

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОБОРОТНЫХ СИСТЕМ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ НА ТЕКСТИЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

EFFICIENCY OF USE OF CIRCULATING WATER SYSTEM AT TEXTILE ENTERPRISES

А.М. АЗИМОВ, Б.С. ШАКИРОВ, Л.М. САТАЕВА, К.Т. ЖАНТАСОВ, Р.Ш. АБИЕВ
A.M. AZIMOV, B.S. SHAKIROV, L.M. SATAYEVA, K.T. ZHANTASOV, R.SH. ABIYEV

(Южно-Казахстанский государственный университет им. М.Ауэзова, Казахстан;
Санкт-Петербургский государственный технологический институт (Технический университет))

(South-Kazakhstan State University named after M. Auezov, Kazakhstan;
St. Petersburg State Technological Institute (Technical University))

E-mail: Azimov-78@mail.ru

Применение систем оборотного водоиспользования в процессах крашения текстильными предприятиями обеспечит снижение затрат технологической воды, а также ограничит попадание вредных веществ в окружающую среду.

The use of circulating water systems in dyeing processes at textile enterprises will provide reduction of technological water charges, as well as will limit harmful substances come into environment.

Ключевые слова: сточные воды, очистка воды, красильно-отделочный процесс, крашение, мембранная технология.

Keywords: sewage, water treatment, dyeing and finishing process, dyeing, membrane technology.

Для того, чтобы противостоять растущим экологическим угрозам, государства мирового сообщества все больше используют нормативные документы ООН – органа, обладающего широким мандатом и достаточным членством для принятия решений по проблемам окружающей среды. В основополагающих документах ООН и Республики Казахстан указывается на необходимость принятия срочных мер по снижению загрязнения окружающей природной среды путем экологизации всех видов производств.

Одной из важнейших проблем современного этапа развития красильно-отделочного производства является разработка технологии очистки сточных вод, позволяющих исключить проникновение промышленных отходов в окружающую среду и, прежде всего, в гидросферу. Дан-

ная проблема актуальна для предприятий текстильной, химической промышленности, ибо при обработке, крашении рья образуется значительное количество сточных вод, что объясняет отнесение красильно-отделочного производства к числу наиболее влагоемких.

Серьезную опасность загрязнению водоемов представляют красильно-отделочные процессы предприятий текстильной, химической промышленности, так как особенностью производства является то, что здесь применяют специальные красители. В настоящее время выпускается огромное количество водорастворимых красителей, относящихся к различным классам (кислотные, основные, активные, прямые, металлосодержащие и др.) [1] и нерастворимые. При крашении тканей в зависимости от типа применяемо-

го красителя и способа окраски в сточные воды попадает от 10 до 40 % используемых красителей [2].

Мембранные технологии очистки промышленных вод играют существенную роль при решении глобальных проблем, стоящих перед человечеством: обеспечение населения продовольствием, водой и топливно-энергетическими ресурсами, защита окружающей природной среды, использование вторичных сырьевых ресурсов и др. В связи с этим применение мембранных методов разделения, являющегося универсальным, экологически чистым и высокоэффективным, весьма перспективно, так как данная технология обладает рядом преимуществ [3].

Безреагентность, исключение фазовых переходов и применение растворителей, энергосбережение, экологическая чистота, сравнительная простота технологического оформления и относительно низкие температуры обуславливают высокую конкурентоспособность и широкое применение мембранных процессов практически во всех сферах деятельности человека.

Принципиально новые возможности мембранного разделения красителей от воды могут быть достигнуты при разработке новых мембранных технологий и конструкций аппаратов, при использовании которых могут быть достигнуты высокие значения избирательности переноса по целевым компонентам при общем высоком уровне проницаемости. Для этого прежде всего требуется разработка новых подходов к разработке мембранных технологий.

