

# THE IMPLEMENTATION OF THE PRINCIPLES OF “BLUE” INFRASTRUCTURE IN THE REPUBLIC OF BELARUS

S. A. DUBENOK., K. N. SHAVEIYKO

*Belarusian National Technical University, Minsk*

УДК 551.4 (476.13)

## ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОЧИСТКЕ СТОЧНЫХ ВОД

*Я. А. ДУНИН*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель  
yan.dunin2013@yandex.by*

**Актуальность.** В связи с ситуацией, сложившейся в настоящее время: бурное развитие различных отраслей промышленности (металлургических, нефтеперерабатывающих, химических), сельского хозяйства, транспортной инфраструктуры и других видов антропогенной деятельности, очистка сточных вод является одной из лидирующих и актуальных проблем наших дней. Многие из существующих в настоящее время методов и способов очистки сточных вод устаревают и перестают соответствовать современным требованиям. Поэтому актуальной проблемой на сегодняшний день является применение новых и усовершенствованных методов очистки сточных вод [1, 2].

**Цель работы** – изучение инновационных технологий в очистке сточных вод.

### **Основные результаты.**

1 Нанотехнологии. Одним из новых направлений является технология регенерационной очистки сточных вод, загрязненных нефтепродуктами, сочетанием экстракционных и адсорбционных процессов. Очистка воды от нефтяного загрязнения осложнена тем, что часть нефти находится в воде в виде эмульсий (наноструктуры). В настоящее время воду чистят флотационными или сорбционными методами, которые малоэффективны и дороги. Предложенная двухступенчатая технология предусматривает на первом этапе удаление из воды водомасляных эмульсий экстракцией маслами, оставшееся количество нефти (2–5 мг/л) удаляется из воды на специальных сорбентах, гидрофобизированных древесных опилках.

Древесные опилки предварительно активировали, в результате раскрывали межфибрилярные полости, куда по специальной технологии внедряли парафины (С30 и выше). Такие гидрофобизированные сорбенты не набухали в воде и обладали сорбционной емкостью 5–7 г/г. Остаточное содержание нефти после сорбционной очистки – не менее 0,1 мг/л. Рассчитаны параметры установки для осуществления процесса в непрерывном режиме [3].

Экстрагенты с нефтью после определенного цикла работы увеличиваются

в объеме (до 100 раз) и поэтому выводятся из цикла, и отработанный экстрагент используется как нефть. Отработанные сорбенты отжимаются, нефть возвращается, остаток сжигается как печное топливо. Внедрение настоящей технологии и ее эксплуатация в промышленных масштабах позволит очистить нефтьсодержащие сточные воды с минимальными расходами энергии, реагентов. При этом процесс не сопровождается образованием отходов и побочных продуктов (шламов и т. п.). Выделенная нефть регенерируется. При этом утилизируются нефтешламы и древесные опилки, а на рынке сорбентов появляется недорогой сорбент нефти, который способен также и очистить нефть с поверхности воды и почвы.

2 Электрокоагуляция. При электрокоагуляции образующаяся в ходе электролиза коллоидная суспензия соединений железа может обезвреживать воду и в том случае, если получать его отдельно и затем дозировать в обрабатываемые сточные воды. Параметры рабочего раствора регулировать гораздо легче, чем параметры производственного стока. Сущность такой технологии сводится к тому, что предварительно в отдельном электролизере проводится анодное растворение металлических отходов с получением суспензии электрогенерированного коагулянта, которая затем направляется в реактор, где происходит смешение ее с очищаемыми сточными водами. Готовый раствор называется ферроферригидрозо́лем (ФФГ). Ферроферригидрозо́ль состоит из наночастиц с очень большой поверхностью, которая содержит химически активные группы, действующие как специфические адсорбенты, и содержит соединения железа (II) и железа (III). ФФГ используется для нейтрализации и удаления тяжёлых металлов, а также для обезвреживания других сопутствующих загрязнителей, таких как фосфаты, органические соединения, остатки красителей детергентов и т. д. Такая возможность достигается благодаря одновременно работающим различным механизмам, а именно: сорбции, коагуляции, восстановлению, ферритизации [4].

Полученный после очистки шлам можно безопасно захоранивать на городских свалках или использовать как сырьё для производства различных технических продуктов, таких как керамика, пигменты и т. д. Обезвреженная вода может использоваться в технологических процессах. Таким образом, получается безопасная для окружающей среды технология и сберегающий ресурсы промышленный процесс. Применение ФФГ вместо традиционно применяемых технологий может дать лучшие результаты при удалении из сточных вод ионов тяжёлых металлов  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{Cr}^{4+}$ . Результаты, полученные при работе с моделированными сточными водами, показали, что наиболее эффективное удаление упомянутых металлов происходит при pH 7–9. Это позволяет уменьшить концентрацию ионов металлов до допустимых норм.

