



7 '2005



**ВОДА И ВОДНЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ**

**Пятый ежегодный
Форум
производителей
бутилированной
воды России**

**Мембранные
технологии
в производстве
питьевой воды**

**Секреты
быстрого роста –
инновации
и опыт чужих
ошибок**

**Союз
Производителей
Бутилированных
Вод России**

EBWA
Выбрала Берлин
Выставка – Конференция
EBWA/EFBW
2005

Мембранные технологии в производстве питьевой воды

Видимо, объяснять, что пить воду из водопроводного крана, даже кипяченую, не только не полезно, но часто и опасно для жизни, уже не требуется. Поэтому рынок услуг по получению питьевой воды высокого качества стремительно развивается. Можно выделить две основные группы компаний, предлагающих населению чистую воду. К первой принадлежат фирмы, производящие установки индивидуального или коллективного пользования, ко второй - предприятия по производству бутилированной воды. Методы обработки исходной (артезианской или водопроводной) воды весьма разнообразны и используются в обеих группах. Это и умягчение на ионообменных смолах, и сорбция на активированном угле или иных природных и синтетических сорбентах, и химическая обработка воды (окисление, озонирование, коагуляция, флотация и т.д.), и воздействие магнитного и электрического полей, и ультрафиолет, и, конечно же, мембранные технологии, приобретающие все более

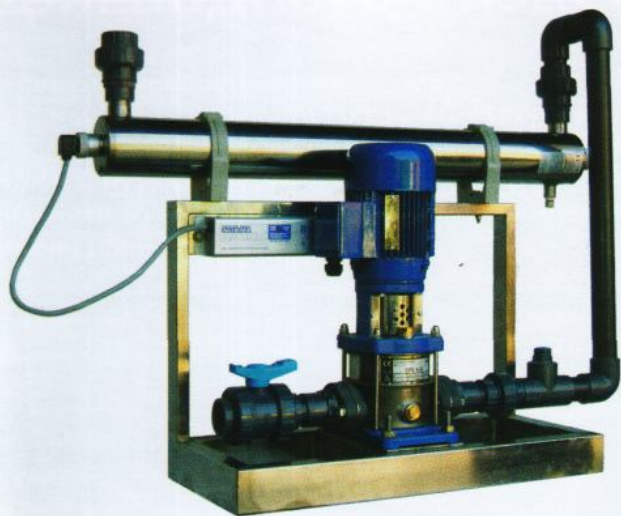
широкое распространение.

Методами, относящимися к мембранным технологиям, являются микро-, ультра-, нанофильтрация и обратный осмос.

Микрофильтрация позволяет удалять из воды взвешенные частицы и крупные коллоиды с размером до 0,1 мкм. Ультрафильтрация удаляет частицы, находящиеся в истинном растворе и имеющих размер до 0,01 мкм. Как правило, это высокомолекулярные органические вещества. Удалить же из воды растворенные соли возможно с помощью нанофильтрации и обратного осмоса. Очень часто и совершенно незаслуженно нанофильтрацию недостаточно информированные технологи воспринимают как "плохой" обратный осмос, хотя именно этот процесс в большинстве случаев пригоден для получения полноценной высококачественной питьевой воды со значительно меньшими по сравнению с обратным осмосом капитальными и эксплуатационными затратами. Дело в том, что современные нанофильтрационные мембраны и элементы на их основе позволяют с разной степенью задерживать соли, состоящие из моно- или поливалентных ионов. Так, например, сульфаты, карбонаты, фосфаты задерживаются на 95 и более процентов, а хлориды, бикарбонаты, нитриты и т.д. - на 50 - 70 процентов. Значительно лучше задерживаются соли кальция, магния, железа, марганца, тяжелых металлов, чем соли натрия, калия, лития. Применение же обратного осмоса удаляет из исходной воды все растворенные соли - и вредные и полезные. Фильтрат после обратного осмоса можно пить, только если в него теперь искусственно добавить все необходимые для организма человека соли. Конечно же, получить питьевую воду из, например, морской, можно только применяя высоконапорный обратный осмос с селективностью не менее 99,5%. Но это не наш с вами случай. Опыт показывает, что при общем солесодержании исходной воды до 2 г/л целесообразно применение именно нанофильтрации, а не обратного осмоса.

