

получить стабильное значение коэффициента трения, практически не зависящее от марки ТПУ. Значение коэффициента трения ТПУ, обработанного наждачной шкуркой соответствует коэффициенту трения для аналога (для ленты фирмы Otis коэффициент трения 0,33).

Разрывное усилие стального каната определяли по ГОСТ 3241-91 «Канаты стальные. Технические условия». Испытание проводили на разрывной машине *MTS Criterion*. Для того чтобы все проволоки в канате несли нагрузку использовали специальные приспособления для закрепления концов каната. Расстояние между зажимами не менее 300 мм. Скорость нагружения 10 мм/мин. Фиксировали усилие, при котором происходило разрушение каната. Среднее значение разрывного усилия составило 3845 Н, что выше, чем минимальное нормативное значение (3390 Н) для данного каната согласно ГОСТ 3066-80.

В результате проведенных исследований компонентов ТЭАСК получены необходимые данные о их технологических и механических характеристиках. Полученные данные использовали для расчетов и разработки конструкторской документации на средства технологического оснащения для изготовления и испытаний ЭО ТЭАСК. Разработана конструкция экструзионной головки, калибрующего устройства и захватов для испытаний на растяжение. Также, данные будут использованы для отработки технологических режимов изготовления ЭО ТЭАСК.

ЛИТЕРАТУРА

1. Карпович О.И., Наркевич А.Л., Калинка А.Н., Подымако М.Э., Куцеполенко А.В. Тяговые элементы, альтернативные стальным канатам / Технология органических веществ: материалы 87-й науч.- техн. конф. профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов (с международным участием), Минск, 31 января – 17 февраля 2023 г. [Электронный ресурс] / Белорус. гос. технол. ун-т. – отв. за издание И.В. Войтов. – Минск : БГТУ, 2023. – С. 129–133.

УДК 541.64; 544.77

Глевицкая Т.А., Назаров Е.А., Полин А.С., Бильдюкевич А.В.
(ГНУ «Институт физико-органической химии
Национальной академии наук Беларуси»)

ПОГРУЖНЫЕ ПОЛОВОЛОКОННЫЕ МЕМБРАНЫ НА ОСНОВЕ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Мембранные биореакторы (МБР) являются одними из самых эффективных и современных методов очистки сточных вод, объединяющих в себе мембранную фильтрацию и биологическую очистку активным илом.

Ультрафильтрационные мембраны в МБР предназначены не только для глубокой очистки сточных вод (до уровня приемлемого для возвращения воды в природные водоемы), но и для концентрирования активного ила в аэротенке. Чаще всего для очистки сточных вод используют МБР с внешним расположением мембран, для которых требуется дополнительная установка мощных перекачивающих насосов, способных нагнетать высокое трансмембранное давление – 0,5 – 1,0 МПа. Современная альтернатива выносным мембранным установкам – погружные мембранные модули, способные успешно функционировать при достаточно низком трансмембранном давлении 0,03 – 0,1 МПа.

В ИФОХ НАН Беларуси разработана технология получения армированных полволоконных мембран с типом фильтрации «снаружи-внутри» на основе различных полимерных материалов (полиэфирсульфон (ПЭС), полиакрилонитрил (ПАН) и ацетата целлюлозы (АЦ)) с номинальным молекулярно-массовым пределом отсечения 100 – 300 кДа (рис.1), и изготовлены погружные мембранные ультрафильтрационные модули на их основе (рабочая площадь мембран 0,65 – 0,9 м²). Разработанные погружные мембранные модули были использованы для комплектации лабораторной установки для тонкой очистки, дополнительно укомплектованной самовсасывающим насосом для отвода фильтрата и компрессором для обеспечения дополнительной аэрации.

