УДК 631.4

ЧЕРТЫ СХОДСТВА И РАЗЛИЧИЯ СВОЙСТВ ПОЧВ БОРЕАЛЬНЫХ ПУСТЫНЬ ЦЕНТРАЛЬНОЙ И СРЕДНЕЙ АЗИИ

© 2015 г. Е. И. Панкова, М. П. Лебедева

Почвенный институт им. В.В. Докучаева, 119017, Россия, Москва, Пыжевский пер., 7 стр. 2
e-mail:m_verba@mail.ru

Приведены новые данные по сравнению макро- и микроморфологических признаков, химических, физико-химических свойств почв пустынь Центральной Азии (Гоби) и Средней Азии (Турана). Выявлены общие и специфические свойства почв сравниваемых пустынь, проведено их сравнение с материалами, изложенными И.П. Герасимовым в работе "Черты сходства и различия в природе пустынь" (1954). Общим в облике пустынь является хорошая сохранность следов былой увлажненности ныне пустынных территорий, которая, казалась бы, должна быть стерта и уничтожена современными активными эоловыми процессами. И.П. Герасимов считал, что причиной этого парадокса является наличие на поверхности пустынных почв коркового горизонта, защищающего почвы и ландшафты от разрушения. Характер строения коркового горизонта в разных пустынях он связывал с особенностями природы пустынь в первую очередь с климатом. В конце XX–начале XXI вв. развитие электронной микроскопии, томографии, микроморфологии и микробиологии в почвенных исследованиях позволило на микроуровне оценить генезис и особенности строения коркового и подкоркового горизонтов пустынных почв. Анализ новых материалов о свойствах почв пустынь Центральной и Средней Азии в целом подтвердил идеи И.П. Герасимова. Он позволил несколько уточнить природные особенности, влияющие на свойства корковых горизонтов пустынных почв территории Гоби и Турана, а также подтвердить обусловленность формирования пористой пустынной корки в результате разнообразных микробиологических, физических и физико-химических процессов. Выявлены микропризнаки солонцового или криптосолонцового процесса в формировании подвижности тонкодисперсного вещества в поверхностных почвенных горизонтах бореальных пустынь Центральной и Средней Азии.

Ключевые слова: климат, пузырьковая пористость, корка, пустынная мостовая, микроморфология, крайнеаридные пустынные почвы.

DOI: 10.19047/0136-1694-2015-81-120-137

ВВЕДЕНИЕ

В 1954 г. в журнале “Природа” И.П. Герасимов опубликовал статью “Черты сходства и различий в природе пустынь”. Эта статья носит научно-популярный характер, в ней очень ярко характеризуется строение почв пустынь Средней Азии (Турана), Центральной Азии (Гоби) и Сахары, обусловленное природными факторами. В статье дан глубокий научный анализ природы пустынь, подчеркнуты общие черты, свойственные пустыням разных континентов, и при этом фиксируется внимание на специфических особенностях почв указанных регионов.

При написании статьи И.П. Герасимов опирался на классические работы исследователей пустынь (В.А. Обручева, И. Вальтера, Э.М. Мурзаева, В.Н. Кунина, С.Ю. Геллера, Б.Б. Полынова, Э.Ф. Готье и др.), а также на собственные материалы, полученные в период работы в пустынях Турана (Герасимов, 1925, 1931а, 1931б; 1937), Гоби (Герасимов, Лавренко, 1952) и Сахаре (Герасимов, 1953).

И.П. Герасимов считал, что главным фактором, формирующим природу современных пустынь, является эоловый процесс, обладающий разрушительной силой. В то же время в пустынных областях отчетливо выражены сухие русла долин рек, днища безводных впадин и высохших озер – свидетельства былого увлажнения ныне безводных территорий. И.П. Герасимов приходит к выводу о чередовании плювиальных и ксеротермических (засушливых) периодов в геологической (плейстоцен-голоценовой) истории этих регионов. При этом он указывает, что одной из главных причин, препятствующих разрушительной силе ветра, которая, казалось бы, должна была уничтожить следы влажных эпох, является образование на поверхности почв пустынь коркового горизонта, который вместе с поверхностной каменистостью создает своеобразный панцирь.

И.П. Герасимов (1954) пишет, что эти поверхностные горизонты обладают особой плотностью, предохраняющей пустынные почвы от быстрого разрушения. Он подробно рассматривает особенности строения поверхностных корковых горизонтов в почвах трех пустынь, связанные с климатическими и литолого-геоморфологическими факторами. И.П. Герасимов считал, что корковый

горизонт в пустынях Монголии менее плотный, чем в пустынях Турана в связи с наличием в нем легкорастворимых солей, что обусловлено особенностями климата Монголии – отсутствием периода глубокого промачивания почв и выноса солей из поверхностного горизонта. Второй особенностью коркового горизонта в пустыне Гоби в отличие от почв Турана является наличие каменистого панциря на поверхности пузырчатой корки. На территории Турана корковый горизонт, как подчеркивал И.П. Герасимов, лишен легкорастворимых солей в силу климатических особенностей (промывка солей в зимне-весенний период). Отсутствие в почвах Турана, в частности Устюрта, каменистого панциря связано с составом карбонатных пород третичного возраста. Формирование коркового горизонта в почвах пустынь И.П. Герасимов связывал с их солонцовой природой – миграцией солей в пределах коркового и подкоркового подгоризонтов, обусловленной чередованием плювиальных и аридных периодов (эпох).

