

На правах рукописи

Фоминых Денис Евгеньевич

**ТЕХНОГЕННОЕ ЗАСОЛЕНИЕ ПОЧВ
КАК ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКТОР ПРИ РАЗРАБОТКЕ
НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ СРЕДНЕГО ПРИОБЬЯ**

Специальность 25.00.36 – Геоэкология (науки о земле)

Автореферат диссертации на соискание учёной степени
кандидата геолого-минералогических наук

ТОМСК – 2013

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Томский государственный архитектурно-строительный университет (ТГАСУ)»

Научный руководитель:

Щербак Геннадий Гаврилович,
доктор геолого-минералогических наук,
профессор

Официальные оппоненты:

Попов Виктор Константинович,
доктор геолого-минералогических наук,
профессор, профессор кафедры
«Гидрогеологии, инженерной геологии и
гидрогеоэкологии» ФГБОУ ВПО
«Национальный исследовательский
Томский политехнический университет,
(НИ ТПУ), г. Томск

Маньлова Любовь Семёновна,
кандидат геолого-минералогических наук,
учёный секретарь Томского филиала
ФБГУН «Институт нефтегазовой геологии
и геофизики им. А.А. Трофимука» Сибир -
ского отделения Российской академии
наук (ТФ ИНГГ СО РАН)», г. Томск

Ведущая организация:

Департамент природных ресурсов и охраны
окружающей среды Томской области,
г. Томск

Защита диссертации состоится: «11» декабря 2013 г. в 16 ч. 30 мин. на заседании диссертационного совета Д 212.269.07 при ФГБОУ ВПО НИ ТПУ по адресу: 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 2а, строение 5, аудитория 504 учебного корпуса № 20.

С диссертацией можно ознакомиться в научно-технической библиотеке ФГБОУ ВПО НИ ТПУ.

Автореферат разослан 8 ноября 2013 г.

Учёный секретарь диссертационного совета
Д 212.269.07

С.И. Арбузов

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. При интенсивной разработке и эксплуатации нефтяных месторождений окружающая природная среда испытывает существенную техногенную нагрузку, часто приводящую к загрязнению и деградации экосистем. Нефтяные месторождения Западной Сибири являются основным районом добычи нефти в Российской Федерации. Большинство нефтяных месторождений данного региона располагаются в географическом районе Среднего Приобья, на территории Ханты-Мансийского автономного округа–Югры, а также прилегающих районов Томской, Тюменской и Омской областей.

Одним из геоэкологических факторов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду при добыче нефти, является техногенное засоление почв. Процессы загрязнения земель нефтью и способы рекультивации нефтезагрязнённых земель достаточно широко освещены в научной литературе, имеется многолетний положительный опыт проведения работ по рекультивации нефтезагрязнённых участков.

При работе нефтепромысловых трубопроводов разгерметизации (отказы) встречаются не только на нефтесборных сетях, но и на водоводах, где внутренняя коррозия усиливается под действием растворённых солей и рабочего давления в 14–21 МПа. Проблема техногенного засоления земель на нефтяных месторождениях и способы их рекультивации менее изучены, чем загрязнение земель нефтью. Особенно это касается месторождений Среднего Приобья, где в отличие от старых регионов нефтедобычи – Поволжья, Башкирии, Татарстана, практически отсутствуют земляные амбары для подтоварных (сточных нефтепромысловых) вод и площади земель сельскохозяйственного назначения минимальны.

Органы государственной исполнительной власти Ханты-Мансийского автономного округа–Югры и Томской области принимают нормативные акты, направленные на решение проблемы техногенного засоления почв на объектах нефтегазового комплекса, однако технологий рекультивации засоленных земель, получивших широкое промышленное применение в регионе Среднего Приобья в настоящее время нет. В связи с этим возникает острая необходимость в научных исследованиях процесса техногенного засоления почв, влияния его на наземные экосистемы, скорости и механизма естественных процессов самовосстановления почв и биоты наземных экосистем, а также в исследованиях по подбору и апробации способов рекультивации техногенно засоленных участков применительно к различным биотопам. Переход от положительных результатов опытных работ по рекультивации делян площадью в несколько десятков или сотен квадратных метров к промышленным масштабам рекультивации в десятки и сотни гектар требует как теоретических, так и практических исследований.

Объектом исследований является процесс техногенного засоления почв нефтяных месторождений Среднего Приобья рабочим агентом систем поддержания пластового давления и подтоварными водами систем захоронения сточных нефтепромысловых вод.

Цель работы. Провести исследование техногенного засоления почв и разработать способы рекультивации засоленных участков, применительно к природно-климатическим условиям Среднего Приобья с учётом процесса естественного рассоления почв.

Основные задачи:

1. Изучить современные направления исследований техногенно засоленных земель нефтяных месторождений.
2. Выполнить исследования ключевых участков на месте разливов рабочего агента системы ППД, выявить динамику изменений показателей концентрации хлорид-ионов и показателя рН водной вытяжки отобранных проб почвы.

3. Изучить скорость естественного рассоления почв.
4. Провести исследования физических и фильтрационных свойств грунтов ненарушенной структуры с целью установления коэффициентов фильтрации в вертикальном и горизонтальном направлениях.
5. Изучить существующие способы рекультивации засоленных земель применительно к природно-климатическим условиям Среднего Приобья и предложить наиболее эффективные способы для выполнения работ по рекультивации земельных участков.
6. Разработать рекомендации по рекультивации засоленных почв с использованием мобильных дренажных установок.

Фактический материал и методы исследований. Теоретической основой для решения поставленных задач послужили научные работы, в том числе полевые опыты и исследования российских и зарубежных учёных – Солнцева Н.П., Леднёва А.В., Сулейманова Р.Р., Седых В.Н., Лымарь О.А, Т.М Harris, K. L Sublette, D.J Carty и других авторов.

В основу фактического материала положены полевые и лабораторные исследования проведённые автором в 2005–2013 г.г. на территории Александровского и Каргасокского районов Томской области и Нижневартовского района Ханты-Мансийского автономного округа–Югры. Основным местом проведения полевых исследований и отбора проб послужила площадка с компактным расположением двух техногенно засоленных участков и фоновым участком на территории Нижневартовского района ХМАО-Югры недалеко от административной границы с Томской областью. Описание участков выполнялось на месте с применением глазомерной съёмки, фотосъёмки и GPS Garmin. Техническая информация о водоводах высокого давления и причинах их разгерметизации оформлялась с использованием РД 39-132-94 «Правила по эксплуатации, ревизии, ремонту и отбраковке нефтепромысловых трубопроводов». За полевые сезоны 2010-2013 г.г. автором было отобрано 78 объединённых проб почвы с засоленных участков для определения концентрации хлорид-ионов и показателя рН, для аналогичных химических анализов были отобраны 2 пробы с фонового участка. Отбор проб производился автором согласно требованиям. ГОСТ 17.4.3.01-83 Охрана Природы. Почвы. Общие требования к отбору проб. Подготовка проб и их химический анализ проводились по методике ГОСТ 26425-85 Почвы. Методы определения иона хлорида в водной вытяжке. Химические анализы выполнялись в аккредитованной лаборатории в г. Стрежовом. Результаты химических анализов обрабатывались в программе MS Excel. Описание почвенного разреза выполнено с учётом рекомендаций: Егорова В.В. Шилова Л.Л., World reference base for soil resources 2006, Rome: “FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS”, 2006. Для изучения физико-механических свойств грунтов – плотности, гранулометрического состава, водонасыщенности, коэффициентов фильтрации, на фоновом участке был заложен шурф. Коэффициенты фильтрации (вертикальный и горизонтальный) определялись на ненарушенных образцах грунта с помощью трубки СпецГЕО по методике ГОСТ 25584-90 Грунты. Методы лабораторного определения коэффициента фильтрации. Для изучения возможности применения мобильной дренажной установки (МДУ) для сбора воды на участках с высоким залеганием грунтовых вод автором был изготовлен опытный образец МДУ и проведены его полевые испытания на участке леса, примыкающего к верховому болоту (территория муниципального образования Городской округ Стрежовой, Томская область). После опытных работ с МДУ в её конструкцию были внесены изменения. Все схемы и чертежи в работе выполнены в программе AUTOCAD.

Научная новизна работы.

