

Бухаркина, М.В.Моисеева, А.Е. Петров; Под ред. Е.С. Полат.- М.: Издательский центр "Академия", 2001.

Кадилова А.У., Скабаева Г.Н.

ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОЦЕССЕ ПОДГОТОВКИ БУДУЩИХ СПЕЦИАЛИСТОВ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ

Аннотация Для развития познавательной и творческой деятельности студентов в учебном процессе используются современные инновационные технологии, которые повышают качество образования, результативно применяют учебное время и понижают часть репродуктивной деятельности учеников за счет сокращения времени. Современные инновационные технологии обращены на индивидуализацию, дистанционность и мобильность образовательного процесса. В данной статье рассматривается методика инновационных технологий, которые можно применить на уроках в процессе обучения.

Ключевые слова: Инновация, инновационно обучать, дидактика, модификационная инновация.

Kadirova A., Skabaeva G.

RATIONALE FOR THE USE OF INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN THE TRAINING OF FUTURE SPECIALISTS PROFESSIONAL TRAINING

Summary For the development of cognitive and creative activity studentovv training process uses the latest innovative technologies that improve the quality of education, effectively apply the training time and reduce the reproductive activity of the students at the expense of time. Modern innovative technologies addressed to individualize, remote and mobility of the educational process. This article discusses the methodology of innovative technologies that can be applied in the classroom in the learning process.

Keywords: Innovation, innovative to teach, didactics, modification innovation.

УДК 621.762

Капцевич В.М., Корнеева В.К., Закревский И.В.

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

МЕДНЫЕ КАБЕЛЬНЫЕ ОТХОДЫ - СЫРЬЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПРОНИЦАЕМЫХ ВОЛОКНОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

Аннотация

Изучены свойства исходного сырья и закономерности его уплотнения. Установлена взаимосвязь структурных и гидродинамических свойств. Показана принципиальная возможность использования медных кабельных отходов для производства проницаемых волоконных материалов.

Ключевые слова: медные кабельные отходы, переработка кабельных отходов, металлические волокна, закономерности уплотнения волокон, проницаемые волоконные материалы, структурные и гидродинамические свойства.

Введение

Проницаемые волокновые материалы по сравнению с порошковыми обладают рядом существенных преимуществ: большей пористостью, проницаемостью, прочностью, упругостью и пластичностью. Фильтры на их основе работают в режиме глубинного фильтрования, обладают высокой производительностью, задерживающей способностью, грязеемкостью, сроком службы и способностью к многократной регенерации. Однако дороговизна исходного сырья и в ряде случаев сложность технологии изготовления самих волокон сдерживают процессы создания проницаемых материалов на их основе.

Для изготовления проницаемых материалов несомненный интерес представляют медные кабельные отходы волокнового строения. Их объем в общей массе медных отходов на территории СНГ составляет 17 %, а общий мировой объем оценивается в 5 млн т [1].

В настоящее время основным методом переработки кабельных отходов является механическая переработка кабеля на специализированных установках. На рисунке 1 представлена принципиальная схема этого процесса. Процесс состоит из следующих основных операций: подготовка кабеля к переработке, его разделка, предварительное измельчение, окончательное измельчение и сепарация, пакетирование.