Главный акцент в работе мы сделали на следующих положениях, содержащихся в статье И.П. Герасимова:

1. На поверхности пустынных почв (за исключением сыпучих песков) всегда формируются пузырчатая корка разной мощности и прочности и слоистая подкорка, как диагностические почвенные горизонты.

2. Строение и плотность пустынной корки зависят от литолого-геоморфологических условий и климата региона. Наиболее отчетливо корка выражена в глинистых пустынях в отличие от песчаных и солончаковых пустынь.

3. Процесс формирования корок на поверхности пустынных почв является универсальным для любых пустынь. Существенные различия отмечаются в “механизме защитного коркообразования, приводящего к развитию кор различного характера и состава” (Герасимов, 1954, с. 14).

4. При образовании поверхностных почвенных корковых горизонтов значительную роль играют процессы “солонцовой природы”, возникающие при чередовании засоления и рассоления почв, связанного с периодами аридизации и увлажнения на территории пустынь.

5. Причины существенных различий “поверхностных пустынно-защитных образований” связаны с различиями в совре-

менных физико-географических обстановках и геологическом прошлом развития пустынь Гоби и Турана.

Цель работы – анализ новых материалов о природе и свойствах пустынных почв Гоби и Турана полученных с применением современных методов исследования.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

В основе работы лежит литературный и оригинальный материал изучения пустынных почв Гоби и Турана, полученный во второй половине XX и начале XXI вв. К этому времени в Средней Азии были обобщены сведения о почвах пустынь Узбекистана (Кимберг, 1974) и пустынной зоны СССР (Лобова, 1960; Насыров, Соколов, 1998), проанализированы процессы соленакопления в пустынях Арало-Каспийской низменности (Ковда, 1947; 2008; Ковда и др., 1954; Глазовский, 1987; Панкова, 1992; 2002; Панкова и др., 1996), рассмотрены вопросы генезиса и классификации аридных почв (Глазовская, Горбунова, 2003; 2004, Панкова, 2012 и др.).

Исследования на территории Гобийских пустынь Монголии выполнялись сотрудниками Советско-Монгольской (ныне Российско-Монгольской) комплексной биологической экспедиции РАН. Многочисленные публикации по итогам работ были посвящены природе и почвам пустынь Монголии. Отметим: “Почвенный покров основных природных зон Монголии” (1978); “Почвенный покров и почвы Монголии” (1984); “Пустыни Заалтайской Гоби” (1986) и др. (Евстифеев, 1977; 1980; Ногина и др., 1977). В основу этих работ положены почвенно-географические, картографические и сравнительные методы исследования, которые во многом помогли понять сущность пустынного почвообразования, в том числе процессов коркообразования и засоления. Проведены специальные оригинальные работы по изучению макро-, микро- и субмикроморфологического строения разных типов пустынных почв Монголии, Средней Азии и Казахстана (Голованов и др., 2005; Лебедева и др., 2009, 2015; Лебедева-Верба, Герасимова, 2010; Лебедева, 2012; Dixon, 2009; Turk, Graham, 2011).

Для сравнения результатов последних лет с материалами, приведенными в статье И.П. Герасимова (1954), остановимся на некоторых общих чертах строения пустынных почв. В “Классификации и диагностике почв России” (2004) дано описание следую-

щих диагностических горизонтов, характеризующих профиль пустынных почв: с поверхности выделен *ксерогумусовый горизонт* AKL, состоящий из двух подгоризонтов: пористой светло-палевой корки (К – пузырчатая корка) мощностью 2–4 см и слоеватой подкорки (L), мощность которой может достигать 12–15 см; ниже залегает срединный *ксерометаморфический горизонт ВМК* – бурый уплотненный горизонт более тяжелого гранулометрического состава, характеризующийся комковато-глыбистой структурой. Пустынные почвы Турана и Гоби карбонатные с поверхности и содержат гипс в верхних 30 см. Если сравнивать выделенные горизонты с классификацией WRB (2014), то ксерогумусовый горизонт AKL наиболее близок по наличию пузырчатой корки и пустынной мостовой к горизонту или признаку *йермик* в сочетании с признаком *аридик*, отражающим эоловые процессы, низкую гумусированность и насыщенность основаниями.

Почвенные шлифы изготовлены в лаборатории минералогии и микроморфологии почв Почвенного института им. В.В. Докучаева М.А. Лебедевым. Площадь готовых шлифов из-за малой мощности поверхностных горизонтов (от 1 до 5 см) составляла в среднем 3 × 4 см, иногда 6 × 8 см. Шлифы из поверхностных горизонтов изготовлены в четырехкратной повторности. Микроморфологические описания проводили с использованием оптического минералогического микроскопа Olympus BX51 с цифровой фотокамерой Olympus DP26. В.А. Шишков (Институт географии РАН) осуществил субмикроскопический анализ на базе сканирующего электронного микроскопа SEM JSM-6610LV с сопряженной системой рентгеновского микроанализа INCA Energy. Результаты использованы для определения элементного состава почвенных новообразований пустынного загара на поверхности щебня из пустынной мостовой.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На основе обобщения материалов второй половины XX в. проведен анализ и сопоставление климатических данных, характеризующих пустыни Турана и Гоби (таблица). Они подтвердили существенные различия в климате этих пустынь, которые ранее отмечались И.П. Герасимовым (1933, 1954). Главным образом, эти различия связаны с континентальностью климата, в частности со сте-

пенью и глубиной промерзания, режимом выпадения осадков. В Средней Азии осадки имеют зимне-весенний характер, что обеспечивает промывку верхних горизонтов от солей, поступающих с эоловой пылью. В условиях Центральной Азии эти промывки исключены в связи с длительным промерзанием почв и ничтожным количеством летних осадков, не приводящих к увлажнению и вымыванию солей. Эти явления рассматривались И.П. Герасимовым (1933) как климатическая фациальная особенность пустынь.

