

УДК 621.762

**ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ
ДЛИННОМЕРНЫХ МНОГОСЛОЙНЫХ ФИЛЬТРОЭЛЕМЕНТОВ**

Студент – Рыхлик А.Н., 34 тс, 3 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. Предложены три варианта усовершенствованной технологии сухого изостатического прессования для изготовления многослойных длинномерных композиционных фильтроэлементов. По трем вариантам технологии изготовлены фильтроэлементы, исследованы их свойства.

Ключевые слова: длинномерные многослойные композиционные фильтроэлементы, усовершенствованная технология сухого изостатического прессования, закладные металлические стержни, структурные и гидродинамические свойства.

Введение. Фильтроэлементы (ФЭ), изготавливаемые методами порошковой металлургии, способны работать в режиме глубинного фильтрования и могут быть использованы для очистки различных жидкостей и газов [1, 2]. Одним из методов прессования в порошковой металлургии является метод сухого изостатического прессования (СИП), позволяющий изготавливать длинномерные многослойные ФЭ [3].

Целью работы является разработка усовершенствованной технологии СИП, позволяющей изготавливать композиционные многослойные ФЭ с развитой поверхностью.

Результаты исследований. Для изготовления композиционных многослойных ФЭ с развитой поверхностью нами разработаны три варианта совершенствования технологии СИП, основанных на использовании закладных жестких металлических стержней, по-разному устанавливаемых между наружным эластичным элементом и внутренним монолитным стержнем.

Первый вариант технологии направлен на изготовление ФЭ с развитой поверхностью фильтрования из медных кабельных отходов (МКО) с использованием оснастки, представленной на рисунке 1.

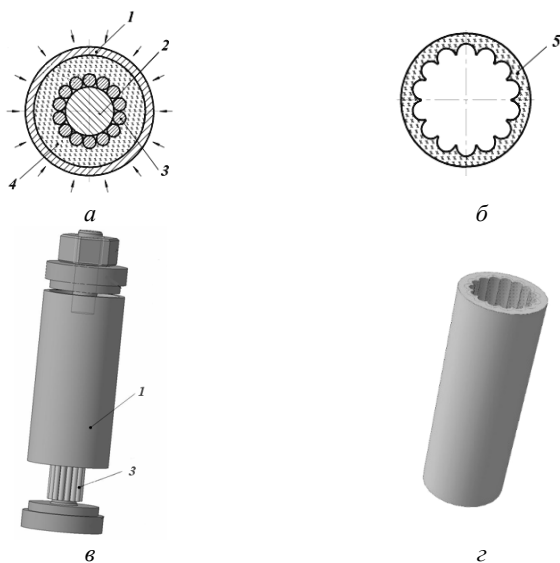


Рисунок 1 – Оснастка для изготовления ФЭ по первому варианту: *а* – сечение оснастки; *б* – сечение ФЭ; *в* – общий вид оснастки; *г* – общий вид прессовки ФЭ

Первоначально в кольцевой зазор между эластичным элементом *1* и монолитным стержнем *2* устанавливают закладные металлические стержни *3* диаметром 5 мм таким образом, чтобы каждый из них, во-первых, касался монолитного стержня и, во-вторых, чтобы закладные стержни соприкасались друг с другом или зазор между ними был минимальным. Далее в зазор, образованный эластичным элементом *1* и закладными стержнями *3*, по известной [4] методике воздушного войлокования засыпают МКО *4*. Собранный инструмент размещают в установке СИП. К наружной поверхности эластичного элемента *1* прикладывают давление 80 МПа, под действием которого МКО, находящиеся между наружным эластичным элементом *1* и монолитным стержнем *2* с установленными закладными формообразующими металлическими стержнями *3*, необратимо сжимаются. После снятия нагрузки и разборки инструмента прессовка в виде заготовки с внутренней полостью, геометрия поверхности которой соответствует наружной геометрии поверхности монолитного стержня *2* с установленными закладными формообразующими металлическими стержнями *3*, извлекается из оснастки. После извлечения инструмента из установки СИП последнюю разбирают, и прессовку (уплотненные МКО *5*) извлекают из оснастки.

Второй вариант новой технологии направлен на изготовление ФЭ из композиции «металлическая сетка – МКО» с использованием оснастки, представленной на рисунке 2.

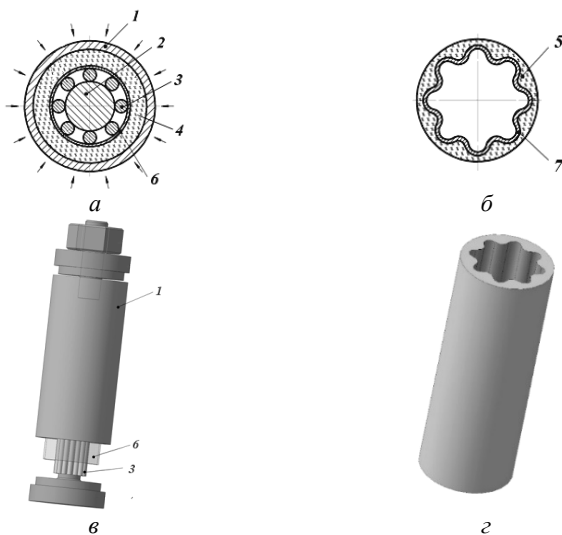


Рисунок 2 – Оснастка для изготовления композиционного ФЭ по второму варианту: *а* – сечение оснастки; *б* – сечение композиционного ФЭ; *в* – общий вид оснастки; *г* – общий вид прессовки композиционного ФЭ

