

**А.Ф. Ильющенко**<sup>1,2</sup>, доктор технических наук, профессор,  
член-корреспондент НАН Беларуси

**В.М. Капцевич**<sup>3</sup>, доктор технических наук, профессор

**В.К. Корнеева**<sup>3</sup>, **Н.Н. Якимович**<sup>4</sup>, **И.В. Якимович**<sup>4</sup>, **Р.А. Кусин**<sup>3</sup>,  
кандидаты технических наук

**И.Н. Черняк**<sup>2</sup>, заведующая лабораторией фильтрующих материалов

<sup>1</sup> Государственное научно-производственное объединение  
порошковой металлургии, г. Минск

<sup>2</sup> Государственное научное учреждение «Институт порошковой  
металлургии», г. Минск

<sup>3</sup> УО «Белорусский государственный аграрный технический  
университет», г. Минск

<sup>4</sup> Государственное научное учреждение «Институт  
физико-органической химии НАН Беларуси», г. Минск

## ПРИМЕНЕНИЕ ПОРОШКОВЫХ ФИЛЬТРУЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ НА ПРОИЗВОДСТВАХ АПК

**Аннотация.** Представлены сведения о перспективных направлениях использования порошковых фильтрующих материалов (ПФМ) на производствах агропромышленного комплекса (АПК). Приведены примеры эффективного использования ПФМ на основе титановых порошков. Описаны методы регенерации этих материалов, обеспечивающие возможность их длительной эксплуатации.

Основным назначением ПФМ 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. В настоящее время для этих целей широко применяются бумажные, стеклянные, керамические, тканевые, войлочные, полимерные фильтрующие материалы. Однако о применении на производствах АПК порошковых фильтрующих материалов, которые по ряду достоинств занимают особое место среди фильтрующих материалов, в литературе имеется относительно немного сведений [1]. Цель данной работы – раскрыть перспективные области применения ПФМ в агропромышленном комплексе.

Одними из наиболее перспективных материалов для изготовления ПФМ, предназначенных для производств агропромышленного комплекса, являются порошки титана. Фильтрующие материалы на основе порошков титана хорошо показали себя в процессах тонкой очистки воды, стерилизации и бактериальной очистки воздуха, диспергации воздуха и озоносодержащей смеси, очистки пара на производствах по выпуску кормовых добавок и ферментных препаратов для производства этилового спирта, в установках замкнутого водоснабжения при выращивании рыбы и др. Они обеспечивают тонкость очистки от долей микрометра до нескольких сотен и коэффициент проницаемости от 0,2 до  $1000 \cdot 10^{-13} \text{ м}^2$  при высокой прочности.

Пропускная способность изделий из ПФМ определяется из выражения Дарси через коэффициент проницаемости [2]:

$$Q = K \frac{\Delta p S}{\mu h},$$

где  $Q$  – объем пропускаемой через ПФМ среды (жидкости или газа), прошедшего через поры за единицу времени;

$\mu$  – коэффициент динамической вязкости среды;

$\Delta p$  – перепад давления на ПФМ;

$h$  – толщина ПФМ;

$S$  – площадь фильтрации.

На рисунке 1 для примера приведены зависимости коэффициента проницаемости от технологических режимов изготовления (давления прессования) для трех фракций титанового порошка (на графике указаны средние размеры вычисленных по формуле Андерсона частиц следующих гранулометрических составов: («минус» 400 + 315), («минус» 630 + 400) и («минус» 1000 + 630) мкм), анализ которых свидетельствует о возможности регулировать пропускную способность в широких пределах, а на рисунке 2 – характерная структура двухслойного ПФМ, обеспечивающего повышение свойств изделий.

В качестве примера эффективного использования ПФМ на рисунке 3 приведены конструкция разработанного диспергатора на основе трубчатых титановых элементов (а), процесс обеззараживания с его помощью среды обитания рыб (б) и внешний вид отработанного импортного диспергатора (в).

Эксплуатация этих диспергаторов в условиях ООО «Ремона» (г. Могилев) показала, что по истечении двух лет использования показатели отечественных изделий не изменились, тогда как аналогичные изделия импортного производства пришли в негодность в результате саморазрушения через полтора года эксплуатации (рис. 3, в).

