

ДЕГРАДАЦИЯ,
ВОССТАНОВЛЕНИЕ И ОХРАНА ПОЧВ

УДК 631.48

РАЗВИТИЕ СОЛОНЧАКОВОГО ПРОЦЕССА В ПОЧВАХ ДОЛИН
МАЛЫХ РЕК ТАЕЖНО-ЛЕСНОЙ ЗОНЫ В СВЯЗИ
С ПРОИЗВОДСТВОМ КАЛИЙНЫХ СОЛЕЙ

© 2020 г. О. З. Еремченко^а, *, И. В. Пахоруков^а, И. Е. Шестаков^а

^аПермский государственный национальный исследовательский университет, ул. Букирева, 15, Пермь, 614990 Россия

*e-mail: eremch@psu.ru

Поступила в редакцию 23.05.2019 г.

После доработки 05.09.2019 г.

Принята к публикации 28.11.2019 г.

Обследованы вторично засоленные аллювиальные почвы, формирующиеся в условиях таежно-лесной зоны на территории Верхнекамского месторождения солей. Результаты показали, что причиной устойчивого засоления почв являются минерализованные воды, фильтрующиеся от складированных отходов производства калийных солей. Под действием поверхностных и подземных вод хлоридного натриевого и калиево-натриевого состава образуются солончаковые почвы и вторичные солончаки. Выявлены особенности и составлен прогноз техногенной эволюции аллювиальных почв: нейтрализация кислотности, гипсообразование, появление карбонатов, вхождение натрия и калия в почвенный поглощающий комплекс и повышение насыщенности его основаниями. Для более полного отражения специфики техногенного засоления почв, сохранивших основные морфологические признаки природного профиля, целесообразно дополнить систему Мировой реферативной базы почвенных ресурсов квалификаторами: Salictechnic, Chloridictechnic, Gypsictechnic, Sodictechnic.

Ключевые слова: аллювиальные почвы, вторичное засоление, карбонато- и гипсообразование, классификация почв, прогноз эволюции

DOI: 10.31857/S0032180X2004005X

ВВЕДЕНИЕ

Антропогенная трансформация природной среды на современном этапе приводит к глобальным изменениям почв. Для установления контроля над изменяющимися экосистемами Земли основополагающее значение имеет оценка состояния и прогноз эволюции почвенного покрова [16, 29, 31]. Серьезную экологическую опасность представляет нарастающая засоленность почв, вызванная природными и антропогенными процессами. Глобальная площадь первичных солесодержащих почв составляет около 955 млн га, а вторичное засоление развито еще на 77 млн га, 58% из которых приходится на орошаемые районы [26]. Дополнительную угрозу вторичного галогенеза создают поиск и добыча нефти [12–14, 17], образование техногенных хвостохранилищ и шламохранилищ [10, 18, 21, 32]. Вторичная солонцеватость почв, проявившаяся в насыщенности почвенного поглощающего комплекса натрием, формируется вследствие применения антиобледенителей на дорогах [19, 27, 30]. Засоление почв связано с производством солей, в частности соды [22, 24]. В Польше вблизи Иновроцловского содового завода и его прудов-от-

стойников с отходами производства засоленные почвы образовались на площади 135 га [25].

Основной предпосылкой устойчивой засоленности почв в условиях умеренного гумидного климата служит регулярное поступление солей. В южной тайге Западной Сибири под воздействием артезианских минерализованных вод хлоридно-натриевого состава получил развитие солончаковый процесс. За 25-летний период воздействия подземных вод почвы первой надпойменной террасы и высокой поймы трансформировались в солончаки хлоридно-натриевые со слабощелочной и щелочной реакцией. В пределах низкой поймы сформировались аллювиальные солончаковые почвы [17].

В настоящей работе рассмотрено засоление почв вследствие развития калийного производства в таежно-лесной зоне Пермского края. Верхнекамское месторождение – одно из крупнейших в мире по величине запасов солей. Калийное производство сопровождается накоплением отходов, к настоящему времени их суммарное количество достигло 425 млн т. Наряду с твердыми галитовыми отходами, складированными на поверхности в виде солеотвалов, применяемые технологии сопровождаются образованием значительных объе-

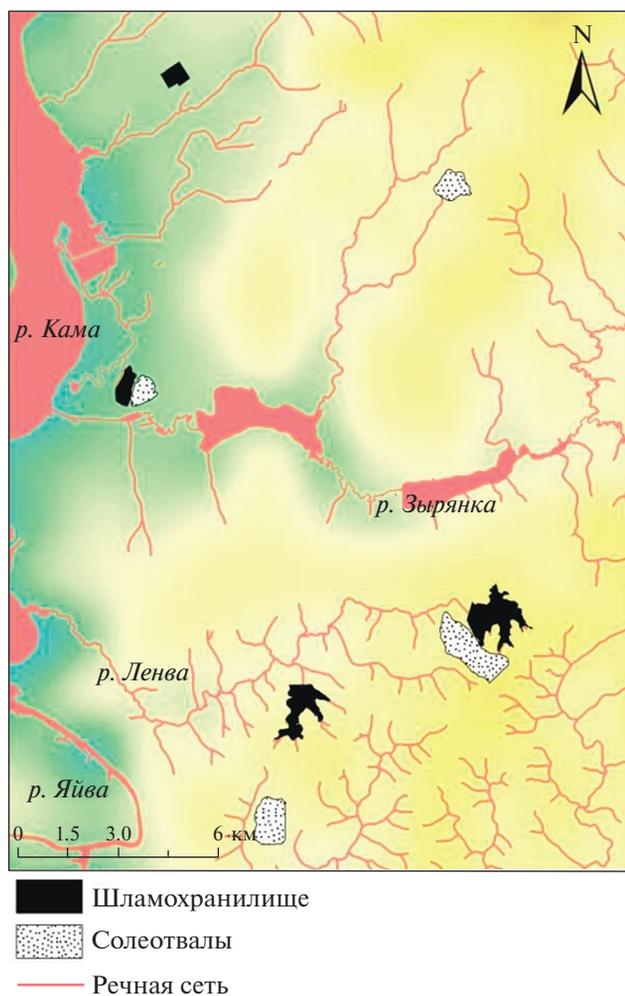


Рис. 1. Расположение солеотвалов и шламохранилищ ПАО “Уралкалий”.

мов глинисто-солевых шламов и избыточных рассолов, для хранения которых требуется сооружение шламохранилищ [3]. Фильтрационные утечки рассолов ПАО “Уралкалий”, даже по официальным данным, достигают сотни тысяч кубометров в год. Объем их разгрузки в поверхностную гидросеть весьма значителен. В работах по влиянию производства калийных солей на окружающую среду, как правило, внимание уделяется проблеме состояния поверхностных и подземных вод [2, 5, 10, 15]. В то же время характер и степень воздействия отвально-шламового хозяйства на почвенный покров не рассматриваются. Ранее исследовано состояние почвенного покрова возле солеотвалов в городах Соликамск и Березники [7]. Экологические риски, связанные с фильтрацией рассолов и развитием солончакового почвообразования в долинах речной сети Прикамья, пока не исследованы.

В пределах территории Верхнекамского месторождения солей функционируют рассолоподъемные скважины, заложенные в прошлые века для добычи пищевой соли. Воздействие минерализо-

ванных вод на аллювиальные почвы изучали на территории одного из первых русских поселений – Яйвинский острожок, основанном в 1570 г. Изливающиеся из двух скважин минерализованные воды в течение нескольких столетий поступали в почвы поймы р. Усолка. Эти уникальные объекты антропогенного галогенеза использованы в качестве прогнозных моделей аномального почвообразования в долинах малых рек южной тайги.

