

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЗАГРЯЗНЕННЫХ НЕФТЬЮ ЗЕМЕЛЬ НА СЕВЕРЕ:

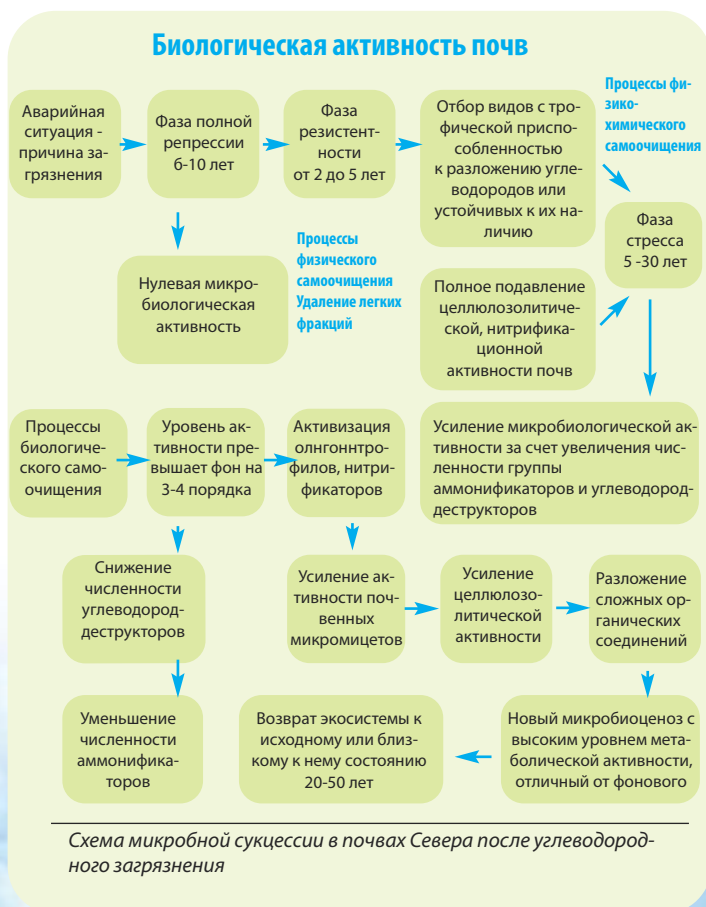
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ

1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ БИОГЕОЦЕНОЗОВ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРА

Разработка теоретических основ восстановления загрязненных нефтью земель определила ряд направлений исследований и принципиальных подходов к решению вопроса оптимизации производства самих рекультивационных работ

1. Изменение структуры микробоценозов загрязненных почв и состава загрязнения

Исследование микробных сукцессий в почвах, загрязненных нефтью в разные годы позволило нам определить основные закономерности процессов преобразования микробоценоза поэтапно, во взаимосвязи с изменяющимися условиями среды, в первую очередь с изменением структуры нефти.

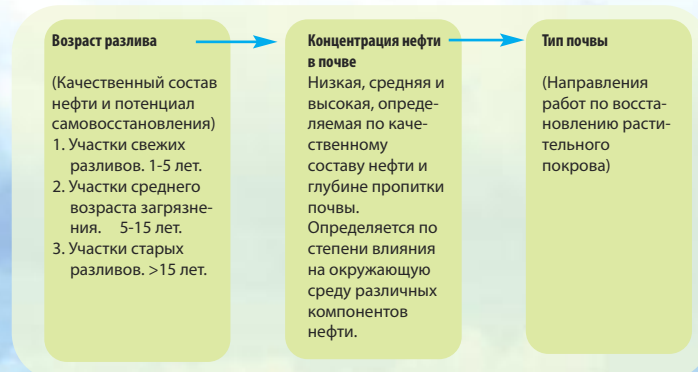


2. Взаимосвязь природных и производственных процессов очистки почв от нефти

Нефть преобразуется в почве под воздействием трех основных взаимосвязанных факторов - физического, химического и биологического. Если переложить основные факторы самоочищения почв на известные методы рекультивации, то получится картина, отражающая непреклонную картину последовательности основных технологических приемов восстановления земель после нефтяных разливов изменить которую просто желанием поскорее провести рекультивацию на практике не получится.



3. Градация земель по степени сложности для производства рекультивационных работ



2. ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ РЕКУЛЬТИВАЦИИ

После аварийных ситуаций, когда концентрация загрязнения превышает 40-50 %, погибает 100 % растительности, почвенная микрофлора находится в угнетенном состоянии (фаза полной репрессии).