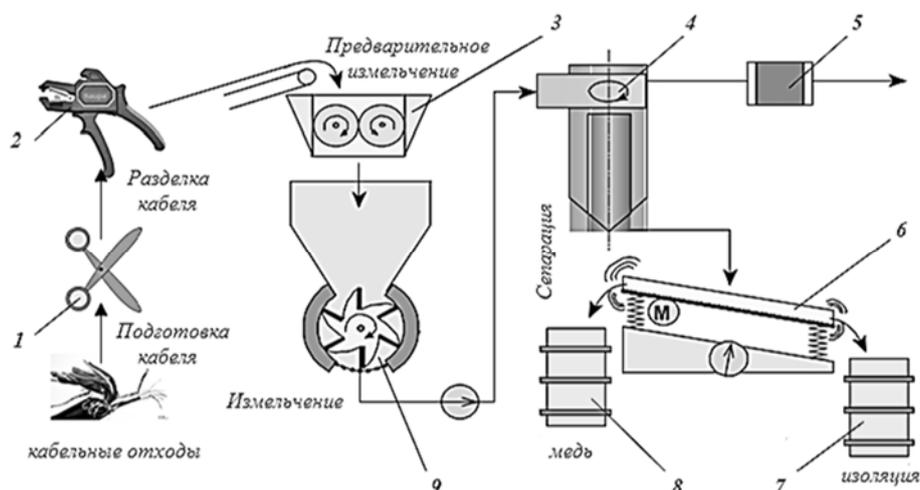


Рисунок 1 – Схема процесса механической переработки кабельных отходов:

1 – ножницы; 2 – стриппер; 3 – шредер; 4 – воздушный циклон; 5 – вытяжной фильтр; 6 – стол сепарации; 7 – контейнер для изоляции; 8 – контейнер для металла; 9 – мельница

Основными потребителями переработанных кабельных отходов являются металлургические предприятия, на которых методами непрерывного литья и прокатки получают медную катанку, служащую основным материалом для дальнейшего выпуска кабельной продукции.

Одним из альтернативных подходов использования медных кабельных отходов, исключая плавильный передел, является применение технологий порошковой металлургии. Данные технологии позволяют целенаправленно конструировать структуру и свойства материалов и производить изделия с минимальными отходами, а также решать многие проблемы охраны окружающей среды. Известно использование медных кабельных отходов для получения медного порошка и изготовления из него антифрикционных и конструкционных изделий различного назначения [2, 3], для изготовления методами прессования компактных медных прутков диаметрами 5,8–6,0 мм и трубок с внутренним диаметром 1,0 мм [4].

Целью настоящих сообщений является исследование возможности использования медных кабельных отходов для изготовления проницаемых волокновых материалов. Для этого необходимо исследовать свойства исходного сырья, закономерности его уплотнения, установить взаимосвязь структурных и гидродинамических свойств.

Результаты исследований и их обсуждение

Проведенный анализ переработанных кабельных отходов позволил установить, что в основном они состоят из волокон. Кроме волокон в исходном сырье в незначительном количестве присутствуют медные пластинчатые и осколочные гранулы, а также частички свинца и изоляции.

При рассмотрении исходного сырья были выделены основные группы присутствующих в нем дисперсных элементов (рисунок2). К ним, прежде всего, относятся непосредственно волокна, характеризующиеся, во-первых, различными группами диаметров от 100 до 800 мкм и длин от 2,0 до 25 мм, во-вторых, различной степенью изогнутости. Волокна по степени изогнутости (отклонение от прямолинейной формы) разделены на прямолинейные, искривленные и закрученные. Наиболее искривленные и закрученные волокна выделены в две дополнительные группы дисперсных волоконных элементов, названных нами крючками и свертышами. По форме поперечного сечения в отдельную группу выделены расплющенные (деформированные) волокна, которые по всей длине или на ее части имеют прямоугольную форму. Присутствующие в отходах частицы чешуйчатой формы названы нами лепестками и гранулами.



Рисунок 2 – Классификация дисперсных элементов исходного сырья

Для определения гранулометрического состава применялся ситовый метод разделения дисперсных сред. Для этого использовались сита размерами ячеек 0,1; 0,2; 0,315; 0,4; 0,63; 0,8 и 1,0 мм.

На рисунке3 представлена гистограмма массового распределения дисперсных медных отходов по фракциям, из которой следует, что наиболее представительными являются фракции $(-0,4+0,315)$ и $(-0,63+0,4)$ мм, массовая доля которых составляет 25,8 и 32,4 % соответственно.

