

**МАКРО- И МИКРОМОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА
ГЕНЕЗИСА ФЕРРАЛЛИТНЫХ ТРОПИЧЕСКИХ ПОЧВ ЛАОСА**Т. В. Турсина, И. А. Соколов

Почвенный институт им. В.В. Докучаева

Большинство красных ферраллитных почв (Oxisols) описано в странах с влажным тропическим климатом, а также в условиях переменновлажных субтропиков. Мы встречались с этими почвами в различных странах мира: Грузии, Индии, Никарагуа, Полинезии, Лаосе, Камбоджи. Эти почвы высоко ферраллитизированы, глубоко выветрелы и дифференцированы на генетические горизонты. В литературе они известны под различными названиями: латеритные и красноземы (Фридланд, 1964; Зонн, 1986; Водяницкий, 1992), ферраллитные и ферраллитизированные (Дюшафур, 1970; Зонн, 1986; Faure, 1987), по международным классификациям (Боул и др., 1977; Sokolov at al., 2000; van Wambeke at al.; Word reference base) это Oxisols и Ferralsols. В русской литературе они описаны под названием красные ферраллитные почвы (Соколов, 1988; 2004; Шишов, 1996; Tursina at al., 1992).

При этом генетические концепции достаточно близки: почвы являются результатом длительного почвообразования и выветривания в условиях влажно-тропического климата, когда разрушаются все минералы, кроме кварца, и происходит вынос всех продуктов выветривания.

Почвенно-гипергенное происхождение красных ферраллитных почв (КФП), однако, находится в противоречии с факторами почвообразования. Широко известно, что КФП встречаются в очень широком диапазоне климатических и геоморфологических условий: от экваториальных постоянно влажных лесов до субтропических семиаридных саванн, от приморских равнин до высот около 2000 м над уровнем моря горных склонов, т.е. факторная связь с климатом и рельефом слабая.

Нами замечено, что два наиболее развитых в тропиках и субтропиках типа почв: бурые и красные ферраллитные почвы – встречаются на равнинах и на склонах низкогорий, чаще на осадочных породах (песчаниках, сланцах, различных суглинках) практически в абсолютно одинаковых условиях климата и рельефа, часто и возраст их не различается. Иногда КФП встречаются в сочетании со слитыми почвами (Индия, Никарагуа). Одновременное развитие неферраллитизированных и ферраллитных почв в сходных природных условиях типично для многих тропических и субтропических регионов. И этот феномен требует специального изучения.

Рабочая гипотеза. Мы предполагаем, что резкую разницу в свойствах этих почв можно объяснить только каким-то мощным дополнитель-

ным фактором, а именно допочвенным гидротермальным изменением почвообразующих пород с развитием гидротермальных выветренных кор. Гипотеза гидротермальной трансформации и природы древних кор выветривания впервые была предложена В.Н. Разумовой (1977), которая предположила, что агрессивные ювенальные высокотемпературные растворы по трещинам и разломам могут проникать в поверхностные слои и горизонты и трансформировать мощную толщу отложений или только несколько верхних метров осадков.

Исходя из этой гипотезы, бурые почвы развиваются на породах, которые не подверглись воздействию гидротермальных процессов, в то время как КФП приурочены к породам, прошедшим допочвенную трансформацию под влиянием агрессивных гидротермальных растворов. Эта гипотеза проверена аналитически – химическими, физическими, минералогическими методами. Но наибольшую информацию и подтверждение термального допочвенного влияния на формирование КФП мы получили еще на морфологическом уровне.

Объектами исследования послужили почвы Лаоса, которые были детально обследованы во время работы почвенной экспедиции Почвенного института им. В.В. Докучаева в 1988-1990 гг. под руководством Л.Л. Шишова. Экспедиция имела строгую производственную цель – выбор земель под определенные сельскохозяйственные культуры – но при этом требовалось детальное обследование территории и составление почвенной карты Лаоса (Шишов, 1996; Соколов, 2004).

Изученные почвы приурочены к Саваннакхетской подгорной равнине (бассейн реки Меконг) сложенной древними осадочными породами с базальтовыми интрузиями. Аллювий р. Меконг присутствует только на террасах малых рек. Климат муссонно-тропический, переменно-влажный. Полевые исследования проводились на основе сравнительного эколого-генетического подхода. Использовался и почвенно-стратиграфический метод для выделения собственно почвенных черт строения и унаследованных от почвообразующего материала (литогенных) (Соколов, 1988, 2004). Экологические свойства КФП и бурых неферраллитных почв различны (Faure, 1987; Соколов, 2004).

