



УДК 543  
ББК 35

## СПОСОБ СОЗДАНИЯ БИОХИМИЧЕСКИХ БАРЬЕРОВ ПУТЕМ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ЗЕМЕЛЬ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ ПРОДУКТАМИ НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ

*Г.К. Лобачева, А.В. Карпов, О.А. Макаров,  
И.Ж. Гучанова, А.И. Филиппова, Н.В. Колодницкая*

В работе представлены техногенные воздействия на природные системы, создание техно-природных систем, общие подходы к созданию культурных ландшафтов. Рассмотрены вопросы мелиорации и рекультивации земель, новые технологии по рекультивации почв, загрязненных выбросами промышленных предприятий нефтяной и металлургической промышленности.

**Ключевые слова:** рекультивация почв, загрязнение, нефть и продукты нефтепереработки, режущие инструменты, оборот пластов, устройство для захоронения верхнего почвенного слоя.

Рекультивация земель – составная часть природообустройства, заключается в восстановлении свойств компонентов природы и самих компонентов, нарушенных человеком в процессе природопользования, в результате функционирования техно-природных систем и другой антропогенной деятельности, для последующего их использования и улучшения экологического состояния окружающей среды.

Объектами рекультивации являются нарушенные земли – территории, на которых нарушены, разрушены или полностью уничтожены компоненты природы: растительный и почвенный покров, грунты, подземные воды, местная гидрографическая сеть (ручьи, родники, малые реки, озера и т. п.), изменен рельеф местности. К нарушенным землям относятся также загрязненные земли, то есть земли, на которых в компонентах природы произошло увеличение содержания веществ, вызывающее негативные токсико-экологические последствия для биоты.

По данным Государственного доклада «О состоянии окружающей природной среды Российской Федерации в 1996 году», общая

площадь нарушенных земель при добыче полезных ископаемых и геологоразведочных работ составила 697,6 тыс. га, нарушенных при торфоразработках – 300,5 тыс. га. На 1 января 2011 г. площадь нарушенных земель, относящихся к промышленному, транспортному и иному несельскохозяйственному использованию, превысила 1,5 млн га.

Значительное место в общем объеме техногенных нарушений занимают земли, образованные в результате химического загрязнения растительного и почвенного покрова. В 1996 г. из 31,1 млн га обследованных земель агрохимической службой Минсельхоза России тяжелыми металлами было загрязнено 1,4 млн га, в 1997 г. из 29,5 млн га загрязнено 1,0 млн га. Загрязнение почв остаточным количеством пестицидов в 1997 г. составило около 5 % пашни.

Одной из крупных экологических проблем России является загрязнение земель нефтью и нефтепродуктами. По данным Госгортехнадзора, в 1995–1997 гг. только на нефтяных месторождениях Западной Сибири произошло 40 тыс. аварий, что привело к разливу нефти на площади более 200 тыс. га. Основной причиной аварий является физический износ нефтяного оборудования и коррозия металла.

Рекультивация земель предусматривает восстановление их продуктивности, потеря которой связана с деятельностью человека, и

включает в себя два этапа: технический и биологический.

Рекультивация техническая осуществляется на основании нормативных документов. Ее основной целью является инженерная подготовка территории, обеспечивающая возможность полного восстановления плодородия нарушенных земель, которое осуществляется на этапе биологической рекультивации. На этапе технической рекультивации, перед проведением технологии биологической рекультивации, необходимо локализовать загрязненный участок и уменьшить количество нефтепродуктов, впитавшихся в грунтовую толщу (почву), используя для этих целей нанотехнологии: сорбенты или выемки нефтезагрязненного грунта. Нефтезагрязненный сорбент и нефтезагрязненный грунт подвергают утилизации.

Рекультивация биологическая осуществляется после технической рекультивации и включает комплекс агротехнических и фитомелиоративных мероприятий.

Проект «Рекультивация (восстановление) нефтезагрязненных земель на рабочих площадках ООО «ЛУКОЙЛ-Волгограднефтепереработка» в основном направлен на разработку мероприятий, обеспечивающих инженерную подготовку территории, полное восстановление нарушенных земель, в том числе снижение содержания нефти и нефтепродуктов на загрязненных участках в случае аварийных разливов с доведением их до допустимого уровня.

Проект «Рекультивация (восстановление) нефтезагрязненных земель на рабочих площадках ООО «ЛУКОЙЛ-Волгограднефтепереработка» устанавливает условия экологического контроля на землях, подвергнутых загрязнению нефтью и нефтепродуктами, и определяет пути их ликвидации. Экологическая этика является неотъемлемой частью технической политики ООО «ЛУКОЙЛ-Волгограднефтепереработка».

Техническая рекультивация земель выполняется предприятием, осуществляющим производственную деятельность.

Биологическая рекультивация осуществляется собственником земли за счет предприятия.

Проект «Рекультивация (восстановление) нефтезагрязненных земель на рабочих площадках ООО «ЛУКОЙЛ-Волгограднефтепереработка» в процессе выбора технологии

восстановления загрязненных нефтью и нефтепродуктами земель учитывает физико-географические условия расположения производственных объектов ООО «ЛУКОЙЛ-Волгограднефтепереработка».

При выборе технологий ликвидации последствий загрязнения земель нефтью и нефтепродуктами учитываются:

- условия обвалования отдельно взятых производственных объектов;
- условия заглубления отдельных емкостей и продуктопроводов;
- отсутствие плодородного слоя почвы на участках размещения производственных объектов на период их эксплуатации (плодородный слой почвы повсеместно снят и вывезен в места длительного хранения, исключение составляют участки искусственного озеленения промышленной площадки ООО «ЛУКОЙЛ-Волгограднефтепереработка»);
- структура загрязненных земель (литологический и гранулометрический состав);
- условия образования загрязнения (в результате нарушения фланцевых соединений, герметичности и другого наземного и заглубленного оборудования);
- дальнейшее использование восстановленных земель.

Проект «Рекультивация (восстановление) нефтезагрязненных земель на рабочих площадках ООО «ЛУКОЙЛ-Волгограднефтепереработка» при решении поставленной задачи учитывает два взаимосвязанных направления: экологическое и технологическое, что позволяет подойти к разработке системы управления качеством окружающей среды и экологической безопасностью. Комплексный подход к решению поставленной задачи включает следующие основные этапы:

- анализ экологической опасности на основе разработанных Планов ликвидации аварийных разливов нефти для объектов нефтеперерабатывающего завода;
- разработку и внедрение системы мониторинга, задачей которого в первую очередь является предупреждение ситуаций, с которыми связываются вероятности нефтезагрязнения земель нефтью и нефтепродуктами, оперативное принятие мер по устранению возможных негативных

ситуаций и последующий контроль за восстановленными (рекультивированными) землями.

При составлении проекта «Рекультивация (восстановление) нефтезагрязненных земель на рабочих площадках ООО «ЛУКОЙЛ-Волгограднефтепереработка» учитывались требования экологического законодательства РФ и положения нормативно-технических актов.

Проект «Рекультивация (восстановление) нефтезагрязненных земель на рабочих площадках ООО «ЛУКОЙЛ-Волгограднефтепереработка» позволяет определять степень неизбежного загрязнения промышленных земель при нефтепереработке на территории размещения производств, поскольку существующая технология нефтепереработки не обеспечивает полное исключение возможности разливов нефти и нефтепродуктов.

