

УДК 502/504 : 631.6 : 631.82

Мелиорация включенных в севооборот солонцовых почв Прикаспийской низменности сернокислотными отходами

Поступила 20.11.2018 г.

© Гурбанова Зумруд Рамазан кызы¹, Ибрагимов Саттар Камиль оглы²¹ Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности, г. Баку, Республика Азербайджан² Азербайджанское научно-производственное объединение Гидротехники и Мелиорации, г. Баку, Республика Азербайджан

Аннотация. Статья посвящена вопросу восстановления засоленных солонцеватых почв Прикаспийской низменности в пределах Республики Азербайджан с помощью химической мелиорации. В результате проведенных опытов установлено, что промывка почв водой приводит к выщелачиванию из почв гипса и образованию тем самым щелочных солей. Это приводит к образованию соды, осолонцеванию почвы и к возрастанию щелочности. Несмотря на то, что промывка почв с применением гаша не приводит к новообразованию свежееосажденного гипса, применение его в качестве мелиоранта препятствует образованию щелочных солей и осолонцеванию почв. Гипсование почв значительно оптимизирует выщелачивание солей, особенно вынос хлора и сульфат иона, однако рассоление почв не достигает порога токсичности ни в слое 0...50 см, ни в слое 0...100см. Выявлено что, применение слабого раствора серной кислоты привело к опреснению верхнего 0...50см слоя до порога токсичности солей; глубокое опреснения почв (до 150см) и высокое содержание остаточных нетоксичных солей, поднимающихся по почвенным капиллярам, исключает возможность восстановления почв после промывки. Высокое содержание нетоксичных солей после промывки (со снижением токсичных солей до 22...36%) позволяет повысить порог токсичности солей после промывки до 0,8...1.0% по твердому остатку.

Ключевые слова. Солонцовые почвы, мелиорация, гаша, сернокислотные отходы, засоление, мелиорант, промывка.

The reclamation of included in the crop rotation of solonetz soils by sulfuric acid situated waste in the Caspian lowland

Received on November 20, 2018

© Gurbanova Zumrud Ramazan kyzy¹, Ibragimov Sattar Kamil ogly²¹ Azerbaijan State Oil Academy, Baku, Republic of Azerbaijan² Azerbaijan scientific-production association of hydraulic engineering and reclamation, Baku, Republic of Azerbaijan

Abstract. The paper concerns the problems of making healthy salinized soils of pre-Caspian lowland in Azerbaijan Republic by chemical melioration. As a result of carried out experiments it has been determined that washing soils by water results in gyps leaching in the soils and formation alkaline salts. It leads to soda formation, salinization of soils and alkaline formation. Though washing by drywall does not result in new formation of precipitated gyps, its application as meliorant presents formation of alkaline salts and salinization of soils. Gypsing of soils significantly optimizes leaching of salts, especially release of chlorine and sulphatization. However desalinization of soils till the toxicity border is achieved neither in the layer 0...50 cm, nor 0...100 cm. It has been determined that use of weak solution of sulphuric acid brought to desalination of upper 0...50 cm layer till the limit of salt toxicity deep desalinization of soils (to 150 cm) and high content of residue of non toxic salts lowering harmful influence of excludes possibility of restoration of soil salinization after washing. High content of non-toxic salts in residue after washing salinization with the reduce of toxic salts to 22...36 % allows to increase limit of salts toxicity after washing till 0.8...1.0 % on density residue.

Keywords. Solonetz soils, reclamation, drywall, sulfuric acid waste, salinization, ameliorant, soil washing.

Введение. В Республике Азербайджан значительные площади занимают солонцовые почвы. Для коренного улучшения таких почв необходимы химическая мелиорация, позволяющая

заместить в почвенном поглощающем комплексе токсичный натрия на кальций. Такие мероприятия необходимо проводить в сочетании с соответствующими агротехническими приемами. Для

устранения повышенной щелочности, поглощенного натрия и улучшения агрофизических свойств солонцовых почв наиболее широко применяется гипсование. Для гипсования почв используют сыромолотый гипс ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), а в условиях Азербайджана применяют природные залежи так называемой гажы, содержащей 40...60% гипса [1].