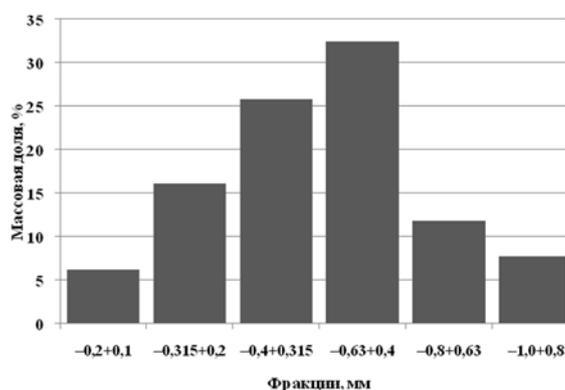


Рисунок 3 – Гистограмма массового распределения медных волоконных отходов по фракциям

При анализе дисперсных элементов, присутствующих в каждой фракции, они разбивались на отряды (пять-шесть отрядов в каждой фракции), характеризующиеся однотипностью объектов. Волокна разных отрядов, как правило, отличались друг от друга длинами (l) или диаметрами (d), или формой поперечного сечения, или степенью искривленности.

Проведенный анализ дисперсных элементов, присутствующих в анализируемых фракциях кабельных отходов, показал следующее.

Основу всех фракций (за исключением фракций $(-0,8+0,63)$ и $(-1,0+0,8)$ мм) составляют волокна, диаметры которых в каждой фракции имеют близкие друг к другу значения, соответствующие размерам ячеек сит:

Фракция, мм	$(-0,2+0,1)$	$(-0,315+0,2)$	$(-0,4+0,315)$	$(-0,63+0,4)$
d , мкм	100	200, 300	300, 400	500, 600

Каждая фракция характеризуется разбросом длин присутствующих в ней волокон. На рисунке 4 представлены функции распределения волокон каждой фракции по длинам.

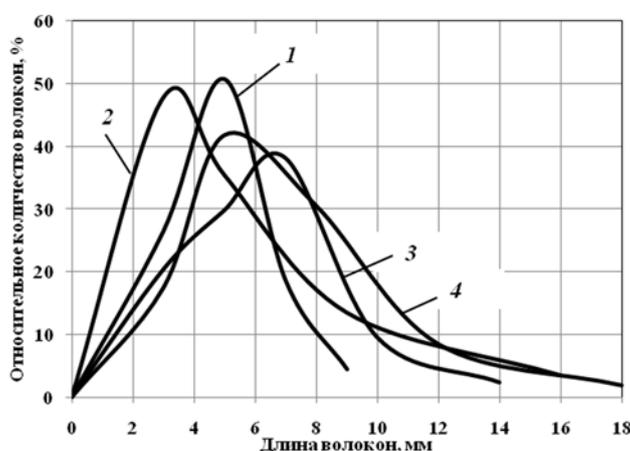


Рисунок 4 – Функции распределения по длинам волокон следующих фракций:
 1 – $(-0,2+0,1)$; 2 – $(-0,315+0,2)$; 3 – $(-0,4+0,315)$; 4 – $(-0,63+0,4)$ мм

Из представленных функций распределения наибольшее количество волокон каждой из рассмотренных фракций имеют длины:

Фракция, мм	$(-0,2+0,1)$	$(-0,315+0,2)$	$(-0,4+0,315)$	$(-0,63+0,4)$
l , мм	5	3	7	5
Количество, %	50,7	47,7	38,0	41,8

Во всех фракциях за исключением фракции $(-0,2+0,1)$ мм присутствуют дисперсные элементы (выделенные нами в первый отряд), отличающиеся размерами и видом изогнутости от основной массы волокон. В основном это волокна диаметром 100 мкм, находящиеся в виде крючков и свертышей, причем если во фракции $(-0,315+0,2)$ мм присутствуют только крючки, то в последующих — крючки и свертыши, причем количество последних возрастает в каждой последующей фракции. При этом массовая доля их составляет 7–10 %.

