

## ГЕОЛОГИЯ. ГЕОЭКОЛОГИЯ

УДК 622.763.15:549.1:631.4

### ПРИМЕНЕНИЕ ШЛИХОВОГО МЕТОДА В ИЗУЧЕНИИ МИНЕРАЛОГИИ ПОЧВ

П.В. Ивашов

Институт водных и экологических проблем ДВО РАН,  
ул. Дикопольцева 56, г. Хабаровск, 680000,  
e-mail: ivep@as.khb.ru

*Изложен опыт применения шлихового метода при изучении минералогии почв. Показано, что после промывки на старательском лотке почвенных проб массой до 10 кг, отобранных из генетических минеральных горизонтов почвенных разрезов, происходит процесс обогащения и в полученных шлихах (тяжёлых фракциях) представляется возможность определения (обнаружения) редко встречающихся минералов, имеющих важное почвенно-генетическое значение, особенно для горных почв на породах с рудной минерализацией.*

**Ключевые слова:** шлиховой метод, почва, шлихи, тяжёлые минералы, минералогия почв.

Разработанные горной наукой теоретические основы и практические приёмы шлихового метода и соответственно шлиховых поисков полезных ископаемых позволили открыть подавляющее большинство россыпных месторождений в мире – золота, платины, ртути (киноварь), олова (касситерит), циркония (циркон), титана (ильменит), алмазов и др. [1, 12, 13, 15].

Традиционно считалось, что шлиховой метод призван решать чисто геологические практические задачи – поиски россыпных месторождений полезных ископаемых. Между тем методические приёмы шлихового метода, разработанные специалистами горной науки, можно успешно применять в других областях знаний – в смежных науках о Земле, в частности в почвоведении. На эту мысль автора настоящего сообщения натолкнуло следующее обстоятельство. В свое время мы проводили шлиховым методом поиски рудопроявлений ртути, представленной минералом киноварь, в Сибири, на территории Енисейского края [2, 3] и россыпных месторождениях золота на Дальнем Востоке России, в бассейне нижнего течения р. Амур [7]. И в том, и в другом случае в условиях горно-таёжной местности с хорошо развитым почвенным покровом. Поэтому шлиховые пробы неизбежно надо было отбирать фактически из минеральных горизонтов почв, и это стало основанием применения шлихового метода для решения

других задач, в частности в области изучения минералогии почв.

Как известно, шлиховой метод основан на промывке в воде на старательском лотке или в других приспособлениях проб рыхлых отложений и получении шлихов – тяжёлых фракций, которые состоят из обогащённой ассоциации устойчивых в зоне гипергенеза минералов, обладающих повышенным удельным весом (плотностью).

Главная особенность шлихового метода – получение обогащённой фракции тяжёлых минералов, и это выгодно отличает его от других методов минералогического изучения рыхлых отложений, в том числе и почв, рекомендующих изучать минералогический состав рыхлых осадочных образований и почв по небольшим по массе и небогащённым навескам [14]. Как правило, в небогащённых навесках обнаружение редко встречающихся тяжёлых минералов практически невозможно.

В связи с этим фактически впервые в почвоведении для изучения минералогического состава почв был применен шлиховой метод. Из минеральных генетических горизонтов почвенных разрезов отбирались исходные шлиховые пробы массой от 5 до 10 кг и промывались на старательском лотке. В результате были получены шлихи весом до 10 г (в зависимости от почвообразующих пород), состоящие из тяжёлых минералов и частично

обычных минералов, так как шлиховые пробы отмывались до «серого шлиха». Тяжелые минералы с плотностью от 2,75 до 3,0 г/см<sup>3</sup> и выше составляют основу «серого шлиха», а обычные минералы с меньшей плотностью имеют подчиненное значение, но они также обладают важной минералогической информативностью. Процедура промывки шлиховых почвенных проб дает возможность обогатить почвенную массу до «серого шлиха» для изучения терригенных и аутигенных минералов и, как следствие, представляется реальным обнаружение редко встречающихся тяжелых минералов, имеющих, как это будет показано ниже, важное генетическое значение в диагностике почвообразовательных процессов в разных типах почв на разнообразных почвообразующих породах и в различных геоэкологических условиях на территории России.

Впервые в почвоведении шлиховой метод применен мною в 1959–1961 гг. при изучении подзолистых почв в северной части Пермской области (ныне Пермский край), сформированных на зандровых (флювиогляциальных) четвертичного возраста песках. Было установлено, что в подзолистом горизонте А2 этих почв содержание наиболее устойчивых минералов – циркона, граната, турмалина, рутила в среднем в 2 раза больше, а железосодержащих минералов – лимонита, магнетита, ильменита, эпидота в 1,5–4,0 раза меньше по сравнению с горизонтом С – исходных почвообразующих песков. Следовательно, в подзолистом горизонте А2 имеет место интенсивная трансформация (химическое выветривание) в первую очередь железосодержащих минералов и образующиеся оксиды железа поступают в нижележащий иллювиальный горизонт В, где происходит формирование так называемых ортзандов – железненных локальных слоев разной толщины [5].