Собственно морфологическое изучение КФП и бурых почв проводилось поэтапно: подробное макроморфологическое описание в поле было дополнено бинокулярными мезоморфологическими описаниями как полевых образцов, так и фракций гранулометрического и микроагрегатного анализов. На микроуровне изучались тонкие срезы почв в шлифах из ненарушенных и ориентированных образцов. На субмикроскопическом уровне анализировались различные виды оксидов железа с помощью современных физических методов (Соколов и др., 1989; Водяницкий, 1992). Подробная химическая, физико-химическая, морфологическая,

минералогическая, агрохимическая, физическая характеристики даны в двух фундаментальных трудах по Лаосу (Shishov, Sokolov, 1990; Соколов, 1998).

На *макроуровне* акцент был сделан на изучении профилей почв в почвенных разрезах, придорожных траншеях, обнажениях и их положении в ландшафте, т.е. связь с климатом, растительностью, геоморфологией, породами.

1. Обнаружено, что КФП и бурые почвы развиваются в сходных климатических и геоморфологических условиях, но различаются приуроченностью к разным породам. КФП развиты на красноцветных корах выветривания, а бурые почвы – на основных интрузивах, метаморфических сланцах, известняках, аргиллитах и песчаниках.

2. Отмечается, что КФП имеют специфическое строение и необычный резко контрастный с бурыми почвами набор почвенных горизонтов, несмотря на то, что эти почвы часто расположены рядом, а иногда даже в одном почвенном разрезе (на разных стенках).

Почвенный профиль КФП представлен следующими горизонтами:

Элювиальный элюитный (от *eluvio* и *eat* – съеденный биотой) горизонт 0–30(50) см подразделяется на два подгоризонта.

A1E – светло-бурый, 7,5 YR 5/4, сухой, 0-15 см, комковатый, густо переплетен корнями, хорошо переработан педофауной – часто встречаются экстременты и копролиты, много органического детрита, супесчаный, уплотненный, переход в нижележащий слой постепенный.

AЕВ – красновато-светло-бурый, 5YR 5/6, сухой 15-30(50) см, много корней и следов деятельности педофауны, легкоуглинистый, плотноватый. Гумусность и копрогенность ниже, чем в гор. A1E, пористый, переход постепенный.

L – темно-красный (10 R $\frac{3}{4}$ сухой), 30(50)–80(90) см, очень твердый, монолитный латеритный горизонт, сформированный в тонкозернистом кварцевом песчанике. Много черных конкреций Mn, бурых стяжений Fe и розоватых кварцевых обособлений.

PL – 80(90)–120(150) см пестрый плинтитовый горизонт, красный с белыми прожилками до 1 см и мелкими темно-бурыми железистыми и черными пятнами Mn. Плотный при высыхании необратимо твердеет.

Ниже плинтитового горизонта может быть горизонт, лишенный всяких структур, горизонт «белой глины» влажный вязкий бесструктурный, а в глубоких шурфах вскрывается сапролитовый горизонт (sargrolite) рыхлый и сильновыветрелый.

Таким образом, латеритный горизонт вместе с плинтитовым горизонтом (и горизонтом «белой глины») образуют парагенетическую ассоциацию, содержащую более 30% оксидов железа и алюминия. Силикатная часть представлена минералами каолиновой группы и гидрослю-

дами, синтезированными, вероятно из термальных растворов (Соколов и др., 1989; Шишов и др., 1996). Гидротермально образованными можно предполагать кварцевые новообразования, биотиты и смектиты. КФП низко плодородны из-за их высокой плотности и твердости, особенно латеритного горизонта, невысокого потенциального плодородия (кварцевый состав и бедность другими первичными минералами) и низкого содержания гумуса. Все эти черты являются следствием допочвенного преобразования их почвообразующего материала.

Бурые неферраллитные почвы формируются в том же климате и в тех же геоморфологических условиях, но отличаются принципиально другим строением профиля. Мощность их профиля значительно меньше – всего 40–60 см, они не имеют никаких красных тонов в окраске, железистых новообразований и глубоко выветрелых горизонтов, а также латеритных и плинтитовых горизонтов, типичных для КФП.

Бурые почвы характеризуются слабодифференцированным профилем, высокой гумусированностью, биогенной агрегированностью (копрогенностью), разнообразной и достаточно высокой пористостью. Несмотря на достаточно разнообразный состав почвообразующих пород, на которых формируются бурые почвы (от бедных песчаников до богатых базальтовых интрузивов), все бурые почвы высоко биогенны и плодородны. Их высокая продуктивность в отличие от КФП связана в первую очередь с тем, что материал, на котором они развиваются, не подвергся гидротермальным обработкам.