Самым большим недостатком гипсования является слабая растворимость гипса, составляющая 2,4 г/л. Замедленное время проникновения гипса вглубь почвенного профиля, в связи с чем полное рассолонцевание солонцовых почв, как показали опытные исследования, достигается через 8–10 лет.

В последние годы при мелиорации солонцовых почв взамен гипса широко применяется слабые растворы отработанных сильных минеральных кислот (H_2SO_4 и HCl), призванные мобилизовать внутрипочвенный кальций и нейтрализовать щелочную реакцию почвенной среды [2–4]. При этом замещение натрия на кальций сопровождается коагуляцией в кислой среде почвенных коллоидов, а образующийся при расположении растительных остатков перегной склеивает присутствию кальция почвенные частицы с образованием прочной комковатой структуры, улучшающей физические свойства почвы, повышающей ее водопроницаемость, удобство проведения агротехнических мероприятий и обработку почв [7–10].

Использование кислых отходов различной промышленности имеет высокую мелиоративную эффективность на высококарбонатных засоленных почвах с получением эффекта уже на первом году мелиорации. Одним из таких отходов, который применяется в качестве мелиоранта является отработанная серная кислота от производства этилового спирта, содержащий 35...65% H_2SO_4 (ТУ-33 103243-70) и 0,6...0,9 % органических примесей [11]. Свойства этих отходов и концентрация в них кислых реагентов обуславливают возможность их прямого использования, однако не исключается необходимость в проведении специальных операций для последующего их использования.

Целью проводимых научных исследований является разработка эффективных мелиоративных мероприятий на тяжелых слабо фильтрующих сильноза-

солённых солонцеватых почвах зимних пастбищ Прикаспийской низменности с установлением агрономической и экологической эффективности, применяющихся в данной работе и имеющихся в Республике различных промышленных отходов.

Исследования проведены на почвах крупного Шураабатского массива Хызынского района, являющегося репрезентативным для Прикаспийской низменности.

Материалы и методы исследований. Варианты опыта, дозы химических мелиорантов установлены на основании ранее проведенных лабораторных исследований, выявивших наиболее эффективные результаты по выщелачиванию солей из почвы.

Опыт был заложен на общей площади 18 га и выполнялся в трех вариантах:

- промывка почв водой (контроль) на площади 8 га;

- промывка почв с применением гажы дозой 20 т/га на площади 8 га;

- промывка с применением 2%-го слабого раствора отработанной серной кислоты дозой 15 т/га на площади 2 га.

С помощью базового планировщика проводилось предварительное планирование участков. Вспашка проводилась на глубину 25...27 см с оборотом пласта плугом в сцепе с трактором К-700. Временные оросители нарезались каналопателем К-140 на глубину 0,8 м в полувыемке-полунасыпи. Оградительные валики промывных чеков выполнялись с помощью КЗУ-0,6. Гажа вносился равномерно на поверхность почвы гипсоразбрасывателем до вспашки и заделки промывной сети, а затем запахивался на глубину 25...27 см.

Перевозка серной кислоты осуществлялась автоцистерной, снабженной выпускным краном и шлангом. Подача серной кислоты в ороситель проводилась через оборудованный у водомерного поста расширительный бассейн с водой, необходимой для гашения кислоты в целях получения 2%-го раствора. Подача воды в канал проходила с постоянным расходом.

Учет водоподдачи приводился на водосливах Чиполетти с шириной порога 1 м, установленных на временных оросителях отдельно у каждого варианта опыта [5].

Свойства почв опытного участка, занимающего площадь 18 га, изучались в лабораторных и полевых условиях. В трехметровом слое почвогрунтов на всем опытном участке физическая глина составляет 85...93%, достигая иногда 95%, при содержании илистой фракции в пределах 36...54%, что позволяет отнести почву по классификации Н.А. Качинского к тяжелоглинистым. Тяжелый гранулометрический состав сильно ограничивает вертикальную и горизонтальную фильтрацию и снижает водопроницаемость. Плотность твердой фазы почвы в трехметровом слое варьирует слабо и составляет 2,70...2,83 г/см³, а объемная масса влажного грунта 1,63...1,68 г/см³. Общая скважность верхнего метрового слоя составляет 40...45%, максимальная гигроскопичность 5,69...6,48%, наименьшая влагоемкость 23,0...27,2%. Естественная влажность непосредственно перед промывкой составляет в трехметровой толще почвы 16...22%. Водопроницаемость с поверхности почв, характеризующая степень впитывания при промывке и орошении, – очень низкая и составляет

