

УДК 631.45.67

Канд. биол. наук С.Н. Досбергенов¹**ДИНАМИКА СОЛЕВОГО РЕЖИМА ТЕХНОГРУНТОВ
РЕКУЛЬТИВИРОВАННЫХ УЧАСТКОВ ТЕРРИТОРИИ АМБАРОВ
МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАРААРНА**

Ключевые слова: рассоление техногрунта, хлор, сульфат, натрий, магний, кальций, калий, аккумуляция солей, солончак

Изучены процессы засоления и рассоления техногрунтов рекультивированных участков территории амбаров. Динамика солевого режима техногрунтов исследуемых участков 2012, 2013 и 2014 годов складывалась в сторону уменьшения засоленности. Наблюдался сезонно-необратимый тип рассоления. На рекультивированном участке в 2011 году солевой режим складывался по сезонно-необратимому типу засоления ГАС > 1 и составлял 1,29 из-за расположения участка в рельефе.

Засоление почв широко и повсеместно проявляется в регионе, особенно в пустынной зоне и связано со слабой дренированностью территории, исходной засоленностью озерно-морских почвообразующих пород и минерализованными водами.

Территория Прикаспийского региона в галогеохимическом отношении расположена в пределах сульфатно-хлоридной провинции засоленных почв бассейна стока Каспийского моря.

В региональном плане в зоне черноземов и тёмно-каштановых почв распространено преимущественно хлоридно-сульфатное засоление с очагами хлоридного соленакопления по депрессиям рельефа (соры) и речным долинам. В зоне бурых пустынных почв оно сменяется на хлоридное и сульфатно-хлоридное. В подзоне серо-бурых почв – сульфатное (гипсовое) с очагами хлоридного засоления по депрессиям рельефа (соры).

Борное засоление отмечено в прибрежной зоне Каспийского моря, дельте р. Жайык (Урал), районах залива Мертвый Култук и полуострова Бузачи и связано с засоленными морскими осадками. Среди солончаков в регионе широко распространены приморские солончаки (сульфатно-

¹ КазНИИ почвоведения и агрохимии им. У.У. Успанова, г. Алматы, Казахстан

хлоридные), луговые (хлоридно-сульфатные, реже хлоридные) и континентальные (соровые, хлоридные).

Засоление почв так же происходит в результате сброса на поверхность высокоминерализованных нефтепромысловых вод. Последнее отмечается на площади всех действующих нефтепромыслов.

Сточные воды нефтедобывающих месторождений характеризуются высокой степенью минерализации, преимущественно хлор-кальциевого и сульфат-натриевого состава. Сумма солей достигает 150...300 г/л, содержание хлор-иона – 150, сульфатов 3,9...16,0 и общая щелочность 0,2...0,4.

По мере увеличения степени минерализации сточных вод растет содержание хлора и натрия, уменьшается количество сульфатов, щелочность и рН среды.

Минерализованные сточные нефтепромысловые воды вызывают глубокую трансформацию морфолого-генетического профиля почвы. В местах аккумуляции их формируются техногенные луговые солончаки и солончаковатые почвы с измененными морфологическими, химическими и физико-химическими свойствами по отношению к исходной почве. Почвы, затопливаемые сточными нефтепромысловыми водами отличаются высоким засолением.

Рекультивационные работы проводились на солончаке соровом, который трудно поддается рекультивации и при загрязнении нефтепродуктами обладает очень слабой способностью к самовосстановлению. Эти почвы отмечаются полным отсутствием биогенности. Связанной с очень высоким содержанием легкорастворимых солей и длительным пребыванием их в переувлажненном состоянии. Их формирование происходит при непосредственном участии сильно минерализованных грунтовых вод, залегающих на глубине 1,0...1,3 м при загрязнении нефтью экосистем соров. Не исключена возможность попадания ее в грунтовые воды, после чего полная очистка экосистем от нефтепродуктов практически окажется невозможной.