Промышленные аппараты для мембранных процессов должны удовлетворять следующим условиям: иметь большую рабочую поверхность мембран в единице объема аппарата; быть доступными для сборки и монтажа; жидкость при движении по элементам аппарата должна равномерно распределяться над мембраной и иметь достаточно высокую скорость течения для снижения вредного влияния концентрационной поляризации, при этом перепад давления в аппарате (то есть потеря напора исходного раствора) должен быть по возможности небольшим. При констру-

ировании этих аппаратов необходимо учитывать также требования, которые обусловлены работой аппарата при повышенных давлениях [3].

Так как создание аппарата, который в полной мере удовлетворял бы всем перечисленным требованиям, невозможно, то для каждого процесса разделения следует подобрать аппараты такой конструкции, которая обеспечивала бы наиболее выгодные условия проведения процесса.

Аппараты для баромембранных процессов подразделяются на четыре типа, отличающиеся способом укладки мембран: аппараты с плоскими мембранными элементами, аппараты с трубчатыми мембранными элементами, аппараты с мембранными элементами рулонного типа и аппараты с мембранными элементами в виде полых волокон [4].

В работе [5] рассмотрена возможность повышения производительности и упрощения конструкций аппаратов с отводом диффузионного слоя. Предлагаемое устройство состоит из корпуса, на котором находится кожух со штуцером для отвода слоя с повышенным содержанием растворенных веществ. В корпусе имеются конические отверстия. Внутри корпуса находится коническая втулка с проточкой. Коническая форма отверстий предусматривает более интенсивный отвод через них диффузионного слоя. За счет изменяющейся геометрии конуса (уменьшения внешнего и внутреннего диаметров) происходит увеличение давления среды при движении вдоль его образующей, что дает возможность отвести большую часть слоя, находящегося в зазоре. При помощи резьбы втулка перемещается в осевом направлении в корпусе. Это позволяет найти оптимальный вариант проведения процесса. Основная часть потока (с меньшей концентрацией) направляется во внутреннюю полую область конической втулки, не создавая застойных зон. Этому способствует как проточка на входе в конус, так и изменяющийся внутренний диаметр. За счет выполненной формы конической втулки и отверстий в корпусе увеличивается кон-

центрация и количество отводимого диффузионного слоя.

Известен аппарат [6], предназначенный для очистки сточных вод с разделением иловой смеси на мембранах. Устройство представляет собой разновидность мембранного биореактора. Установка выполняется в емкости, перфорированной перегородкой разделенной на блоки механической и биоочистки, и в части, в которой находится собственно мембранный биореактор, аэрирование и перемешивание иловой смеси осуществляются посредством механической мешалки. Предусмотрена защита мембран от обрастания с использованием одного из видов ПАВ, которые в частности, могут находиться в закапсулированном состоянии.

Авторы работы [7] предлагают аппарат, предназначенный для очистки промышленных сточных вод, содержащих растворенные органические соединения, а также масла. Аппарат представляет собой емкость, в которой с противоположных сторон перфорированными перегородками выделены две зоны, в которых находится загрузка в виде пористых частиц, на них фиксируется био пленка. На дне емкости уложен пневмоаэратор, вследствие его работы загрузка находится во взвешенном состоянии. Выходящие сточные воды проходят через мембранный фильтр, который может быть установлен как в реакторе, так

и за его пределами, масла из очищенных сточных вод задерживаются на этом фильтре.

Промышленные аппараты процессов должны удовлетворять следующим требованиям: иметь большую рабочую поверхность мембран в единице объема аппарата; быть доступными для сборки и монтажа. При конструировании этих аппаратов необходимо учитывать также требования, обусловленные работой аппарата при повышенных давлениях: обеспечение механической прочности, герметичности и др. Создать аппарат, который в полной мере удовлетворял бы всем перечисленным требованиям, по-видимому, невозможно. Поэтому для каждого конкретного процесса разделения следует подбирать аппарат такой конструкции, которая обеспечивала бы наиболее выгодные условия проведения процесса.

В данной работе разработаны конструкция и основы технологии мембранной очистки сточных вод красильно-отделочных производств.