Цель исследований – выявление и прогноз развития солончакового процесса, развивающегося в аллювиальных почвах под влиянием отвально-шламового хозяйства ПАО “Уралкалий”.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Согласно открытым источникам, в окрестностях г. Березники складирование отходов предприятием ПАО “Уралкалий” началось в 60–70 гг. XX в., в настоящее время в пределах развитой речной сети расположены 4 солеотвала и 4 шламохранилища (рис. 1). За полстолетия от шламохранилища Березниковского производственного рудоуправления БКПРУ-2 в направлении ручья Понамаревский Лог (приток р. Зырянка) образовался ореол загрязнения подземных вод протяженностью около 3.5 км и шириной 1–3 км. Другая часть фильтрационных рассолов мигрирует в южном направлении и разгружается в р. Ленва, в которой минерализация достигает 150–200 г/л. Объекты отвально-шламового хозяйства БКПРУ-3 являются источниками загрязнения рек Волим и Ленва. В северном направлении от шламонакопителя сформировался ореол засоления подземных вод шириной до 2.5 км. От промплощадки и солеотвала БКПРУ-4 образовался ореол засоления протяженностью около 1 км и шириной до 1.5 км, вытянутый в направлении р. Быгель [3].

В районе исследований долины р. Ленвы разгружаются подземные воды, фильтрующиеся от шламохранилища БКПРУ-3 (рис. 2). Кроме того, соли поступают с водами р. Ленва, испытывающей воздействие солеотвала и шламохранилища БКПРУ-2. Для исследований были взяты пробы воды из шламохранилища БКПРУ-3, из р. Ленва, из мелководного водоема в заболоченной части поймы, а также проба почвенно-грунтовых вод на солончаке вторичном. На расширенном участке поймы реки в соответствии с растительностью и рельефом выделены пять контрольных участков, в пределах которых закладывали прикопки и почвенные разрезы до глубины водонасыщенных грунтов.

Для изучения направленности эволюционных процессов в почвах долин малых рек Прикамья, испытывающих вторичное засоление, взяты пробы воды из двух рассолоподъемных скважин, функционирующих, по мнению археологов, с XVI в. По берегам р. Усолки, в которую изливаются минерализованные воды, заложены три почвенных разреза.

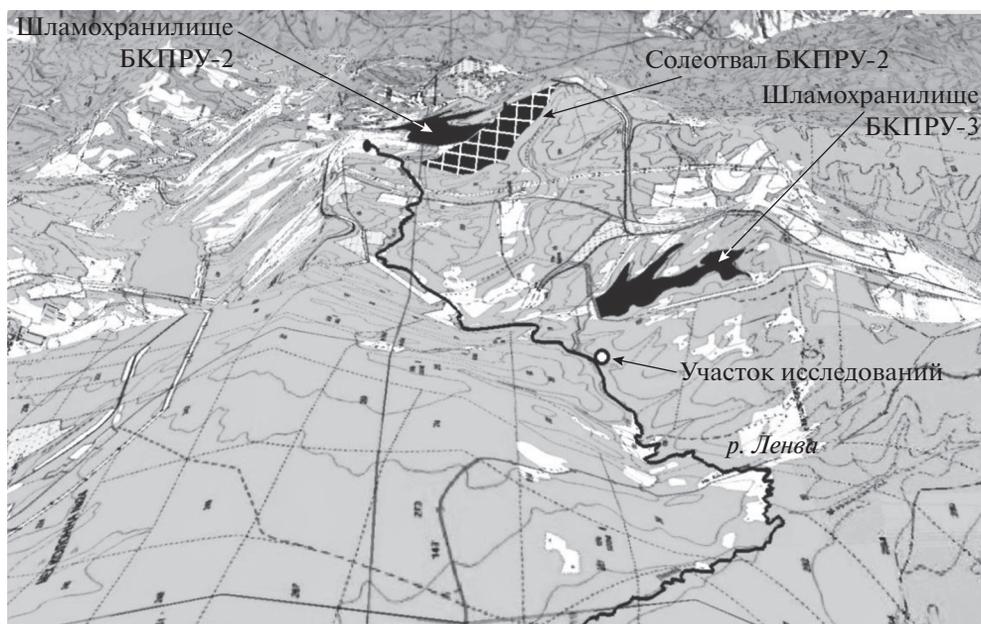


Рис. 2. Расположение солеотвалов и шламохранилищ в долине р. Ленва.

Диагностика почв проведена в соответствии с современной классификацией почв [9] и мировой корреляционной базой почвенных ресурсов [28]. В отобранных образцах почв определяли содержание органического углерода по Тюрину титриметрическим методом с окислением при кипячении; рН водной и солевой вытяжек – потенциометрическим методом; гидролитическую кислотность – по методу Каппена, содержание карбонатов и гипса – по Молодцову. Состав обменных оснований – по Пфедферу в модификации Молодцова и Игнатовой; ионно-солевой состав в водной вытяжке (в соотношении 1 : 5), HCO_3^- – титрованием раствором серной кислоты, SO_4^{2-} – весовым методом, Cl^- – аргентометрическим методом по Мору, Ca^{2+} и Mg^{2+} – комплексонометрическим методом, Na^+ и K^+ – пламенно-фотометрическим методом, сухой остаток – методом выпаривания и просушивания в сушильном шкафу при температуре 105°C .

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Воды шламохранилища БКПРУ-3 по степени минерализации относятся к рассолам и характеризуются нейтральным составом солей (табл. 1). В водах шламохранилища среди анионов преобладали хлориды, на сульфат-ионы приходилось около 3% от суммы анионов. В составе катионов доминировали Na^+ и K^+ , доля Ca^{2+} и Mg^{2+} составляла менее 4%. Воды мелководного заболоченного водоема в долине реки имели подобный состав солей при несколько повышенной минерализации. В грунтовых водах в профиле солончака вто-

ричного, залегающих на глубине 75 см, степень минерализации в 2.5 раза меньше. Одновременно в этих водах, по сравнению с водами шламохранилища, несколько возросло содержание Ca^{2+} и Mg^{2+} . Воды р. Ленва были наименее минерализованными и хлоридными по своему составу.

Приводим описание почв контрольных участков, испытывающих воздействие минерализованных вод.

Солончак вторичный (соровый) Fluvic Gleyic Solonchak (разрез 1) сформирован на обнажившемся днище мелководного водоема в центральной части поймы, практически лишен высшей растительности. Профиль имел следующее морфологическое строение:

S – солончачовая корка мощностью 3 см, рыхлая, ржавого цвета;

SS – сульфидный солевой горизонт, 3–15/12 см, почти черный с ржавыми прослойками, сырой, гелеобразный, содержит светлые включения мучнистого гипса;

S/G~~ – 15–70/55 см, оглеенный сырой суглинок сизого цвета с ржавыми примазками.

Разрез 2 заложили в относительно повышенной части поймы под лугово-злаковой растительностью. Аллювиальная гумусовая глееватая солончачовая почва Gleyic Fluvisols (Salic):

A_{Ys,g} – серогумусовый горизонт, 0–20/20 см; до глубины 10 см густо переплетен корнями трав, ниже корни единичные; серо-бурый, более темный до глубины 14 см; с глубины 18 см появились признаки оглеения в виде сизого оттенка и ржавых пятен, структура комковато-порошистая; средне-суглинистый; по корневицам отложены железистые

Таблица 1. Содержание ионов в водах шламохранилища, в поверхностных и подземных водах долины р. Ленва, ммоль (экв)/л

Место отбора	pH	Сухой остаток, г/л	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻
Шламохранилище	6.8	101.0	80.0	8.3	1149.6	434.1	1528.5	39.6	1.5
Заболоченный водоем	6.7	109.8	137.0	29.2	1238.3	434.1	1784.8	39.6	2.3
Река	6.5	15.3	51.0	16.7	113.5	32.3	207.6	6.2	1.7
Грунтовые воды	6.5	40.0	110.0	29.2	350.4	180.5	557.1	10.4	2.1

стые новообразования; переход к породе волнистый, постепенный;

Cs,g,ox – оглеенная почвообразующая порода, 20–70/50 см, бурого цвета, характерны ржавые пятна и множество железо-марганцевых конкреций;

C/Gs~~ – 70–100/30 см, аллювиальная глеевая суглинистая порода, сизая, с ржавыми примазками; с глубины 100 см становилась сырой, сизой, без рыжих пятен.

