

# Новые процессы и новые материалы в водоподготовке

2013-05-20.

Lőrincz Lajos, Expert  
of ICSTI, Hungary

1

# О чем я хотел бы сегодня говорить...

1. О значимости воды
2. Новые виды мембран
  1. Track Etched Membranes
  2. Аквапорин-содержащие мембраны
3. Наноматериалы в водоподготовке
  1. Фуллерены
  2. Графены
4. F(orward) O(smosis), новый мембранный процесс
5. Некоторые вопросы водоподготовки, связанные с темой моего доклада

# 1. О значимости воды

- Из моей презентации в Каунасе, октябрь 2008 и всех последующих
  - Вода – эта основа жизни и любой человеческой деятельности.
  - Служба разведки ВМФ М16 Великобритании в 2008 г. заявила: в интервале 2015 – 2020 гг. между Индией и Бангладеш развязывается первая в мире война за воду в последствии интенсификации конфликтов из-за уменьшающихся гималайских водных ресурсов. (Home Security News Wire, 13-09-2012)
  - **Необходимо экономить воду, беречь чистоту водоемов!!!**

## 2. Новые виды мембран

### 2.1. Track Etched Membranes

- Получают путем
  - обработкой лучом лазера
  - бомбардировки заряженными частицами с последующей химической обработкой полимерной пленки
- Заранее заданные и практически одинаковые – несколько десятков нм - размеры получаемых пор
- Некоторые области применения:
  - ультрафильтрация
  - выделение определенных видов клеток
  - отделение/удержание частиц заданных размеров
  - регулирование потока жидкости в биосенсорах
  - в Дубне организовано серийное производство ТЕМ

# 2. Новые виды мембран

## 2.2. Аквапорин-содержащие – 1.

- Аквапорины – это интегральные мембранные белки, которые формируют поры в мембранах клеток
- избирательно пропускают молекулы воды, позволяя ей поступать в клетку и покидать ее
- в то же время препятствуют потоку ионов и других растворимых веществ
- Петер Агре в 2003 г получил Нобелевскую премию за открытие аквапоринов

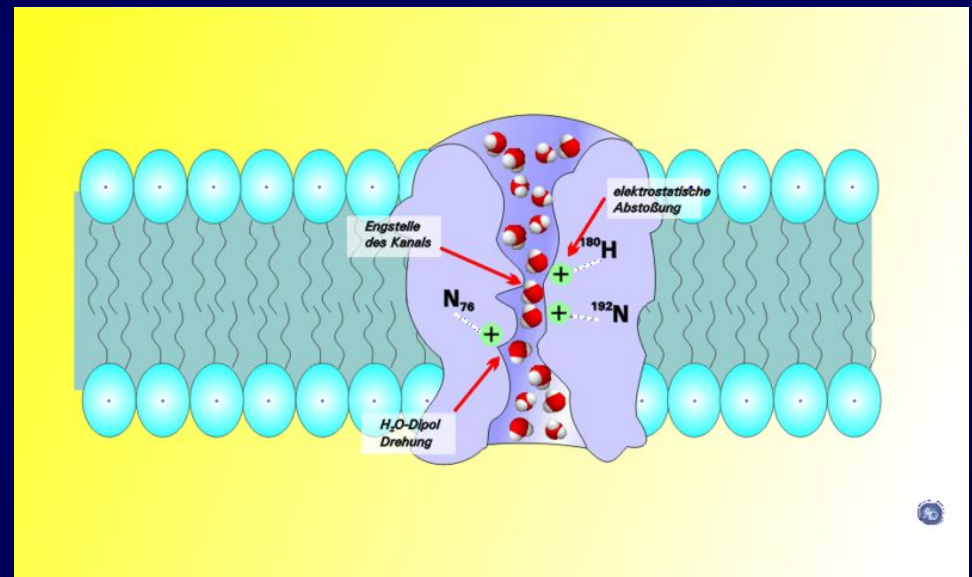
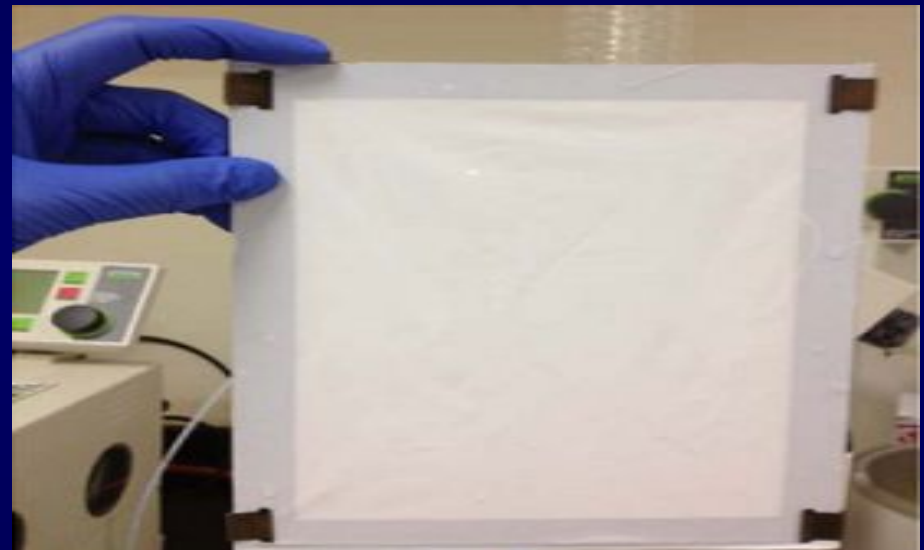