Объектом исследования явились почвы и грунты образовавшиеся в промысловых условиях на предприятиях АО «Матен Петролеум» загрязненные нефтью, устойчивыми нефтяными эмульсиями и нефтяными шламами. Это техногрунты участков в местах бывших амбаров после проведенной в 2011...2014 гг. рекультивации на месторождении Караарна.

На территории месторождения Караарна были проведены полевые научно-исследовательские работы по изучению изменений экологических функций территории амбаров, находящихся в условиях рекультивации.

При исследовании применялись сравнительно-экологические, лабораторно-аналитические и графические методы.

По данным аналитических исследований определено содержание солей, степень засоления, химизм засоления техногрунтов. Расчетным методом вычисляли запасы солей, коэффициенты годовой аккумуляции солей (ГАС). Лабораторно-аналитические исследования образцов почв проводились в соответствии с общепринятыми в почвоведении методиками. Основные химические и физико-химические свойства техногрунтов определяли и выполняли по общепринятым в почвоведении методикам описанным Аринушкиной Е.В. [1].

Целью исследований являлось изучение динамики солевого режима техногрунтов рекультивированных участков территории амбаров.

Солевой режим техногрунтов тесно связан с водным режимом, последний связан с уровнем грунтовых вод. Она в зависимости от поступления дождевых вод по сезонам года имеет синусоидальные колебания. Наиболее низкий уровень приходится на март. Затем по мере таяния снега после весенних дождей начитается постепенное повышение. Высокое стояние грунтовых вод в зимне-весенний период меньше способствует засолению почв, чем в летний. Еще в 1930 г. Б.Б. Польшов [5] отметил значение глубины залегания грунтовых вод. Допустимую величину подъема уровня грунтовых вод Б.Б. Польшов предложил назвать критической глубиной, т.е. критическим уровнем засоления.

Как известно, критическая глубина, выше которой подъем грунтовых вод опасен, зависит от многих факторов [4]. Одним из основных является их минерализация: чем она выше, тем глубже должны находиться грунтовые воды [7]. Главными источниками увлажнения являются атмосферные осадки, грунтовые воды. Размеры и темпы засоления почвогрунтов зависят от подвижности почвенной влаги, от способности ее к максимальному поднятию и скорости движения. Наиболее подвижной является капиллярная форма влаги.

Согласно исследованиям Н.А. Качинского [2], А.А. Роде [6] и других, передвижение и испарение капиллярных вод, а следовательно, транспортировка ими водно-растворимых солей, возможна не только при условии непосредственной связи с грунтовыми водами, но и при образовании капиллярно-подвешенной влаги. В песчаных почвах и грунтах, а также суглинистого и глинистого механического состава, обладающих хорошо выраженной микроструктурой, восходящего передвижения влаги при ис-

парении не наблюдается, и просыхание ее идет постепенно сверху вниз. В пылевато-суглинистых почвах и грунтах с плохо выраженной микроструктурой к восходящему передвижению при испарении способна значительная часть подвешенной влаги.

Для понимания особенностей перемещения влаги в почвах интерес представляет работа И.Н. Фелицианта [8], который экспериментальными исследованиями выяснил закономерность капиллярного передвижения воды в слоистых грунтах. Он установил, что в профиле с облегчающимся снизу вверх механическим составом кривые капиллярного передвижения воды имеют изломы на границах разделов между горизонтами. На этих же границах наблюдаются временные задержки капиллярного поднятия. Период подъема капиллярной влаги в таких почвах складывается из времени поднятия в составляющих их грунтах и остановок воды на границах раздела. Вода, поднявшись по нижнему тяжелому слою к границе, не может дальше передвигаться в силу того, что в верхнем более легком слое нет таких мелких пор, в которых создавались бы менисковые силы, способные преодолеть силы тяжести и трения. В слоистых же почвогрунтах с утяжеляющимся снизу вверх зерновым составом высота капиллярного поднятия всегда больше, чем в однородных грунтах.