Отсутствие официально установленной предельно допустимой концентрации (ПДК) нефти и нефтепродуктов для почвы допускает в качестве рекомендаций оценивать уровни загрязнения промышленных земель в процессе нефтепереработки в соответствии с Порядком определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами, утвержденным Министерством охраны окружающей среды и природных ресурсов РФ. При этом за допустимый (общепринятый) уровень принимается уровень содержания нефти и нефтепродуктов в почве – менее 1,0 г/кг.

Для действующего нефтеперерабатывающего производства ООО «ЛУКОЙЛ-Волгограднефтепереработка» проектом по «Рекультивации (восстановлению) нефтезагрязненных земель на рабочих площадках ООО «ЛУКОЙЛ-Волгограднефтепереработка» временно установлены по результатам прямых замеров в качестве допустимого уровня содержания нефти и нефтепродуктов в почве (грунтах) 2 г/кг почвы (грунта) в границах промышленной площадки (территории расположения производств и отдельных объектов ООО «ЛУКОЙЛ-Волгограднефтепереработка»). Замеры производились аккредитованной лабораторией ООО «ЛУКОЙЛ-Волгограднефтепереработка».

Проект по «Рекультивации (восстановлению) нефтезагрязненных земель на рабо-

чих площадках ООО «ЛУКОЙЛ-Волгограднефтепереработка» рассматривается в качестве типового. В его составе определен комплекс работ при проведении технического и биологического этапа рекультивации земель с целью восстановления соответствующих характеристик земель, загрязненных нефтью и нефтепродуктами, для территории действующего нефтеперерабатывающего предприятия, при этом учитываются физико-географические условия и экологические особенности района работ.

В настоящее время ООО «ЛУКОЙЛ-Волгограднефтепереработка» вырабатывает широкий ассортимент нефтепродуктов и продуктов нефтехимии (до 100 наименований), из которых наиболее крупнотоннажными являются:

- моторные топлива (автобензин, реактивные, дизельные и печное топлива);
- нефтяные топлива (топочные мазуты);
- масла;
- битумы, нефтяные коксы, в том числе специальные (пиролизные);
- нефтяные растворители;
- гидравлические низкозастывающие жидкости.

Потенциальными источниками загрязнения земель нефтью и нефтепродуктами являются:

- резервуары хранения нефти и нефтепродуктов;
- сливо-наливные железнодорожные эстакады;
- автомобильные эстакады;
- межцеховые трубопроводы;
- технологические трубопроводы;
- насосное оборудование;
- иное технологическое оборудование, содержащее нефть и нефтепродукты.

По данным ПЛАРН, на промышленной площадке ООО «ЛУКОЙЛ-Волгограднефтепереработка» к наиболее опасным производствам, где возможно ожидать аварийные разливы нефти и нефтепродуктов и, как следствие, загрязнение земель, относятся:

- топливное производство;
- масляное и нефтехимическое производство;
- коксо-битумное производство;
- производство по транспортировке и хранению нефтепродуктов (ПТХН);
- производство водоснабжения, канализации и очистки стоков (включая цех № 27);

- энергетическое производство;
- цех № 29 – по хранению и отгрузке реагентов, сжиженных углеводородных газов.

Взаимосвязанное расположение производств ООО «ЛУКОЙЛ-Волгограднефтепереработка» приведено на рисунке 1.

Высокая вероятность возникновения аварийных разливов (утечек) нефти и нефтепродуктов на рабочих площадках установок вышеперечисленных производств связана также с их резервуарными парками и продуктоводами.

Кроме этого, аварийные разливы нефти и нефтепродуктов и, как следствие, загрязнение почвы (грунтовой толщи) возможны при порывах на наземных и подземных продуктоводах, в том числе – авиакеросинопроводе (в настоящее время законсервирован).

Загрязняющими веществами являются:

- нефть;
- нефтепродукты с температурой вспышки до 61 °С (бензин, керосин, ТС-1, уайт-спирит и др.);
- нефтепродукты с температурой вспышки более 61 °С (дизельное топливо, мазут, масла и др.);
- вязкие нефтепродукты (гудрон, рафинаты, гач, петролатум и др.).

Возможная глубина загрязнения.

Глубина загрязнения определяется массой пролитого загрязнителя, его исходным составом и литологической характеристикой пород грунтовой толщи участка, на котором произошел разлив.

По данным литературных источников, проникновение загрязнителя (нефти и нефтепродукта) по глубине на супесчаных и песчаных почвах и грунтах составляет от 1,0 до 1,2 м, на суглинистых и глинистых почвах и грунтах – от 0,5 до 0,6 м. В нашем случае в связи с достаточно высокой нарушенностью грунтовой толщи, связанной со строительством установок и коммуникаций (рытье котлованов под фундаменты и траншеи), а также, по данным инженерно-экологических изысканий, ореол загрязнения на отдельных площадках возможен на глубину 2,0 ÷ 3,5 м, то есть до поверхности залегания регионально выдержанного первого от поверхности водоупора, сложенного «шоколадными» глинами, обладающими низким коэффициентом фильтрации (менее 0,01 м/сут). В случае техногенного нарушения водоупора («шоколадных глин») возможно загрязнение воды первого от поверхности водоносного горизонта.

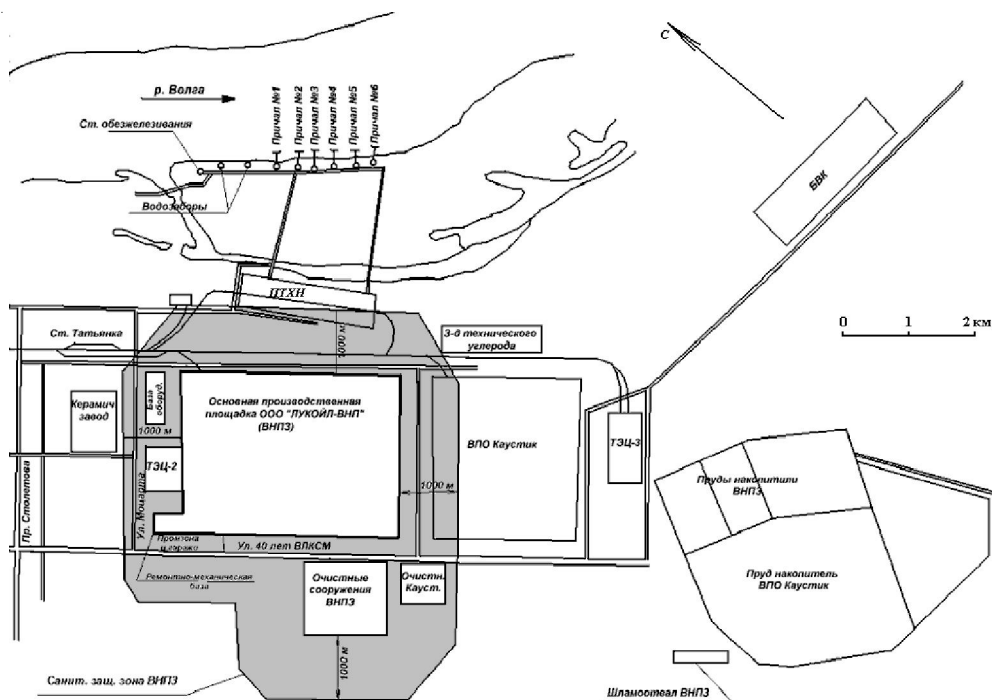


Рис. 1. Расположение производств на промышленной площадке ООО «ЛУКОЙЛ-Волгограднефтепереработка»

**Критерии оценки техногенного загрязнения промышленных земель нефтью, нефтепродуктами**

Критерии оценки загрязнения промышленных земель нефтью, нефтепродуктами к настоящему времени не разработаны. Разработка единых критериев и показателей крайне затруднена, поскольку реакция почв на загрязнение и чувствительность к нефти далеко не адекватна не только в разных почвенно-географических зонах, но даже в пределах сопряженных ландшафтов. Проявление положительной и негативной реакции почв на загрязнение нефтью и нефтепродуктами зависит от климатических особенностей и физико-механических свойств почв и подстилающих пород, объема и состава поступающего загрязнителя.