Схема движения воды через селективный аквапорин-канал (взята из Википедии)

## 2. Новые виды мембран

### 2.2. Аквапорин-содержащие – 2.

- Aquaporin Inside – эта PES мембрана, поверхность которой модифицирована аквапоринами, включенными в биоподобный матрикс
- производительность мембраны растет на 40 – (250) % - с 25 на 100 и более л/м<sup>2</sup>/час/бар
- NASA уже проводит испытания АИТ мембран



# 3. Наноматериалы в водоподготовке

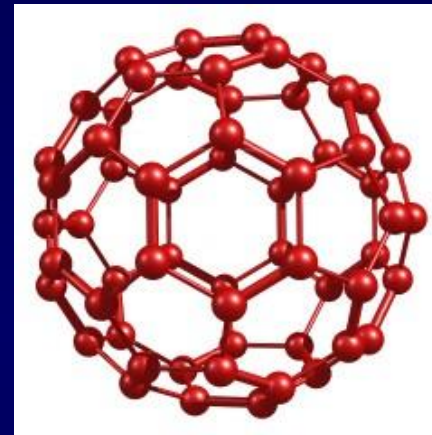
## Замечания автора

- Нано-частицы способны проникнуть в живые клетки, по этой причине представляют огромную опасность для любых живых организмов, включая Homo sapiens на всей планете
  - Они могут попадать и обязательно попадают в сточные воды
  - Они проходят через установку ультрафильтрации – считается Best Applicable Technology в очистке сточных вод и получает все большее распространение - и могли бы прожодить даже через нанофильтры
  - Сегодня на городских установках очистки сточных вод НЕТ ни нанофильтрации, ни осмотических установок, которые бы удаляли наночастицы
- Человек не должен играть с огнем, пока нет эффективных технологий удаления наночастиц из стоков!