Кроме того, подвижность почвенной влаги находится в зависимости от механического состава почвогрунта и его структурности. Так, в крупнозернистых почвогрунтах, состоящих из частиц крупнее 1 мм, при влажности меньше НВ, подвижность почти равна нулю, максимальной она будет при ПВ и может характеризоваться при помощи коэффициента фильтрации. Для тонкозернистых почвогрунтов суглинистого и глинистого механического состава возможны три случая: а – бесструктурные, б – с хорошо выраженной микроструктурой, в – с хорошо выраженной макроструктурой.

В первом случае (а) вся влага, содержащаяся в почве, является связанной даже при наивысших величинах увлажнения, что наблюдается в иллювиальных горизонтах солонцов и сильно солонцеватых почв, а также в глеевых горизонтах болотных почв. Благодаря связанности влага обладает очень низкой подвижностью и передвигается лишь под влиянием сорбционных сил от толстых слоев пленки к тонким. Во втором случае (б) влага обладает наибольшей подвижностью при полном насыщении почвогрунта (от ПВ до НВ) – легкоподвижная; с уменьшением влажности от НВ до ВРК подвижность влаги также уменьшается – средне подвижная; при влажности меньше ВРК движение влаги прекращается – трудно подвижная. В третьем

случае (в) подвижность влаги наивысшая при ПВ; с уменьшением влажности до НВ влага сохраняется только во внутриагрегатных порах, подвижность ее становится такой же как в микроструктурных почвах.

Водно-солевой режим зависит от уровня грунтовых вод. Для грунтовых вод характерен гидрологический режим с колебаниями уровня по сезонам от 1 до 1,8 м. Это позволяет считать водный баланс почв неустановившимся, с тенденцией перехода от весны к лету от положительно – к отрицательно декомпенсированному. В связи с этим, режим влажности изменяется от элювиального с капиллярно-грунтовым подпитыванием до капиллярно-грунтового и характеризуется сочетанием двух периодов: ранневесеннего промывного, когда происходит насыщение профиля влагой атмосферных осадков и смыкание нисходящих токов с близко залегающими грунтовыми водами, и летне-осеннего десуктивно-выпотного, когда уровень грунтовых вод падает за счет их расхода на отток и испарение. В связи с этим для солевого профиля техногрунтов в годовом аспекте характерна высокая динамичность коэффициента годовой аккумуляции (ГАС).

Для техногрунтов рекультивированного участка в 2011 г. коэффициент годовой аккумуляции солей составил 1,29. Для остальных участков 2012, 2013 и 2014 гг. коэффициент годовой аккумуляции составил меньше единицы и колебался от 0,456 до 0,680.

По В.А. Ковде [3] солевой режим является сезонно-необратимым, а в многолетнем цикле – неустойчиво-благоприятным. Анализ полученных данных показывает, что при уровне грунтовых вод выше 1,0 м создается оптимальное увлажнение в толщах техногрунтов и активизируется засоление верхних горизонтов. При залегании грунтовых вод ниже 1,0 м в связи с низкой водоподъемной способностью техногрунтов верхний слой техногрунтов иссушается и засоления не происходит. Эти критические параметры могут быть приняты для оптимизации водно-солевого режима техногрунтов рекультивированных участков.

Динамика солевого режима техногрунтов рекультивированных участков за 2015...2016 гг. Для оценки суммарной интенсивности годового засоления, интенсивности накопления отдельных ионов предлагается определять коэффициент годовой аккумуляции солей (ГАС). Он может рассчитываться как для процентного содержания солей, так и для абсолютного их запаса на всю толщу почвы или для отдельного горизонта. Если ГАС равна единице, годового засоления не было, если больше единицы – имело место сезонное засоление, если меньше единицы, то в сезоне произошло рассоление

почвы и динамика солей была направлена в сторону уменьшения. В дальнейшем изложении динамики солевого режима исследуемого объекта будем придерживаться данной классификации так как она наиболее соответствует режиму техногрунта рекультивированного участка.

