

**Стоимость одного литра воды, очищенного с помощью фильтра с обратноосмотической системой, составит всего 0,023\$. (68\$ / 2920 л).**

Плюсом использования обратного осмоса для обеспечения чистой питьевой водой, есть то, что он значительно дешевле доставки воды, так как стоимость очистки 18 литров воды обратным осмосом равна 0,414\$ ( $0,023\$ \times 18 \text{ л.} = 0,414\$$ ), 18 литров – объем стандартной бутылки используемой при доставке воды.

Вывод: одно из главных достоинств обратноосмотического метода – это широкая сфера применения очищенной воды. Вода, прошедшая сквозь мембрану обратного осмоса становится чистой на 99,9%. Соответственно она может быть использована не только в технических целях: мойка окон и остеклений, к примеру. Такая вода очень полезная для питья. Блюда, приготовленные на обратноосмотической воде, более вкусны и питательны. Вода, очищенная обратным осмосом, применяется для приготовления напитков (чай, кофе). Ее используют для кормления детей, для полива цветов и для многих других целей. Кроме того, вода, прошедшая сквозь обратноосмотическую мембрану, применяется в фармацевтической, химической, парфюмерной и многих других сферах промышленности.

*Список источников:*

1. Обратноосмотические мембраны. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://filter-ua.com.ua/obratnoosmoticheskie-membrani/>.

## **АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО УЛУЧШЕНИЮ РАБОТЫ УСТАНОВОК ДЛЯ ВОДОПОДГОТОВКИ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

**Я.А. ВАСИЛЬЧЕНКО**

*Харьковский национальный университет городского хозяйства имени А.Н. Бекетова*

*Куликовский спуск, 12, г. Харьков, 61002, Украина*

Для удовлетворения разнообразных требований к качеству воды, потребляемой при выработке электрической и тепловой энергии, возникает необходимость специальной физико-химической обработки природной воды.

Для водоподготовки используются наиболее простые, дешевые и надежные аппараты, требующие минимального обслуживания. Их технологические характеристики не всегда оптимальны. Однако требования простоты обслуживания и надежности превалируют над экономичностью.

Надежность работы энергетического оборудования электростанций непосредственно связана с качеством подпиточной воды паровых котлов. Для подпитки котлов высоких параметров в основном используют обессоленную воду, при получении которой широко применяют технологию ионного обмена.

Разработаны сотни видов ионообменных аппаратов различного типа периодического и непрерывного действия, со сплошным и псевдооживленным слоями ионитов. В отечественной водоподготовке применяют аппараты периодического действия со сплошным слоем ионита типа фильтр, которые характеризуются тем, что все технологические процессы (очистка, взрыхление, регенерация, отмывка) проводятся в одном аппарате.

Образование сточных вод при эксплуатации ионообменных фильтров, в основном, связано с необходимостью их регенерации. По направлению взаимного движения очищаемого и регенерирующего растворов они могут быть прямоточными (параллельноточными) и противоточными (противопоточными).

Сокращение количества сточных вод водоподготовительной установки (ВПУ) и снижение их минерализации обеспечивается путем совершенствования водоподготовительных технологий, а также утилизацией образующихся сточных вод и содержащихся в них реагентов.

К числу малосточных ионитных водоподготовительных технологий по сравнению с традиционными, используемыми в схемах водоподготовительных установок, относятся [1]:

- 1) применение противоточных и двухпоточно-противоточных фильтров;
- 2) применение комбинированных схем химического обессоливания с начальным частичным обессоливанием воды мембранными методами;
- 3) использование при регенерации Н-катионитных фильтров в обессоливающих установках растворов NaCl и H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> с промежуточной отмывкой для увеличения рабочей емкости катионита, снижения удельного расхода кислоты и разделения сточных регенерационных вод на "жесткие" и "мягкие".
- 4) сочетание в фильтрах слабо- и сильно диссоциирующих ионитов и др.

Среди методов утилизации сточных вод и содержащихся в них реагентов основными являются:

- 1) удаление солей жесткости из регенерационных растворов в виде труднорастворимых CaSO<sub>4</sub>, CaCO<sub>3</sub> и Mg(OH)<sub>2</sub> при известковании с добавлением в осветители сбросных регенерационных растворов анионитных фильтров, растворов соды или едкого натра;
- 2) выделение части ионов Ca<sup>2+</sup> из отработанных регенерационных растворов умягчительных фильтров при регенерации последних Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> и H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>;
- 3) повторное использование регенерационных растворов по методу развитой регенерации;
- 4) использование электродиализных установок для повышения концентрации "мягких" регенерационных растворов перед их повторным использованием и др.

Анализ предлагаемых конструктивных решений при развитии технологии противоточной регенерации ионообменных фильтров позволяет сделать вывод о целесообразности реализации при умягчении и обессоливании воды технологии UPCORE.