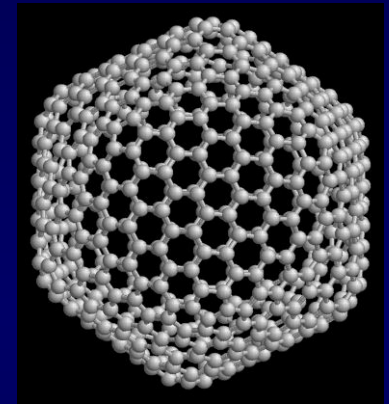
# 3. Наноматериалы в водоподготовке

## 3.1. Фуллерены

- Это молекулярные соединения, аллотропные формы углерода
- Представляют собой выпуклые замкнутые многогранники, составленные из чётного числа трёхкоординированных углеродных атомов
- Нобелевская премия 1996 присуждена Крото, Смолли и Кёрлу за открытие фуллеренов



Фуллерен C<sub>60</sub>  
(из Википедии)



Фуллерен C<sub>540</sub>  
(из Википедии)



## 3. Наноматериалы в водоподготовке

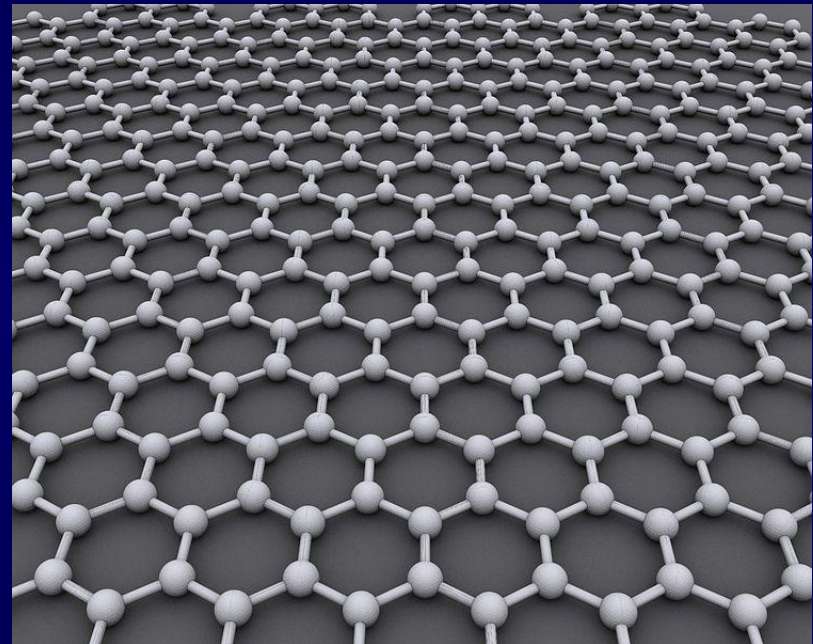
### 3.1. Фуллерены – 2.

- Хорошо адсорбируют органику из воды (о десорбции нет данных)
- Могут быть удалены коагуляцией
- Считают безопасным для человека (одиночные данные)
- Шингит – это природный фуллерен, который начиная с 1990 используется в России в очистке воды (бактерии, нитраты, органика, тяжелые металлы)
  - Залежи в области озера Онега

# 3. Наноматериалы в водоподготовке

## 3.2. Графены -1

- Двумерная аллотропная модификация углерода
- Представляет собой слой атомов С
- Толщина слоя - один атом
- Атомы С соединены в гексагональную двумерную кристаллическую решетку
- Получают при механическом воздействии на высокоориентированный пиролитический графит или действием серной и соляной кислот на графит
- из нанотрубок и т.д.