1. Впервые для районов нефтедобычи Среднего Приобья изучены особенности техногенного засоления почв минерализованными водами (рабочим агентом) системы ППД и проанализировано их воздействие на наземные экосистемы.
2. Впервые выполнены исследования в районах нефтедобычи Среднего Приобья и установлены скорости естественного рассоления земельных участков в условиях гумидного климата, что согласуется с результатами, полученными для других регионов Солнцевой Н.П., Леднёвым А.В., Сулеймановым Р.Р.
3. Обобщены существующие способы рекультивации, и разработаны методы по подбору их комбинаций (набор и последовательность выполнения) для засоленных участков различных наземных экосистем Среднего Приобья. Дано описание 14 способов, и охарактеризованы возможности их применения на верховых болотах, переувлажнённых участках леса и плакорных участках (залесённых гривах и высоких водоразделах).
4. Предложена авторская технология (способ) рекультивации замкнутых локальных участков с применением мобильной дренажной установки (МДУ) конструкции Щербака Г.Г., Фоминых Д.Е и разработаны рекомендации по её применению. Решение о выдаче патента от 11.09.2013 г.

Апробация результатов работы. Основные положения диссертационной работы докладывались на IX Всероссийской научной конференции с международным участием «Биологическая рекультивация и мониторинг нарушенных земель» Екатеринбург, 2012 г., на кафедре инженерной геологии и геоэкологии Томского государственного архитектурно-строительного университета в 2012 и 2013 г.г., на конференции «Трофимуксовские чтения – 2013» (стендовый доклад), Новосибирск 2013 г., в Учебном центре ОАО «Томскнефть» ВНК и в Национальном исследовательском Томском политехническом университете в 2013 г.

Практическое применение и значимость работы. Практическая значимость работы заключается в том, что на основании систематизации способов рекультивации техногенно засоленных участков практически применимых к почвам наземных экосистем Среднего Приобья создана сводная таблица способов рекультивации. Предложен новый способ рекультивации засоленных участков с замкнутым микрорельефом путём применения мобильных дренажных установок. На основании материалов исследования возможно создание регламентов по рекультивации техногенно засоленных участков нефтяных месторождений Ханты-Мансийского автономного округа–Югры, Томской, Тюменской и Омской областей.

Структура и объём. Диссертационная работа состоит из введения, 6 глав, заключения. Работа содержит 179 страниц машинописного текста, 45 рисунков, 15 таблиц. Список литературы включает 139 наименований, в том числе 14 источников на английском языке.

Личный вклад соискателя в получение результатов, изложенных в диссертации, заключается в самостоятельном выборе ключевых и фонового участков. В отборе 78 проб почвы, интерпретации полученных данных по концентрации хлорид-ионов и показателя рН, самостоятельном отборе 8 ненарушенных образцов грунта из шурфа и определении коэффициентов фильтрации, закладке почвенного разреза и его описании. В изучении влияния процессов засоления на наземные экосистемы и почво-грунты. В проведении обработки полученной информации и её представлении. В изучении литературных источников по рекультивации засоленных почв, в том числе англоязычных

авторов, в участии в разработке конструкции мобильной дренажной установки и её полевых испытаниях, подачи заявки на патентование полезной модели.

Благодарности. Автор выражает глубокую благодарность своему научному руководителю, доктору геолого-минералогических наук, профессору Г.Г Щербаку. За ценные консультации и советы академику МАН ВШ, доктору геолого-минералогических наук, заведующему кафедрой инженерной геологии и геоэкологии Томского государственного архитектурно-строительного университета, профессору В.Е Ольховатенко, а также всем сотрудникам кафедры. Заведующей Стрежевской химико-аналитической лабораторией ОГБУ «Облкомприрода» Гавринёвой А.В. за методическую и практическую помощь. За помощь в подборе литературных источников и в проведении полевых исследований ведущему инженеру управления промышленной безопасности и охраны труда ОАО «Томскнефть» ВНК Голещихину А.В.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В главе 1 рассматриваются теоретические исследования проблемы техногенного засоления почв и практический опыт проведения рекультивационных работ на засоленных участках. Теоретической основой послужили работы Солнцевой Н.П., Леднёва А.В., Сулейманова Р.Р., Седых В.Н. Из числа работ иностранных учёных были задействованы научные разработки сотрудников университета г. Тулса, штат Оклахома США и других североамериканских исследователей - Т.М Harris, К. L Sublette, D.J Carty, A Moralwar, C.W. Robbins, S.M. Swetish, W.F. Priebe, W. Crawley.

В главе 2 даётся характеристика геоэкологических условия района Среднего Приобья, исходя, из которых формируются предпосылки к естественному самовосстановлению техногенно засоленных наземных экосистем, и на основании которых возможно сделать выводы о пригодности или непригодности существующих способов рекультивации. Под географическим районом Среднее Приобье понимается центральная часть Западно-Сибирской равнины, охватывающая территории, прилегающие к широтному отрезку реки Обь, включая водосборные площади её левых и правых притоков, впадающих на этом участке. Северной границей Среднего Приобья являются Сибирские Увалы по их водораздельной линии. В административном отношении это граница между Ханты-Мансийским автономным округом–Югрой и Ямало-Ненецким автономным округом. Южная граница проходит по водоразделу между притоками Оби и Иртыша. Западными границами являются меридиональные отрезки Оби и Иртыша, восточная граница проходит по Обь-Енисейскому водоразделу.

На территории Среднего Приобья располагаются следующие субъекты Российской Федерации – Ханты-Мансийский автономный округ–Югра (Нефтеюганский, Сургутский и Нижневартовский районы), Томская область (Александровский, Кургасокский и Парабельский районы), Тюменская область (Уватский район), Омская область (Тарский район).

В главе 3 даётся характеристика систем поддержания пластового давления и систем захоронения нефтепромысловых сточных (подтоварных) вод. Кратко рассматриваются технология поддержания пластового давления и захоронения подтоварных вод, элементы данных систем, физико-химические свойства подтоварной воды и минерализованных вод апт-альб-сеноманского водоносного комплекса. Отдельно рассматриваются причины и статистика отказов (разгерметизации) водоводов. При работе систем поддержания пластового давления (ППД) происходят аварии и инциденты, связанные с разгерметизацией трубопроводов и технологического оборудования, что приводит к разливам рабочего агента (высокоминерализованной воды) на рельеф.

Наиболее уязвимыми элементами системы ППД по наблюдениям автора являются водоводы высокого давления (ВВД). Причинами аварийности являются: высокое давление в трубопроводах в сочетании с агрессивностью рабочего агента к внутренним металлическим поверхностям труб и запорной арматуры. Они обусловлены активной коррозией растворенных в воде солей, высокой температурой, давлением и значительной протяженностью трубопроводов.

В главе 4 изложена методика исследования засоленных участков и даётся характеристика ключевых участков – двух засоленных и одного фонового.

Методика проведения исследования

Для изучения процесса самовосстановления засоленных участков автором были последовательно выполнены следующие исследования:

1. Собрана информация о некатегорийных отказах, которые произошли на водоводах высокого давления с указанием времени и места, где они произошли, а также технических характеристик водоводов высокого давления – наименование, диаметр, давление.
2. Произведены визуальные обследования участков, на которых произошли разливы рабочего агента системы ППД, и выбраны два ключевых участка для проведения исследования.
3. Собрана информация о погодных условиях в момент отказов, визуально определена площадь двух засоленных участков с привязкой к ядру засоления – месту разгерметизации водоводов, намечены точки отбора объединенных проб;
4. Выбран фоновый участок на удалении более 150 м от мест, где произошли отказы ВВД.
5. Выполнена фотосъёмка ключевых участков.
6. В период с мая по октябрь 2011–2012 г.г. ежемесячно (с 14 по 19 число текущего месяца) проводился отбор проб почв с засоленных участков с глубины 0–5 см. и 5–20 см. В 2013 году отбор проб проводился ежемесячно с мая по сентябрь. За каждый выезд на ключевые участки отбирались 4 объединённых пробы, каждая из 4–5 точек отбора. Точки отбора проб максимально совпадали. Фоновые пробы были отобраны однократно. Каждая проба снабжалась этикеткой с указанием времени и глубины отбора, номера участка. Для проведения химических анализов пробы направлялись в специализированную аккредитованную химико-аналитическую лабораторию в г. Стрежевой. Для осуществления внутрилабораторного контроля каждый полевой сезон однократно для выполнения химических анализов предоставлялись зашифрованные пробы, и выполнялась проверка сходимости полученных результатов.

Характеристика ключевых участков

Загрязненный участок № 1. Отказ (разгерметизация) на водоводе высокого давления БКНС-7 – узел врезки куста 207 произошёл 4 мая 2011 г. Технические характеристики ВВД: $\varnothing 159 \times 12$ мм, давление 15–16 МПа. Площадь загрязнения составила 1000 м^2 . Во время разлива рабочего агента системы ППД снеговой покров отсутствовал. В июле 2011 г. и в августе 2012 г. на водоводе высокого давления в пределах границ засоленного участка происходили повторные отказы (разгерметизации) с разливом минерализованной воды на рельеф.