В действующих нормативных документах по техногенному загрязнению земель величина допустимого уровня загрязнения земель нефтью и нефтепродуктами – 1 г на кг почвы. Однако этот допустимый уровень загрязнения не учитывает климатические и почвенные особенности территории Волгоградской области, на которой расположен нефтеперерабатывающий завод, и время ввода производства в эксплуатацию.

Допустимые уровни загрязнения земель нефтью и нефтепродуктами не учитывают также условия, при которых почвенный покров (плодородный слой) снят и вывезен в специальные места длительного хранения, и то, что земли, расположенные на промышленной площадке нефтеперерабатывающего предприятия, после их восстановления остаются в категории промышленных земель.

Учитывая это, считаем целесообразным рекомендовать допустимый уровень содержания нефти и нефтепродуктов в верхнем слое

грунтовой толщи на глубине до 0,25 м в концентрациях, существующих на данный период (то есть вне аварийных ситуаций) по данным определения аккредитованной лаборатории ООО «ЛУКОЙЛ-Волгограднефтепереработка». Замеры выполнены на рабочих площадках, в границах которых наиболее вероятны разливы нефти и нефтепродуктов и приведены в таблице. Из таблицы следует, что максимальное содержание нефти (нефтепродуктов) не превышает 1,85 г/кг почвы.

Концентрация нефти (нефтепродуктов) 2 г/кг почвы принимается за техногенный фон загрязнения промышленных земель, допустимый на промышленных землях, отведенных для деятельности ООО «ЛУКОЙЛ-Волгограднефтепереработка».

**Рекультивация (восстановление) нефтезагрязненных земель при ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов**

Рекультивация – это система приемов по искусственному восстановлению плодородия земель. В соответствии с требованиями действующего природоохранного законодательства все земли, подвергшиеся механическому нарушению или сверхнормативному загрязнению, которое неизбежно на территории расположения производств нефтепереработки, подлежат восстановлению (рекультивации).

На производственных площадках ООО «ЛУКОЙЛ-Волгограднефтепереработка» рекультивация нефтезагрязненных земель должна проводиться в соответствии с проектом «Рекультивация (восстановление) нефтезагрязненных земель на рабочих площадках ООО «ЛУКОЙЛ-Волгограднефтепереработка».

**Содержание нефти и нефтепродуктов в верхнем слое грунтовой толщи (почве) на глубине 0,25 м в границах промышленной площадки ООО «ЛУКОЙЛ-Волгограднефтепереработка»**

№ п/п	Наименование объекта	Интервал отбора проб, см	Содержание нефти и нефтепродуктов, г/кг
1	Топливное производство	2 500	1,85±0,7
2	Масляное производство	2 500	1,6±0,64
3	Коксо-битумное производство	2 500	1,39±0,6

ООО «ЛУКОЙЛ-Волгограднефтепереработка», допустившее загрязнение промышленных и сельскохозяйственных земель нефтью, нефтепродуктами, другими токсичными веществами при производстве работ, при передаче их землепользователю обязано привести их в состояние, пригодное для дальнейшего использования в соответствии с действующим законодательством.

Выявление нефтезагрязненных земель производится согласно Методическим рекомендациям по выявлению деградированных и загрязненных земель в следующей последовательности:

- 1) визуально определяют площадь загрязнения и составляют соответствующий акт;
- 2) наносят на карту-схему масштаба 1:10 000 участок загрязненной площади и определяют места отбора проб почвы (грунта) на исследования – ориентировочно через каждые 200 м;
- 3) производят отбор проб почвы (проба почвы, массой не менее 500 г, должна состоять из нескольких проб, отобранных на участке квадрата 100 × 100 м, глубина отбора проб – не менее 10 см с определением координат места отбора проб почвы и регистрацией отобранной пробы (акт или журнал);
- 4) пробы почв (грунта) транспортируют на исследования, по результатам которых определяют уровень загрязнения:
  - 1-й уровень – допустимый, < ПДК;
  - 2-й уровень – низкий (1 г/кг грунта);
  - 3-й уровень – средний (от 2 до 3 г/кг грунта);
  - 4-й уровень – высокий (от 3 до 4 г/кг грунта);
  - 5-й уровень – очень высокий (более 4 г/кг грунта);
- 5) составляют карту-схему, на которую наносят границу зоны заражения, основанную на результатах выполненных химико-аналитических исследований, с указанием участков различной степени по уровню загрязнения;
- 6) итоговая документация является основанием для определения мероприятий и разработки рекомендаций по восстановлению загрязненных земель.

В нашем случае повсеместно на промышленной площадке нефтезагрязнения относятся к 3-му уровню.

Состав работ по рекультивации (восстановлению) нефтезагрязненных земель, наряду с общепринятыми процедурами (этапами), учитывает географические, гидрометеорологические, геоморфологические, геологические и экологические особенности действующего нефтеперерабатывающего производства.

Рекультивация (восстановление) земель при загрязнении их нефтью и нефтепродуктами основана на учете закономерностей поведения этих загрязнителей в природных средах и состоит из технического и биологического этапов.

Технический этап рекультивации включает:

- сбор с поверхности земли (почвы, грунтов) излишков жидкой нефти и нефтепродуктов или их тяжелых фракций, что бывает сразу после аварии (разлива);
- активное рыхление почвы (грунта) для ее дегазации и улучшения воздушного режима, усиления фотохимической деструкции загрязнителей;
- микробиологическое разрушение загрязнителя (как правило, эту работу выполняют почвенные микроорганизмы). В настоящее время широко используют разные препараты деструкции нефти. Применение того или иного препарата определяется непосредственно исходя из конкретных условий;
- улучшение водно-воздушного режима почвы;
- улучшение щелочно-кислотных условий (снижение щелочности).

После проведения технического этапа рекультивации для контроля отбирают образцы почв на оперативный химический анализ из верхнего, некультивируемого слоя, поскольку в нашем случае рекультивируемый слой представлен в основном грунтовой толщей. По результатам оперативного химического анализа принимают решение о способе восстановления нефтезагрязненных земель.