Графен

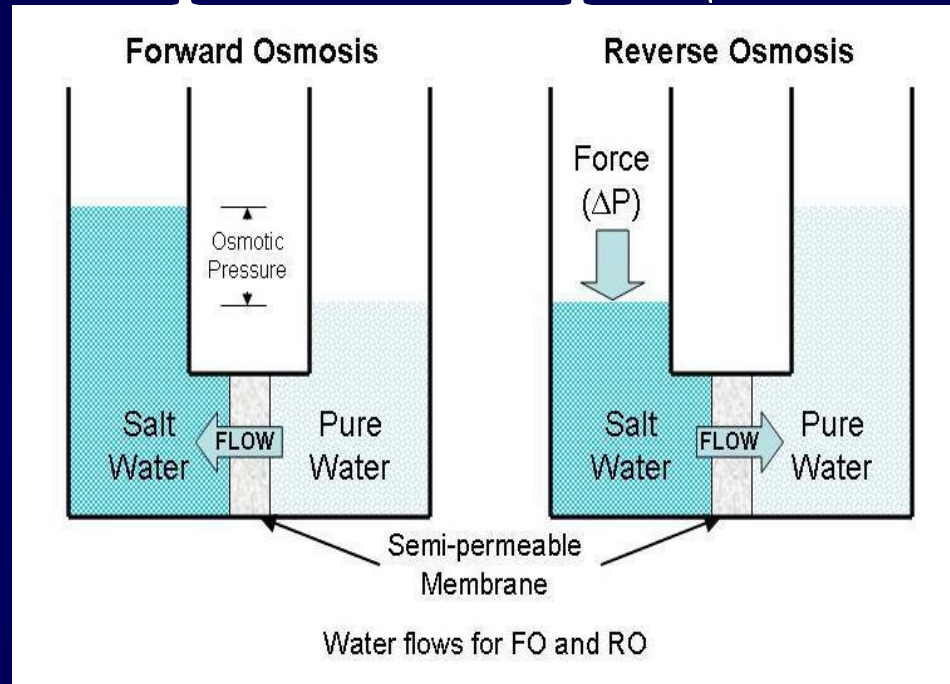
(из Википедии)

# 3. Наноматериалы в водоподготовке

## 3.2. Графены - 2

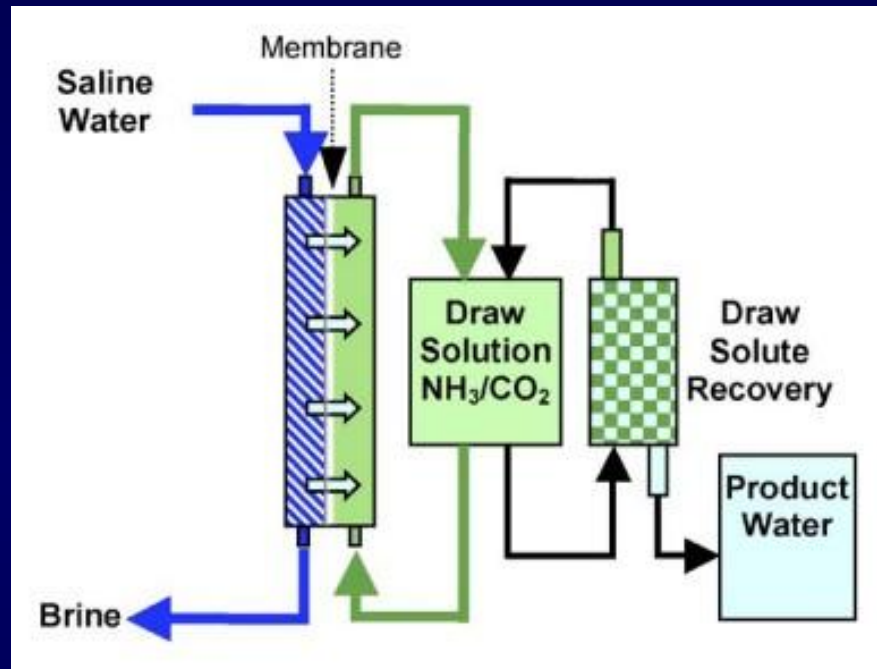
- Истинно плоский кристалл обладающий
  - большой механической жесткостью
  - очень высокой теплопроводностью
  - самой высокой подвижностью носителей зарядов среди известных материалов
- Возможное применение:
  - Perforene RO membrane (Lockheed-Martin patented)
  - возможна коммерциализация
    - возможно изменить, регулировать размер пор
  - Дистилляция этанола при комнатной температуре
    - биоэтанол
  - Транзисторы, конденсаторы, IC, нанокomпьютер, и т.д.
  - и многое другое

