

Академик НАН РК БАЙТУЛИН И.О.

РЕКУЛЬТИВАЦИЯ ТЕХНОГЕННО ЗАГРЯЗНЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ

Состояние рекультивации техногенно загрязненных земель в мире и в Республике Казахстан (1). Страной, имеющей большой опыт рекультивации техногенно загрязненных земель, является Российская Федерация, обладающая богатыми природными минеральными и энергетическими ресурсами, больше всего сталкивающаяся с проблемами техногенного загрязнения земель. Кузбасс был одним из первых регионов, где стали отрабатываться методы и приемы биологической рекультивации. Этому способствовало создание стационара института почвоведения СО РАН в с. Атаманово и работы новосибирских почвоведов (2). Поэтому в Кузбассе накоплен большой положительный опыт по биологической рекультивации нарушенных земель, а Кемеровский научный центр СО РАН подготовил комплексную программу научно-исследовательских работ на техногенных территориях с участием ведущих научных подразделений.

Ведение горных работ в первую очередь приводит к разрушению геологической среды. Вынос на поверхность громадной массы глубинных горных пород (по Кузбассу это свыше 10 млрд. м³) приводит к процессам осадки поверхности, образованию депрессионных воронок, нарушению природного равновесия в миграции химических элементов, разрушению сложившихся природных биоценозов.

Пылеобразование при эксплуатации породных отвалов угольных предприятий в подавляющем большинстве случаев приводит к пылевому загрязнению прилегающих территорий. Из отвалов, помимо пылеобразования, выделяются в основном диоксиды серы, оксиды углерода, оксид азота и углеводороды.

После закрытия шахты в атмосферу продолжает выбрасываться метано-воздушная смесь, продукты окисления и (или) самовозгорания углей.

Затопление шахт после прекращения водоотлива приводит к подтоплению и заболачиванию значительных площадей на участках с просевшей после отработки угольных пластов поверхностью и восстановленным естественным уровнем грунтовых вод. Особенно актуальной эта

проблема становится на селитебных территориях, где подтоплением причиняется громадный ущерб жилому фонду и земельным угодьям.

Закрытие угольных шахт методом затопления приводит к свертыванию их депрессионных воронок и изменению направлений разгрузки загрязненных шахтами подземных вод, которые раньше разгружались в горные выработки. Вода начинает разгружаться в поверхностные водотоки, неся в них загрязняющие вещества с территорий и свалок различных отходов (включая опасные химические отходы).

Одним из самых неблагоприятных аспектов затопления шахт является возможность загрязнения подземных вод, являющихся источником питьевого водоснабжения.

Таким образом, угольная промышленность является существенным техногенным фактором формирования геоэкологической ситуации в угледобывающих районах. Воздействие этих предприятий многопланово и распространяется далеко за пределы их горных и земельных отвалов.

Каждый тип вскрышных и шахтных породных отвалов имеет свои особенности и их надо учитывать как при горно-техническом, так и при биологическом этапах рекультивации (3).

Отвалы, отсыпанные при бестранспортной вскрыше угольных пластов, представляют собой, как правило, гряды конусовидных навалов рыхлых пород. Расширение бестранспортных отвалов бульдозерами без целей рекультивации вызывает значительное уплотнение грунта, что приводит к снижению водопроницаемости, влагоемкости, аэрации.

Рекультивация – восстановление нарушенных хозяйственной деятельностью человека земель с использованием специальных технологий, включает два этапа: горнотехнический и биологический. Горнотехнический этап включает планировку, формирование откосов, снятие, хранение и последующее нанесение на нарушенные земли плодородного почвенного слоя, при необходимости коренная мелиорация, строительство дорог, гидротехнических сооружений и т.д. Биологический этап рекультивации является завершающим,

заключается в восстановлении биологической продуктивности нарушенных земель, как непрерывного условия существования и функционирования биосферы (1, 4).

Оптимальный режим для растений сохраняется при разравнивании отвалов шагающими экскаваторами, при этом не происходит чрезвычайного уплотнения грунта, создаются однородные условия по всей площади, становится возможным использование механизмов при посеве трав и посадке леса.