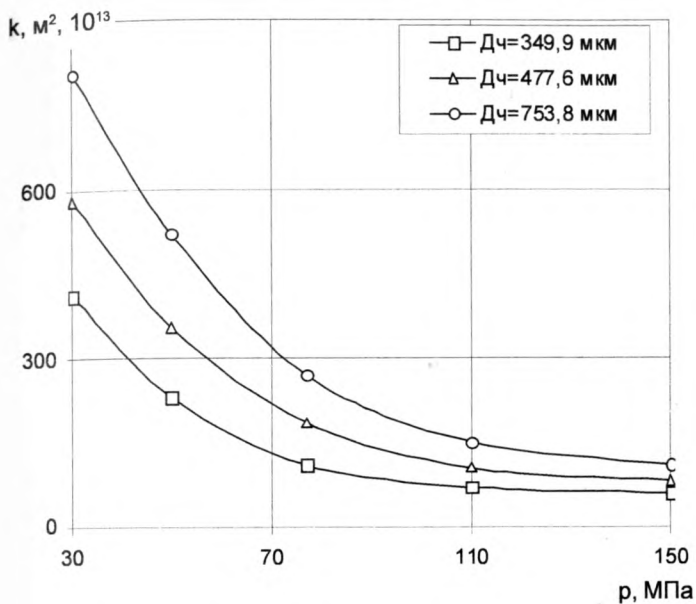


Рисунок 1 – Зависимость коэффициента проницаемости ПФМ от давления прессования

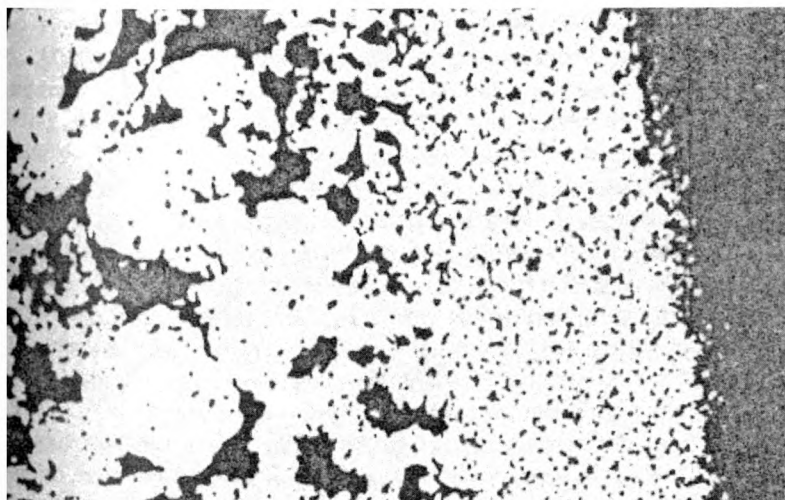


Рисунок 2 – Структура двухслойного ПФМ, полученного совместным прессованием порошков разных фракций путем послойной засыпки

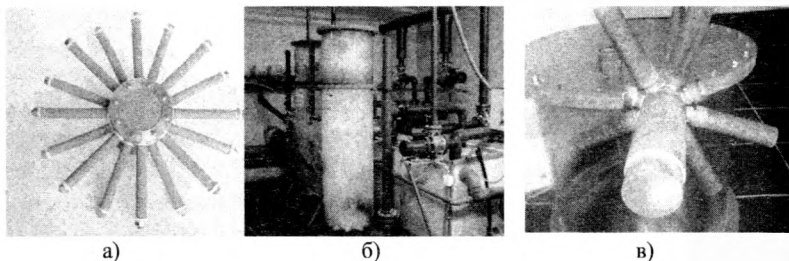


Рисунок 3 – Внешний вид (а) и процесс эксплуатации (б) диспергатора на основе пористых порошковых титановых элементов и внешний вид импортного диспергатора после 1,5 лет эксплуатации (в)

Применение порошковых фильтроэлементов для очистки пара на Пинском заводе кормовых витаминов позволило существенно снизить затраты, связанные с повышенным абразивным износом уплотнений вентиляей и негерметичным перекрытием вентилями трубопроводов из-за попадания на уплотнения содержащихся в паре продуктов коррозии трубопроводов.

Внедрение фильтров для стерилизации (на заводе БВК, г. Новополоцк) и бактериальной очистки (на Гродненском заводе медпрепаратов) позволило сэкономить валютные средства на закупке импортных аналогов.

Области применения ПФМ не исчерпываются вышеперечисленными: они могут также эффективно использоваться для очистки технических масел, воздуха, влагоотделения, глушения шума, огнепреграждения [3].

Важным преимуществом ПФМ является возможность проведения многократной регенерации. Существует несколько основных методов регенерации: механические, химические и термические [4]. Выбор способа регенерации определяется условиями работы фильтра, а также химической природой ПФМ и осаждаемого загрязнителя.

Из механических методов наиболее часто применяют регенерацию противодействием (противотоком). В этом случае очищенную среду (жидкость или газ) пропускают через засоренный ПФМ 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.

К механическим методам регенерации фильтрующих материалов также относятся ультразвуковая регенерация и механическая обработка

загрязненных поверхностей с помощью щеток, скребков и т. п. В этом случае регенерация фильтрующих элементов осуществляется после разборки устройства, в котором они установлены.

Химические методы регенерации заключаются в растворении частиц, застрявших в порах ПФМ, и производятся в том случае, если обратная продувка малоэффективна.

Термические методы регенерации ПФМ основаны на нагреве загрязненных фильтроэлементов до высоких температур и применяются, главным образом, для удаления органических загрязнений.

Качество регенерации оценивается по изменению ряда эксплуатационных показателей фильтроэлемента: приращение массы, увеличение начального гидравлического сопротивления, уменьшение ресурса работы до снижения скорости фильтрования на заданную величину или до достижения максимально допустимого перепада давлений и т. д.

**Заключение.** Приведены перспективные области использования ПФМ на производствах АПК. Показаны примеры эффективного применения этих материалов и описаны способы восстановления работоспособности по мере загрязнения.

#### *Список использованных источников*

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

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

3. Шибряев, Б.Ф. Пористые проницаемые порошковые материалы / Б.Ф. Шибряев. – М.: Металлургия, 1982. – 168 с.

4. Регенерация фильтрующих элементов на основе металлических порошков, волокон и сеток в хозяйствах агропромышленного комплекса / А.А. Андрушевич [и др.] // Современные проблемы освоения новой техники, технологий, организации: материалы конф., посвящ. 60-летию создания БГАТУ и памяти Сулова, Минск, 4–6 июня 2014 г.: в 2 ч.; под общ. ред. И.Н. Шило, Н.А. Лабушева. – Минск, БГАТУ, 2014. – Ч. 1. – С. 221–225.

*Поступила 25.03.2015*