

УДК 665.662.3

Д.В. ЗЕЛЕНЦОВ

кандидат технических наук, доцент кафедры гидравлики и теплотехники
Самарский государственный архитектурно-строительный университет

О.В. ТУПИЦЫНА

кандидат технических наук, Научный Центр промышленной экологии
Самарский государственный технический университет

К.Л. ЧЕРТЕС

доктор технических наук, профессор кафедры химической технологии и промышленной экологии
Самарский государственный технический университет

В.Н. ПЫСТИН

аспирант кафедры химической технологии и промышленной экологии
Самарский государственный технический университет

ОБРАБОТКА ОСАДКОВ НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ СТОЧНЫХ ВОД С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРИНУДИТЕЛЬНОЙ ВЫСОКОНАПОРНОЙ АЭРАЦИИ

PROCESSING OF OIL CONTAINED WASTE WATER SEDIMENTS WITH USE
OF FORCED HIGH PRESSURED AERATION

Описывается технология биотермического компостирования осадков нефтесодержащих сточных вод, основанная на последовательной смене температурных фаз. Показана целесообразность применения высоконапорной принудительной аэрации для интенсификации процесса компостирования, а также результаты теоретических и экспериментальных исследований, обосновывающих данную технологию.

Ключевые слова: осадки нефтесодержащих сточных вод, компостирование, высоконапорная принудительная аэрация.

Производственная деятельность нефтеперерабатывающих заводов сопровождается образованием больших объемов осадков нефтесодержащих сточных вод, сопоставимых с объемами осадков городских сточных вод, шламов обработки металлов, осадков стоков агропромышленного комплекса и т.п. В настоящее время подавляющее большинство их размещается на объектах захоронения, их объемы постоянно растут, в связи с чем возникает потребность в их скорейшей утилизации. Обработка подобных осадков требует строительства дорогостоящих сооружений их обезвреживания, деструкции токсичных углеводородов и другой органики, минерализации и обеззараживания. Также дефицит земельных участков, характерный для очистных сооружений НПЗ,

Consider technology biothermal composting of oil contained waste water sediments, founded by successive of temperature phases. Argue reason of use of high pressured forced aeration for intensive of process composting, and results of theoretical and experimental research, arguments this technology.

Key words: oil contained waste water sediments, composting, high-pressured forced aeration.

приводит к необходимости минимизации площадей, используемых для их утилизации.

В Самарской области в настоящее время активно развивается такой способ утилизации осадков нефтесодержащих сточных вод, как биотермическое компостирование. Применительно к осадкам нефтесодержащих сточных вод (ОНСВ) используются в основном полевые методы. Это приводит к увеличению продолжительности процесса и отторжению значительных земельных площадей. Также использование традиционных наполнителей для компостирования, таких как отходы деревообработки, растительные остатки, твердые бытовые отходы в условиях нефтеперерабатывающих и нефтедобывающих предприятий затруднено. Необходим по-

иск малотоксичных отходов вспомогательных производств, пригодных к совместному использованию с традиционными добавками и наполнителями смесей компостируемых осадков.

Компостирование в традиционных схемах обработки осадков городских сточных вод осуществляется в штабелях относительно небольшой высоты (до 3 м) с использованием механического перемешивания ковшем мобильной техники (экскаваторы, погрузчики и др.) и принудительной низконапорной аэрации от вентиляторов. В последние годы дефицит земельных участков, особенно характерный для очистных сооружений НПЗ, привел к необходимости минимизации площадей под компостные площадки и формирование компостов в виде высоконагружаемых кавальеров высотой до 7-8 м и более. В подобных условиях возникает необходимость интенсификации процесса компостирования. Применение аэрации с использованием мобильных перемешивающих устройств, а также использование для этих целей низконапорных устройств пневматической аэрации при такой высоте является неэффективным.

Характер биотермического процесса компостирования ОНСВ в аэробных условиях основан на последовательной смене температурных фаз: быстрого роста температур, высоких температур и медленного падения температур. На границах фаз выявлены области торможения биодеструкции из-за конкурентной борьбы мезофильных и термофильных групп микроорганизмов. Для ликвидации данных областей предложен метод дробного компостирования, заключающийся в последовательном переносе компостируемого осадка по мере наступления различных фаз в соответствующие функциональные зоны: инокуляции, кавальерной биодеструкции, созревания и продувки компоста с использованием комбинирования механической и пневматической аэрации [1].

