

УДК 628.16

А.Э. УСЫНИНАаспирант, ассистент кафедры инженерных систем и экологии
Астраханский инженерно-строительный институт**Л.В. БОРОНИНА**кандидат технических наук, профессор кафедры инженерных систем и экологии, проректор по научной работе,
Астраханский инженерно-строительный институт**СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДООЧИСТКИ ВОДЫ
ПРИ ПОВЫШЕННЫХ ТЕХНОГЕННЫХ НАГРУЗКАХ НА ВОДОИСТОЧНИК***MODERN TECHNOLOGIES OF PRELIMINARY WATER PURIFICATION AT RAISED TECHNOGENIC LOADS
OF THE WATER SOURCE*

В современном мире неоспоримую ценность для населения представляет качественная вода. Крайне неудовлетворительное качество питьевой воды вызвано ограниченными возможностями работы очистных сооружений в условиях антропогенных нагрузок на водоисточники. Поиск новых технологий качественной предочистки воды крайне необходим.

Ключевые слова: ультрафильтрация, обратный осмос, нанофильтрация, очистка воды, мембранные технологии.

Проблема обеспечения населения России питьевой водой в достаточном количестве и нормативного качества стала одной из главных во многих регионах страны. Без ее решения невозможно сохранение санитарно-эпидемиологического благополучия населения, решение многих социальных проблем, связанных с повышением уровня жизни людей [1].

Сложившаяся напряженная ситуация с обеспечением качественной водой населения вызвана недостаточным развитием систем водопроводно-канализационного хозяйства в стране, старением его основных производственных фондов, низкими показателями внедрения в практику и производство передовых научно-технических достижений, низким качеством вод поверхностных водотоков, отсутствием средств на модернизацию и реконструкцию систем водоснабжения и водоотведения, эксплуатирующих централизованные системы водоснабжения и водоотведения, экономически неэффективной работой муниципальных предприятий (которых более 90 %). Существующие водопроводные очистные сооружения не справляются с очисткой природной воды, так как существующие технологии в условиях

In the modern world indisputable value for the population is represented by qualitative water. The extremely unsatisfactory quality of drinking water is caused by limited opportunities of work of treatment facilities in the conditions of anthropogenous loads of water sources. Search of new technologies of high-quality prewater purification it is extremely necessary.

Keywords: ultrafiltration, return osmosis, nanofiltration, water purification, membrane technologies.

продолжающегося ухудшения качества воды в водоисточниках не могут обеспечить очистку, соответствующую установленным в России нормативам.

В населенных пунктах страны эксплуатируется около 10 тыс. водопроводов. Общая мощность городских систем водоснабжения составляет более 70 млн м³/сут, из них 2/3 приходится на муниципальные водопроводы. Годовой объем потребления воды на хозяйственно-питьевые нужды составляет около 15 км³. Более 50 % протяженности трубопроводов подачи водопроводной воды находятся в ветхом состоянии, что является причиной частых аварий.

Со значительной перегрузкой используются имеющиеся мощности коммунальных водопроводов и не обеспечивают бесперебойного водоснабжения. Нехватка мощностей водопроводов составляет почти 10 млн. м³/сут, в том числе коммунальных водопроводов - 7,6 млн. м³/сут.

Последние десять лет каждая пятая исследованная проба питьевой воды из разводящих водопроводных сетей не соответствует санитарным нормам по санитарно-химическим и каждая десятая – по микробиологическим показателям. В целом по

России доля проб питьевой воды, не отвечающей санитарно-гигиеническим требованиям по паразитарным показателям, составляет более 2 %.

В последние годы мембранная технология подготовки воды, традиционно ассоциировавшаяся с опреснением и умягчением воды, медленно, но верно становится лидирующей технологией очистки поверхностных и подземных вод.

В отличие от классических методов фильтрации, мембраны исключают проскоки загрязнений на завершающем этапе фильтроцикла и обеспечивают неизменное качество очищенной воды независимо от колебаний ее состава и температуры в ис-

точнике. Мембраны способны обрабатывать воду с высоким содержанием взвешенных веществ, имеют компактное оборудование и возможность полной автоматизации процессов очистки воды. К часто применяющимся методам мембранной очистки воды относятся ультра- и нанофильтрация.

Ультрафильтрационные мембраны призваны выполнять функции доочистки питьевой воды и предочистки перед нанофильтрационными аппаратами. Размеры пор ультрафильтрационных мембран составляют 0,01-0,1 микрон, что позволяет аппарату задерживать коллоидные частицы, бактерии, вирусы и высокомолекулярные органические соеди-