Гумусовый горизонт (A1) мощностью 10–30 см буровато-серого или буровато-черного цвета, рыхловатый очень хорошо оструктурен, высоко биогенный с обильными копролитами. Высоко пористый с многочисленными корнями и растительными остатками.

Метаморфический горизонт (B) мощностью 30–60 см бурый или светло-бурый, структура от зернистой до ореховатой, слегка уплотненный с большим количеством свежих и отмерших корней. Часто биогенно микрозонально агрегирован, в верхней части хорошо гумусирован и агрегирован, в нижней части много щебня подстилающей породы, практически не имеет никаких новообразований, кроме биогенных (копролитов), переход к породе резкий.

Гор. С может быть представлен различными породами: кварцевыми песчаниками, сланцами, аргилитами, мергелем, зеленокаменной корой выветривания основных интрузивов, иногда со слабыми признаками бывшего влияния восходящих термальных растворов: черные лаки Mn, по микротрещинам, полигональная сеть глин не совпадающая с живой трещинной сетью, кварцевые новообразования и др. Латеритные, плинтитовые горизонты и горизонт «белой глины» отсутствуют.

Исходя из морфологии, можно поставить еще один вопрос: почему в сходных геоморфологических и климатических условиях формируются столь разные по степени дифференциации профили почвы: в одном случае, профиль без всяких следов Fe-Mn аккумуляций и сегрегаций – бурая почва, в другом случае, почва с мощной цветовой (красно-бурой и черно-бурой) прокраской средней части профиля и сегрегацией всех компонентов глинистой плазмы – красная ферраллитная почва? Кроме того, в профиле КФП иногда встречается второй элювиальный горизонт, состоящий исключительно из угловатых зерен кварца, без плазмы и без копролитов (на глубине 1–2 м), образование которого трудно объяснить, кроме как действием восходящих агрессивных растворов.

Исследования на *мезоуровне* проводились непосредственно в Лаосской экспедиции и характеризовали скелет и плазму под бинокуляром по фракциям механического и микроагрегатного анализов. Была обнаружена высокая степень агрегированности железисто-глинистой плазмы и тесная ее связь со скелетным материалом. Всеми известными методами подготовки материала к механическому анализу (в том числе и ультразвуковым) не удавалось разрушить плазменно-скелетные агрегаты и выделить индивидуальные механические элементы. Только при переводе железа из трехвалентной формы в двухвалентную (с помощью реактива Мера–Джексона) произошла полная диспергация ожелезненной глинистой плазмы и высвобождение зерен скелета.

Скелетный материал характеризовался по крупнопесчаной фракции 2,0–0,2 мм, что позволяет проследить следующие особенности его морфологии. Главным породообразующим минералом в верхних горизонтах КФП и бурых почв является кварц, который унаследован от осадочного почвообразующего материала – это практически неокатанные и неветрелые угловатые зерна кварца (рис. 1А).

Кроме того, в КПФ часто встречаются так называемые «оплавленные» формы зерен кварца – каплевидные, шарообразные, вытянутые хвосты и другие образования неправильной формы. Эти уникальные по форме выветрелые зерна кварца чаще обнаруживаются в средней части профиля на переходе гор. В в гор. Р или L и на границе гор. Р и исходной породы (разр. 21 и 22) (рис. 1 Б, Г).

Одновременно в КПФ присутствуют идиоморфные кристаллы кварца правильной формы, кристаллы достаточно крупные до 2-3 мм и прозрачные; встречаются они в разных горизонтах и на различной глубине: в разр. 47 на глубине 45-150 см в гор. ВР и Р, в маломощном разр. 49 на глубине 35-45 см в гор. L, в Р.52 на границе гор. Р и исходной породы (рис. 1В).

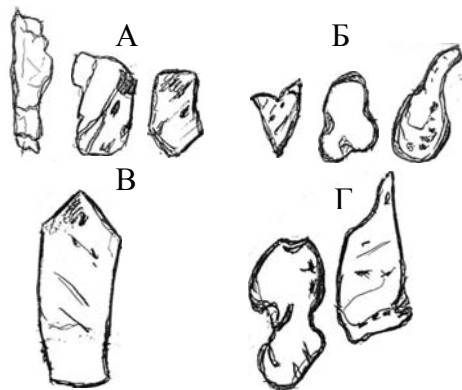


Рис. 1. Особенности морфологии зерен кварца – основы скелета красных ферраллитных почв (песчаная фракция 2.0–0.2 мм): А – слабовыветрелые неокатанные угловатые зерна (гор. А1Е, 0–15 см, разр. 18); Б – оплывшие и каплевидные формы (гор. I, 45–50 см, разр. 21); В – невыветрелые идиоморфные кристаллы правильной формы (гор. I, 50–60 см, разр. 52); Г – сильновыветрелые, часто оплывшие формы (гор. I, 150–160 см, разр. 22).

