

waterplace

Оптовый склад в центре России

22 января 2026



АКВАНТУМ

инженерия чистой воды

Мембранные методы очистки воды и их место при построении современных систем водоподготовки.

Сухов Алексей Анатольевич

Исполнительный директор ООО «Аквантум»



ВОДОПОДГОТОВКА



Вода - одно из наиболее распространенных химических соединений на нашей планете (около 71% поверхности Земли покрыто водой).

Уникальные свойства воды обуславливают ее ключевое значение в возникновении и поддержании жизни на земле. Практически во всех производственных процессах человек также активно использует воду.

В этой связи водоподготовка, как отрасль техники и химической технологии, отвечающей за обработку воды и приведение ее качества в соответствие с требованиями технологических потребителей, необходима повсеместно.



АЛГОРИТМ ВЫБОРА



АКВАНТУМ
инженерия чистой воды

ТЕХНОЛОГИИ ПОДГОТОВКИ ВОДЫ

- ✓ ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ КАЧЕСТВА ВОДЫ, ИХ СОПОСТАВЛЕНИЕ С СУЩЕСТВУЮЩЕЙ НОРМАТИВНОЙ БАЗОЙ И ВЫЯВЛЕНИЕ ПЕРЕЧНЯ ПАРАМЕТРОВ КАЧЕСТВА, КОТОРЫЕ НЕОБХОДИМО СКОРРЕКТИРОВАТЬ;
- ✓ ОЦЕНКА ПЕРЕЧНЯ ДОСТУПНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, СПОСОБНЫХ РЕШИТЬ ПОСТАВЛЕННЫЕ ЗАДАЧИ;
- ✓ ОЦЕНКА ИМЕЮЩИХСЯ ОГРАНИЧЕНИЙ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ ТОЙ ИЛИ ИНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ИЛИ РЕШЕНИЯ (ФИЗИЧЕСКИЕ, РЕСУРСНЫЕ, НОРМАТИВНО-ПРАВОВЫЕ, ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ И Т.П.);
- ✓ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ И СОПОСТАВЛЕНИЕ КАПИТАЛЬНЫХ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ЗАТРАТ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РАЗЛИЧНЫХ ВАРИАНТОВ ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ ВОДЫ.



МЕТОДЫ ОЧИСТКИ ПРИРОДНЫХ ВОД

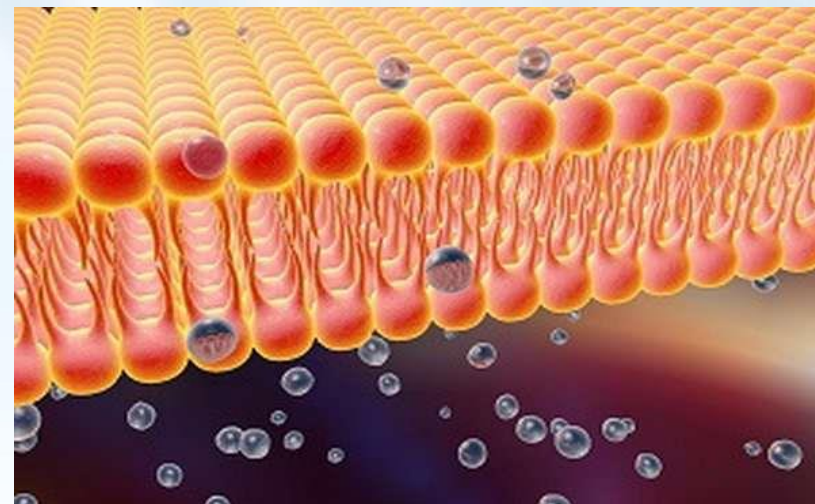


Классические

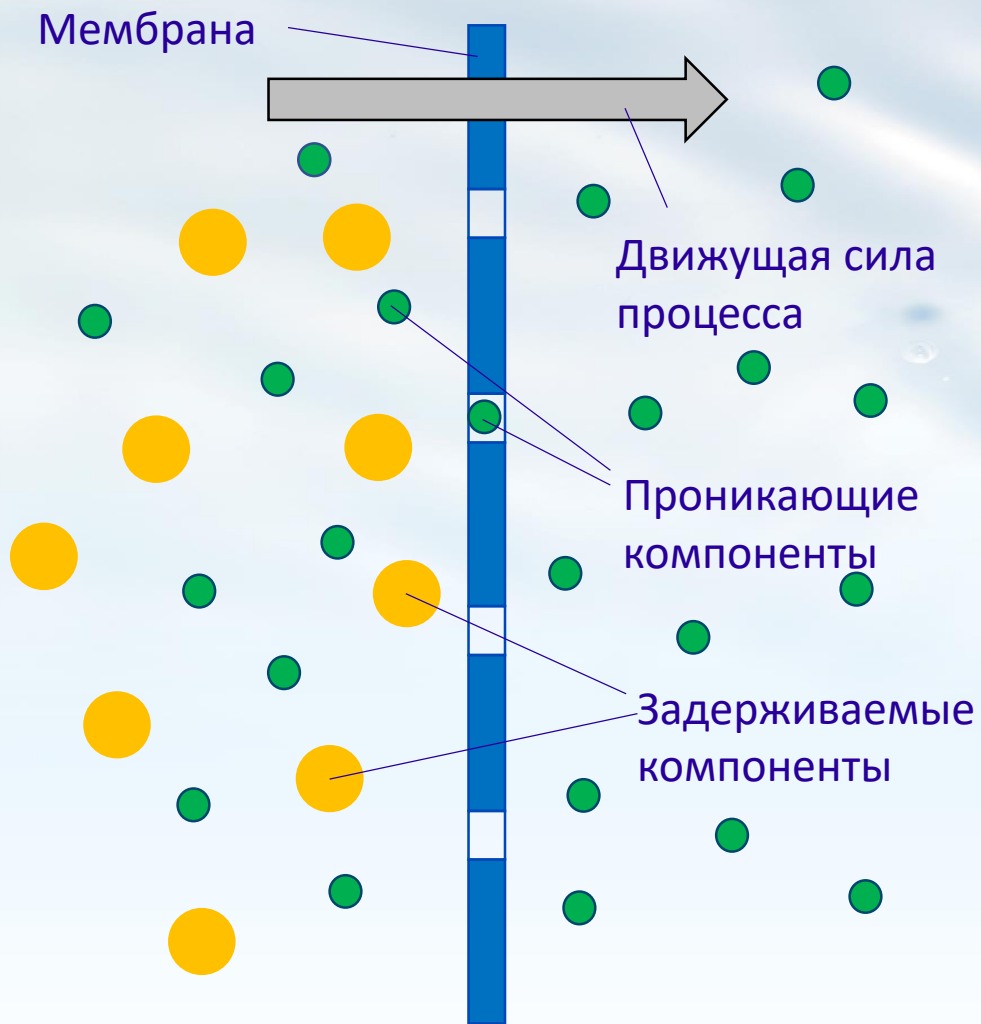
- отстаивание / флотация;
- реагентная обработка / осаждение (известкование, коагуляция, флокуляция, окисление, в т.ч. аэрирование и озонирование, восстановление, ингибирование и т.д.);
- зернистая фильтрация (осветление / обезжелезивание / деманганация);
- сорбция;
- ионный обмен;
- деаэрация / дегазация (термическая, вакуумная или химическая);
- УФ-обработка;
- биологическая очистка воды (в т.ч. технология BACF).

Мембранные

- микрофильтрация;
- ультрафильтрация;
- нанофильтрация;
- обратный осмос;
- мембранная дегазация;
- электродеионизация;
- электродиализ;
- диализ;
- первапорация;
- испарение через мембрану.