Загрязненный участок № 2. Отказ (разгерметизация) на водоводе высокого давления БКНС-7 – узел врезки куста 207 произошёл 19 апреля 2011 г. Технические характеристики ВВД: $\varnothing 159 \times 12$ мм, давление 15–16 МПа. Площадь загрязнения составила 1200 м^2 . Во время разлива рабочего агента системы ППД снеговой покров отсутствовал.

Фоновый участок. Среднетаёжный лес на удалении 150–200 метров от загрязнённых (засолённых) участков.

Методики отбора и химического анализа проб почв

Отбор проб производился согласно требованиям ГОСТ 17.4.3.01-83 Охрана Природы. Почвы. Общие требования к отбору проб. ГОСТ 17.4.02-83 «Охрана природы. Земли. Классификация химических веществ для контроля загрязнения». Фоновые пробы отбирались объединённые из трех точек с прилегающего участка, а пробы с загрязнённых (засолённых) участков отбирались из четырёх–пяти точек.

Химический анализ проб почвы на концентрацию хлорид-ионов и pH водной вытяжки проводился в аккредитованной химико-аналитической лаборатории согласно методике ГОСТ 26425-85 Почвы. Методы определения иона хлорида в водной вытяжке.

Методика исследования физико-механических свойств почво-грунтов

Изучение физико-механических свойств грунтов: плотности частиц, плотности влажного/сухого грунта, естественной влажности, гранулометрического состава, пластичности, пористости и коэффициента пористости осуществлялось в сертифицированной грунтоведческой лаборатории кафедры инженерной геологии и геоэкологии Томского государственного архитектурно-строительного университета в соответствии с ГОСТ 25100-95, ГОСТ 5180-96, ГОСТ 12536-96, СНиП 11-102-96, СП 11-105-97.

Отбор ненарушенных образцов почвы производился автором из стенок почвенного разреза (шурфа) с использованием металлического стакана. Коэффициент фильтрации определялся автором самостоятельно на трубке СпецГЕО.

В главе 5 изложены результаты исследования динамики концентрации хлорид-ионов и показателя pH в верхнем (корнеобитаемом) слое почвы и физико-механических свойств грунтов.

Естественное самоочищение техногенно засоленных участков обусловлено промывным режимом почв Среднего Приобья. Годовое количество осадков превышает испарение, что приводит к заболачиванию значительных площадей и формированию повышенного уровня поверхностного стока, что дает эффект самоочищения почв от водорастворимых солей.

В главе 6 рассматриваются способы рекультивации техногенно засоленных участков, применимые на нефтяных месторождениях Среднего Приобья. Всего представлены 14 способов рекультивации, которые собраны в сводной таблице с указанием возможности применения на участках верховых болот, переувлажнённого леса и леса на возвышенных участках водоразделов и грив (таблица 2). По каждому способу даётся текстовое пояснение по механизму действия и технологии применения. Отдельно в главе даётся конструктивное описание и рекомендации по применению мобильных дренажных установок. Приведены критерии оценки эффективности работ по рекультивации техногенно засоленных земель на нефтяных месторождениях Среднего Приобья.

ЗАЩИЩАЕМЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

ПОЛОЖЕНИЕ 1. Установлено, что в условиях гумидного климата Среднего Приобья при наличии поверхностного стока процесс естественного рассоления почв проходит интенсивно в течение 2–3 лет, а в условиях замкнутого микрорельефа – до 5–7 лет.

При решении вопросов техногенного засоления территории основное внимание уделяется количеству осадков, температурному режиму воздуха, глубине сезонного промерзания почво-грунтов. Установлено, что максимальное воздействие процессов техногенного засоления на наземные экосистемы реализуется в тёплый период года, при выпадении дождевых осадков. При этом наблюдается интенсивная миграция водорастворимых солей в почве. В холодное время года, при промерзании почвы, геохимическая миграция солей останавливается.

На основании анализа геоморфологических условий Среднего Приобья в районах добычи нефти установлено, что преобладает выположенный рельеф, территория довольно густо расчленяется гидросетью. В пределах положительных структурных элементов отмечается развитие регрессивной эрозии и углубление русел рек, врез которых сравнительно небольшой. Местами отмечается процесс осушения болот и спуск озер в реки. Район Среднего Приобья отличается высокой заболоченностью и заозеренностью, плоскими, низкими междуречными пространствами, которые представлены высокими террасами Оби и Иртыша.

Результаты наблюдений динамики концентрации хлорид-ионов на ключевых участках представлены на рис. 1 и рис. 2.

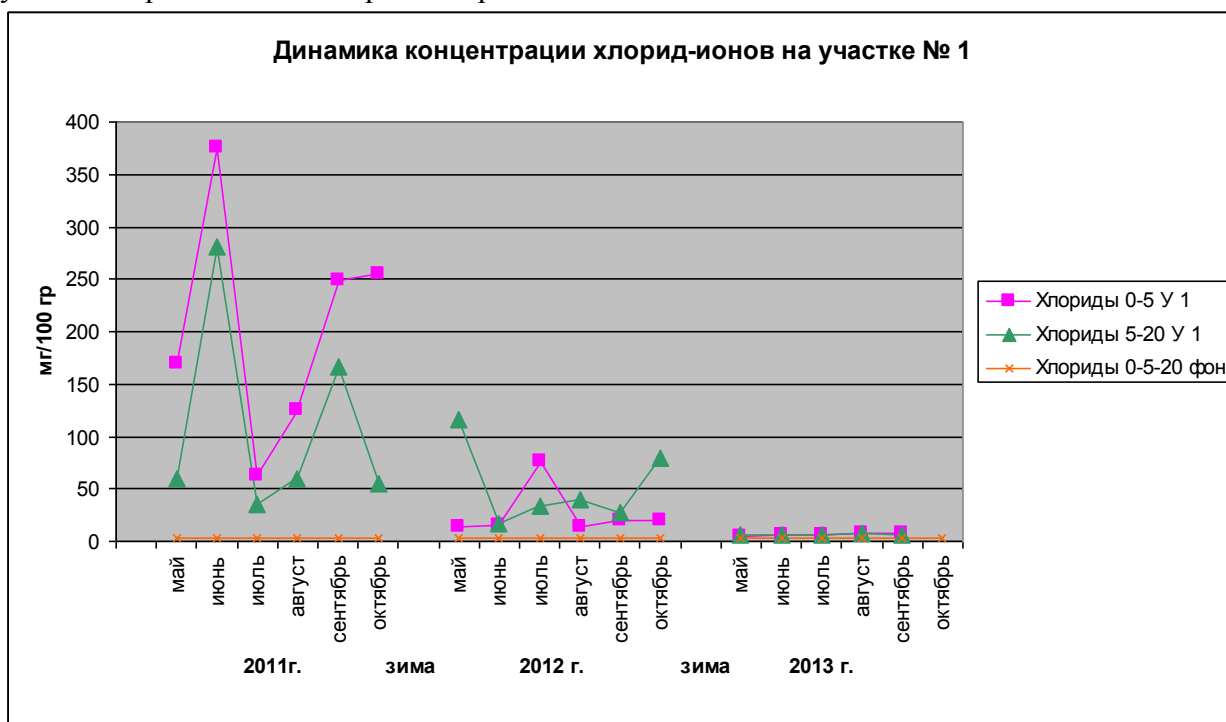


Рис.1 Динамика концентрации хлорид-ионов на ключевом участке № 1

Динамика концентрации хлорид-ионов на ключевом участке № 1 показывает общее волнообразное снижение концентрации хлорид-ионов за период наблюдения. При этом максимальное снижение концентрации солей (процесс рассоления), связанное с миграцией хлорид-ионов на глубине 0–5 см. наблюдался в период весеннего снеготаяния 2012 года (на второй год после залпового разлива минерализованной воды). На глубине 5–20 см. за этот же период произошло увеличение концентрации с 48 до 116 мг/100г. Объяснением этого может быть более позднее оттаивание данного почвенного горизонта и соответственно меньшее влияние на него весенних талых вод, а также вертикальной миграцией хлорид-ионов.

Следует отметить, что за первый год наблюдений (2011) концентрации хлорид-ионов на глубине 0–5 см. и 5–20 см. изменялись синхронно, то есть увеличение или снижение концентраций было вызвано общими закономерностями, например количеством осадков. Изменения концентрации солей с сентября по октябрь носили разнонаправленный характер, на глубине 0–5 см. произошло незначительное (менее 5 %)

увеличение концентрации, для глубины 5–0 см с сентября по октябрь произошло резкое (в 2,5 раза) падение концентрации со 167 до 65 мг/100 г.

Второй год наблюдения (2012) в отличие от первого характеризовался разнонаправленностью динамики концентрации хлорид-ионов на глубине 0–5 и 5–20 см. Концентрация солей снизилась в 2,5 раза и составила от 5 до 116 мг/100 г. Важным показателем явилось достижение в отдельные месяцы фоновых концентраций, что указывает на высокие скорости естественного рассоления (процессы самовосстановления химического состава почвы путём миграции водорастворимых солей).

