УМЯГЧЕНИЕ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО СПОСОБА

Косинцев В.И., Маланова Н.В., Сечин А.И.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск, e-mail: malanova.nat@yandex.ru

Проблемой теплоэнергетики, так же как и химической, пищевой и других видов промышленности, является отложения солей жесткости на поверхности теплообменной аппаратуры, технологических аппаратов и трубопроводов. Отложения ухудшают теплообмен, что повышает энергозатраты на производство, уменьшают проходное сечение трубопроводов, увеличивают его гидравлическое сопротивление, повышают энергозатраты на транспортировку жидкости. Кроме того, повышенная жесткость воды отрицательно влияет на здоровье человека.

Как известно, жесткость воды обусловлена наличием в ней преимущественно катионов Ca^{2+} (кальциевая жесткость воды) и Mg^{2+} (магниевая жесткость воды). Причем, обычно преобладает жесткость, обусловленная ионами кальция (до 70-80 %).

При жесткости выше норматива (7 Ж) [1] требуется умягчение воды. Оно может быть осуществлено методом ионного обмена, мембранными технологиями, с применением обратного осмоса. Все эти методы являются трудоемкими и ресурсозатратными, на практике чаще применяют ионный обмен и реагентное умягчение, причем главным образом – при подготовке воды для производственного использования [2].

В настоящее время одним из наиболее перспективных методом интенсификации технологических процессов химической, металлургической, пищевой, микробиологической и других отраслей промышленности является радикальное увеличение степени дисперсности систем, переход на мелкодисперсные газожидкостные среды [3].

Была предложена установка и метод удаления солей временной жесткости воды, основанные на предварительной обработке водных растворов с получением водогазовой дисперсионной системы, которая образуется в гидродинамических генераторах без использования электрической энергии в чистом виде. При этом происходит диспергирование водного раствора, из которого происходит удаление растворенных газов. Кроме того, за счет образования газожидкостной пузырьковой системы при прохождении водных растворов через гидродинамический генератор происходит увеличение поверхности контакта фаз, что позволяет интенсифицировать процесс удаления солей жесткости с последующим применением жидкофазного катализатора для удаления ионов кальция, магния, железа в 1,43 раза. В результате происходит интенсивный рост зародышей кристаллов солей жесткости. Для разделения образующейся суспензии используется фильтрация под вакуумом.

В результате проведенных исследований установлено, что применение гидродинамического способа обработки водных растворов с применением мембран позволяет увеличить скорость образования зародышей кристаллов в 1,43 раза. Также определено, что снижение жесткости воды происходит на 62-65 % при температуре обрабатываемой воды 15 °С. Также были проведены эксперименты по удалению $Ca(HCO_3)_2$ из модельного раствора, содержащего ионы кальция и гидрокарбонат-ионы. Степень удаления ионов кальция составила 88-94 %.

Применение разработанного способа очистки воды позволило снизить содержание ионов кальция в модельном растворе до 4,01-8,26 мг/л при исходной концентрации 72,14-84,17 мг/л, а также до умягчить водопроводную воду до 2,05-2,20 Ж при исходной жесткости 5,60-6,00°Ж.

Работа выполнена в рамках ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007-2013 годы» (государственный контракт №11.519.11.5025 от 12.03.2012 г.)

Список литературы

1. СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества.

2. Лукашевич О.Д. Совершенствование хозяйственно-питьевого водопользования для повышения уровня его экологической безопасности (на примере районов Западной Сибири). – Томск: Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2006 – 350 с.

3. Бошенятов Б.В. Гидродинамика микропузырьковых газожидкостных сред // Известия Томского политехнического университета – 2005 – Т. 308 – №6 – С. 156-160.