

## **АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОЧИСТКИ ЗАГРЯЗНЕННЫХ НЕФТЕПРОДУКТАМИ ГРУНТОВ. ИССЛЕДОВАНИЕ В ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНОГО ВАРИАНТА УСТАНОВКИ С ОТХОДАМИ НЕ ВЫШЕ НОРМ ПДК. РАСЧЕТ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ УСТАНОВКИ**

Приведен анализ проблем, связанных с разработкой промышленных установок для очистки естественных грунтов от нефтяных продуктов, загрязненных при производстве различного рода работ с нефтью (добыче нефти, загрузке емкостей нефтью, перекачке нефти и нефтепродуктов и т.п.), даны качественные и количественные оценки наиболее важных позиций, определяющих возможные варианты установок для принятой двухступенчатой технологии (возгонка и дожигание). На основе сравнения различных схем определена принципиальная схема установки для проектно-конструкторской проработки и изготовления действующей модели установки. После завершения экспериментальных исследований предполагается принятый вариант рассматривать в качестве прообраза промышленного образца.

The problems connected with development of production plants for clearing of natural grounds from oil products, detected at production of a different kind of activities with oil (extraction of oil, loading of capacities by oil, etc.) are considered. The analysis, qualitative and quantitative estimations, most important positions determining fulfilment of the main task – clearing of natural grounds, polluted with oil products are carried out For selected two-stage (sublimation and afterburning) technologies different schemes of production plants for clearing of grounds are considered. The scheme, basic elements and their parameters for the model installation of small output are selected.

**Цели и задачи исследования.** Известно, что значительные площади поверхности Земли находятся под разливами нефти или нефтепродуктов (НП). Это места добычи нефти, загрузки и разгрузки емкостей с нефтью, перекачки нефти и нефтепродуктов и другие территории, где проводятся работы с НП. Важной экологической проблемой является очистка естественных грунтов от НП с целью использования их по прямому назначению. Процесс естественного восстановления загрязненных грунтов (ЗГ) длителен, что актуализирует проблему создания и внедрения современных технологий рекультивации нарушенных территорий.

Главным критерием эффективности подобных мероприятий принято считать увеличение скорости разложения компонентов загрязнения с наименьшими экономически-

ми затратами. Основные направления в работах, которые ведутся в России и за рубежом, сводятся к применению физических, механических и биохимических методов удаления нефтяного загрязнения. [1, 3]. Каждый из методов, наряду с положительными качествами, обладает и существенными недостатками. Изыскание методов, современных технологий, а также разработка промышленных установок восстановления ЗГ, удовлетворяющих более высоким показателям критерия эффективности, является актуальной задачей

Кафедрой химии Московского государственного университета им. М.В.Ломоносова проведена серия опытов, по результатам которых можно выделить как перспективный вариант очистки методом двухкаскадного теплового воздействия на ЗГ. Рекомендуется

следующий порядок проведения рекультивации. Грунт, на первом каскаде преобразования, нагревают до температуры 600 °С и выдерживают 2-3 мин. Практически все НП возгоняются, при этом некоторая часть при подаче кислорода окисляется до CO<sub>2</sub> и H<sub>2</sub>O. На втором каскаде парогаз дожигают в атмосфере воздуха при температуре 1300 °С, что приводит к практически полному окислению (сжиганию) возгоняемых НП. После завершения операции концентрация газообразных продуктов и твердых оксидов должна быть в пределах ПДК.

Проведены расчетно-теоретические исследования по созданию практического технологического процесса рекультивации ЗГ. Поставлена задача выявления конструктивного облика установки для экспериментальной проверки результатов исследований [2].

