

ВОЛОКНОВЫЕ ФИЛЬТРОВАЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ДЛЯ ОЧИСТКИ АГРЕССИВНЫХ СРЕД

Для повышения коррозионной стойкости, износостойчивости и улучшения декоративного вида изделий в технологических циклах большинства машиностроительных, металлообрабатывающих, приборостроительных, ремонтных и других предприятий широко применяют гальванические покрытия. В процессе электролитического нанесения гальванических покрытий водными растворами или растворами расплавленных солей неизбежно образуются загрязненные взвесями водные растворы, которые нельзя сбрасывать без очистки в водоемы и канализацию или запускать их в технологический оборот. Подобные агрессивные водные растворы применяются не только в гальванических производствах, но и в цветной металлургии, нефтехимической, химической, медицинской, пищевой отраслях промышленности и в производстве удобрений.

Во всех случаях методов обработки отработанных агрессивных водных растворов обязательной является фильтрация. Например, при выделении ценных компонентов (цветных металлов) методом выщелачивания термообработанного гальваношлама с использованием серной кислоты в технологической цепи применяется восемь фильтров различной пористости. Отмечено, что основные трудности при фильтрации пульпы связаны с низкой стойкостью фильтрующих элементов [1].

В настоящее время для очистки отработанных агрессивных растворов наиболее предпочтительными являются металловолоконные фильтры. Изогнутая система капилляров, хаотическое переплетение волокон и их механическое сцепление, равномерное сопротивление сквозному потоку и возможность получения пористости до 95% и, следовательно, достижение высокой рабочей площади определяют их однозначное преимущество по отношению к другим фильтрующим материалам.

Авторами разработан способ получения металлических волокон методом прессования литых гранул [2]. Использование волоконных свинцовых фильтров позволяет такие фильтрующие элементы применять для очистки высокоагрессивных газов и жидкостей.

В основу технологии изготовления свинцовых фильтрующих элементов положена технология, предложенная в [3], в которую были внесены изменения, касающиеся выбора рациональной геометрии очага деформации при прессовании гранул [4], а также использования разделительной среды, препятствующей адгезии деформированных волокон [2]. Для изготовления волокон использовали свинец марки С2 ГОСТ 3778-77Е. Гранулы отливали в режиме согласно [5]. Для приготовления волокон использовались гранулы фракции (+4) – (-5) мм. Прессование волокон проводили на прессе марки ПГ-452 номинальным усилием

0,63 МН. Режимы прессования: коэффициент вытяжки μ – от 80 до 85, профиль матричной воронки был выполнен вогнутый [4], высота рабочего пояса матрицы h не более 1 мм, разделительная среда – суспензия графит-глицерин (из расчета от $2 \cdot 10^{-3}$ до $3 \cdot 10^{-3}$ кг графита и от $0,4 \cdot 10^{-3}$ до $0,6 \cdot 10^{-3}$ л глицерина на 1 кг насыпной массы гранул). Диаметр волокон составлял от 0,20 до 0,30 мм, длина волокна от 200 до 250 мм. Для дальнейшего свойлачивания волокна нарезали длиной от 20 до 30 мм. Методом осаждения в глицерине в контейнере из нержавеющей стали диаметром 100 мм нарезанные волокна формировали в виде металлического войлока. После промывки керосином и сушки войлок в контейнере подвергали уплотнению до заданной пористости (20; 30; 40; 50 и 60%).

При исследовании характера распределения пор и их размеров волокновые образцы пропитывали сплавом Вуда (50% Bi, 25% Pb, 13% Cu, 12% Cd), делали послойные шлифы и просчитывали срезы. Специальные испытания проводили согласно ГОСТ 25277-82 на фильтровальных установках ПО "Прогресс" (г. Бердичев), специализирующегося на производстве фильтров различного назначения (ПМЖ, ПТЖ, ПТВ, ПТК); стендовые испытания выполняли согласно требованиям ГОСТ 2.601-95; измерения параметров – по ГОСТ 17108-86. Проверку прочности волоконных пористых образцов при максимальном перепаде давления электролита (0,5 МПа) определяли по ГОСТ 26070-84. Для проверки прочности металловолоконных фильтров при аксиальной сжимающей нагрузке использовали методику сжатия между прижимными шайбами по ГОСТ 15.001-88. Устройство для приложения аксиальной нагрузки имитировало условия работы фильтроэлемента. В качестве номинальной нагрузки принимали максимальную силу, которая не приводила к образованию остаточной деформации и нарушению фильтрующих свойств и видимых нарушений пористой структуры. Все испытания проводили на образцах в количестве не менее трех штук.