В нескольких метрах от р. Ленва под изреженной солончаковой растительностью (торичник солончаковый *Spergularia salina* J.et C. Presl., лебеда простертая *Atriplex prostrata* Bouchu ex DC., бескильница расставленная *Puccinellia distans* (Jacq.) Parl.) описан солончак вторичный по аллювиальной глееватой почве Fluvisols (Salic) (разрез 3):

0–5 см – оторфованная дернина, темно-бурая, обилие корней, сырая.

S/Ayg – солевой горизонт, 0–21/21 см, включал вышеуказанную оторфованную дернину; ржаво-бурый, сырой, бесструктурный, вязкий, суглинистый, переход к нижележащему горизонту волнистый, заметный по цвету.

S/CG~~ – засоленная глеевая почвообразующая порода, 21–75/54 см, сизовато-серая, сырая, бесструктурная, вязкая, тяжелосуглинистая, содержит крупнопесчаные фракции. Уровень стояния грунтовой воды – 75 см.

В понижении центральной части поймы под лугово-болотной растительностью заложен разрез 4. Аллювиальная гумусовая глееватая солончаковая почва Gleyic Fluvisols (Salic):

AUs,g – серогумусовый (дерновый) горизонт, 0–15/15 см, темно-бурый, слой 0–4 см более темного цвета, густо переплетен корнями, тяжелосуглинистый, комковатый, увлажненный, слегка вязкий, переход постепенный;

Cs,g,ox~~ – почвообразующая порода, 15–65/40 см, светло-сизая с яркими рыжими пятнами, сырая, бесструктурная, вязкая, суглинистая; с глубины около 40 см сочится вода;

C/Gs~~ – с 65 см порода приобретает серо-сизую окраску с редкими рыжими пятнами; на глубине около 80 см присутствуют округлые стяжения мелкокристаллического гипса.

На кромке болота на отложениях супесчаного гранулометрического состава под рудерально-злаковой растительностью заложен разрез 5. В аллювиальной гумусовой глееватой солончаковой почве Gleyic Fluvisols (Salic) диагностировали следующие горизонты:

AUs,g – серогумусовый горизонт, 0–20/20 см, верхняя часть которого представлена оторфованной дерниной мощностью 10 см; серо-бурый с рыжими крапинками, сырой, бесструктурный, супесчаный, переход волнистый, заметный по цвету;

Cs,g,ox~~ – почвообразующая порода, 20–32/12 см, ржаво-рыжая, сырая, бесструктурная, супесчаная, переход заметный по цвету;

CGs~~ – почвообразующая порода, 32–69/37 см, сизо-серого цвета, сырая, бесструктурная, липкая, вязкая; присутствует ржавый мицелий по трещинам и корням, ржавые пятна в верхней части, в нижней части встречаются угольки и вкрапления мелких кристаллов гипса, суглинистый; вода сочится с глубины 32 см.

Таким образом, аллювиальные почвы, находящиеся под воздействием минерализованных вод, в целом сохранили строение профиля; отличительный морфологический признак проявился в виде новообразований мелкокристаллического гипса (разрезы 4, 5). Солончак соровый – новый компонент в почвенном покрове, образовавшийся при высыхании соленого мелководного водоема. В верхней части профиля этого солончака присутствовал черный гелеобразный осадок, видимо, сульфид железа, образовавшийся на дне водоема в присутствии растворенных сульфатов при участии сульфатредуцирующих бактерий.

В профиле аллювиальных почв, находящихся под постоянным воздействием минерализованных вод, аккумуляровались водорастворимые соли (рис. 3). В водной вытяжке из кислой аллювиальной почвы гидрокарбонаты отсутствовали, в остальных почвах их количество было минимальным (0.10–0.44 смоль(экв)/кг почвы). Содержание хлоридов было очень высоким в солончаках и относительно пониженным – в аллювиальных почвах. Сульфат-ионы отсутствовали в аллювиальной глееватой кислой почве, в остальных разрезах их количество находилось в пределах 1.2–3.8 смоль(экв)/кг. Солончак соровый отличился высоким содержанием сульфат-ионов – 120–