Динамика солевого режима исследуемой территории тесно связана с динамикой грунтовых вод и водного режима техногрунта. В связи с проведением рекультивационных работ изменились водный режим и режим грунтовых вод территории бывших амбаров, что повлекло за собой изменение солевого режима. Вместе с тем солевой режим не является простым отношением водного режима и режима грунтовых вод. Фильтрация воды из поверхности техногрунта может быть различной, поэтому опреснение техногрунта может быть различным. Легкорастворимые соли выщелачиваясь могут отличаться в одной точке, тогда как солевой режим всей территории бывших амбаров может оставаться стабильным.

Как показывают аналитические данные (табл. 1) в зависимости от давности проведения рекультивационных работ режим техногрунта исследуемых участков может складываться по типу годового-необратимого засоления и годового-необратимого рассоления.

Данные анализа показывают, что на рекультивационных участках в 2012, 2013 и 2014 гг. за два года увеличение солей по горизонтам техногрунта не произошло, хотя перемещение солей по сезонам года отмечено.

На рекультивированном участке 2011 г. произошло засоление по всем расчетным слоям. Здесь складывается сезонно-необратимый тип засоления. На целинной бурой пустынной солончаковой почве засоление произошло в верхнем 0...30 см слое, а в нижних слоях рассоление. В метровом слое почва рассолилась на 85 т/га. Здесь складывается сезонно-необратимый тип рассоления.

Рассмотрим подробно, как складывается динамика солевого режима на техногрунтах рекультивированного участка. На участке рекультивированном в 2013 г. складывается годовой необратимый тип рассоления. Хлориды уменьшаются по всему расчетному слою в итоге они уменьшились на 73,64 т/га. Сульфаты также уменьшаются по всем расчетным слоям. В метровом слое уменьшились наполовину. Гидрокарбонаты также уменьшаются по всем расчетным слоям и в метровом слое уменьшаются на 0,54 т/га. Катионы кальция на первом полуметровом слое увеличиваются, а на втором полуметровом слое уменьшаются. В итоге уменьшаются на 5,25 т/га.

Катионы магния уменьшаются по всем расчетным слоям и в итоге уменьшились на 2,45 т/га. Катионы натрия уменьшаются по всем расчетным слоям и в итоге уменьшились на 52,29 т/га, то есть уменьшились в 2,36 раза. Катионы калия увеличиваются в верхнем 30 см слое. Далее вглубь толщи техногрунта уменьшаются. В метровом слое техногрунта катионы калия увеличились на 0,67 т/га из-за его подвижности, стекая в нижние слои техногрунта. Таким образом, на участке рекультивированном в 2013 г. сложился годовой обратимый тип рассоления.

Теперь рассмотрим рекультивированный участок 2012 г. Динамика солевого режима на этом участке складывается по годовому необратимому типу рассоления. Хлориды уменьшаются в верхнем полуметровом слое техногрунта, а во втором полуметровом слое увеличиваются и в итоге метровый слой техногрунта засоляется на 6,51 т/га, так как хлориды подвижные и накапливаются в нижних горизонтах техногрунта.

Сульфаты уменьшаются по всему расчетному слою и в итоге уменьшаются в метровом слое на 60,48 т/га. Гидрокарбонаты уменьшаются по всем расчетным слоям и в итоге уменьшаются на 0,07 т/га. Катионы кальция уменьшаются по всему расчетному слою и в итоге уменьшаются на 5,74 т/га. Катионы магния уменьшаются по всему расчетному слою и в итоге они составили 4,24 т/га. Катионы натрия уменьшаются по всему расчетному слою и в итоге составили 23,23 т/га. Катионы калия также уменьшаются по всему расчетному слою и в итоге составили 0,17 т/га.

