

УДК 669.01

ОСОБЕННОСТИ МОРФОЛОГИИ МЕДЬСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ МЕДНЫХ КАБЕЛЬНЫХ ОТХОДОВ

В.К. Корнеева, ст. преподаватель

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

Проведен анализ морфологии медьсодержащего сырья медных кабельных отходов. Показано, что исследуемые отходы существенно отличаются от традиционного волокнуемого сырья, получаемого мерной резкой проволоки, и могут быть использованы в качестве исходного сырья для получения проницаемых волоконных материалов.

Введение

В настоящее время с интенсивным развитием металлургии и машиностроения в Республике Беларусь накапливаются отходы медных проводов и кабелей, которые представляют интерес в качестве исходного сырья для производства проницаемых волоконных материалов. В работах [1, 2] были исследованы свойства медных волоконных отходов. Целью данной работы является исследование морфологических характеристик медных волоконных отходов различных фракций и определение возможности их использования для изготовления проницаемых материалов.

Основная часть

Дисперсность волокон, являющихся основой изучаемых отходов и представляющих собой линейные объекты, характеризуется двумя параметрами: поперечным размером (диаметром) и длиной. Анализ исходного дисперсного материала показал, что присутствующие в нем волокна характеризуются разбросом диаметров от 100 до 800 мкм и длин от 2,0 до 25 мм. Кроме волокон в исходном сырье присутствуют медные пластинчатые и осколочные гранулы, лепестки, а также частицы свинца и изоляции.

Для определения гранулометрического состава применялся ситовый метод разделения дисперсных сред. Для этого использовались сита с размером ячеек 0,1; 0,2; 0,315; 0,4; 0,63; 0,8; 1,0 мм. Проведенные исследования показали, что наиболее представительными являются фракции (-0,4...+0,315) мм и (-0,63...+0,4) мм, соответственно 25,8 % и 32,4 %.

Основной морфологической характеристикой медьсодержащего сырья медных кабельных отходов является форма составляющих его частиц. Морфологический тип частиц устанавливается в основном по принципу сходства их с формами известных макротел.

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

При проведении анализа дисперсных элементов, присутствующих в каждой фракции, они разбивались на шесть отрядов, характеризующихся однотипностью объектов. Волокна разных отрядов, как правило, отличались друг от друга длинами или диаметрами, или формой поперечного сечения, или степенью искривленности. Отряд 1 каждой рассмотренной фракции отводился волокнам, диаметры которых были меньше, иногда даже значительно, диаметров основной массы волокон. При этом волокна первого отряда характеризовались существенной искривленностью и относились к разрядам крючков и свертышей. Отряд 2 представлял собой гранулы немедного происхождения (частицы свинца и изоляции), а отряд 3 — медные осколочные гранулы и лепестки, характеризующиеся размерами до 2 мм. Отряды 4, 5, 6 и 7 каждой фракции характеризовались различными длинами волокон: 2...4, 4...6, 6...10 и более 10 мм, соответственно.

Фракция $(-0,2...+0,1)$ мм в своей основе состоит из волокон диаметрами 100 мкм и длинами от 2 до 12 мм. Все они изогнуты и характеризуются незначительной искривленностью. Однако можно считать, что гранулы и свертыши среди них отсутствуют, а присутствие крючков ограничено (отсутствуют отряды 1 и 2). Также данная фракция не содержит медных объектов размерами менее 2 мм (отсутствует отряд 3). Массовое распределение этих волокон по длинам (рис. 1, а) позволяет заключить, что половина (50 %) волокон этой фракции (отряд 5) имеют длины 4...6 мм (рис. 2, а).

