

## **ОПЫТ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МАЛОТОННАЖНОЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ УСТАНОВКИ ПО ОБЕЗВРЕЖИВАНИЮ ПОЧВ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ НЕФТЬЮ И НЕФТЕПРОДУКТАМИ**

**В.А. Сазонов, Е.А. Сазонова**

Пермский институт железнодорожного транспорта

**В.Ф. Олонцев**

Научный центр порошкового материаловедения Пермского  
государственного технического университета

*Изложена новая технология термического обезвреживания почв, загрязненных нефтью и нефтепродуктами. Показано, что конструкция печи с обогревом внутренней реторты позволяет оптимально организовать технологический процесс. Приведены параметры технологического процесса для обезвреживания почв.*

Малотоннажная промышленная установка предназначена для отработки в промышленных условиях экологически безопасной технологии термического обезвреживания почв, загрязненных нефтью и нефтеотходами, при авариях на нефтедобывающих скважинах или нефтепроводах, при перевозке железнодорожным или водным транспортом, при переработке нефти на нефтеперерабатывающих заводах и т.п.

Загрязненные почвы вывозятся для хранения в отработанные карьеры и представляют собой повышенную опасность для окружающей среды. По данным Министерства природы Пермского края, накопились десятки тысяч тонн загрязненных почв. Поэтому проблема их обезвреживания весьма актуальна.

Мощность проектируемого производства 8,5 тыс. тонн обезвреженных почв в год.

Технология обезвреживания загрязненных нефтью и нефтеотходами почв прошла стадию НИР и отработана на малотоннажной промышленной установке в производственных условиях на базе опытно-промышленного производства, Института сорбционной и экологической техники (ГУП ИСЭТ).

Разработанная технология обезвреживания загрязненных нефтью и нефтеотходами почв включает три основных этапа: предварительная подготовка сырья, термообработка, охлаждение.

Исследование образцов почв (глина и суглинок) показало, что в них содержатся от 0,1 до 22 % нефтяных загрязнений.

При разработке технологии обезвреживания загрязненных почв установлено, что при содержании нефтяных загрязнений больше 10–15 % почвы теряют сыпучесть и превращаются в плотную высоковязкую массу. Такие почвы перед термообработкой требуется подготовить: смешать с наполнителем (прокаленная почва, песок, зола, древесные опилки и др.) до получения измельченной сыпучей массы. Количество наполнителя составляет от 10 до 25 % от массы смеси в зависимости от содержания в почвах нефтяных загрязнений.

В результате термообработки загрязненных почв при различных температурах установлено, что для полного удаления нефтепродуктов необходима температура не ниже 450 °С. Продолжительность термообработки – не менее 30 мин.

На малотоннажной промышленной установке ГУП ИСЭТ обработано 2,13 т смеси загрязненных почв с наполнителем (древесными опилками). Получено 1,18 т обезвреженной почвы.

Анализ образцов прокаленной почвы показал, что содержание в них нефтепродуктов составляет от 35 до 72 мг/кг (0,0035–0,0072 мас. %).

Прокаленная почва выгружается из печи при температуре 350–400 °С. На малотоннажной промышленной установке ГУП ИСЭТ охлаждение почвы производилось в металлических барабанах емкостью 100 л. Длительность охлаждения 18–24 ч.

В проектируемом производстве охлаждение прокаленных почв рекомендуется производить в заглубленных в землю бетонированных емкостях, расположенных на участке хранения и по мере охлаждения отправлять их потребителям.

Для отработки технологии в производственных условиях принята следующая технологическая схема обезвреживания загрязненных почв: подготовка сырья → термообработка → охлаждение.

В качестве основного оборудования были использованы: смеситель периодического действия, печь карбонизации с внешним нагревом.

Смеситель двухроторный типа ЗЛ-50 с Z-образными лопастями. Рабочий объем смесительной камеры 0,05 м<sup>3</sup>. Мощность привода 3 кВт.

Печь карбонизации: вращающаяся барабанная печь с внешним нагревом типа «труба в трубе». Диаметр барабана печи 1 м, длина 4 м.

Диаметр реторты 0,5 м, длина 7 м. Мощность привода 3,2 кВт. Печь снабжена выносной топкой, в которой сжигается топливо и образующиеся при термообработке загрязненных почв газы пиролиза; дымовые газы используются для обогрева печи.

Исходное сырье для установки – почвы, загрязненные нефтью или нефтеотходами. Содержание загрязнений в почвах может колебаться в широких пределах: от долей до тридцати процентов. Это зависит от состава почвы, ее пористости (глина, суглинок, песок, торф и т.д.) и, соответственно, большей или меньшей нефтеемкостью.

