УДК. 504.064.4; 658.567

Г.Б. ВЕКСЛЕР, А.М. ВОЛЧЕК, И.И. ШАРОВАР, Д.А. ИВАНОВ
Московский государственный университет инженерной экологии

КОМПЛЕКСНАЯ УСТАНОВКА ОЧИСТКИ НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ СТОКОВ И ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НИЗКОКИПЯЩИХ ЭКСТРАГЕНТОВ

Предложена оригинальная ресурсосберегающая технология обезвреживания нефтесодержащих стоков и донных отложений с использованием не смешивающихся с водой низкокипящих экстрагентных смесей, обладающих свойством активного растворения нефтепродуктов.

The original energy saving technology on treatment of oil containing effluents and sediments is proposed. The technology is based on usage of insoluble in water and low boiling extractive mixtures for active dissolution of oil products.

Актуальность данной разработки становится более очевидной при анализе использования предлагаемых технических решений даже в одной, правда, весьма широкой области – на транспортных объектах и предприятиях: аэродромах, автобусных парках, автозаправочных станциях, мойках, стоянках, станциях обслуживания, заводах по ремонту различных транспортных средств. Сточные воды этих объектов и предприятий загрязнены частицами грунта различного гранулометрического состава, сажей, ржавчиной, металлической стружкой, автошампунями, растворами солей, кислот и щелочей и, главное, нефтепродуктами.

Создание установок по глубокой очистке таких стоков на базе традиционных подходов связано со значительными материальными затратами. Процессы очистки, основанные на методах фильтрации, протекают чрезвычайно медленно и плохо вписываются в системы замкнутого водоснабжения. Гравитационные методы разделения из-за наличия тонкодисперсных фракций и высокой вязкости дисперсионной среды также малоперспективны для решения поставленной задачи.

Специфические особенности отходов транспортных объектов и предприятий (наличие различного рода нефтепродуктов, поступивших в систему очистки городских сточных вод) существенно осложняют переработку отходов на следующих этапах их утилизации и захоронения. Они приводят к засорению вполне безопасных городских непромышленных отходов ядовитыми веществами, содержащимися в нефтепродуктах, а также к кольматации полей фильтрации из-за наличия вязких, не смешивающихся с водой веществ. Многие из транспортных объектов (аэродромы, автозаправочные станции, стоянки, кэмпинги) находятся вне населенных пунктов и из-за отсутствия надежных систем водоочистки являются постоянно действующими источниками загрязнения окружающей среды нефтепродуктами.

Анализ литературы свидетельствует о существовании класса органических веществ (низкокипящих экстрагентов), обладающих уникальными свойствами. Отдельные представители этого класса нашли достаточно широкое применение в различных областях науки и техники: в качестве хладоносителя (в холодильной технике), пламегасителя (в системах пожаротушения самолетов и подводных кораблей) и антипирогена (в угольной промышленности для обработки углей, склонных к самовозгоранию).

Одним из уникальных свойств некоторых из этих веществ является их несмешиваемость с водой. Благодаря этому, они вытесняют воду с поверхности механических загрязнений, что позволяет использовать их в

системах сушки в тех случаях, когда не допускается нагрев или продукты имеют склонность к слеживаемости. Указанные экстрагенты имеют чрезвычайно низкую вязкость (на порядок ниже, чем у воды), что и обеспечивает эффективность процесса сушки. Их плотность, как правило, больше, чем у воды, поэтому возможно ее диспергирование и выделение механических примесей.

Активное растворение в низкокипящих экстрагентах жидких органических веществ, в том числе нефтепродуктов, способствует выделению последних из сточных вод даже при незначительном их содержании.

Относительно низкая температура кипения, не превышающая температуры жидкого состояния воды, существенно облегчает процесс выделения из экстрагентов растворенных в них органических веществ, в том числе нефтепродуктов, а также процесс их регенерации, так как затраты энергии для перевода их из жидкого состояния в газообразное и наоборот невелики.

С целью создания рациональной технологической схемы комплексной установки очистки нефтесодержащих стоков и донных отложений с использованием низкокипящих экстрагентов специалистами университета решены следующие задачи:

1. Подобран состав эффективной экстрагентной смеси с низкой озоноразрушающей активностью на основе использования отечественных ингредиентов, обеспечивающей экстракцию нефтепродуктов из загрязненных стоков и возможность последующего разделения трехкомпонентной системы (две несмешивающиеся жидкости различной плотности и механические включения).

2. Установлены необходимое время контакта сточных вод различной степени загрязнения и экстрагентной смеси, а также их объемные соотношения.

3. Определены время расслаивания трехкомпонентной системы до требуемой степени осветления и температурный режим регенерации экстрагента.

4. Подобрано необходимое технологическое оборудование.

Решение этих задач позволило создать демонстрационный образец, провести его всесторонние испытания и на этой основе разработать проектный регламент и техническое предложение на промышленный образец комплексной установки очистки нефтесодержащих стоков автотранспортных предприятий производительностью до 3 $м^3$/ч.

Повышение эффективности обезвреживания нефтесодержащих стоков достигнуто, в первую очередь, за счет подбора экстрагента, к которому предъявлялись обычные требования:

- селективность по отношению к извлекаемому компоненту;
- высокая растворимость извлекаемого компонента;
- возможность проведения эффективной регенерации;
- достаточная для разделения полученных продуктов разность плотностей с загрязненной смесью;
- безопасность при работе (отсутствие токсичности, пожаро- и взрывобезопасность);
- сохранение свойств при обработке, хранении, регенерации;
- низкая стоимость.

Технологическая схема промышленной установки предусматривает использование для очистки стоков от нефтепродуктов одного единственного комбинированного аппарата, состоящего из двух камер (перемешивания и разделения). Камера перемешивания оснащена механическим перемешивающим устройством с плавным регулированием скорости вращения. Камера разделения обеспечивает раздельный отвод очищенной воды и нефтесодержащего экстракта, для регенерации которого предусмотрено традиционное ректификационное оборудование.

В процессе эксплуатации установки экстракт периодически перекачивается из экстрактора в куб, где нагревается до температуры кипения и испаряется. Пары проходят через ректификационную колонну, взаимодействуя в противотоке с жидкостью, возвращаемой из дефлегматора. В дефлегматоре обогащенные легколетучие компонентом пары конденсируются. Конденсат направляется на орошение ректификационной колонны, а дистиллят (экстрагент) через холодильник направляется в сборник.