Испытания фильтров с загрязненным отработанным электролитом проводили с учетом требований к фильтрации: в 10^{-6} м³ отработанного электролита должно быть не более 15 частиц загрязнителя размером более 10^{-12} м. В качестве загрязненного электролита использовали отработанный электролит для совместного обезжиривания и травления АО "Гидросила" (г. Кировоград). Температура испытания составляла (40 ± 2) °С. Содержание взвеси в отработанном электролите превышало 50 г/л.

При испытаниях свинцовых фильтроэлементов определяли характеристики структурных параметров, гидро- и воздухопроницаемости и механических свойств.

При испытании фильтроэлементов на пористость отмечено, что при общей пористости более 20% практически тупиковой и закрытой пористости в них нет. Отмечено, что размер пор в большой степени зависит от плотности фильтроэлементов (табл. 1). Результаты расчета коэффициента извилистости пор $\beta_{\text{пор}}$ и экспериментальная проверка показали, что при пористости от 0,20 до 0,60 коэффициент $\beta_{\text{пор}}$ равнялся от 1 до 1,5.

При испытании на проницаемость исходили из того, что она характеризует свойство пористого материала пропускать через себя жидкость под действием приложенного градиента давления и определяется отношением объема фильтруемой жидкости к площади поверхности фильтрующей перегородки определенной толщины и продолжительности фильтрации при фиксированном перепаде давления.

На рис. 2 и рис. 3 приведены результаты испытаний воздухо- и влагопроницаемости фильтроэлементов различной пористости. Из приведенных данных видно, что проницаемость увеличивается по мере уменьшения плотности фильтров, перепада давлений и размеров пор.

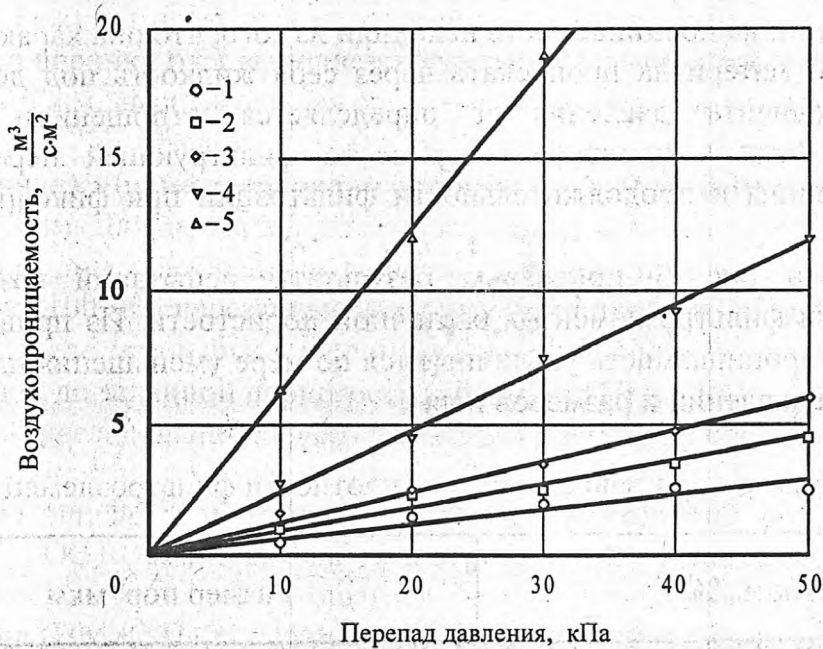
Таблица 1 – Размер пор в зависимости от плотности фильтроэлементов

Пористость, %	Размер пор, мкм
20	от 7 до 10
30	от 10 до 18
40	от 18 до 36
50	от 40 до 65
60	от 70 до 90

Регенерация фильтроэлементов проводилась обратной продувкой воздухом при давлении на 0,05 МПа большем давления фильтрации. Длительность обратной продувки не превышала двух-трех секунд, расход воздуха от 30 до 50 м³/кг. Интервал между продувками составлял от 5 до 6 минут. Результаты регенерации показали, что после трех-четырех продувок воздухом проницаемость фильтроэлементов достигает исходного значения.