Как показали наблюдения, в таком состоянии почва может находиться продолжительное время (от 6 до 10 и более лет). Состав нефти подвергается на этом этапе постепенному изменению за счет процессов физического очищения (выветривания). В этот период из почвы «уходят» мобильные водорастворимые фракции. Поверхностные загрязнения подвергается большим изменениям, чем те, что находится в толще почвы.



Участок через 6 лет после аварийного разлива нефти. Глубина пропитки нефтью до 75 см. Уровень загрязнения до 500 мг/г. Активность микробиоценоза почти нулевая, растительность мертвая.

Объекты раннего возраста загрязнения при значительном более 50 процентов загрязнения характеризуются тем, что на них практически полностью уничтожен растительный покров, предельно низок уровень биологической активности почв. При рекультивации на таких объектах эффективны только комплексные приемы: механическая очистка земель (удаление поверхностной нефти) с последующим фрезерованием и применением минеральных удобрений, в ряде случаев и микробных препаратов. Длительность работ достигает 2-3 полевых сезонов. Устойчивое развитие растений здесь наступает только через 3-5 лет. Очень сложно восстанавливать сухие участки раннего возраста загрязнения. Глубина пропитки здесь достигает метра и более. Подобные участки очищались путем частичного отмыва верхнего слоя почвы водой с биологически безопасными видами поверхностно-активных веществ с последующим биовосстановлением верхнего же слоя путем фрезерования и биоремедиации. Восстановление растительности на таких участках производилось за счет высева многолетних злаков.

В процессе физического самоочищения почвы постепенно изменяется состав остаточного загрязнения. На фоне этого происходит постепенная активизация резистентных (устойчивых к углеводородному загрязнению) групп почвенной микробиоты.



Срок загрязнения – около 10 лет, нефть полуокисленная. Глубина пропитки загрязнениями почвы до 20-30 см, уровень загрязнения около 350 мг/г. Слой нефти на поверхности – до 12 см. Биологическая активность почвы низкая.

Послеаварийные участки среднего возраста загрязнения (от 5 до 15 лет) характеризуются еще достаточно высоким уровнем загрязнения углеводородами. В условиях Севера, как правило, загрязнения углеводородами за это время претерпевает изменения только в верхнем слое почвы, глубиной не более 5 см. В составе углеводородов-загрязнителей из верхних слоев почвы практически отсутствуют водорастворимые фракции. Увеличивается массовая доля тяжелых парафинов и полиароматических соединений. Уменьшается массовое соотношение между гетероциклическими и углеводородными соединениями. Заметно выражена микробиологическая активность почв. Рекультивация на объектах среднего возраста загрязнений по-прежнему эффективна только с использованием комплексных методов: сочетания технических или интенсивных агробиологических приемов. Эффективное биовосстановление почвы на таких участках обеспечивалось в результате фрезерования и биоремедиационных приемов.

Завершение резистентной стадии очищения почв от углеводородных загрязнений характеризуется резким усилением микробиологической активности, когда численность различных групп микроорганизмов превышает фон на 4-5 порядков (стадия стресса). Начинается возобновление растительности.



Возраст загрязнения – 15 лет. Глубина пропитки почвы нефтью – до 15 см, концентрация загрязнения – 250 мг/г. Состояние почвенной биоты в стадии перехода от резистентной к фазе стресса. Активность микробиоценоза – высокая. Участок частично зарастает сорной растительностью.

Участки старых нефтеразливов, те, которые мы характеризуем, как находящиеся в состоянии фазы стресса обладают мощным потенциалом самовосстановления и способны к интенсивному самоочищению. Здесь иногда достаточно простых агротехнических мероприятий для завершения процесса восстановления и доочистки от нефти - потенциал активности собственного микробиоценоза очень высок и может превышать фоновые величины на 4-6 порядков.



Возраст разлива 20 лет. Завершение фазы стресса. На участке происходит интенсивное зарастание естественной и высеянной травянистой растительностью, уровень углеводородного загрязнения – около 25 мг/г.

Как можно заметить, в вышеприведенных примерах очень различается такой показатель, как концентрация загрязнения почв углеводородами. Речь идет об участках, пострадавших от аварийных ситуаций. Другими словами исходный показатель загрязнения почв наивысший. Степень сложности объектов для

производства работ объективно связана именно с возрастом загрязнений. И самыми сложными для восстановления будут участки раннего периода загрязнений.