0,012...0,015 м/сут. Уровень грунтовых вод до начала промывки залегал глубже 5 м, а их минерализация варьировала в пределах от 11 до 40 г/л при сульфатно-хлоридно-натриевом составе солей. Исходное засоление почв по всей трехметровой толще находится в пределах 2,01...2,42%. Тип химизма почвенных солей хлоридно-сульфатно-натриевый. Почвы опытного участка высококарбонатные (18...20%), среднесолонцеватые, бедны гумусом, содержание которого в слое 0...50 см составляет 0,5...1,3% резко уменьшаясь к глубине 1 м до 0,2...0,4%. Обеспеченность почв питательными веществами (НРК) – низкая [6].

Результаты и обсуждение. Промывка на опытном участке проводилась с небольшим перерывом в связи с отсутствием оросительной воды в магистральном канале. Фактический срок водоподачи составил 322 дня (таблица 1). Как видно из таблицы продолжительность промывки в варианте с применением гажи составила 218 дней, а в варианте с применением серной кислоты – 148 дней.

Таблица 1

Сроки и нормы промывки отдельных вариантов опыта

Варианты промывки с применением:	Продолжительность промывки, сутки	Размер водоподдачи, м ³ /га	Атмосферные осадки, м ³ /га	Испарение с водной поверхности, м ³ /га	Промывная норма, м ³ /га
Воды (контроль)	322	19473	1762	5999	15236
Гажи	218	17848	1216	3604	15460
Серной кислоты	148	16829	469	2642	14656

Промывка почв водой проводилась в двух междуреньях на площади 8 га. Среднее исходное засоление почв метрового слоя составило 2,23%, тип засоления хлоридно-сульфатный. В составе солей метрового слоя доминируют сульфат натрия и хлористый натрий, составившие соответственно 1,146 и 0,890%.

При промывке водой ощутимого эффекта по рассолению почв не обнаружено. Остаточное после промывки засоления почв метрового слоя составило 1,589%. Сульфат натрия и хлорида натрия осталось в почве после промывки соответственно 0,980 и 0,446% (таблица 2). Вынос промывкой плотного остатка метровом слое составил 28,26%. Из верхнего 0...50см слоя почвы вынос солей

промывкой тоже неудовлетворительный. Он составил 48,48% от исходных запасов (таблица 3). Остаточное засоление в этом слое составило 1,166%. Промывкой не изменился хлоридно-сульфатный тип засоления. Среди остаточных солей доминируют как и в исходном засолении сульфат натрия и хлористый натрий. Промывка водой привела к образованию, хотя и в небольших количествах, новых солей щелочного ряда – Na₂CO₃ и Mg(HCO₃)₂, которые обусловлены вымыванием кальция, содержащиеся в небольших количествах в исходной почве. На основании полученных данных от вариантов промывки водой можно сказать, что промывная норма в объеме 15 тыс. м³/га не приводит к рассолению почвы в

метровом слое даже до порога токсичности солей. На промытых почвах из-за остаточного засоления (1,589...1,804%)

невозможно возделывание сельскохозяйственных культур с глубокой корневой системой.

Таблица 2

Изменение солевого состава почв опытного участка под влиянием промывки, до и после промывки, %