Для обоснования технологии аэрации были рассмотрены теоретические основы процесса фильтрации воздуха через слой ОНСВ [2]. В результате термогенеза при компостировании мы имеем деформируемую пористую среду. В качестве основных характеристик, определяющих фильтрационные свойства среды при пропуске через нее воздуха, используются воздухопроницаемость G , кг/(м²·ч), и коэффициент воздухопроницаемости $K_{\text{вп}}$, кг/(м²·ч·Па). Воздухонепроницаемость определяется как отношение массы профильтрованного воздуха M , кг, к площади фильтрующей поверхности S , м², и продолжительности процесса фильтрации ΔT , ч.

$$G = \frac{\dot{V}}{S \cdot \Delta T} \quad (1)$$

Значение коэффициента воздухопроницаемости определяется как отношение величины воздухопроницаемости к перепаду давления ΔP , Па:

$$K_{\text{вп}} = \frac{G}{\Delta P} \quad (2)$$

Процесс фильтрации воздуха через слои компостных смесей при аэрации штабелей и кавальеров высотой более 2 м происходит в режиме развитого турбулентного движения с квадратичным законом сопротивления. Для случая развитого турбулентного движения воздухопроницаемость компостной смеси может быть вычислена по формуле

$$G = \sqrt{K_{\text{д}} \frac{\Delta P}{H}} \quad (3)$$

где $K_{\text{д}}$ – коэффициент расхода воздуха, кг/м².

Численные значения воздухопроницаемости и коэффициента воздухопроницаемости определяются опытным путем по стандартной методике [3].

Установка для определения воздухопроницаемости, коэффициента расхода воздуха и коэффициента воздухопроницаемости включала в себя лабораторный биореактор в виде цилиндрической емкости диаметром 300 мм и высотой 1,5 м (рис. 1). В емкость последовательно закладывались экспериментальные образцы компостов на основе ОНСВ массой 15±1 кг, отобранные из промышленных штабелей на разных температурно-временных фазах. Аэрация образцов осуществлялась при помощи компрессора напором до 5 кПа. Тем самым моделировались аэродинамические условия, идентичные высоконагружаемым штабелям.

Параметры продувки определялись расходомером и манометром. Коэффициент воздухопроницаемости компостов на различных стадиях биодеструкции определялся по известной методике. Среднее значение коэффициента расхода воздуха $K_{\text{д}}$, используемое при дальнейших расчетах системы высоконапорной аэрации для штабеля инокуляции, кавальера биодеструкции, бурта созревания, составило соответственно 0,00063, 0,000483, 0,000349 кг/м².

Результаты изменения воздухопроницаемости от перепада давления в компостных образцах представлены на рис. 2. Полученные результаты исследований были использованы при создании системы принудительной высоконапорной аэрации комплекса биодеструкции ОАО «Самаранефтегаз» производительно до 10 тыс. т/год компоста [4] и системы

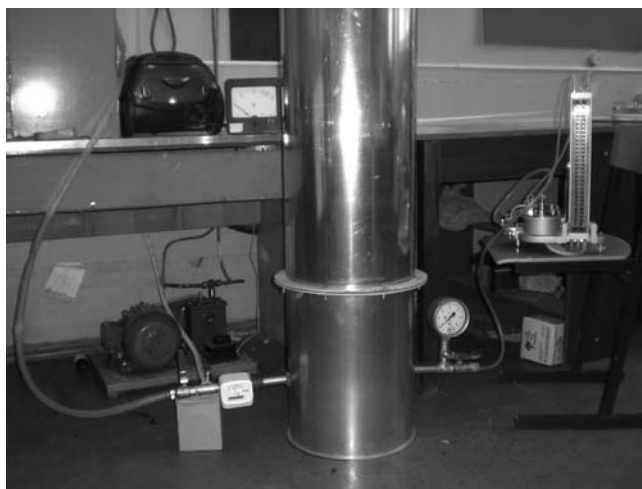
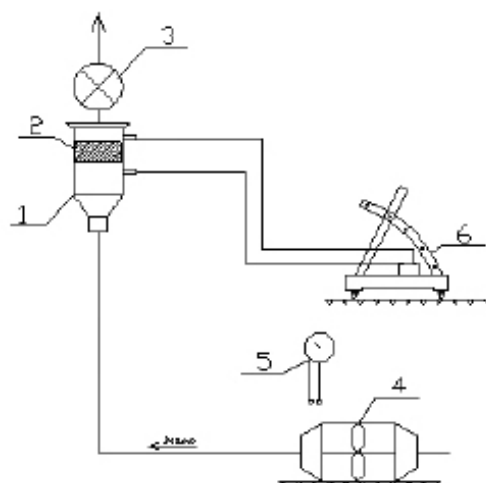