Сложным вопросом является степень планировки валовых бестранспортных отвалов. Нормативными документами обычно предлагается производить полное разравнивание этих отвалов, приближая посттехногенный рельеф к исходному (5).

Ровные поверхности отвалов преимущественно используются для сельскохозяйственной рекультивации после нанесения на них плодородного слоя почвы, а откосы отвалов – под облесение.

При нанесении на поверхность транспортных породных отвалов плодородного слоя почвы с целью восстановления пахотных угодий существует проблема «временного лага» начала этих работ.

В Российской Федерации накоплен большой опыт рекультивации различного типа техногенно загрязненных земель (5). Проведены работы по рекультивации земель, нарушенных предприятиями «Якуталмаз», «Медно-серный комбинат», в районах Маргэнцеворудного месторождения, фосфорных месторождениях, торфяниках, кварцевых песчаных массивах, карьеров скальных пород, карьерах глин, нефтезагрязненных землях, на землях по добыче самородного сера, бокситов, на ильменитовых выработках, газогенных пустошах, хламохранилищах калийных производств, золоотвалах, на трассах трубопроводов и др.

В процессе выполнения работ по рекультивации отвалов угольных разрезов Кемеровской области авторами разработана эффективная методика посева травосмесей многолетних комовых бобовых трав на основе люцерны для рельефов повышенной сложности (всего за указанный период удалось засеять травосмесями около 200 га). На базе такого травяного покрытия с противоэрозийными и почвообразующими свойствами произведены посадки древесно-кустарниковых растений, созданы высокопродуктивные

пастбища, резерваты для полезной энтомофауны опылителей и энтомоагов и других видов диких животных.

Леса являются одним из важнейших факторов, оптимизирующих экологическую обстановку. Лесонасаждения на рекультивированных землях могут быть эксплуатационными, защитными, водоохранными, рекреационными, санитарно-гигиеническими. При лесохозяйственном направлении рекультивации необходимо увеличить ассортимент древесных пород для облесения нарушенных земель.

Древесные и кустарниковые породы, используемые для формирования лесных насаждений на рекультивированных землях, должны быть устойчивыми в условиях техногенных территорий и интенсивного загрязнения окружающей среды промышленностью. Они должны обладать комплексом защитных и средообразующих функций в этих условиях и обеспечить быстрое получение природоохранного и природовосстановительного эффектов. При создании насаждений любого целевого назначения следует отдавать предпочтение сложным по составу древесных пород типам лесных культур, которые более устойчивы и продуктивны, быстрее растут и формируют лесную среду. В оптимальных условиях в их состав необходимо вводить до 40% кустарниковых видов. Роль кустарника в составе лесного насаждения, созданного на техногенных землях, чрезвычайно важна и многофункциональна. Из многообразия функций особое внимание заслуживает длительность способности кустарника выполнять мелиоративные функции по отношению к главной породе.

Высокий мелиоративный эффект по отношению к главной породе показывают кустарники с симбиотрофным, азотофиксирующим типом почвенного питания – облепиха крушиновая и лох серебристый.

При сельскохозяйственной рекультивации нерешенной проблемой является восстановление пахотных угодий. Нанесение плодородного слоя почвы на породные отвалы не дало нужного результата, т.к. продолжающееся физическое выветривание скальных горных пород в отвале деформирует поверхность в течение длительного времени и разрушает пахотный горизонт. Необходимо определить период полной стабилизации поверхности отвала, после чего возможно нанесение почвенного слоя. Но поскольку этот про-

цесс протекает долго (10-15 лет), сельскохозяйственное использование породных отвалов в течение этого времени возможно путем их залужения (посева многолетних трав) без нанесения плодородного слоя почвы. Необходимо разработать состав травосмесей и агротехнику их возделывания на породных отвалах для разных природно-климатических зон. Сельскохозяйственное направление рекультивации сдерживается неустойчивостью рекультивированных земель земледельцами (4).