За третий год наблюдений концентрации хлорид-ионов были близки к фоновым значениям – расхождение между значениями менее 80 %. На основе полученных данных можно сделать вывод о том, что естественное рассоление участка практически завершилось и существующие концентрации хлорид-ионов в почве не могут оказать отрицательного влияния на физико-химические свойства почво-грунтов и быть токсичными по отношению к наземным растениям и почвенным микроорганизмам.

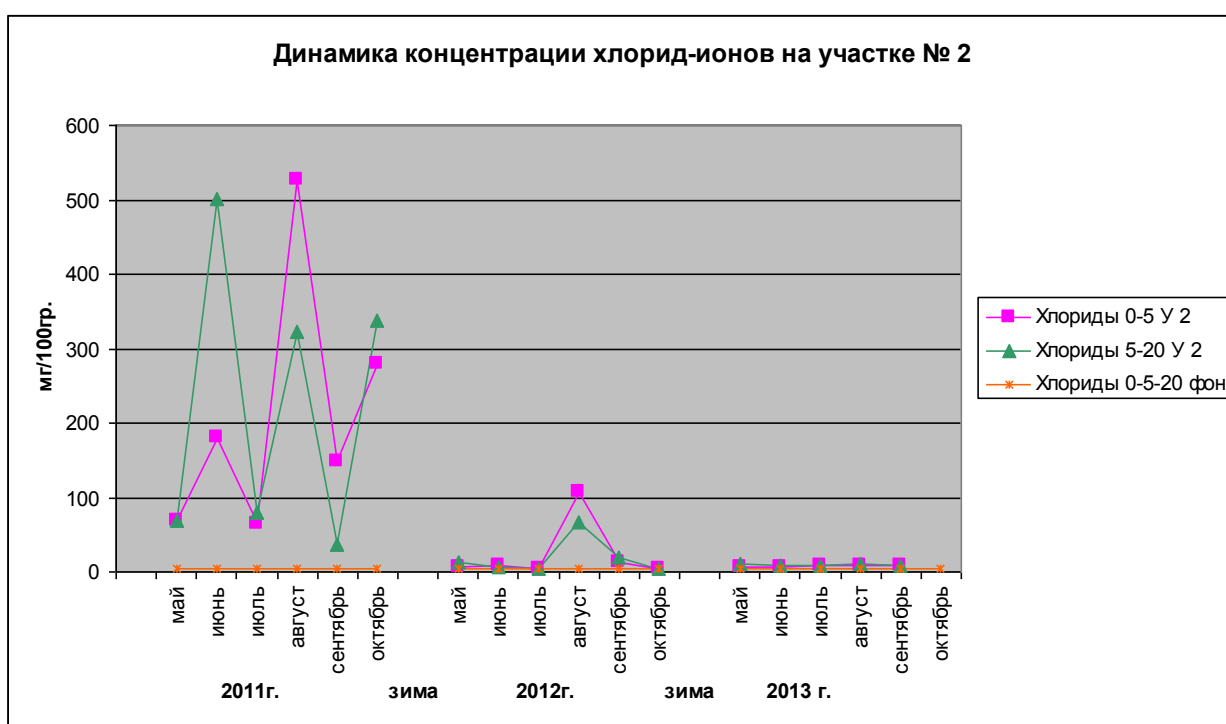


Рис. 2 Динамика концентрации хлорид-ионов на ключевом участке № 2

Динамика концентрации хлорид-ионов на ключевом участке № 2 также показывает волнообразные изменения концентрации хлорид-ионов за период наблюдения. При этом максимальное снижение концентрации (процесс рассоления), связанное с миграцией хлорид-ионов во всём горизонте наблюдений 0–20 см наблюдался в период весеннего снеготаяния 2012 года (на второй год после залпового разлива минерализованной воды). Произошло резкое (более чем в 50 раз) снижение концентрации хлорид-ионов.

Следует отметить, что за первый год наблюдений (2011) концентрации хлорид-ионов на глубине 0–5 см и 5–20 см изменялись синхронно, то есть увеличение или снижение концентраций было вызвано общими закономерностями, например количеством осадков. Но при общем ходе (направлении) процесса изменения концентрации наблюдалась смена пиковых максимумов концентраций при сравнении между собой горизонтов отбора проб 0–5 и 5–20 см. В июне 2011 г. наибольшая концентрация наблюдалась в горизонте 5–20 см (500 мг/100г), в это же время концентрация на глубине 0–5 см составляла 180 мг/100 г. В июле произошло падение концентрации до общего значения 70 мг/100 г, а в августовский пик наибольшая концентрация отмечена на глубине

0–5 см (520 мг/100 г), а на глубине 5–20 см пиковое значение составило чуть больше 300 мг/100 г.

Второй год наблюдений (2012) в отличие от первого характеризовался единственным общим пиком повышения концентрации в августе месяце – 70 мг/100 г на глубине 5–20 см и 100 мг/100 г на глубине 0–5 см. В остальные месяцы с мая по октябрь (исключая август) концентрации были близки к фоновым значениям.

В третий год наблюдений (2013) были получены следующие данные, которые характеризуют концентрации хлорид-ионов по всему исследуемому профилю почвы (0–20 см), как близкие к фоновым значениям. При данных концентрациях токсического эффекта по отношению к растениям и почвенным микроорганизмам нет.

Данные динамики концентрации хлорид-ионов полученные на обоих участках, не противоречат между собой и подтверждают интенсивное рассоление верхних горизонтов почво-грунтов в течение двух вегетационных сезонов.

При сравнении с участком, на котором проводились исследования через 6 лет после разлива рабочего агента системы ППД, скорость рассоления на ключевых участках выше. Данные по концентрации хлорид-ионов через 6 лет после разлива рабочего агента системы ППД полученные в 2010 году представлены в таблице 1.

Так как район ключевых участков и сравниваемый с ними участок расположены, на расстояние менее 30 км в одинаковых природно-климатических условиях, решающим фактором в скорости рассоления явился микрорельеф участков.

Таблица 1

**Результаты измерения концентрации хлорид-ионов
и показателя рН через 6 лет после разлива
минерализованной воды на рельеф (2010 г.)**

Проба почвы, см	Хлорид-ионы мг/100 г. почвы	рН водной вытяжки $\pm 0,1$
Фоновая 0–5	12,43 \pm 1,87	6,90
Фоновая 5–20	8,86 \pm 1,33	6,92
Загрязненная 0–5	17,8 \pm 2,67	6,81
Загрязненная 5–20	10,7 \pm 1,61	6,92

Второй определяемый показатель в образцах почвы – рН водной вытяжки. Результаты динамики показателя рН представлены на рис. 3 и рис. 4.

Динамика показателя рН на ключевом участке № 1 показывает близкую сходимость значений на глубинах отбора проб почвы 0–5 см и 5–20 см. Сильное расхождение (2,5 единицы) отмечается однократно в сентябре 2011 г. (первый год наблюдений).

За два года наблюдений показатель рН на засоленном участке сравнивался с фоновым значением один раз (сентябрь 2011 г. глубина отбора проб 5–20 см). В остальное время показатель рН на засоленном участке на глубине от 0 до 20 см превышал фоновый на 1–2 единицы.

Третий год наблюдений показал превышение показателя рН на участке подвергнувшемуся засолению на 1–1,5 единицы, что указывает на наличие последствий засоления и его влияния на физико-химические процессы в почве.

Динамика показателя рН на ключевом участке № 2 также показывает близкую сходимость значений на глубинах отбора проб почвы 0–5 см и 5–20 см. Существенное расхождение (1,5 единицы) отмечается однократно в июне 2012 г. (второй год наблюдений). За два года наблюдений показатель рН на засоленном участке сравнивался с фоновым один раз (август 2011 г. глубина отбора проб 5–20 см). В остальное время

показатель рН на засоленном участке на глубине от 0 до 20 см в первый год наблюдения превышал фоновый в среднем на 1 единицу. На второй год наблюдений показатель рН резко увеличился и стал превышать фоновый уровень на 1,5–2 единицы.

Третий год наблюдений (2013) показал превышение показателя рН на участке подвергнувшемуся засолению на 1–1,5 единицы, что соответствует результатам, полученным на ключевом участке № 1.

Данные динамики показателя рН, полученные на обоих ключевых участках, свидетельствуют о снижении буферности почвы, что является следствием воздействия солей рабочего агента системы ППД, и подтверждают снижение плодородия почвы.

