УДК 677.017

РЕГЕНЕРАЦИЯ ТЕКСТИЛЬНЫХ ФИЛЬТРОВАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ УЛЬТРАЗВУКОМ

Тимонов И.А., к.т.н., доц., Сергеев В.Ю., ст. преп., Степанова А.А., студ.

Витебский государственный технологический университет,
г. Витебск, Республика Беларусь

Реферат. *В статье рассмотрены результаты исследований по применению ультразвука для регенерации фильтровальных тканевых материалов. Полученные данные показывают, что применение ультразвуковой обработки для очистки тканевых фильтров от некоторых видов загрязнителей дает значительный эффект.*

Ключевые слова: ультразвук, тканевые фильтровальные материалы, эффективность регенерации.

В системах очистки сточных вод и при водоподготовке для различных отраслей промышленности все большее значение приобретает фильтрация. Фильтрование применяют после механической, биологической или физико-химической очистки, а также для подготовки водных растворов в фармацевтической, пищевой, винодельческой и других отраслях промышленности. Процесс основан на прилипании взвешенных частиц к поверхности фильтрующего материала. Фильтрующая среда подразделяется на тканевую, сетчатую, зернистую и мембранную.

В тканевых фильтрах взвешенные частицы задерживаются на поверхности и в толщине фильтрующего материала за счет механического торможения и удерживания в местах пересечения волокон. В качестве фильтрующей перегородки могут служить такие волокнистые материалы, как шерсть, шелк, хлопчатобумажные и льняные ткани, ацетатное волокно, капрон, лавсан, полипропиленовое полотно и др.

После завершения стадии фильтрования необходима стадия регенерации (восстановление фильтрующей способности) фильтровальной ткани. Регенерацию обычно осуществляют обратным потоком воды, струйной продувкой, сжатым воздухом или водо-воздушной смесью. Сроки промывки определяют в зависимости от количества, характера примесей и требований к качеству очищенной воды. Иногда фильтрование проходит со стойким закупориванием пор и сопротивление фильтровальной ткани быстро возрастает. В этом случае регенерация фильтровальной перегородки сильно осложняется, а иногда становится невозможной. Тогда предусматривается замена фильтровального материала на новый, что экономически невыгодно.

В последнее время все чаще стали применять ультразвуковые процессы очистки, которые используются в различных областях: в машиностроении, приборостроении, оптике, медицине, фармацевтике и др.

В ряде случаев ультразвуковой метод очистки позволяет устранить примеси практически всех форм и размеров, которые нельзя удалить другими методами. Это удаление загрязнений из отверстий малого размера, глухих отверстий, сложных и мелких деталей и пр.

Ультразвуковая очистка особенно хорошо подходит в том случае, когда механическая очистка (например, сжатым воздухом, водой под давлением) может не только повредить фильтровальный материал, но и надежно зафиксировать захваченные частицы в порах материала. Известно, что ультразвуковая очистка очень эффективна для металлических фильтров и перфорированного металла. Используется ультразвук в стиральных машинах, но широкого применения они не получили из-за ряда недостатков.

В данной работе авторы провели исследования по применению ультразвука для регенерации фильтровальных тканевых материалов.

Для проведения экспериментальных исследований по оценке эффективности регенерации фильтровальных тканевых материалов была использована ультразвуковая ванна, мощностью 180 Вт с ультразвуковыми пьезоэлектрическими преобразователями частотой 35 кГц, температура среды – +20 ^{o}C. В качестве фильтровального материала были выбраны образцы тканей из лавсана и полиамида. Были использованы 2 вида загрязнений: доломит и почвогрунт.

В ванне под воздействием ультразвукового излучения возникают кавитационные и

акустические токи. Образующиеся быстро сжимающиеся и разрушающиеся пузырьки пара вызывают разрушения поверхностных пленок, загрязнений и наружных слоев твердых веществ на границе с жидкостью. Акустические потоки помогают удалять загрязняющие частицы из очищенной области.

Следует отметить, что тканевые фильтры относятся к сложным для регенерации материалам, так как в большинстве случаев в них масса загрязнений скапливается в толще (в глубине) материала. Поэтому эффективность ультразвуковой регенерации тканевых фильтров зависит от конструктивных особенностей фильтровального материала (толщины, пористости, плотности, структуры) и параметров работы ультразвуковой установки (мощность, время воздействия температуры среды), вида загрязнителя.

Методика проведения эксперимента заключалась в следующем. Сначала образцы фильтровального материала высушивались до постоянного веса в сушильном шкафу при температуре до 90 ^{o}C. Затем они взвешивались на аналитических весах и подвергались промывке загрязненным раствором. Потом опять высушивались и в течение 5 минут часть образцов подвергалась промывке чистой водой, а другая часть – воздействию ультразвука в ванне. После этого образцы снова высушивались, взвешивались и производился расчет эффективности регенерации.

Результаты проведения эксперимента приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Эффективность регенерации образцов фильтровального материала

№ обр.	Фильтр. мате-риал	Вид загряз-нения	Мощность ультразв., Вт	m_0, г	m_1, г	Δm_1, г	m_2, г	Δm_2, г	η,%
1	поли-амид	доломит	промывка	3,8847	4,4212	0,5365	4,0883	0,2036	62,1
2	поли-амид	доломит	126	3,7487	5,8155	2,0668	3,8493	0,1006	95,1
3	лавсан	доломит	промывка	5,4685	6,5707	1,1022	6,1006	0,6321	42,6
4	лавсан	доломит	126	5,3636	9,7001	4,3365	5,7045	0,3409	92,1
5	лавсан	почво-грунт	промывка	5,6838	6,6035	0,9197	5,89	0,2062	77,6
6	лавсан	почво-грунт	180	5,3717	5,9639	0,5922	5,4957	0,124	79,1

где m_0 – масса сухого чистого образца, г; m_1 – масса сухого загрязненного образа, г; $\Delta m_1 = m_1 - m_0$ – исходная масса загрязнителя в образце, г; m_2 – масса сухого образца после обработки (промывка, ультразвук), г; $\Delta m_2 = m_2 - m_0$ – масса загрязнителя в образце после обработки, г.

Эффективность регенерации образца фильтровального материала определялась по формуле

$$\boldsymbol{\eta = \frac{\Delta m_1 - \Delta m_2}{\Delta m_1} \cdot 100\%}\,.$$

Результаты проведенных экспериментальных исследований показывают, что применение ультразвуковой обработки даёт значительный эффект для полиамида и лавсана при доломитовом загрязнителе. При почвогрунтовом загрязнителе эффект от применения ультразвука незначительный. Это можно объяснить тем, что более тонкодисперсные частицы почвогрунта скапливаются в толще фильтровального материала и для ослабления сцепления таких загрязнений с волокнами недостаточно ультразвуковой энергии. Возможно, что увеличение времени воздействия ультразвука на фильтровальный материал и повышение температуры воды в ультразвуковой ванне повысит эффективность регенерации. В дальнейшем исследования будут продолжены.