Глубина см	Ca(NO ₃) ₂	CaSO ₄	MgSO ₄	Na ₂ SO ₄	NaCl	Сумма солей	Сумма солей в том числе	
							токсичных	в % от суммы
Промывка почв водой (контроль)								
0...50	0,059	0,073	0,017	1,225	0,886	2,260	2,128	94,15
	0,040	–	0,052	0,830	0,200	1,166	1,126	95,57
0...100	0,045	0,152	0,043	1,146	0,890	2,212	2,015	91,09
	0,055	0,014	0,083	0,980	0,446	1,589	1,520	95,66
0...150	0,041	0,175	0,064	1,078	0,848	2,206	1,990	90,20
	0,045	0,073	0,085	0,974	0,627	1,807	1,689	93,47
Промывки почв с применением гаж								
0...50	0,048	0,084	0,058	0,635	0,622	1,447	1,315	90,87
	0,092	0,051	0,028	0,283	0,068	0,522	0,379	72,61
0...100	0,410	0,181	0,077	0,716	0,779	1,794	1,572	87,62
	0,062	0,115	0,460	0,491	0,157	0,871	0,694	79,67
0...150	0,400	0,190	0,830	0,781	0,839	1,933	1,703	88,10
	0,049	0,175	0,069	0,550	0,280	1,123	0,899	80,05
Промывки почв с применением серной кислоты								
0...50	0,047	0,053	0,056	1,078	0,946	2,180	2,080	35,41
	0,051	0,161	0,037	0,009	0,017	0,278	0,063	22,66
0...100	0,042	0,086	0,087	1,080	1,037	2,312	2,184	94,46
	0,045	0,245	0,066	0,054	0,048	0,457	0,167	36,54
0...150	0,039	0,131	0,091	1,001	1,038	2,300	2,130	92,60
	0,040	0,318	0,071	0,190	0,109	0,728	0,370	50,82

Примечание: в варианте промывки почвы водой в 0...50, 0...100 и 0...150 см слоях наблюдалась образование соды соответственно в количествах 0,018, 0,009, 0,026%; в числителе значение до и в знаменателе – после промывки.

Таблица 3

Вынос солей из почв опытного участка под влиянием различных способов промывки (% от исходных запасов)

Слой 0...50 см			Слой 0...100 см			Слой 0...150 см		
Cl	SO ₄	Твердый остаток	Cl	SO ₄	Твердый остаток	Cl	SO ₄	Твердый остаток
Промывка почв водой (контроль)								
77,47	32,59	48,48	45,48	19,57	28,26	26,02	13,34	17,65
Промывка почв с применением гаж								
89,16	53,71	64,63	79,02	32,84	51,94	66,61	24,66	42,04
Промывка почв с применением серной кислоты								
98,26	80,25	85,85	93,39	69,42	80,00	89,53	51,20	68,25

Промывка приводит к ухудшению водно-физических и физико-химических свойств почв, что обусловлено диспергированием почвы щелочными солями, такими как Na₂CO₃ и Mg(HCO₃)₂, которые создают условия для осолонцевания почв и увеличения после промывкой щелочности.

Опыт с применением гаж был заложен в междурьях на площади 8 га. Исходное содержание солей в метровом слое почв составило 1,794 %. В составе

солей доминировали Na₂SO₄ и NaCl, занимавшие соответственно 0,716 и 0,779% от веса почвы. Токсичные соли занимали 87,6% от суммы всех солей (таблица 2).

Промывкой опреснился верхний 0...50 см слой почвы до 0,52%. Вынос солей из этого слоя составил 64,63% (таблица 3). Засоление метрового слоя уменьшилось промывкой вдвое, почва рассолилась до 0,87% от исходных запасов. Хлоридно-сульфатный тип засоле-

ния, остался неизменным. Отличительная особенность промывки в этом варианте заключалась в отсутствии заметного снижения водорастворимого гипса, что обуславливается внесением гипса с мелиорантом.

Результаты опыта позволили сделать выводы, что гипсование почв значительно активизирует выщелачивание солей, снижает образование после промывки щелочных солей, обогащает почву гипсом, что положительно воздействует на агрофизические и физико-химические свойства почвы. Однако с применением гажки не достигнуто раскисление почв до порога токсичности даже в полуметровом слое.

Опыт по промывке почв с применением 2%-ой отработанной серной кислоты заложен на площади 2 га. Почва в

исходном состоянии сильнозасоленная с большим содержанием токсичных солей. Засоление метрового слоя почвы составляет 2,3%. Тип засоления хлоридно-сульфатный. В состав солей доминирует Na_2SO_4 и NaCl , составившие соответственно 1,080 и 1,037% (таблица 2).

Промывка с применением слабого раствора серной кислоты оказалась эффективной. В метровом слое почва опреснилась до 0,457%. Рассоление верхнего 0...50 см слоя было еще выше. Остаточная величина твердого остатка составила 0,31%, хлора – 0,041%, сульфат иона – 0,25%. Вынос солей из слоев 0...50 и 0...100 см составил соответственно 85,85 и 80,0%, вынос хлора соответственно 98,26 и 93,39%, вынос сульфат иона соответственно 80,25 и 69,42% от исходных запасов (таблица 4).