В кольцевой зазор между эластичным элементом *1* и монолитным стержнем *2* на равном расстоянии друг от друга устанавливают закладные металлические стержни *3* диаметром 5 мм таким образом, чтобы каждый из них касался монолитного стержня *2*. Затем на установленные закладные стержни *3* надевают скрученную в рулон в 2–5 слоев металлическую сетку *6*, внутренний диаметр которой равен или несколько больше суммы диаметра монолитного стержня *2* и двух диаметров закладных стержней *3*. В образовавшийся зазор между металлической сеткой *6* и эластичным элементом *1* по разработанной методике воздушного войлокования [4] засыпают МКО *4*. Собранный оснастку размещают в установке СИП. К наружной поверхности эластичного элемента *1* прикладывают давление 80 МПа, под действием которого скрученная металлическая сетка *6* и МКО *4*, находящиеся между наружным эластичным элементом *1* и монолитным стержнем *2* с установленными закладными формообразующими металлическими стержнями *3*, необратимо сжимаются. После снятия нагрузки и разборки оснастки двухслойная прессовка (уплотненная металлическая сетка *7* и уплотненные МКО *5*) в виде заготовки с внутренней гофрированной поверхностью, геометрия которой соответствует геометрии контактирующих поверхностей закладных формообразующих металлических стержней *3*, извлекается из оснастки.

По третьему варианту технологии для изготовления ФЭ из композиции «МКО – металлическая сетка» используют оснастку, представленную на

рисунке 3. Процесс изготовления осуществляют следующим образом. Первоначально между эластичным элементом 1 и монолитным стержнем 2 по разработанной методике воздушного войлокования [4] засыпают МКО. Оснастку без закладных стержней помещают в рабочую камеру установки СИП и прикладывают давление 80 МПа. Не извлекая прессовку цилиндрической формы из оснастки для прессования, в образовавшийся зазор между прессовкой и эластичным элементом 1 предварительно вставляют скрученную в рулон в 2–5 слоев металлическую сетку 6, а между сеткой 6 и эластичным элементом 1 устанавливают закладные жесткие металлические стержни 3 диаметром 8 мм. Собранный оснастку размещают в установке СИП. К наружной поверхности эластичного элемента 1 прикладывают давление 80 МПа, под действием которого закладные формообразующие металлические стержни 3 создают высокое контактное давление на скрученную металлическую сетку 6 и предварительно уплотненные МКО 4, находящиеся между монолитным стержнем 2 и закладными формообразующими металлическими стержнями 3. После снятия нагрузки и разборки оснастки двухслойная прессовка (уплотненные МКО 5 и уплотненная металлическая сетка 7) в виде заготовки с внешней гофрированной поверхностью, геометрия которой соответствует геометрии контактирующих поверхностей закладных формообразующих металлических стержней 3, извлекается из оснастки.

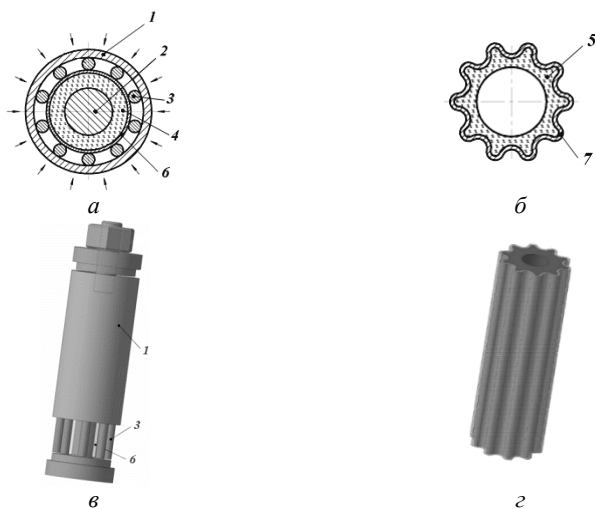


Рисунок 3 – Оснастка для изготовления композиционного ФЭ по третьему варианту: а – сечение оснастки; б – сечение композиционного ФЭ; в – общий вид оснастки; з – общий вид прессовки композиционного ФЭ

Предложенный метод СИП, основанный на использовании закладных жестких металлических стержней, устанавливаемых между эластичным элементом и монолитным стержнем, позволяет изготавливать композиционные гофрированные ФЭ с развитой поверхностью фильтрования, как с наружной, так и с внутренней стороны из МКО и композиции МКО и металлической сетки.