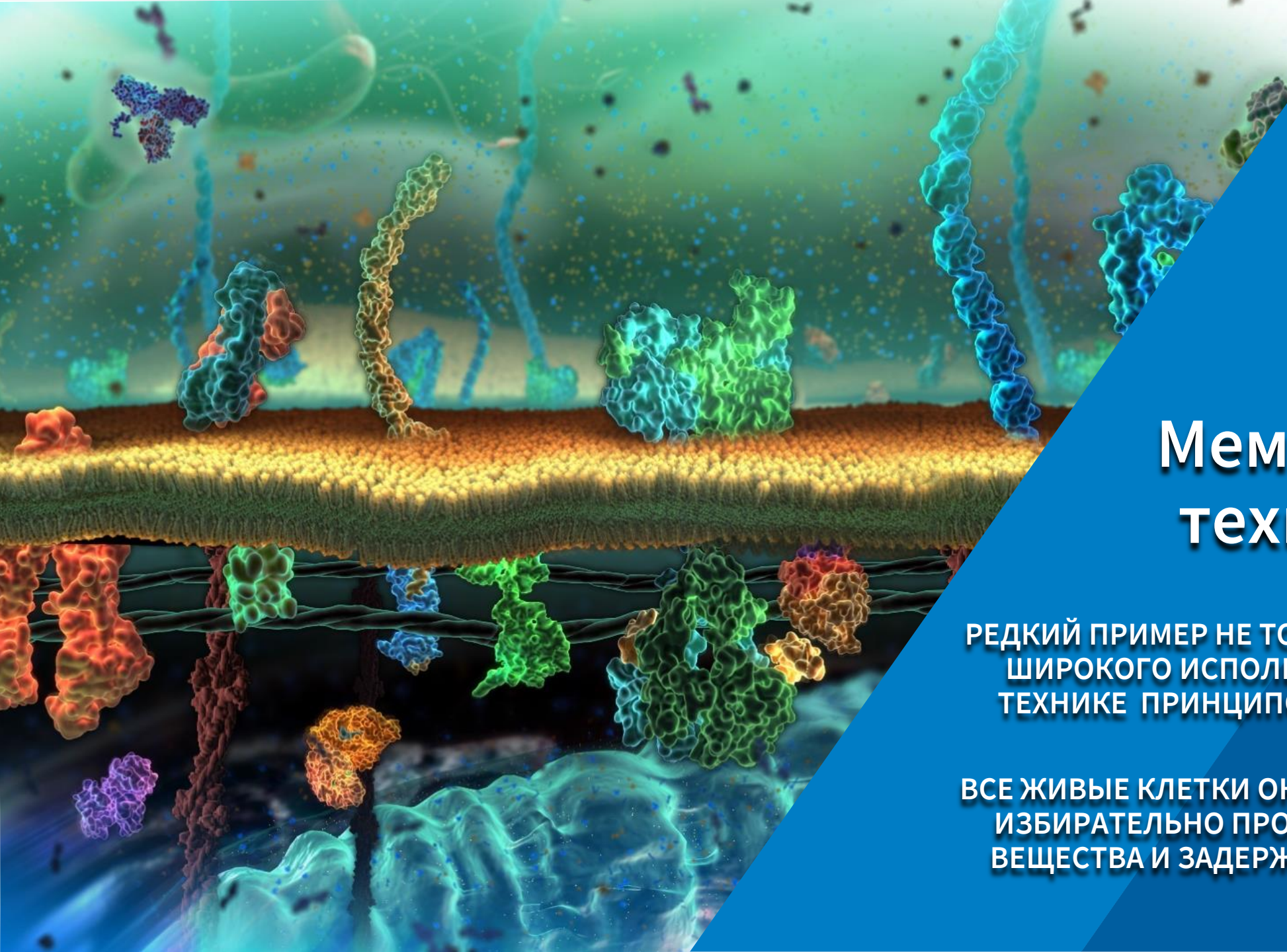
МЕМБРАННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ



Мембранные технологии - это совокупность процессов переноса, очистки и разделения жидких и газообразных смесей с помощью полупроницаемых мембран, избирательно пропускающих через себя одни вещества и одновременно блокирующих проникновение / перенос других веществ.

Движущая сила процесса мембранного разделения и механизм переноса вещества через мембрану могут быть самыми различными.

Основное отличие мембранных процессов - все мембранные процессы характеризуются отсутствием поглощения и накопления разделяемых и переносимых компонентов смеси в самой мембране.



АКВАНТУМ
инженерия чистой воды

Мембранные технологии

РЕДКИЙ ПРИМЕР НЕ ТОЛЬКО ПОЗНАНИЯ, НО И
ШИРОКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В НАУКЕ И
ТЕХНИКЕ ПРИНЦИПОВ САМОЙ ПРИРОДЫ.

ВСЕ ЖИВЫЕ КЛЕТКИ ОКРУЖЕНЫ МЕМБРАНАМИ
ИЗБИРАТЕЛЬНО ПРОПУСКАЮЩИМИ ОДНИ
ВЕЩЕСТВА И ЗАДЕРЖИВАЮЩИМИ ДРУГИЕ.

МЕМБРАННЫЕ ПРОЦЕССЫ



Баромембранные:

- микрофльтрация;
- ультрафльтрация;
- нанофльтрация;
- обратный осмос;
- газоразделение.

Термомембранные:

- испарение через мембрану;
- мембранные процессы отвода тепла (мембранные ткани, строительные пленки).

Диффузионные (концентрационные):

- диализ;
- первапорация;
- прямой осмос;
- мембранная дегазация;
- мембранная оксигенация (искусственное легкое);
- мембранные процессы отвода влаги (мембранные ткани, строительные пленки).

Электромембранные:

- электродиализ;
- электродеионизация;
- мембранный электролиз;
- топливные элементы с мембраной из полимерного электролита.

Комбинированные:

- электрофльтрация;
- электроосмофльтрация.

ОСНОВНЫЕ ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МЕМБРАННЫХ ПРОЦЕССОВ



- водоподготовка и очистка сточных вод;
- разделение газов / очистка газовых смесей;
- пищевая промышленность (очистка и концентрирование жидких пищевых продуктов – молока и молочных продуктов, соков, вин и т.п.);
- биотехнология и фармацевтика;
- очистка / регенерация отработанных жидких продуктов и технологических растворов (регенерация отработанных масел, вторичная переработка неорганических кислот и щелочей, травильных растворов и т.п.);

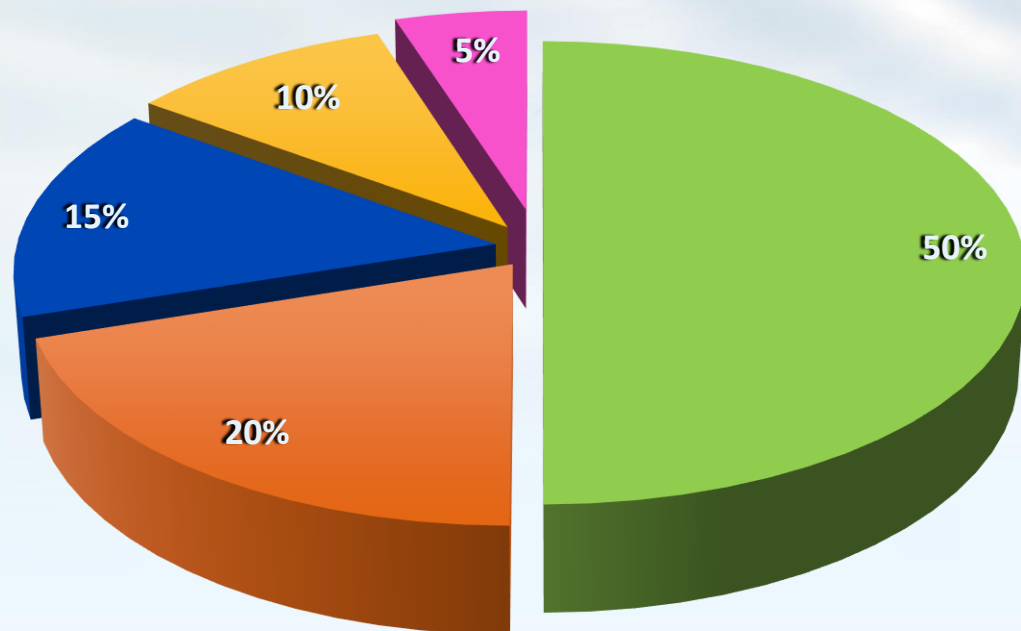


ОСНОВНЫЕ ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МЕМБРАННЫХ ПРОЦЕССОВ



