

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК

ИНСТИТУТ НЕФТЕХИМИЧЕСКОГО СИНТЕЗА им. А.В.Топчиева

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
Российской Федерации

**ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ**

# **МЕМБРАНЫ-2004**

**4-8 октября 2004 г.**

**Программа · Тезисы докладов**



**Москва**

**СОВРЕМЕННЫЕ КОНКУРЕНТНОСПОСОБНЫЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ  
КОМПОЗИТНЫЕ НАНОФИЛЬТРАЦИОННЫЕ МЕМБРАНЫ,  
ЭЛЕМЕНТЫ И УСТАНОВКИ НА ИХ ОСНОВЕ ДЛЯ  
ВОДОПОДГОТОВКИ**

***В.Г. Дзюбенко, А.И.Бон, В.П. Дубяга, А.А. Поворов***

ЗАО НТЦ «Владипор», ЗАО «Мембранные технологии и оборудование», Владимир, Россия

С целью решения проблем получения высококачественной питьевой воды из различных источников, очистки сточных вод и выделения органических веществ из водных растворов в ЗАО НТЦ «Владипор» разработаны на основе различных полимеров высокоэффективные композитные нанофильтрационные мембранные и рулонные фильтрующие элементы, которые применяются в течение уже длительного времени в соответствующих установках, выпускаемых ЗАО «Мембранные технологии и оборудование».

Выбор метода межфазной поликонденсации для синтеза барьерного слоя позволил раздельно оптимизировать процессы получения поддерживающей (микропористой) основы и ультратонкой пленки, обеспечивающей селективные свойства мембран.

Организация опытно-промышленного производства отечественных нанофильтрационных мембранных, не уступающих, а по ряду показателей (химстойкость, стойкость к окислителям) и превосходящих зарубежные аналоги позволила создать на их базе установки для получения питьевой воды, физиологически полноценной по солевому составу для организма человека, в частности, по общей минерализации ( $150 - 250 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$ ) и жесткости ( $2 - 3 \text{ мгэкв} \cdot \text{л}^{-1}$ ).

Поскольку потребителем чистой воды может быть и отдельная семья, и целый завод, нами были разработаны пятнадцать различных типоразмеров рулонных фильтрующих элементов, отличающихся конструкцией, комплектующими, габаритными размерами и, соответственно, своими характеристиками. Большинство выпускаемых нашим предприятием элементов унифицированы по присоединительным размерам с зарубежными аналогами, что позволяет использовать их при замене отработавших свой ресурс элементов фирм Osmonics, Hydranautics, Dow, Saehan и т.д.

Эффективность применения отечественных нанофильтрационных мембранных и элементов демонстрируется все возрастающим их применением в установках по очистке водных сред в ликеро-водочной, пиво-безалкогольной, пищевой промышленности и производстве питьевой воды высшей категории качества.

## НОВЫЙ МЕТОД ПРЕДПОДГОТОВКИ ВОДЫ ДЛЯ ОБРАТНООСМОТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК В ЭНЕРГЕТИКЕ

*В.Г.Дзюбенко, А.И.Бон, Н.И.Солодихин, В.П.Дубяга*

ООО НПП «Аквапор», ЗАО НТЦ «Владипор», Владимир

Надежность и стабильность работы обратноосмотических установок по получению, в частности, питающей воды котлов высокого давления в энергетике во многом зависят от качества предподготовки воды перед стадией обратного осмоса. Классическая схема включает в себя наряду с осадочными фильтрами, химической обработкой и другими методами применение глубинных или мембранных фильтров (картриджей) с рейтингом задержания 5-10 мкм. Недостатком данной схемы является ее большая стоимость, высокие эксплуатационные затраты, сложность автоматизации.

В последние годы в мировой практике все большее распространение приобретают интегральные мембранные системы (IMS), в которых предподготовка воды полностью осуществляется на мембранных микро- или ультрафильтрационных элементах (фирмы Hydranautics, Norit, Pall, Degremont).

С целью обеспечения возможности эксплуатации отечественных материалов в IMS разработана конструкция ультра-микрофильтрационного рулонного фильтрующего элемента и технология его применения для указанных целей. При этом степень использования очищаемой воды достигает 95%, ресурс работы фильтрующего элемента по сравнению с классическим картриджным фильтром возрастает, как минимум, на порядок.

Эти показатели достигаются за счет эффективных периодических циклических регенераций фильтрующего элемента обратноточной промывкой по линии фильтрата с последующей прямоточной промывкой водо-воздушной смесью. При этом «рабочий» цикл элемента составляет 20 – 60 минут, а цикл регенерации занимает от 30 до 90 секунд. Регенерация элемента не требует применения химических моющих средств.

Замена классической схемы предочистки на предлагаемую позволяет исключить использование химических реагентов, автоматизировать процесс, снизить капитальные и эксплуатационные затраты, повысить качество подаваемой на обратноосмотический модуль воды, повысить ресурс работы обратноосмотических элементов.

Разработанная технология позволяет также эффективно решать проблемы фильтрации во всех областях, где требуется удаление взвешенных и коллоидных частиц.

## НИЗКОНАПОРНЫЕ МЕМБРАНЫ НА ОСНОВЕ СМЕШАННЫХ СЛОЖНЫХ ЭФИРОВ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ

***И.И.Шишова, Л.В.Миронова, Н.К.Пятакина, В.Г.Дзюбенко, В.П.Дубяга,  
А.И. Коваленко***

ЗАО НТИ «Владипор», Владимир

До недавнего времени в системах водоподготовки в производстве высококачественных ликероводочных изделий использовались установки, элементы и мембранны отечественного производства только высокого давления.