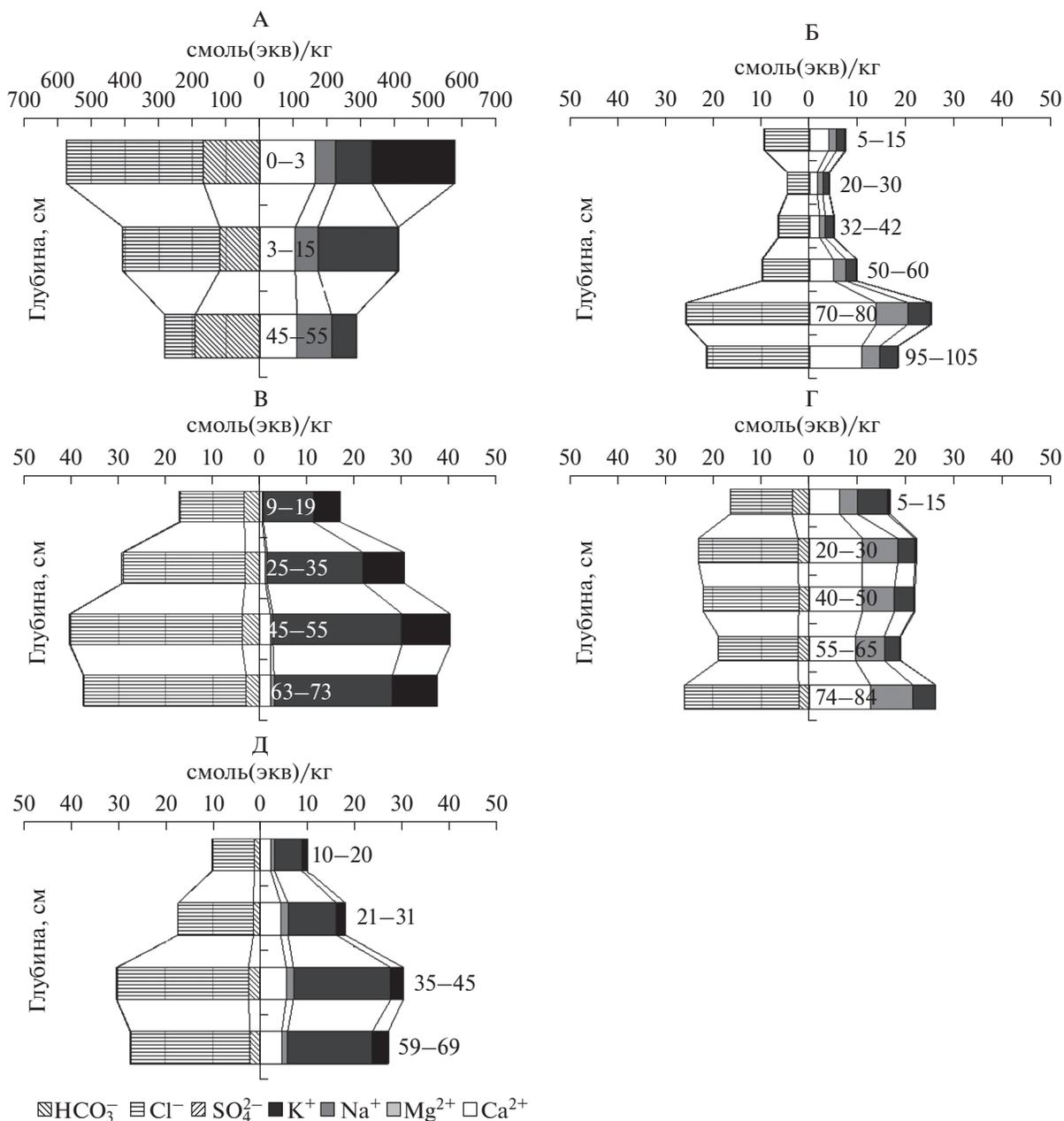


Рис. 3. Содержание ионов в водных вытяжках из почв в пойме р. Ленва: А – солончак вторичный (соровый) Fluvic Gleyic Solonchak (разрез 1); Б – аллювиальная гумусовая глееватая солончаковая почва Gleyic Fluvisols (Salic) (разрез 2); В – солончак вторичный по аллювиальной глееватой почве Fluvic Gleyic Solonchak (разрез 3); Г – аллювиальная гумусовая глееватая солончаковая почва Gleyic Fluvisols (Salic) (разрез 4); Д – аллювиальная гумусовая глееватая солончаковая почва Gleyic Fluvisols (Salic) (разрез 5).

190 смоль(экв)/кг, накопление сульфатных солей, по-видимому, происходило по мере высыхания водоема. В соответствии с критериями выделения родов по соотношению анионов [9] почвы имели хлоридное засоление, лишь солончак соровый характеризовался сульфатно-хлоридным химизмом солей.

Содержание и соотношение катионов в водной вытяжке из почв колебалось в значительных пределах; наибольшим количеством Na^+ отличались

солончаки, особенно соровый. Количество Na^+ составляло от 1.3 до 240 смоль(экв)/кг.

В солончаке соровом количество Ca^{2+} превысило 100 смоль(экв)/кг, отличалась почва и наибольшим содержанием Mg^{2+} . Неожиданно повышенной была концентрация этих катионов в сильнокислой аллювиальной глееватой почве (разрез 5).

В соответствии с составом катионов [9], аллювиальные почвы отличались химизмом засоления.

Солончак соровый имел кальциево-натриевый химизм в солевом горизонте и натриево-магниевый – в глеевом. В верхних горизонтах солончака вторичного – натриевое засоление, а в нижних – кальциево-натриевое. У аллювиальных солончаковых почв отмечен магниевый (разрез 4), кальциево-натриевый (разрез 6) и натриево-магниевый, магниевый-натриево-кальциевый (разрез 2) химизм.

Отличительной особенностью обоих солончаков было высокое содержание ионов K^+ . В поверхностной корке у солончака сорового его количество превысило содержание Na^+ . В солончаке вторичном уровень аккумуляции K^+ был в несколько раз выше суммарного количества Ca^{2+} и Mg^{2+} . В одной из аллювиальных почв (разрез 2) содержание K^+ больше, чем Mg^{2+} .

На основе данных о связывании ионов водной вытяжки в токсичные соли (в соответствии с их растворимостью) пришли к заключению, что в аллювиальных почвах присутствуют не только хлориды натрия, но и хлориды калия, магния и кальция.

Максимальный уровень содержания токсичных солей (17–27%) установлен в солевом горизонте (0–15 см) солончака сорового; количество солей оставалось очень высоким (10%) и в глеевом горизонте этой почвы (табл. 2).

В верхнем горизонте солончака вторичного по аллювиальной гумусовой глееватой почве содержалось более 1% токсичных солей, в почвообразующей породе – более 2%. Таким образом, очень сильнозасоленным был весь почвенный профиль. В верхних горизонтах аллювиальных солончаковых почв (разрезы 2, 4, 5) сумма токсичных солей находилась в пределах 0.3–0.5%, наибольшая аккумуляция токсичных солей (0.75–1.6%), как правило, прослеживалась в нижнем полуметровом водонасыщенном слое.

Исследованные почвы поймы р. Ленвы заметно отличались по реакции почвенной среды (табл. 2). Нейтральной и преимущественно нейтральной реакцией характеризовались солончак вторичный и аллювиальные глееватые почвы (разрезы 1, 3, 5).

Слабокислая реакция среды выявлена в солончаке соровом. Резкокислой реакцией (рН H_2O 2.8–3.4) отличилась аллювиальная глееватая солончаковая почва под лугово-болотной растительностью (разрез 4).

В аллювиальных почвах с нейтральной реакцией среды (разрезы 3, 5) содержались карбонаты в количестве 1.2–1.6%, распределение их по профилю было относительно равномерным. Появление карбонатов в почвах таежно-лесной зоны, по-видимому, связано с дополнительным поступлением кальция с техногенными водами.

В условиях пойменного режима содержание органического углерода в почвах невысокое, особенно при супесчаном гранулометрическом составе (табл. 2). Некоторое увеличение количества органического углерода связано не столько с гумусом, сколько с накоплением перегнойного вещества в глеевых почвах. Значительным было содержание органического углерода в солончаке соровом, по-видимому, из-за концентрации органических остатков в илистых отложениях водоема.

Емкость катионного обмена (ЕКО) в аллювиальных почвах зависела преимущественно от их гранулометрического состава. Суглинистые горизонты имели ЕКО в пределах 13–19 смоль(экв)/кг, а супесчаные – около 9 смоль(экв)/кг. В солончаке соровом доля обменного натрия достигала 24–28% ЕКО, соответственно почва относится к виду мало- и средненатриевых почв [9]. Солончак вторичный по доле обменного натрия (27–32%) – средненатриевый, одновременно в нем относительное содержание Na^+ и K^+ составляло 77–82% ЕКО. Аллювиальные солончаковые почвы по доле Na^+ отнесены к средненатриевому и малонатриевому видам.

Часть исследованных почв сохранила ненасыщенность основаниями, в солончаке соровом общая доля обменных H^+ и Al^{3+} (гидролитическая кислотность) – 6–14% ЕКО. Кислые аллювиальные почвы были слабоненасыщенными (H^+ + Al^{3+} – от 26 до 49%).