Наряду с совершенными формами «свежего» кварца, встречаются также свежие невыветрелые пластинки биотита и другие минералы (только в КФП); например, в средней части профиля разр. 52 в гор. Р и в разр. 7 (рис. 2 А, Б). Для КФП характерны многочисленные уникальные образования – железистые конкреции с расплавами кварцевого или другого состава (полевошпатового) в виде включений или слоев (рис. 2 В, Г).

Подытоживая мезоморфологические наблюдения можно сказать: что 1) такое разнообразие относительно редких форм кварца (оплавленные, идиоморфные, конкреционные) не встречаются в бурых почвах, даже в тех, которые развиты рядом с КФП, или на сходных породах. 2) Все эти виды кварцевых зерен, кроме унаследованных от осадочных пород, могут образоваться только под воздействием активных геологических процессов: постседиментационного изменения минеральной матрицы за счет гидротермальных пропарок и подачи в верхние слои расплавов. 3) Невыветрелость идиоморфных кристаллов кварца и свежесть пластинок биотита свидетельствуют также в пользу допочвенной обработки материала термальными растворами.

Микроморфологический уровень также обнаруживает принципиальное несходство в микростроении двух основных типов тропических почв: КФП и бурых.

Гумусовый горизонт в обоих случаях копрогенной природы, много свежих копрогенных зон. В бурых почвах он высокогумусный и хорошо прокрашен густковым гумусом (рис. 3), в КФП – гумусовый горизонт

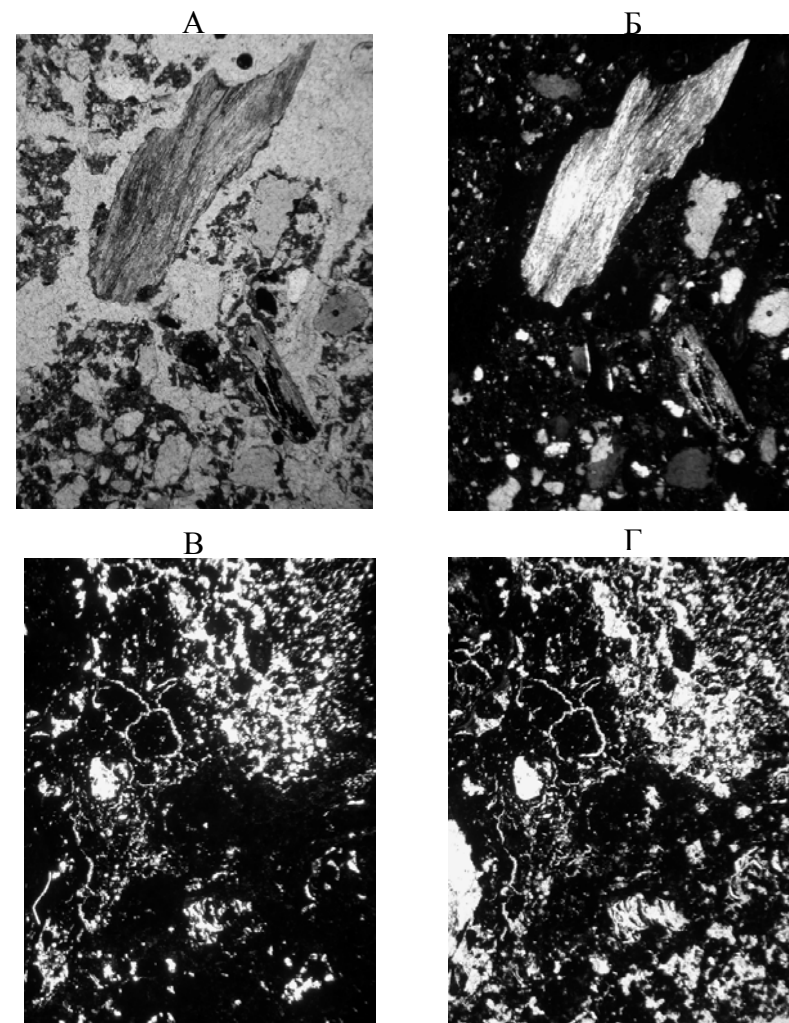


Рис. 2. Красная ферраллитная почва. А – N ||, ×4, свежие зерна породообразующих минералов; Б – N ×, ×4, то же; В – N ||, ×4, сложная железистая конкреция с включением прозрачного расплава (справа сверху); Г – N ×, ×4, то же.

