрабазитов в долине Днепра. Это означает, что таким образом в сток попадают тяжелые металлы, характерные для ультрабазитов: никель, хром, кобальт и др.

Некоторые общие закономерности распространения ила и глинистых минералов на равнине

Установлен высокий уровень разнообразия количеств ила и его минералогического состава на северной части равнины. Сказанное относится как к тонкодисперсной, так и к грубодисперсной части пород и почв. Гораздо более однообразным является минералогия пород и почв южной части равнины. Граница этих частей равнины может быть примерно проведена на уровне северной оконечности Средне-Русской возвышенности.

Составлена выборка показателей минералогического состава илистой фракции и ила в 41 профиле (178 горизонтах) черноземов Русской равнины от северных отрогов Средне-Русской возвышенности до Предкавказья и Причерномской низменности. Почвы представлены черноземами выщелоченными, оподзоленными, типичными, обыкновенными, слитыми основных фаций юга Русской равнины.

В этом направлении увеличивается количество илистого вещества. Содержание гидрослюдов и смектита понижается, а количество каолинита в сумме с хлоритом изменяется в широких пределах, но без заметного тренда изменений. Только там, где имеются подстилания легкими по гранулометрическому составу породами, содержание каолинита резко увеличивается, но таких горизонтов немного (меньше 5 %).

Установлено методом множественной регрессии, что заметной статистической связи между количествами глинистых минералов и содержанием ила практически нет. Имеется слабый тренд увеличения гидрослюдистого компонента с увеличением илистого вещества.

Более показательным было распределение на южной части равнины значений содержания минералов к количеству ила. С увеличением ила наблюдается понижение нормированных значений гидрослюды и смектитового компонента. Это не совпадает с имеющимися указаниями о повышении ила и смектита к югу. Иными словами, насыщенность илистого вещества почв смектитовым началом понижается.

Это означает, что: 1) в чехле почвообразующих пород равнины есть однозначно нарастающий к югу тренд увеличения илистого вещества, 2) тренду ила в ослабленной мере соответствует тренд увеличения гидрослюдистого компонента, распределение смектитового компонента имеет еще более слабый тот же тренд, но ослабленного типа.

Из этого в свою очередь следует, что абсолютные количества минералов ила в черноземах определяются не столько минералами и илистым веществом, принесенным с северных территорий равнины и дифференцированных в седиментогенезе, сколько влиянием местных пород, участвовавших в осадкообразовании и поставками гидрослюдистого материала с Кавказа и Карпат. Почвенные процессы вызывают понижение количества ила в верхнем горизонте, но не приводят к существенным однонаправленным изменениям минералогического состава илистого вещества по профилям. Присутствие органического вещества во фракциях ила верхних горизонтов не сопровождается заметным понижением или увеличением каждого из учтенных минералов.

Данные гранулометрического состава типичных черноземов основных областей распространения позволяют сделать два эмпирических обобщения: 1) существуют две группы типичных черноземов: (а) с ровным по профилям распределением фракций ила, (б) с минимумом илистой фракции в верхних горизонтах и максимумом в них крупнопылевой фракции; 2) накопление до 10 % гумуса не привело к увеличению ила в гор. А по сравнению с породой.

Основная часть гумуса, подобно частицам глинистых минералов, пептизируется при подготовке почвы к анализу по Качинскому. Гумус даже частично растворяется при этом. Поскольку илистые частицы микроагрегатного типа в черноземах нет, глинистые минералы и гумусовые соединения до процедуры подготовки к анализам на дисперсность находятся в микроагрегатной массе пылеватопесчаной части распределения. Значит, фракция ила содержит те взаимодействия и смеси частиц гумуса и глинистых минералов, которые в нативном состоянии почвы и микроагрегатном составе находятся в составе физического песка.

Это служит достаточным основанием для вычитания количества гумуса из фракции ила с целью определения пептизируемого в подготовке по Качинскому минерального ила породы.

Распределение по профилям всех типичных черноземов минеральной части ила имеет элювиальный вид и внешне не отличается от распределений его в серых лесных и дерново-подзолистых почвах. С географо-генетической точки зрения возможны два типа объяснения этого феномена: 1) элювирование минерального ила в онтогенезе развития почвенных процессов, 2) агрегация ила и гумуса в прочной консолидированной форме крупнопылеватопесчаной размерности.

Из результатов применения методики выделения подфракций ила по подвижности Н. И. Горбунова следует, что полное выделение глинистых минералов из почвы происходит после разрушения органического вещества и оксидов-гидроксидов железа. Можно заключить, что часть органического вещества и глинистых минералов верхних горизонтов черноземов находится в составе гранулометрических песчанопылевых фракций. Поскольку фракции тонкой и средней пыли не являются модальными в тяжелосуглинистых - глинистых почвах, а гранулометрических фракций песка практически нет, основная часть глинистых минералов и гумуса находится в крупнопылевой фракции. Это – прочносвязанная (консолидированная) часть органо-минеральных компонентов. Они не пептизируются при подготовке к гранулометрическому анализу по Качинскому.