Таблица 4

Изменение средне- и труднорастворимых солей, реакции почвенного раствора и поглоченных оснований под влиянием промывки, до/после промывки

Глубина, см	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	CaCO_3	рН	гумус	Поглощенные основания, % от суммы			
					сумма мг-экв.	Ca	Mg	Na
Промывка почв водой – контроль								
0...50	0,419/ 0,137	20,63/ 21,15	9,09/ 9,80	1,04/ 0,91	26,35/ 27,47	58,82/ 43,17	25,04/ 39,72	16,12/ 17,11
0...100	0,442/ 0,283	20,41/ 20,83	8,99/ 9,10	0,88/ 0,80	35,19/ 34,90	66,58/ 57,05	21,26/ 30,06	12,16/ 12,89
Промывка почв с применением гажки								
0...50	0,399/ 0,327	20,73/ 21,36	8,90/ 8,20	0,95/ 0,84	23,20/ 31,70	56,68/ 62,81	30,39/ 31,42	12,93/ 5,77
0...100	0,622/ 0,819	21,53/ 21,15	9,10/ 8,50	0,81/ 0,70	26,25/ 36,61	57,62/ 61,95	29,18/ 31,93	13,30/ 6,12
Промывка почв с применением серной кислоты								
0...50	0,611/ 1,769	18,59/ 15,37	9,15/ 7,40	1,01/ 0,90	26,71/ 36,31	59,07/ 72,71	23,70/ 24,15	17,22/ 3,14
0...100	0,677/ 1,285	18,59/ 16,03	8,95/ 7,65	0,74/ 0,67	29,11/ 35,16	62,59/ 71,50	19,31/ 24,77	18,10/ 3,73

В ходе промывки заметно изменился качественный состав солей, поскольку наблюдался интенсивный вынос легкорастворимых токсичных солей и замедленный вынос труднорастворимых нетоксичных солей. В остаточном засолении токсичные соли в слоях 0...50 и 0...100 см составили соответственно всего 22,66 и 36,54% от исходных запасов. В составе остаточных солей доминирует гипс, содержание которого значительно увеличилось сравнительно с исходными величинами и составило в слоях 0...50 и 0...100 см соответственно 0,161 и 0,245%. Интенсивное выщелачивание легкорастворимых токсичных солей наблюдается до глубины 1,5 м тип остаточ-

ного засоления изменился от хлоридно-сульфатного в исходной почве в сульфатный с повышенным содержанием гипса.

Анализ и широкая интерпретация полученных данных по вариантам опыта позволили установить значительное изменение в верхнем метровом слое почвы физических свойств и содержания труднорастворимых солей. Исходное содержание гипса в почвах всего опытного участка незначительное и изменяется в пределах 0,399...0,677% (таблица 4). Как видно, почвы слабо гипсоносные, что создает предпосылки для осолонцевания почв и увеличения щелочности после промывки.

После промывки водой количество гипса снизилось в почвенном профиле до 0,283%, что привело к образованию соды и щелочных солей. Незначительное увеличение гипса после промывки наблюдалось в варианте промывки с применением гажки. В варианте с применением серной кислоты после промывки гипс в почве значительно увеличился за счет новообразований в виде свежего осаждения, а свежесаженный гипс значительно более активный в деле препятствие вспышки после промывной щелочности. После промывки в этом варианте содержание гипса увеличилось в слоях 0...50 и 0...100 см соответственно до 1,769 и 1,285%.

Карбонаты кальция оказались устойчивыми в почвенном профиле и подверглись незначительному перераспределению (таблица 4). После промывки водой карбонаты почвы увеличились на 0,5...1,0%, что можно объяснить внутрипочвенными реакциями между солевыми компонентами. Применение гажки не воздействует на почвенные карбонаты. Так как после промывки их содержание в слое 0...50 см увеличилось на 0,63%, а в слое 0...100см уменьшилось на 0,38%. Такое варьирование карбонатов лежит в пределах ошибки определения.