заметно светлее, густкового и пигментного гумуса меньше (рис. 4). Зерна минералов в обеих почвах покрыты гумусовыми пленками, но природа их, цвет и толщина различны, в КФП они выражены слабо. Плазма обеих почв изотропная. Пористость высокая (20–30%) и весьма совершенная, присутствуют разнообразные типы пор: тонкие ветвистые, ваги, поры – каналы и камеры. Опять-таки общая пористость в КФП несколько ниже (около 20%),

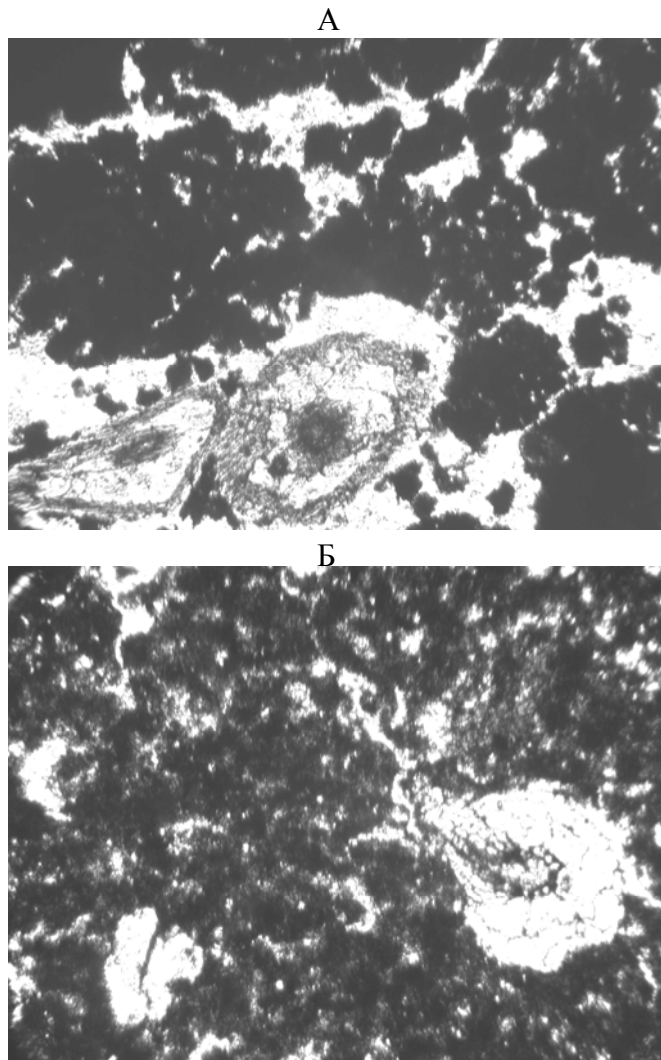


Рис. 3. Высокая гумусированность, агрегированность и копрогенность бурой почвы; N ||, $\times 3.7$ (А — гор. А1, 0–8 см; Б — гор. Вw, 20–35 см).

чем в бурых почвах. В результате оказывается, что элюитность (elueatation) в гумусовых горизонтах КФП выражена сильнее (рис. 4 А), чем в бурых почвах, вероятно, за счет того, что произошла допочвенная обработка минеральной основы (оплавление и разрушение минералов), снятие породных пленок с породообразующих минералов, потеря гумуса.