Панова С.В. – Представительство компании Мотт МакДоналд в Москве, Сторей Ф. – Компания Мотт МакДоналд (Великобритания), Корнеев В.В. – Компания «Альфа-цемент», Цапкова Н.Н. – ООО НПП «Дон-ИНК» провели обзор технологий рекультивации на основе Российско-Британского опыта (5).

В проекте рекультивации важное значение придается техническому этапу, который включает:

- получение исчерпывающих данных о геологических, гидрогеологических, геофизических, ландшафтно-геохимических, газохимических и других условий участка размещения полигона (свалки);
- исследования состояния свалочного тела и его воздействия на окружающую природную среду;
- подготовку территории полигона (свалки) к последующему целевому использованию;
- создание рекультивационного многофункционального покрытия;
- планировку, формирование откосов, разработку, транспортировку и нанесение технологических слоев и потенциально- плодородных почв;
- строительство дорог, гидротехнических и других сооружений.

В России в 2004 г. зарегистрирован патент № 2243040 «Способ рекуперации площадок захоронения твердых бытовых отходов», отличительной особенностью которого является возможность многократного использования старых площадок захоронения твердых бытовых отходов (ТБО): площадку разбивают на участки и экскавацией извлекают свалочный грунт, подвергают его сортировке и сепарации с выделением вторичного сырья (стекло, черный и цветной металл, полиэтилен). Оставшуюся после сортировки часть свалочного грунта, которая состоит из биосубстрата (до 90%), обладающего хорошими сорбционными свойствами, и балластных фракций, временно складывают и в дальнейшем ис-

пользуют для пересыпки вновь завозимых ТБО. В основании освобожденного участка создают (либо реконструируют) гидроизолирующий экран, систему дренажа в соответствии с действующими нормативными требованиями.

По достижении проектных отметок данного участка на поверхности вновь складированных ТБО создают водозащитное покрытие с использованием свалочного грунта и начинают освоение следующего участка. Возвращение к первоначально осваиваемому участку площадки ТБО целесообразно через 10-20 лет в зависимости от морфологического состава захоронений и климатической зоны расположения полигона.

Предлагаемая технология позволяет экономить природные ресурсы, особенно земельные, санировать старые свалки, предотвращать загрязнение новых территорий, увеличивает окупаемость затрат на различные природоохранные мероприятия.

Технологии рекультивации, используемые в странах Западной Европы, имеют следующую структуру:

1. Перемещение. Извлечение и последующее перезахоронение отходов. Мобилизационные и эксплуатационные расходы составляют большую часть общей стоимости проекта.

2. Локализация загрязнения. Устройство барьера или «покрытия» между пользователями участка земли и загрязненным почвенным слоем. Обычно «покрытие» изготавливают из глины, грунтов, скрепленных цементом, специальных сооружений или гибких противофильтрационных прокладок. Вертикальные защитные барьеры могут быть использованы для предотвращения горизонтального перемещения загрязняющих веществ. Обычно такие барьеры строят из цемента и бентонитовых шлам, заливаемых в траншею и образующих барьер с низкой проницаемостью. Иногда в такие барьеры закладывают гибкие противофильтрационные мембраны для максимального сокращения проницаемости. В редких случаях для создания постоянно действующих защитных барьеров используют герметичные металлические листовые шпунтовые стенки.

3. Стабилизация. Компанией «Enviro-treat», была разработана и внедрена технология е-глин (eclay), которая представляет собой модифицированную бентонитовую глину, предотвращающую перемещение некоторых органических и

неорганических загрязняющих веществ. Е-глина смешивается с загрязненным грунтом, далее происходит процесс очистки и модифицированный грунт возвращается на место. Для придания прочности в смесь может добавляться цемент. Стабилизация е-глиной или сходными материалами может использоваться для предварительной обработки загрязненных грунтов и для снижения их опасных свойств перед размещением на полигонах.

4. Биологическая очистка широко применяется в Великобритании для удаления гидрокарбонатов (органических загрязнителей – нефтепродукты и пр.). Системы для очистки грунтов на территории встречаются реже. Очистка, как правило, представляет процесс перемешивания органических отходов с доступом воздуха. Целью перемешивания является активация микроорганизмов, использующих органические вещества в пищу и таким образом разлагающих их.