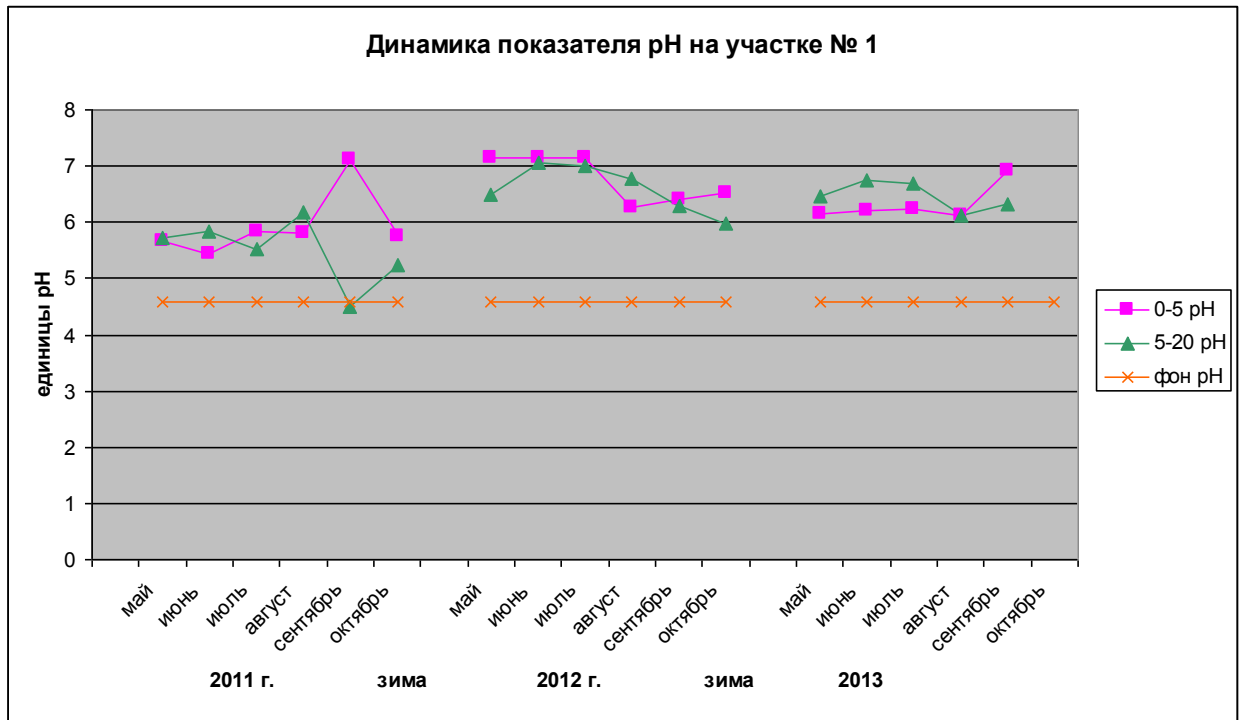


Рис. 3 Динамика показателя рН на ключевом участке № 1

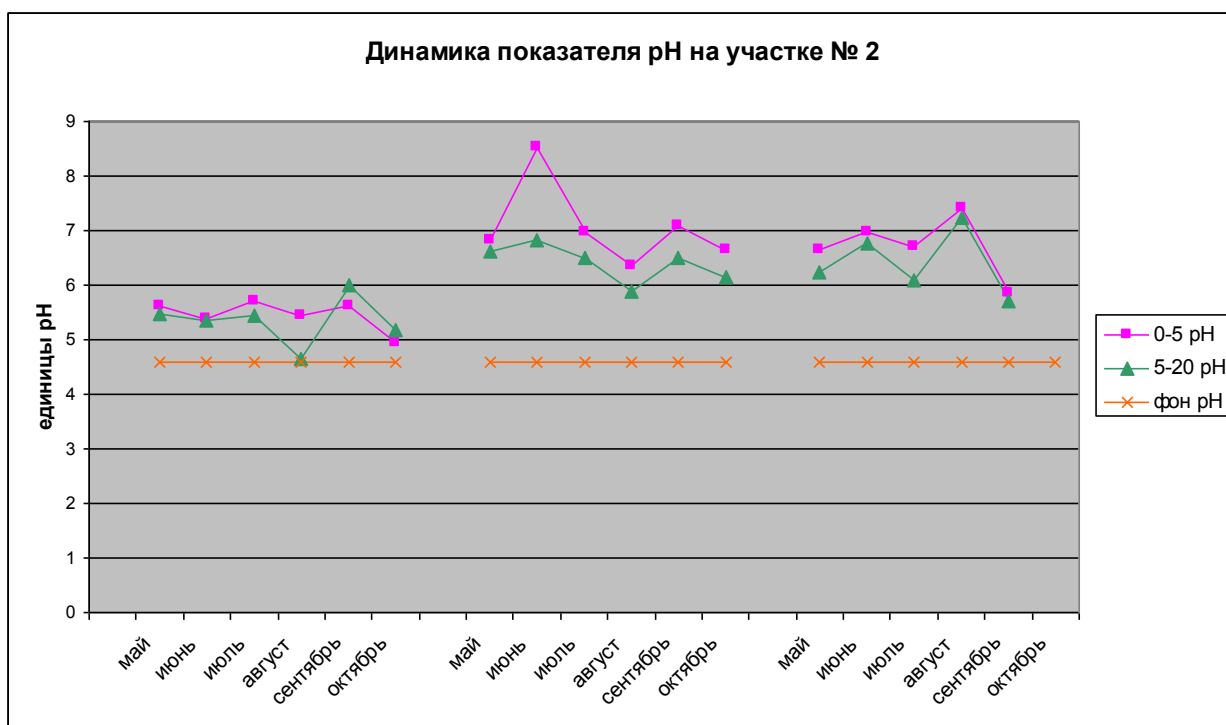


Рис. 4 Динамика показателя рН на ключевом участке № 2

ПОЛОЖЕНИЕ 2. Установлено, что для Среднего Приобья требуется комплексный подход при оценке техногенного засоления почв, включающий в себя химический анализ проб почвы на количественное содержание хлорид-ионов и показатель рН водной вытяжки. Пробы почвы необходимо отбирать не менее 2-х раз с интервалом в 15 – 30 дней.

Основной группой солей в химических составах рабочего агента систем ППД и систем захоронения сточных нефтепромысловых вод являются хлориды. Проведённые исследования показали, что концентрация хлорид-ионов на одном участке изменяется волнообразно, при этом полученные значения отличаются в 5–7 раз. Особенно ярко это выражается в первые два года после залпового разлива минерализованных вод на рельеф. На основании этого можно сделать вывод о том, что необходимо проводить несколько отборов проб почвы для определения концентрации хлорид-ионов в почве с интервалом в 1 месяц. Разовый анализ проб на концентрацию хлорид-ионов не является информативным, так как в последующем возможны резкие изменения, как в сторону уменьшения, так и в стороны увеличения концентрации.

По прошествии 3-х и более лет после залпового разлива минерализованных вод на рельеф концентрации хлорид-ионов становятся близкими к фоновой. При этом экологические функции почв не восстанавливаются в полном объёме, что подтверждается сдвигом показателя рН в сторону щелочности на 1–2 единицы. Измерение показателя рН характеризует буферность почвы. Различие значения показателя рН почвы засоленного участка с фоновым значением, указывает на изменение свойств засоленной почвы, в том числе свидетельствует о том, что процессы естественного самовосстановления ещё не завершены.

При оценке степени техногенного засоления земель нефтяных месторождений Среднего Приобья рабочим агентом системы ППД и нефтепромысловыми сточными водами целесообразно использовать два показателя:

1. концентрация хлорид-ионов в корнеобитаемом слое почво-грунтов;
2. показатель рН водной вытяжки проб почво-грунтов.

Выбор обусловлен информативностью данных показателей и наличием доступных методик выполнения химических анализов.

Для получения достоверных данных отбор проб почвы необходимо выполнить не менее 2-х раз с интервалом от 15 дней до одного месяца.

ПОЛОЖЕНИЕ 3. Эффективная рекультивация засоленных участков может быть проведена при условии использования комбинации нескольких способов, исходя из условий участка – степени засоления, площади, рельефа, физико-механических свойств почво-грунтов, режима увлажнения.

Основу большинства предлагаемых способов рекультивации техногенно засоленных земель составляют приёмы, заимствованные из научных и практических разработок мелиорации сельскохозяйственных земель. Их эффективность, проявленная на землях в лесостепных, степных и полупустынных природно-климатических районах, не всегда подтверждается на заболоченных территориях среднетаёжных лесов. На протяжении последних десяти лет неоднократно предлагались технологии рекультивации (восстановления) техногенно засоленных участков нефтяных месторождений, которые не нашли должного применения. В настоящее время научно обоснованная наработанная практика рекультивации засоленных земель в промышленных масштабах на нефтяных месторождениях Среднего Приобья отсутствует.

