

УДК 621.762

**РЕГЕНЕРАЦИЯ ФИЛЬТРУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ОСНОВЕ  
МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОРОШКОВ, ВОЛОКОН И СЕТОК В  
ХОЗЯЙСТВАХ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА**

**А.А. Андрушевич<sup>1</sup>, канд. техн. наук, Р.А. Кусин<sup>1</sup>, канд. техн. наук,  
И.Н. Черняк<sup>2</sup>, В.К. Корнеева<sup>1</sup>, П.С. Чугаев<sup>1</sup>, А.И. Илюкевич<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,  
<sup>2</sup>ГНУ «Институт порошковой металлургии», г. Минск, Республика  
Беларусь

*Рассмотрены основные методы регенерации фильтрующих материалов на основе металлических порошков, волокон и сеток, применяемых в агропромышленном комплексе.*

**Введение**

Основным назначением фильтров является очистка жидкостей и газов от посторонних примесей: жидкостей от твердых частиц, газовых пузырьков и включений другой нерастворимой жидкости, газа от твердых или жидких частиц. Отличительной их особенностью является осуществление фазоразделения в результате процесса фильтрования. Применение таких фильтров позволяет повысить качество выпускаемой продукции, надежность и долговечность пневмо- и гидросистем различного назначения, обеспечить защиту окружающей среды. Фильтры используются для очистки воды, щелочных, кислотных и солевых растворов, горючесмазочных материалов, молока, смол, основ для лаков, расплавов солей и полимеров, фильтрации сжиженных и сжатых газов при их производстве и практическом применении, отходящих газов в технологических циклах различных производств.

На сегодняшний день широко применяются бумажные, стеклянные, керамические, тканевые, войлочные, полимерные фильтрующие материалы. Особое место среди фильтрующих материалов по ряду достоинств занимают порошковые фильтрующие материалы (ПФМ), изготовленные из металлических порошков. Такие материалы характеризуются большей проницаемостью, прочностью, возможностью регулирования и управления свойствами в более широких диапазонах, высокой тепло- и электропроводностью, устойчивостью против коррозии и к тепловым ударам, возможностью подвергаться механической обработке и сварке. Известны области применения изделий из металлических ПФМ, где они успешно работают при давлении 25 МПа и выше[1]. Но основное преимущество ПФМ на металлической основе по сравнению с другими материалами – это возможность их многократной регенерации, что компенсирует их более высокую стоимость. Сегодня из ПФМ

могут изготавливаться изделия широкой номенклатуры: из порошков бронзы изготавливаются листы 1 400x350 мм и трубы на их основе диаметром до 500 мм и длиной 1 000 мм и более, диски диаметром от 52 до 305 мм и «чечевицы» на их основе, изделия в виде стаканов, таблеток, пробок и более сложной формы. Из порошков коррозионностойких сталей, никеля и титана изготавливаются диски диаметром до 120 и длиной до 500 мм, а также втулки и стаканчики диаметром до 80 мм.

Высоким комплексом свойств обладают и другие фильтрующие материалы на основе металлов: сетчатые и волокновые.



Рисунок 1 - Внешний вид порошковых фильтрующих материалов из металлических порошков

Наиболее перспективными областями применения фильтрующих элементов на основе металлических порошков, волокон и сеток на предприятиях агропромышленного комплекса являются: очистка технических масел, очистка воздуха и водяного пара, очистка воды, равномерное распределение потока газа на поверхности раздела ПФМ–жидкость, глушение шума и пламягашение.

### **Основная часть**

Фильтрующие материалы (ФМ) в процессе эксплуатации загрязняются оседающими на поверхности и в порах частицами, что с течением времени приводит к уменьшению их фильтрующей способности. Существует несколько основных способов регенерации фильтров.

Выбор способа регенерации определяется условиями работы фильтра, а также химической природой ФМ и осаждаемого загрязнителя.

1. Механические методы регенерации. Наиболее часто механическим методам регенерации подвергаются ФМ, используемые для механической очистки жидкостей или газов от твердых частиц загрязнителя. Твердые частицы, увлекаемые потоком очищаемой среды к фильтрующей перегородке, могут осесть на ее поверхности или задерживаться внутри ФМ из-за механического торможения либо в результате адсорбционных и электрокинетических явлений. Осевшие на поверхности либо удержанные в структуре ФМ твердые частицы образуют дополнительный пористый слой,

увеличивающий гидравлическое сопротивление ФМ. В таких случаях эффективно механическое удаление (снятие) образовавшегося на поверхности слоя либо регенерация противодавлением. Во-втором случае, очищенную среду (жидкость или газ) пропускают через засоренный ФМ в направлении, противоположном направлению фильтрации. Очистка должна производиться под давлением, превышающем давление фильтрации.

Регенерация противотоком производится без демонтажа фильтрующих элементов. В большинстве случаев (в частности в непрерывных технологических потоках) устанавливаются параллельно два фильтра, один из которых работает, а другой в это время подвергается регенерации. Например, фильтрующие элементы для очистки питьевой, изготовленные из порошков бронзы марки БрО10Ф1, хорошо поддаются регенерации противотоком, при этом прилагаемое давление воды на 0,05-0,1 МПа выше, чем при процессе фильтрации. При этом количество циклов регенерации составляет не менее пятидесяти, что делает использование таких фильтрующих элементов экономически выгодными по сравнению с другими типами фильтрующих материалов.