5. Промывка грунта. Процесс промывки грунта основан на разности размеров и плотностей различных материалов. Обычно загрязняющие вещества концентрируются в тонкодисперсной части грунта. Таким образом, отделение тонкой части грунта позволяет отделить чистую часть, сконцентрировать и сократить объем загрязненной части в виде шлама. Этот материал необходимо очищать или безопасно размещать.

6. Термическая обработка включает два типа процессов: сжигание и десорбцию. Сжигание может проводиться на месте с использованием мобильной установки, но чаще проводится в стационарном режиме по причине жестких требований и по экономическим соображениям.

Термическая десорбция объединяет несколько технологий, способных очистить грунты от широкого спектра органических веществ, включая ГСМ, гудроны, пестициды и ПХБ. Суть процесса заключается в нагреве грунта в закрытой емкости до температур, при которых загрязняющие вещества испаряются, переходя в газообразное состояние. Газ, содержащий загрязнители, проходит дальнейшую обработку с тем, чтобы сконцентрировать их в малом объеме или нагревается до еще больших температур для разрушения загрязняющих веществ.

7. Откачка грунтовых испарений. Удаление на загрязненных участках летучих органических соединений или углеводородов из относительно пористых грунтов или камня. В зоне

загрязнения бурятся шпуры, а на поверхности создается вакуум. Через загрязненный грунт проходит воздух, и летучие загрязняющие вещества вместе с ним устремляются наружу. На поверхности земли располагается система разрушения или очистки загрязняющих веществ.

8. Биовентилирование. Биологическое удаление (вентилирование) – способ очистки «на площадке», пригодный для грунтов с крупным гранулометрическим составом или песков, содержащих биоразлагаемые загрязняющие вещества. В теле загрязненного грунта бурятся скважины, в которые подается воздух. Принудительное вентилирование увеличивает скорость биологического разложения. Биовентилирование может сочетаться с технологией откачки грунтовых испарений.

9. Электроочистка. Собирательное понятие, объединяющее несколько технологий с применением электроэнергии. В прямом применении метод предназначен для очистки грунтов от тяжелых металлов. Электроды размещаются в грунте, загрязненном металлами, и на них создается разность потенциалов. Металлы начинают мигрировать в грунте и оседают на электродах. При непрямом применении электроэнергия используется для подогрева грунтов, загрязненных летучими органическими загрязнителями, для увеличения эффективности откачки грунтовых испарений.

Основные этапы рекультивации земель загрязненных нефтегазовыми выбросами (6).

Попадая на земную поверхность, нефть из анаэробной обстановки с очень замедленными темпами геохимических процессов переносится в кислородную среду, где помимо абиотических большую роль играют биохимические факторы. Сырая нефть, содержащая до 50% легких (с температурами кипения до 250 градусов) наиболее токсичных фракций, подвергается физико-химическому воздействию: испарению, вымыванию, ультрафиолетовому облучению и т. п., вследствие чего легкие и водорастворимые углеводороды, разлагаясь, мигрируют с места разлива. Остаточный тяжелый битумизированный нефтепродукт подвергается биохимической деградации. Решающее значение играют микроорганизмы, осуществляющие внутриклеточное окисление углеводородов.

Комплекс мероприятий по очистке почвы от нефтяного загрязнения включают два момента: первый – активизация абиотических физико-хи-

мических процессов деградации свежей нефти; второй – стимуляция почвенной углеводородоокисляющей микрофлоры и фитомелиорация.

Подготовительный этап рекультивации земель. Основной целью подготовительного этапа является расчистка участка от усыхающего и мертвого древостоя, завалов из срубленной ранее и сваленной в кучи древесины, строительного и бытового мусора и обваловка со стороны возможного повторного загрязнения нефтью и минерализованными водами, при условии, если она не была сделана в ходе ликвидации аварии. Не допускается выжигание и засыпание нефтяных пятен песком, позднее на месте аварии проводится экологическая оценка по «Методике оценки фитопригодности нефтезагрязненных земель».