В результате термообработки (прокалки) из загрязненных почв полностью удаляются нефтепродукты.

Полученный продукт по своим физико-химическим свойствам должен соответствовать нормам и требованиям к экологически безопасным материалам.

Часть охлажденной прокаленной почвы направляется на склад сырья, где используется в качестве наполнителя при подготовке исходного сырья для придания ему сыпучих свойств.

Остальная часть прокаленной почвы может быть использована для засыпки разлитой нефти при авариях, для рекультивации сельскохозяйственных угодий и т. п.

Измельчение исходного сырья производится в двухроторном смесителе типа ЗШ-400 НРК. Рабочий объем смесительной камеры 0,4 м<sup>3</sup>. Мощность привода 35 кВт. Продолжительность цикла (загрузка, смешение, выгрузка) 20 мин. Производительность (расчетная) 900 кг/ч смеси загрязненных почв с наполнителем.

Используется вращающаяся печь карбонизации с внешним нагревом. Печь состоит из барабана диаметром 1,6 м, длиной 12 м; реторты диаметром 1,0 м, длиной 15 м; привода с установочной мощностью 4,5 кВт и выносной топки. Топка выложена из огнеупорных кирпичей. В торцевой стенке топки установлена горелка для сжигания жидкого топлива при пуске и эксплуатации печи.

*Технологические параметры процесса обезвреживания  
загрязненных почв:*

По вращающейся печи	
Производительность, кг/ч:	
по загрузке .....	1622
по выгрузке .....	1265
Температура	
греющих газов .....	700

отходящих газов .....	400
газов пиролиза .....	600
обрабатываемого материала.....	500
Разрежение на выходе отходящим газом, Па .....	100
Средний коэффициент заполнения реторты .....	0,1
Средняя продолжительность термообработки, мин ....	30

*Примечание.* Производительность печи по переработке загрязненных почв за вычетом наполнителя (прокаленной почвы) составит, кг/ч:

по загрузке .....	1217
по выгрузке .....	860

#### По топке сжигания

Количество продуктов пиролиза нефтеотходов, кг/ч ..... 356

В том числе:

углеводороды.....	204
вода .....	152

Расход воздуха для сжигания газов пиролиза,  $\text{нм}^3/\text{ч}$  ... 2587

Расход топлива (мазут), кг/м:

в период пуска .....	100–150
в рабочем режиме .....	20

Расход воздуха для сжигания топлива,  $\text{нм}^3/\text{ч}$ :

в период пуска.....	1270–1900
в рабочем режиме .....	250

Расход воздуха для снижения температуры в камере

горения до 1200 °С,  $\text{нм}^3/\text{ч}$  ..... 484

Количество дымовых газов ( $t = 700$  °С),  $\text{нм}^3/\text{ч}$  ..... 665

Состав, % об.

CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O	N <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>
5,3	7,7	74,5	12,5	0,01

Количество дымовых газов для обогрева реторты,  $\text{нм}^3/\text{ч}$  ..... 4054

Избыток дымовых газов,  $\text{нм}^3/\text{ч}$  ..... 2604

Температура, °С:

в камере горения топки.....	1000–1100
в камере смешения .....	700

Разрежение, Па..... 20–50

Объем камеры горения топки,  $\text{м}^3$  ..... 8,66

Тепловое напряжение топочного пространства,  $\text{кДж}/\text{м}^3$  .. 1671040

Обезвреженная почва с температурой 350–400 °С выгружается на скребковый конвейер и транспортируется для охлаждения на участок хранения в бетонированные заглубленные в землю емкости. Производительность конвейера – не менее 2 т/ч.

Сырье, энергоресурсы	Норма расхода на 1 тонну обезвреженной почвы
Загрязненные почвы, т	1,415
Наполнитель, т	0,471
Электроэнергия, кВт·ч	75
Топливо (мазут), кг	16,4*

\* При содержании горючих веществ до 12,6 %

При низком содержании горючих веществ или их отсутствии удельный расход топлива возрастает до 80 кг на 1 тонну обезвреженной почвы.

### Список литературы

1. Аренес В.Ж. Очистка окружающей среды от углеродных загрязнителей. – М.: Интербук, 1999. – 371 с.
2. Гриценко А.И., Аكوпова Г.С., Максимов В.М. Экология. Нефть и газ. – М.: Наука, 1997. – 598 с.

Получено 16.07.2010