Разработка и освоение опытно-промышленного производства композитных нанофильтрационных мембран, занимающих промежуточное положение между ультрафильтрационными и обратноосмотическими, и имеющими селективность по хлориду натрия в диапазоне 50-70% при достаточно высокой селективности (выше 90%) по солям жесткости, делает их весьма привлекательными для удаления органических веществ с молекулярной массой более 100 D и частичного обессоливания воды. Это особенно важно для регионов, где применение обратного осмоса может привести к практически полному обессоливанию, что крайне нежелательно, поскольку употребление в пищу воды с содержанием кальция менее 20мг/л вызывает остеопороз, очень неприятное заболевание опорно-двигатель-





ной системы, а также оказывает негативное воздействие на сердечно-сосудистую систему. Поскольку основное количество мембраны используется для изготовления рулонных фильтрующих элементов, в связи с тем, что плоскорамные установки для нанофильтрации не приобрели широкого распространения, следующим этапом явилась разработка нанофильтрационных рулонных фильтрующих элементов. Подбор конструкционных материалов и клеевых композиций должен был обеспечить высокую технологичность изготовления элементов и, по возможности, более полную реализацию функциональных свойств мембран. Потребителем чистой воды может быть и отдельная семья, и целый завод. Поэтому для удобства комплектования установок нами были разработаны и в настоящее время выпускаются пятнадцать типоразмеров нанофильтрационных рулонных фильтрующих элементов, отличающихся друг от друга габаритами, конструкционными материалами и, соответственно, характеристиками.

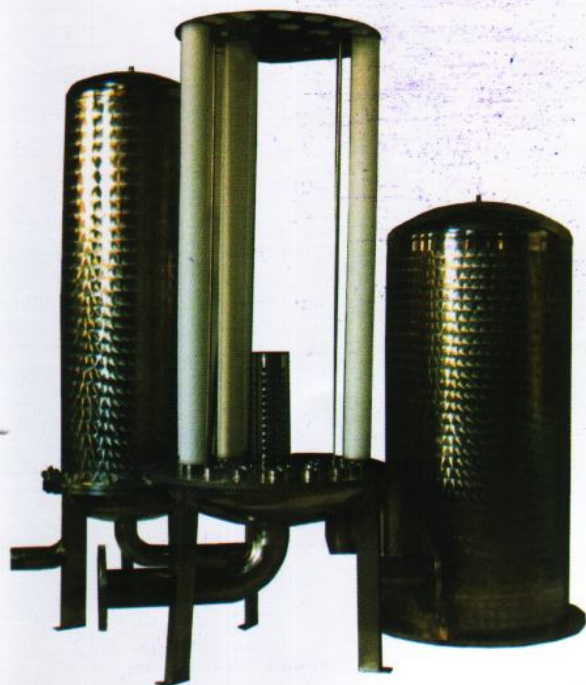


Таблица 1.

Характеристики нанофильтрационных элементов на реальных средах

Селективность, %:	Элемент №1	Элемент №2
по модельному раствору NaCl при P=15 атм, %	60	70
по катионам :		
Натрий*	40–45	
Калий*	40–45	
Магний*	92–94	96
Кальций*	93–95	97
Алюминий*	95–98	
Железо**	98–99	99
Никель**	98–99	
Хром**	98–99	
Медь**	99	
Аммоний**	30–35	
по анионам :		
Хлориды*	40–50	65
Бикарбонаты*	50–60	75
Нитраты*	40–50	
Фториды*	40–50	
Силикаты*	90–95	
Сульфаты*	96–98	
Фосфаты*	90–95	
ХПК*	50–70	85
Ацетаты***	90–95	
АПАВ***	90–95	
Танниды****	90–95	

Следует отметить, что большинство типов элементов соответствуют по габаритам международным стандартам, что позволяет использовать их при замене в эксплуатируемых установках зарубежного производства.