Одной из конструкций, отвечающих требованиям, является мембранный аппарат для очистки жидкости [8]. Задачей исследования является упрощение конструкции аппарата, повышение эффективности разделения смеси, увеличение продолжительности работы мембраны.

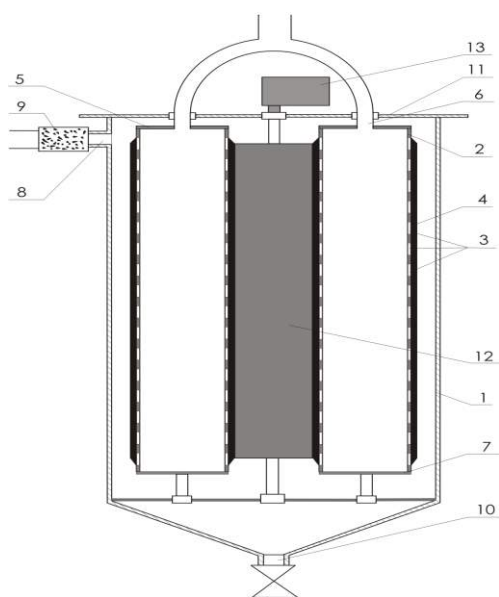


Рис. 1

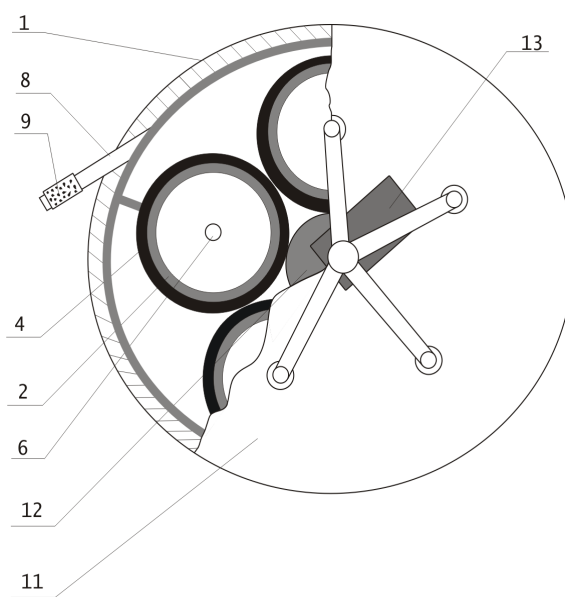


Рис. 2

На рис. 1 показан общий вид мембранного аппарата, на рис. 2 – вид сверху аппарата с разрезом крышки аппарата (1 – цилиндрический корпус; 2 – мембранные модули, состоящие из трубчатого каркаса; 3 – дренажные отверстия; 4 – полупроницаемые мембраны; 5 – крышка; 6 – патрубок вывода очищенной жидкости; 7 – днище; 8 – патрубок для ввода очищаемой жидкости; 9 – фильтр грубой очистки (ФГО); 10 – патрубок вывода недоочищенной жидкости; 11 – крышка; 12 – эластичный элемент; 13 – электродвигатель.).

Мембранный аппарат работает следующим образом: подлежащая мембранной очистке жидкость поступает через фильтр грубой очистки 9 и патрубок 8, расположенный тангенциально к образующей корпуса 1. Создается кольцевое движение жидкости, наиболее крупные частицы отбрасываются к периферии под действием центробежных сил и осаждаются, что способствует более длительному сохранению проницаемости мембраны 4. Проходя через полупроницаемую мембрану 4 трубчатого мембранного модуля, жидкость очищается от механических примесей и по дренажным отверстиям 3 поступает внутрь трубчатого мембранного модуля и очищенная выводится через патрубок 6 потребителю.

При работе устройства в режиме фильтрации патрубок 10 для вывода недоочищенной жидкости закрыт. В процессе ра-

боты аппарата происходит засорение поверхности мембраны 4, что приводит к увеличению перепада давления на трубчатом-мембранном модуле. При достижении величины перепада давления до заданной автоматически приводится в движение эластичный валиковый элемент 12 при помощи электродвигателя 13.