Специальное изучение засоленности почв пустынь Монголии (Евстифеев, 1977, 1980; Панкова, 1992, 2002) позволило констатировать, что корковый горизонт на большей части пустынь Монголии не содержит значительного количества легкорастворимых солей. Точнее, он их содержит в количестве, которое не обусловливает рыхлую корку пустынных почв Гоби, так же как и почв пустынь Турана.

Исключение составляют крайнеаридные почвы пустынь Заалтайской Гоби, формирующиеся на пестроцветных мел-палеогеновых засоленных тяжелых породах. Вероятно, описание коркового горизонта и анализ данных о засолении, приведенные в работе И.П. Герасимова (1954), характеризуют именно почвы пустынь Заалтайской Гоби Монголии. Процесс соленакопления в крайнеаридных почвах этого региона Е.И. Панкова (1992) связывала с эоловым переносом солей, накоплением эолового материала в клиньях-трещинах, разбивающих профиль почв, и перемещением солей с поровым раствором в корковый и подкорковый подгоризонты этих почв.

Эта особенность засоления поверхностных горизонтов характерна только для крайнеаридных почв Заалтайского Гоби. Остальная часть пустынных почв Монголии не содержит солей в своем профиле, в том числе в корковых горизонтах. Поэтому положение И.П. Герасимова об обязательном наличии легкорастворимых солей в корковом подгоризонте пустынных почв Гоби в связи с особенностями климата Монголии требует дополнительных исследований. Меньшая плотность коркового горизонта в почвах Гоби (отмеченная И.П. Герасимовым), вероятно, может быть связана с более легким гранулометрическим составом пустынных почв Монголии в отличие от глинистых почв пустынь Средней Азии.

Характеристика климата пустынь экстраконтинентальной Центрально-азиатской (Монголия) и континентальной Западно-азиатской (или Туранской) провинций (Агроклиматический справочник…, 1960; Почвы Узбекистана, 1975; Панкова, 2002)

Зоны и подзоны пустынь (северная широта)	Температура воздуха, °С			Сумма температур выше 10°С	Коэффициент континентальности	Коэффициент аридности	Количество осадков, мм		Радиационный баланс, ккал см² год
	год	январь	июль				среднегодовое	в июне–августе	
Центральноазиатская провинция (46°–42°)									
Остепненные пустыни	+3	–18.7	+23.1	2703	281	0.29	112 (130–100)	78.3	39.0
Настоящие пустыни	+4	–18.2	+24.0	2996	303	0.24	90 (100–70)	76.7	42.0
Крайнеаридные пустыни	+8	–17.0	+28.0	3648	309	0.11	43 (20–50)	31	48.0
Среднеазиатская провинция (45°–37°)									
Северная полоса пустынь (45°–43°)	+8.6	–11.6	+27.0	3710	260	0.30	122 (75–150)	23	48.7
Северо-Туранские пустыни (43°–40°)	+12.1	–4.5	+27.4	4380	234	0.19	79 (75–150)	5	52.4
Южно-Туранские пустыни (40°–37°)	+15.1	–0.6	+29.6	5150	229	0.30	125 100–200	2	63.1

Примечание. Коэффициент континентальности по Иванову: $K_к = A\ 100/0.33ф$, где A – годовая амплитуда температуры; ф – широта местности; коэффициент аридности по Лобовой с соавт. (1977): $K_{ар} = Oc/5.12\ t_{ср}(IV–X) + 306$, Oc – осадки.

Второй отличительной особенностью пустынь Гоби, на которую указывал И.П. Герасимов (1954), является наличие на поверхности пустынных почв каменистого панциря, что связано с господством горных ландшафтов в пустынях Монголии. Исследования последних лет показали, что каменистый панцирь или "мостовая", впаянная в мелкоземистую массу пузырчатого коркового горизонта, оказывает существенное влияние на почвообразовательные процессы в гамадах. Под панцирем скапливаются эоловые частицы, и образуется конденсационная влага. По мнению Turk, Graham (2011), это главные условия развития пузырчатой пустынной корки. Преобладание в корке замкнутых пузырьковых (везикулярных) пор определяет их относительно высокое водонасыщение при редких ливневых осадках и как следствие бурную вспышку биологической жизни микроорганизмов, водорослей и микрофауны (Lebedeva (Verba), Kutovaya, 2013).

Для изучения особенностей пустынных почв Центральной и Средней Азии проведены микроморфологические исследования. Детальный анализ элементов микростроениятрех основных диагностических горизонтов (везикулярной корки, слоистой подкорки и срединного красновато-бурого горизонта) разных пустынь показал, что на фоне существенных различий в составе почвообразующих пород и истории развития ландшафтов почвенные горизонты имеют ряд общих микропризнаков (Феофарова, 1956; Минашина, 1973; Ромашкевич, Герасимова, 1977; Лебедева, 2012).