Сказанное подтверждается распределениями значений корреляционной матрицы гранулометрического состава: единственной фракцией, с которой достоверно и отрицательно сильно связан ил, является фракция крупной пыли. При элювиировании частиц глинистых минералов ил был бы связан отрицательной связью со всеми крупными фракциями. Итак, понижение количества гранулометрической илистой фракции в верхних горизонтах типичных черноземов обусловлено агрегацией частиц гумуса и глинистых минералов в консолидированные микроагрегаты крупнопылеватой размерности, а не элювиальным процессом.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Гранулометрический, минералогический и химический составы почв и ила почвообразующих рыхлых пород центральных фаций Русской равнины более однороден, чем состав кайнозойских пород (Градусов, 1985). Поэтому, в почвах на маломощных почвообразующих суглинках увеличивается вероятность подстилания породой с иным минералогическим составом.

Литогенез четвертичного периода привел к схожести состава и свойств приповерхностных, в том числе почвообразующих пород. Ранее было показано, что минералогический состав илистого вещества речного стока равнины характеризуется однообразием (Градусов, 1976, 1998). Однообразен состав группы типичных для внутренних областей великих равнин покровных отложений. Главная причина этого заключается в том, что в осадках центральных фаций равнины принимали участие поставки вещества с разных направлений и разного типа: ледового, горного (карпатского и уральского), а также древних комплексов Южно-Русского моря и Кавказа.

Важнейшим фактором однообразия состава пород равнины является глубокий врез современной речной системы, доходящий местами до 50–100 м (Холодов, 1975). Благодаря этому в речной сток, осадки и отложения террас вовлекается материал отложений, по крайней мере, всего кайнозоя.

При этом сохраняются и некоторые особенности пород: покровные суглинки северо-востока характеризуются высоким содержанием песчаных фракций, суглинисто-глинистые почвообразующие породы Приуралья отличаются высоким содержанием илисто-тонкопылеватых частиц, а также смектитового компонента, в том числе и индивидуального. Прикарпатские породы отличаются более высоким содержанием гидрослюды и смешаннослойных слюда-смектитов и т.д.

Однако, в целом почвообразующие породы суглинисто-глинистого состава характеризуются однообразными химическим и минералогическим составом. Особенно высоко однообразие химического состава илистого и коллоидного вещества покровных почвообразующих пород.

Морские литологи давно обратили внимание на однообразие минералогического и химического состава илистой фракции осадков океана в области средних и высоких широт. Н. М. Страхов назвал ассоциацию минералов ила здесь «тривиальной». Несмотря на некоторую неловкость этого термина, он отражает существенное свойство минералогического состава современных осадков на просторах высоких и средних широт северного полушария – его однообразие с преобладанием гидрослюдистого компонента.

Это происходит путем увеличения гидрослюдистой и смектитовой компонент смешаннослойных образований, связанных в кристаллитах (частицах) одной размерности и образованных двумя противоположно направленными процессами – деградации исходных слюдистых минералов к слюда-смектитам (вермикулитам), синтеза в диа-катагенезе при перекристаллизации фаз иллит-смектитов и агрегации смектитовых компонентов к слюдистой структуре поглощением калия растворов. С факторной точки зрения насыщение илистого вещества указанными минералами отражает: высокое стояние континентального блока и углубление эрозионного вреза, а также нарастание холодности палеоклиматов к верхам кайнозоя.

Два породообразующих макропроцесса являются ведущими в течение голоцена на Русской равнине: оксидно-глинистой агрегации тонких частиц в крупнопылегато-песчаные микроагрегаты и агрегаты и разобращения коллоидно-илистого вещества от вещества песчано-пылеватой размерности. Почвообразование привносит два других процесса: гумусово-

оксидно-глинистой агрегации и элювиально-подзолистого разобширения коллоидно-илистых и подзолисто-элювиальной дифференциации. Эти процессы приводят к двум типам профилей почв по распределению илистого вещества: элювиальному на северной части равнины и равномерно-слабоэлювиальному на южной. В серых лесных и черноземах центральной полосы наблюдается инверсия в соотношении указанных процессов.