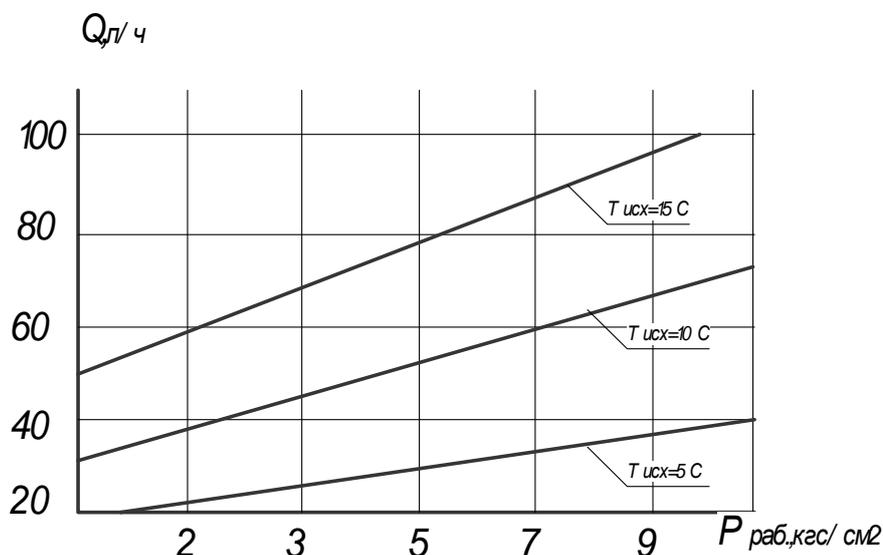


Рис. 1. Изменение производительности элемента при изменении температуры исходной воды и величины рабочего давления для исходной воды соленосодержанием 500 мг/л

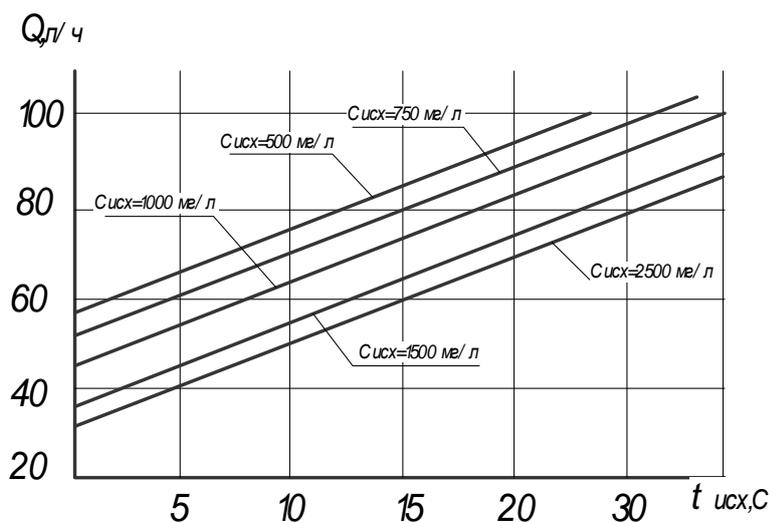


Рис. 2. Изменение производительности элемента при различном соленосодержании исходной воды и ее температурах при рабочем давлении $P_{\text{раб}} = 7$ кгс/см²

нения. В зависимости от заданных условий, на одной и той же мембране можно добиться полного разделения веществ, невозможного при другом сочетании параметров. Использование низконапорной нанофильтрации ($P = 3-5$ атм) для обработки природных вод прежде всего связано с решением проблем снижения цветности и антропогенных загрязнений [2].

Однако высокая стоимость и энергоёмкость таких двухступенчатых схем ограничивают пока их внедрение на водоочистных станциях. Для крупных очистных станций более актуальными становятся такие недостатки нанофильтрации, как большой сброс концентрата и высокие затраты на реагенты (ингибитор) и химические промывки. Тем не менее имеющийся зарубежный опыт строительства нанофильтрационных станций очистки питьевой воды [3] подтверждает тот факт, что на сегодняшний день эта технология, способная гарантировать высокое качество питьевой воды, и является одним из актуальнейших направлений в сфере водоподготовки.

При разработке и проектировании мембранных систем очистки воды необходимо проведение лабораторных или полупромышленных испытаний для определения оптимального режима ее работы и подбора типа мембран. Это вызвано тем, что каждый водоисточник имеет свой уникальный состав воды по минеральным и органическим примесям.

Испытания проводились авторами совместно с представителями кафедры водоснабжения в лаборатории Московского государственного строительного университета на экспериментальной установке. Установка работает следующим образом: исходная вода помещается в бак, откуда насосом подается в мембранный аппарат. Для поддержания температуры обрабатываемой воды на заданном уровне служит теплообменник, в который подают водопроводную воду соответствующей температуры. В отдельные баки направляются фильтрат и концентрат соответственно. Рабочее давление и расход концентрата устанавливаются регулировочными вентилями. В результате испытаний были выявлены зависимости производительности аппарата от температуры и давления при постоянной (рис. 1) и различной (рис. 2) концентрации исходной воды.

Из графиков видно, что текущая производительность мембран зависит от давления, содержания исходной воды, а с течением времени – от количества накопленного на мембране осадка.

Мембранная очистка воды является одной из передовых технологий, которая находит применение практически во всех областях водоподготовки. Мембранный метод доочистки воды нуждается в дальнейшем изучении и совершенствовании путем уменьшения объема сбрасываемого концентрата мембранной установки и снижения эксплуатационных затрат на реагенты и предочистку, несмотря на успешное применение.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Проект федерального закона – специального технического регламента «О питьевой воде и питьевом водоснабжении» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=PRJ;n=40156>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.
2. Андрианов, А.П. Перспективы применения мембранных методов ультрафильтрации и нанофильтрации на крупных водопроводных станциях [Текст] / А.П. Андрианов, А.Г. Первов. - М.: МВКНИИПроект, 2000.
3. Ventresque C. et al. / An outstanding feat of modern technology: the Mery-sur-oise Nanofiltration treatment plant (340000 m³/d) [Text] // Proceedings of the Conference on Membranes in Drinking and Industrial Water Production. - Paris, France, 3-6 October, 2000. – V. 1, p. 1-17.

© Усынина А.Э., Боронина Л.В., 2013