Общими микропризнаками в изученных горизонтах являются: пузырчатая пористость в корковых подгоризонтах (К) и наличие в той или иной степени выраженных глинистых или железисто-глинистых кутан по всему профилю пустынных почв: в корке, подкорке и/или срединном горизонте ВМК.

Наличие *специфических микропризнаков* в пустынных почвах Монголии и Средней Азии определяется разными причинами, основные из которых были отмечены в работе И.П. Герасимова (1953). Различия в микростроении пустынных почв связаны:

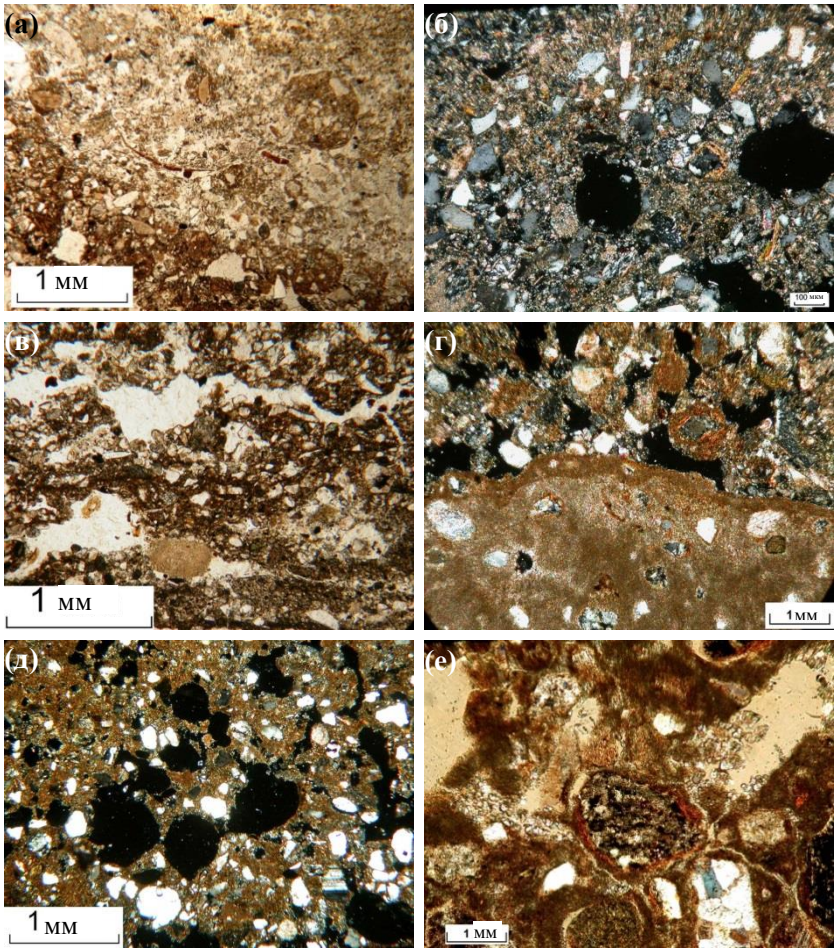
1. С интенсивностью и направленностью аккумулятивно-дефляционных процессов в пустынях и/или различными источниками поступления эолового материала. Мы связываем это с поступлением эолового материала, который для отдельных пустынных почв формирует корковый горизонт (Чижикова и др., 1988). В

почве Средней Азии (на поверхности одного из останцов) в составе свежего эолового наноса диагностированы лессовые и почвенные агрегаты, которые ассимилируются в поверхностных горизонтах и отсутствуют в срединных (рис. а). Отсутствие связи между петрографическим составом пород из пустынной мостовой и мелкоземом поверхностных пузырчатых корок отмечалось и для других пустынь, например, Мохаве (США) (McDonald, 1994), Сахаре (Герасимов, 1953). Таким образом, минералого-микроморфологические исследования поверхностных горизонтов пустынных почв позволяют считать, что генезис материала пузырчатых корок часто связан с процессами эоловой аккумуляции тонкодисперсного силикатного и солевого материала (Лебедева, 2012).