Существующие способы рекультивации проанализированы, и из них выбраны способы, применение которых представляется возможным с учётом природно-климатических условий Среднего Приобья. Также предложен новый способ рекультивации – применение мобильных дренажных установок (Щербак Г.Г., Фоминых Д.Е.). Способы сведены в таблицу 2, где отражены возможности их применения на верховых болотах и суходольных участках.

Таблица 2

Способы рекультивации и возможности их применения

№	способ	возможность применения	
		на верховом болоте	на суходольном участке
1.	Полив пресной водой, с последующей откачкой и вывозом на объекты подготовки нефти	да	да
2.	Вспашка	только фрезерование	да
3.	Внесение органики (сено, навоз)	ограниченная	да
4.	Гипсование	ограниченная	да
5.	Посев галофитов	нет	да
6.	Ускорение поверхностного выноса солей талыми водами	ограниченная	нет
7.	Установка дренажных систем	нет	да
8.	Установка мобильных дренажных систем	да	ограниченная
9.	Срезка и промывка (обессоливание) грунта	нет	да
10.	Срезка и вывоз засоленного грунта,	нет	да

	отсыпка чистым грунтом		
11.	Микропланировка рельефа (Седых В.Н.)	ограниченная	да
12.	Устройство перехватывающих каналов	ограниченная	да
13.	Щелевой дренаж	да	да
14.	Кротовой дренаж	да	да

В работе рассмотрено 14 способов рекультивации техногенно засоленных участков. Применительно к рекультивации засоленных земель Среднего Приобья они разделены на 5 направлений:

1. Промывка почвы, то есть привнесение дополнительных объёмов воды за счёт полива или снегозадержания.
2. Устройство дренажей для откачки засоленных грунтовых вод путём устройства дренажных каналов или с помощью мобильных дренажных установок.
3. Механическая обработка почвы для ускорения горизонтальной миграции токсичных водорастворимых солей (вспашка и фрезерование верхнего корнеобитаемого слоя почвы), щелевой и кротовой дренажи.
4. Внесение в почву добавок (улучшителей) для выравнивания соотношения Са и Na в почвенно-поглощительном комплексе и увеличение органического вещества в почве за счёт удобрений.
5. Проведение фитомелиорации посевом толерантных к засолению растений для улучшения физико-химических свойств почвы, а также подтверждения положительной динамики рассоления верхних горизонтов почвы (растения – биоиндикаторы).

Промывка почвы заключается в поливе участка дополнительными объёмами пресной воды или снегозадержанием на участке. Обязательными условиями применения данных способов является наличие уклона участка достаточного для естественного поверхностного стока, а также достаточная увлажнённость грунта (для промывок водой);

Применение дренажей различной конструкции. Способы данного направления рекультивации будут эффективны в случае близкого залегания грунтовых вод. Целесообразно применять их на замкнутых локальных участках без естественного поверхностного стока или на засоленных участках значительной, более 1 га площади. Эффективным и малозатратным способом рекультивации является применение мобильных дренажных установок, конструкции Щербака Г.Г. Фоминых Д.Е., решение о выдаче патента на полезную модель от 11.09.2013 г. Ключевыми показателями эффективной работы МДУ являются коэффициент фильтрации и обводнённость почво-грунтов на участке.

Механическая обработка почвы в условиях Среднего Приобья с учётом высокой заболоченности, лесистости, наличием мощных торфяников возможна только фрезерованием. Условием для проявления положительного эффекта механической обработки – улучшение структуры почвы, водного и воздушного режима, ускорения горизонтального выноса токсичных водорастворимых солей, является низкая обводнённость участка.

Внесение корректирующих добавок – минеральных кальцийсодержащих и органических удобрений, необходимо совмещать с механической обработкой почвы.

Посев растений галофитов сам по себе не может быть самостоятельным способом рекультивации в Среднем Приобье, так как галофиты не относятся к аборигенной растительности. Но наблюдение фактического зарастания участка травянистой растительностью является подтверждением положительной динамики рассоления почв и

восстановления их плодородия. Для таких целей подходят некоторые аборигенные растения, например – ромашка непахучая.

Следует отметить тот факт, что из имеющихся пяти направлений рекультивации, для успешного проведения работ необходимо задействовать не менее двух. То есть совмещать механическую обработку почвы с внесением удобрений (гипс, органические удобрения). В случае сильного засоления по всему профилю почвы или высоких концентраций хлорид-ионов в корнеобитаемом слое необходимо провести промывку почвы путём полива или снегозадержания, а также не исключается вариант необходимости устройства дренажных каналов или установки МДУ.

Набор необходимых способов рекультивации конкретного земельного участка будет иметь решающее значение в формировании стоимости работ.

При рекультивации (восстановлении) засоленных участков необходимо максимально использовать естественные процессы рассоления верхних горизонтов почвы, по возможности усиливая их эффект, например использование снеговых запасов воды, полив засоленных участков в период максимального насыщения почвы водой (предельная полевая влагоёмкость). Одни и те же работы, могут иметь различную эффективность, вплоть до нулевой, в зависимости от погодных условий во время проведения рекультивационных работ – количество осадков, водонасыщенность почво-грунтов, уровня грунтовых вод, температуры почвы, глубины оттаивания почвы. Это необходимо учитывать при планировании работ и при необходимости вносить коррективы, например, увеличивать промывные нормы, производить дополнительный полив участка при установке МДУ в засушливый период лета, при отсутствии обильных осадков производить полив участка после внесения гипса.

ПОЛОЖЕНИЕ 4. На замкнутых локальных участках, где отсутствует естественный сток, для восстановления почвы необходимо удаление грунтовых вод содержащих токсичные водорастворимые соли с использованием дренажных систем различной конструкции в условиях промывного режима.

При высоком уровне засоления почво-грунтов в замкнутых локальных понижениях микрорельефа рассоление почв происходит крайне медленно, так как горизонтальная миграция водорастворимых солей крайне слабая. При этом для замкнутых локальных территорий характерны высокие уровни верховодки и сильная обводнённость почво-грунтов. На данных территориях эффективно применение дренажных систем.

Устройство перехватывающих каналов. Суть способа – оконтуривание засоленного участка перехватывающими каналами. Грунтовая вода из каналов откачивается мотопомпами с последующим вывозом собранной воды на объекты подготовки нефти для закачки в пласт (через систему ППД или захоронения нефтепромысловых вод). При значительной площади участка через него прокладываются дополнительные перехватывающие каналы (участок «разрезается» каналами на сектора). Данный способ может быть успешно применён на переувлажнённых участках с обилием грунтовых вод. С удалением грунтовых вод (их откачкой и вывозом за пределы рекультивируемого участка) будет происходить рассоление за счёт механического удаления воды с растворёнными солями.

Щелевой дренаж используют в сельскохозяйственной мелиорации для осушения торфяных почв. При рекультивации засоленных участков устройство щелевых дрен будет способствовать удалению из почво-грунтов засоленных вод и ускорению горизонтальной миграции токсичных водорастворимых солей. Дрены необходимо подключать к перехватывающим каналам с последующим удалением из них собранной воды.

Угрозы осушению заболоченных и переувлажнённых участков в среднесрочной перспективе щелевой дренаж не создаст, так как срок работы щелевой дрены составляет обычно 4–6 лет.

Для устройства щелевого дренажа используют дренажно-винтовые, щелерезные и щелерезные диско-фрезерные машины. Длина щелевых дрен может достигать до 200–300 метров, междренные расстояния 10–15 м.

Кротовый дренаж является одним из наиболее старых способов осушения почв закрытым дренажем. Первый патент на кротовый плуг был получен в Англии в 1797 г. Кротовый дренаж является экономически выгодным способом осушения заболоченных и болотных почв. В России была на практике доказана высокая эффективность кротового дренажа не только для осушения почв, но и для борьбы с засолением и анаэробнозом. Кротовые дрены наиболее стабильны в почвах с устойчивой структурой. Для прокладки кротового дренажа применяется навесное оборудование (дренажные фрезы), которое устанавливается на тракторе. Кротовый дренаж представляет собой вырезанные по линии в глубине почвы крот-дренером цилиндрические дрены или дрены с прямоугольным сечением. По своей сути кротовый дренаж является близким к щелевому дренажу, и они оба являются разновидностями земляного дренажа.

Конструкция и технология применения мобильных дренажных установок является авторской разработкой Щербака Г.Г. и Фоминых Д.Е. Решение о выдаче патента от 11.09.2013 г.

Полезная модель относится к области технической рекультивации и может применяться для рассоления замкнутых локальных участков на территориях нефтяных и газовых месторождений, подвергнувшихся засолению минерализованными водами – от объектов подготовки нефти и систем поддержания пластового давления и захоронения сточных вод. Способ рекультивации засоленных почв включает в себя использование мобильных дренажных установок, при необходимости возможна их перестановка по участку для полного охвата территории. Использование МДУ оказывает воздействие на систему почвенная влага – грунтовые воды – верховодка, которая находится в динамическом равновесии. МДУ влияет на грунтовые воды путём их частичного локального изъятия – откачки, влияние оказывается на всю систему, выводя её из динамического равновесия. Посредством МДУ вызываются изменения в потоках воды (её перераспределение и приток из незасолённых горизонтов почво-грунтов).