- энергетика (топливные элементы);
- химическая промышленность (мембранный электролиз, применение мембранных реакторов, разделение и очистка продуктов химического синтеза, очистка и концентрирование химических растворов, выделение ценных компонентов);
- газо- и нефтепереработка (очистка и осушка жидких топлив, сероудаление, депарафинизация);
- текстильная промышленность (применение мембранных тканей);
- строительство (защита конструкций от влаги, пара, ветра и т.п. при помощи мембранных материалов);

ПРИМЕРНАЯ СТРУКТУРА РЫНКА МЕМБРАННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПО ОТРАСЛЯМ ПРИМЕНЕНИЯ



Основные области применения*:

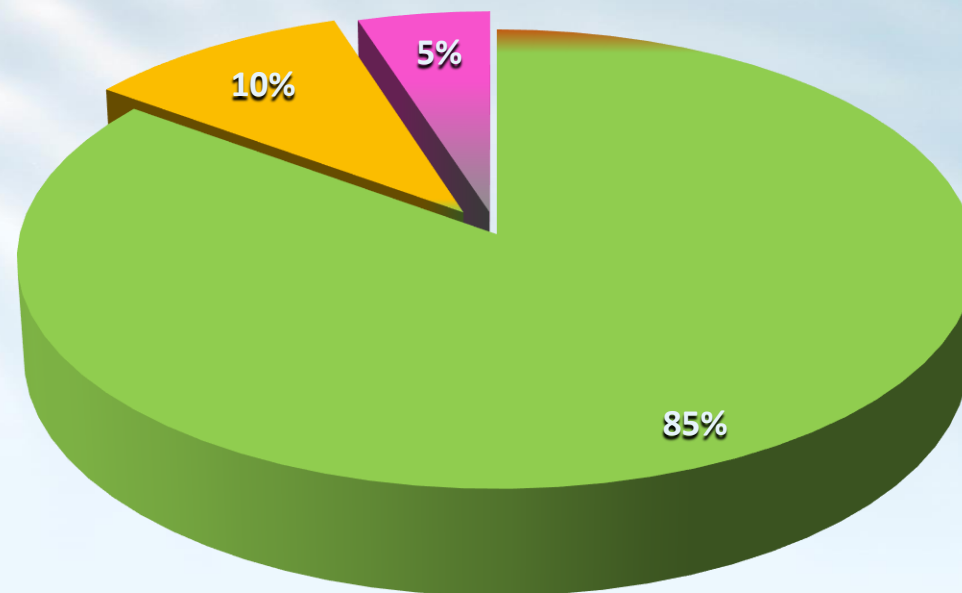
- Водоподготовка и очистка стоков
- Пищевая промышленность и производство напитков
- Медицинские применения и фармацевтика
- Промышленные применения (processing systems)
- Газоразделение

*УСРЕДНЕННЫЕ ДАННЫЕ НА ОСНОВАНИИ СОПОСТАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ОТЧЕТОВ ИЗУЧЕНИЯ РЫНКА ОТ РАЗЛИЧНЫХ КОНСАЛТИНГОВЫХ АГЕНТСТВ

ПРИМЕРНАЯ СТРУКТУРА РЫНКА МЕМБРАННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПО МАТЕРИАЛАМ МЕМБРАН

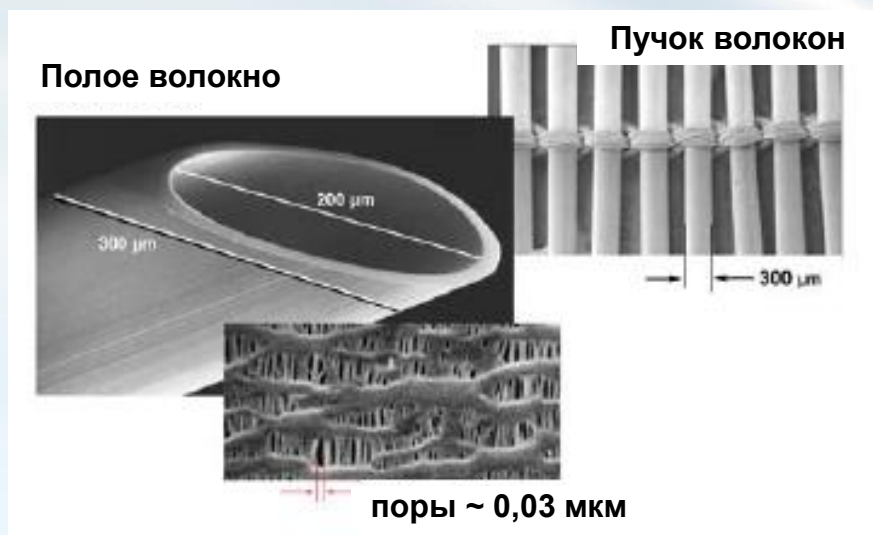
Основные материалы, используемые при производстве мембран*:

- Полимерные материалы - от 80 до 90 %
- Керамические материалы - от 7 до 15 %
- Прочие материалы (графит, стекло, металлические сплавы, комбинированные материалы и т.п.) - менее 5 %.

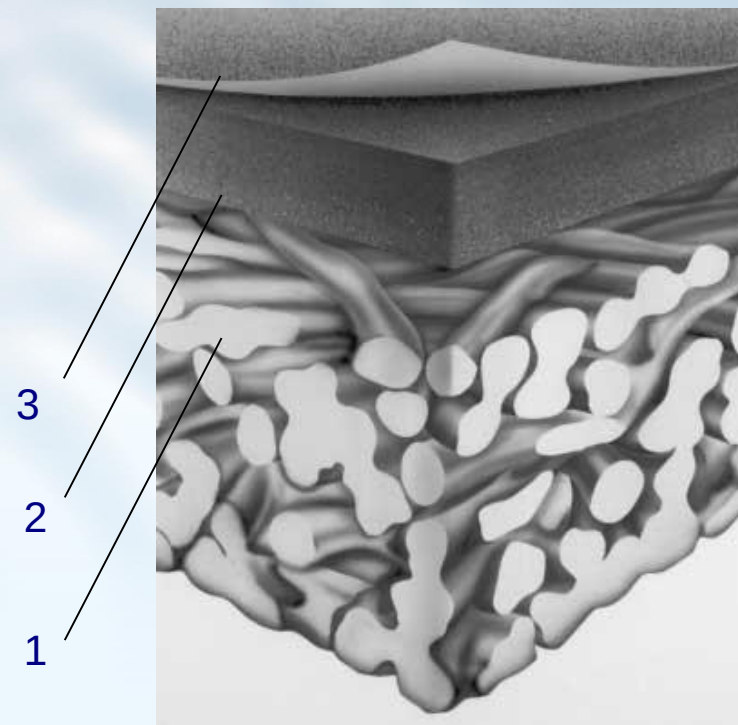


*УСРЕДНЕННЫЕ ДАННЫЕ НА ОСНОВАНИИ СОПОСТАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ОТЧЕТОВ ИЗУЧЕНИЯ РЫНКА ОТ РАЗЛИЧНЫХ КОНСАЛТИНГОВЫХ АГЕНТСТВ

СТРУКТУРА ПОЛИМЕРНЫХ МЕМБРАН



Структура полуволоконных мембран
(на примере полых волокон из полипропилена для дегазации воды).
Размер пор 0,03 мкм (30 нм).