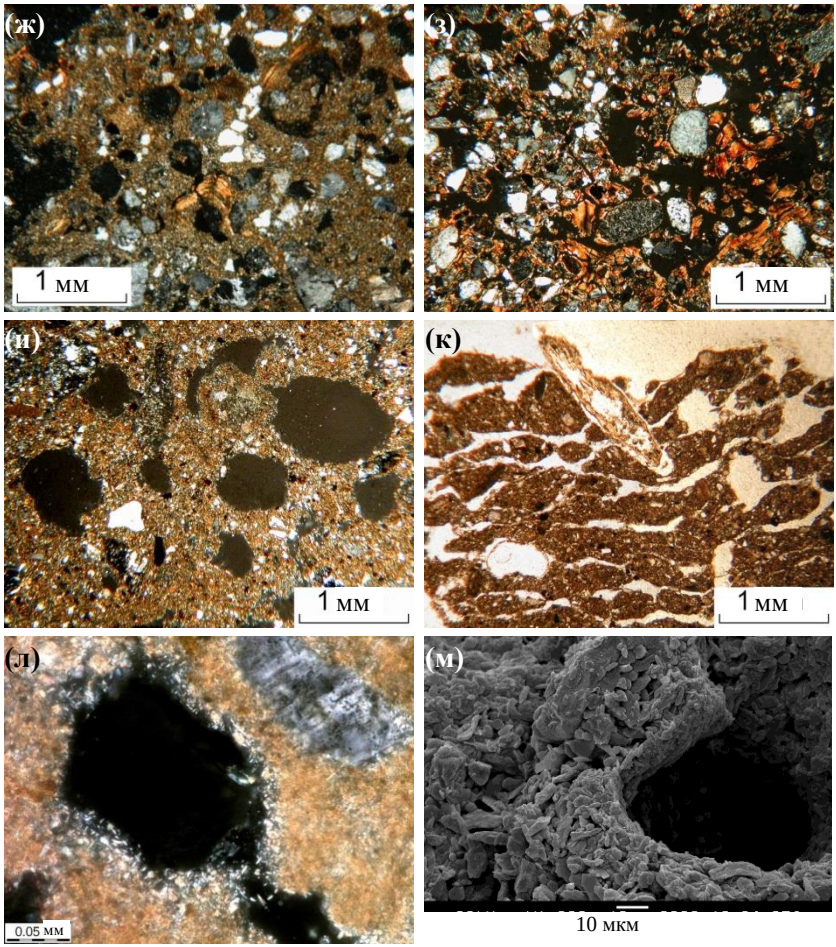
2. С разной глубиной залегания в профиле карбонатных, гипсовых и/или солевых палеогидрогенных аккумуляций (“кор” по И.П. Герасимову), которые влияют на возможность появления современных процессов окарбоначивания, рассоления–засоления, в результате чего возможно формирование по всему профилю пустынных почв различных современных почвенных новообразований: микрокристаллических гипсовых кутан, инфиллингов и стяжений (нодулей).

3. С литолого-географическими особенностями, которые определяют формирование пустынной мостовой с черными пленками загара на обломках пород в Гоби (Герасимов, 1953). Нами специально изучены особенности состава пленок загара в пустыне Мохаве (США) и проведено их сравнение с такими же по цвету пленками загара Заалтайской Гоби. Эти исследования показали, что существует общая модель их формирования – аккреционно-биологическая, несмотря на расположение пустынь в разных климатических поясах (Лебедева, Шишков, 2016).

4. С различной активностью биологической деятельности почвенной мезо- и микрофауны, приуроченной к определенным экологическим микронишам, например, под щебнем, где за счет конденсационной влаги происходит биогенное накопление органического вещества или вокруг везикулярных пор, где происходит обезыливание и обезжелезнение внутрипедной массы в корке, протекающее при формировании железистых новообразований вблизи пор за счет деятельности железобактерий (рис. л).



Микростроение пустынных почв суббореального пояса Средней и Центральной Азии: а – свежий эоловый лёссовый нанос с округлыми почвенными агрегатами и растительными тканями (Туран, разр. 111-88; 0–2 см, ‖ N); б – везикулярные поры в погребенной под эоловым наносом корке (Туран, разр. 111-88, 2–5 см, X N); в – экскременты мокрицы (Туран, разр.111-88;5–7 см, ‖ N); г – глинисто-Fe кутана на карбонатном нодуле (Туран, разр. 111-88; 2–5 см; X N); д – везикулярные поры в песчано-глинисто-карбонатной зоне в корке (Гоби, разр. 28, 0–3 см; X N); е – вокругскелетные Fe-глинистые кутаны в рыхлой карбонатной зоне, вторичная перекристаллизация кальцита (Гоби, разр. 28; 50–100 см; ‖ N);



ж – скорлуповато-слоистые кутаны на стенке везикулярных пор и папулы в гор. К (Гоби, разр. 10; 0–2 см; XN); з – обилие расщепленных Fe-глинистых кутан (Гоби, разр. 10, 7–15 см; X N); и – везикулярные поры в пылевато-глинисто-карбонатном материале (подгорная равнина Илийкой впадины, разр. 8-06, 0–3 см, X N); к– чешуйчатая структура, слаборазложенный корень в пылевато-глинистом материале (подгорная равнина Илийкой впадины, разр. 8-06, 3–6 см, ‖ N); л – безжелезнение плазмы вокруг везикулярных пор (Гоби, разр. 28; 0–3 см; XN); м – уплотнение стенок и тонкая глинистая кутана на стенке пузырьковой поры (Гоби, разр. 10, SEM; вторичные электроны; × 1000).

Таким образом, микроморфологическое исследование почв в пустынях Центральной и Средней Азии позволило утверждать, что поверхностный почвенный горизонт или ксерогумусовый гор. AKL подразделяется на два подгоризонта: собственно везикулярную уплотненную белесоватую кору (АК) и микроплитчатую подкорку (L). В везикулярной уплотненной корке характерны округлые изометричные поры разного размера (от макро- до микропор) с различными границами (ровными в тонкодисперсном материале, изрезанными в материале более легкого гранулометрического состава) (рис. б, д, и, ж). Процесс формирования везикулярных пор в поверхностных корках определяется разнообразными механизмами: сложными физико-химическими процессами, связанными с миграцией карбонатов или газообразных выделений, а также с деятельностью микробных сообществ (Голованов и др., 2005; Лебедева и др., 2009, 2015; Lebedeva (Verba), Kutovaya, 2013). Именно поэтому пузырчатая пористость характерна для корковых горизонтов пустынных почв, формирующихся на разных по составу и строению почвообразующих породах, развитых в почвах пустынь различных континентов, что подчеркивалось И.П. Герасимовым (1954).