Технология UPCORE (Upflow Counter-current Regeneration – противоточная регенерация восходящим потоком) является зарегистрированной торговой маркой компании “Dow Chemical” [2, 3]. Но при этом представляет собой систему инженерных приемов и нововведений, разработанных специалистами европейского отделения “Dow Liquid Separations”, благодаря которым UPCORE целиком и полностью соответствует определению “оригинальная технология”.

Практически весь объем фильтра, используемого при реализации данной технологии (рисунок 1), заполнен активной ионообменной смолой, над которой находится слой плавающего инерта. Рабочий цикл проводится в направлении сверху вниз, а регенерация – снизу вверх. Задача, возлагаемая на инерт в UPCORE, – задерживать в фильтре только целые, неразрушенные, зерна смолы, обеспечивая возможность свободного перемещения высокодисперсных взвесей и фрагментов зерен.

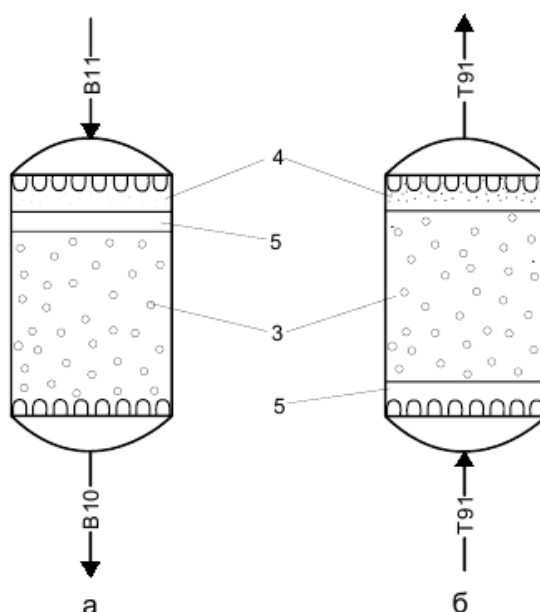


Рисунок 1 – Схема фильтра технологии UPCORE:

а – рабочий цикл; б – регенерация;

1 – инерт; 2 – свободное пространство; 3 – слой ионообменной смолы;  
B10 – исходная вода; B11 – обработанная вода; T91 – регенерационный раствор

Простота и удобство эксплуатации, свойственные прямоточной технологии (относительно невысокая стоимость конструкции фильтра, возможность изменения рабочей нагрузки в широком диапазоне значений, неограниченная степень свободы в чередовании технологических остановов с возобновлением рабочего цикла), также присущи и технологии UPCORE, благодаря абсолютной идентичности характера рабочего цикла в обоих случаях.

Взвешенные вещества, поступающие в фильтр с обрабатываемой водой, аккумулируются главным образом на поверхности слоя загрузки (и частично – в верхних слоях), откуда они весьма эффективно удаляются при проведении операции по зажатию слоя на стадии регенерации.

Исключительно важным достоинством данной технологии является возможность удаления из слоя смолы накопленных взвесей непосредственно в рабочем фильтре (т.е. без гидроперегрузки ионита).

Внедрение технических решений по замене параллельноточного ионирования на противоточное с использованием современных эффективных ионообменных материалов на конкретных объектах позволит получить ряд эксплуатационных преимуществ, среди которых можно выделить следующие:

- надежность получения воды высокого качества;
- сокращение расхода регенерационных растворов и воды на собственные нужды;
- снижение расходов на реагенты для регенерации;
- снижение продолжительности регенерации.

*Список источников:*

1. Совершенствование техники ионного обмена на основе противоточной технологии / Алексеева Т.В., Федосеев Б.С. // Энергетик. – 2001. – № 7. – С. 17-19.
2. Официальный сайт фирмы “Dow Liquid Separations” [Электронный ресурс] / Торговая марка The Dow Chemical Company. – Режим доступа: <http://www.dowex.com>.
3. The UPCORE System – The Dow Chemical Company, CN 171-280-E-100, January 2000, 15 p.

## **ОБОСНОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД В АНАЭРОБНЫХ УСЛОВИЯХ**

### **О.О. ИВАНЧЕНКО**

*Харьковский национальный университет городского хозяйства имени А.Н. Бекетова*

*Куликовский спуск, 12, г. Харьков, 61002, Украина*

Современные решения проблемы очистки промышленных стоков должны отвечать критериям необходимого качества очистки сточной воды, а также обеспечивать высокую интенсивность процесса обезвреживания, надежность работы при залповых сбросах, простоту обслуживания, компактность очистных сооружений при экономии ресурсов и энергии, минимальное образование вторичных отходов.

В Украине и европейских странах ведется интенсивный поиск наиболее рациональных и высокоэффективных методов и технологий очистки высококонцентрированных сточных вод предприятий молочной промышленности. Наиболее распространенными решениями в этой области являются сочетание классических методов очистки (механической, физико-химической, биологической и т.д.) с новыми методами (обратный осмос, ультрафильтрация, микрофильтрация, электродиализ, усовершенствованные биологические методы и др.).

При сравнении процессов аэробной и анаэробной очистки сточных вод и их результатов можно сделать следующие выводы:

#### ***Аэробная очистка сточных вод:***