При среднем уровне нефтезагрязнителя (концентрации нефти и нефтепродуктов до 3 г/кг почвы) используются агротехнические приемы (активные процессы самоочищения), которые обеспечиваются:

- отвальной вспашкой загрязненной территории на глубину 0,10÷0,12 м, что спо-

- способствует процессу выветривания нефтепродуктов (нефти), испарению и частичному разрушению легких фракций;
- рыхлением 0,12÷15 м, способствующим фотоокислению нефтяных компонентов на поверхности и развитию нефтеокисляющих микроорганизмов;
- рыхлением на глубину до 0,25 м, за счет которого осуществляется улучшение воздушного режима в грунтовой толще (почве);
- влагонакоплением с целью улучшения водного режима и интенсификации процесса биодegradации углеводов и более равномерного их рассеивания;
- снегозадержанием и регулированием снеготаяния.

При уровне концентрации нефти и нефтепродуктов с учетом существующего фона от 3 г/кг до 7 г/кг почвы используются специальные мероприятия, способствующие созданию аэробных условий и активизации углеводородокисляющих процессов. С этой целью проводят обработку загрязненных земель с использованием нанотехнологий: специальных биопрепаратов, таких как «Деворойл», «Путидойл», микробно-ферментный препарат-биодеструктор нефтяных углеводов Микрозим(tm) Петро Трит, «Бациспектин» и др., способствующих реактивному развитию нефтеокисляющих бактерий, при этом не исключается возможность использования метода диспергирования на основе ПАВ.

При 5-м уровне загрязнения с учетом фона более 7 г/кг почвы осуществляют изъятие нефтезагрязненного грунта с вывозом его на специально отведенные места с целью возможной переработки. Для очистки нефтезагрязненного грунта рекомендуется использовать:

- нанотехнологии: экстракцию нефти жидкой CO<sub>2</sub> или органические растворители, а при наличии благоприятных условий – биохимическое разложение углеводов нефти почвенной микрофлорой. В качестве биохимических методов очистки собранного с разливов грунта предлагается компостирование либо просто разбрасывание на почве нефтесодержащих отходов с последующим их самоочищением в присутствии биоадсорбентов;

- компостирование нефтесодержащих отходов – при относительно высоких концентрациях углеводородов и других биоразлагаемых веществ. Подлежащие уничтожению отходы для увеличения пористости перемешивают с наполнителем: древесной щепой, соломой и т. п., после чего их – с почвой, содержащей микроорганизмы. В смесь могут быть добавлены сельскохозяйственные отходы для повышения водоудерживающей способности, а также минеральные удобрения и микроэлементы. Смесь укладывают на лотки или в поддоны с сетчатым дном, или в кучи высотой до 1 м, периодически перемешивают и увлажняют. При использовании этого метода содержание углеводородов в компосте может быть снижено с 10 % до долей процента за 4–8 недель;
- для предварительной очистки от нефти больших количеств собранного грунта и нефтешламов – разного рода центробежные аппараты, позволяющие выделить из грунта и шламов товарную нефть и достичь остаточного содержания нефти в грунтах не более 8 %;
- приемы буртования, заключающиеся в сооружении фундамента бурта (земляной насыпи) вокруг загрязненного участка и подготовке почвы к закладке в бурт (рыхление, внесение минеральных питательных веществ, наноструктурообразователей и т. д.).

На техническом этапе рекультивации происходит выветривание, испарение и частичное разрушение легких фракций, фотоокисление нефтяных компонентов на загрязненной поверхности грунтовой толщи (почвы), восстановление микробиологических сообществ и развитие нефтеокисляющих организмов.

Учитывая, что ООО «ЛУКОЙЛ-Волгограднефтепереработка» расположено в сухостепной зоне, на этапе технической рекультивации необходимо рыхление почвы проводить с учетом сезонности (в летний период, когда осадков мало, возможно проявление ветровой эрозии).

Учитывая физико-географические условия, необходимо в период технической рекультивации периодически проводить увлажнение нефтезагрязненных участков, а в зимний пе-

риод осуществлять (по возможности) снегозадержание.

Время окончания технического этапа рекультивации зависит от степени загрязнения грунтовой толщи.

Биологическая рекультивация предусматривает работу в два этапа (стадии).

Первый этап (стадия) – пробный посев специально подобранных трав с целью оценки остаточной фитотоксичности восстанавливаемых земель, интенсификации процессов биодegradации нефти и нефтепродуктов и уточнения сроков перехода к заключительной стадии рекультивации. Посев и уход за посевами пробного этапа биологической рекультивации осуществляется по технологии, принятой для данной почвенно-климатической зоны (в нашем случае – сухостепной зоны).

Второй этап (стадия) биологической рекультивации выполняется спустя 1,5–2,5 года после пробного посева и заключается в посеве многолетних трав. Выбор видов трав проводится по рекомендациям органов по земельным ресурсам Волгоградской области.

Для контроля за восстановлением земель и качеством выращенной биомассы одновременно проводится посев тех же культур по аналогичной технологии на контрольном (незагрязненном) участке в буферной зоне между зоной загрязнения и землями, используемыми для хозяйственных целей. Если зарастание на загрязненном участке составляет не менее 75 % площади земель по сравнению с зарастанием на контрольном участке, то рекультивационные работы считаются законченными.

Такая рекультивация с использованием современных нанотехнологий создает биогехимические барьеры, защищая дальнейшее загрязнение подземных вод.

### **Передача рекультивированных земель землепользователям**

ООО «ЛУКОЙЛ-Волгограднефтепереработка» является действующим предприятием, передача рекультивированных земель землепользователю возможна только при условии ликвидации производства или освобождении земель после ликвидации его отдельных объектов вне основной промышленной площадки.

Рекультивированные площади после завершения предусмотренных проектом мероприятий передаются землепользователям для дальнейшего окультуривания и вовлечения в сельскохозяйственный оборот в соответствии с Нормативными требованиями к качеству рекультивированных земель, а также с Основными положениями о рекультивации земель, снятии, сохранении и рациональном использовании плодородного слоя почвы.

Основанием для передачи земли землепользователю служит акт, который содержит:

- перечень проведенных мероприятий по рекультивации загрязненных земель с указанием сроков;
- анализ незагрязненных почв и растительности того же района;
- анализы почв и растительности после завершения рекультивации, подтверждающие качество проведенных рекультивационных работ.

В патенте РФ авторами Г.К. Лобачевой и др. [13] описан способ рекультивации почв, загрязненных выбросами промышленных предприятий, и устройство для его осуществления. Формула изобретения сформулирована следующим образом:

1. Способ рекультивации почв, загрязненных выбросами промышленных предприятий, включающий фрезерование верхнего загрязненного слоя, открытие канавы, смещение и укладку верхнего слоя на дно канавы с последующим укрытием нижележащего слоя почвы и грунта, отличающийся тем, что часть фрезерованного верхнего слоя смещают в сторону, обнажая узкую полосу, производят послынное резание почвенных горизонтов, формируют узкую канаву без нарушения строения и перемешивания горизонтов, осуществляют их подъем над обнаженной полосой, на дно канавы принудительно транспортируют фрезерованный верхний загрязненный слой, укладывают в исходное положение почвенные горизонты, а затем уплотняют их.

2. Устройство для захоронения верхнего почвенного слоя, загрязненного промышленными выбросами, содержащее раму, на которой последовательно закреплены корпуса и установленные под углом одна относительно другой направляющие, на нижних кромках которых закреплены лемеха, а их задние концы



имеют между собой зазор, причем вершина угла между направляющими размещена за парой стоек корпусов, отличающееся тем, что левая и правая стойки выполнены в зеркальном отражении, каждая из них имеет ярусно установленные ножи, причем одна из стоек снабжена смонтированным на ноже нижнего яруса подъемником почвенных горизонтов, при этом спереди стоек установлен отвал для смещения в сторону загрязненного слоя, в направляющих для транспортировки загрязненного слоя, а консольные участки упомянутых шнеков смонтированы на раме впереди опорного катка.