Эластичный валиковый элемент 12, касаясь поверхности мембраны 4, снимает загрязнения, которые смываются тангенциальным потоком жидкости, проводится промывка мембраны 4, при этом недоочищенная жидкость сливается через патрубок 10. Периодичность регенерации препятствует износу мембраны 4. Эластичный элемент 12 выполнен из пористого эластичного материала в форме цилиндрического валика, который механически очищает поверхность мембраны без ее разрушения. После длительной эксплуатации (2,5...3 года) старые мембраны 4 удаляются и заменяются на новые. Таким образом, использование эластичного валикового элемента позволяет снизить износ мембраны и повышает эффективность очистки поверхности и пор мембраны.

Эффективность степени разделения водного раствора в мембранном аппарате достигает 99% (рис. 3). В табл. 1 приведены параметры процесса и эффективности мембранного разделения водного раствора.

Таблица 1

Скорость потока V , м/с	Движущая сила ΔP , мПа	Производительность Q , м ³ /с	Эффективность разделения $\mathcal{E}_{раз}$, %
0,08	0,3...0,4	$1,389 \cdot 10^{-3}$	99

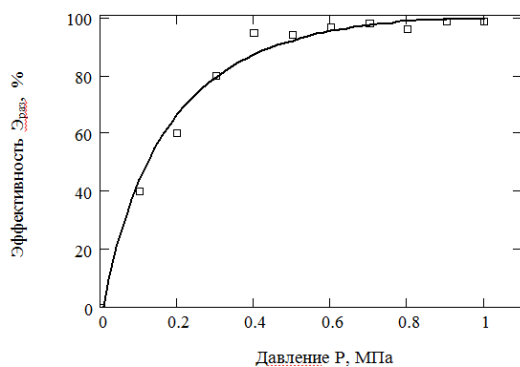


Рис. 3

На основе проведенных исследований предложена следующая технологическая схема мембранного разделения и повторного использования отработанных растворов красителей в соответствии с рис. 4 (экспериментальная установка для проведения мембранной очистки сточных вод от красителей: 1 – мембранный аппарат; 2 – емкость для исходной воды; 3 – емкость для очищенной воды; 4 – емкость для извлеченных красителей; 5 – водный насос; 6 – фильтры грубой очистки). В ходе опытов мембранной очистки сточных

вод красильно-отделочных производств нами были использованы наиболее распространенные 6 типов текстильных красителей, применяемых в химической технологии крашения тканей.

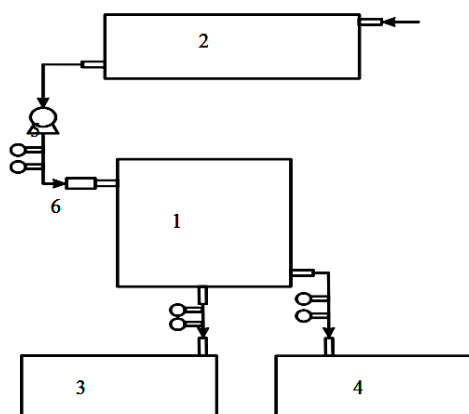


Рис. 4

Однако следует отметить, что на меховых предприятиях образуются загрязненные сточные воды, характерной особенностью которых является их интенсивная окраска.

Интенсивность окраски стоков после крашения меховых шкурок и их промывок зависит от цвета применяемых красителей и колеблется в пределах от 1:30 000 после крашения в черный цвет до 1:800 во второй промывке после крашения. В целом, объем окрашенных стоков составляет 15...20% от общего количества сточных вод.

Дополнительным оборудованием служили: для измерения расхода счетчики-расходомеры – РМ-0,4 ЖУЗ; для измерения давления датчики давления – ДТ-50; для измерения температуры регенерирующего агента термопреобразователи ТЖ-711Р [9].

В процессе проведения исследований диапазон измерения режимных параметров был следующий: скорость потока V – (0,1; 0,08; 0,03) м/с; температура T – (283...353)°K; время – до 7200 с; давление ΔP – до 2,5 МПа; рН – до 12; концентрация C_n – до 15 кг/м³.