3 Сооружение очистки хозяйственно-бытовых сточных вод методом винтового спирального имплозионного вращения потока воды состоит из подземной и надземной части. Подземная часть представляет собой монолитную бетонную емкость диаметром 6 метров и высотой 6 метров, в которой

находится усреднитель поступающих из магистральной канализации сточных вод, и канализационную насосную станцию (КНС), оборудованную тремя погружными насосами.

Над подземной частью располагается сборно-разборное здание из металлических конструкций, имеющее в плане круглую форму и покрытие из сферической кровли. В здании монтируется установка очистки хозяйственно-бытовых сточных вод методом винтового спирального имплозионного вращения потока воды (УОС).

УОС состоит из металлического резервуара диаметром 3 метра и высотой 3 метра, с люком диаметром 500 мм для обслуживания оборудования, которое находится внутри резервуара, а также сливного патрубка. Внутри резервуара смонтированы реакционные трубопроводы, в которых находятся электродвигатели с устройствами завихрения потока воды. А также преобразователь потока воды с камерами впуска и выпуска. Над камерой выпуска потока воды установлена камера стабилизации сброса очищенной воды, которая снабжена уровнем понтонного типа, и импульсно-предохранительный клапан. Клапан предназначен для нормализации давления воздуха и отвода образующихся при реакциях газов.

4 Метод напорной флотации, основанный на разделении частиц по границе раздела жидкость/газ или масло/жидкость, является широко используемым при обогащении полезных ископаемых. В этом методе гидрофобные частицы удерживаются на границе раздела, а частицы в виде суспензий – нет.

Разработчики предложили улучшить использование напорной флотации на очистных сооружениях, в которых воздух подается в емкость-сатуратор и нагнетается до давления 4–6 атмосфер. При выпуске смеси во флотатор давление резко понижается до атмосферного и образуются пузырьки газа, которые захватывают гидрофобные загрязнения. Суть этого метода: пузырьки захватывают в пенный слой гидрофобные загрязнения – масла, нефтепродукты и взвесь.

Таким образом сточные воды очищаются. Большинство установок флотационной очистки используют мелкую фракцию пузырей размером не более 0,07 мм. Однако предложено использовать пузырьки средних размеров, чтобы компромиссным образом снизить турбулентность потока и эффективно удерживать загрязнения.

**Выводы.** Ввиду стремительно развивающихся отраслей промышленности, роста населённых пунктов, численности населения потребление водных ресурсов неминуемо растёт, также в результате процесса водопользования увеличиваются объёмы сточных вод. Именно поэтому особое значение имеет развитие современной системы очистки бытовых и производственных сточных вод, обеспечивающих высокую степень защиты окружающей среды от всевозможных загрязнений. Каждый способ очистки сточных вод имеет свои собственные аспекты повышения эффективности и снижения энергетических и экономических затрат.

## Список литературы

- 1 **Буря, А. И.** Вода – свойства, проблемы и методы очистки : [монография] / А. И. Буря, Е. Ф. Кудина – Днепропетровск : Пороги, 2006. – 520 с.
- 2 **Кудина, Е. Ф.** Химия и микробиология воды : учеб. пособие / Е. Ф. Кудина, О. А. Ермолович, Ю. М. Плескачевский; под ред. Ю. М. Плескачевского, А. С. Неверова. – Гомель : БелГУТ, 2010. – 335 с.
- 3 **Будыкина, Т. А.** Процессы и аппараты защиты гидросферы : учеб. пособие / Т. А. Будыкина, С. Г. Емельянов. – М. : Академия, 2010. – 288 с.
- 4 Информационно-тематический сборник «Технологии и оборудование для очистки сточных вод от органических примесей» № 18 : в 2 т. Т. 1 : Технологии и оборудование для очистки сточных вод и питьевой воды от альдегидов, кислот, спиртов, примесей ароматического ряда, хлороорганических и других соединений. – М. : Глобус, 2006.

## INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN WASTEWATER TREATMENT

Y. A. DUNIN

*Belarusian State University of Transport, Gomel*

УДК 628.32

## ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД В МАЛЫХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТАХ

*А. В. ЕВДОКИМОВА*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель  
alesya.ewdokimova@yandex.by*

**Актуальность.** В настоящее время процесс очистки сточных вод в малых населенных пунктах имеет большое экологическое значение. Повышение требований к качеству очищаемых сточных вод заставляет искать более эффективные и экологически безопасные способы удаления загрязняющих веществ из сточных вод. В малых населенных пунктах проблема очистки сточных вод стоит особенно остро, так как они зачастую не имеют доступа к централизованной системе канализации и очистки сточных вод.

**Цель работы** – анализ основных проблем в области очистки сточных вод малых населенных пунктов.

**Основные результаты.** В Республике Беларусь в небольших городах, поселках городского типа и селах, которые можно отнести к малым населенным пунктам, проживает более 60 % населения. Сегодня всего около 3 % сельских населенных пунктов имеют централизованную хозяйственно-бытовую канализацию, что представляет большую опасность для окружающей среды и санитарной обстановки в стране [1].

Загрязненные сточные воды опасны для окружающей среды и здоровья