Схема мобильной дренажной установки представлена на рисунке 5, фотография притока грунтовых вод во внутреннюю полость МДУ – на рис. 6.

Необходимым условием применения МДУ является залегание верховодки близкое к дневной поверхности. При недостаточном увлажнении участка возможен дополнительный его полив с помощью мотопомп.

Мобильная дренажная установка конструктивно состоит из нескольких элементов:

1. Перфорированная ёмкость имеет следующие параметры геометрической формы диаметром 600 – 1000 мм и высотой 800 – 1200 мм.
2. Наружный сетчатый фильтр.
3. Крышка ёмкости с технологическими отверстиями для установки погружного насоса или гибких рукавов мотопомп.
4. Система гибких трубопроводов для сбора откачанной воды в промежуточные ёмкости – разборный резервуар объёмом 6–12 м³.
5. Подсоединяемые пластиковые дрены диаметром 50–150 мм и длиной 100 – 150 мм.

Технология применения МДУ включает в себя откопку приямка с применением спецтехники или вручную. В приямок устанавливается МДУ. Сетчатый фильтр замедляет попадание механических примесей внутрь ёмкости и заиливание дренажных отверстий в стенках ёмкости. Собранные грунтовые воды и верховодка заполняют внутреннюю часть ёмкости, откуда происходит их откачка в промежуточную ёмкость – резервуар разборный. Откачка может проводиться погружным насосом или мотопомпой. От МДУ до разборного резервуара вода поступает по гибкому трубопроводу (пластиковые трубы или пожарные рукава).

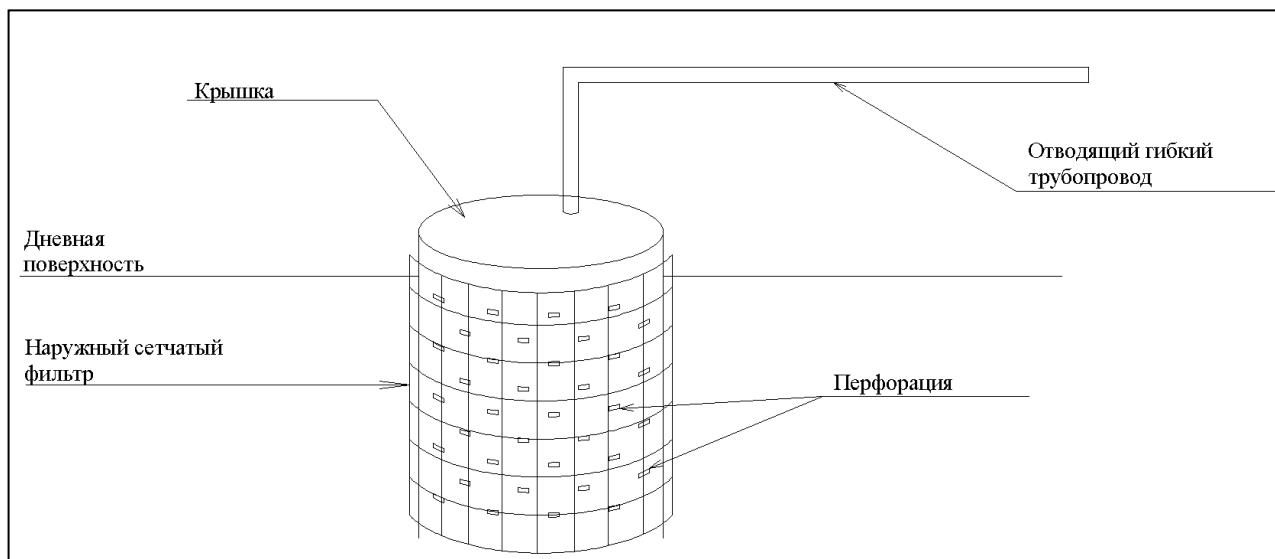


Рис. 5 Схема мобильной дренажной установки.

Эффективность работы МДУ зависит от уровня грунтовых вод и коэффициентов вертикальной и горизонтальной фильтрации в грунте. Эффективность работы МДУ можно повысить, подключив несколько дрен, выкопанных вручную. Несколько МДУ, установленных в пределах радиуса влияния, способны обеспечить удаление грунтовой воды с растворёнными в ней солями. Рекомендуется перемещать МДУ от краёв рекультивируемого участка к центру, вызывая приток чистых грунтовых вод, находящихся за границами ореола загрязнения. Утилизация собранной грунтовой воды, содержащие токсичные водорастворимые соли возможна двумя способами:

1. Вывоз на объекты подготовки нефти из промежуточной ёмкости.
2. Разбавление в промежуточной ёмкости чистой водой из естественных источников – болота, верховодка, до безопасных концентраций и сброс в естественные понижения рельефа.

Для практического осуществления откачки грунтовых вод с рекультивируемого участка необходимо несколько МДУ, расстояние между ними должно быть таким, чтобы радиусы их действия пересекались, либо были близки. После работы в течение времени, определяемого опытным путём, МДУ перемещаются на прилегающую территорию в границах участка. Данная операция повторяется то тех пор, пока весь рекультивируемый участок не подвергнется процессу откачки грунтовых вод, после чего чистые грунтовые воды с прилегающих территорий и дождевые осадки восстановят естественное водонасыщение грунта.

Схема установки группы МДУ представлена на рис. 7. До начала производства работ необходимо составить технологическую карту, в которой на схему рекультивируемого участка наносятся позиции единовременной установки нескольких МДУ, а также все последующие позиции их установки (технологические сектора), обозначается очередность работы по технологическим секторам.

Размер секторов зависит от количества задействованных МДУ, показателей КФг и КФв, радиуса действия отдельно взятой МДУ и схемы их расстановки. Время работы в секторе зависит от скоростей притока грунтовых вод, объёмов откачанной воды. При необходимости определяется химический состав откачиваемой воды по концентрации хлорид-ионов и показателю рН.



Рис. 6 Приток грунтовых вод через перфорированную полость корпуса МДУ (вид сверху), сентябрь 2011 г. (фото автора)

Химический состав откачиваемой воды необходимо контролировать при сбросе воды в естественный природный рецептор (приёмник) – понижение рельефа, болото, для того чтобы исключить негативное воздействие на него (при необходимости разбавлять откачиваемые грунтовые воды чистой грунтовой водой или водами поверхностных водных объектов).

При схеме производства работ – откачка грунтовых вод МДУ в промежуточный разборный резервуар или временно установленный резервуар горизонтальный стальной (РГС) – вывоз откачанной воды спецтранспортом (АКНС-10) на объекты подготовки, контролировать химический состав воды не требуется. За исключением варианта притока чистых грунтовых вод в систему сбора МДУ – отсутствие необходимости производить откачку с данного технологического сектора.