Теперь рассмотрим рекультивированный участок 2014 г. Динамика солевого режима исследуемого участка направлена в сторону уменьшения. Если рассмотреть подробно, то хлориды увеличились в слое 0...10 см, а в остальных расчетных слоях уменьшились. В метровом слое составили 225,47 т/га. Этот показатель в 3,62 раза ниже, чем в предыдущем году. Сульфаты уменьшились по всем расчетным слоям и в итоге составили – 54,06 т/га.

На рекультивированных участках 2011 г. сложилась иная картина. Динамика солевого режима направлена в сторону засоления и складывается солевой режим по сезонно-необратимому типу засоления. Хлориды увеличились по всем расчетным слоям и в итоге составили 43,38 т/га. Сульфат-ионы наоборот уменьшились по всем расчетным слоям до 26,18 т/га. Гидрокарбонаты также уменьшились по всем расчетным слоям и в итоге составили в метровом слое – 0,18 т/га. Катионы кальция уменьшились по всем расчетным слоям и в итоге составили – 0,14 т/га. Катионы магния также уменьшаются по всем расчетным слоям и в метровом слое

составили 0,22 т/га. Катионы натрия увеличиваются по всем расчетным слоям и в метровом слое составили – 25,9 т/га. Катионы калия также увеличиваются по расчетным слоям и в итоге в метровом слое составили – 0,056 т/га. Таким образом, увеличение запасов солей произошло за счет увеличения хлоридов, магния, натрия и калия.

Рассмотрим бурую пустынную солончаковатую почву, которую мы брали для контроля. Годичный цикл солевого режима направлен по годовому необратимому типу рассоления. Рассмотрим подробнее. Хлориды увеличиваются по всему расчетному слою и в метровом слое составили 4,37 т/га. По сульфату наоборот уменьшаются по всем расчетным слоям и составили – 50,68 т/га. Гидрокарбонаты наоборот увеличились по всем расчетным слоям и составили 0,24 т/га. Катионы кальция также уменьшаются по всем расчетным слоям и составили 7,29 т/га, т.е. уменьшились наполовину. Катионы магния уменьшились в первом полуметровом слое, но во втором полуметровом слое увеличились и в метровом слое техногрунта увеличились в два раза и составили 7,0 т/га. Катионы натрия увеличились в верхнем 0...30 см слое, но в слое 0...50 см уменьшились, и во втором полуметровом слое также уменьшились и в итоге в метровом слое почвы составили 6,95 т/га. Катионы калия увеличились в первом полуметровом слое, но во втором полуметровом слое уменьшились и в итоге в метровом слое почвы составили 0,07 т/га. Таким образом, запасы солей уменьшились за счет хлоридов и катионов магния. Солевой режим бурой пустынной солончаковатой почвы складывается по сезонно-необратимому типу рассоления.

Теперь несколько слов о годовой аккумуляции солей на рекультивированных участках. На рекультивированном участке 2011 г. (Р-5) солевой режим складывается по сезонно-необратимому типу засоления.

$$ГАС = \frac{163,8}{126,7} = 1,29$$
 Здесь ГАС больше единицы, имело место сезонное

засоление из-за расположения в рельефе. Участок расположен в понижениях и дождевые воды стекают сюда с вышележащих участков и фильтруются.

На рекультивированном участке 2012 г. (Р-3) солевой режим складывался по сезонно-необратимому типу рассоления. Здесь

$$ГАС = \frac{229,6}{337,4} = 0,68$$
, что меньше единицы и значит в сезоне произошло

рассоление и динамика солей была направлена в сторону уменьшения.

На рекультивированном участке 2013 г. (Р-1) солевой режим складывался по сезонно-необратимому типу рассоления. Здесь $GAC = \frac{165,2}{351,9} = 0,47$, что меньше единицы, значит, в сезоне произошло

рассоление, и динамика солей была направлена в сторону уменьшения.

На рекультивированном участке 2014 г. (Р-6) солевой режим складывался по сезонно-необратимому типу рассоления. Здесь $GAC = \frac{165,2}{361,9} = 0,46$, коэффициент меньше единицы, значит в сезоне

произошло рассоление и динамика солей была направлена в сторону уменьшения.