Авторами Патента РФ № 2183392 разработан рабочий орган почвообрабатывающей машины для захоронения подвижных форм выбросов промышленных предприятий [13].

Сущность изобретения заключается в следующем.

Задача, на решение которой направлено заявленное изобретение, – захоронение подвижных форм выбросов промышленных предприятий на глубину 0,8–1,2 м.

Технический результат – исключение попадания в растения опасных для человека и животных веществ, содержащихся в выбросах предприятий, путем их выноса из корнеобитаемого слоя за счет перераспределения поверхностного слоя.

Указанный технический результат достигается тем, что в известном рабочем органе почвообрабатывающей машины для захоронения подвижных форм выбросов промышленных предприятий, включающем стойку с лезвием на фронтальной части и наклонно расположенные лемеха с режущими кромками, согласно изобретению, стойка и наклонно расположенные лемеха выполнены единой деталью, нижний срез стойки снабжен долотом, стойке и наклонным лемехам на виде спереди придана Y-образная форма, лево- и правонаклонные лемеха имеют эквидистантно удаленные от стойки индивидуальные монтажные участки и взаимно смещены к направлению движения стойки, при этом монтажные участки и стойка с наклонно расположенными лемехами сопряжены плавными переходами, режущие кромки стойки и лемехов образованы двугранными лезвиями с углами заточки меньше 15°.

За счет того, что стойке и лемехам на виде спереди придана Y-образная форма, нижняя часть стойки имеет долото, упомянутые стойка и лемеха выполнены единой деталью с приданием требуемой формы и геометрии, достигается указанный выше технический результат.

Проведенный заявителями анализ уровня техники, включающий поиск по патентам и научно-техническим источникам информации и выявление источников, содержащих сведения об аналогах заявленного изобретения, позволил установить, что заявителями не обнаружен аналог, характеризующийся признаками, идентичными всем существенным признакам заявленного изобретения.

Следовательно, заявленное изобретение соответствует требованию «новизна» по действующему законодательству.

Для проверки соответствия заявленного изобретения требованию «изобретательский уровень» заявители провели дополнительный поиск известных решений с целью выявления признаков, совпадающих с отличающимися от ближайшего аналога признаками заявленного изобретения, результаты которого показывают, что заявленное изобретение не следует для специалиста явным образом известного уровня техники, поскольку из уровня техники, определенного заявителями, не выявлено влияния предусматриваемых существенными признаками заявленного изобретения требований на достижение технического результата.

Следовательно, заявленное изобретение соответствует требованию «исследовательский уровень» по действующему законодательству.

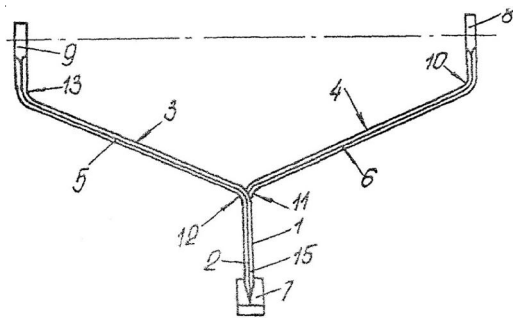
Изобретение поясняется чертежами.

Сведения, подтверждающие возможность реализации заявленного изобретения, заключаются в следующем.

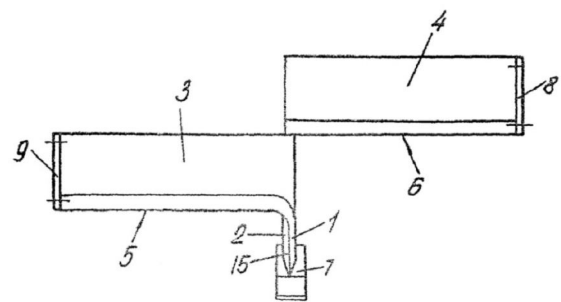
Рабочий орган почвообрабатывающей машины для захоронения подвижных форм почвенных выбросов промышленных предприятий (см. рис. 2) содержит стойку 1 с лезвием 2 на фронтальной части и наклонно расположенные лемеха 3 и 4, выполненные единой деталью, нижний срез стойки 1 снабжен долотом 7. Стойке 1 и наклонным лемехам 3 и 4 на виде спереди придана Y-образная форма. Лево- и правонаклонные лемеха 4 и 3 имеют эквидистантно удаленные от стойки 1 ин-

двигательные монтажные участки 8 и 9. Монтажные участки 8 и 9 взаимно смещены к направлению движения стойки 1. Монтажные участки 8 и 9 и стойка 1 с наклонно расположенными лемехами 3 и 4 сопряжены плавными переходами 10, 11, 12 и 13 (рис. 2а). Монтажные участки 8 и 9 содержат отверстия 14, выполненные диаметром 32 мм для крепления болтами М 30 • 120 мм к раме почвообрабатывающей машины.

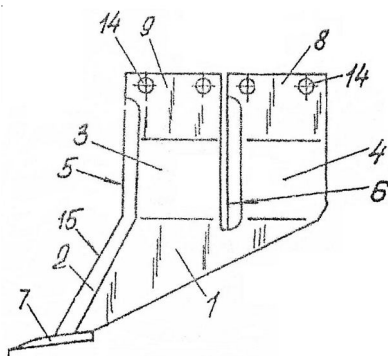
Режущие кромки 5 и 6 лемехов 3 и 4 и режущая кромка 15 стойки 1 образованы двугранными лезвиями лемехов 3, 4 и лемеха 2 стойки 1 с углами заточки лезвия 15°. Режущие кромки 5 и 15 соответственно монтажной части 9 правонаклонного лемеха 3 и стойки 1 являются непрерывной линией. Режущая кромка 6 выполнена на фронтальных частях монтажной части 8 и левонаклонного лемеха 4.



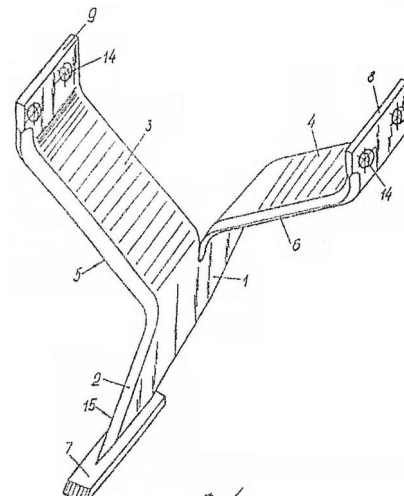
а – вид спереди



б – вид в плане



в – вид слева



г – аксонометрическое изображение

Рис. 2. Рабочий орган почвообрабатывающей машины для захоронения подвижных форм выбросов промышленных предприятий: 1 – стойка; 2 – лезвие на фронтальной части; 3, 4 – выполнение единой деталью наклонно расположенные лемеха; 5, 6 – режущие кромки лемехов; 7 – долото; 8, 9 – эквидистантно удаленные от стойки индивидуальные монтажные участки; 10–13 – плавные переходы лемехов; 11 – отверстия диаметром 32 мм для крепления болтами (М 30 • 120); 15 – режущая кромка стойки 1

Стойка 1, лемеха 3, 4 и монтажные части 10 выполнены, как указано выше, единой деталью из конструкционной листовой стали, толщиной 16–22 мм. Марка стали – У8 (У10). Стойка 1 и упомянутые ее части выполнены раскроем листа и с последующим изгибом участков в надлежащих местах по определенной технологии. Стойка 1 снабжена концентратором напряжений.

