

ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ВОДОПОДГОТОВКИ

к.т.н. Куликова М.Г., к.ф.-м.н. Кончина Л.В., Толкова Т.С.
ФГБОУ ВПО «НИУ «МЭИ»» в г. Смоленске, Россия

Минерализация воды (количество растворенных солей) относится к контролируемым показателям качества питьевой воды. Предельно допустимые концентрации солей в воде задаются соответствующими нормативными документами. Высокий уровень минерализации является индикатором потенциальной опасности, вызванный, как правило, содержанием калия, солей хлористоводородной кислоты и натрия, ионы которых имеют небольшой или краткосрочный эффект. Кроме того, в воде могут содержаться токсичные ионы (арсенат свинца, кадмий, нитрат и другие), представляющие опасность для живых организмов. В связи с этим весьма актуальным является изучение методов деминерализации (обессоливания) воды, а также создание технических средств для совершенствования данной технологии.

В настоящее время можно выделить несколько основных методов обессоливания воды:

- термический;
- ионообменный;
- обратный осмос;
- электродиализ;
- вымораживание.

Рассмотрим основные принципы, лежащие в основе этих методов.

При термическом способе получение обессоленной воды осуществляется ее дистилляцией – испарением с последующей конденсацией. Метод считается наиболее энергоемким, что связано с большими затратами энергии на выпаривание.

Ионообменный метод основан на последовательном пропускании растворов неорганических солей через катионитовые и анионитовые фильтры. Основные недостатки метода – большой расход реагентов на регенерацию ионитных смол, значительный сброс засоленных стоков в канализацию и загрязнение окружающей среды, высокая величина капитальных затрат.

В основе метода обратного осмоса лежит разделение исходных растворов путем фильтрования через мембраны, обладающие избирательной проницаемостью, а именно: их поры пропускают молекулы воды, но не пропускают гидратированные соли или молекулы недиссоциированных соединений. Данный метод является весьма перспективным. Однако для его применения необходимо, чтобы вода, подаваемая на мембраны, соответствовала определенным нормам. Для этого необходимо проводить предварительную очистку воды. Это является важным условием для обеспечения нормальной эксплуатации обратноосмотических установок

Электродиализ – процесс мембранного разделения, в котором ионы растворенного вещества переносятся через мембрану под действием электрического поля. Движущей силой процесса является градиент электрического потенциала. Как и в случае обратного осмоса, вода, подлежащая обессоливания, должна пройти предварительную очистку.

Одним из относительно редко используемых методов частичного обессоливания воды является метод вымораживания, основой которого являются фазовые переходы вещества из твердого состояния в жидкое с последующим извлечением материала с высоконцентрированным содержанием солей.

На кафедре «Технологические машины и оборудование» ФГБОУ ВПО «НИУ «МЭИ»» в г. Смоленске разработан проект деминерализационного аппарата (рисунок 1).

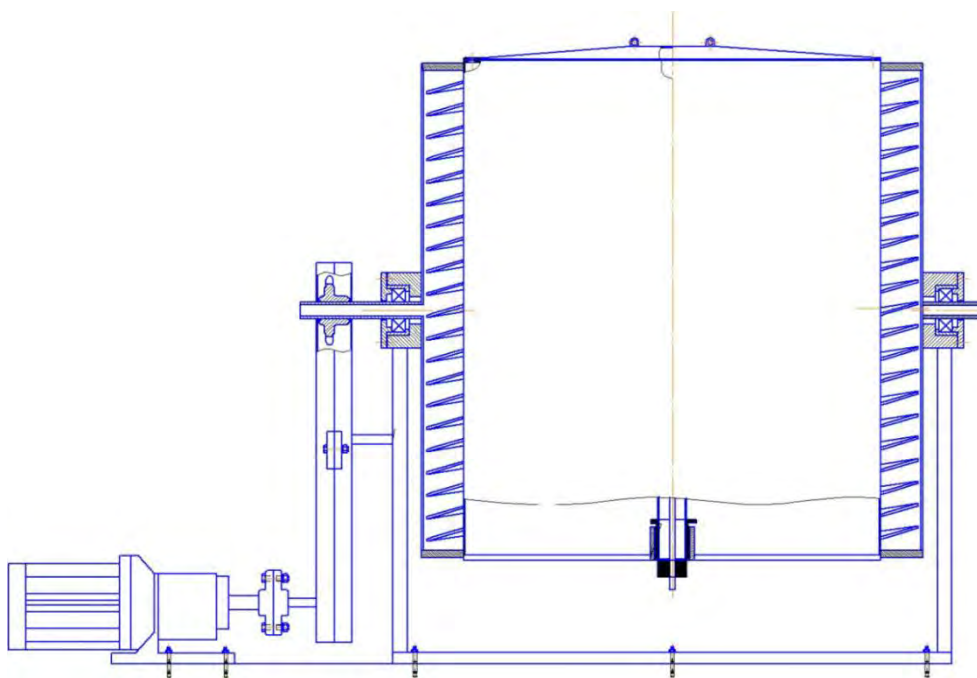


Рисунок 1. – Деминерализационный аппарат

Принцип работы разработанного деминерализационного аппарата состоит в постепенном замерзании воды с движением фронта кристаллизации от стенки аппарата к его оси. При этом происходит «вытеснение» солей к центру аппарата. Это связано с тем, что температура замерзания чистой воды ниже температуры замерзания солевого раствора. [1]