Дисперсные элементы фракций $(-0,8+0,63)$ и $(-1,0+0,8)$ мм существенно отличаются от вышерассмотренных фракций. Фракция $(-0,8+0,63)$ мм состоит из расплюснутых волокон диаметрами 600 и 700 мкм и длинами от 4 до 25 мм. Причем массовая доля с длинами от 12 до 25 мм незначительна (5 %). В этой фракции самую значительную долю (28%) составляют дисперсные элементы первого отряда: волокна диаметрами 100 мкм в виде крючков и свертышей, а также медные лепестки и свинцовые гранулы размерами 0,6–0,8 мм.

Дисперсные элементы во фракции $(-1,0+0,8)$ мм затруднительно характеризовать конкретными значениями диаметров и длин. В отряде 1 присутствуют крючки и свертыши диаметрами 100 мкм, а также медные лепестки и свинцовые гранулы с размерами

соответствующими размерам ячеек сита (1 мм). Их массовая доля значительна и составляет 36%. Остальные дисперсные элементы представляют собой расплющенные волокна в форме пластин шириной 0,6–0,8 мм и длинами от 2 до 8 мм и изогнутые волокна диаметрами 300, 400, 500 и 800 мкм и длинами от 8 до 20 мм.

Исследование свойств медных волоконных отходов позволяет сделать заключение, что они являются перспективным сырьем для изготовления проницаемых волоконных материалов. При этом предпочтение следует отдать волоконным отходам следующих фракций (–0,2+0,1), (–0,315+0,2), (–0,4+0,315) и (–0,63+0,4) мм. Волоконные отходы каждой из этих фракций характеризуются близкими значениями диаметров, а также разбросом длин. Последние отличают эти отходы от традиционного волоконного сырья, получаемого мерной резкой проволоки. Во всех фракциях за исключением (–0,2+0,1) мм содержатся в массовом количестве 7–10 % дисперсные элементы, представляющие собой изогнутые волокна диаметром 100 мкм, которые могут служить активаторами спекания.

Фракции (–0,8+0,63) и (–1,0+0,8) мм нецелесообразно использовать при изготовлении проницаемых волоконных материалов, т.к. в них присутствуют в значительном количестве элементы неволоконного строения.

При установлении закономерностей уплотнения медных кабельных отходов рассматривались две схемы прессования: одноосное сжатие в стальной пресс-форме и радиальная схема нагружения при сухом изостатическом прессовании (СИП), а для описания этих закономерностей использовалось уравнение Ю.Г. Дорофеева [5]:

$$P = k\sigma_{т0}(1 - \Pi)^m, \quad (1)$$

где P – давление прессования; k , m – постоянные; $\sigma_{т0}$ – предел текучести материала волокон; Π – пористость.

В таблице 1 представлены полученные значения коэффициентов k и m для медных кабельных отходов различных фракций при одноосном сжатии и радиальной схеме нагружения, а на рисунке 5 — зависимости пористости от давления прессования.

Таблица 1 – Значение коэффициентов k , m , входящих в уравнение Ю.Г. Дорофеева

Фракции, мм	Одноосное сжатие		Радиальная схема нагружения	
	k	m	k	m
–0,2+0,1	7,51	3,59	7,98	3,82
–0,315+0,2	7,63	3,7	6,47	3,58
–0,4+0,315	8,14	3,76	4,64	2,74
–0,63+0,4	8,36	3,81	5,24	3,25