Долото 7 с нижним срезом стойки 1 соединено сварными швами. Передняя лобовая грань долота выполнена заточкой под углом не выше 30°. Материал долота 7 – быстрорежущая сталь R9. Долото 7 подвержено объемной закалке до твердости 45–60 HRC<sub>3</sub>.

Рабочий орган, смонтированный на раме почвообрабатывающей машины, технологический процесс по захоронению подвижных форм выбросов промышленных предприятий выполняет следующим образом.

В качестве энергетического средства используют агрегируемый трактор класса тяги 4–6, снабженный гидронавесной системой. Раму почвообрабатывающего орудия или машины навешивают на тяги трактора по трехточечной схеме. С помощью болтов М 30•120 мм монтажные участки 8 и 9 крепят к продольным балкам рамы машины. Опорными колесами посредством винтовых механизмов устанавливают на глубину 0,8–1,2 м от поверхности обрабатываемого участка. При установившемся движении долото 7 на глубине 0,8–1,2 м рыхлит грунт и образует резервуар, заполненный комьями и пустотами. Одновременно с этим режущие кромки 5 и 15 наклонного лемеха 3 и стойки 1 нарезают вертикальную щель в нижней части почвенного профиля и наклонную щель в верхнем горизонте. Следующий за правонаклонным лемехом левонаклонный лемех 4 с некоторым запаздыванием по времени прорезает вторую наклонную щель в верхнем слое, которая смыкается с вертикальной щелью в нижнем горизонте. Двугранными лезвиями наклонных лемехов 3 и 4, а также их частями верхний слой почвы подвергается крошению.

При выпадении осадков, содержащих вредные выбросы промышленных предприятий, последние вместе с частью твердого стока смещаются в разрыхленную зону, обработанную лемехами 3 и 4. Избыточная влага вместе с растворенными и частично не растворенными компонентами перемещается по вертикальной щели, оставленной после прохода стойки в резервуар, выполненный долотом 7. Осадки вместе с примесями накапливаются в подземном резервуаре, вытесняя воздух из пустот. По мере промачивания грунта вода фильтруется через поры, а вредные примеси концентрируются в локальном объеме. Корни растений при последующем возделывании культур не достигают локальных захоронений с вредными веществами.

Предложенный рабочий орган эффективен для обработки как склонов, так и удобий с выположенным рельефом, которые находятся вблизи от промышленных предприятий.

Таким образом, вышеизложенные сведения свидетельствуют о выполнении при использовании заявленного изобретения следующей совокупности условий:

- средство, воплощающее данное изобретение при его осуществлении, предназначено для использования в сельскохозяйственном машиностроении;
- для заявленного изобретения в том виде, как оно охарактеризовано в независимом пункте нижеизложенной формулы изобретения, подтверждена возможность его осуществления с помощью вышеописанных в заявке или известных до даты приоритета средств и методов;
- средство, воплощающее заявленное изобретение при его осуществлении, способно обеспечить достижение усматриваемого заявителем технического результата.

Следовательно, заявленное изобретение соответствует требованию «промышленная применимость» по действующему законодательству.

### Формула изобретения

Рабочий орган почвообрабатывающей машины для захоронения подвижных форм выбросов промышленных предприятий, включающий стойку с лезвием на фронтальной части и наклонно расположенные лемеха с режущими кромками, отличающийся тем, что стойка и наклонно расположенные лемеха выполнены единой деталью, нижний срез стойки снабжен долотом, стойке и наклонным лемехам на виде спереди придана Y-образная форма, лево- и правонаклонные лемеха имеют эквидистантно удаленные от стойки индивидуальные монтажные участки и взаимно смещены к направлению движения стойки, при этом монтажные участки и стойка с наклонно расположенными лемехами сопряжены плавными переходами, а режущие кромки стойки и лемехов образованы двугранными лезвиями с углами заточки меньше 15°.

Авторами Патента РФ № 2197079 от 18.01 2001 г. [15] Г.К. Лобачевой и др. разработан «Способ создания защитный насаждений вокруг промышленных предприятий, загрязняющих окружающую среду промышленными выбросами». Использование: в сельском и городском хозяйствах, в частности в проводимых мероприятиях, направленных на оздоровление экологической обстановки вокруг промышленных предприятий, размещенных в густонаселен-

ных районах и мегаполисах. Защитные насаждения вокруг промышленных предприятий создают поделкой террас с их последующим облесением. Упомянутые террасы создают по периметру промышленного предприятия. Одновременно с формированием террас образуют полотно технологической дороги. Полотно насыпают из грунта. Перед этой операцией вскрышной работой верхний плодородный слой сдвигают в сторону и обваловывают. По обеим сторонам технологической дороги выполняют гребни с пологими и крутыми склонами. Крутые склоны формируют в сторону наибольшей освещенности. Гребни вдоль технологической дороги выполняют нарезкой канав по системе «полувыемка-полунасыпь». На дно канав укладывают трубы для внутрипочвенного орошения. Канавы выше труб заполняют снятой при вскрышных работах плодородной почвой слоем 0,7–1,2 м, в канавах выравнивают рельеф. По оси канав высаживают с заданным шагом устойчивые породы древесных культур. Пологие склоны залужают многолетними, предпочтительно злаковыми, травами и/или засаживают кустарниками. Концы труб для внутрипочвенного орошения в дренажных колодцах гидравлически соединяют с напорной водопроводящей системой. Гребни и полотно дороги формируют на одном уровне. Это обеспечивает снижение распространения атмосферных выбросов предприятия.

Сущность изобретения заключается в следующем.

Задача, на решение которой направлено заявленное изобретение, – создание на аридных территориях устойчивых растительных и древесных сообществ вокруг промышленных предприятий, аккумулирующих в локальной зоне выбросы промышленных предприятий, содержащих в себе тяжелые металлы.

Технический результат – устойчивые многолетние древесные насаждения высотой до 30 м, улучшение влагообеспеченности насаждений, аккумуляция мортмассы и подстилки из опавших листьев с осажденной на них пылью, содержащей загрязняющие вещества в межгребневых впадинах, исключение пожароопасных зон.

Указанный технический результат достигается тем, что в известном способе создания защитных насаждений вокруг промышленных предприятий, загрязняющих окружающую сре-

ду промышленными выбросами, включающем засадку территорий промышленных предприятий зелеными насаждениями в сочетании с травянистыми растениями, резистентными к токсикантам, согласно изобретению по периметру промышленного предприятия создают террасы с последующим их облесением, причем одновременно с формированием террас образуют полотно технологической дороги путем засыпки грунта, а по сторонам дороги выполняют гребни с пологими и крутыми склонами. При этом крутые склоны формируют в сторону наибольшей освещенности, гребни вдоль технологической дороги выполняют нарезкой канав по системе «полувыемка-полунасыпь», а на дно канав укладывают оросительные трубы для внутрипочвенного орошения, после чего канавы выше труб заполняют плодородной почвой 0,7–1,2 м, выравнивают рельеф, а древесные культуры устойчивых пород высаживают по оси канав с заданным шагом, а пологие склоны залужают многолетними, предпочтительно злаковыми, травами и/или засаживают кустарниками, при этом концы труб внутрипочвенного орошения в дренажных колодцах соединяют гидравлически посредством вентилей с напорной водопроводящей системой, гребни и полотно дороги формируют на одном уровне. Изобретение поясняется чертежами.