После полного завершения кристаллизации аппарат переворачивается, включается расположенный в центральной части аппарата нагревательный элемент, что приводит к постепенному плавлению льда в аппарате, начиная с центральной части. Получаемая на первом этапе жидкость содержит большое количество солей, и она сливается через отверстие в поддон, установленный на тензометрическом датчике. После слива 15% массы исходной воды аппарат возвращается в исходное положение и производится плавление оставшегося льда. Таким образом получают обессоленную воду. В ходе проектирования аппарата [2] проведены необходимые тепловые, прочностные расчеты, определены механические характеристики (все инженерные расчеты выполнены согласно ГОСТ Р52857.1-2007).

Достоинством аппарата является автоматизация всего процесса и заключения его в цикл, а так же простота в эксплуатации.

На рисунке 2 представлена кинематическая схема аппарата, где:

- 1 – Электродвигатель
- 2 – Муфта
- 3 – Ведущая звездочка цепной передачи
- 4 – Корпус сосуда
- 5 – Цепь
- 6 – Ведомая звездочка цепной передачи

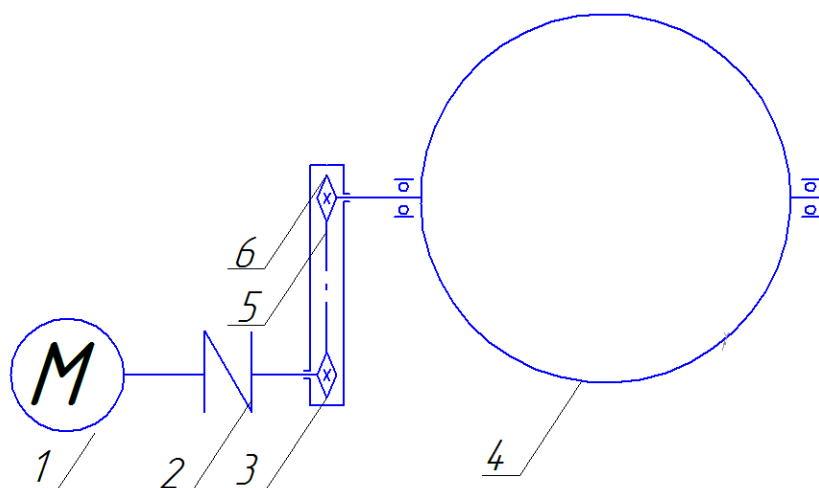


Рисунок 2 – Кинематическая схема

Характерных требований для места и условий эксплуатации аппарата нет.

Предложенный метод обессоливания характеризуется относительно низким (около 15 %) выходом концентрированных солей, что упрощает их утилизацию. Это актуально для производств, расположенных вне городской черты, где отсутствует развитая канализационная сеть.

Кроме того, данный метод помимо очистки воды от солей так же обеспечивает получение «талой» воды, обладающей, по мнению потребителей, высокой биологической активностью. Применение такой технологии может служить эффективным маркетинговым ходом на рынке питьевой воды.

РЕЗЮМЕ

В статье рассматривается принцип работы аппарата для обессоливания воды, основанный на использовании метода вымораживания. Данный аппарат разработан на кафедре «Технологические машины и оборудование» ФГБОУ ВПО «НИУ «МЭИ»» в г. Смоленске. Описаны преимущества рассматриваемой технологии для обессоливания воды. Проведены тепловые и прочностные расчеты оборудования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кончин П.И., Кончина Л.В. Обессоливание воды методом вымораживания // Энергетика, информатика, инновации. - Смоленск: Универсум. 2013. №1. - С. 200-202.
2. Анурьев В.И. Справочник конструктора – машиностроителя. – М.: Машиностроение, 2001. – 920 с.

SUMMARY

The article discusses the principle of operation of the apparatus for water desalination which is based on the freezing method. This machine was developed at the Smolensk branch of National Research University “Moscow Power Engineering Institute”, department “Technological machines and equipment”. The advantages of the technology for water desalination are described in this article. There are also thermal and strength calculations of equipment.

E-mail: kulikova0808@rambler.ru
la_kon@mail.ru
tat.tolckova@yandex.ru

Поступила в редакцию 24.10.2014