Разработанная технология изготовления ФЭ методом СИП с использованием закладных формообразующих металлических стержней была апробирована в БГАТУ для изготовления композиционных многослойных трубчатых ФЭ из МКО и металлической сетки.

В качестве исходных материалов использовали МКО фракций: $(-0,315...+0,2)$, $(-0,4...+0,315)$ и $(-0,63...+0,4)$ мм и тканую металлическую сетку из коррозионно-стойкой стали 12Х18Н10Т с размерами ячейки 0,2 мм.

Прессование осуществляли на установке СИП вертикального исполнения УПП 01 под давлением прессования 80 МПа по трем вышеописанным новым вариантам технологии. Габаритные размеры применяемого эластичного элемента – диаметр 120 мм, длина 220 мм, монолитного стержня – диаметр 32 мм, закладных жестких металлических стержней – диаметры 5 и 8 мм.

Прессовки спекали при температуре 1010 ± 10 °С в атмосфере эндогаза. Время нахождения образцов в зоне нагрева печи составляло 1,5 ч.

Примеры композиционных ФЭ с развитой поверхностью, изготовленные по трем новым вариантам технологии СИП, представлены на рисунке 4.

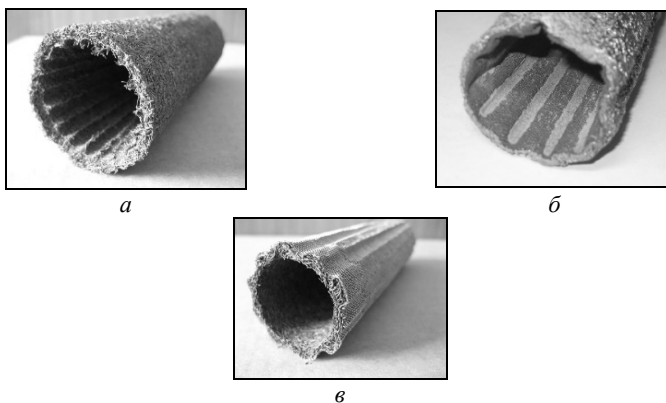


Рисунок 4 – Композиционные ФЭ с развитой поверхностью, изготовленные по трем вариантам технологии СИП: *а* – по первому варианту; *б* – по второму варианту; *в* – по третьему варианту

Структурные и гидродинамические свойства ФЭ с развитой поверхностью на основе МКО и тканой металлической сетки представлены в таблице. Таблица – Структурные и гидродинамические свойства композиционных ФЭ

Вариант технологии	Материалы композиций (фракционный состав, мм, номер ячейки сетки)		П	$d_{п\max}$, мкм	$d_{п\text{ ср.}}$, мкм	k , мкм ²
1	МКО (-0,4...+0,315)		0,45	156,5	106	29,7
	внутренний слой	наружный слой				
2	Сетка (0200)	МКО (-0,315...+0,2)	0,60	86	35	23,8
2	Сетка (0200)	МКО (-0,4...+0,315)	0,50	112	62	28,3
2	Сетка (0200)	МКО (-0,63...+0,4)	0,49	103	67	31,09
3	МКО (-0,315...+0,2)	Сетка (0200)	0,40	93	70,4	17,6

Заключение. Разработаны три варианта усовершенствованной технологии СИП, позволяющей изготавливать длинномерные многослойные ФЭ с развитой поверхностью. По трем вариантам изготовлены ФЭ, исследованы их структурные и гидродинамические свойства.

Список использованных источников

- Капцевич, В.М. Новые фильтрующие материалы и перспективы их применения / В.М. Капцевич [и др.]. – Минск: БГАТУ, 2008. – 232 с.
- Витязь, П.А. Фильтрующие материалы: свойства, области применения, технология изготовления / П.А. Витязь, В.М. Капцевич, Р.А. Кусин. – Минск: НИИ ПМ с ОП, 1999. – 304 с.
- Реут, О.П. Сухое изостатическое прессование уплотняемых материалов / О.П. Реут, Л.М. Богинский, Е.Е. Петюшик. – Минск: Дэбор, 1998. – 258 с.
- Капцевич, В.М. Проницаемые материалы из медных кабельных отходов. Сообщение 7. Исследование закономерностей укладки медных кабельных отходов в длинномерных кольцевых зазорах и разработка процесса их войлокования / В.М. Капцевич, В.К. Корнеева // Порошковая металлургия : респ. межвед. сб. науч. трудов. – Минск, 2017. – Вып. 40. – С. 130–136.

УДК 631.3-6

ЗАВИСИМОСТЬ ВЯЗКОСТИ И ПЛОТНОСТИ МОТОРНЫХ МАСЕЛ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ

*Студент – Рыхлик А.Н., 34 тс, 3 курс, ФТС;
Данцевич И.Д., 36 тс, 2 курс, ФТС*

*Научные
руководители – Закревский И.В., ст. преподаватель;
Корнеева В.К., к.т.н.*

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

Аннотация. Получены эмпирические зависимости вязкости и плотности от температуры моторного масла М10Г2. Полученные зависимости могут быть использованы при проведении теоретических расчетов, связанных с триботех-