Характер роста и развития высеваемых при рекультивации трав во многом зависит от типа почв и характера их увлажнения. На заболоченных участках, где работы выполняются без осушения на общем фоне снижения загрязнения за счет уборки поверхностной нефти, фрезерования, применения биопрепаратов и минеральных удобрений спустя 2-3 года после высева многолетних травосмесей развиваются только естественные растительные сообщества.



Восстановление растительности на рекультивированном участке без предварительного осушения участка идет по пути возобновления естественной растительности (осоки, пушицы, крестовник).

После осушения заболоченных участков развитие высеваемых злаков может быть вполне эффективным.



Восстановление растительности на рекультивированном участке с отводными каналами идет по пути образования устойчиво развивающихся искусственных злаковых сообществ.

В случае восстановления гидрологического режима почв путем разрушения отводной системы растительное сообщество постепенно возвратится к своему естественному состоянию.



Участок с разрушенным отводным каналом и восстановленным водным режимом - злаки постепенно заместились осоковой растительностью

На участках, где обнажен глеевый слой почвы, при жеде относительно низком уровне нефтяного загрязнения (до 5-15 мг/г) развитие высеваемых трав крайне затруднено. Нормальное их развитие начинается только после нанесения на поверхность грунта тонкого (до 2-5 см) слоя торфа.



Фрагменты участка после уборки поверхностной нефти (а) и через год после высева трав на торфяную основу (б)

Таким образом высев трав-рекультивантов на сухих участках дает со временем густой устойчивый искусственно созданный травостой, на переувлажненных участках нецелесообразен – травы не закрепляются. Высев однолетних трав можно рассматривать как тест на фитотоксичность как на сухих, так и на переувлажненных участках.

Итак, **при масштабных аварийных ситуациях** с высоким уровнем загрязнения почв нефтью наиболее оптимальными приемами являются:

1. Локализация, дробление участков на фрагменты путем отсыпки;
2. Драгирование. Эффективно на заболоченных территориях. Способствует практически полному удалению поверхностной нефти;
3. Отвод воды эффективен на больших труднодоступных для техники территориях верховых болот при мощном слое торфа;
4. Агробиологические приемы, включая фрезерование и использование биопрепаратов нефтеокисляющего действия эффективны при восстановлении любого участка на стадии биорекультивации, после уборки поверхностной нефти;
5. Создание искусственных посевов из многолетних злаков эффективно только на нормально увлажненных почвах.

На участках старых разливов, при отсутствии поверхностной нефти и малой глубине пропитки почвы эффективны:

1. Фрезерование без отвода воды, агрохимические и агробиологические приемы;
2. Восстановление растительности за счет естественного потенциала

3. ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ РАЗНЫХ ПРОИЗВОДСТВ

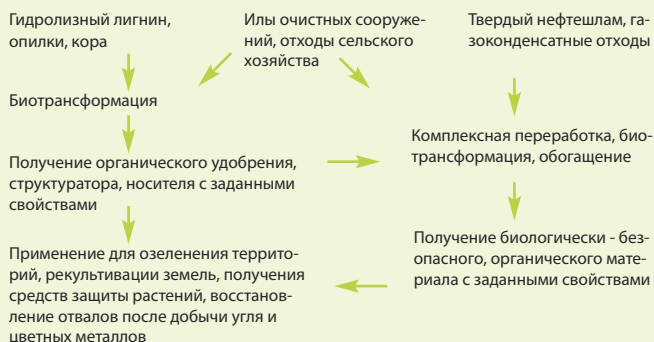
Загрязнение окружающей среды происходит в процессе любого промышленного освоения природных ресурсов и жизнедеятельности человека, и эта проблема еще долгое время может оставаться одной из самых острых.

Проблемы обращения с опасными отходами

Направления хозяйствования	Виды отходов
Коммунальное хозяйство	→ Сточные воды, илы очистных сооружений, ТБО и др.
Лесоперерабатывающий комплекс	→ Кора, опилки, гидролизный лигнин
Нефтегазовая промышленность	→ Жидкие и твердые нефтешламы, сажа, отходы бурения, газоконденсатный шлам
Сельское хозяйство	→ Высокотоксичные сточные воды, солома, отходы животноводства
Добыча каменного угля и цветных металлов	→ Шламы, отвалы, хвосты, минеральная порода

При проектировании природоохранных мероприятий чаще всего рассматриваются локальные вопросы очистки земель и ликвидации отходов, приуроченные к какой-либо одной отрасли. Исследования наших специалистов показали, что вопрос можно решать комплексно, когда переработка отходов одних отраслей хозяйствования может стать основой для получения сырья, пригодного для ликвидации отходов несмежных производств. Основой для решения становится направление биотехнологической трансформации веществ природного происхождения.