Агротехнический этап. Основная цель – создать слой почвы со свойствами, благоприятными для биологической рекультивации. Работы включают в себя:

- рыхление почвенного горизонта для ускорения физико-химических и биохимических процессов деградации нефти с использованием мульчирующих грунтов (на сильнозагрязненных лесных почвах);

- создание искусственного микрорельефа из чередующихся продольных микроповышений (бугров) и микропонижений (канавок) на болотных почвах с избыточным увлажнением;

Стимуляция почвенной микрофлоры должна начинаться только при снижении концентрации общего нефтепродукта до 23-25% в органических или 15-18% минеральных почвенных горизонтах в среднем по участку. Это условие касается и использования бактериальных препаратов, наиболее перспективным из которых является «Путидойл», созданный микробиологами ЗапСибНИГНИ.

При снижении концентрации остаточных нефтепродуктов в рекультивационном слое в среднем по всему участку до значений безопасных для фитомелиорантов (15% в органических и 8% в минеральных и смешанных грунтах) можно приступать к биологическому этапу рекультивации.

Биологический этап включает в себя комплекс агротехнических и фитомелиоративных мероприятий, проводимых с целью восстановления плодородия нарушенных земель.

- фитомелиорационное и агротехническое стимулирование почвенной углеводородоокисляющей микрофлоры;

- формирование устойчивых травостоев или всходов (подроста) древесных пород.

Рекультивацию можно считать завершенной после создания густого и устойчивого травостоя, при этом концентрация остаточных нефтепродуктов со значениями коэффициента окисления нефти более 90% не должна превышать в среднем по участку 8,0% в органических и 1,5% в минеральных и смешанных грунтах.

Заслуживает рассмотрения проект Азербайджанского национального экологического центра «Очистка и восстановления загрязненных земель полуострова Апшерон», разработанного совместно с Норвежской компанией Forecasting” (NCEF) NGO and the Norwegian “ACONA GROUP AZ” Consulting Company (during period from 01.09.2003 till 16.06.2004 on a plot of the area 1.5 hectares, allocated by the State Oil). Проект осуществлялся на территории поселка Ховсан Сураханского района г. Баку (7).

При фитомелиорации загрязненных нефтью почв, важное значение придается экологическому подходу, основанному на естественных синергетических отношениях между растениями, микроорганизмами и окружающей средой, что и происходило в течение миллионов лет. Растения, развивая обширную систему корней, охватывают большие объемы почвы и поддерживают многочисленные колонии микроорганизмов в зоне корней, которые производят разрушение некоторых видов опасных отходов углеводородного сырья.

Самой большой и опасной ошибкой, допускаемой при рекультивации земель, является засыпка разлитой нефти привозным грунтом – песком и торфом. При этом разлитая нефть выводится из процесса микробиологического окисления, а «рекультивированный» подобным образом участок на многие годы становится источником постоянного загрязнения грунтовых и подземных вод (6).

АО «Ойл-Экологджи», созданное в 1992 году, занимается ликвидацией аварийных разливов нефти и восстановлением экологического равновесия. Его деятельность характеризует комплексный подход к решению экологических проблем. Начиная с 1993 года, АО занимается рекультивацией замазученных земель с использованием микроорганизмов (3). Такой подход получает все большее распространение.

Так, биологический препарат Деворойл предназначен для очистки от нефти и нефтепродуктов при загрязнении почв, природных водоемов,

акваторий, стоков промышленных предприятий и реабилитации загрязненных территорий, производится и применяется в промышленных масштабах с 1992 года. Препарат безопасен по санитарным и экологическим параметрам. После обработки препаратом загрязнённых территорий остаётся легкоразлагающиеся органические вещества. ООО «Микробные технологии» является разработчиком бактериального препарата Деворойл.

Вся выпускаемая продукция защищена патентом РФ № 2114071 от 22.05.97 г., торговая марка – свидетельством на товарный знак № 163575 и № 163576 от 31.01.97 г.

Товарный знак зарегистрирован в следующих странах: Бенилюкс, Великобритания, Германия, Испания, Китай (включая Гонконг и Макао), Франция, Швейцария, Япония (8).