С точки зрения природно-техногенного почвообразования определенным интересом представляют данные о составе обменных оснований. Аллювиальные почвы таежно-лесной зоны сформировались в условиях водозастойного режима под воздействием процесса оглеения. Глеобразование – биогеохимический почвообразовательный процесс, возникающий в анаэробной среде на кислых и нейтральных породах, не содержащих сульфатов, при наличии органического вещества, способного к ферментации. При участии гетеротрофной микрофлоры продуцируется значительное количество фульвокислот и органических низкомолекулярных кислот, поэтому для глеевых почв характерны кислая реакция и ненасыщенность основаниями [8]. Дополнительное поступление оснований с техногенными водами способствовало вытеснению H^+ и Al^{3+} из почвенного поглощающего комплекса и нейтрализации кислотности, что было отмечено во вторичном солончаке и в аллювиальной глееватой супесчаной почве (разрезы 3, 5). В соровом солончаке и в аллювиальных глееватых суглинистых почвах (разрезы 1, 2, 4) кислотность среды и ненасыщенность основаниями сохранились. Повышенная кислотность аллювиальной глееватой почвы может быть связана с обменным вытеснением H^+ и Al^{3+} в почвенный раствор. Подобное значительное подкисление дерново-подзолистых почв под

Таблица 2. Физико-химические и химические свойства почв в пойме р. Ленвы

№ разреза	Почва	Глубина, см	С _{орг} , %	pH		Обменные катионы, смоль(экв)/кг					Сумма токсичных солей	СО ₂ карбонатов	Тип
				H ₂ O	KCl	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	H ⁺ + Al ³⁺			
1	Солончак сорочный	0–3	5.95	5.90	5.84	6.40	2.71	4.40	2.40	2.50	27.2	0	19.3
		3–15	5.84	6.75	8.70	3.00	5.52	1.01	1.20	1.20	17.2	0	12.5
		45–55	–	5.85	–	–	–	–	3.70	–	10.2	0	2.7
2	Аллювиальная гумусовая глееватая солончаквая	5–15	5.42	4.69	5.42	5.12	2.43	1.91	0.42	13.3	0.34	0	0
		20–30	1.03	4.47	4.48	8.00	3.03	2.10	0.31	5.64	0.2	0	0
		32–42	–	5.02	–	–	–	–	–	3.81	0.2	0	0
		50–60	–	4.16	–	–	–	–	–	5.60	0.4	0	0
		70–80	–	4.68	–	–	–	–	–	7.22	0.9	0	0
3	Солончак вторичный	95–105	–	5.18	5.22	–	–	–	–	4.51	0.7	0	0
		9–19	1.15	7.23	6.81	2.80	1.20	4.77	8.82	0	1.1	1.6	2.1
		25–35	1.43	6.83	6.57	2.00	0.76	4.59	7.71	0	1.8	1.6	1.3
		45–55	–	6.55	6.45	1.84	0.88	4.45	6.67	0	2.4	1.5	1.8
		63–73	–	6.41	6.29	1.76	0.76	3.83	6.30	0	2.2	1.2	1.8
4	Аллювиальная гумусовая глееватая солончаквая	5–15	2.93	2.97	2.82	4.72	1.88	1.70	0.88	3.41	0.5	0	0
		20–30	0.72	2.82	2.58	5.88	2.24	1.91	0.47	3.87	0.9	0	0
		40–50	–	3.44	3.23	7.08	2.68	2.02	0.53	4.25	0.9	0	0
		55–65	–	3.27	2.97	7.12	2.32	1.91	0.35	2.79	0.7	0	0
		74–84	–	3.33	3.18	–	–	–	–	2.62	1.1	0	2.8
5	Аллювиальная гумусовая глееватая солончаквая	10–20	0.38	6.48	6.41	3.68	1.28	2.57	2.13	0	0.5	1.2	1.4
		21–31	0.31	5.93	5.82	2.92	1.08	2.85	2.40	0	0.9	0	1.7
		35–45	–	6.47	6.25	5.08	1.60	4.90	4.62	0	1.6	1.2	1.8
		59–69	–	6.89	6.78	5.12	1.36	4.45	5.25	0	1.5	1.3	2.9

Примечание. Прочерк – данные отсутствуют.

Таблица 3. Содержание ионов в водах рассолоподъемных скважин поймы р. Усолка, ммоль(экв)/л

№ скважины	pH	Сухой остаток, г/л	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻
1	7.8	35.3	58.6	14.6	480.0	0.3	468.8	69.2	16.7
2	7.8	30.1	56.4	14.4	420.9	0.3	410.4	65.0	19.2

воздействием минерализованных вод отмечалось в работе Ронжиной и Кречетова [13]. Не исключаем вероятность образования в резко кислой аллювиальной почве раствора серной кислоты. Для почв речных долин характерна высокая контрастность окислительно-восстановительных условий, в условиях восстановительной среды идет образование сероводорода из сульфат-ионов; сероводород взаимодействует с катионами, преимущественно, железа. Сульфиды, оказавшись в кислородной обстановке, окисляются до свободной серной кислоты.

В нашем случае состав обменных оснований в аллювиальных вторично засоленных почвах представлен Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺, K⁺, H⁺ + Al³⁺. Известно, что одновременное присутствие H⁺ и Na⁺ в почвенном поглощающем комплексе характерно для солодей, однако эти почвы не являются засоленными. Солоди образуются при рассолении солонцов, обменный Na⁺ постепенно вытесняется H⁺ [1]. В кислых аллювиальных почвах, напротив, в почвенном поглощающем комплексе под воздействием минерализованных вод идет постепенная замена водорода одновалентными катионами, прежде всего Na⁺.

Не менее аномальным является и отмеченное присутствие в почвенном поглощающем комплексе значительных количеств K⁺. Калиевые соли техногенного происхождения из грунтовых вод поступают в аллювиальные почвы, увеличивая сверх всех природных пределов долю обменного калия (до 50% ЕКО во вторичном солончаке).

В профиле вторичного солончака и аллювиальной глеевой супесчаной почвы (разрезы 3, 5) на глубине 70–80 см отмечены новообразования мелкокристаллического гипса. В верхней части почвенного профиля присутствие гипса визуальное не установлено, но аналитические методы показали гипсосодержание в количестве 1.3–2.0%. В естественных условиях аккумуляция гипса характерна для почв аридных и семиаридных регионов. Гипсообразование может быть связано с: а) поступлением и упариванием грунтовых вод, насыщенных по кальцию и сульфат-иону; б) обменными процессами, в результате которых происходит накопление гипса за счет обменных реакций между кальцием карбонатов и сульфатно-натриевыми водами (декарбонатизация); в) обменными реакциями солевых сульфатно-натриевых растворов и кальцием почвенного поглощающего комплекса [23, 33]. Поверхностные и подзем-

ные воды на территории исследования являются ненасыщенными по кальцию и сульфат-ионам. Осаждение гипса мучнистого морфотипа происходило при высыхании мелкого водоема, поэтому в верхних слоях солончака сорового его содержание достигало 12–19%. Такое гипсообразование по пути испарительной концентрации солей – явление сезонное и относительно кратковременное. Не исключаем возможности криогенного гипсообразования в профиле вторично засоленных почв, так как новообразования гипса обнаружены на глубине промерзания почв в условиях южной тайги. Известно, что с динамикой промерзания–оттаивания почвы связано передвижение вещества. При промерзании влагонасыщенных почв часть солей вовлечена в лед, часть отжимается в нижележащие слои воды. В результате их концентрация возрастает в растворе перед фронтом кристаллизации, образуя области криогенной концентрации. После достижения предела растворимости соли выпадают в осадок. При последующем оттаивании не все выпавшие в осадок соли переходят в раствор, образуя различные аккумуляции в профиле [11]. При определенном уровне соленакопления причиной образования кристаллов гипса, вероятно, могут служить обменные реакции между натриево-калиевыми водами и почвенным поглощающим комплексом; при этом вытесненный Ca²⁺ связывается с сульфат-ионами.

Второй группой объектов были почвы в пойме р. Усолки, испытывающие воздействие минерализованных вод в течение нескольких столетий. В настоящее время из скважин изливаются воды сильной минерализации, слабощелочного хлоридно-натриевого химизма (табл. 3). По сравнению с поверхностными и подземными водами поймы р. Ленва (табл. 1), эти воды заметно богаче сульфатными солями, но в них содержалось минимальное количество K⁺.