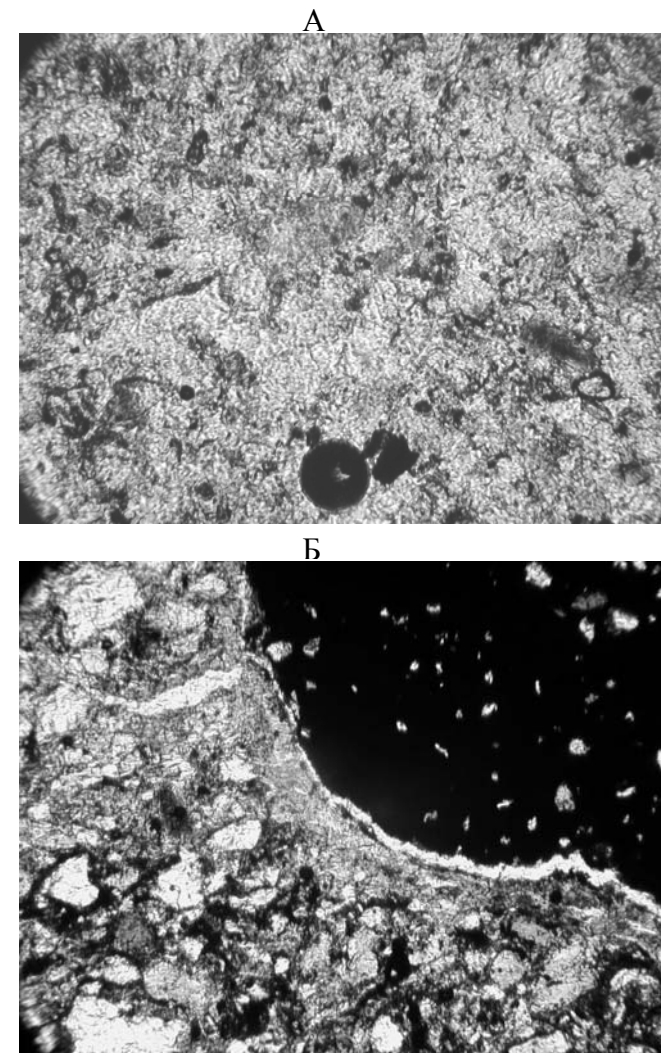


Рис. 4. Красные ферраллитные почвы, N ||, $\times 3.7$. А – гумусово-элювиальный горизонт А1Е (20–30 см), сильно обедненный гумусом, железом и глиной; Б – латеритный горизонт L (50–55 см) с сильно ожелезненной плазмой и железистыми конкрециями.

Латеритный горизонт заметно обогащен железистыми концентрациями в виде крупных зон пропитки основной массы и плотных непрозрачных железистых и марганцевисто-железистых новообразований недеффирицированного строения (рис. 4 Б), реже встречаются конкреции сложного

строения (кварцево-железистые и др.). Конкреции крупного размера от 0,5 до 10 мм. Всего в латеритном горизонте содержится 46,2% железа. Выше латеритного горизонта железа около 1%, а ниже – около 3%. Глинистая плазма оптически ориентирована, много сепараций оптически ориентированной плазмы вокруг конкреций, по порам и трещинам.

Плентитовый горизонт максимально по профилю обогащен оптически ориентированной плазмой, которая имеет перпендикулярно-волоконистое и мозаичное микростроение. Оптическая ориентировка плазмы не привязана к современной пористости. Обособления оптически ориентированной глины выражены слабее по сравнению с латеритным горизонтом. Гидротермальное выветривание зерен первичных минералов (оплавление, трещиноватость) выражено максимально по профилю. Железистых конкреций заметно меньше, чем в латеритном горизонте.

В бурых почвах в средней части профиля латеритные и плентитовые горизонты отсутствуют и гумусовый горизонт постепенно переходит в почвообразующую породу. Железистые и марганцевые новообразования не выражены (рис. 3).

Субмикроскопический уровень. Было проведено исследование форм оксидов железа с помощью ядерно-гамма-резонансной спектроскопии и серии термомагнитных методов (Соколов и др., 1989), которое показало, что латеритный горизонт КФП обогащен высокотемпературными минералами железа: грубо- и крупнозернистым магнитожестким гетитом и гематитом. Эти виды минералов не могут образовываться в условиях гипергенного почвенного выветривания. Характерные для почвенно-гипергенного оксидогенеза железистые новообразования: ультрадисперсные парамагнитные оксиды и гидроксиды железа (Фридланд, 1964; Зонн, 1986; Соколов, 2004) – в этих горизонтах отсутствуют (табл. 1).

В плентитовом горизонте обнаружены высокотемпературные гематит и магнетит в ассоциации с минералами сульфид-магнетитовой группы.

Далее мы сравнили современные почвенные горизонты, образования, явно пережившие высокотемпературный генезис (лава красного цвета и песчаник на границе с интрузией), образования "проблематичного" генезиса (латеритный, плентитовый, сапролитовый горизонты) (табл. 2). Оказалось, что точки Кюри – температурные трансформации T1 и T4 – сходны у 2 и 3 группы, т.е. явные высокотемпературные характеристики лавы и контакты с расплавами близки к характеристикам латеритного и плентитового горизонтов. А точки T3, характерные для низкотемпературных образований, оказались идентичными у поверхностных горизонтов бурых почв и копролитных зон в латеритных горизонтах (Соколов, 1988; Соколов и др., 1997).