Промывка почв с применением различных химических мелиорантов заметно воздействует на изменение почвенно-поглощающего комплекса. После промывки водой почва в метровом слое заметно осолонцовывается, что согласуется с теорией после промывного осолонцевания почв. Поглощенный натрий увеличивается во всех почвенных пробах (особенно в верхнем 0...50 см слое), при повсеместном уменьшении при этом поглощенного кальция.

В вариантах промывки с применением гажки и серной кислоты поглощенный натрий уменьшается во всех почвенных пробах, что свидетельствует об устойчивом рассолонцевании почв. Однако, во всех вариантах опыта наблюдается некоторое увеличение поглощенного магния, что свидетельствует о потенциальной возможности развития магниевой солонцеватости почв (таблица 4).

При промывке почв водой повышается рН почвенного раствора, а в вариантах с применением гажки и серной кислоты рН среды уменьшается и лежит

в пределах 7,4...8,5 (таблица 4). После завершения промывки почвы опытного участка были вспаханы на глубину 25...27 см и освоены под озимый ячмень. За вегетационный период проведены два полива нормой 1250 м³/га. Под основную вспашку вносили фосфор в виде простого суперфосфата нормой 300 кг/га, азот – в виде аммиачной селитры нормой 300 кг/га и калий – в виде сульфата калия нормой 150кг/га.

Урожайность ячменя в целом низкая во всех вариантах опыта, однако, если учесть, что освоение проводилось на почвах, в первом году вышедших из-под капитальной промывки, то можно считать урожай приемлемым на почвах, промытых серной кислотой, где урожайность зерна ячменя составила 19,05 ц/га, урожайность соломы – 44,19 ц/га. Учитывая аридную климатическую зону расположения участков, высокую засоленность почв и тяжелый их гранулометрический состав, слитость почвенного профиля и плохую аэрацию в корнеобитаемом слое, средняя урожайность озимого ячменя в зоне составляет 18...22 ц/га. Отсюда следует, что на ранее бесплодных и не осваиваемых сильнозасоленных почвах в результате промывки получен урожай, равный среднему урожаю зоны, что является положительным моментом в условиях возделывания ячменя в первом году освоения земель после промывки. Урожайность контрольного варианта, промытого водой, составила 7,27 ц/га зерна и 15,11 ц/га соломы ячменя. Такой уровень урожайности не может быть приемлемым для последующего возделывания ячменя на землях с таким остаточным засолением.

Урожайность ячменя на землях, промытых с применением гажки составила 13,63 ц/га зерна и 30,36 ц/га соломы, прибавка урожая относительно контроля составила по зерну 87,4%, а по соломе – 100,9%. По урожайности ячменя гажка тоже неэффективна как химический мелиорант. Однако, если учитывать слабую растворимость гипса и последствие его в течение 4...5 лет, то гажка в последующие годы может способствовать значительной прибавке урожая ячменя, в связи с чем гажка как химический мелиорант может быть рекомендованный. в тех случаях, когда хозяйства устраивает экстенсивный метод освоения земель.

Выводы

Промывка водой (промывная норма 15 тыс. м³/га) не рассоляет почв в метровом слое, приводит к образованию солей щелочного ряда и к созданию условий для осолонцевания, ухудшения водно-физических и физико-химических свойств почв.

Гипсование значительно активизирует выщелачивание солей, обогащает почвы гипсом, что положительно действует на его агрофизические и физико-химические свойства, снижает вероятность образования после промывки щелочных солей. В этом варианте рассоление почв до порога токсичности не достигнуто.

Применение 2%-го раствора серной кислоты привело к опреснению 0...50 см до порога токсичности солей, а 0...100 см слой опреснился до 0,47%, что гарантирует возможность устойчивого возделывания сельскохозяйственных культур с получением приемлемых урожаев в первом году после промывки. Высокий эффект по выщелачиванию солей обусловлен пептизацией и седиментацией почвенных коллоидов, которыми богата тяжелая почва, и повышением вертикальной фильтрации почвогрунтов. Применение слабых растворов серной кислоты исключает возможность новообразований щелочных солей вследствие понижения рН среды, устойчиво исключает возможность осолонцевания почв и увеличение после промывки щелочности.