К механическим методам регенерации ФМ также относится ультразвуковая регенерация. Для этого фильтрующий элемент погружается в моющую жидкость, в которой возбуждаются ультразвуковые колебания. Возникающие в жидкости кавитационные явления, а также разнонаправленные потоки способствуют удалению загрязняющих частиц с поверхности ФМ и из его пор.

Очищаемые элементы располагают в ультразвуковой ванне так, чтобы направление очистки совпадало с линиями пучностей, т.е. с направлением распространения изгибающих колебаний в диафрагме. В этом случае исключается явление «полосоватости», вызываемое наличием зон с различным уровнем кавитации, что позволяет добиться высокого качества очистки.

Регенерация ультразвуком может достигать 100 % восстановления свойств ФМ, причем степень его очистки при последующих регенерациях уменьшается незначительно.

2. Химические методы регенерации. Регенерация химическими растворителями заключается в растворении частиц, застрявших в порах ФМ, и производится в том случае, если обратная продувка малоэффективна. В качестве растворителей можно использовать кислоты, щелочи, ацетон, бензин, спирт и др. При этом растворитель не должен взаимодействовать с материалом фильтра. Например, фильтры из коррозионностойкой стали регенерируют азотной кислотой (большая часть осадков из частиц металла растворяется). Аналогично возможна регенерация фильтров, забитых органическими примесями.

Нередко, при очистке питьевой воды, в поровых каналах ФМ в больших количествах происходит осаждение ржавчины, образующейся при окисле-

нии растворенного в воде железа. В таких случаях наиболее часто для регенерации фильтрующих элементов применяют специальные составы .

Главными недостатками регенерации фильтрующих элементов химическими растворителями являются частая необходимость демонтажа фильтра, длительность процесса растворения примесей, непосредственный контакт материала фильтра с агрессивными жидкостями.

Наилучшие результаты достигаются при одновременном сочетании механических и химических методов регенерации ФМ, к примеру промывка фильтрующего элемента с помощью химических растворителей в ультразвуковой ванне.

3. Термические методы регенерации. Регенерация ФМ прокаливанием служит, главным образом, для удаления органических загрязнений; ее применяют в том случае, если фильтрующий элемент обладает достаточной термической стойкостью. Эта операция производится в струе горячего газа, пропускаемого через фильтрующий элемент. При этом газ вступает в химическую реакцию с осевшим загрязнителем или последний выгорает/разлагается.

Термическая регенерация применяется относительно редко, что связано с необходимостью демонтажа фильтрующих устройств, применения специального термического оборудования и защитной среды, трудностью последующего удаления продуктов реакции термического разложения[3].

Качество регенерации фильтрующих элементов можно оценивать по изменению ряда эксплуатационных показателей элемента: по приращению его массы, увеличению его начального гидравлического сопротивления, уменьшению ресурса работы до снижения скорости фильтрования на заданную величину или до достижения максимально допустимого перепада давлений и т.д. В условиях фильтрования при постоянном давлении лучше всего оценивать регенерацию по изменению пропускной способности во времени. Эти показатели позволяют учитывать не только начальные послерегенерационные изменения фильтрующих свойств, связанные с остаточным загрязнением фильтрующей перегородки, но и интенсивность ее закупоривания после регенерации [4].

### **Заключение**

Таким образом, одним из основных преимуществ фильтрующих материалов на металлической основе по сравнению с другими материалами является возможность их многократной регенерации, что компенсирует их более высокую стоимость и делает их использование экономически более выгодным по сравнению с другими типами фильтрующих материалов. Металлическая основа этих материалов позволяет использовать любой из известных методов регенерации: механическую, химическую или термическую.

### Литература

1. Фильтрующие материалы: перспективные области применения в агропромышленном комплексе и современные технологии получения: монография / В.М. Капцевич [и др.]. – Мн.: БГАТУ, 2006. – 189 с.

2. П.А. Витязь, В.М. Капцевич, Р.А. Кусин. Фильтрующие материалы: свойства, области применения, технология изготовления. – Минск: НИИ ИП с ОП, 1999. – с. 304.

3. А.с. 801058 СССР. Устройство для переливания хладгена / В.А. Кривонос, О.Г. Расин, В.К. Шелег и др. // Открытия. Изобретения. – 1981. – №28.

4. Коваленко В.П., Ильинский А.А. Основы техники очистки жидкостей от механических загрязнений. – М.: Химия, 1982. – 272 с.

#### **Abstract**

*The basic methods of regeneration of filter materials based on metal powders, fibers and grids used in agroindustrial complex have been considered.*

УДК: 621.901

### **МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЯ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ НОЖЕЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В КОНДИТЕРСКОМ ПРОИЗВОДСТВЕ**

**Т.С. Скобло, д.т.н., профессор, Е.Л. Белкин, инженер,  
С.П. Романюк, аспирант, А.И. Сидашенко, к.т.н., профессор**  
*Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства имени Петра Василенко, г. Харьков, Украина*

*Выполнен анализ структурных изменений в процессе эксплуатации режущего инструмента, используемого для дробления орехов в кондитерском производстве из конструкционной стали 65Г. С помощью математических методов проведена количественная оценка степени деформации различных областей ножа.*

#### **Постановка проблемы**

Постоянно возрастающие требования к качеству выпускаемой кондитерской продукции требуют совершенствования технологий не только самих изделий, но и повышения требований к элементам оборудования. Резка орехов осуществляется стальными дисковыми ножами, которые совершают вращательные движения.