В таблице 1 представлены средне-статистические данные характеристик рулонных фильтрующих элементов на реальных средах, полученные обобщением показателей большого числа элементов, работающих в составе различных нанофильтрационных установок.

Условия испытаний: P=15 атм, t=20-25°C, подача исходного раствора на ЭРН-КП-100-1016 не менее 1500 л/ч.

* - вода водопроводная различных источников;

** - модельный раствор, концентрация тяжелых металлов 25-50 мг/л;

*** - расшлихтованный раствор производства х/б тканей, концентрация АПАВ 50 мг/л, ацетат-иона 2 г/л;

**** - экстракт лужги гречихи, концентрация танинов от 3 до 20 г/л.

Большая часть изготавливаемых нанофильтрационных элементов используется для комплектации установок по получению питьевой воды из различных источников, которые должны полностью удовлетворять требованиям заказчика. В первую очередь это относится к качеству очищенной воды и степени конверсии, т.е. доле полученной чистой воды от общего количества, поданной на очистку. При этом каждый потребитель

заинтересован в минимальном сбросе в канализацию загрязненного концентрата. Однако, стабильность работы установки и качество получаемой воды имеют обратную зависимость по отношению к степени конверсии, т.е. неоправданное завышение степени отбора фильтрата приводит к ухудшению качества получаемой воды и сокращению периода работы установки между циклами регенерации. В следующих трех таблицах (2,3,4) приведены характеристики работающих установок по получению высококачественной воды из трех различных водных источников.

*Дзюбенко В.Г. - кандидат химических наук,
директор НПП "Аква-Ресурс",
заместитель директора НПП "Акванор",
заведующий лабораторией НПП "Владитор", г. Владимир*

Таблица 2.

Нанофильтрационная установка по получению питьевой воды из поверхностных источников

Характеристики установки	Данные анализа воды	Исходная вода	Очищенная вода
Производительность – 10 м3/день	Общая жесткость, мгэкв/л	3–5	1–2
Рабочее давление – 10–12 атм	SO42–, мг/л	20–30	5–10
	Щелочность, мгэкв/л	3–4	1–2
Отбор фильтрата – 70%	Цветность, град	до 30	0
	Мутность, мг/л	до 15	0
	Железо общее, мг/л	до 1	0

Примечание. Установки (40 штук) находятся в г. Альметьевск

Таблица 3.

Нанофильтрационная установка получения питьевой воды из артезианского источника

Характеристики установки	Данные анализа воды	Исходная вода	Очищенная вода
Производительность – 10 м3/день	Общая жесткость, мгэкв/л	10–15	3–4
	SO42–, мг/л	100–200	20–30
Рабочее давление – 12–14 атм	Щелочность, мгэкв/л	3–5	1–2
Отбор фильтрата – 50%	Цветность, град.	30	0
	Мутность, мг/л	15	0
	Железо общее, мг/л	до 2	<0,3
	Сухой остаток, г/л	до 3	до 0,5

Примечание. Установка находится в г. Азнакаево.

Таблица 4.

Нанофильтрационная установка по получению чистой воды на хлебокомбинате

Характеристики установки	Данные анализа воды	Исходная вода	Очищенная вода
Производительность – 2 м3/час	Общая жесткость, мгэкв/л	2–5	0,5–1
Рабочее давление до 15 атм	Щелочность, мгэкв/л	3–4	1–2
Отбор фильтрата – 70%	SO42–, мг/л	20–30	10–15
	Цветность, град	до 40	0
	Мутность, мг/л	до 20	0
	Железо общее, мг/л	до 0,5	0
	C1–, мг/л	до 25	10–15

Примечание. Установка находится в г. Владимир.

Приведенные данные ярко свидетельствуют о том, что во всех указанных случаях получается питьевая вода высокого качества.