Применение шлихового метода позволило обнаружить в бурых лесных почвах Дальнего Востока России, сформированных в горнорудных районах, ряд редких терригенных минералов, которые раньше в почвенной литературе, как в отечественной, так и зарубежной, никогда не описывались. В частности, такие минералы, как маггемит, аксинит, шеелит, зейрегит, топаз, берилл, пьмонтит, брейнерит, ярозит, брукит, барит, флюорит, ксенотим, колумбит, ортит, хромит и др. [4].

При изучении минералогии бурых горно-лесных почв, сформированных на кислых (с повышенным содержанием оксидов кремния) эффузивах – липаритах, кварцевых порфирах и других породах, шлиховой метод позволил обнару-

жить, наряду с обычным лимонитом, единичные железо-марганцевые оолиты коричневатого-бурого и чёрно-бурого цвета размером 0,2–0,7 мм, представляющие собой зачатки микроконкреций [6].

С помощью шлихового метода в элювиально-глеевых почвах (лесных подбелах) на базальтовом плато Южного Приморья на Дальнем Востоке России удалось обнаружить редкие зерна и микрокристаллики новообразованного аутигенного пирита и тем самым на основании минералогического критерия (кроме визуального по цвету глеевых прослоев) доказать наличие глеевых процессов в этих почвах [8]. Содержание тяжелой немагнитной фракции шлиха, где обнаружен аутигенный пирит, достигает 1,38% от всего шлиха из глеевого горизонта А2 этих почв. Поэтому совершенно очевидно, что обнаружение аутигенного пирита в этом горизонте почв по обычным (необогатённым) навескам практически невозможно. Изучение морфологии пирита из шлихов сделано с помощью бинокля и растрового электронного микроскопа MSM-2 (Япония). Оказалось, что этот минерал в большинстве случаев представлен остроугольными образованиями размером до 0,58 мм. Реже встречаются правильные кристаллографически чётко выраженные кубики с гранями до 0,05 мм жёлтого цвета с сильным металлическим блеском. Об аутигенности пирита в элювиально-глеевом горизонте изученных почв свидетельствует абсолютно свежий облик кристалликов, совершенно не затронутых процессами внутрипочвенного выветривания, и полное отсутствие в шлихе псевдоморфоз лимонита по пириту. Это прямое доказательство аутигенности пирита в элювиально-глеевом горизонте почв на базальтовом плато. Косвенным доказательством аутигенности пирита служит тот факт, что в зоне гипергенеза, в частности в современной коре выветривания и в почвах, не затронутых глеевым процессом, в условиях юга Дальнего Востока России пирит, как правило, нацело выветрен и превращён в псевдоморфозы лимонита [8].

При изучении по шлихам минералогического состава бурых лесных почв, образованных на гранитах юга Дальнего Востока России, было установлено, что для слабо осветленного генетического горизонта А2В по сравнению с другими горизонтами характерны отдельные редкие коррозированные зёрна минерала циркона, с заметными «ямками травления» на поверхности кристалликов, возникших под влиянием химических и органических соединений в составе почвенного раствора. Вполне вероятно, что эта особенность

циркона может быть одним из диагностических признаков почвенного бурозёмообразования на гранитах в условиях муссонного климата Дальневосточного региона России [9].

При изучении минералогического состава луговых глеевых почв, сформированных на озёрно-аллювиальной равнине в бассейне Среднего течения р. Амур, в горизонте С, т.е. в почвообразующих песчано-глинистых породах, в шлихе с глубины 210–220 см разреза Б 1 были обнаружены магнитные шарики. Они представлены правильной шаровой формой, имеют чёрный цвет, гладкую блестящую поверхность, обладают сильномагнитными свойствами. Размер их 0,025–0,15 мм, содержатся в единичных зёрнах. Происхождение их, вероятно, метеоритное, поскольку они обнаружены в шлихе вместе с минералом муассанитом – SiC (соединение углерода с кремнием), т.е. это карбид кремния, который встречается в железных метеоритах. Магнитные шарики и карбид кремния – редкая находка в почвогрунтах и имеет не только минералогический интерес. Она свидетельствует об имевшем место «метеоритном дожде» во время формирования озёрно-аллювиальной осадочной толщи, на которой впоследствии были образованы луговые глеевые почвы [10].

Шлиховой метод был применён при изучении минералогии бурых лесных почв на биотитовых гранодиоритах юга Дальнего Востока России [11]. Результаты минералогического изучения показывают, что в почвах преобладают устойчивые к процессам химического внутрипочвенного выветривания минералы. Малоустойчивые и неустойчивые практически отсутствуют или они подвергнуты интенсивному внутрипочвенному выветриванию. Прежде всего, в почвах полностью отсутствуют сульфидные минералы – пирит, галенит, сфалерит, халькопирит, имеющиеся в коренных свежих почвообразующих породах. Обнаружены только псевдоморфозы лимонита по пириту. На интенсивные процессы внутрипочвенного выветривания (трансформации) отдельных минералов указывают некоторые особенности их морфологии. Так, магнетит сильно гидратирован, изменён до плотных землистых образований тёмно-бурого цвета, обладающих ферромагнитными свойствами. Грани обломков микрокристаллов ильменита коррозированы, и большинство зёрен этого минерала имеют неровную, шероховатую, «ямчатую» поверхность. Гематит интенсивно гидратирован и превращён в красно-бурые разновидности лимонита, эпидот в большинстве случаев представлен непрозрачными аморфными белесо-