Новосибирская компания Биоойл, ЗАО входит в пятерку лучших мировых производителей препаратов для рекультивации нефтезагрязненных земель. Препарат создан для работы в северных территориях. Эффективно работает без доступа кислорода. Для обработки 1 га нефтезагрязненных земель требуется 5-10 гр. препарата. Применяется в Северных условиях при температуре от +4°C и кислотности от pH=4.0 (9).

Созданы ассоциации, представляющие собой смесь культур микроорганизмов: *Acinetobacter* sp. 24, *Enterobacter* sp. 16a, *Bacillus* sp. 5a, *Bacillus* sp. 5b, *Saccharomyces* sp. DH-1, активно катаболизирующих длинноцепочечные предельные углеводороды.

В настоящее время штаммы ассоциации депонированы в НИИ “Коллекция культур микроорганизмов” Государственного научного центра вирусологии и биотехнологий “Вектор”, Новосибирская обл., Кольцово. Имеется заключение НИИ “ККМ” на то, что штаммы не являются зоопатогенными, фитопатогенными, не представляют опасность по другим причинам. Культуры находятся в лиофилизированном состоянии, при поставке расфасовываются в емкости, т.е. поставка препаратов осуществляется в виде упакованного в тару порошка, как правило, в пластиковые баночки емкостью 10 мл (9).

В Российской Федерации имеется немало частных компаний, разрабатывающих проекты и осуществляющие их исполнение по рекультивации различного типа техногенно загрязненных земель.

Вот некоторые проекты, разработанные и осуществленные на практике ЗАО «ДАР/ВОД/ГЕО» (10):

1. Проект реконструкции существующего городского полигона по утилизации ТБО в г. Ярославле.

2. Рабочий проект полигона по захоронению отходов предприятия ОАО «Машиностроительный завод», г. Электросталь.

3. Рабочий проект рекультивации свалки промышленных отходов АО «Мостермостекло», г. Железнодорожный.

4. Разработка проекта строительства полигона ТБО и скотомогильника Астраханской области.

5. Рабочий проект ликвидации химического загрязнения земель в районе склада корректирующих добавок ОАО «Мальцовский портландцемент» в г. Фокино Дятьковского района Брянской области;

6. Рекультивация земель складов ГСМ № 1,2,3 аэродрома г. Энгельс.

7. Проект реконструкции шламонакопителя – испарителя Владимирской ТЭЦ.

8. Реконструкция городского полигона ТБО (по заказу департамента городского хозяйства) и полигона твердых отходов ОАО «Автодизель» г. Ярославль.

9. Разработка проектов полигонов для захоронения твердых бытовых отходов у д. Марьинка Камешковского р-на Владимирской области.

10. Проект рекультивации земель, нарушенных при строительстве КТК на территории Астраханской области.

ООО «Авиакомпания» Симаргл» является одной из ведущих авиакомпаний региона юга России и в основные виды ее деятельности входят работы по рекультивации земель: борьба с разливом нефти; известкование, гипсование почв, внесение в почву органических и минеральных удобрений; обеззараживание почв и закрытых водоемов и др.(11).

Иркутская региональная общественная организация «Байкальская экологическая волна» издает экологический журнал «Волна». В № 33 (2) за 2000 г. журнала дан обстоятельный обзор по управлению отходами в Германии (12).

В 1995 г. в Российской Федерации был создан неправительственный экологический фонд имени В.И. Вернадского (13). Среди учредителей

Фонда: ОАО «Газпром», ООО «ВНИИГАЗ», ООО «Газэкспорт», ООО «Надымгазпром», ООО «Оренбурггазпром», ООО «Севергазпром», ООО «Уренгойгазпром», ООО «Ямбурггаздобыча», ООО «Автоваз», Братский алюминиевый завод, ООО «НК «Итера», ОАО «НК «Лукойл», ЗАО «Объединенная металлургическая компания» и др.

Деятельность Фонда подчинена одной главной цели: основываясь на творческом наследии Владимира Ивановича Вернадского, выстроить целостную, научно обоснованную, а главное, находящую практическое выражение концепцию, опирающуюся на принципы устойчивого развития, которые охватывают, помимо экологических, целый спектр экономических и социальных аспектов.