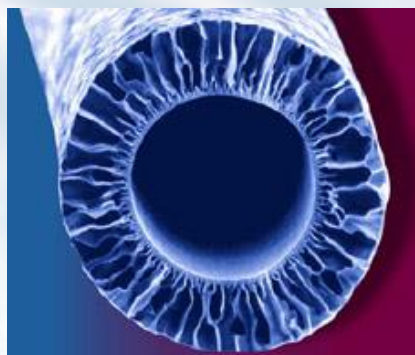


Структура многослойных композиционных
обратноосмотических мембран:
1 - макропористая подложка;
2 - микропористый средний слой;
3 - ультратонкий барьерный слой.

ВАРИАНТЫ КОНСТРУКТИВНОГО ИСПОЛНЕНИЯ МЕМБРАННЫХ МОДУЛЕЙ



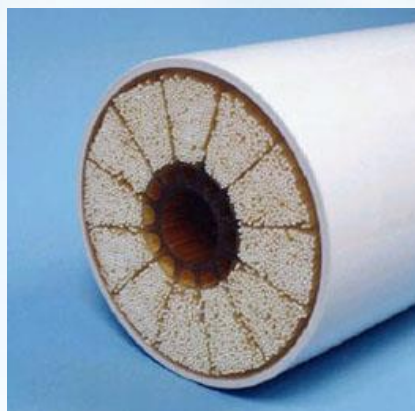
Трубчатые
мембранные модули



Полое волокно (увеличение) и
половолоконный УФ- модуль



Рулонные мембранные элементы



Плоскорамные
электродеионизационные модули

ОСНОВНЫЕ МЕМБРАННЫЕ МЕТОДЫ В ПРАКТИКЕ ВОДОПОДГОТОВКИ

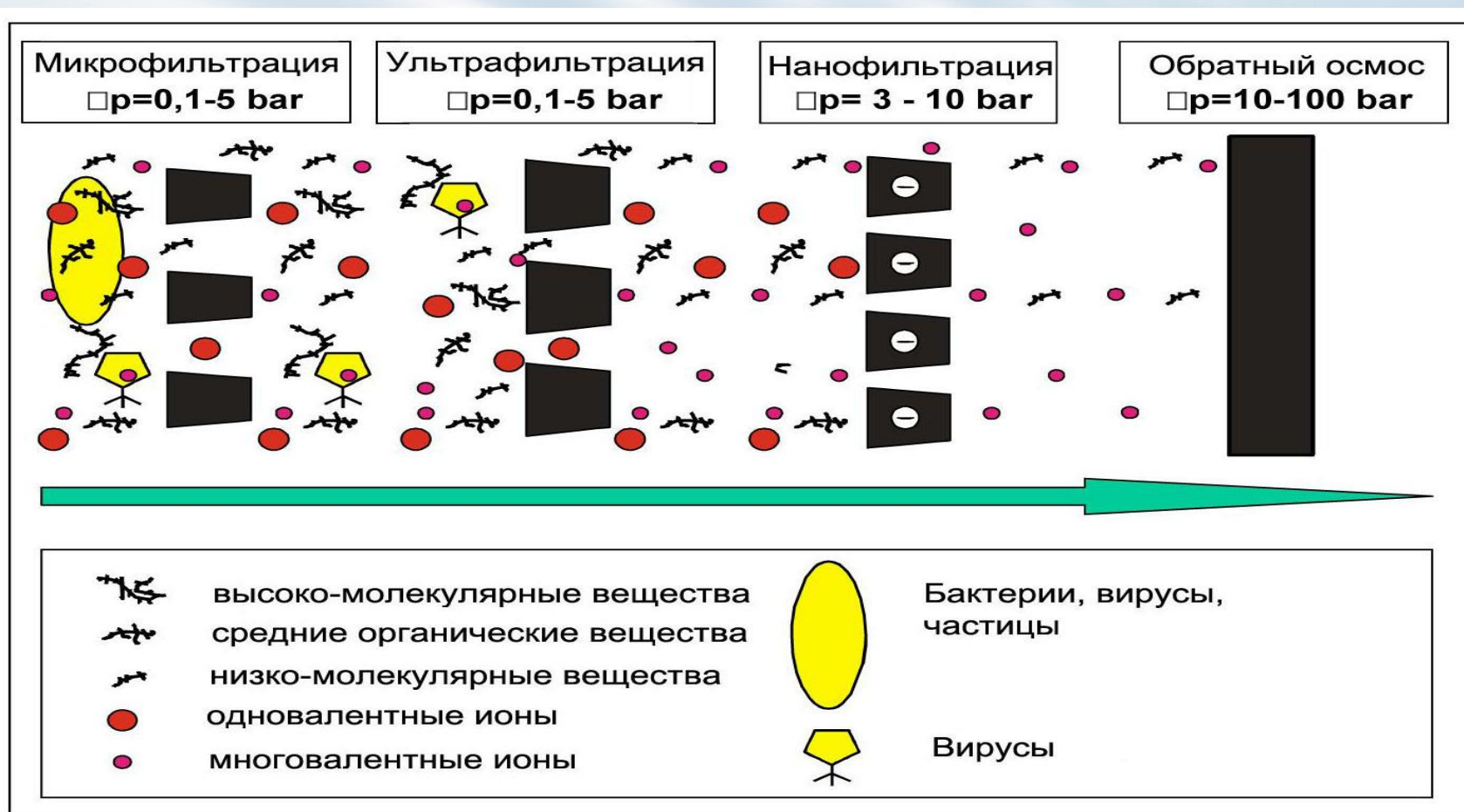


АКВАНТУМ
инженерия чистой воды

- ✓ МИКРОФИЛЬТРАЦИЯ
- ✓ УЛЬТРАФИЛЬТРАЦИЯ
- ✓ НАНОФИЛЬТРАЦИЯ
- ✓ ОБРАТНЫЙ ОСМОС
- ✓ ДИАЛИЗ
- ✓ ЭЛЕКТРОДИАЛИЗ
- ✓ ЭЛЕКТРОДЕИОНИЗАЦИЯ
- ✓ МЕМБРАННАЯ ДЕГАЗАЦИЯ
- ✓ ИСПАРЕНИЕ ЧЕРЕЗ МЕМБРАНУ



Соответствие размеров пор мембран, рабочего давления и удаляемых примесей в баромембранных процессах



УЛЬТРАФИЛЬТРАЦИЯ



Ультрафилтратационные системы обеспечивают эффективную очистку природных (в первую очередь поверхностных) вод, сточных вод, вод хозяйственно-питьевого и технологического назначения:

- от взвешенных и коллоидных примесей;
- микроорганизмов и вирусов;
- цветности и окисляемости (при соответствующей предварительной реагентной обработке воды);
- органических соединений с ММ >1 кДа.

Ультрафилтратационные системы могут оснащаться:

- **половолоконными мембранными модулями** (допускают обратную промывку от примесей → используются для предварительной очистки воды);
- **рулонными мембранными модулями** (не допускают обратную промывку от примесей → используются для финишной очистки воды);
- **трубчатыми мембранными модулями**, в т.ч. из неполимерных материалов (часто используются для более «сложных вод»).