Строение профиля КФП часто объясняется процессами, ответственными за формирование текстурно-дифференцированных почв бореальных областей, т.е. кислотным гидролизом и лессиважем в их тропических вариан-

Таблица 1. Содержание и формы оксидов железа

Тип выветривания	Почва, горизонт	Валовое	По Джексону		По Тамму		
			от массы почвы	от валового	от массы почвы	от валового	от содержания по Джексону
			%				
Высокотемпературное выветривание	Контакт песчаника с интрузией	3,1	1,4	47	0,01	0,3	0,7
	Красная лава	40,0	32,7	82	0,1	0,3	0,3
Гипергенное выветривание	Бурая почва на глинистом сланце	4,4	2,5	55	0,28	6,3	11
	Глеевая почва на вулканокласт. породе	13,2	3,1	23	0,22	1,7	7
“Проблематичное” выветривание (ферралитная почва на песчанике)	Копролиты	48,9	15,1	30	1,54	3,0	10
	Элюитный	1,3	0,7	52	0,04	3,0	6
	Латеритный горизонт	46,2	39,5	85	0,09	0,02	0,2
	Плентитовый	2,7	1,3	47	0,01	0,4	0,8
	«Белая глина»	2,7	0,2	9	0,01	0,4	4
	Сопролит	8,7	4,8	55	0,02	0,2	0,4

тах. Однако, мезо- и микроморфологические свидетельства не могут объяснить особенности строения профиля КФП. Наличие специфических форм кварца: оплавленных зерен и одновременно свежих зерен кварца совершенной огранки, невыветрелых пластинок биотита в самой элювиальной части профиля, полигональной мозаичной сеткой ожелезненной оптически ориентированной глины и железистых новообразований в латеритном горизонте. Все эти черты микростроения не могут быть поняты в рамках этих подходов.

Некоррелирующие мощности обезжелезненного горизонта A1E (15–20 см) и мощные латеритовые и плентитовые горизонты (до 1 м и более), содержащие до 40% оксидов железа, и наличие в нижней части профиля КФП обезжелезненного горизонта «белой глины» также не могут быть объяснены ни лессиважем, ни оглеением, ни кислотным гидролизом.

Это значит, что элюитный горизонт (A1E + EB) 50-сантиметровой мощности, развитый на относительно бедных осадочных породах не может быть источником аккумуляции глины и железа в латеритном и

Таблица 2. Основные магнитные свойства оксидов железа

Тип выветривания	Почва, горизонт	$J_{90} 10^{-2}$ Am ² /кг	J_{s1}/J_{so}	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
Высокотемпературное выветривание	Контакт песчаника с интрузией	2,0	0,9	130			700
	Красная лава	16,0	0,6	100			650
Гипергенное выветривание	Бурая почва на глинистом сланце	70,0	1,7	275	375	585	
	Глеевая почва на вулкано-кластической породе	11,0	2,0	Парамагнитная кривая			
«Проблематичное» выветривание (ферралитная почва на песчанике)	Копролиты	576	1,9	300		600	
	Элюитный			Образцы слабомагнитны			
	Латеритный	9,4	0,4	110			675
	Плентитовый	0,7	1,1	100			
	«Белая глина»	1,1	1,0	Парамагнитная кривая			
	Сопролит	2,3	1,5	120	Площадка на 300-400		675

плентитовом горизонте (Tursina at al., 1992). Кроме того, некоторые авторы, вслед за Дж. Ступсом, объясняют потерю глины в элюитном горизонте активной деятельностью биоты (Соколов 1988; Stoops, Embrechts, 1987). Тогда где же источник высоких и специфических концентраций оксидов железа и алюминия в нижней части профиля КФП? Наличие хорошо дренированного сапролитового горизонта ниже по профилю исключает глеевую природу латеритного и плентитового горизонта.

Поэтапный морфологический анализ КФП показывает, что современными процессами почвообразования в изученных почвах можно считать: аккумуляцию гумуса и биофильных элементов в поверхностном горизонте, а также лессиваж по биогенным порам пептизированной глины, привнесенный в верхние горизонты из нижних почвенной мезофауны, зоотурбацию и гомогенизацию почвенной массы, ее зоогенную агрегацию, аморфизацию оксидов железа и глины в верхних горизонтах (Soil map of the world, 1985; Tursina at al., 1992).