## 4. F(orward) O(smosis), новый мембранный процесс - 1



- Вода притягивается через мембрану, чтобы снизить осмотическое давление draft solution, солевого раствора с высоким осмотическим давлением
- внешнее давление отсутствует
- более простые примемы предочистки

## 4. FO, новый мембранный процесс - 2



- Чистая вода получается путем концентрирования – восстановления осмотического давления draft solution
  - термическая обработка
  - - обратный осмос
  - и т.д.

# Thank You for Your Attention

- My Hungarian colleges and me are opened
    - for discussions
    - for technical and
    - commercial co-operation
  - ready to work out a feasibility study and
  - to supply the WTP
- 
- Author and Contact person
    - Mr Lajos LŐRINCZ
      - Phone:
      - + 7 985 773 39 14
      - Fax:
      - + 7 495 236 53 32
      - E-mail
      - lorincz@co.ru

**ICSTI**

*International Centre for  
Scientific and Technical  
Information*

**Lajos LŐRINCZ**  
Expert

21-B, Kuusinen str.,  
Moscow, 125252, Russia  
www.icsti.su

Phone: + 7 985 773 39 14  
Fax: +7 499 236 53 32  
e-mail: lorincz@co.ru



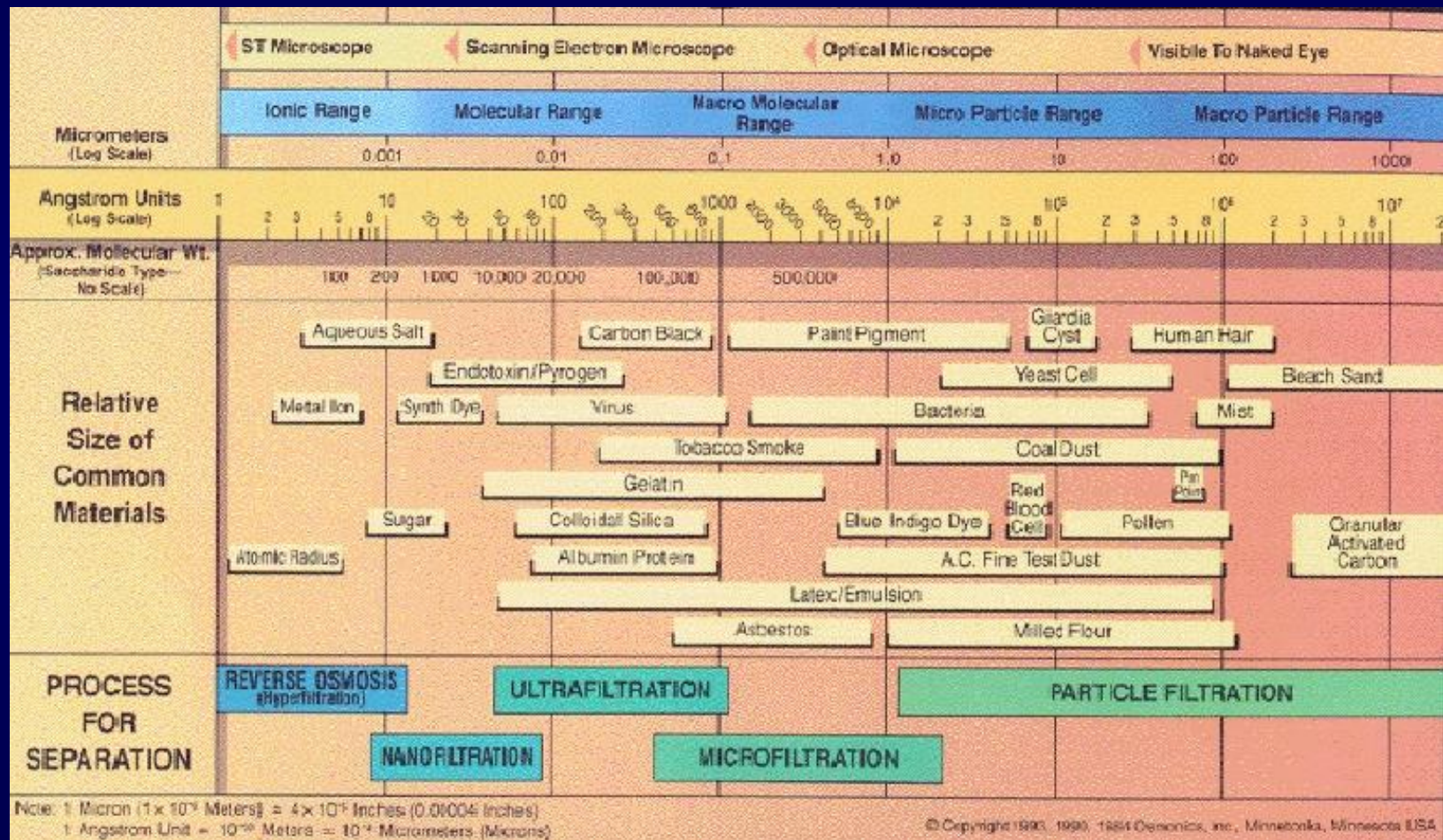
**Lajos Lorincz**  
M. Sc. Chemical Engineer  
Industrial Engineer  
technical expert

