

# ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ геологической среды от загрязнения нефтепродуктами

Л. Кржиж, Д. Резник  
ООО «Деконта Геолинк»

Представленный обзор технологий очистки составлен на основе обобщения мирового опыта, а также опыта работ компании «Деконта Геолинк» и ее чешского партнера Dekonta на различных объектах систем нефтепродуктообеспечения (СНПО).

Существующие методы очистки геологической среды от загрязнения нефтепродуктами (физические, физико-химические, химические, биологические) формируют два принципиально различных технологических подхода. Первый – собственно очистка, – предусматривает непосредственное удаление загрязняющих веществ из геологической среды. Второй подход основан на подавлении активности контаминанта (детоксикации), например путем его нейтрализации, разложения (деструкции), связывания, локализации и т.д.

В настоящее время развитие технологий преследует цели повышения эффективности и удешевления, что определяет основные требования к методам очистки: возможность применения метода *in-situ*, в том числе на значительной глубине; селективность метода по отношению к определенным экотоксикантам; экологическую чистоту технологий и отсутствие побочных негативных явлений в экосистемах (биогеоценозах); относительно высокую степень и скорость очистки.

**Микробиологические технологии.** Технологии на базе микробиологических методов очистки геологической среды основываются на способности определенных штаммов бактерий использовать присутствующие в отходах углеводороды в качестве источника углерода и энергии для своего роста. При этом происходит разложение нефтепродуктов на двуокись углерода и воду. Внесением подходящих штаммов бактерий в перерабатываемые отходы и (или) созданием благоприятных условий для их роста можно достичь значительного ускорения этих процессов разложения, которые естественным путем протекают очень медленно. Для биологического разложения используются нетоксичные, непатогенные и генетически не измененные бактериальные штаммы. Технологии биоочистки применяются как *in-situ*, так и *ex-situ* на специально оборудованных площадках.

Компанией «Деконта Геолинк» используются биотехнологии «Dekontam», одобренные для применения в России, Чешской Республике и странах Евросоюза.

Стоимость технологии составляет 40–50 долл. за тонну загрязненного грунта при объеме загрязнения 30 тыс. т и более.

Преимуществами технологий являются:

- ◆ «мягкость» (безвредность для окружающей среды), поскольку технологии основаны на естественных процессах самовосстановления и самоочищения природной среды;
- ◆ высокая эффективность при низких концентрациях нефтепродуктов в грунте;
- ◆ минимизация затрат на строительство, техническое оснащение площадок рекультивации и транспортировку отходов;
- ◆ безотходность при минимальных затратах;
- ◆ незаменимость биотехнологий при очистке почв с высокой адсорбирующей способностью (использование биопрепаратов нефтеокисляющего действия остается единственным средством борьбы с нефтяным загрязнением).

К недостаткам технологии относятся:

- ◆ снижение их эффективности в случае присутствия тяжелых фракций нефтепродуктов и при низких температурах;
- ◆ ограничение возможности использования очищаемой территории во время санации *in-situ*.

**Низкотемпературная термическая десорбция.** Тепловая десорбция является проверенной технологией, используемой для обработки материалов, сильно загрязненных нефтепродуктами. В данной технологии загрязненные почвогрунты или нефтешламы подающим модулем (при необходимости через центрифугу) направляются во вращающуюся печь изотермической десорбции нефтепродуктов. В печи имеются две зоны: зона нагрева и испарения, где происходит нагрев сырья и подаваемой воды, испарение воды и большей части нефтепродуктов, и зона десорбции, в которой при заданной температуре 400–500°C (в зависимости от типа сырья) происходит

более полное удаление нефтепродуктов. Нагрев печи осуществляется топочными газами (температурой 700–800°C), подаваемыми в рубашку печи из горелочного устройства.

Стоимость технологии составляет 100–150 долл. за тонну.

Преимуществами технологии являются:

- ◆ возможность очищать замазученные почвы, грунты и кек;
- ◆ пониженные энергозатраты, обусловленные замкнутым технологическим циклом, в котором энергетические затраты восполняются за счет извлеченных в процессе переработки нефтепродуктов;
- ◆ дополнительное снижение энергозатрат, происходящее за счет относительно низких температур технологического процесса (300–450°C);
- ◆ наличие мобильных комплексов технологического оборудования высокой производительности;
- ◆ высокая надежность и ресурс технологического оборудования;
- ◆ высокая скорость очистки;
- ◆ возможность использования очищенных отходов в качестве инертного материала.

К недостаткам технологии относятся:

- ◆ большие расходы при эксплуатации технологических установок;
- ◆ сложные условия их инсталляции.

**Переработка нефтешламов с использованием трехфазных сепараторов.** Данная технология предполагает разделение нефтешламов на водную, нефтяную и твердую фазы с использованием трехфазных сепараторов. Она применяется в основном при очистке шламонакопителей, нефтепродуктовое загрязнение в которых характеризуется значительным содержанием воды, что позволяет перекачивать нефтешлам в центрифугу в жидком состоянии и перерабатывать его.

Стоимость технологии составляет 70–150 долл. за тонну.