ОАО «Газпром», один из учредителей фонда имени В.И.Вернадского, разработал экологические мероприятия ООО «Уренгойгазпром». Они направлены на рациональное использование сырьевых, материальных и энергетических ресурсов, предотвращение загрязнения окружающей среды, внедрение природоохранного оборудования, соблюдение требований российского законодательства и международных стандартов по рациональному использованию природной среды, защите здоровья и безопасности населения региона, повышение квалификации и экологической культуры персонала предприятия.

Выводы и рекомендации. Осуществлению работ по рекультивации техногенно загрязненных земель предшествует тщательное изучение площади распространения, картографирование устройства поверхности техногенно загрязненных земель и физико-химических свойств пород.

Каждый объект обладает индивидуальной специфичностью природных и антропогенных параметров, определяющих конечную эффективность рекультивации. Поэтому необходимо умение их диагностировать, измерять и оценивать. Для этого при составлении ТЭО и рабочих проектов рекультивации необходимо предусматривать проведение предпроектных исследовательских работ по оценке индивидуальной специфики объекта рекультивации с целью подготовки нескольких вариантов схем рекультивации с количественным определением почвенно-экологической эффективности каждого варианта.

Рекультивация может быть осуществлена как по временной схеме, так и по постоянной схеме – рекультивация коренная. При этом цели рекультивации по первому типу ограничиваются только необходимостью задернения и озеленения поверхности техногенного ландшафта. При рекультивации по постоянной схеме требуется проводить залужение, комплекс агротехнических работ (рыхление почвы, посев некоторых видов трав, внесение удобрений и т.д.). При облесении необходимо проводить лесохозяйственные мероприятия (прополку, рыхление почвы, охрану от пожаров, рубки ухода) даже в большой мере, чем на ненарушенных землях. Все это должно быть предусмотрено в проектах рекультивации, равно как и источники финансирования этих работ.

Основным требованием биологической рекультивации должна быть ее высокая экологическая эффективность, не исключая при этом и хозяйственную, и потребительскую.

Рекультивация – это не разовый акт, а длительный процесс. Несоблюдение этого принципа приводит к низкому качеству рекультивации.

Использованные источники:

1. Байтулин И.О. Рекультивация техногенно нарушенных земель. Национальный доклад по науке за 2006 год, Том 3. Астана-Алматы, 2006г. С.92-102.
2. Куприянов А.Н. Биологическая рекультивация отвалов в субаридной зоне. Алма-Ата, 1989, 112 с.
3. Экология и рекультивация техногенных ландшафтов. Новосибирск, 1992, 305 с.
4. Гаджиев И.М., Курачева В.М., Андраханова В.В. Стратегия и перспективы решения проблем рекультивации нарушенных земель. Новосибирск, 2001, 36 с.
5. Рекультивация земель: Российский и Британский опыт. eco-projects.ru/seps/docs/seps392/chemind.pdf
6. Рекультивация почв, загрязненных нефтегазовыми выбросами <http://www.referat.ru/pub/item/12684>
7. Project "Clearing and rehabilitation of contaminated lands of Apsheron peninsula" www.tzecongo.org/pdf/Closing_statement_ACONA.pdf
8. Биологический препарат Деворойл, рекультивация нефтезагрязненных земель белок. www.idk.ru www.sitistroi.ru
9. Рекультивация нефтезагрязненных земель. <http://www.biooil.fis.ru>
10. Полигоны для захоронения отходов, рекультивация земель. ЗАО «ДАР/ВОД/ГЕО» <http://darvodgeo.ru/page-43.html>
11. Основные виды деятельности ООО «Авиакомпания «Симаргл», www.simargl.ru.
12. Управление отходами в Германии. Экологический журнал «Волна», № 23 (2), 2000. <http://www.baikalwave.eu.org/Volna/23/volnamag-23-germany.htm>
13. Юбилей фонда имени В.И.Вернадского. www.vernadsky.ru/rus/Ubilei.doc.