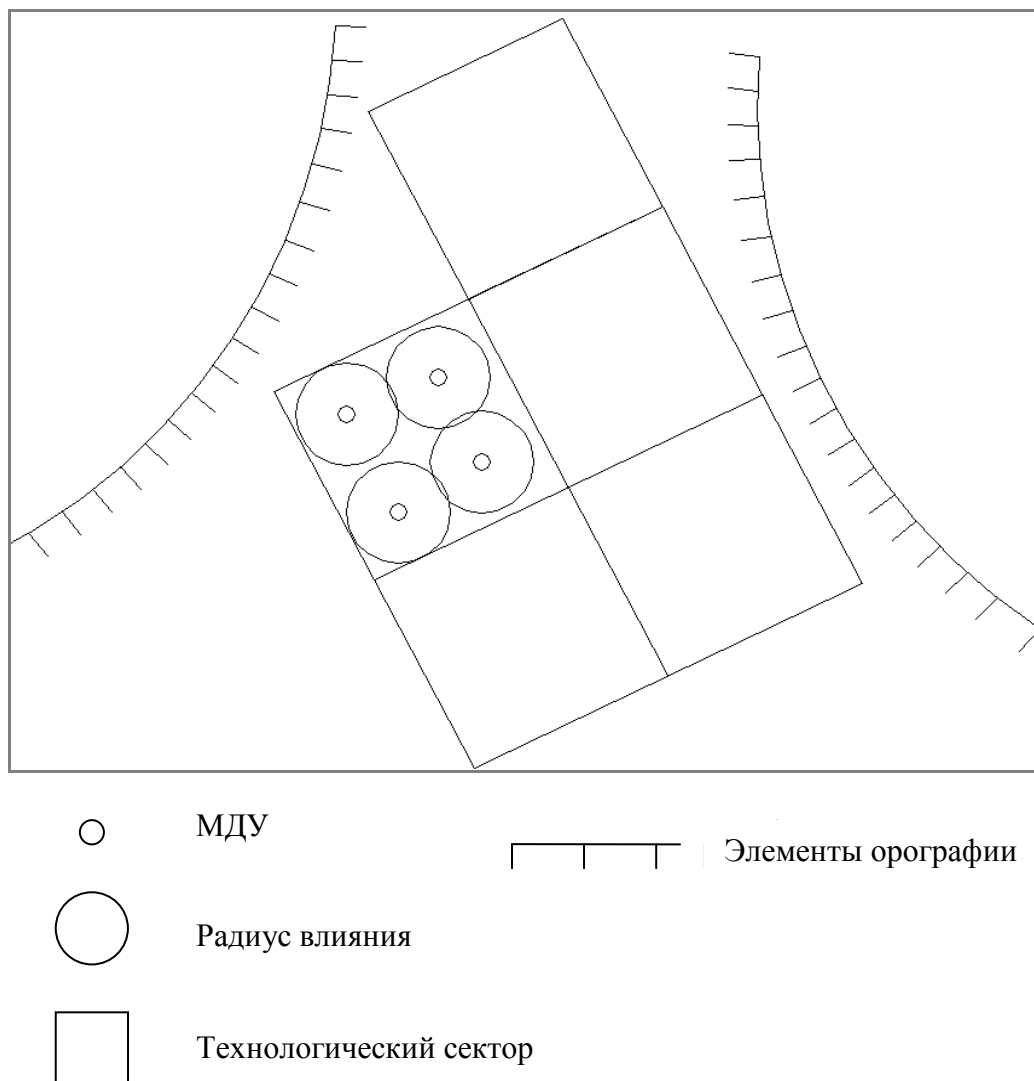


Рис. 7 Схема дислокации МДУ на рекультивируемом участке

ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

Выполненные исследования позволили получить следующие основные выводы и разработать рекомендации:

- Техногенное засоление почв является значимым геоэкологическим фактором при разработке нефтяных месторождений Среднего Приобья. С увеличением объёмов добычи нефти из коллекторов палеозоя токсичных эффект от разливов рабочего агента систем ППД и захоронения подтоварных вод будет усиливаться.
- Полученные данные о динамике концентрации хлорид-ионов свидетельствуют о волнообразном изменении концентрации хлорид-ионов в почве в первый и второй год и резком снижении концентрации до значений близких к фоновым значениям на третий год. Данные полученные с обоих ключевых участков не противоречат между собой. Показатель рН за первый год наблюдений изменялся слабо и его значения были близки к фоновым. Во втором и третьем году наблюдений показатель рН вырос на 1–1,5 единицы, что связано со снижением буферности почвы вследствие уменьшения количества почвенного гумуса.
- В ходе проведённых исследований установлено, что на наземные экосистемы процесс техногенного галогенеза (засоления) воздействует по схеме: изменение физико-химических свойств почво-грунтов и грунтовых вод – угнетение и гибель растительности – снижение количества беспозвоночных организмов

(почвенных и наземных) – исключение участков из кормовой базы животных и птиц.

– На основе проведённых исследований рекомендуется составить типовые регламенты по рекультивации техногенно засоленных почв, включающие в себя разные направления и способы. В работе рассмотрено 14 способов рекультивации техногенно засоленных участков. Применительно к рекультивации засоленных земель Среднего Приобья они разделены на 5 направлений:

1. **Полив участка дополнительными объёмами пресной воды или снегозадержание на участке.** Обязательными условиями применения данных способов является наличие уклона участка, достаточного для естественного поверхностного стока, а также достаточная увлажнённость грунта (для промывок водой).
2. **Применение дренажей различной конструкции.** Способы данного направления рекультивации будут эффективны в случае близкого залегания грунтовых вод. Целесообразно применять их на замкнутых локальных участках без естественного поверхностного стока или на засоленных участках значительной площади, более 1 га. Эффективным и малозатратным способом рекультивации является применение мобильных дренажных установок, конструкции Щербака Г.Г., Фоминых Д.Е. Ключевыми показателями эффективной работы МДУ являются коэффициент фильтрации и обводнённость почво-грунтов на участке.
3. **Механическая обработка почвы** в условиях Среднего Приобья – высокая заболоченность, лесистость, наличие мощных торфяников, возможна только фрезерованием. Условием для проявления положительного эффекта механической обработки – улучшение структуры почвы, водного и воздушного режима, ускорения горизонтального выноса токсичных водорастворимых солей, является низкая обводнённость участка.
4. **Внесение корректирующих добавок** – минеральных кальцийсодержащих и органических удобрений, необходимо стараться совмещать с механической обработкой почвы.
5. **Посев растений галофитов** позволяет провести оценку фактического зарастания участка травянистой растительностью, что является подтверждением положительной динамики рассоления почв и восстановления их плодородия. Для таких целей подходят некоторые аборигенные растения, например ромашка непахучая.

– При выполнении рекультивационных работ необходимо максимально задействовать естественные процессы рассоления почв. Факторами, влияющими на скорость миграции хлорид-ионов в почве, являются: количество осадков, рельеф участка, температурный режим воздуха, глубина сезонного промерзания почво-грунтов и их фильтрационные свойства.

– В программы мониторинга воздействия на окружающую среду при разработке нефтяных месторождений необходимо включать раздел по изучению процессов техногенного засоления почв.

– В мировой практике оценки воздействия на окружающую среду нефтедобывающих производств учитывается техногенное засоление почв. С внедрением в Российской Федерации международных стандартов в области безопасности производства и охраны окружающей среды (QHSE, OHSAS, ISO) проблеме техногенного засоления почв будет уделяться больше внимания.

Список работ, опубликованных по теме диссертации***Центральные издания, входящие в перечень ВАК***

1. **Фоминых Д.Е., Щербак Г.Г.** Техногенное засоление и возможности рекультивации почв на территориях нефтяных месторождений Западной Сибири. Щербак Г.Г., Фоминых Д.Е. // Инженерные изыскания. – 2012, – № 9. – С. 66–71.
2. **Фоминых Д.Е.** Анализ эффективности работ по рекультивации засоленных земель Среднего Приобья // Глобальный научный потенциал. – 2013, – № 8. – С. 82–85.

Всероссийские конференции и совещания

3. **Фоминых Д.Е.** Сравнительный анализ последствий воздействия разливов нефти и минерализованной воды на наземные экосистемы Среднего Приобья. Материалы XIV Международного научного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых учёных «Проблемы геологии и освоения недр», Томск, 2010, С.407–408.
4. **Фоминых Д.Е.** Правовые последствия техногенного засоления почв рабочим агентов системы поддержания пластового давления. Материалы Всероссийской научной конференции с международным участием, посвящённой 80-летию кафедры гидрогеологии, инженерной геологии и гидрогеоэкологии Института геологии и нефтегазового дела НИ ТПУ, Томск, 2010, С. 306–309.
5. **Фоминых Д.Е.** Обеспечение экологической безопасности при работе систем поддержания пластового давления нефтяных месторождений Среднего Приобья. Материалы XV Международного научного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых учёных «Проблемы геологии и освоения недр», Томск, 2011, Том 2 С. 514–516.
6. **Фоминых Д.Е.** Техногенный галогенез и естественное самовосстановление наземных экосистем на территории нефтяных месторождений Западной Сибири. Материалы XV Международного научного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых учёных «Проблемы геологии и освоения недр», Томск, 2011, Том 2 С. 516–518.
7. **Фоминых Д.Е.** Рекультивация техногенно засоленных участков на нефтяных месторождениях Западной Сибири с использованием снеговых запасов воды. Материалы Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных «Научная сессия ТУСУР–2011», Томск, 2011, Часть 5. С. 234–236.
8. **Фоминых Д.Е.** Способы рекультивации засоленных почв нефтяных месторождений Западной Сибири. Материалы IX Всероссийской научной конференции с международным участием «Биологическая рекультивация и мониторинг нарушенных земель», Екатеринбург, 2012, С. 274–272.
9. **Фоминых Д.Е.** Исследование динамики концентрации хлорид-ионов на техногенно засоленных землях нефтяных месторождений Среднего Приобья. Материалы международной научной конференции «Природно-техногенные комплексы: рекультивация и устойчивое функционирование», Новосибирск, 2013, С. 322–324.
10. **Фоминых Д.Е.** Новые способы рекультивации техногенно засоленных земель нефтяных месторождений Среднего Приобья. Материалы Всероссийской молодёжной научной конференции с участием иностранных учёных «Трофимуковские чтения – 2013», Новосибирск. 2013, С. 576–578.