На основе изложенных черт строения почвенных профилей КФП и бурых почв можно предположить, что некоторые особенности строения профиля КФП ниже 50 см могут быть объяснены только влиянием восходящих агрессивных гидротермальных растворов выше зоны высокотемпературного метаморфизма, где песчаники трансформируются в сапролитовый горизонт. Высокотемпературные растворы вымывают железо и другие элементы из горизонта «белой глины». Железо, алюминий и марганец концентрируются выше по профилю на окислительном барьере, создавая сначала плентитовый, а выше по профилю латеритный горизонты.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Текстурная дифференциация профиля красных ферралитовых почв не может быть объяснена ни гидролизом, ни лессиважем, поскольку, верхние элювиальные горизонты имеют свежие невыветрелые минералы (биотит) и исходно не содержали ила достаточного, чтобы сформировать иллювиальные (латеритный и плентитовый) горизонты.

Обеднение элювиального-элюитного горизонта глиной может быть объяснено прямым активным действием биоты на почвенные минералы, т.е. действием корневых выделений и разрушением глинистых минералов под влиянием деятельности почвенной мезофауны – интестингов (дождевых червей, термитов и др.).

Латеритный и плентитовый горизонты являются результатом допочвенных гидротермальных процессов, о чем косвенно говорит несбалансированная потеря железа, марганца и алюминия верхним элюитным горизонтом и увеличению содержания этих элементов в так называемых иллювиальных горизонтах. Прямым же доказательством гидротермальной природы ожелезнения латеритных горизонтов является высокотемпературная природа минералов железа – крупнодисперсного магнитожесткого гематита и гетита.

Современные процессы выветривания и иллювиирования хотя и присущи современному почвообразованию в тропиках, но они не столь существенны, чтобы создать своеобразный и контрастный профиль красных ферралитных почв.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Боул С., Хоул Ф., Мак Крекен Р. Генезис и классификация почв. М.: Прогресс, 1977. 416 с.
 Водяницкий Ю.Н. Образование оксидов железа в почвах. М., 1992. 274 с.
 Гольдфарб И.Л. Влияние гидротермального процесса на почвообразование (на примере Камчатки). Автореф. дис. ... к.б.н. М., 2005. 24 с.
 Дюшофур Ф. Основы почвоведения. М.: Прогресс, 1970. 590 с.
 Зонн С.В. Тропическое почвоведение. М.: Изд-во УДН, 1986. 400 с.

Разумова В.Н. Древние коры выветривания и гидротермальный процесс. М.: Наука, 1977. 156 с.

Солнцева Н.П., Гольдфарб И.А. Генетические модели почвоведения на территории современных термальных полей Камчатки // Региональные проблемы экологии географ. и картограф. почв (к 100-летию со дня рождения Ю.А. Ливеровского). М.–Смоленск, 1998. С. 122–149.

Соколов И.А. О генезисе тропических красных ферралитных почв // Почвоведение. 1988. № 4. С. 492–506.

Соколов И.А. Тропическое почвообразование и выветривание (на примере Лаоса). М., 2004. 374 с.

Соколов И.А., Ильина Л.С., Гендлер Т.С. Фазовый состав соединений железа и проблемы тропического почво- и корообразования (на примере Лаоса) // Почвоведение 1997. № 8. С. 994–1009.

Турсина Т.В., Соколов И.А., Шишов Л.Л. Новая гипотеза генезиса красных ферралитных почв. Микроморфология железистых новообразований. Тбилиси. 1989. С. 4–9.

Фридланд В.М. Почвы и коры выветривания влажных тропиков (на примере северного Вьетнама). М.: Наука, 1964. 312 с.

Шишов Л.Л., Андроников С.В., Белобров В.П. и др. Почвы переменновлажных тропиков Лаоса и их рациональное использование. М.. Почв. ин-т им. В.В. Докучаева, 1996. 274 с.

Faure P. Les heritages ferrallitiques dans les soil jaunes du Nord–Togo. Aspects des elements figures // Soil Micromorphology. Paris, 1987. P. 111–119.

Shishov L.L., Sokolov I.A. Genetic classification of soils in the USSR // Soil Classification. М., 1990. P. 77–93.

Soil Map of the World, 1:500 000 scale. Rome, FAO-UNESCO. 1985. 116 p.

Sokolov I., Tursina T., Mochalova E. Micromorphological diagnostics of the genesis of ferrallitic tropical soils // Micromorphology. Gent. 2000. P. 201.

Stoops G., Embrechts Y. Microscopic identification and quantitative determination off microstructure and potentially mobile clay in a soil catena in a humid tropical environment // Soil Morphology. Paris.1987. P. 157–165.

Tursina T., Sokolov I., Shishov L. New hypothesis of the genesis of red ferralitic soils // Micromorphology. Adelaide. 1992. P. 27.

Van Wambeke, Eswaran H., Herbillion A., Comerma J. Oxisols. 1980. Part 2. P. 325–350.

World Reference Base for Soil Resources, Wageningen-Rome, 1994. 162 p.