Микроплитчатость подкоркового горизонта (L), отчетливо выраженная в наиболее тяжелых по составу почвах (рис. к), является характерным признаком пустынных почв суббореального пояса Средней и Центральной Азии. Их генезис связан с длительным периодом промерзания почв в этих регионах (Лобова, 1960). В пустынях субтропического пояса (пустыня Мохаве, США), наличие такого подгоризонта на микроуровне не выявлено (Лебедева, Шишков, 2016) в отличие от почв суббореального пояса. Проявление меньшей плотности везикулярной корки и менее четкой микроплитчатости подкорки в пустынных почвах Средней и Центральной Азии определяется скорее не засолением, а более легким гранулометрическим составом отложений (рис. в).

Наличие глинистых или железисто-глинистых кутан в изученных ранее пустынных почвах Гоби и Турана свидетельствует о локальной подвижности тонкодисперсного вещества пустынных почв (рис. г, е, ж, з, е). Возможность формирования профиля пустынных почв при участии солонцового процесса, определяющего подвижность ила, отмечалась И.П. Герасимовым (1954). Зафиксированные нами микропризнаки подвижности ила хорошо согла-

суются с данными М.А. Глазовской и И.А. Горбуновой (2004), которые показали, что дифференциация профиля пустынных почв имеет элювиально-иллювиальный характер; перераспределение ила, подвижность которого определяется щелочным составом органического вещества, поступающего в почвы при разложении растительных остатков. Процесс гумификации в этих почвах обусловливает формирование щелочнорастворимых кислот, что приводит к перемещению органо-минеральных соединений из коркового горизонта в подкорковый, где они при высыхании осаждаются в виде кутан.

М.А. Глазовская и И.А. Горбунова (2003) такой процесс перемещения ила в профиле пустынных почв назвали криптосолонцовым, поскольку он связан с периодическим биологическим подщелачиванием почв, вызывающим диспергацию ила и его миграцию из коркового подгоризонта вниз по профилю. М.А. Глазовская, И.А. Горбунова (2003) указали, что в периоды наиболее длительного увлажнения (в плювиальные климатические периоды), возможно, было перемещение ила и в срединные горизонты до глубины промачивания пустынных почв в 20–50 см (Якунин, 1983) с образованием относительно мощных глинистых кутан иллювиирования.

Микроморфологические исследования показали, что в зависимости от интенсивности промерзания почв происходит фрагментация кутан на отдельные слойки и угловато-таблитчатые микроотдельности (рис. з). Дополнительным аргументом в пользу реликтовости многих железисто-глинистых кутан является окарбоначенность их поверхности тонкодисперсным кальцитом (микритом) (рис. е).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

И.П. Герасимов в своих работах, относящихся к первой половине XX в., в том числе в анализируемой нами работе 1954 г., показал, что пустыни разных стран и разных континентов имеют черты сходства и различия. Общей чертой почв пустынь является наличие на их поверхностях уплотненной, пористой (пузырчатой) корки, которая защищает почвы пустынь от разрушения, связанного с активным развитием эоловых процессов, формирующих в настоящее время облик пустынь. Выраженность плотной пустын-

ной корки определяется гранулометрическим составом почвообразующего материала, интенсивностью и характером поступающего эолового (засоленного) материала. Наиболее отчетливо корки выражены в глинистых и глинисто-каменистых пустынях.

Идеи И.П. Герасимова о процессе коркообразования в почвах пустынь нашли свое развитие в работах последних лет, которые подтвердили факт, что коркообразование в почвах пустынь Средней Азии, Монголии и других регионов является главным современным почвенным процессом, формирующим аридные почвы и защищающим их от разрушения.

В профиле пустынных почв пустынь Турана и Гоби на основании проведенных в последние годы микроморфологических исследований отчетливо читается: а) смена периодов плювиального и ксеротермического развития по соотношению текстурных, карбонатных и гипсовых новообразований; б) существенная роль солонцового или криптосолонцового процесса в формировании подвижности тонкодисперсного вещества даже в крайнеаридных пустынных почв; в) разнообразие механизмов (биологических, физических и физико-химических), определяющих свойства уплотненных пустынных корок и генезис пузырьковых пор.

Различия в плотности коркового горизонта пустынных почв Гоби и Турана, которые были отмечены И.П. Герасимовым (1954), по нашим данным, носят преимущественно локальный характер и требуют дальнейших исследований.

Благодарность. Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (гранты № 13-04-00107; 15-04-00918а) и Президиума РАН (грант на проведение фундаментальных исследований в 2015 г.).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агроклиматический справочник Западно-Казахстанской области. Алма-Ата: Казахское гос. изд-во, 1960. 144 с.
2. *Герасимов И.П.* Почвенные и почвенно-географические работы на Устюрте // Географический вестник. Л., 1925. Ч. 11. Вып. 3–4. С. 26–29.
3. *Герасимов И.П.* О структурных сероземах Туркестана // Тр. Почв. Интаим. В.В. Докучаева. 1931а. Вып. 5. С. 77–104.
4. *Герасимов И.П.* О “такырах” и процессе такырообразования // Почвоведение. 1931б. № 4. С. 5–13.
5. *Герасимов И.П.* О почвенно-климатических фациях равнин СССР и прилегающих стран // Тр. Почв.ин-та им. В.В. Докучаева. 1933. Т. VIII.