УЛЬТРАФИЛЬТРАЦИЯ



- Гарантированно обеспечивает стабильное высокое качество очищенной воды (в т.ч. и по микробиологическим показателям) и не требует существенной перенастройки при изменении состава, pH и температуры исходной воды
- Помимо механических и коллоидных примесей задерживает также вирусы и микроорганизмы, в т.ч., устойчивые к воздействию хлора (спорообразующие, водоросли и т.п.)
- Как правило, не требует подогрева в зимнее время (в отличие от традиционного процесса коагуляции / отстаивания / фильтрации)
- Более низкий расход воды на собственные нужды (на обратную промывку) по сравнению со скорыми напорными фильтрами, особенно при обработке вод с высокой мутностью
- Более низкий расход коагулянта по сравнению с контактной коагуляцией
- Низкий расход электроэнергии (не более 0,2 кВт/м³ очищенной воды)
- УФ установки имеют существенно более компактные размеры по сравнению со скорыми напорными фильтрами той же производительности (позволяет сэкономить на строительстве помещения под систему водоподготовки)

ОБРАТНЫЙ ОСМОС И НАНОФИЛЬТРАЦИЯ



Мембранные обратноосмотические / нанофилтрационные системы предназначены для глубокой или частичной очистки вод хозяйственно-бытового и питьевого назначения, подземных вод (в т.ч. солоноватых), сточных вод практически от всех содержащихся в них веществ, в т.ч. истинно растворенных соединений (растворенные соли, органические вещества, микроорганизмы, микроколлоидные примеси).

В зависимости от области применения и требуемого качества очищенной воды системы могут оснащаться нанофилтрационными элементами, низконапорными или высокоселективными обратноосмотическими мембранными элементами, элементами для опреснения морской воды, специальными модифицированными элементами, более стойкими к возникновению отложений (Low Fouling Technology).

В зависимости от задачи, в ряде случаев оптимальным решением может являться организация нескольких ступеней мембранных обратноосмотических / нанофилтрационных систем по пермеату и / или по концентрату.



ОБРАТНЫЙ ОСМОС И НАНОФИЛЬТРАЦИЯ

- Позволяют одновременно (на одной установке) удалять из воды широкий спектр примесей различной природы;

- Гарантированно обеспечивается высокая степень очистки от большинства присутствующих в воде примесей (60-99,5%);

- Экологически чистая технология деминерализации воды и удаления растворенных минеральных примесей (с минимальным потреблением реагентов);

- Экономически оправданная альтернатива ионообменному умягчению и деминерализации воды;

- Физическое разделение зон «чистой» и «загрязненной» воды дает неоспоримое преимущество для применения мембранных технологий в медицине, пищевой и фармацевтической промышленности, биотехнологии, микроэлектронике;

- Модульное исполнение позволяет гибко проектировать и создавать системы широкого спектра производительности с оптимизированным гидравлическим дизайном;

- Возможность создания комбинированных систем (несколько стадий и различных процессов) на единой базе;

- Высокая степень автоматизации оборудования, обеспечивающая длительную корректную и безаварийную эксплуатацию.

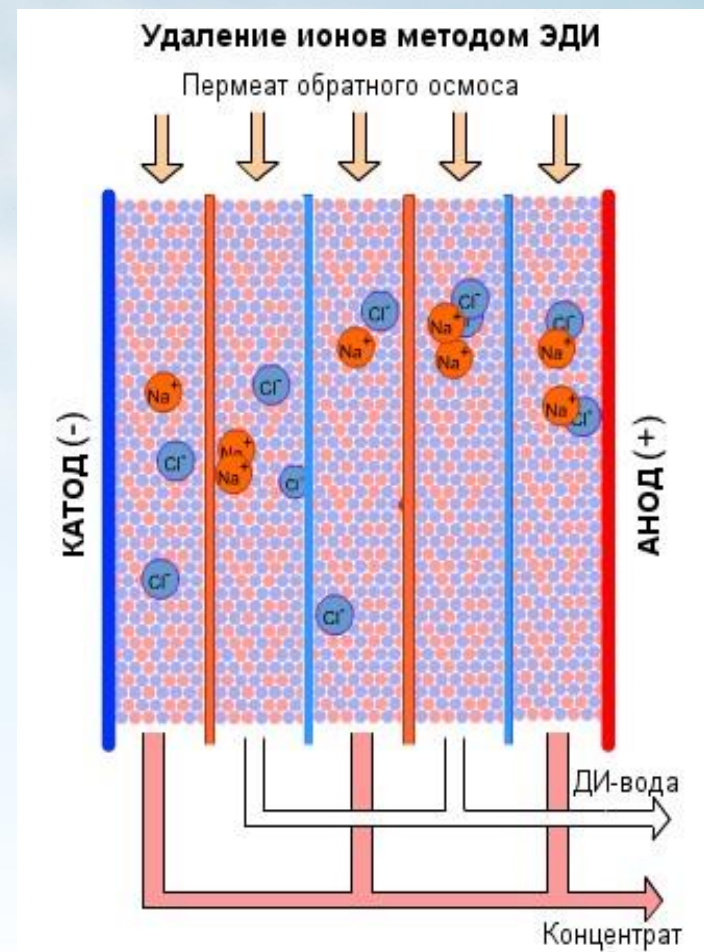
ЭЛЕКТРОДЕИОНИЗАЦИЯ

Системы электродеионизации воды (ЭДИ) предназначены для глубокого финишного обессоливания предварительно деминерализованной воды (пермеата обратного осмоса) с низким содержанием солей (не более 20 мг/л).

Системы ЭДИ гарантированно обеспечивают стабильно высокое удельное сопротивление очищенной деионизованной воды (10,0 — 17,5 МОм*см при 25 °С), а также высокую степень очистки от окиси кремния и соединений бора.

Технология ЭДИ основана на непрерывном процессе, в котором задействованы ионообменные мембраны, ионообменные смолы и постоянный электрический ток. Разность электрических потенциалов является движущей силой процесса, при этом также происходит постоянная регенерация слоя ионообменных смол в камерах.

Основой данных систем являются **ЭДИ-модули**, которые содержат два различных функциональных типа камер, образующих отдельную ячейку (таких ячеек в модуле может быть от 4-х до 45-ти). Камеры чистой воды ("дилюата"), как и камеры "концентрата", заполнены смесью ионообменных смол и расположены в чередующемся порядке, разделенные катион- и анионселективными мембранами.



ЭЛЕКТРОДЕИОНИЗАЦИЯ



■ Не требует реагентов для регенерации

ЭДИ-системы не требуют реагентов (кислот или щелочей) для регенерации, что означает экономичную и безопасную эксплуатацию и отсутствие опасных агрессивных стоков и оборудования для их нейтрализации;

■ Стабильно высокое качество сверхчистой воды

Благодаря непрерывной регенерации под воздействием электрического тока ионообменная смола никогда не истощается. Поэтому качество очищенной воды остается постоянным в течение многих месяцев, без необходимости отключения оборудования на обслуживание;

■ Низкие эксплуатационные затраты

ЭДИ-системы способны работать в непрерывном режиме с относительно низким энергопотреблением без частых остановок на обслуживание;

■ Актуальность всех основных преимуществ мембранных методов

(высокая степень автоматизации, модульность исполнения, возможность создания комбинированных систем на единой базе).



МЕМБРАННАЯ ДЕГАЗАЦИЯ

Системы мембранной дегазации предназначены для снижения содержания в воде практически всех растворенных газов — кислорода, углекислого газа, азота, метана, сероводорода, радона и т.д.).