Знание структуры мембран имеет большое значение при решении задач разработки количественной теории мембранных процессов и их успешной реализации. Для оценки общей пористости использовали метод [4].

Образец мембраны, предварительно взвешенный, насыщают смачивающей жидкостью и проводят взвешивание повторно, после чего рассчитывают ε_0 :

$$\varepsilon_0 = \frac{G'_{об} - G_{об}}{V_m \rho_{ж}}$$

где $G'_{об}$ – масса образца, насыщенного жидкостью; $\rho_{ж}$ – плотность жидкости.

Мембранная очистка текстильных красителей проводилась при исходной массовой концентрации красителя, равной 200 мг/л, что соответствует реальному содержанию красителя в сточных водах предприятий легкой индустрии. Для выявления наиболее эффективных параметров ультрафильтрации красителей нами также были проведены опыты по адсорбции трех основных типов текстильных красителей при массовой концентрации, равной 400 мг/л. Анализ полученных данных, приведенных в табл. 2 (мембранная очистка основных типов текстильных красителей), свидетельствует об удовлетворительной степени очистки сточных вод. Красители практически полностью удаляются из исходных водных растворов.

Т а б л и ц а 2

Краситель	Прямой бордо		Сернисто-черный		Активный ярко-зеленый "ЧЖШ"	
	C_x , мг/л	Степень очистки, %	C_x , мг/л	Степень очистки, %	C_x , мг/л	Степень очистки, %
Мембранная очистка	260	98	268	97	237	99

ВЫВОДЫ

Таким образом, с целью достижения необходимого эффекта очистки сточных вод от красителей разработана технологическая схема, отвечающая последним достижениям науки и техники. Для обеспечения замкнутого водооборота и для разработки наиболее экономичного решения задачи глубокой очистки сточных вод, содержащих красители, приводящего к получению из сточных вод воды, пригодной для технического использования в производстве, нами использована разработанная конструкция мембранного аппарата с трубчатыми мембранными модулями и эластичными валиковыми элементами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Венкатараман К. Химия синтетических красителей – Л.: Госхимиздат, 1956.
2. Бородкин В.Ф. Химия красителей. – М.: Химия, 1981. С.38...47.
3. Дытнерский Ю.И. Баромембранные процессы. Теория и расчет. – М.: Химия, 1986.
4. Дытнерский Ю.И. Обратный осмос и ультрафильтрация. – М.: Химия, 1978.
5. Пашкевич А.А., Котляров Р.В. Аппарат для мембранного концентрирования // Сб. научн. работ: Продукты питания и рациональное использование сырьевых ресурсов. – Кемерово: Кемер. технол. ин-т пищ. пром-сти. 2007. Вып. 12. С. 81.
6. Abwasserbehandlungsanlage. Uphoff Christian: Заявка 102006005585 Германия, МПК 8 В 01 D 65/08 (2006.01), В 01 D 61/14 (2006.01). Georg Fritzmeier GmbH, Uphoff Christian. №102006005585.3; Заявл. 06.02.2006; Опубл. 06.06.2007.
7. Biologische Klaranlagen und Verfahren für die biologische Reinigung von überbelastetem Abwasser: Заявка 102006001603 Германия, МПК 8 С 02 F 3/10 (2006.01), В 01 D 61/14 (2006.01). aquadetox international GmbH. №102006001603.3; Заявл. 11.01.2006; Опубл. 14.06.2007.
8. А.С. 54908 Казахстан. Мембранный аппарат. / Азимов А.М., Шакиров Б.С., Сатаев М.И., Алтынбеков Р.Ф., Молдасапаров А.М.; опубл. 16.06.2008, Бюл № 6. – 3 с: ил.
9. Промышленные приборы и средства автоматизации: Справочник. – Л.; Машиностроение, 1987.

Рекомендована кафедрой геоэкологии и природопользования. Поступила 28.11.13.