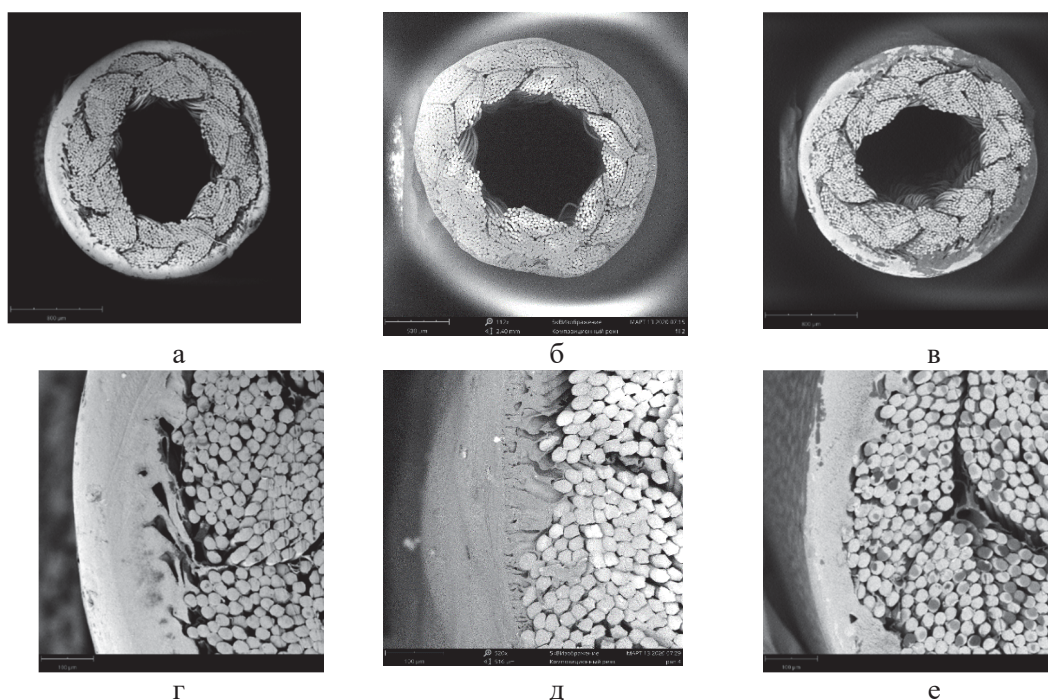


Рисунок 1 – Микрофотографии армированных полволоконных мембран с типом фильтрации «снаружи-внутри» на основе а,г – ПЭС, б,д – ПАН, в,е – АЦ.



Рисунок 2 – Лабораторная установка для тонкой очистки воды при помощи погружных ультрафильтрационных элементов

Проведены исследования разработанных мембранных модулей в процессе ультраfiltrации циркуляционного активного ила с влажностью 99% и зольностью 23% (источник очистные сооружения УП «Минскводоканал») при различных режимах (время фильтрации, трансмембранное давление, интенсивность аэрации, степень концентрирования). Объем и концентрация ила в системе поддерживались на постоянном уровне. Установлено, что разработанные ультрафильтрационные модули характеризуются стабильно высокими значениями удельной производительности – 22-60 л/(м²ч·атм). Показано, что ультраfiltrация с использованием разработанных погружных мембранных модулей позволяет существенно снизить мутность, цветность и общее содержание органического углерода циркуляционного активного ила до уровня, приемлемого для возвращения воды в природные водоемы, табл.1.

Таблица 1 – Результаты очистки циркуляционного активного ила при помощи погружных ПЭС-мембран

Фильтрат	Мутность, NTU	C(Fe), мг/л	C(Ca), мг/л	C(Mg), мг/л	C(Cu), мг/л	C(Zn), мг/л	C(Al), мг/л	ТОС, мг/л	IC, мг/л
ПЭС	9,6	0,04	59,4	41,4	0,01	0,07	0,014	2,42	49,8
ПАН	6,6	0,11	44	16,9	0,01	0,06	0,02	16	29,6
АЦ	1,12	0,02	34,4	28,3	0,05	0,14	0,02	21,6	59,0

Показано, что степень восстановления потока разработанных погружных мембранных модулей после ультраfiltrации активного ила достаточно высока и составляет 75-96% в зависимости от номинального молекулярно-массового предела отсека и материала мембраны.

Установлено, что разработанные погружные мембранные модули и установка на их основе перспективны для использования в аэротенках на водоочистных сооружениях для извлечения чистой воды из смеси сточных вод и активного ила.

ЛИТЕРАТУРА

1. Al-Asheh S., Bagheri M., Aidan A. Membrane bioreactor for wastewater treatment: A review //Case Studies in Chemical and Environmental Engineering. – 2021. – Т. 4. – С. 100109.

2 Aslam M. et al. Membrane bioreactors for wastewater treatment: A review of mechanical cleaning by scouring agents to control membrane fouling //Chemical Engineering Journal. – 2017. – Т. 307. – С. 897-913.

УДК 541.64; 544.169; 544.023.26

Бурть Е.С., Плиско Т.В. Бильдюкевич А.В.
(Институт физико-органической химии НАН Беларуси)
Пенькова А.В.
(Санкт-Петербургский государственный университет)

ПОЛУЧЕНИЕ ТОНКОПЛЕНОЧНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МЕМБРАН ДЛЯ НАНОФИЛЬТРАЦИИ МЕТОДОМ МЕЖФАЗНОЙ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ

Разработаны новые тонкопленочные композиционные нанофильтрационные мембраны полифенилсульфон (ПФС)/полиамид (ПА). Благодаря высокой химической и термической стойкости, а также устойчивости к окислению полимеры полисульфоновой группы весьма перспективны в качестве материалов для получения ультрафильтрационных мембран. Однако достаточно высокая гидрофобность поверхности ограничивает их применение. Существует множество способов модификации таких полимеров и повышения их гидрофильности. Одним из наиболее эффективных способов является введение в формовочный раствор гидрофильных добавок. Блок-сополимеры полиэтиленгликоля (ПЭГ) и полипропиленгликоля (ППГ) являются перспективными модифицирующими добавками в полимерные матрицы благодаря своей амфифильной природе. Формирование селективного слоя методом межфазной полимеризации во многом зависит от свойств мембраны-подложки. Известно, что размер пор, пористость, гидрофильность, смачиваемость и сродство к аминному мономеру мембранообразующего полимера подложки влияют на скорость высвобождения аминного