Вып. 5. С. 1–35.
6. *Герасимов И.П.*Основные черты развития современной поверхности турана // Тр. Ин-та географии АН СССР. 1937. Вып. 25. С. 152.
7. *Герасимов И.П.* Географические наблюдения в северной и западной Африке // Изв. АН СССР. 1953.Сер.геогр. № 5. С. 54–63.
8. *Герасимов И.П.* Черты сходства и различий в природе пустынь // Природа. 1954. № 2. С. 11–22.
9. *Герасимов И.П., Лавренко Е.М.* Основные черты природы Монгольской народной республики // Изв. АН СССР. 1952.Сер.геогр. № 1. С. 27–48.
10. *Голованов Д.Л.* Формирование структуры почвенного покрова природных оазисов Гоби как результат переработки литогенной матрицы ландшафтно-геохимическими процессами // Пространственно-временная организация почвенного покрова: теоретические и прикладные аспекты. Мат-лы. межд. научной конф. СПб., 2007. С. 196–199.
11. *Голованов Д.Л., Лебедева (Верба) М.П., Дорохова М.Ф., Слободкин А.И.* Микроморфологическая и микробиологическая характеристика элементарных почвообразовательных процессов в пустынных почвах Монголии // Почвоведение. 2005. № 12. С. 1450–1460.
12. *Глазовская М.А., Горбунова И.А.* Полигенетичность почв аридной зоны Средней Азии и Казахстана // Изв. РАН. Сер. геогр. 2003. №2. С. 36–42.
13. *Глазовская М.А., Горбунова И.А*. Биогенное ощелачивание аридных почв как фактор их текстурной дифференциации // Почвы, геохимические циклы в биосфере. Развитие идей В.А. Ковды. М., 2004. С. 343–357.
14. *Глазовский Н.Ф.* Современное соленакопление в аридных областях. М.: Наука, 1987. 192 с.
15. *Евстифеев Ю.Г.* Почвы крайнеаридных территорий МНР // Тез. 5 делегат. съезда Всесоюзного общества почвоведов. Минск, 1977. Вып. 6. С. 172–175.
16. *Евстифеев Ю.Г.* Крайнеаридные почвы Гоби // Проблемы освоения пустынь. 1980. № 2. С. 20–30.
17. *Евстифеев Ю.Г., Рачковская Е.И.* К вопросу о факторах зональности в южной части МНР // Структура и динамика основных экосистем Монгольской народной республики. Л.: Наука, 1976. С. 125–144.
18. *Кимберг Н.В.* Почвы пустынной зоны Узбекской ССР. Ташкент: ФАН, 1974. 297 с.
19. Классификация и диагностика почв России. Смоленск: Ойкумена, 2004. 343 с.
20. *Ковда В.А.* Происхождение и режим засоленных почв. М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1946, 1947.Ч.1–2. 573 с.
21. *Ковда В.А.* Проблемы опустынивания и засоления почв аридных регионов мира. М.: Наука, 2008. 415 с.
22. *Ковда В.А., Егоров В.В., Морозов Т.А., Лебедев Ю.П.* Закономерности процессов соленакопления в пустынях Арало-Каспийской низменности //

Тр. Почв. ин-та им. В.В. Докучаева. 1954. Т. 44. С. 5–74.
23. *Лебедева М.П.* Микростроение субаридных и аридных почв суббореального пояса Евразии. Автореф. дис. … д.с.-х.н. М., 2012. 48 с.
24. *Лебедева-Верба М.П., Голованов Д.Л., Иноземцев С.А.* Микростроение пустынных почв Монголии // Почвоведение. 2009. № 11. С. 1294–1307.
25. *Лебедева-Верба М.П., Герасимова М.И.* Микростроение такыров и "пустынного папируса" юго-западной Туркмении (вклад альгофлоры в микростроение такыров) // Почвоведение. 2010. № 11. С. 1315–1325.
26. *Лебедева М.П., Герасимова М.И., Голованов Д.Л., Ямнова И.А.* Крайнеаридные почвы Илийской котловины Казахстана // Почвоведение. 2015. № 1.С. 14–30.
27. *Лебедева М.П., Шишков В.А*. Сравнительный анализ микростроения поверхностных горизонтов и пустынного загара крайнеаридных почв пустынь Мохаве (США) и Заалтайского Гоби (Монголия) // Почвоведение. 2016. № 2 (в печати). DOI10.7868/S0032180X15120114.
28. *Лобова Е.В.* Почвы пустынной зоны СССР. М.: Наука, 1960. 364 с.
29. *Минашина Н.Г.* Особенности микроморфологического строения пустынных такыровых почв Средней Азии // Микроморфология почв и рыхлых отложений. М.: Наука, 1973. С. 42–52.
30. *Насыров Р.М., Соколов А.А.* Почвенный покров и почвы предгорных каменистых пустынь Илийской впадины // Вестник КазГУ. Сер. геогр. 1998. №6. С. 23–32
31. *Неуструев С.С.* О почвах каменистых пустынь Туркестана // Почвоведение. 1913. № 1. С. 1–21.
32. *Ногина Н.А., Евстифеев Ю.Г., Уфимцева К.А.* Почвы низкогорных и равнинных степей и пустынь Монголии (систематика, диагностика) // Аридные почвы, их генезис, геохимия, использование. М.: Наука, 1977. С.165–195.
33. *Панкова Е.И.* Генезис засоления почв пустынь. М., 1992. 133 с.
34. *Панкова Е.И.* Фациальные особенности засоления почв экстраконтинентальных пустынь Суббореального пояса Азии // Почвоведение. 2002. № 11. С. 1308–1322.
35. *Панкова Е.И., Айдаров И.П., Ямнова И.А., Новикова А.Ф., Благоволин Н.С.* Природное и антропогенное засоление почв бассейна Аральского моря (география, генезис, эволюция). М., 1996. 185 с.
36. *Панкова Е.И., Герасимова М.И.* Пустынные почвы: свойства, почвообразовательные процессы, классификация // Аридные экосистемы. 2012. Т. 18. № 2(51). С. 5–16.
37. Почвенный покров и почвы МНР. М.: Наука, 1984. 190 с.
38. Почвенный покров основных природных зон Монголии. М.: Наука, 1978. 274 с.
39. Пустыни Заалтайской Гоби. М.: Наука, 1986. 206 с.
40. Почвенный покров и почвы МНР. М.: Наука, 1984. 190 с.

