

УДК621.311

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УЛЬТРАФИЛЬТРАЦИОННОЙ МЕМБРАНЫ  
KRISTAL ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ  
USING THE KRISTAL ULTRAFILTRATION MEMBRANE FOR WATER  
PURIFICATION**

Д.А. Степанов

Научный руководитель – В.А. Романко, старший преподаватель  
Белорусский национальный технический университет, г. Минск

D. Stepanov

Supervisor – V. Romanko, Senior Lecturer  
Belarusian national technical university, Minsk

**Аннотация:** на надежность и длительность работы станции влияет качество воды пароводяного тракта станции. В настоящее время большое внимание уделяется поиску новых методов очистки воды, экономичных, простых в использовании по сравнению с традиционными методами. К ним относятся мембранные методы: ультрафильтрация и нанофильтрация. В качестве примера был рассмотрен метод – ультрафильтрация.

**Abstract:** the reliability and duration of operation of the station is affected by the water quality of the steam-water path of the station. Currently, much attention is being paid to the search for new methods of water purification that are economical and easy to use compared to traditional methods. These include membrane methods: ultrafiltration and nanofiltration. As an example, the ultrafiltration method was considered.

**Ключевые слова:** мембрана, ультрафильтрация, гидрофильный материал, пермеат, обратный осмос.

**Keywords:** membrane, ultrafiltration, hydrophilic material, permeate, reverse osmosis.

### **Введение**

Правильное соблюдение водоподготовки и водно-химического режима станции обеспечивает надежную и экономическую работу теплоэнергетического оборудования. Химическая очистка воды должна обеспечить паровые котлы питательной водой хорошего качества и достаточным её количеством при низкой себестоимости. Для этого необходимо проводить контроль качества и, при необходимости, очистку поступающей воды, оборотного конденсата, охлаждающей воды станции, добавляемой воды в теплосети и сбрасываемой отработанной воды для предотвращения возникновения коррозии, накопления отложений и накипеобразования в теплообменных агрегатах, а также предотвращение загрязнения окружающей среды. В настоящее время на смену традиционным методам очистки и обессоливания воды, основой которых является реагентная обработка, ионный обмен и термодистилляция, пришли современные экономические процессы разделения растворов на мембранах.

### **Основная часть**

В настоящее время стремительно развиваются и внедряются мембранные методы очистки воды. Ультрафильтрация является одним из мембранных методов очистки воды. Она представляет собой фильтрование вследствие

пропускании воды через мембрану с диаметром отверстия 0,002–0,1 мкм под определенным давлением, в процессе которого происходит разделение частиц по величине молекулярной массы. Ультрафильтрацию используют не только для удаления взвешенных частиц, а также для удаления некоторых органических веществ.

При изготовлении высокомолекулярных ультрафильтрационных мембран из пустотелого волокна Kristal применяется техника плёнообразования с отделением сухой/влажной фазы. Специально обработанный гидрофильный полиметафторэтилен (PVDF), материал с химической устойчивостью может обеспечить более высокий поток пермеата при применении различного качества впускной воды в ультрафильтрационные мембраны Kristal. И одновременно, полистафторэтилен позволяет ультрафильтрационной мембране Kristal обладать лучшей противоокислительной способностью в отношении окисляющих агентов, часто применяемых при проведении промывки, таких как хлор, хлорамин, а также хлорноватистокислый, натрий и т.д. Губкообразная асимметрическая конструкция с плотной внешней поверхностью повышает поток пермеата из пустотелого волокна ультрафильтрационной мембраны Kristal, обеспечивая высокий эффект удаления загрязнений, механическую прочность, длительную эксплуатацию и стабильность качества полученного пермеата.

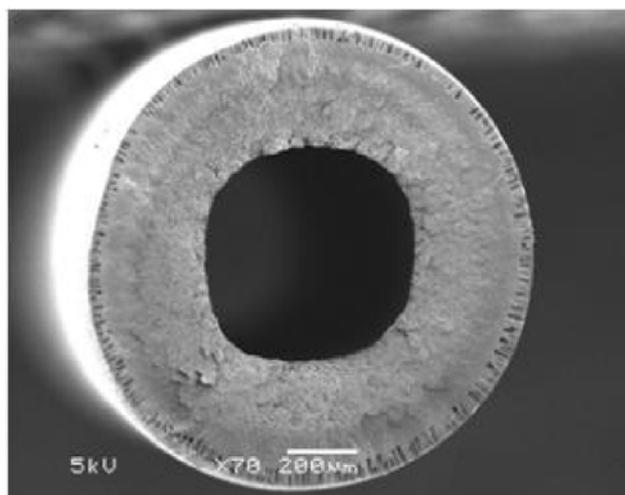


Рисунок 1 – Увеличенный вид разреза высокомолекулярного пустотелого волокна Kristal

Основные характеристики ультрафильтрационной мембраны Kristal:

- гидрофильный материал обеспечивает меньшее накипеобразование; асимметрическая конструкция обеспечивает более высокий поток пермеата и его качество;
- более высокая стойкость к химикатам при химической очистке; отвесная кривая линия пересеченного потока (высокий эффект фильтрации);
- более длительный срок службы; небольшая занимаемая площадь.