В результате обобщения отечественного и зарубежного опыта длительной эксплуатации установок водоподготовки, появилась необходимость использования отечественных энергосберегающих мембран (композитных), а также разработка обратноосмотических мембран низкого давления на основе смешанных сложных эфиров целлюлозы.

Разработанные низконапорные мембранны на основе ацетофталата и ацетобензоата целлюлозы отличаются высокой антибактериальной стойкостью, обладают повышенной гидрофильностью мембранный поверхности, слабым поверхностным зарядом, что способствует низкому уровню загрязнения, стабильной селективности по хлоридам, солям тяжелых металлов, растворимой органике в процессе их эксплуатации.

Полученные мембранны имеют очень хорошую производительность (70 л/м<sup>2</sup> час при 15 атм, 25°C) и селективность по хлориду натрия более 95%.

Преимуществом мембранны на основе сложных смешанных эфиров целлюлозы является также их высокая устойчивость к активному хлору (не менее 5 ppm), что позволяет использовать их в установках по получению воды высокого качества без предварительного дехлорирования исходного потока.

## НАНОФИЛЬТРАЦИОННЫЕ МЕМБРАНЫ НА ОСНОВЕ МОДИФИЦИРОВАННОГО АЦЕТАТА ЦЕЛЛЮЛОЗЫ

**И.И.Шишова, Л.В.Миронова, В.Г.Дзюбенко, Н.К.Пятакина, В.П.Дубяга,  
А.И. Коваленко**

ЗАО НТИ «Владипор», Владимир

В результате многолетнего использования ацетилцеллюлозных мембран в процессах водоподготовки были отмечены как их бесспорные преимущества, так и существенные недостатки.

Разработанные новые нанофильтрационные мембранны сохраняют преимущества ацетилцеллюлозных мембран, обладающих высокой гидрофильностью мембранный поверхности и высокой устойчивостью к активному хлору, а также, благодаря модификации фталевым ангидридом, мембранны на основе ацетофталата целлюлозы обладают пониженным сорбционным потенциалом и повышенной антимикробной устойчивостью, что способствует длительной стабильной эксплуатации мембран в процессах очистки воды.

С целью получения физиологически полноценной высококачественной питьевой воды, получаемой из различных природных источников, разработанные нанофильтрационные мембранны на основе ацетофталата целлюлозы имеют прогнозируемую селективность от 30 до 70% (по хлориду натрия) и высокую производительность до 200 л/м<sup>2</sup>час (при давлении 15 атм, 25°C).

Мембранны подвергались длительным ресурсным испытаниям (> 1 года) в условиях установки доочистки водопроводной воды и показали высокую стабильность эксплуатационных свойств на достаточно загрязненном потоке, что говорит о низкой адсорбционной способности мембран к загрязнениям, как неорганического, так и органического характера.

## АДСОРБЦИОННЫЕ СВОЙСТВА МЕМБРАН "ВЛАДИПОР"

**В.П. Дубяга, В.Г. Дзюбенко, П.А. Вдовин, Т.Д. Хохлова\*, В.В. Березкин\*\*,  
Б.В. Мчедлишвили\*\***

ЗАО НТЦ "Владипор"

\*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,  
химический факультет

\*\*Институт кристаллографии им. А.В. Шубникова РАН

Исследована адсорбция белков на сериях мембран "Владипор" разной природы, с диаметрами пор  $D$  от 0,015 до 0,15 мкм. Для этого «батч-методом» измерены на мембранах адсорбционные потери  $A$  (%) трех белков: основного – цитохрома С ( $pI= 9,2$ ), нейтрального – гемоглобина ( $pI= 6,9$ ) и кислого – овальбумина ( $pI= 4,6$ ). Условия адсорбции: 0,02 М фосфатный буфер; pH 7,4; концентрация белка 50 мг/л; объем раствора 5 мл; площадь мембранны 10 см<sup>2</sup>; время адсорбции 1÷5 суток.

Эти адсорбционные данные сопоставлены со структурными и электроповерхностными характеристиками мембран – диаметрами пор, удельными поверхностями  $s$ , (измерены по тепловой десорбции азота) и поверхностными зарядами  $\sigma$ .

Наиболее активными в отношении адсорбции всех трех белков оказались мембранны "Владипор" марок УПМ (D от 0,03 до 0,15 мкм,  $s$  от 35 до 160 см<sup>2</sup>/см<sup>2</sup>,  $\sigma(-)= (21\div 48)\cdot 10^{-8}$  Кл/см<sup>2</sup>, адсорбционные потери по цитохрому С, гемоглобину и овальбумину 95, 90 и 50%, соответственно). Вероятно, адсорбционная активность этих мембранны связана с сильными гидрофобными взаимодействиями в системе белок – мембрана.

Довольно инертны в отношении адсорбции белков мембранны серии УАМ (D от 0,015 до 0,05 мкм,  $s$  от 30 до 500 см<sup>2</sup>/см<sup>2</sup>,  $\sigma(-)= (3\div 13)\cdot 10^{-8}$  Кл/см<sup>2</sup>, A в пределах 0÷25, 0÷40 и 0%, соответственно). Исключение составляла наиболее широкопористая мембрана этой серии УАМ-1000П (D= 0,1 мкм,  $s= 130$  см<sup>2</sup>/см<sup>2</sup>,  $\sigma (-)= 5\cdot 10^{-8}$  Кл/см<sup>2</sup>), на которой значительно адсорбировался нейтральный белок гемоглобин (A=90%). Вероятно, мембранны серии УАМ более гидрофильны, чем УПМ.

Таким образом, была сопоставлена адсорбция белков на мембранных "Владипор" с их структурными и электроповерхностными характеристиками.