Защитные насаждения вокруг промышленных предприятий, загрязняющих окружающую среду, создают в три этапа, предпочтительно по замкнутому периметру с прямолинейными участками насаждений.

На первом этапе проводят вскрышные земляные работы. Верхний плодородный слой почвы 1 бульдозером смещают в бок от проложенной трассы 2–8. Трасса 2–8 представляет собой ломаную замкнутую линию, проложенную по периметру промышленного предприятия. Далее из грунта формируют насыпное полотно 9 технологической дороги. Одновременно при засыпке полотна 9 с равным удалением от вертикальной оси полотна 9 формируют насыпные гребни 10 и 11. Каждый гребень 10 (11) имеет разнонаклонные к горизонту склоны 12 и 13. Склоны 13 выполнены с углом наклона меньше 90°. Склоны 13 ориентируют предпочтительно в сторону юга или запада. Склоны 12 выполняют пологим с уклоном к горизонту меньше 45°. Склоны 12 и

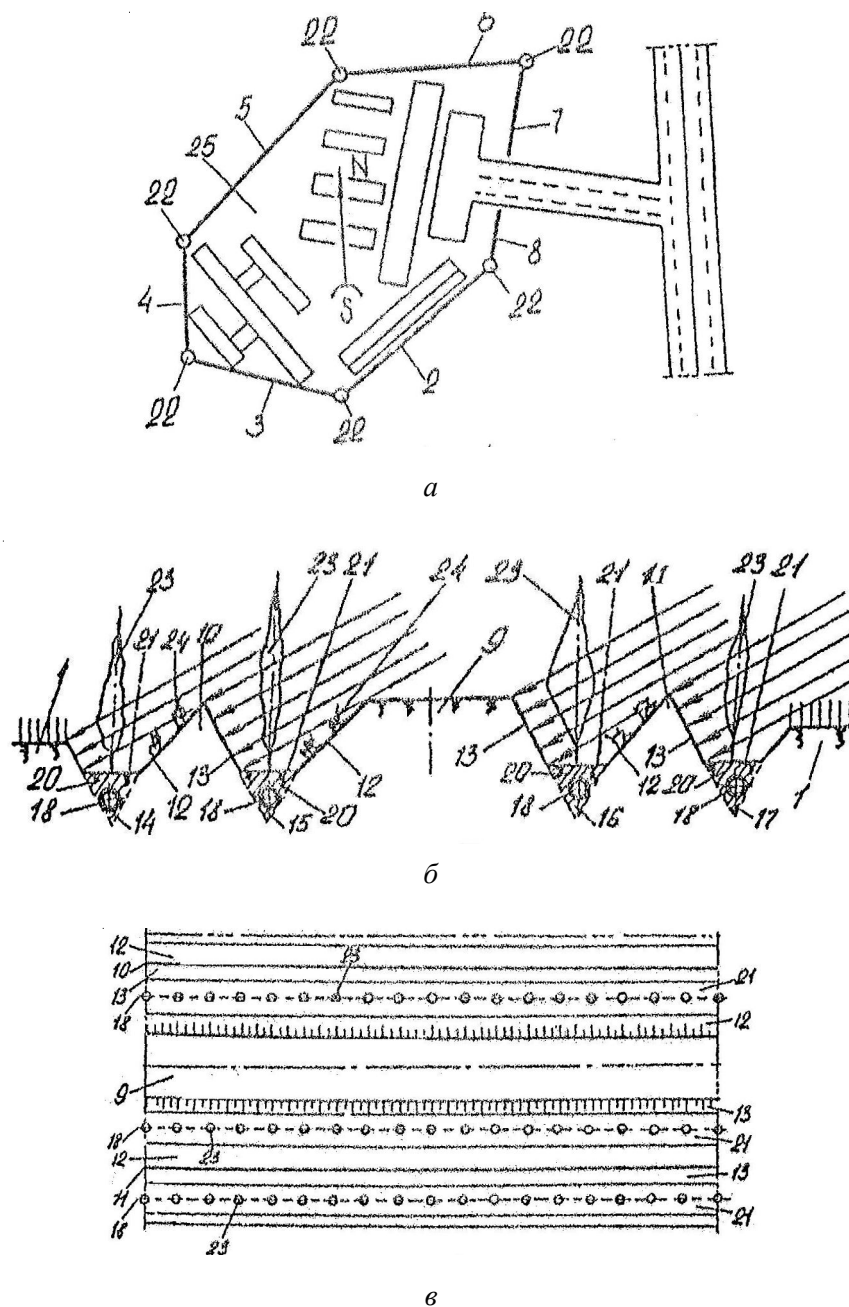


Рис. 3. Проект ограждения промышленного предприятия защитным насаждением: а – ограждение предприятия по периметру защитным насаждением, вид в плане (2–8 – участки трассы; 22 – дренажные колодцы; 25 – территория предприятия); б – поперечное вертикальное сечение предлагаемой трассы с защитными насаждениями в межгребневых впадинах (1 – верхний плодородный слой почвы; 9 – насыпное волокно технологической дороги; 10, 11 – насыпные гребни; 12, 13 – склоны гребней; 14–17 – дно канав; 18 – пластмассовые оросительные трубы; 20 – плодородный слой почвы; 21 – выровненный рельеф; 23 – саженцы деревьев; 24 – саженцы кустарников); в – то же, что б, вид в плане

13 выполняют серийным каналокопателем с регулируемыми бермоочистителями. Гребни 10 и 11 выполнены по системе «полувыемка-полунасыпь» из нижележащего грунта. На дно канав 14, 15, 16 и 17 укладывают оросительные трубы из пластмасс для внутрипочвен-

ного орошения. Трубы 18 укрывают плодородным слоем 20 почвы, смещенным бульдозером в валы. Плодородный слой 20 забирают с валов скреперами, затем транспортируют в канавы между склонами 12 и 13. Канавы выше труб засыпают плодородной почвой

(0,7–1,2 м). Рельеф 21 между гребнями 10 и 11 и полотном 1 технологической дороги формируют бульдозером ЭО-2126 на базе трактора ЮМЗ-6ЛС.

Прямолинейные участки трассы 2–8 заканчиваются дренажными колодцами 22 для вывода концов пластмассовых оросительных труб 18, которые посредством вентилей гидравлически соединяют с водоподводящей системой.

На втором этапе осуществляют посадку саженцев 23 древесных насаждений по оси канала над трубопроводами между гребнями 10 и 11 и технологической дорогой 9. Из древесных насаждений для Юга Российской Федерации предпочтение отдают тополю черный осокорь. Посадку проводят лесопосадочной, машиной МЛС-1 в агрегате с трактором ДТ-75.

Характерной особенностью посадок тополя (черный осокорь) является то, что создание древесных насаждений можно вести посадкой черенками из его ветвей в поздне-осенний период. Шаг посадки – 1,5–2,5 м.

