

Степень очистки определяли как изменение концентрации частиц загрязнений до и после прохождения через двухслойные ФЭ.

Анализ таблицы показывает, что с использованием изготовленных двухслойных ФЭ достигается степень очистки  $\psi$ , равная 0,92–0,96.

Таблица – Количественный состав частиц загрязнений до и после фильтрования через двухслойные ФЭ

Результаты анализа	Размерные группы частиц загрязнений, мкм			
	более 40	30–40	20–30	10–20
Количество частиц (%) до фильтрования	10	14	22	54
Количество частиц (%) после фильтрования через ФЭ фракций (–0,4...+0,315) и (–0,315...+0,2) мм	–	4	12	43
Количество частиц (%) после фильтрования через ФЭ фракций (–0,4...+0,315) и (–0,315...+0,2) мм	–	–	6	21
Количество частиц (%) после фильтрования через ФЭ фракций (–0,315...+0,2) и (–0,2...+0,1) мм	–	–	1	8

#### Список использованных источников

1. Капцевич, В.М. Новые фильтрующие материалы и перспективы их применения / В.М. Капцевич [и др.]. – Минск: БГАТУ, 2008. – 232 с.
2. Беянин, П.Н. Промышленная чистота машин / П.Н. Беянин, В.М. Данилов. – Москва: Машиностроение, 1982. – 224 с.

УДК 621.762

### ИССЛЕДОВАНИЕ ПОРОВОЙ СТРУКТУРЫ ДВУХСЛОЙНЫХ ФИЛЬТРОЭЛЕМЕНТОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ МЕДНЫХ КАБЕЛЬНЫХ ОТХОДОВ

*Студент – Рыхлик А.Н., 34 тс, 4 курс, ФТС*

*Научные*

*руководители – Капцевич В.М., д.т.н., профессор;*

*Корнеева В.К., к.т.н.*

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь*

**Аннотация.** Исследована поровой структуры двухслойных фильтроэлементов из медных кабельных отходов при помощи сканирующего

электронного микроскопа. Показано, что выбранный способ изготовления фильтроэлементов позволяет достичь более плотной укладки волокон, что способствует улучшению процессов прессования и спекания.

**Ключевые слова:** медные кабельные отходы, двухслойные фильтроэлементы, поровая структура

В БГАТУ разработана технология изготовления двухслойных фильтроэлементов (ФЭ) из медных кабельных отходов (МКО), имеющих волоконное строение.

Нами изготовлены двухслойные ФЭ из различных фракций МКО.

Для исследования поровой структуры ФЭ вырезали элемент в форме прямоугольного параллелепипеда, помещали в жидкий азот, после чего подвергали хрупкому излому. Исследование структуры ФЭ проводилось на сканирующем электронном микроскопе высокого разрешения «*Mira*» фирмы «*Tescan*» (Чехия) в режиме вторичных электронов (*SE*) и обратно рассеянных электронов (*BSE*). Съемку образцов проводили при ускоряющем напряжении 20 кВ.

Исследование элементного состава проводилось с помощью микро-рентгеноспектрального анализатора «*INCA 350*» фирмы «*Oxford Instruments*» (Великобритания). Минимальный предел обнаружения элемента составлял 0,5 %, погрешность метода – 5–15 отн. %.

В качестве примера на рисунке 1 представлена микроструктура хрупкого излома двухслойного ФЭ из МКО фракций  $(-0,2...+0,1)$  и  $(-0,4...+0,315)$  мм. На снимках дискретные элементы МКО обеих фракций расположены преимущественно в горизонтальной плоскости, что при использовании предложенного способа изготовления [патент] достигается более плотная укладка. Изогнутость МКО также является положительным явлением и способствует улучшению процесса укладки волокон, и, как следствие, улучшению прессуемости и спекаемости.



Рисунок 1 – Микроструктура хрупкого излома двухслойного ФЭ из МКО фракций  $(-0,2...+0,1)$  и  $(-0,4...+0,315)$  мм: а –  $\times 50$ ; б –  $\times 70$

При больших увеличениях (рисунок 2) видны места разрушения контактов между волокнами при хрупком изломе, причем для волокон мелкой

фракции  $(-0,2...+0,1)$  мм излом происходил, как по местам контактов, так и по самим волокнам (рисунок 2, а), а для волокон фракции  $(-0,4...+0,315)$  мм – только по местам контакта (рисунок 2, б).