Purolite International Ltd  
Moscow, 113093  
Lyusinovskaya street, 36, 6th floor

telephon: +7 (495) 363-50-56  
fax: +7 (495) 564-81-21  
telephon (home): +7 (495) 236-53-32  
mobile +7 (985) 773-39-14  
e-mail: lorincz@purolite.ru  
lorincz@co.ru

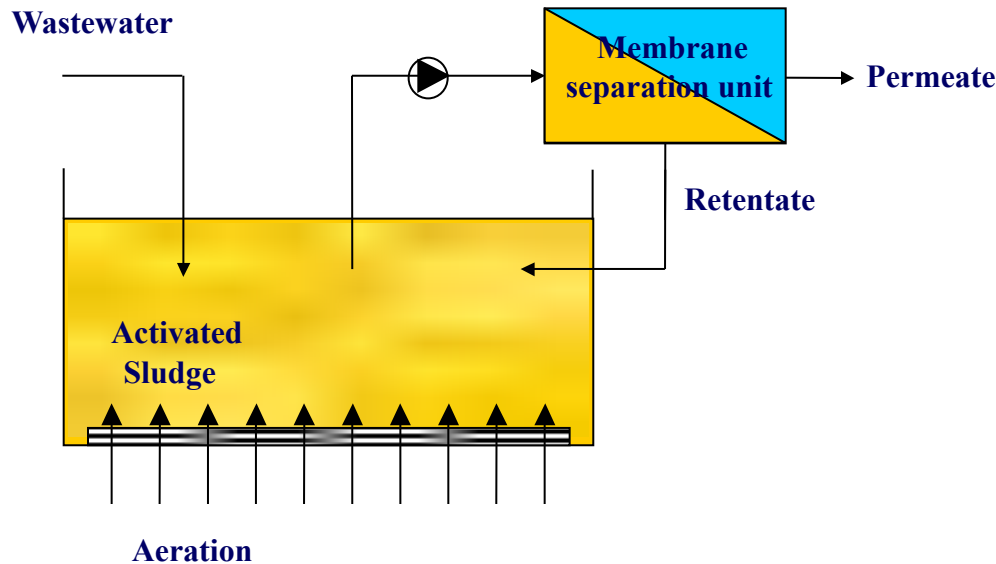


# Области применения процессов фильтрации

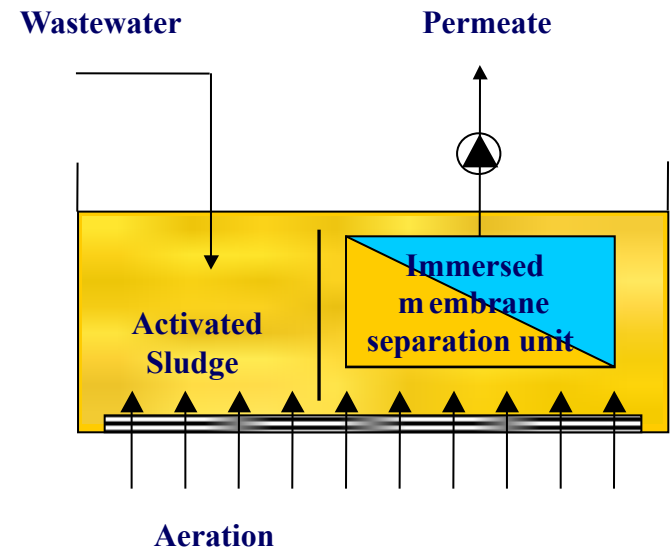


# Membrane bioreactors (MBRs) for wastewater treatments

## Recirculated or external MBR



## Integrated or submerged MBR (sMBR)



**SMBRs are today considered as a BAT (Best Available Technology) (Enrico Drioli, Italy)**



# Источники органики

- Они содержатся, в первую очередь, в поверхностных водах (реки, озера)
- Продукты вегетации (tannic and fulvic acids)
- Промышленные отходы
- Бытовые отходы
- Отходы животного происхождения
- и т.д.

# Удаление органики из воды

- Ионообменные смолы адсорбируют органику и частично удаляют их путем ионного обмена
  - Слабоосновные аниониты удаляют 40-70%
  - Сильноосновные стирольные аниониты удаляют 20-90%
  - Сильноосновные сакриловые аниониты удаляют 50-90%
  - Активированный уголь после 4 недели работы удаляет < 20%
  - Для питьевой воды можно использовать: PUROLITE TANEX
- Мембраны, в первую очередь, RO