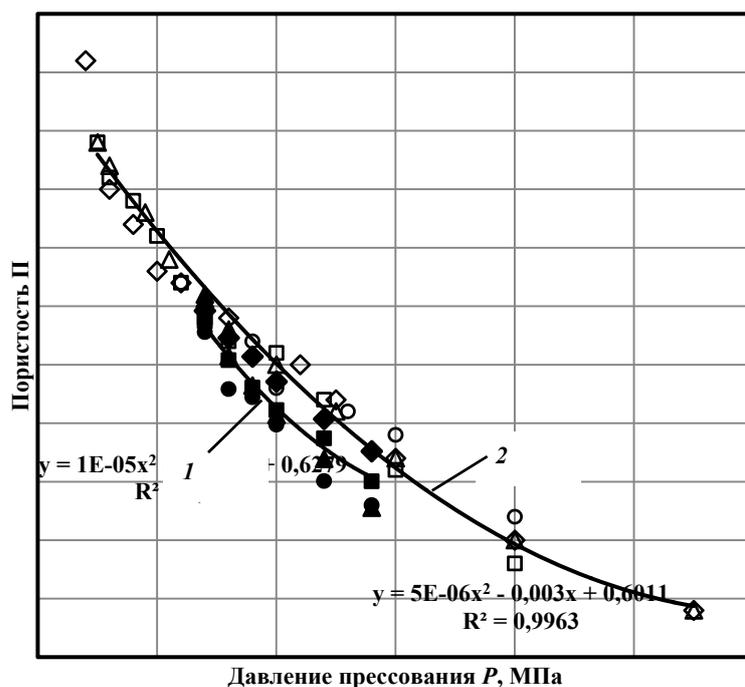
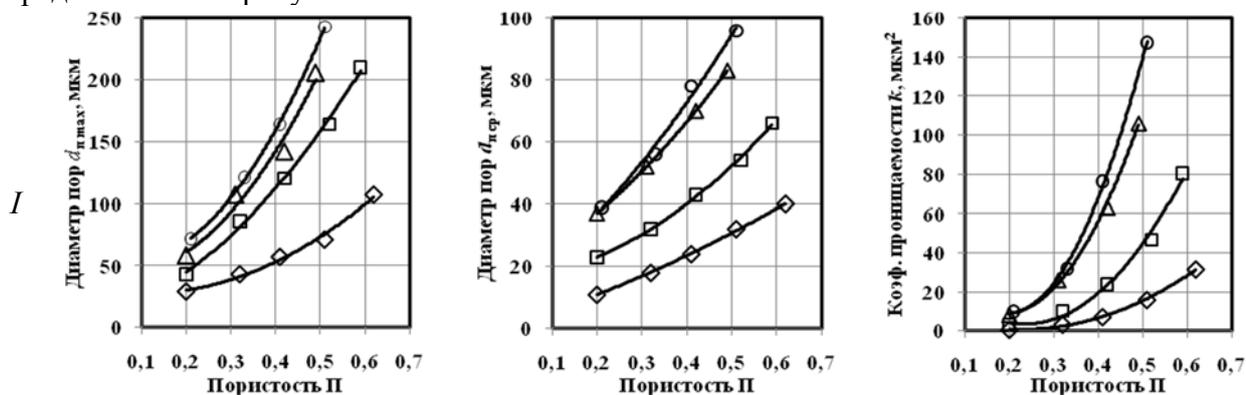


Рисунок 5 – Зависимость пористости П от давления прессования P прессовок из медных волоконных отходов: 1 – метод СИП; 2 – метод одноосного прессования

Сравнение уплотняемости медных волоконных отходов различных фракций при одноосном прессовании в стальной пресс-форме и методом СИП показывает, что во всем диапазоне исследуемых давлений (70–140 МПа) СИП эффективнее: для достижения одинаковой пористости образцов давление прессования при СИП меньше, чем при прессовании в стальной пресс-форме. Анализируя представленные зависимости для каждой фракции, можно прийти к заключению, что эти изменения незначительны (1–7 %) при минимальном давлении прессования 70 МПа и линейно возрастают до 10–32 % при максимальном давлении (140 МПа). При этом изменения пористости больше для фракций, состоящих из дискретных элементов большего размера.

Из медных кабельных отходов различных фракций методами одноосного прессования в стальной пресс-форме и СИП изготовлены экспериментальные образцы и исследованы их структурные (пористость П, максимальный $d_{п\max}$ и средний $d_{п\text{ср}}$ диаметры пор) и гидродинамические (коэффициент проницаемости k) свойства. Установление зависимости представлены на рисунке 6.