Преимуществами технологии являются:

- ♦ возможность ее применения в случае загрязнения грунтов тяжелыми фракциями углеводородов;
- ♦ возможность проведения работ по очистке *in-situ*, что существенно снижает затраты на транспортировку отходов.

К недостаткам технологии относится необходимость использования воды в технологическом цикле.

**Технология стабилизации.** Главной целью метода стабилизации (отверждения) является устойчивое снижение мобильности токсических веществ, содержащихся в перерабатываемых отходах. Данный метод основан на изменении физических и (или) химических свойств отходов при взаимодействии со стабилизирующими присадками, в качестве которых, как правило, используются гидравлические вяжущие вещества на базе цемента и извести, зола и бентониты. Стабилизированный отход размещается на специализированных полигонах или используется в хозяйственных целях (например, для рекультивации). Компанией «Деконта Геолинк» применяются присадки: «DekoStab 1» (на основе измельченной резины) и «DekoStab 2» (на основе гуминовых кислот).

Стоимость технологии составляет 50–70 долл. за тонну.

Преимуществами технологии являются:

- ♦ дешевизна и быстрота;
- ♦ возможность обработки грунтов *in-situ*, что исключает транспортные расходы.

К недостаткам технологии относятся:

- ♦ невозможность устранить загрязнение, которое только переводится в другую матрицу (более стабильную с точки зрения экстрагирования);

- ♦ увеличение объема стабилизированного отхода по сравнению с первоначальным объемом отхода (минимум на 30%).

**Откачка порового воздуха.** Данная технология представляет собой удаление летучих органических веществ из грунта

посредством откачки порового воздуха из сконструированных определенным образом экстракционных скважин. Откаченный воздух подается в технологическую установку, в которой происходит захват и (или) деструкция содержащихся летучих веществ.

Стоимость технологии составляет 60–80 долл. за 1 м<sup>3</sup> загрязненного грунта.

Преимуществами технологии являются:

- ♦ дешевизна и быстрота;
- ♦ возможность проведения очистки *in-situ*, что исключает транспортные расходы.

К недостаткам технологии относятся:

- ♦ возможность применения только при загрязнении грунтов легкими (летучими) фракциями нефтепродуктов;
- ♦ возможность использования только в хорошо проницаемых, необводненных грунтах.

**Химическое окислирование.** Принцип метода заключается в химическом преобразовании токсичных загрязняющих веществ, содержащихся в грунте, в нетоксичные посредством взаимодействия с окисляющим реагентом. В качестве окисляющего реагента используются: озон, перекись водорода, хлорная известь и т.п.

Стоимость технологии составляет 70–90 долл. за тонну.

Преимуществами технологии являются:

- ♦ дешевизна и быстрота;
- ♦ возможность проведения работ *in-situ*, что исключает транспортные расходы.

К недостаткам технологии относятся:

- ♦ увеличение стоимости за счет роста потребления окислительного реагента в случае высокого содержания органических веществ (например, гумусовых) в загрязненном грунте;

- ♦ использование химических веществ и необходимость применения дополнительных мер безопасности.

**Фиторемедиация.** Другим относительно «молодым» направлением, уже

показавшим свою перспективность и имеющим очень большой потенциал для развития, является очистка углеводородного загрязнения с помощью растений.

Стоимость технологии составляет 20–30 долл. за тонну.

Преимуществами технологии являются:

- ◆ экономическая эффективность;
- ◆ экологичность;
- ◆ эстетичность;
- ◆ простота в применении.

К недостаткам технологии относятся:

- ◆ длительное время санации;
- ◆ риск миграции загрязнения;
- ◆ зависимость от климатических условий.

**Откачка нефтепродуктов.** Наиболее известным методом удаления нефтепродуктового загрязнения с поверхности грунтовых вод является откачка. Наиболее эффективен метод совместной откачки, при котором скважина оборудуется двумя насосами. Нижний насос откачивает воду, создавая депрессионную воронку, а верхний откачивает нефтепродукты. Данный метод эффективен при больших объемах загрязнения, более 100 тыс. м<sup>3</sup>.

Стоимость технологии составляет 250–1000 долл. за тонну извлеченного нефтепродукта.

Преимуществом технологии является возможность последующего использования извлеченных нефтепродуктов.

К недостаткам технологии относится сильное нарушение обводненности массива, что изменяет гидродинамический режим территории и может повлиять на свойства горных пород, слагающих массив.

С полной версией данного обзора читатель может ознакомиться на сайте [www.dekolink.ru](http://www.dekolink.ru).



Комплексные решения  
экологических проблем  
[www.dekolink.ru](http://www.dekolink.ru)

### Санация загрязненных территорий

- Санация грунтов, грунтовых вод
- Рекультивация земель



### Комплексные решения экологических проблем

- Анализ экологического риска
- Консультационные услуги
- Экологический аудит



### Переработка и утилизация нефтешламов

- Альтернативное топливо
- Центрифугирование
- Биотехнологии



Россия, Москва, 117105,  
Варшавское шоссе, 39А  
Тел.: (495) 380-1680,  
Факс: (495) 380-1681

**dekonta**  
geolink