# Обессоливание

- Вырабатывается вода с удельной электропроводимостью  $0,5 - 2,0 \mu\text{S}/\text{cm}$  для паровых котлов высокого давления (100 – 140 bar)
  - Ионный обмен с прямоточной регенерацией
    - Вода на собственные нужды около 35 %
  - Ионный обмен с противоточной регенерацией
    - Вода на собственные нужды около 3 - 6 %
  - Reverse osmosis (RO)
    - Вода на собственные нужды 20 - 30 % в зависимости от recovery
    - Рабочее давление: 5 – 15 – 100 бар
  - Будущее: Forward or Direct osmosis (FO, DO)
    - Нет внешнего давления
    - DM воду получают из комбинированной FO/RO установки

# Обессоливание

Вырабатывается вода с удельной электропроводимостью 0,5 – 2,0  $\mu\text{S}/\text{cm}$  для паровых котлов высокого давления (100 – 140 bar)

- Химические процессы

- Ионный обмен с прямоточной регенерацией
  - Вода на собственные нужды около 35 %
- Ионный обмен с противоточной регенерацией
  - Вода на собственные нужды около 3 - 6 %

- Физические процессы

- Reverse osmosis (RO)
  - Вода на собственные нужды 20 - 30 % в зависимости от recovery
  - Рабочее давление: 5 – 15 – 100 бар
- Будущее: Forward or Direct osmosis (FO, DO)
  - Нет внешнего давления
  - DM воду получают из комбинированной FO/RO установки