В соответствии с большими различиями ледовой поставки осадочного материала, а также участием материала местных древних (вплоть до палеозойских на северо-западе) пород, почвообразующие породы северной половины по минералогическому составу грубой и особенно тонкой фазы, разнообразны. Минералогический состав ила изменяется от гидрослюдисто-каолинового до существенно смектитового. На крайнем севере равнины этому способствует процесс физического выветривания при низкоинтенсивных химических изменениях. В средней и южной тайге почвообразование приводит к разрушению глинистых минералов, особенно собственно смектитового типа и накоплению кварца и ортоклазово-микроклиновых полевых шпатов.

Однообразие гидрослюдисто-смектитового состава пород на южной части равнины нарушается близким залеганием, особенно, на склонах обычно пород вулканогенно-осадочных морских пород третичного времени с большим содержанием ила и смектит-гидрослюдистого компонента. На таких местоположениях появляются признаки еще одного процесса – слитизации пород и почвенных профилей. Региональный характер носят различия между породами Причерноморской низменности и Предкавказья (с большим содержанием гидрослюды) и центральных фаций степной полосы (с большим количеством смектитового начала).

Квантильные и вероятностные картины распределений слюдистого (10 А) и смектитового (17–18 А) компонентов к илу и друг к другу характеризуются постоянством соотношений практически по всем диапазонам значений за исключением образцов подстилающих пород при высоком содержании 7 А компонента (каолинита). Из этого следует, что рефлексы при 10 А и 17 А принадлежат смешаннослойному слюда-смектиту, вклад в интенсивности отражений индивидуальных гидрослюды и смектита, если и есть, то он несущественен.

Общая картина размещения почвообразующих пород по признакам структурно-минералогической основы является сложной. Главным фактором сложности являются разные источники твердой фазы мелкозема, поставившегося в течение заключительного этапа голоцена. С учетом рассмотренных материалов, можно выделять ряд областей, породы которых принимали участие в поставках мелкозема на Русскую равнину: исходные области оледенений, геосинклинали на стадии орогенеза, древние комплексы осадочных пород центральных областей равнины, плейстоцен-голоценовые морские осадки на приморских окраинах.

На южной части равнины выделяется область с маломощными на склонах лесовыми почвообразующими породами, где в почвенных профилях сказывается влияние тонкодисперсных (наноскопических) глинистых пород морского происхождения.

В юго-западном углу равнины выделяется небольшая особая область обязанная поставкам мелкозема Дунаем из другой равнины бореального пояса, которая размещена в западной и центральной Европе.

Из рассмотренных материалов вытекает следствие относительно классификации почвообразующих пород. До настоящего времени обсуждаются два подхода к этой классификации – по составу и свойствам (субстантивный) или по генезису пород (генетический). Целесообразно использовать комплексный подход. В нем на первом уровне следует учитывать области мобилизации и поставок мелкозема. На следующем уровне можно охарактеризовать субстантивные признаки почвообразующих пород. Эти признаки должны включать химический, минералогический, микроагрегатный и гранулометрический состав. На третьем уровне характеризуется комплекс процессов и генезис пород.