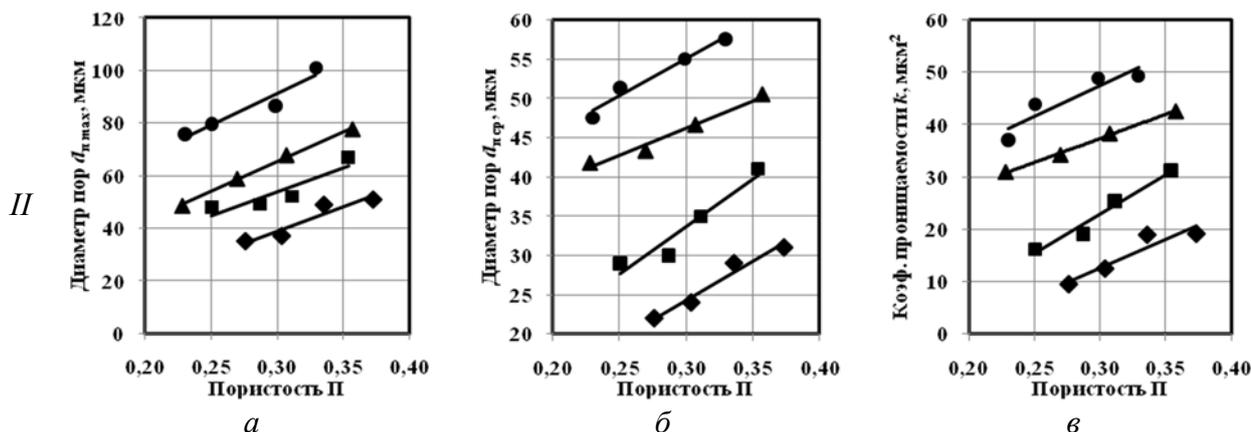


Рис. 6. Зависимость $d_{п max}$ (а), $d_{п ср}$ (б), k (в) от П экспериментальных образцов из медных кабельных отходов, полученных методами одноосного сжатия (I) и СИП (II) фракций: ◇, ◆ — (-0,2...+0,1); □, ■ — (-0,315...+0,2); Δ, ▲ — (-0,4...+0,315); ○, ● — (-0,63...+0,4) мм.

Выводы

Доказана принципиальная возможность использования медных кабельных отходов для производства проницаемых волоконных материалов. Для этого изучены свойства исходного сырья и закономерности его уплотнения, установлена взаимосвязь структурных и гидродинамических свойств.

Литература

1. <http://recyclers.ru/modules/section/item.php?itemid=200> Опубликовано ООО «Ресайклерс.ру» [admin] 2001/6/3 (7504 прочитано) И.Мещанов, к.т.н, первый заместитель генерального директора ОАО «ВНИИКП» Журнал «Кабели и провода» 5, 6/2000 и 1/2001.
2. Рябичева, Л.А. Технология и свойства меди, полученной из волокон / Л. А. Рябичева, А. Т. Цыркин, А. П. Скляр // Порошковая металлургия. 2008. – № 1. – С. 50–56.
3. Скляр, А.П. Получение прутков из волоконной шихты обработкой давлением / А. П. Скляр // Ресурсозберігаючі технології виробництва та обробки тиском матеріалів у машинобудуванні: зб. наук. Праць. – Луганськ: Вид-цтво СНУ, 2008. – С. 87–92.
4. Рябичева, Л.А. Моделирование технологии изготовления высокоплотной меди из пористой волоконной заготовки / Л. А. Рябичева, Д. А. Усатюк, А. П. Скляр // Обработка материалов давлением : сборник научных трудов. – Краматорск, 2008. – № 1 (19). – С. 50–54.
5. Дорофеев, Ю.Г. Динамическое горячее прессование пористых материалов. – М.: Наука, 1968. – 120 с.

Kaptsevich V.M., Korneeva V.K., Zakrevskiy I.V.

COPPER CABLE WASTE - RAW MATERIAL FOR PRODUCTION OF POROUS FIBROUS MATERIALS

The properties of the feedstock and the laws of its seals studied. The relationship established between the structural and hydrodynamic properties. The possibility of using copper cable waste is indicated for the production of permeable fibrous materials.