**Расчетное обследование предлагаемого метода.** Для расчетной оценки принимается, что необходимо очистить 1 м<sup>3</sup> ЗГ, в котором содержится до 40 % НП по объему. Потребное количество тепла для реализации первого этапа преобразования всех НП, находящихся в 1 м<sup>3</sup> грязного грунта, определены расчетом:

Компоненты ЗГ	Грунт	НП
Масса, кг в 1 м <sup>3</sup> ЗГ	1200	420
Относительная плотность, кг/дм <sup>3</sup>	2,0	1,05
Теплоемкость, ккал/(кг·°С)	0,2	0,6
Количество тепла, необходимого для нагрева с 20 до 600 °С, ккал	139200	146160

Суммарное количество тепла  $Q_{\Sigma} = 285360$  ккал

В процессе дожигания тепло появится за счет сжигания-окисления испарившихся из НП горючих продуктов. Согласно расчету определено суммарное потребное количество тепла  $Q_{\Sigma НП} = 3458563$  ккал.

Для реализации первого и второго каскадов определялось потребное количество воздуха.

Количество воздуха для первого каскада вычислено с учетом коэффициента избытка воздуха  $\alpha \cong 0,3$ . Для полного сгорания 1 кг солярового масла требуется 14,8 кг воздуха. Секундный расход топли-

ва 0,0095 кг/с, потребный секундный расход воздуха 0,042 кг/с.

В варианте, когда процесс возгонки предполагается осуществить за счет тепла от сжигания части возгоняемых, необходимо организовать горение возгоняемых НП с недостатком воздуха. Он потребуется для сжигания лишь части газифицированных НП. Расчетное количество тепла  $Q_{\Sigma НП} = 3458563$  ккал слишком велико для возгонки 420 кг НП. Если в первом варианте предполагалось это количество тепла получить сжиганием при  $\alpha \cong 0,3$  только 34,3 кг солярки, то в данном случае в камеру возгонки необходимо подавать воздуха столько же, как и в первом варианте. Иначе дополнительный воздух будет использован имеющимися в камере газифицированными НП, что приведет к повышению температуры процесса. Если подобные предположения принять за основу, потребный секундный расход воздуха для получения за 1 ч  $Q_{\Sigma НП} = 285360$  ккал будет таким же: 0,042 кг/с.

Для получения продуктов сгорания с температурой, близкой к 1300 °С, следует принять коэффициент избытка окислителя  $\alpha \cong 1,4$  и коэффициент совершенства процесса  $\phi = 0,85$ . При расходе НП 0,117 кг/с потребный расход воздуха 2,85 кг/с.

Был также рассмотрен вариант возгонки НП, когда в качестве источника тепла используется электрический подогреватель. Расчетная оценка указывает, что необходимо подводить 79,3 ккал/с. Для этого требуется подать на клеммы нагревателя 552,5 кВт при КПД нагревателя  $\eta = 0,6$ . Этот вариант представляется трудно реализуемым.

При выборе схемы установки для создания модельного образца обязательным условием являлось соблюдение принципа, соответствующего рекомендованному методу рекультивации ЗГ.

## ВЫВОДЫ

1. Проведенные исследования, расчетные и предварительные проектные прора-

ботки указывают на возможность создания специальной установки для очистки грунтов, загрязненных нефтью или нефтепродуктами.

2. Определены схема, перечень агрегатов и узлов для создания установки малой производительности, обеспечивающей переработку примерно 250 кг/ч ЗГ с выбросом продуктов, не превышающим по составу ПДК.

3. Результаты проведенных исследований, проектно-конструкторские проработки используются при чтении лекционных курсов по специальности «Инженерная защита

окружающей среды». Готовится учебное пособие по вопросам очистки ЗГ.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Бельков В.М.* Методы технологии и концепции утилизации углеродосодержащих промышленных и твердых бытовых отходов // Химическая промышленность. 2000. № 11.

2. *Касаткин А.Г.* Основные процессы и аппараты химической промышленности. М.: Госхимиздат, 1971.

3. *Миронюк С.Г.* Анализ аварийности промысловых нефтепроводов в регионе и оценка риска их эксплуатации / С.Г.Миронюк, И.А.Пронина // Новые технологии для очистки нефтезагрязненных вод, почв, переработки и утилизации нефтешламов: Тезисы докл. междунар. конф. М.: Издательский дом «Ноосфера», 2001.