Из рассмотренных материалов следует также, что ожидаемая биогеохимическая закономерность существенно усложнена в реальном плаще почвообразующих пород Русской равнины преимущественно фактором различий поставившегося мелкозема, мобилизованного ледовым процессом и денудацией древних пород внутренних ее фаций.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- Бутузова Г. Ю.** Глинистые минералы в верхнем слое осадков Черного моря / Г. Ю. Бутузова, Б. П. Градусов // Литология и полезные ископаемые. – 1975. – № 1. – С. 1-11.
- Градусов Б. П.** Генезис и особенности почв на ленточных глинах / Б. П. Градусов // Почвоведение. – 2006. – №5. – С. 627-629.
- Градусов Б. П.** Генезис палыгорскита в континентальных и океанических отложениях / Б. П. Градусов // ДАН СССР. Литология. – 1976. – Т. 230, № 2. – С. 418-421.
- Градусов Б. П.** Генетико-географические закономерности почвообразующих пород на карте мира / Б. П. Градусов, А. Г. Черняховский // Глобальная география почв и факторы почвообразования. – М.: Наука, 1983. – С. 196-302.
- Градусов Б. П.** Глинистые минералы серых лесных почв южной лесостепи в связи с их генезисом и классификацией (диагностикой) / Б. П. Градусов, Л. С. Счастливая, Н. П. Чижикова // Вопросы генезиса почв лесной зоны и лесостепи. –Л.: ЛГУ, 1973. – С. 181-204.
- Градусов Б. П.** Закономерности географии и генезиса минералого-кристаллохимической основы почв и процессов ее изменений при почвообразовании / Б. П. Градусов // Почвоведение. – 2005. – № 9. – С. 1138-1146.
- Градусов Б. П.** О генезисе хлорит-монтмориллонитовых (вермикулитовых) смешанно-слоистых образований в отложениях Южного Приуралья / Б. П. Градусов // ДАН СССР. – 1976. – Т. 226, № 4. – С. 919-922.
- Градусов Б. П.** Размещение профилей глинистого материала в почвах европейской части СССР / Б. П. Градусов // ДАН СССР. География. – 1973. – Т. 209, № 5. – С. 1167-1170.
- Градусов Б. П.** Слитогенез как бифуркационная стадия почвообразования и принципы использования слитых почв / Б. П. Градусов, О. А. Яковлева, А. В. Хабаров // Слитые почвы. I Междун. научная конференция. Майкоп. Майкопский технологический институт. – 1998. – С. 91-92.
- Градусов Б. П.** Факторы и география глинистых минералов речного стока / Б. П. Градусов, Н. П. Чижикова // ДАН СССР. – 1977. – Т. 234, № 2. – С. 425-426.
- Ковда В. А.** Основы учения о почвах / В. А. Ковда. – Т. 1. – М.: Наука. 1973. – 447 с.
- Лысенко М. П.** Лессовые породы Европейской части СССР / М. П. Лысенко. Л.: ЛГУ, 1967. – 192 с.
- Матинян Н. Н.** Почвообразование на ленточных глинах озерно-ледниковых равнин северо-запада России / Н. Н. Матинян. – СПб.: Санкт-Петербургский университет, 2003. – 200 с.
- Почвообразующие породы** и их роль в формировании почв БССР. – Минск, Изд. сельскохозяйственной литературы, 1962. – С. 36-55.
- Развитие ландшафтов** и климата Северной Евразии. Поздний плейстоцен-голоцен. Элементы прогноза (ред. А. А. Величко). – М.: Наука, 1993. – 102 с.
- Розанов Б. Г.** Почвенный покров Земного шара / Б. Г. Розанов. – М.: МГУ, 1977. – 247 с.
- Рубилина Н. Е.** Особенности глинистого материала дерново-подзолистых почв на валдайской морене / Н. Е. Рубилина, Б. П. Градусов // Почвоведение. – 1974. – № 7. – С. 86-99.
- Самойлова Е. М.** Почвообразующие породы / Е. М. Самойлова. – М.: МГУ, 1983. – 171 с.
- Тимощев П. П.** Почвенный литогенез и его роль в формировании осадочных пород / П. П. Тимофеев, Ю. Г. Цеховский, А. П. Феофилова // Литология и полезные ископаемые. – 1977. – № 4. – С. 18-37.
- Феофилова А. П.** Глинистое вещество в породах и почвах каменноугольного возраста Донбасса / А. П. Феофилова, Б. П. Градусов // Литология и полезные ископаемые. – 1975. – № 3. – С. 90-98.
- Холодов В. Н.** Глинистые минералы в чокракско-караганских отложениях Восточного Предкавказья / В. Н. Холодов, Б. П. Градусов, Н. П. Чижикова // Литология и полезные ископаемые. – 1976. – № 5. – С. 49-66.
- Холодов В. Н.** Об эволюции питающих провинций в истории Земли / В. Н. Холодов // Проблемы литологии и геохимии осадочных пород и руд. К 75-летию Н. М. Страхова. – М.: Наука, 1975. – С. 191-209.
- Цеховский Ю. Г.** Раннекайнозойское осадконакопление на древних и молодых платформах центральной части Евразии. Статья 2. Накопление силицитов и гидротермальная деятельность / Ю. Г. Цеховский, В. И. Муравьев, Н. Г. Музылев // Бюлл. Моск. Общества испытателей природы. Отд. Геология. – 1996. – Т. 71, вып. 3. – С. 31-40.
- Чижикова Н. П.** Особенности минералогического состава почв лесостепи Зауралья / Н. П. Чижикова, В. Г. Граковский, Б. П. Градусов // Почвоведение. – 1982. – № 8. – С. 84-96.

Чижикова Н. П. Преобразование минералогического состава черноземов южных юго-запада Украины при орошении / Н. П. Чижикова, Б. П. Градусов, И. Н. Гоголев // Почвоведение. – 1992. – № 8. – С. 77-87.

Шоба С. А. Микроморфология поверхностно-переувлажненных почв на ленточных глинах / С. А. Шоба, В. Н. Бганцев, И. С. Урусевская, Н. Н. Матинян // Микроморфологическая диагностика почв и почвообразовательных процессов. – М., 1983. – С. 153-179.

Яковлев С. А. Основы геологии четвертичных отложений Русской равнины / С. А. Яковлев. – М. : Госгеолтехиздат, 1956. – 314 с.

Goryachkin S. V., Pfeifer E.-M. Soils and perennial underground ice of glaciated and karst landscapes in northern European Russia. – М. : Institute Geography, 2005. – 69 p.

Надійшла до редколегії 12.10.10