вато-желтыми и зеленоватыми зёрнами, тогда как неизменённый эпидот прозрачен и встречается в виде обломков кристалликов. Апатит превращён в непрозрачные обломки агрегатного строения, ожелезнённые и изменённые сетью мелких трещин. Также следует отметить, что в осветлённом оподзоленном генетическом горизонте А2В этих почв с помощью шлихового метода были обнаружены единичные коррозированные зёрна (микрокристаллики) исключительно устойчивого в зоне гипергенеза минерала циркона со следами микробороздок на поверхности, возникших в результате процессов внутрипочвенного выветривания под действием почвенного раствора [11].

Таким образом, изложенный опыт применения шлихового метода при изучении минералогии почв показывает, что этот метод является исключительно перспективным в почвоведении и позволяет установить некоторые особенности минералогии, которые невозможно выявить без шлихового подхода. Можно однозначно утверждать, что шлиховой метод, разработанный горной наукой для поисков россыпных месторождений полезных ископаемых, по существу приобрел междисциплинарный характер и стал научным подходом для решения задач не только горной науки, но и смежных с ней наук о Земле, в частности почвоведения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Захарова Е.М. Шлиховые поиски и анализ шлихов. М.: Недра, 1974. 158 с.
2. Ивашов П.В. Генезис Чернореченского рудопроявления киновари // Сборник научных трудов Пермского политехнического ин-та. Вып. 8. Пермь: Изд. ППИ, 1961. С. 75–78.
3. Ивашов П.В. К методике поисков ртутных месторождений в горно-таёжных условиях // Разведка и охрана недр. 1961. № 6. С. 38–39.
4. Ивашов П.В. Современная кора выветривания в рудных районах горной части юга Дальнего Востока и изучение ее состава в связи с поисками рудных месторождений // Биогеохимия зоны гипергенеза. М.: Наука, 1971. С. 119–124.
5. Ивашов П.В. Химико-минералогические особенности подзолов на зандровых песках северной части Пермской области // Доклады Второго регионального совещания почвоведов северо-и среднетаёжных подзон Европейской части СССР. Сыктывкар: Изд-во Ин-та биологии Коми филиала АН СССР, 1972. С. 60–62.
6. Ивашов П.В. Минералогический состав современной коры выветривания кислых эффу-

- живов на юге Дальнего Востока // Ландшафты юга Дальнего Востока. Новосибирск: Наука, 1973. С. 126–132.
7. Ивашов П.В. Экзогенные ореолы рассеяния золота на россыпном рудопроявлении Нижнего Амура // Геохимические методы поисков месторождений золота по вторичным ореолам рассеяния. Чита: Изд-во Забайкальского филиала Географического общ-ва СССР, 1973. С. 108–110.
  8. Ивашов П.В. О находке аутигенного пирита в элювиально-глеевом горизонте почв на базальтах Борисовского плато (Южное Приморье) // Физико-химические и ландшафтно-геохимические исследования в южной части Дальнего Востока. М.: Наука, 1975. С. 137–146.
  9. Ивашов П.В. Теоретические основы биогеохимического метода поисков рудных месторождений (применительно к территории Дальнего Востока). Новосибирск: Наука, 1976. 272 с.
  10. Ивашов П.В. Биогеохимия и минералогия луговых глеевых почв Приамурья // Биогеохимические и геоэкологические исследования природно-техногенных экосистем. Выпуск 18. Владивосток: Дальнаука, 2009. С. 7–97.
  11. Ивашов П.В. Минералогия бурых горных лесных почв на гранодиоритах юга Дальнего Востока России // Устойчивое развитие горных территории. 2011. № 1(7). С. 39–44.
  12. Кухаренко А.А. Минералогия россыпей. М.: Госгеолтехиздат, 1961. 317 с.
  13. Озеров И.М. Шлиховая съёмка и анализ шлихов. М.: Госгеолтехиздат, 1959. 377 с.
  14. Парфёнова Е.И., Ярилова Е.А. Минералогические исследования в почвоведении. М.: Изд-во АН СССР, 1962. 206 с.
  15. Соловов А.П. Шлиховая съёмка // Справочник по геохимическим поискам полезных ископаемых. М.: Недра, 1990. С. 124–126.

## USE OF THE PLACER METHOD IN SOIL MINERALOGY

P.V. Ivashov

*In the paper, the experience of using the placer method in soil mineralogy is described by the author. It is shown that after washing in a gold tray soil samples from mineral horizons of the soil profile (the samples mass up to 10 kg) the enrichment process takes place, and it becomes possible to identify rare minerals in the resulting concentrates (heavy fractions) which have an important soil-genetic value.*

**Keywords:** *placer method, soil, concentrates, heavy minerals, soil mineralogy.*