41. Почвенный покров основных природных зон Монголии. М.: Наука, 1978. 274 с.
42. Почвы Узбекистана. Ташкент: ФАН, 1975. 221с.
43. *Ромашкевич А.М., Герасимова М.И.* Главные аспекты микроморфологии аридных почв СССР // Аридные почвы, их генезис, геохимия, использование. М.: Наука, 1977. С. 239–253.
44. *Феофарова И.И.* Микроморфологическая характеристика такыров // Такыры Западной Туркмении и пути их сельскохозяйственного освоения. М.: Изд-во АН СССР, 1956. С. 351–381.
45. *Чижикова Н.П., Евстифеев Ю.Г., Панкова Е.И.* Минералогический состав илистой фракции пустынных почв Монголии // Почвоведение. 1988. № 8. С. 44–54.
46. *Якунин Г.Н.* Динамика влажности почв // Комплексная характеристика пустынных экосистем Заалтайской Гоби. Пущино, 1983. С. 21–25.
47. *Dixon J.C.* Aridic Soils, Patterned Ground, and Desert Pavements // Geomorphology of desert environments / Eds. Parsons A.J., Abrahams A.D. Netherlands: Springer, 2009. P. 101–120.
48. *Lebedeva (Verba) M., Kutovaya O.* Fabric of Topsoil Horizons in Aridic soils of Central Asia // Spanish J. Soil Sci. Lleida. 2013. V. 3. Issue 3. P. 148–168.
49. *Liu T., Broecker W.S.* Rock varnish microlamination dating of late Quaternary geomorphic features in the drylands of the western USA // Geomophology. 2008. V. 93. P. 501–523.
50. *McDonald E.V.* The relative influences of climatic change, desert dust, and lithologic control on soil-geomorphic processes and soil hydrology of calcic soils formed on quaternary alluvial-fan deposits in the Mojave Desert. 1994. California. Ph. D. Diss. The Univ. of New Mexico. Albuquerque.
51. *Turk J.K., Graham R.C.* Distribution and properties of vesicular horizons in the Western United States // SSSAJ.2011. Vol. 74(4). P. 1449–1461.
52. World Reference Base for Soil Resources. International Soil Classification System. IUSS/FAO. Rome, 2014. 181 p.

SIMILAR AND DIFFERENT FEATURES OF SOILS IN BOREAL DESERTS OF EASTERN AND WESTERN CENTRAL ASIA

E. I. Pankova, M. P. Lebedeva

V.V. Dokuchaev Soil Science Institute, 119017, Russia, Moscow, Pyzhevskii 7, bld. 2
e-mail: m_verba@mail.ru

New aspects in the comparison of macro- and micromorphological, chemical and physicochemical properties of soils studied in the eastern and western deserts of Central Asia, the Gobi and Turan deserts, re-

spectively, are presented in the article. Common and specific properties of these deserts were revealed, and they were compared with the statements in the paper written by I.P. Gerasimov in 1954 entitled “Similarity and difference in the nature of deserts”. Among common features, the preservation of the traits of former elevated moistening should be mentioned, which seems to be mitigated or deleted by current active aeolian processes. I.P. Gerasimov explained this paradox by the existence of the crusty horizon on the surface of desert soils protecting them from destruction. The fabric of the crusty horizon in different deserts he attributed to their particular nature, primarily to climate. In the end of the 20th and beginning of the XXI centuries, the application of electron microscopy, tomography, micromorphology and microbiology in pedological research permitted to evaluate the origin and fabric of crusty subhorizon in desert soils and underlying platy one at a microlevel. The analysis of new data concerning the properties of desert soils in Central Asia basically confirmed the ideas of I.P. Gerasimov. It became possible to elucidate the natural phenomena affecting the properties of desert soils in Gobi and Turan deserts, as well as to relate the formation of the vesicular desert crust to various microbiological, physical and physicochemical processes. The micromorphological signs of a solonetzic, or cryptosolonetzic process responsible for fine particles mobilization in the surface horizons of boreal desert soils were revealed.

Keywords: climate, vesicular porosity, crust, desert pavement, micromorphology, extremely arid desertic soils.