На расстоянии 3–5 м от р. Усолка, в которую изливаются воды из рассолоподъемных скважин, под лугово-болотной растительностью заложены три разреза на аллювиальных гумусовых глееватых солончаковых почвах Gleyic Fluvisols (Salic). Разрезы 1 и 2 расположены на расстоянии 20–25 м от рассолоподъемной скважины 1 и на 8–12 м от скважины 2. Разрез 3 находился на расстоянии около 70 м от скважин. Грунтовые воды в разрезах залегали на глубине 90–100 см. Вскипание почв обнаружено только после высушивания проб, глубина вскипания: от поверхности (разрез 1), 24–34 см (разрез 3) и 45–55 см (разрез 2).

Верхняя часть гумусового горизонта аллювиальных почв плотно переплетена корнями. Горизонт АУ – бурый, сырой, вязкий, слоистый суглинистый содержит рыжие пятна и полосы, реже – черные полосы. Гумусовый горизонт очень постепенно, через горизонт АС, переходит на глубине 40–60 см в сизую, сизо-бурую, слоистую, вязкую суглинистую породу. В разрезе 3 на глубине 90–95 см отмечены округлые стяжения мелкокристаллического гипса. В целом можно утверждать, что аллювиальные почвы, находящиеся под воздействием минерализованных вод в течение нескольких столетий, сохранили строе- ние профиля. Отличительный морфологический признак проявился в виде новообразований мелкокристаллического гипса.

В водной вытяжке из почв (рис. 4) среди анионов меньше всего гидрокарбонатов (0.8–1.7 смоль(экв)/кг); содержание Cl^- и SO_4^{2-} было относительно близким, при некотором превышении количества хлорид-ионов. Среди катионов, как правило, преобладал Na^+ ; за ним следовал Ca^{2+} ; но содержание Ca^{2+} было максимальным (12 смоль(экв)/кг) в породе, содержащей новообразования гипса (разрез 3). В наименьшем количестве в водной вытяжке присутствовал K^+ (0.4–0.5 смоль(экв)/кг). Химизм засоления почв по соотношению катионов – натриевый, по соотношению анионов – сульфатно-хлоридный.

Аллювиальные почвы в пойме р. Усолка содержат легкорастворимые соли в токсичных количествах (табл. 4), в том числе в гумусовом горизонте – 0.31–0.56%. В соответствии с классификацией [9], они солончаковые, по сумме токсичных солей характеризуются средней и сильной степенью засоления. Как правило, несколько повышенное количество солей отмечено в нижней водонасыщенной части профиля, особенно в разрезе 3. Почвы характеризуются нейтральной и слабощелочной реакцией среды. Содержание органического углерода низкое, в гумусовом горизонте – 1.3–1.7%.

Емкость катионного обмена составляла 19–23 смоль(экв)/кг почвы (табл. 4). В составе обменных катионов больше всего Ca^{2+} ; доля Na^+ в гумусовом горизонте колебалась в пределах 33–41%. Соответственно по его содержанию почвы являются многонариевыми. Все горизонты почв содержали небольшое количество карбонатов (1–2.6%). Гипс присутствовал во всех горизонтах в пределах 1–3%, только при наличии гипсовых стяжений его количество возросло до 11%.

Результаты по изучению свойств почв в зоне действия рассолоподъемных скважин продемонстрировали направленность эволюционных изменений в аллювиальных почвах под воздействием минерализованных вод в условиях гумидного климата. Сходство с техногенно-засоленными почвами поймы р. Ленва проявилось в аккумуля-

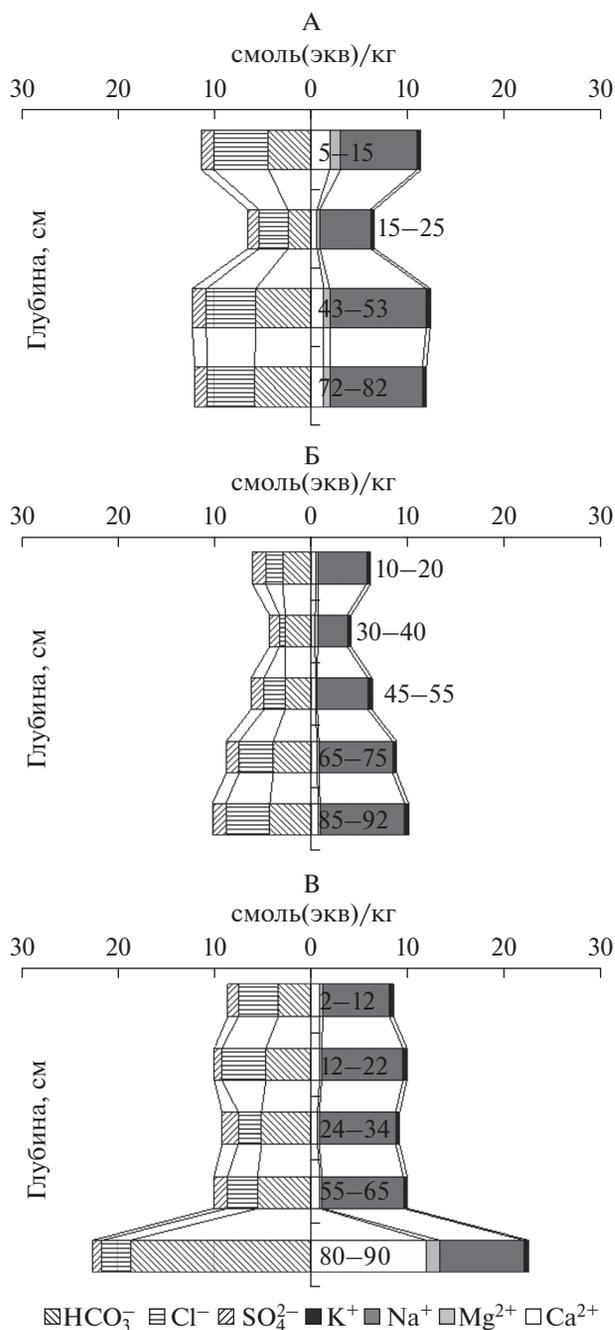


Рис. 4. Содержание ионов в водных вытяжках из аллювиальных гумусовых глееватых солончаковых почв Gleyic Fluvisols (Salic) в пойме р. Усолка (А – разрез 1; Б – разрез 2; В – разрез 3).

ции водорастворимых хлоридных и сульфатных солей до уровня солончаковости, нейтрализации кислотности, накопления карбонатов и гипса, многонариевости (по обменному натрию). Основное различие по накоплению водорастворимого и обменного калия связано с химизмом вод, минерализованные воды, фильтрующиеся от отходов производства солей, обогащены хлоридами калия.

Таблица 4. Физико-химические и химические свойства аллювиальных гумусовых глееватых солончаковых почв в пойме р. Усолка

№ разреза	Глубина, см	C _{орг} , %	pH _{H₂O}	Обменные катионы, смоль(экв)/кг				Сумма токсичных солей	CO ₂ карбонатов	Гипс
				Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺			
1	5–15	1.8	7.7	12.08	1.88	8.66	0.27	0.59	2.57	2.92
	15–25	0.67	8.2	9.64	1.48	8.17	0.45	0.41	2.18	2.45
	43–53	–	7.7	8.08	1.68	8.94	0.66	0.69	1.98	0.99
	72–82	–	7.5	7.64	1.68	8.94	0.41	0.65	1.19	1.76
2	10–20	1.67	7.2	9.92	1.92	8.66	0.45	0.34	1.09	1.72
	30–40	0.49	7.8	9.52	1.36	7.69	0.45	0.23	0.79	1.25
	45–55	–	8.1	10.76	1.36	7.93	0.31	0.36	0.99	2.24
	65–75	–	7.9	9.44	1.60	9.15	0.45	0.54	1.19	2.41
	85–92	–	7.8	–	–	–	–	0.59	1.39	2.67
3	2–12	1.51	7.2	13.52	1.60	7.69	0.41	0.48	0.99	2.97
	12–22	1.28	6.8	11.12	1.48	9.04	0.48	0.58	0.89	2.92
	24–34	–	7.4	8.56	0.92	9.04	0.66	0.52	1.39	1.81
	55–65	–	7.7	9.32	0.96	9.04	0.66	0.57	1.19	2.11
	80–90	–	7.2	–	–	–	–	0.68	1.19	11.09

Примечание. Прочерк – данные отсутствуют.