В заключение необходимо отметить, что осенне-весенние погодноклиматические условия 2015...2016 сельскохозяйственных годов были весьма благоприятными для ведения сельскохозяйственного производства. Впервые за всю историю Атырауской области весенний период характеризовался повышенными осадками, количество которых в 3,5...4,0 раза превышало среднегодовую норму. Осенне-весенние осадки способствовали промывке почв и в результате снизились запасы легкорастворимых солей. Во-вторых, токсичные для растений соли в процессе химической реакции переходят в менее токсичные, а также трудно растворимые формы. Таким образом, с воздействием выше сказанных факторов техногрунты рекультивированных участков рассолились.

Анализ солевого режима техногрунта исследуемого участка показал, что наряду с различными процессами засоления и рассоления, общий процесс при этом направлен на рассоление. Он периодически может прерываться и засолением в связи с поднятием уровня высокоминерализованных грунтовых вод.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. – М.: МГУ, 1970. – 482 с.
2. Качинский Н.А. Физика почв. Ч. 2. – М.: Высшая школа, 1970. – 358 с.
3. Ковда В.А. Происхождение и режим засоленных почв. Т. 1. – М-Л.: Изд-во АН СССР, 1946. – 568 с.
4. Костяков А.Н. Основы мелиорации. – М.: 1956. – 439 с.
5. Польшов Б.Б. Определение критической глубины залегания уровня засоляющей почву грунтовой воды / Избранные труды. – М.: 1956. – С. 49-78.

6. Роде А.А. Водный режим и его типы. // Почвоведение. – 1956. – №4. – С. 1-21.
7. Розов Л.П. Мелиоративное почвоведение. – М.: 1956. – 439 с.
8. Фелициант И.Н. Опыт изучения закономерностей капиллярного передвижения воды и растворов солей в слоистых грунтах. – Ташкент: Изд-во МСХ УзССР, 1961.

Поступила 29.11.2016

Биол. ғылымд. канд. С.Н. Досбергенов

ҚАРААРНА МҰНАЙ КЕН ОРНЫНЫҢ АМБАРЛАР АУМАҒЫНДАҒЫ РЕКУЛЬТИВАЦИЯЛАНҒАН УЧАСКЕЛЕРДІҢ ТҰЗ РЕЖИМІНІҢ ДИНАМИКАСЫ

Түйін сөздер: техногрунттардың тұзсыздануы, хлор, сульфат, натрий, магний, кальций, калий, тұздардың жылдық жинақталуы, сортаңдану

Амбарлар аумағындағы рекультивацияланған учаскелердің техногрунттарының тұздану – тұзсыздану үрдістері зерттелінген. 2012, 2013 және 2014 жылдары рекультивацияланған учаскелердің тұз режимінің динамикасы олардың тұзсыздануына бағытталған. Мұнда маусымдық – қайтымсыз тұзсыздану типі жүреді. 2011 жылы рекультивацияланған учаскенің тұз режимі маусымдық – қайтымсыз тұздану типі бойынша жүруде. Мұнда тұздардың жылдық жинақталуы (ТЖЖ) бірден жоғары да ол 1,29 тең. Осы учаскенің тұздануы оның жер бедеріндегі орналасуына байланысты.

Dosbergenov S.N.

DYNAMICS SALINATION REGIME RECLTIVATION AREA OF THE KARAARNA ON DEPOSITS TERRITORY

Keywords: unsalinization tehnoground, chlor, sulphate, sodium, magnesium, calcium, potassium, accumulation of salt, alkali soil

This article shows process salinization and unsalinization on reclaimed tehnoground areas of Karaarna barns. Dynamics salinization soils regime in 2012, 2013 and 2014 years to be going for unsalinization. Here has formed season – unreturn type unsalinization. On the reclaimed tehnoground in 2011 years dynamics salinization regime to be going to salinization. The recultivation area was situated under the slope. Here has has formed season – unreturn type salinization.