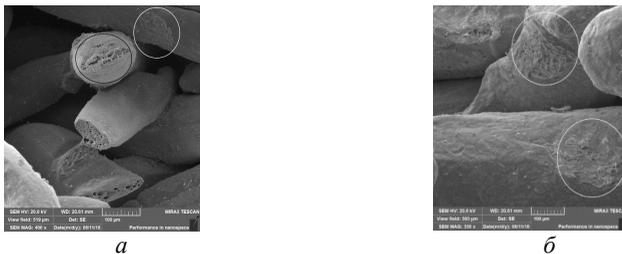


Рисунок 2 – Микроструктура хрупкого излома двухслойного ФЭ из МКО: а –  $(-0,2...+0,1)$  мм,  $\times 400$ ; б –  $(-0,4...+0,315)$  мм,  $\times 350$

При рассмотрении МКО фракции  $(-0,4...+0,315)$  мм в двухслойном ФЭ (рисунок 3) на их поверхности были обнаружены микронеровности. При большем увеличении (рисунок 3, в, з) видно, что микронеровности образованы частицами идеальной сферической формы с размерами 3 мкм и менее (рисунок 3, в). Микрорентгеноспектральный анализ элементного состава показывает (рисунок 3, з, таблица), что сферические частицы на поверхности МКО по химическому составу являются медными.

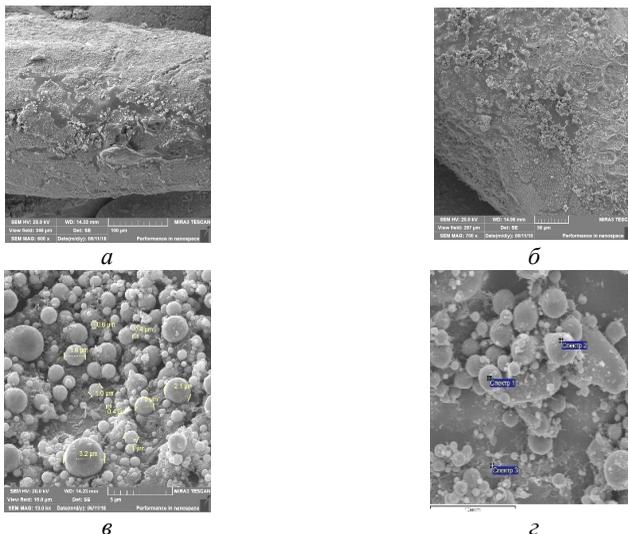


Рисунок 3 – Морфология поверхности МКО фракции  $(-0,4...+0,315)$  мм в двухслойном ФЭ а, б, в – в отраженных электронах; з – в обратно рассеянных электронах, МРСА; (а –  $\times 600$ ; б –  $\times 700$ ; в –  $\times 13000$ ; з –  $\times 5700$ )

Таблица – Результаты микрорентгеноспектрального анализа МКО фракции (–0,4...+0,315) мм

Спектр	Химический состав, %		
	<i>O</i>	<i>Al</i>	<i>Si</i>
Спектр 1	2,0	–	98,0
Спектр 2	3,0	–	97,0
Спектр 3	6,9	0,7	92,4

Образование таких сферических медных частиц на поверхности МКО можно объяснить, по нашему мнению, следующим образом. Тончайшие чешуйки «шагреновой кожи», присутствующие на поверхности исходного сырья (МКО) [2] в процессе спекания расплавляются, в отличие от основного металла волокон, и в результате стремления минимизировать поверхностную энергию под действием вязкого течения приобретают сферическую форму.

#### Список использованных источников

1. Способ изготовления длинномерного трубчатого фильтрующего элемента из дискретных металлических волокон: пат. ВУ 21507 / А.Ф. Ильющенко, В.К. Корнеева, В.М. Капцевич, И.В. Закревский. – Оpubл. 30.12.2017.
2. Корнеева, В.К. Особенности морфологии поверхности медных кабельных отходов, полученных механической переработкой / В.К. Корнеева, В.М. Капцевич, Л.Н. Дьячкова // Порошковая металлургия : респ. межвед. сб. науч. трудов. – Минск, 2018. – Вып. 41. – С. 124–130.

УДК 621.113

## МЕХАНИЗМЫ ДЕЙСТВИЯ ПРИСАДОК В СМАЗОЧНЫХ МАСЛАХ

*Студент – Рыхлик А.Н., 34 тс, 4 курс, ФТС*

*Научные*

*руководители – Капцевич В.М., д.т.н., профессор;*

*Корнеева В.К., к.т.н.*

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь*

**Аннотация.** Проведен анализ присадок, вводимых в базовые масла, для придания им вязкостных, смазывающих, антикоррозионных, антиокислительных и моющих свойств.

**Ключевые слова:** смазочные материалы, моторное масло, присадки, вязкостные, смазывающие, антикоррозионные, антиокислительные, моющие присадки.