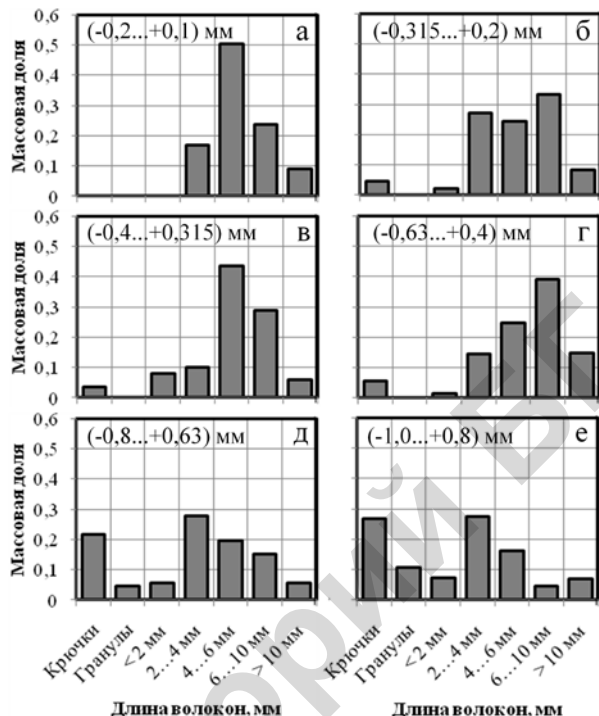


Рисунок 1 – Массовое распределение дисперсных элементов различных фракций

Фракция $(-0,315...+0,2)$ мм в основном состоит из волокон диаметрами 200 и 300 мкм и длинами от 2 до 20 мм. Массовое распределение дисперсных элементов данной фракции показывает (рис. 1, б), что небольшое количество (5 %) волокон диаметром 100 мкм присутствуют лишь в отряде 1. Они изогнуты и имеют форму крючков (рис. 3, а). Медные осколочные гранулы и лепестки размерами до 2 мм (отряд 3) в данной фракции содержатся в незначительном количестве (5 %), а гранулы немедного происхождения (отряд 2) — отсутствуют. Основу этой фракции составляют волокна диаметрами 200 и 300 мкм с длинами 6...10 мм (отряд 6) (рис. 2, б). Их массовая доля составляет 33 %.



Рисунок 2 – Фотографии ($\times 3$) наиболее представительных волокон (отрядов) фракций:
а – $(-0,2 \dots +0,1)$; б – $(-0,315 \dots +0,2)$; в – $(-0,4 \dots +0,315)$; г – $(-0,63 \dots +0,4)$; д – $(-0,8 \dots +0,63)$;
е – $(-1,0 \dots +0,8)$ мм



Рисунок 3 – Фотографии ($\times 3$) дисперсных элементов отрядов 1 и 2 (крючки, свертши, гранулы немедного происхождения) фракций: а – $(-0,2...+0,1)$; б – $(-0,315...+0,2)$; в – $(-0,4...+0,315)$; г – $(-0,63...+0,4)$; д – $(-0,8...+0,63)$; е – $(-1,0...+0,8)$ мм

Фракция $(-0,4...+0,315)$ мм в своей основе представлена волокнами диаметрами 300 и 400 мкм и длинами от 2 до 12 мм (отряды 4, 5, 6), причем основную долю (43 %) занимают волокна отряда 4 с длинами 4...6 мм (рис. 2, в). Отряд 1 представлен волокнами диаметрами 100 мкм в виде крючков (рис. 3, б) в незначительном количестве (3 %). Данная фракция волокон по сравнению с другими фракциями содержит наибольшее количество медных осколочных гранул и лепестков (отряд 3). Массовое распределение дисперсных элементов этой фракции представлено на рис. 1, в.

Фракцию $(-0,63...+0,4)$ мм представляют волокна диаметрами 500 и 600 мкм и длинами от 2 до 24 мм. Помимо волокон диаметрами 500 и 600 мкм во фракции с массовой долей 5 % присутствуют волокна диаметрами 100 мкм в виде крючков и свертышей (отряд 1) (рис. 3, в), а также медные осколочные лепестки и гранулы в количестве 2 % (отряд 3). Наиболее представительным отрядом данной фракции является отряд 6 с волокнами длинами 6...10 мм (рис. 2, г). Распределение дисперсных элементов фракции $(-0,63...+0,4)$ мм представлено на рис. 1, г.