Рис. 1. Схема и общий вид лабораторной установки по компостированию ОНСВ:
1 – биореактор; 2 – образец компостной смеси; 3 – расходомер; 4 – компрессор; 5 – автотрансформатор;
6 – дифференциальный манометр

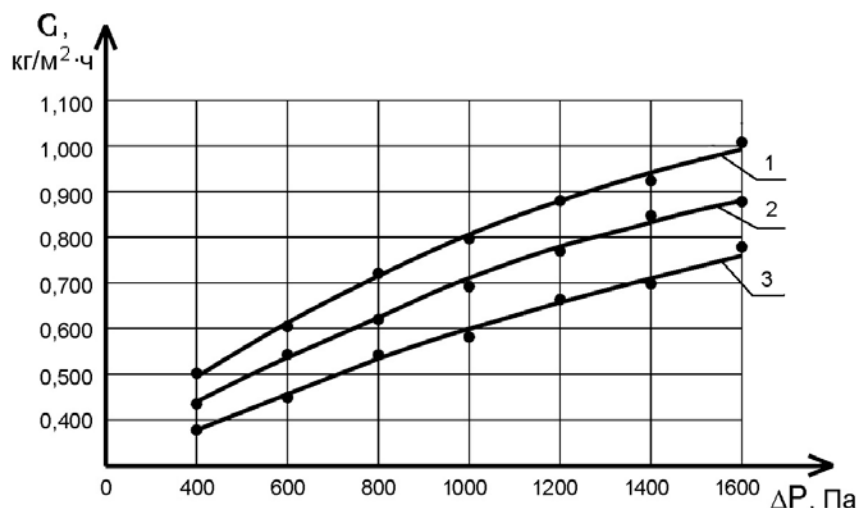


Рис. 2. Экспериментальная зависимость воздухопроницаемости компостируемого материала от потерь давления:
1 – штабель инокуляции; 2 – высоконагружаемый кавальер; 3 – бурт дозревания

аэрации комплекса совместной обработки и утилизации осадков сточных вод, разрабатываемой в составе проектной документации «Ликвидация пруда очистки сточных вод ОАО «Куйбышевский НПЗ».

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Чертес, К.Л. Обработка осадков сточных вод нефтяного комплекса [Текст] / К.Л. Чертес, Д.В. Зеленцов, Н.А. Сафонова, В.Н. Пыстин, М.В. Бikuнова, А.С. Малиновский // Региональная архитектура и строительство / Пенз.ГУАС. - Пенза, 2012. - №2 (13). - С. 159-167.
2. Зеленцов, Д.В. Совершенствование аэрации компостов на основе коммунальных и промышленных отходов [Текст] / Д.В. Зеленцов, К.Л. Чертес // Материалы научно-практической конференции «Экология. Образование. Промышленность» / УГНТУ. - Уфа, 2009. - С. 36-37.
3. ГОСТ 25891-83. Здания и сооружения. Методы определения сопротивления воздухопроницанию [Текст]. - М., 1983.
4. Зеленцов, Д.В. Комплекс биодеструкции нефтеотходов [Текст] / Д.Е. Быков, О.В. Тупицына, Н.Г. Гладышев, Д.В. Зеленцов, Н.В. Гвоздева, О.А. Самарина, А.Е. Цимбалюк, К.Л. Чертес // Экология и промышленность России. - 2011, март - С. 33-34.

© Зеленцов Д.В., Тупицына О.В.,
Чертес К.Л., Пыстин В.Н., 2012