# Почему принято считать мембранные процессы чистыми (безреагентными)?

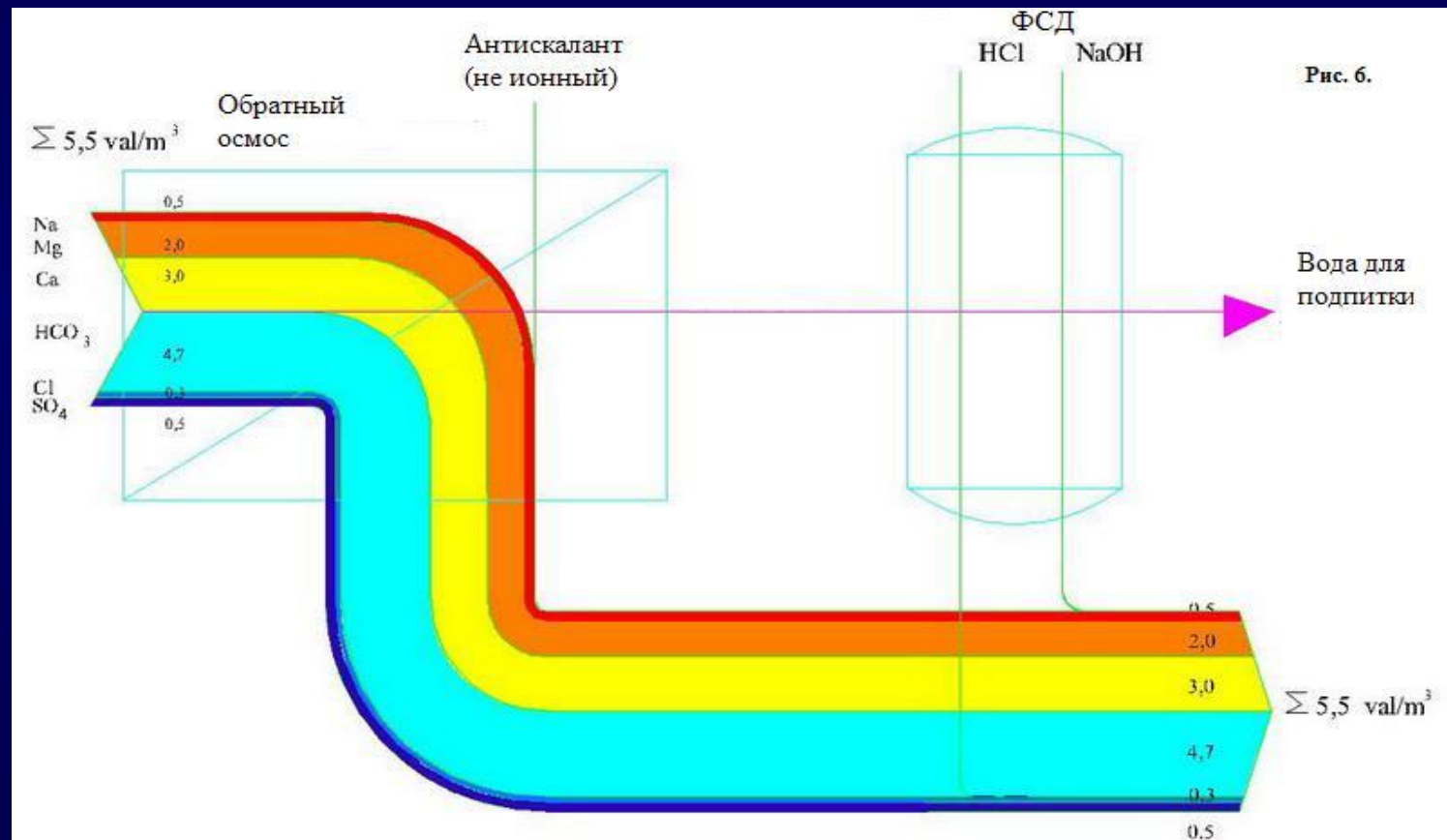


Рис. 6.