Библиографический список

1. Ибрагимов С.К., Керимова О.Г. Влияние различных доз гипса на рассоление почв зимних пастбищ Прикаспийской низменности привлеченных к севообороту // *Azərbaycan aqrar elmi.* 2017. № 4. С. 122–127.
2. Теймуров К.Г., Искендеров М.Я., Эминов С.А. Некоторые результаты промывки тяжелых засоленных почв с применением растворов минеральных кислот в производственных условиях Кура-Аракской низменности // *Труды АзНИИГиМ.* Баку, 1971. Т. IX. С. 170–173.
3. Разработка технологии утилизации отработанной серной кислоты // *Евразийский научный журнал.* 2017. № 2. С. 283–285.

4. Ширинов И.Н. Эффективность промывки с комбинированным применением гашеной и минеральных кислот // *Рациональное использование земель и система применения удобрения:* мат. научн. конф. Баку, 1980. С. 41.

5. Ибрагимов С.К. Промышленные отходы на службе мелиорации // *Материалы международного семинара посвященного международному году почв.* Санкт-Петербург, 2015. С. 22–24.

6. Доспехов В.А. Методика полевого опыта. М.: Изд-во «Колос», 1968. 322 с.

7. Ибрагимов С.К. Мелиоративное состояние земель Прикаспийской низменности и комплексные мероприятия по их оздоровлению // *Труды НИИ Земледелия.* Баку, 2017. Т. XXVIII. С. 443–447.

8. Кулиева Т.С. Последовательное мелиорирующие действия гипса // *Хлопководство.* 1979. № 9. С. 40–42.

9. Ибрагимов С.К. Действие некоторых промышленных отходов на повышение эффективности и качество промывки тяжелых засоленных почв Апшерона: дисс. ... канд. с.-х. наук. Баку, 1989. 176 с.

10. Ибрагимов С.К., Мусаева Э.М. Пути увеличения плодородия территории зимних пастбищ, привлеченных к севообороту // *Аграрная наука Азербайджана.* 2018. № 1. С. 31–34.

11. Теймуров К.Г., Ибрагимов С.К. Отходы химической промышленности на мелиорацию солонцов; в кн. *Исследование в области разработки научных основ использования вторичных материальных ресурсов химической, нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности.* Баку, 1990. С. 45–46.

12. Халилзаде В. К., Алоسمанов М.С., Рамазанова З.Р., Ибрагимов С.К. Использование промышленных отходов и природных ресурсов в производстве фосфорных удобрений: Обзорная информация. Москва, 1989. 22 с.

References in roman script

1. Ibragimov S.K., Kerimova O.G. Vliyanie razlichnyh doz gipsa na rassolenie pochv zimnih pastbishch Prikaspijskoj nizmennosti privlechennyh k seveoborotu // *Azərbaycan aqrar elmi.* 2017. № 4. S. 122–127.
2. Tejmurov K.G., Iskenderov M.YA., EYminov S.A. Nekotorye rezul'taty promyvki tyazhelyh zasolennyh pochv s

применением растворов минеральных кислот в производственных условиях Kura-Araskoj nizmennosti // Trudy AzNIIGiM. Baku, 1971. T. IX. S. 170–173.

3. Razrabotka tekhnologii utilizacii otrabotannoj sernoj kisloty // Evrazijskij nauchnyj zhurnal. 2017. № 2. S. 283–285.

4. SHirinov I.N. Effektivnost' promyvki s kombinirovannym primeneniem gazhi i mineral'nyh kislot // Racional'noe ispol'zovanie zemel' i sistema primeniya udobreniya: mat. nauchn. konf. Baku, 1980. S. 41.

5. Ibragimov S.K. Promyshlennyye othody na sluzhbe melioracii // Materialy mezhdunarodnogo seminaru posvyashchennogo mezhdunarodnomu godu pochv. Sankt-Peterburg, 2015. S. 22–24.

6. Dospekhov V.A. Metodika polevogo opyta. M.: Izd-vo «Kolos», 1968. 322 s.

7. Ibragimov S.K. Meliorativnoe sostoyanie zemel' Prikaspijskoj nizmennosti i kompleksnye meropriyatiya po ih ozdorovleniyu // Trudy NII Zemledeliya. Baku, 2017. T. HKHVIII. S. 443–447.