Основой систем мембранной дегазации служат мембранные контакторы — специализированные мембранные модули с гидрофобными полыми волокнами. Внутри самих мембранных волокон в контакторе находится газовая фаза, а снаружи волокон подается жидкость (дегазируемая вода). За счет гидрофобности мембран волокна остаются непроницаемы для воды, в то время как за счет создания разности парциальных давлений растворенных в воде газов последние диффундируют через мембрану в газовую фазу.

В зависимости от конкретной задачи (качество исходной воды, необходимый расход воды, глубина дегазации, наличие и стоимость энергоносителей на объекте, наличие и стоимость инертных газов и т.д.) возможны различные варианты организации процесса дегазации:

- с прокачкой газа-носителя через контактор (воздуха или азота);
- с созданием вакуума внутри полых волокон мембранных контакторов;
- комбинированный вариант с созданием вакуума внутри волокон и одновременной прокачкой газа-носителя.





МЕМБРАННАЯ ДЕГАЗАЦИЯ



- Отсутствие прямого контакта фаз (газовой и жидкостной) и связанных с этим проблем смешения и необходимости дальнейшего разделения фаз, отсутствие проблем уноса одной фазы с другой, проблем загрязнения одной фазы другой;
- Компактность аппаратного оформления наряду с модульностью исполнения придает гибкость и вариативность при оптимизации схем дегазации (последовательное и параллельное соединение модулей как по воде, так и по газовой фазе, создание комбинированных схем). Кроме того, это обеспечивает легкость реконструкции и модернизации существующего оборудования;
- Низкие эксплуатационные затраты - отсутствие затрат на реагенты (по сравнению с химической дегазацией) или затрат на нагрев жидкости (по сравнению с термической деаэрацией).

МЕМБРАННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОЧИСТКЕ ВОДЫ И ВОДОПОДГОТОВКЕ



■ уже сегодня имеют свою обширную технологическую нишу и успешно конкурируют с традиционными процессами водоподготовки;

■ имеют колоссальный потенциал развития и перспективу замены значительной части традиционных технологий очистки;

■ существенно расширяют арсенал современного инженера-технолога, занимающегося проблемами водоподготовки, что позволяет создавать оптимизированные, в т.ч. комбинированные системы очистки с применением как мембранных, так и традиционных технологий очистки воды.