Таблица 1 – Характеристика мембранной группы Kristal

Материалы	Модифицированный полиметакрилат
Внешний диаметр/внутренний диаметр/толщина стенки мембраны	1.2 мм/0.6 мм/0.3 мм (0.047''/0.024''/0.012'')
Молекулярная масса пересеченного потока	150к (Дальтон)
Интенсивность волокна	>3СМра
Количество перехвата бактерий(LRV)	≥6

Ультрафильтрация представляет собой процесс фильтрации, приводимого посредством касательного течения и давления жидкости, в процессе которого происходит разделение частиц по величине молекулярной массы. Диаметр отверстия ультрафильтрационной мембраны примерно колеблется в пределах 0,002–0,1 мкм (MWCО приблизительно 1,000–500,000). Растворенные вещества и вещества, которые меньше диаметра отверстия мембраны, будут проникать сквозь фильтрующую мембрану в виде проницаемой жидкости (пермеата). Вещества, которые не могут проникнуть сквозь фильтрующую мембрану, будут постепенно сгущаться в отводимой в дренаж жидкости. В связи с этим, в пермеате (проницаемой жидкости) будет содержаться вода, ионы и вещества малой молекулярной массы. А коллоидные вещества, частицы, бактерии, вирус и простейшие будут удаляться мембраной. Мембрана может многократно использоваться и очищаться простой промывкой.

При применении ультрафильтрации могут удаляться не только все взвешенные вещества, но и частично органические вещества, это обеспечивает стабильное качество ультрафильтрационного пермеата в пределах  $SDI < 3$ , что в свою очередь обеспечивает длительную и стабильную работу обратного осмоса ( $SDI$  называется индексом заиливания, он является важным параметром, который показывает соответствует ли впускная вода требованиям впуска обратного осмоса. Все поставщики мембран обратного осмоса предъявляют требование к впускной воде обратного осмоса по параметру  $SDI < 5$ . По общим требованиям технического контроля предел  $SDI < 4$ . Высокий индекс  $SDI$  может привести к загрязнению и закупориванию элементов мембран обратного осмоса, в результате чего промывка будет становиться многократной и срок службы элементов будет сокращаться).

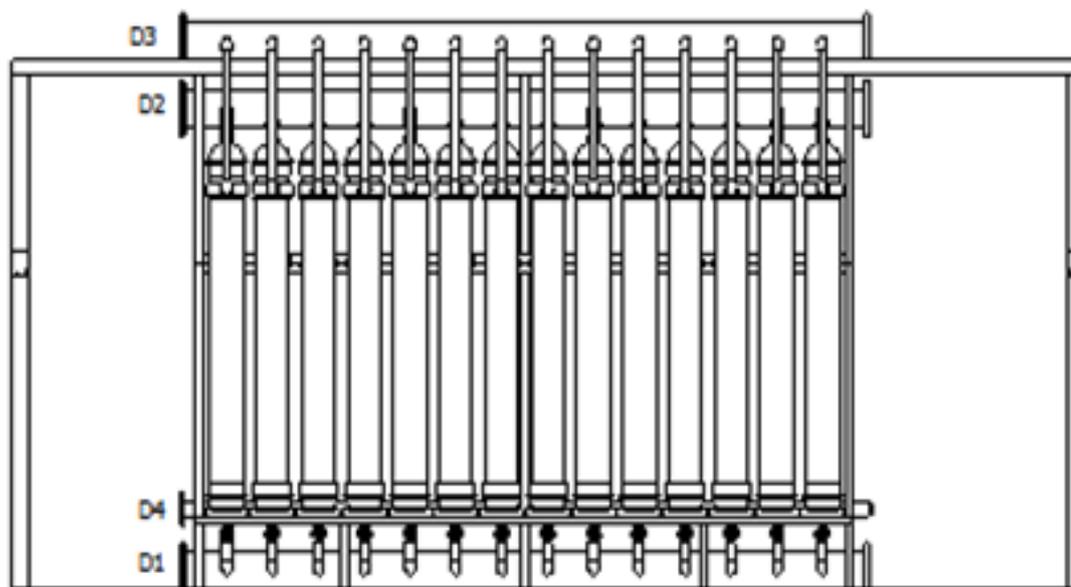


Рисунок 2 – Схема трубного разреза установки ультрафильтрации

Таблица 2 – Таблица трубного разреза

Обозначение	Стандарт присоединительных размеров	Назначение или наименование	Примечание
D1	HG/T20592 PL200-10RF	Отработанная вода	
D2	HG/T20592 PL200-10RF	Кора	
D3	HG/T20592 PL200-10RF	Вход воды	
D4	HG/T20592 PL200-10RF	Вход газа	

### Заключение

Ультрафильтрацию используют не только для удаления всех взвешенных частиц, но и для удаления некоторых органических веществ, а также поддержание ультрафильтрации воды в течении долгого времени стабильно на  $SDI < 3$ , обеспечивает долгосрочную и стабильную работу обратного осмоса.

### Литература

1. Современные высокоэффективные технологии очистки питьевой и технической воды с применением мембран: обратный осмос, нанофильтрация, ультрафильтрация / А.Г. Первов; монография: – М: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2009. – 232 с.
2. Ультрафильтрация / М.Т. Брык, Е.А. Цапюк; отв. ред. А.Т. Пилипенко: АН УССР. Ин-т коллоид. химии и химии воды им. А.В. Думанского. – Киев: Наук. думка, 1989. – 288 с.