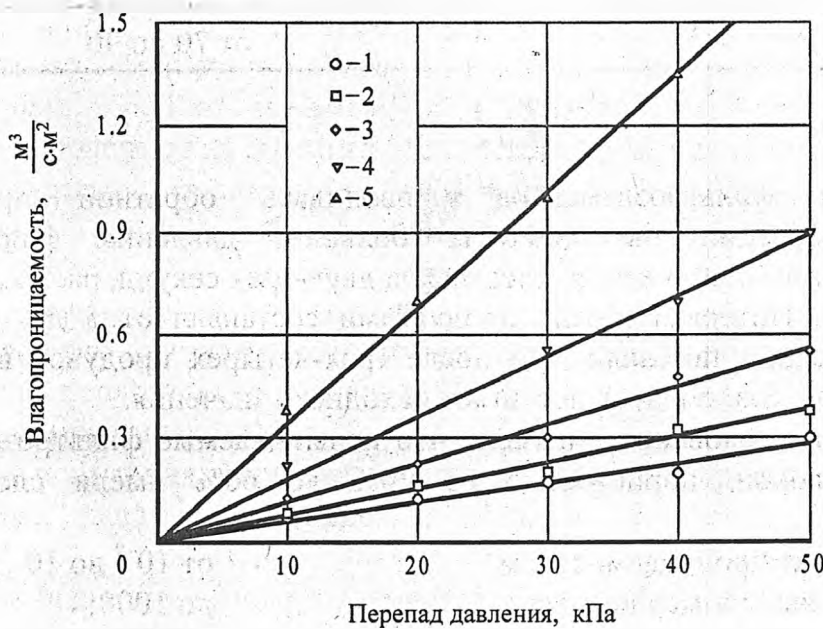
Результаты исследования показали, что испытываемые фильтроэлементы из свинцовых волокон, пористостью от 20% до 60% имели следующие показатели:

- коэффициент проницаемости, м² от 10⁻⁹ до 10⁻⁷;
- максимальный размер пор, мкм до 1000;
- средний размер пор, мкм от 10 до 300;
- удельная поверхность, м²/г от 0,01 до 800;
- распределение локальной проницаемости
- (коэффициент вариации) от 0 до 0,5;
- капиллярный потенциал, м²/с² до 8;
- предел прочности при поперечном изгибе, Мпа от 30 до 60.



Толщина фильтроэлемента 10 мм. Пористость: 1 – 20%; 2 – 30%; 3 – 40%; 4 – 50%; 5 – 60%

Рисунок 2 – Воздухопроницаемость фильтроэлементов из свинцовых волокон



Толщина фильтроэлемента 10 мм. Пористость: 1 – 20%; 2 – 30%; 3 – 40%; 4 – 50%; 5 – 60%

Рисунок 3 – Влажнопроницаемость фильтроэлементов из свинцовых волокон

В целом можно заключить, что свинцовые волокнистые фильтроэлементы обладают рядом достоинств по сравнению с металлокерамическими (порошковыми) фильтрами. Они более проницаемы, устойчивы против коррозии, обладают высокой упругостью, допускают легкую регенерацию. Высокий коэффициент проницаемости при минимальных размерах пор способствует повышению срока службы фильтров, уменьшению их габаритов и массы, дает возможность получать качественный фильтрат.

Данные испытания на воздухопроницаемость дают возможность утверждать, что фильтроэлементы из волокон свинца могут эффективно использоваться не только для фильтрации агрессивных жидкостей, но и очистки газов в технологических циклах химического, нефтехимического, металлургического производств. Волокнистые материалы обладают достаточно высокой технологичностью. В зависимости от области применения, эксплуатационных и конструкционных требований волокнистые фильтроэлементы могут быть изготовлены в виде дисков, пластин, цилиндров, стаканов, конусов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Оборудование цехов электрохимических покрытий: Справочник. – Л.: Машиностроение, 1987. – 210 с.
2. Шепельский Н.В., Свяцкий В.В., Пукалов В.В., Пукалов В.П. Умова пластичної течії металу волокон при зсувних деформаціях системи // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин: Збірник наукових праць. – Кіровоград: КІСМ. – 1998. – Вип. 27. – С. 92 – 96.
3. Пукалов В.В. Развитие теории деформации дискретных тел и разработка технологического процесса пресования свинцевых волокон. Автореферат дис. канд. техн. наук 05.03.05. – Донецк, 1999. – 18 с.
4. Шепельский Н.В., Свяцкий В.В. Влияние геометрии очага деформации на процесс получения разобщенных волокон при прессовании литых гранул // Удосконалення процесів та обладнання обробки тиском в металургії та машинобудуванні: Зб. наук. праць ДДМА. – Краматорськ-Слов'янськ, 2000. – С. 242 – 248.
5. Шепельский Н.В., Пукалов В.В., Свяцкий В.В. Оптимизация режимов литья гранул // Збірник наукових праць Кіровоградського інституту сільськогосподарського машинобудування. – Кіровоград: КІСМ. – 1998. – Вип. 4. – С. 208 – 212.