Пример комплексной безотходной технологии утилизации отходов производств



При систематизации информации о составе продуктов переработки отходов становится очевидно, что при нарастающей популярности экологически чистых производств и при определенном дефиците ряда агентов активизации разрушения вредных для природной среды веществ, использование переработанных продуктов из состава биологически-трансформированных отходов может позволить существенно улучшить качество конечного продукта, а именно того вида получаемого после переработки сырья, которое отвечает самым строгим требованиям природоохранного законодательства. В республике Коми успешно отработан метод переработки твердых нефтешламов и очистки шламовых амбаров методом разделения фаз нефть-грунт-вода с последующим возвратом нефти в товарооборот, биологической очисткой токсичных сточных вод и доочисткой грунта по технологии in Situ (на месте) с применением специально подобранных для деструкции тяжелой полиароматики микроорганизмов. Результатом переработки становится очищенный грунт, который может либо пройти стадию последующей биорекультивации для восстановления почвенно-растительного покрова, либо быть использован как "биологически-активная закуска" для активизации очистки загрязненных нефтью почв с нулевым уровнем микробной активности, либо быть использован как органо-минеральный грунт для рекультивации карьеров. В Пермской области и республике Коми внедрен в практику работ метод одновременной круглогодичной переработки отходов растение-

водства, животноводства, коммунального хозяйства и нефтеотходов. В результате технологического процесса образуется новый продукт – биологически-активный компост с заданными свойствами, пригодный для рекультивации нарушенных земель, озеленения территорий или для увеличения плодородия малопродуктивных почв.

Утилизация нефтешламов методом круглогодичной переработки с использованием отходов животноводства, растениеводства и коммунального хозяйства



1. Подготовка бурта и закладка в него послойно нефтеотходов, органических удобрений и отходов коммунального комплекса (например илов очистных сооружений) обработка биопрепаратами, разрушающими углеводороды
2. Компостирование
3. Выгрузка переработанного шлама и рекультивация земель
4. Использование полученного материала для очистки загрязненных земель и озеленения территорий
5. Переработанный нефтешлам и органические отходы в массе представлены почво-грунтом, не содержащим углеводородного загрязнения, по составу близки к органо-минеральным компостам, получаемым из чистого торфа

Технология круглогодичной биологической очистки твердых нефтешламов с использованием отходов коммунального и сельского хозяйства, лесной промышленности

Одноразовая под зиму закладка на переработку нефтешламов загрязненного грунта, с начальной концентрацией нефтепродуктов до 60% (концентрация, при которой процессы биологического разрушения нефти в природе подавлены), приводит за 5-7 месяцев компостирования к снижению загрязнения до 0,04% (400 мг/кг субстрата). При этом, утилизации может подвергаться как свежая нефть, так и старая, пролежавшая в шламонакопителе или почве длительное время и представляющая собой смесь тяжелых углеводородов и гетероциклических соединений. Продуктами разложения становятся прогуминовые вещества. Дополнительного в период компостирования внешнего воздействия не требуется. К началу теплого периода заложенный с осени субстрат представляет собой очищенный грунт. В связке технологии могут дать возможность решить сырьевой вопрос и уйти во многом от решения проблемы путем захоронения отходов. Как видно в представленной схеме нет места отходам на последнем этапе переработки - все используется в общей связке технологического цикла, основной целью которого является полная переработка отходов несмежных производств и получение на выходе экологически безопасных или биологически-активных компонентов, как сырья для последующего улучшения качества природной среды.

4. АВТОРСКИЕ РАЗРАБОТКИ

Наши разработки представлены различными технологиями, направленными на оздоровление природной среды: Это технология переработки гидролизного лигнина и получение органо-минерального материала с широким спектром использования; технология глубокой очистки водоемов и заболоченных территорий от нефти и нефтепродуктов; биопрепарат нефтеокисляющего действия "Универсал" и биопрепараты-нефтедеструкторы «Бамил 15» и «Омуг 15». Авторами получено 11 патентов Российской Федерации. Сотрудники ЗАО «НПФ «ДИЭМ» Загвоздкин В.К. и Маркарова М.Ю. за разработку и внедрение комплекса биотехнологий и систем восстановления нарушенных и загрязненных углеводородами тундровых и северотаежных биогеоценозов отмечены премией Правительства Российской Федерации в области науки и техники.