Имеющиеся особенности в происхождении и свойствах техногенных почв должны найти отражение в современных классификациях. Наиболее распространенные в мире классификации почв (World reference base for soil resources, Soil Taxonomy) регулярно обновляются при сохранении базовых принципов. И все же ученые признают, что наших знаний недостаточно для того, чтобы понять процессы, происходящие в техногенных почвах, и классифицировать их надлежащим образом [6, 20]. В классификацию WRB входит относительно молодая группа Technosols [28], в которую предложено относить почвы с высоким содержанием техногенных материалов; при более низкой степени техногенного влияния почвам могут быть присвоены главные или дополнительные квалификаторы, в том числе Technic, Sodic, Salic.

Совершенствование систематики техногенных почв и почв, переходных между техногенными поверхностными образованиями и почвами, весьма актуально и для современной классификации почв России [4, 6]. Горячкин с соавт. [6] вносят представление об ортоэкстремальных почвах, к которым отнесены техногенно “отравленные” почвы, сохранившие морфоструктурные профили, но их биофункциональное сильно редуцировано. По-видимому, исследуемые аллювиальные солончаковые почвы и, особенно, вторичные солончаки следует отнести к этой группе ортоэкстремальных почв, так как их морфологический облик не соответствует современной способности к выполнению экологических функций.

На основании полученных результатов диагностировали исследуемые вторично засоленные поч-

вы поймы р. Ленва по изученным показателям – до рода и вида [9], а также в соответствии с мировой корреляционной базой почвенных ресурсов [28]:

– солончак вторичный сульфидный (сорový) гипсосодержащий карбонатсодержащий насыщенный сульфатно-хлоридный натриево-кальциевый средненатриевый суглинистый; Fluvic Gypsic Sodic Gleyic Solonchak (Loamic, Chloridic, Ochric, Hypersalic, Sulfidic) (разрез 1);

– аллювиальная гумусовая глееватая слабонасыщенная хлоридная магниевое-натриево-кальциевая солончаковая сильнозасоленная малонатриевая почва; Eutric Protosodic Gleyic Fluvisol (Loamic, Ochric, Protosalic) (разрез 2);

– солончак вторичный насыщенный карбонатсодержащий гипсосодержащий хлоридный калиево-натриевый средненатриевый по аллювиальной гумусовой глеевой суглинистой почве; Fluvic Gypsic Sodic Gleyic Solonchak (Loamic, Chloridic, Ochric, Hypersalic) (разрез 3);

– аллювиальная гумусовая глееватая ненасыщенная хлоридная натриево-магниевое-кальциевая солончаковая сильнозасоленная малонатриевая суглинистая почва; Sodic Gleyic Fluvisol (Loamic, Ochric, Salic) (разрез 4);

– аллювиальная гумусовая глееватая насыщенная карбонатсодержащая гипсосодержащая хлоридная кальциево-натриевая солончаковая сильнозасоленная средненатриевая супесчано-легкосуглинистая почва Gipsiric Sodic Gleyic Fluvisol (Loamic, Ochric, Salic) (разрез 5).

Аллювиальные почвы в пойме р. Усолка, находящиеся под воздействием минерализованных вод

в течение нескольких столетий, также диагностированы в соответствии с вышеперечисленными классификациями: аллювиальные гумусовые глееватые насыщенные карбонатсодержащие гипсосодержащие хлоридно-натриевые солончаковые сильно и среднесолонные многонатриевые суглинистые почвы; Gipsiric Sodic Gleyic Fluvisol (Loamic, Ocric, Salic).

Дополнительные квалификаторы Chloridic, Gypsic, Salic, Sodic обозначают признаки антропогенного происхождения, связанные с водной миграцией техногенных солей. Вслед за предложением использовать квалификатор Calcitechnic для обозначения карбонатов кальция техногенного происхождения [25], нам представляется целесообразным и логичным предложить использовать дополнительные квалификаторы Salicotechnic, Chloridicotechnic, Gypsicotechnic, Sodicotechnic для почв с аккумуляцией техногенных солей, хлоридных солей, гипса, а также насыщенных обменным натрием (более 15% от ЕКО).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Продемонстрировано, что рассолы, фильтрующиеся от складываемых отходов производства калийных солей, повышают минерализацию поверхностных и подземных вод. Выклинивающиеся в пойме малой р. Ленва минерализованные воды способствовали засолению аллювиальных почв. Техногенная эволюция аллювиальных почв идет в направлении развития солончаковости, нейтрализации кислотности, образования мелкокристаллического гипса, появления карбонатов, повышения насыщенности основаниями, вхождения натрия и калия в почвенный поглощающий комплекс. Общую направленность процессов эволюции почв, испытывающих постоянное воздействие солей в условиях гумидного климата, подтвердили свойства аллювиальных почв, в течение нескольких столетий подверженных воздействию минерализованных вод из рассолоподъемных скважин.

В настоящее время солеотвалы и шламохранилища на территории Верхнекамского месторождения солей занимают более 1000 га, а с учетом перспективного развития калийного производства их площади могут достигнуть 2–3 тыс. га [3]. Следовательно, при сохранении современных технологий солевая нагрузка на экосистемы речных долин Прикамья возрастет, а в аллювиальном почвообразовании усилятся солончаковые процессы.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Базилевич Н.И.* Лесостепные солоды. М.: Наука, 1965. 97 с.

2. *Белкин В.В.* Мониторинг геологической среды в процессе разработки калийных месторождений // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. 2008. № 1. С. 49–59.

3. *Бобошко А.Ю., Бачурин Б.А.* Экологические проблемы верхнекамского калия [Электронный ресурс] // Горное эхо. <http://ftp.mi-perm.ru/ge4-04/ge4-04-bach.htm> (дата обращения: 12.09.2018).

4. *Герасимова М.И.* Классификация почв России: путь к следующей версии // Почвоведение. 2019. № 1. С. 32–42. <https://doi.org/10.1134/S0032180X19010027>

5. *Голубцова А.Н., Карманова С.В.* Оценка воздействия на объекты окружающей среды при строительстве шламонакопителя Усольского калийного комбината // Транспорт. Транспортные сооружения. Экология. № 3. 2015. С. 20–34. <https://doi.org/10.1134/S0032180X19010027>

6. *Горячкин С.В., Мергелов Н.С., Таргульян В.О.* Генезис и география почв экстремальных условий: элементы теории и методические подходы // Почвоведение. 2019. № 1. С. 5–19. <https://doi.org/10.1134/S0032180X19010040>

7. *Еремченко О.З., Четина О.А., Кусакина М.Г., Шестаков И.Е.* Техногенные поверхностные образования зоны солеотвалов и адаптация к ним растений: монография Пермского гос. национ. исслед. ун-та. Пермь, 2013. 148 с.

8. *Зайдельман Ф.Р.* Глееобразование как фактор почвообразования и деградации почв, способы их защиты // Почвоведение. 2017. № 7. С. 849–859. <https://doi.org/10.7868/S0032180X17070139>

9. *Классификация и диагностика почв России.* Смоленск: Ойкумена, 2004. 342 с.