Фракция $(-0,8...+0,63)$ мм состоит из расплюснутых волокон диаметрами 600 и 700 мкм и длинами от 2 до 25 мм (отряды 4, 5, 6, 7). Причем массовая доля волокон с длинами 2...4 мм (отряд 4) (рис. 2, д) составляет 28 %. В этой фракции значительную долю (21 %) составляют дисперсные объекты отряда 1: волокна диаметрами 100 мкм в виде крючков и свертышей (рис. 3, г). Также во фракции присутствуют медные лепестки и гранулы в количестве 6 % (отряд 3) и гранулы немедного происхождения (частицы свинца и изоляции) размерами 0,6...0,8 мм (рис. 3, г) в количестве 5 %. Массовое распределение дисперсных элементов данной фракции представлено на рис. 1, д.

В отличие от всех выше рассмотренных фракций дисперсные элементы во фракции $(-1,0...+0,8)$ мм затруднительно характеризовать конкретными значениями диаметров и длин. Отряд 1 представлен крючками и свертышами диаметрами 100 мкм (рис. 3, д), отряд 2 — гранулами немедного происхождения размером до 1 мм (рис. 3, д), отряд 3 — медными лепестками и гранулами размером до 2 мм. Суммарная массовая доля отрядов 1, 2 и 3 значительна и составляет 45 %. Отряды 4 и 5 состоят из расплюснутых волокон в форме пластин шириной 0,6...0,8 мм и длинами от 2 до 6 мм, причем массовая доля пластин с длинами от 2 до 4 мм (отряд 4) (рис. 2, е) в этой фракции максимальна и составляет 27 %. Отряды 6 и 7 представлены расплюснутыми и изогнутыми волокнами диаметрами 300, 400, 500 и 800 мкм и длинами от 6 до 20 мм. Массовое распределение дисперсных элементов данной фракции представлено на рис. 1, е.

Заключение

Проведенный анализ морфологии медьсодержащего сырья медных кабельных отходов показал, что исследуемые отходы существенно отличаются от

традиционного волоконного сырья, получаемого мерной резкой проволоки. Во-первых, волокна в каждой фракции имеют близкие значения диаметров, но характеризуются разбросом длин. Во-вторых, во всех фракциях за исключением ($-0,2...+0,1$ мм) содержатся дисперсные элементы в виде крючков и свертышей из волокон диаметром 100 мкм, причем их количество увеличивается в каждой последующей фракции. В-третьих, во фракциях ($-0,8...+0,63$) и ($-1,0...+0,8$) мм помимо крючков и свертышей присутствуют элементы неволоконового строения (расплюснутые волокна в виде пластин) и гранулы немедного происхождения.

На основании вышеприведенного можно сделать заключение, что волоконные отходы фракций ($-0,2...+0,1$), ($-0,315...+0,2$), ($-0,4...+0,315$) и ($-0,63...+0,4$) мм могут быть использованы в качестве исходного сырья для получения проницаемых волоконных материалов, причем присутствующие в них дисперсные элементы в виде крючков меньшего диаметра и гранул могут служить активаторами спекания. Фракции ($-0,8...+0,63$) и ($-1,0...+0,8$) мм нецелесообразно использовать при изготовлении проницаемых материалов, т.к. в них присутствуют в значительном количестве элементы неволоконового строения и немедного происхождения.

Литература

1. Капцевич, В.М. Проницаемые материалы из металлических волокон: свойства, технологии изготовления, перспективы применения / В.М. Капцевич, А.Г. Косторнов, В.К. Корнеева, Р.А. Кусин. – Минск: БГАТУ, 2013. – 380 с.
2. Ильющенко, А.Ф. Проницаемые материалы из медных кабельных отходов. Сообщение 1. Свойства медных волоконных отходов / А.Ф. Ильющенко, В.М. Капцевич, В.К. Корнеева // Порошковая металлургия, 2013. – № 36. – С. 243–249.

Abstract

Analysis of the morphology of copper raw material copper cable waste held. The studied of fiber waste from conventional raw materials derived dimensional cutting wire are substantially different, and as a feedstock for producing of fiber permeable materials may be used.