8. Kulieva T.S. Posledovatel'noe melioriruyushchie dejstviya gipsa // Hlopkovodstvo. 1979. № 9. S. 40–42.

9. Ibragimov S.K. Dejstvie nekotoryh promyshlennyh othodov na povyshe-nie ehffektivnosti i kachestvo promyvki tyazhelyh zasolennyh pochv Apsherona: diss. ... kand. s.-h. nauk. Baku, 1989. 176 s.

10. Ibragimov S.K., Musaeva E.H.M. Puti uvelichenie plodorodiya territorii zimnih pastbishch, privlechennyh k sevooborotu // Agrarnaya nauka Azerbajdzhana. 2018. № 1. S. 31–34.

11. Tejmurov K.G., Ibragimov S.K. Othody himicheskoy promyshlennosti na melioraciyu soloncov; v kn. Issledovanie v oblasti razrabotki nauchnyh osnov ispol'zovaniya vtorignyh material'nyh resursov himicheskoy, neftekhimicheskoy i neftepererabatyvayushchej promyshlennosti. Baku, 1990. S. 45–46.

12. Halilzade V. K., Alosmanov M.S., Ramazanova Z.R., Ibragimov S.K. Ispol'zovanie promyshlennyh othodov i prirodnyh resursov v proizvodstve fosfornyh udobrenij: Obzornaya informaciya. Moskva, 1989. 22 s.

Дополнительная информация

Сведения об авторах:

Гурбанова Зумруд Рамазан кызы, кандидат технических наук, доцент кафедры химии и технологии неорганических веществ; Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности; Республика Азербайджан, г. Баку пр. Азадлыг 20; e-mail: zumrud.qurbanova@bk.ru.

Ибрагимов Саттар Камиль оглы, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник; Азербайджанское научно-производственное объединение Гидротехники и Мелиорации; Республика Азербайджан, Баку, ул. И Дадашова, 324; e-mail: sattar_ibragimov@mail.ru.



В этой статье под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 International License, которая разрешает копирование, распространение, воспроизведение, исполнение и переработку материалов статей на любом носителе или формате при условии указания автора(ов) произведения, защищенного лицензией Creative Commons, и указанием, если в оригинальный материал были внесены изменения. Изображения или другие материалы третьих лиц в этой статье включены в лицензию Creative Commons, если иные условия не распространяются на указанный материал. Если материал не включен в лицензию Creative Commons, и Ваше предполагаемое использование не разрешено законодательством Вашей страны или превышает разрешенное использование, Вам необходимо получить разрешение непосредственно от владельца(ев) авторских прав.

Для цитирования: Гурбанова З.Р. кызы, Ибрагимов С.К. оглы. Мелиорация включенных в севооборот солонцовых почв Прикаспийской низменности сернокислотными отходами // Экология и строительство. 2018. № 4. С. 25–33. doi: [10.24411/2413-8452-2018-10017](https://doi.org/10.24411/2413-8452-2018-10017).

Additional Information

Information about the authors:

Gurbanova Zumrud Ramazan kyzy, candidate of technical sciences, docent of the chemistry

Экология и строительство | № 4, 2018 | DOI: [10.24411/2413-8452-2018-10017](https://doi.org/10.24411/2413-8452-2018-10017)

and technology of inorganic department; Azerbaijan State Oil Academy; The Republic of Azerbaijan, Baku Azadlig Ave. 20; e-mail: zumrud.qurbanova@bk.ru.

Ibragimov Sattar Kamil ogly, candidate of agricultural sciences, leading researcher; Azerbaijan scientific-production association of hydraulic engineering and reclamation; Republic of Azerbaijan, Baku, ul. I Dadashova, 324; e-mail: sattar_ibragimov@mail.ru.



This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons license, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons license, unless indicated otherwise in a credit line to the material. If material is not included in the article's Creative Commons license and your intended use is not permitted by statutory regulation or exceeds the permitted use, you will need to obtain permission directly from the copyright holder.

For citations: Gurbanova Z.R. kyzy, Ibragimov S.K. ogly. The reclamation of included in the crop rotation of solonetz soils by sulfuric acid situated waste in the Caspian lowland // *Ekologiya i stroitelstvo*. 2018. № 4. P. 25–33. doi: [10.24411/2413-8452-2018-10017](https://doi.org/10.24411/2413-8452-2018-10017).