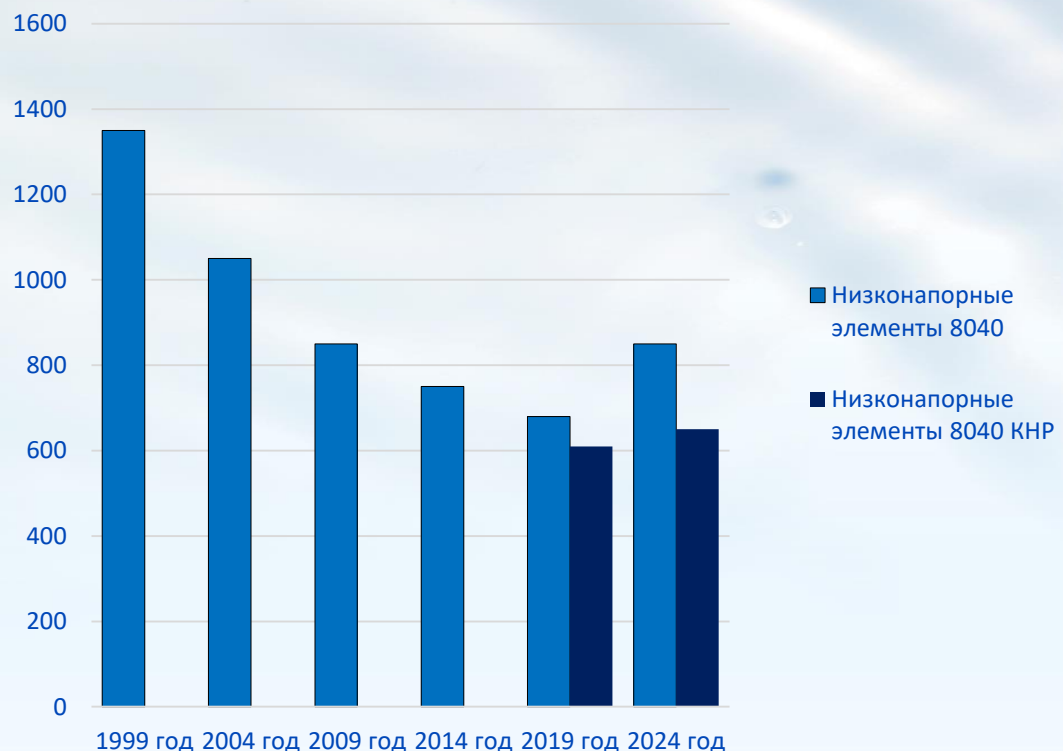


АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ МЕТОДЫ УМЯГЧЕНИЯ ВОДЫ

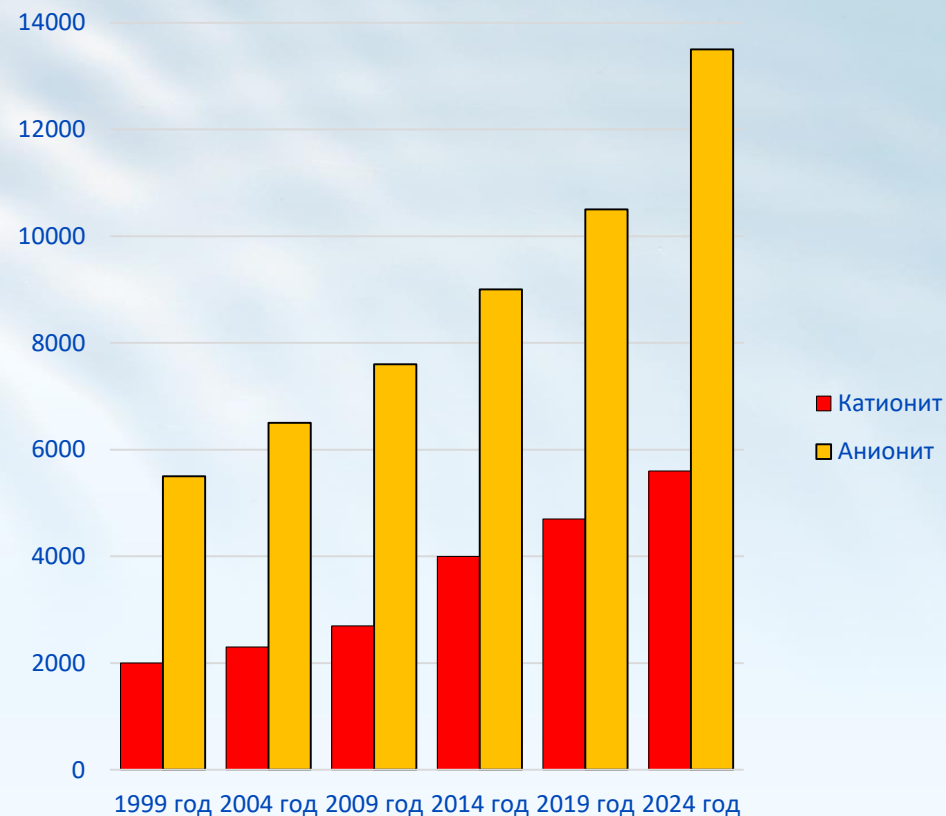


КРИТЕРИИ СРАВНЕНИЯ	ИОННЫЙ ОБМЕН	ОБРАТНЫЙ ОСМОС И НАНОФИЛЬТРАЦИЯ
УДАЛЯЕМЫЕ ПРИМЕСИ	ТОЛЬКО СОЛИ ЖЕСТКОСТИ И ДРУГИЕ МНОВОВАЛЕНТНЫЕ КАТИОНЫ	ШИРОКИЙ СПЕКТР РАСТВОРЕННЫХ В ВОДЕ ОРГАНИЧЕСКИХ И НЕОРГАНИЧЕСКИХ ПРИМЕСЕЙ
РАСХОДЫ РЕАГЕНТОВ	ВЫСОКИЕ (РАСХОДЫ НА РЕГЕНЕРАЦИЮ ПРЯМОПРОПОРЦИОНАЛЬНЫ ЖЕСТКОСТИ ВОДЫ)	МИНИМАЛЬНЫЕ, НЕ ПРЯМОПРОПОРЦИОНАЛЬНЫ СОСТАВУ ИСХОДНОЙ ВОДЫ
ЭКОЛОГИЧНОСТЬ МЕТОДА	НИЗКАЯ, НАЛИЧИЕ ВЫСОКОМИНЕРАЛИЗОВАННЫХ СТОКОВ	ВЫСОКАЯ, В СТОКАХ ПРАКТИЧЕСКИ ОТСУТСТВУЮТ «ПРИВНЕСЕННЫЕ ПРИМЕСИ»
ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ЗАТРАТЫ	ВЫСОКИЕ, ПРЯМОПРОПОРЦИОНАЛЬНЫ ЖЕСТКОСТИ ИСХОДНОЙ ВОДЫ; ОСНОВНАЯ СТАТЬЯ ЗАТРАТ - РЕАГЕНТЫ	ОТНОСИТЕЛЬНО НЕВЫСОКИЕ, НАПРЯМУЮ НЕ ПРОПОРЦИОНАЛЬНЫ ЖЕСТКОСТИ ВОДЫ; ОСНОВНАЯ СТАТЬЯ ЗАТРАТ - ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЯ
КАПИТАЛЬНЫЕ ЗАТРАТЫ	ОТНОСИТЕЛЬНО НЕВЫСОКИЕ, ПРЯМО ПРОПОРЦИОНАЛЬНЫ ЖЕСТКОСТИ ВОДЫ	ОТНОСИТЕЛЬНО ВЫСОКИЕ, НАПРЯМУЮ НЕ ПРОПОРЦИОНАЛЬНЫ ЖЕСТКОСТИ ВОДЫ
ОСОБЕННОСТИ АППАРАТУРНОГО ОФОРМЛЕНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ОБОРУДОВАНИЯ	ПРОСТОТА КОНСТРУКЦИИ, ЛЕГКОСТЬ ЭКСПЛУАТАЦИИ И ОБСЛУЖИВАНИЯ, МЕНЬШИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОЧИСТКЕ	ВЫСОКАЯ НАДЕЖНОСТЬ И МЕНЬШИЙ РИСК ВОЗНИКНОВЕНИЯ «ПРОСКОКА», БОЛЕЕ ВЫСОКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К КАЧЕСТВУ ПРЕДОЧИСТКИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ

Тенденции изменения цен на расходные материалы конкурирующих технологий



Динамика изменения розничных цен на низконапорные обратноосмотические элементы 8040, USD/шт.



Динамика изменения розничных цен на ионообменные смолы, USD/м³

Пример оценки основных эксплуатационных затрат ($Q = 10 \text{ м}^3/\text{час}$; $200 \text{ м}^3/\text{сут}$; Ж исх. воды $\sim 7,0 \text{ мг-экв/л}$)



КРИТЕРИИ СРАВНЕНИЯ	ИОННЫЙ ОБМЕН	ОБРАТНЫЙ ОСМОС И НАНОФИЛЬТРАЦИЯ
ПРЯМЫЕ ЗАТРАТЫ НА РЕАГЕНТЫ, РУБ/М ³ ОЧИЩЕННОЙ ВОДЫ	25,0-45,0 (8,0-14,0)*	2,0-5,0
КОСВЕННЫЕ (НЕПРЯМЫЕ) ЗАТРАТЫ НА РЕАГЕНТЫ, РУБ/М ³ ОЧИЩЕННОЙ ВОДЫ	-	0,5-1,5
ЗАТРАТЫ НА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЮ, РУБ/М ³ ОЧИЩЕННОЙ ВОДЫ	0,30-0,35	3,0-5,5
ЗАТРАТЫ НА СМЕННЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ (ЗАМЕНА КАРТРИДЖЕЙ, МЕМБРАН, ИОНООБМЕННЫХ СМОЛ), РУБ/М ³ ОЧИЩЕННОЙ ВОДЫ	1,8-2,7	2,2-4,5
АМОРТИЗАЦИЯ ОСНОВНОГО ОБОРУДОВАНИЯ, РУБ/М ³ ОЧИЩЕННОЙ ВОДЫ	1,6-2,5	2,8-4,0
ПЛАТА ЗА СБРОСЫ СТОЧНЫХ ВОД В ПЕРЕСЧЕТЕ НА 1 М ³ ОЧИЩЕННОЙ ВОДЫ, РУБ/М ³	???	???
ИТОГО, УДЕЛЬНЫЕ ЗАТРАТЫ НА ОЧИСТКУ, РУБ/М ³ ОЧИЩЕННОЙ ВОДЫ	от 28,7 (от 11,7)*	от 10,5

* без скобок приведены значения при работе ионообменного умягчителя на таблетированной соли, в скобках - на технической соли.

Пример оценки основных эксплуатационных затрат

($Q = 10 \text{ м}^3/\text{час}$; $200 \text{ м}^3/\text{сут}$; Ж исх. воды $\sim 7,0 \text{ мг-экв/л}$)



На величину платы за сбросы сточных вод влияют:

- ✓ ОБЪЕМ ОБРАЗУЮЩИХСЯ СТОКОВ
- ✓ КОНЦЕНТРАЦИЯ И ПЕРЕЧЕНЬ ПРИМЕСЕЙ, ПРИСУТСТВУЮЩИХ В ОБРАЗУЮЩИХСЯ СТОКАХ
- ✓ КУДА ОСУЩЕСТВЛЯЕТСЯ ОТВОД (СБРОС) СТОЧНЫХ ВОД ОТ УСТАНОВКИ ВОДОПОДГОТОВКИ
- ✓ НАЛИЧИЕ ПРЕВЫШЕНИЙ ПДК (ПДС) ПО НОРМИРУЕМЫМ ПОКАЗАТЕЛЯМ В СТОКАХ
- ✓ ВОЗМОЖНОСТИ РАЗБАВЛЕНИЯ ОБРАЗУЮЩЕГОСЯ СТОКА ПРОЧИМИ СТОКАМИ ПРЕДПРИЯТИЯ
- ✓ НАЛИЧИЕ ЛОКАЛЬНЫХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ / ДОП. ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ УТИЛИЗАЦИИ И ДООЧИСТКИ СТОКОВ



Пример оценки основных эксплуатационных затрат ($Q = 10 \text{ м}^3/\text{час}$; $200 \text{ м}^3/\text{сут}$; Ж исх. воды $\sim 7,0 \text{ мг-экв/л}$)



КРИТЕРИИ СРАВНЕНИЯ	ИОННЫЙ ОБМЕН	ОБРАТНЫЙ ОСМОС И НАНОФИЛЬТРАЦИЯ
ОБЪЕМ СТОЧНЫХ ВОД, $\text{м}^3 / \text{м}^3$ ОЧИЩЕННОЙ ВОДЫ	0,07-0,11	0,25-0,43* (0,10-0,16)
ПРИВНЕСЕННЫЕ ПРИМЕСИ	избыток реагента для регенерации (соль)	ингибитор осадкообразования
МИНЕРАЛИЗАЦИЯ ОБРАЗУЮЩИХСЯ СТОЧНЫХ ВОД, г/л СТОЧНОЙ ВОДЫ (при минерализации исходной воды $\sim 0,7 \text{ г/л}$)	до 10-15	до 2,4-3,5* (до 5,0-7,7)
СОДЕРЖАНИЕ ХЛОРИДОВ В ОБРАЗУЮЩИХСЯ СТОЧНЫХ ВОДАХ, г/л СТОЧНОЙ ВОДЫ	до 5,0-9,0	зависит от содержания хлоридов в исх. воде

* без скобок приведены усредненные значения удельного объема образующихся сточных вод при работе мембранного оборудования без доп. мероприятий по «дожиму» концентрата; в скобках – с учетом «дожима» концентрата на доп. ступени обратного осмоса..