Таким образом, по сторонам (влево и вправо от оси) технологической дороги 9 насыпкой и нарезкой грунта выполняют гребни 10 и 11 с пологими и крутыми склонами 12 и 13. Крутые склоны 13 формируют в сторону наибольшей освещенности. В условиях Нижнего Поволжья эти склоны, как правило, не имеют растительности и являются пожарными полосами для исключения распространения очагов возгорания. Гребни 10 и 11 выполняют нарезкой канав по системе «полувыемка – полунасыпь». После укладки на дно канав оросительных труб 18 для внутрипочвенного орошения пологие склоны 12 залужают многолетними, предпочтительно злаковыми, травами (ежа сборная, овсяница, райграс пастбищный, житняк и др.) и/или засаживают кустарником 24 для наибольшей аккумуляции осадкой в осенне-летний период, мортмассы в виде опавших листьев, сучьев с древесных и кустарниковых насаждений, сеяных трав; гребни 10 и 11 и полотно технологической дороги 9 формируют на одном уровне. Положение оросительных труб 18 для внутрипочвенного орошения под слоем плодородной почвы на глубине 0,7–1,2 от выровненного рельефа 21 на дно канавы между пологим и крутым склонами 12 и 13 исключает их промерзание даже в бесснежные зимы. Материал труб 18 – полиэтилен или его аналоги.

Корневая система тополя (черный осокорь) при наличии достаточного количества оросительной воды осваивает плодородный слой 20 почвы и устремляется в направлении водоносных горизонтов, обеспечивая ежегодный прирост ветвей не менее 1,2–1,7 м. Этим достигается устойчивое формирование кроны. Ажурная крона соседних деревьев в каждом ряду смыкается на третий-четвертый год жизни. Промышленные выбросы предприятия уносятся с территории 25 (см. рис. 3а) в направлении движения ветра и задерживаются листьями в летний период или ветвями кроны в зимний период. Скорость ветра в межполосном пространстве снижается, при этом твердые частицы выбросов осаждаются на кронах деревьев, на склонах 12 и 13 и на выровненном рельефе 21.

Технологическая дорога 9 выполняет несколько функций. В начальный период формирования насаждений с поверхности дороги 9, возвышающейся над рельефом 21 и саженцами деревьев 23 и кустарников 24, ведут борьбу с сельскохозяйственными вредителями и болезнями путем опрыскивания и опиливания. При большой высоте деревьев технологическая дорога 9 необходима для пожаротушения, что особенно важно для зон с засушливым климатом.

Таким образом, описанная последовательность технологических операций обеспечивает создание устойчивых и долголетних насаждений вокруг промышленных предприятий, способствующих существенному снижению распространения атмосферных выбросов предприятий.

### Формула изобретения

1. Способ создания защитных насаждений вокруг промышленных предприятий, загрязняющих окружающую среду промышленными выбросами, включающий засадку территорий промышленных предприятий зелеными насаждениями в сочетании с травянистыми растениями, резистентными к токсикантам, отличающийся тем, что по периметру промышленного предприятия создают террасы с последующим их облесением, причем одновременно с образованием террас образуют полотно технологической дороги путем засыпки грунта, а по сторонам дороги выполняют гребни с пологим и крутыми склонами, при этом крутые склоны формируют в сторону наибольшей освещенности, гребни вдоль тех-

нологической дорожки выполняют нарезкой канав по системе «полувыемка-полунасыпь», а на дно канав укладывают оросительные трубы для внутрипочвенного орошения, после чего канавы выше труб заполняют плодородной почвой слоем 0,7–1,2 м, выравнивают рельеф, а древесные культуры устойчивых пород высаживают по оси канав с заданным шагом, а пологие склоны залужают многолетними, предпочтительно злаковыми, травами и/или засаживают кустарниками, при этом концы труб внутрипочвенного орошения в дренажных колодцах соединяют гидравлически посредством вентиля с напорной водопроводящей системой.

2. Способ по п. 1, отличающийся тем, что гребни и полотно технологической дорожки формируют на одном уровне.

Таким образом в данной работе представлен Проект рекультивации почв, загрязненных выбросами промышленного предприятия, а также Способы рекультивации почв и создание защитных устойчивых сообществ на аридных территориях для создания биогеохимических барьеров.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Голованов, А. И. Введение в природообустройство / А. И. Голованов, Ф. М. Зимин. – М. : МГУП, 2003. – С. 49.
2. ГОСТ 17.5.3.05-84. Рекультивация земель.
3. Земельный кодекс Российской Федерации от 25 окт. 2001 г. № 136-ФЗ.
4. Инструкция по контролю за состоянием почв на объектах предприятий Миннефтепрома (РД 39-0147098-015-90).
5. Инструкция по рекультивации земель, нарушенных и загрязненных при аварийном и капи-

тальном ремонте магистральных нефтепроводов (РД39-00147105-006-97).

6. Левин, С. В. Эколого-токсическое нормирование содержания нефти в почве с использованием лабораторных моделей / С. В. Левин, Э. М. Халимов, В. С. Гузеев // Токсикологический вестник. – 1995. – № 1 (янв.-февр.). – С. 11–15.

7. Методические и нормативно-аналитические основы экологического аудирования в РФ. – М., 2000.

8. Методические рекомендации по выявлению деградированных и загрязненных земель : утв. Минприродой России, Роскомземом и Минсельхозпродом России 15 февр. 1985 г. по соглашению с РАСХН.

9. Об охране окружающей природной среды : федер. закон от 10 янв. 2002 г. № 7-ФЗ.

10. Общесоюзная инструкция по крупномасштабным почвенным обследованиям и составлению почвенных карт. – М. : Колос, 1973.

11. О государственном земельном контроле : постановление Правительства РФ № 689 от 15 нояб. 2006 г.

12. Основные положения о рекультивации земель, снятии, сохранении и рациональном использовании плодородного слоя почвы : приказ Минприроды России и Роскомзема от 22 дек. 1995 г. № 525/67.

13. Рабочий орган почвообрабатывающей машины для захоронения подвижных форм выбросов промышленных предприятий : пат. Рос. Федерация / Г. К. Лобачева [и др.]. – № 2183392 ; 09.01.2001 г.

14. Способ рекультивации почв, загрязненных выбросами промышленных предприятий и устройство для его осуществления : пат. Рос. Федерация / Г. К. Лобачева и [ др.]. – № 2197079 ; 09.01.2001 г.

15. Способ создания защитных насаждений вокруг промышленных предприятий, загрязняющих окружающую среду промышленными выбросами : пат. Рос. Федерация / Г. К. Лобачева [и др.]. – № 2197079 ; 18.01.2001 г.

#### WAY TO CREATE A BIOCHEMICAL BARRIER BY THE REMEDIATION OF CONTAMINATED PETROLEUM PRODUCTS LAND

*G.K. Lobacheva, A.V. Karpov, O.A. Makarov, I.Zh. Guchanova, A.I. Filippov, N.V. Kolodnitskaya*

This paper presents the technological impact on natural systems, the creation of techno-natural systems, common approaches to the creation of cultural landscapes, land amelioration issues and land remediation, new technologies for soils remediation contaminated by industrial emissions of oil and steel industry.

**Key words:** *soils remediation, contamination, earth oil and petroleum products, cutting tools, soil overturning, device for the disposal of the upper soil layer.*