10. *Лискова М.Ю.* Негативное воздействие, оказываемое на окружающую среду предприятиями по добыче и обогащению калийно-магниевых солей // Вестник ПНИПУ. Геология. Нефтегазовое и горное дело. 2017. Т. 16. № 1. С. 82–88. <https://doi.org/10.15593/2224-9923/2017.1.9>

11. *Почвообразовательные процессы / Под ред. Симановой М.С., Тонконогова В.Д. М.: Почв. ин-т им. В.В. Докучаева, 2006. С. 147–155.*

12. *Ронжина Т.В.* Техногенная трансформация дерново-подзолистых почв в районах добычи углеводородного сырья при разливе сточных вод // Естественные и технические науки. 2009. № 6. С. 452–454.

13. *Ронжина Т.В., Кречетов П.П.* Изменение кислотно-основного состояния почв в результате реализации механизмов геохимической буферности при импактном воздействии минерализованных вод на дерново-подзолистые почвы // Фундаментальные исследования. 2013. № 10(6). С. 1293–1296. <https://elibrary.ru/item.asp?id=20388697>

14. *Фоминых Д.Е., Щербак Г.Г.* Техногенное засоление и возможности рекультивации почв на территориях нефтяных месторождений Западной Сибири // Инженерные изыскания. 2012. № 9. С. 66–71.

15. *Хайрулина Е.А., Новоселова Л.В., Порошина Н.В.* Природные и антропогенные источники водорастворимых солей на территории Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей // Географический вестник, Geographical bulletin. 2017. № 1(40). С. 93–101. <https://doi.org/10.17072/2079-7877-2017-1-93-101>

16. Эволюция почв и почвенного покрова. Теория и разнообразие природной эволюции и антропогенных трансформаций почв / Отв. ред. Кудеяров В.Н., Иванов И.В. М.: ГЕОС, 2015. 925 с.
17. Якимов А.С., Сванидзе И.Г., Казанцева М.Н., Соромотин А.В. Изменение свойств почв речных долин южной тайги Западной Сибири под действием минерализованных артезианских вод // Почвоведение. 2014. № 3. С. 364–374.
<https://doi.org/10.7868/S0032180X14030137>
18. Artamonova V.S., Dits L.Yu., Elizarova T.N., Lyutykh I.V. Technogenic Salinization of Soils and Their Microbiological Characterization // Sibirskii Ekologicheskii Zhurnal. 2010. V. 17 (3). P. 461–470.
<https://doi.org/10.1134/S1995425510030112>
19. Azovtseva N.A., Smagin A.V. Dynamics of Physical and Physicochemical Properties of Urban Soils under the Effect of Ice-Melting Salts // Eurasian Soil Science. 2018. T. 51. № 1. С. 120–129.
<https://doi.org/10.1134/S1064229318010027>
20. Charzyński P., Bednarek R., Greinert A., Hulisz P., Uzarowicz Ł. Classification of technogenic soils according to WRB system in the light of Polish experiences // Soil Science Annual. 2013. V. 64. № 4. P. 145–150.
<https://doi.org/10.2478/ssa-2013-0023>
21. Gabbasova I.M., Suleimanov R.R. Transformation of gray forest soils upon technogenic salinization and alkalization and subsequent rehabilitation in oil-producing regions of the southern Urals // Eurasian Soil Science. 2007. V. 40. № 9. P. 1000–1007.
<https://doi.org/10.1134/S1064229307090116>
22. Grunewald G., Kaiser K., Jahn R. Alteration of secondary minerals along a time series in young alkaline soils derived from carbonatic wastes of soda production // Catena. 2007. V. 71. № 3. P. 487–496.
<https://doi.org/10.1016/j.catena.2007.03.022>
23. Eswaran H., Gong Z.-T. Properties, genesis, classification, and distribution of soils with gypsum // Occurrence, Characteristics, and Genesis of Carbonate, Gypsum, and Silica Accumulations in Soils. Published by: Soil Science Society of America. 1991. P. 89–119.
24. Hulisz P., Charzyński P., Giani L. Application of the WRB classification to salt-affected soils in Poland and Germany // Polish J. Soil Sci. 2010. V. 43. № 1. P. 81–92.
25. Hulisz P., Pindral S., Kobierski M., Charzyński P. Technogenic Layers in Organic Soils as a Result of the Impact of the Soda Industry // Eurasian Soil Science. 2018. V. 51. № 10. P. 1133–1141.
<https://doi.org/10.1134/S1064229318100046>
26. Imeternicht G., Azinck J. Remote sensing of soil salinity: potentials and constraints // Remote Sensing of Environment. 2003. V. 85. № 1. P. 1–20.
[https://doi.org/10.1016/S0034-4257\(02\)00188-8](https://doi.org/10.1016/S0034-4257(02)00188-8)
27. Nikiforova E.M., Kasimov N.S., Kosheleva N.E. Long-term dynamics of anthropogenic solonchakity in soils of the Eastern okrug of Moscow under the impact of deicing salts // Eurasian Soil Science. 2017. V. 50. № 1. P. 84–94.
<https://doi.org/10.1134/S1064229317010100>
28. World reference base for soil resources 2014, update 2015 International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. World Soil Resources Reports No. 106. FAO, Rome. 203 p.
29. Phillips, Jonathan D. Soil Complexity and Pedogenesis // Soil Science. 2017. V. 182. № 4. P. 117–127.
<https://doi.org/10.1097/SS.0000000000000204>
30. Ramakrishna D., Viraraghavan T. Environmental impact of chemical deicers – a review // Water Air Soil Pollut. 2005. V. 166. P. 49–63.
<https://doi.org/10.1007/s11270-005-8265-9>
31. Richter D. deB., Jr. Humanity's transformation of earth's soil: Pedology's new frontier // Soil Science. 2007. V. 172. № 12. P. 957–967.
https://doi.org/10.1007/978-3-642-24387-5_1
32. Szabolcs I. An overview on soil salinity and alkalinity in Europe // Soil Salinization and Alkalization in Europe / Eds. Misopolinos N., Szabolcs I. ESSC spec. publ. Thessaloniki, Greece. 1996. P. 1–12.
33. Yamnova I.A., Pankova E.I. Gypsic pedofeatures and elementary pedogenetic processes of their formation // Eurasian Soil Science. 2013. V. 46. № 12. P. 1117–1129.
<https://doi.org/10.1134/S1064229313120089>

Development of the Solonchak Process in the Soils of the Small Rivers Valleys of the Taiga-Forest Zone in Connection with the Production of Potassium Salts

O. Z. Eremchenko¹,*, I. V. Pakhorukov¹, and I. E. Shestakov¹

¹Perm State National Research University, Perm, 614990 Russia

*e-mail: eremch@psu.ru

First surveyed secondary saline of alluvial soil formed under conditions of taiga-forest zone of Verkhnekamsk salt deposit. The results showed that the reason for the steady salinization of soils is mineralized water, filtered from the stored waste products of potash production. Under the influence of surface and underground waters of sodium chloride and potassium-sodium composition, solonchak soils and secondary solonchaks are formed. Peculiarities have been revealed and a forecast of the technogenic evolution of alluvial soils has been made: neutralization of acidity, gypsum formation, the appearance of carbonates, the entry of sodium and potassium into the soil absorption complex and an increase in its saturation with bases. To better reflect the specifics of technogenic salinization of soils that have preserved the main morphological characteristics of the nativesoil profile, it is advisable to supplement the system of the World reference base of soil resources with qualifiers: Salicotechnic, Chlordicotechnic, Gypsicotechnic, Sodikotechnic.

Keyword: alluvial soils, secondary salinization, carbonate and gypsum formation, soil classification, evolution forecast