В большинстве случаев, сточные воды от ионообменных умягчителей не допускают «прямого» сброса без предварительного разбавления или доп. обработки из-за превышения ПДК по содержанию солей, в первую очередь по содержанию хлоридов.



АКВАНТУМ

инженерия чистой воды

РЕЗУЛЬТАТЫ СОПОСТАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ НА РАССМАТРИВАЕМОМ ПРИМЕРЕ

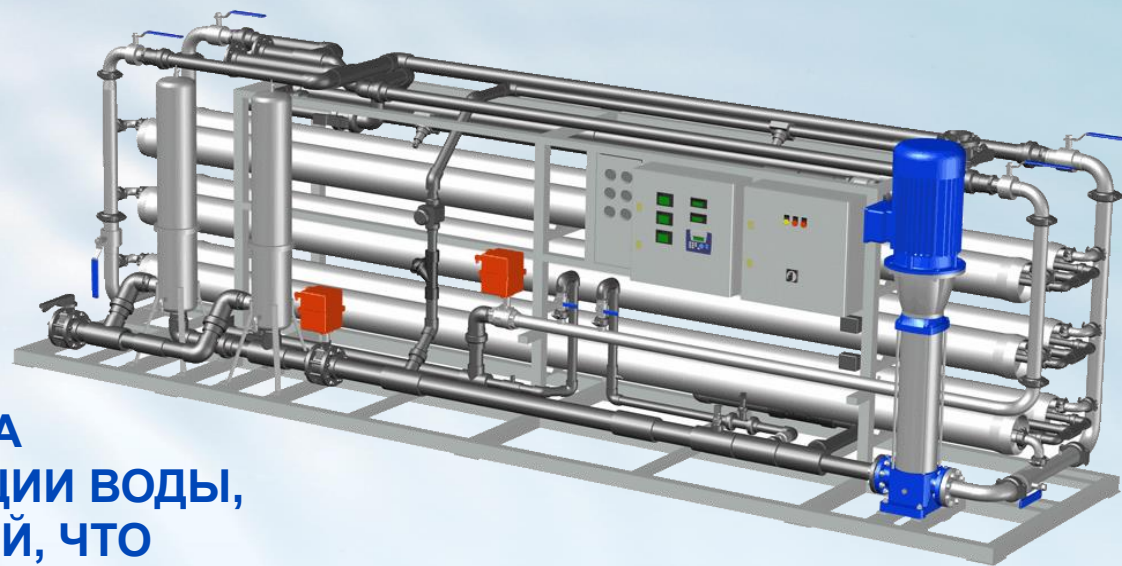
- ✓ **МЕМБРАННЫЕ МЕТОДЫ УМЯГЧЕНИЯ ВОДЫ ИМЕЮТ БОЛЕЕ НИЗКИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ЗАТРАТЫ, ДАЖЕ БЕЗ УЧЕТА ПЛАТЫ ЗА СБРОСЫ ВЫСОКОМИНЕРАЛИЗОВАННЫХ СТОКОВ**
- ✓ **ПРЕДЕЛ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ИОННОГО ОБМЕНА – ЖЕСТКОСТЬ ИСХ. ВОДЫ НЕ БОЛЕЕ 1,8-2,5 МГ-ЭКВ/Л (В ЗАВИСИМОСТИ ОТ АКТУАЛЬНОЙ СТОИМОСТИ СОЛИ)***
- ✓ **СРОК ОКУПАЕМОСТИ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ИНВЕСТИЦИЙ НА ЗАКУПКУ БОЛЕЕ ДОРОГОГО МЕМБРАННОГО ОБОРУДОВАНИЯ СОСТАВЛЯЕТ ОТ 2-Х ДО 3-Х ЛЕТ***

* при сравнении с ионообменными установками, работающими на таблетированной соли.

ПРЕИМУЩЕСТВА ПРИМЕНЕНИЯ МЕМБРАННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ УМЯГЧЕНИЯ И ДЕМИНЕРАЛИЗАЦИИ ВОДЫ



- ✓ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЧИСТОТА ТЕХНОЛОГИИ (МИНИМАЛЬНОЕ ПОТРЕБЛЕНИЕ РЕАГЕНТОВ)
- ✓ МИНИМАЛЬНАЯ СЕБЕСТОИМОСТЬ КУБОМЕТРА ОЧИЩЕННОЙ ВОДЫ (ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОБОСНОВАННОСТЬ МЕТОДА)
- ✓ ОДНОВРЕМЕННОЕ УДАЛЕНИЕ ШИРОКОГО СПЕКТРА ЗАГРЯЗНЕНИЙ, СНИЖЕНИЕ ОБЩЕЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ ВОДЫ, ЧАСТИЧНОЕ УДАЛЕНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ ПРИМЕСЕЙ, ЧТО ОБЕСПЕЧИВАЕТ БОЛЕЕ ВЫСОКОЕ КАЧЕСТВО ОЧИЩЕННОЙ ВОДЫ
- ✓ КОСВЕННОЕ ВЛИЯНИЕ НА СНИЖЕНИЕ СУММАРНОГО ВОДО- И ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ (СНИЖЕНИЕ ПРОДУВОК В СИСТЕМАХ ОХЛАЖДЕНИЯ И НА КОТЛОВОМ ОБОРУДОВАНИИ)
- ✓ СНИЖЕНИЕ РИСКОВ ВОЗНИКНОВЕНИЯ «ПРОСКОКОВ» И СВЯЗАННЫХ С ЭТИМ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА ПРОИЗВОДСТВАХ, ИСПОЛЬЗУЮЩИХ ОЧИЩЕННУЮ УМЯГЧЕННУЮ И ДЕМИНЕРАЛИЗОВАННУЮ ВОДУ, В Т.Ч. НА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТАХ И ОБЪЕКТАХ КРИТИЧЕСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ



Компания «Аквантум» предлагает полный спектр услуг по организации современных автоматизированных систем водоподготовки:



- подбор оборудования и разработка технологических схем подготовки и очистки воды в соответствии с действующими нормативами и требованиями Заказчика;
- проведение пилотных испытаний на объектах Заказчика с целью оптимизации технологии очистки воды и технологических параметров работы оборудования;
- проектирование систем водоподготовки любой сложности; помощь в подготовке проектной документации специализированным организациям; техническое и технологическое сопровождение проектов;
- производство высококачественного автоматизированного водоочистного оборудования, в т.ч. оборудования на основе современных мембранных процессов;
- комплексная поставка на объекты; монтажные и пуско-наладочные работы;
- технический аудит с выдачей рекомендаций по модернизации и оптимизации существующих систем водоподготовки;
- технико-экономическое сравнение предлагаемых заказчику альтернативных технологий очистки воды с целью выбора оптимального варианта.

www.aquantum.ru

waterplace

Оптовый склад в центре России

22 января 2026



АКВАНТУМ

инженерия чистой воды



**Контактная информация для обращения
по заинтересовавшим Вас вопросам:**

ООО «Аквантум»

Телефон: +7 (495) 663-30-50

E-mail: info@aquantum.ru

Благодарим за внимание!

