

SYNTHESIS AND PROPERTIES OF ALUMINUM-COPPER COMPOSITE MATERIALS MANUFACTURED BY CASTING TECHNOLOGY

A. S. Kalinichenko¹, U. A. Kalinichenko²

¹Belarusian State Technological University, Minsk, Republic of Belarus, e-mail: ask0708@mail.ru

²Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus, e-mail: kvlad@bntu.by

A wide variety of operating conditions requires the creation of new materials with properties that meet specific operating conditions, including the synthesis of composite materials. Composite materials obtained by casting (infiltration) also occupy their place. The purpose of this work was to study the features of the synthesis of aluminum-copper composite material obtained by infiltration. The interaction between the matrix alloy (AK5M2) and the reinforcing phase material (copper), which determines the properties of the composite material, was studied. The analysis of the distribution of the main alloying elements in the interphase zones is carried out. Analysis of tests showed that composite materials had a higher compression strength (by 6,5 %) and lower wear (by 40 %).

УДК 621.762

ОЦЕНКА ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА МЕДНЫХ КАБЕЛЬНЫХ ОТХОДОВ

В. М. Капцевич¹, В. К. Корнеева¹, Е. С. Голубцова², А. Н. Рыхлик¹

¹Белорусский государственный аграрный технический университет, г. Минск, Беларусь, тел.: +375 (17) 267-12-54, e-mail: lerakor1974@mail.ru

²Белорусский национальный технический университет, г. Минск, Беларусь

При помощи программно-аппаратного комплекса «Рентгено-флуоресцентный спектрометр ElvaX mini» проведен анализ химического состава медных кабельных отходов после механической переработки кабельной продукции. Установлено, что помимо меди в медных кабельных отходах присутствуют олово, никель и свинец. Объяснены возможные причины их присутствия.

Проницаемые волокновые материалы (ПВМ) по сравнению с порошковыми обладают рядом существенных преимуществ [1]: 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.

Несомненный интерес для порошковой металлургии представляют медные кабельные отходы (МКО) [2], имеющие волокновое строение, получаемые переработкой отходов кабельной продукции. Переработка кабельных отходов с целью извлечения меди и ее повторного использования, несомненно, является актуальным решением. В соответствии с расчетами [3], переработка вторичных металлов значительно менее энергоемка, чем получение металлов из руд (для меди – в 6 раз).

Медная кабельная продукция включает в себя непосредственно кабели, провода и шнуры. Кабели состоят из одной или более изолированных проводящих жил, заключенных в неметаллическую оболочку, окруженную свинцовой или алюминиевой броней. Электрические провода содержат одну или несколько скрученных проволок или одну и более изолированных жил, заключенных в неметаллическую оболочку. Шнуры являются проводами с изолированными жилами повышенной гибкости и служащими для соединения с подвижными устройствами. Проводящие жилы кабельной продукции могут быть выполненными медными из меди марок М0 и М1, медно-никелевыми или медными лужеными.

Обычно отходы кабельной продукции поступают на переработку в виде путанки с медными жилами различных размеров. Основной задачей переработки является качественное отделение цветного металла от изоляции и других металлов.

В настоящее время выделяют шесть основных методов переработки и утилизации отходов кабеля, применяемых на практике [4, 5]:

1. Захоронение отходов вместе с другими отходами промышленной продукции и жизнедеятельности человека.

2. Пирометаллургический метод, заключающийся в сжигании полимерной изоляции для получения чистых металлических жил.

3. Гидрометаллургический метод, основанный на растворении изоляции отходов кабеля в различных растворителях.

4. Расплавно-прессовый метод, заключающийся в отделении металлической жилы от полимерной оболочки, путем доведения последней до жидкотекучего состояния с последующим прессованием отходов и выдавливанием полимера.

5. Отделение кабеля от изоляции вручную. Данный процесс является трудоемким и длительным. Таким способом можно переработать только небольшие объемы кабеля.

6. Механическая переработка кабеля на специализированных установках, заключающаяся в измельчении кабеля, после чего полимеры и металлы разделяются различными способами, в том числе механическими, химическими, электрофизическими и др.

В настоящее время основным методом переработки МКО является их механическое измельчение на специализированных установках (рис. 1) [1].

Процесс механической переработки состоит из следующих основных операций: подготовка кабеля к переработке, разделка кабеля, предварительное измельчение, окончательное измельчение и сепарация.

При подготовке кабельной продукции к переработке ее предварительно разрезают на куски длиной 0,5–1,5 м с помощью гидравлических или аллигаторных ножниц 1, производят разделку кабеля путем разрезания и снятия изоляции при помощи стриппера 2, предварительно измельчают в шредере 3, который не рубит материал, как это происходит, например, в мельнице, а «грызет» его, разрезая на мелкие фрагменты размером 30–40 мм. Предварительно измельченный в шредере кабель перемалывается между ножами быстро вращающегося ротора и ножами неподвижного статора в режущей мельнице 9. При этом одновременно происходит измельчение медной жилы и отделение от пластикового покрытия. После перемола измельченная масса засасывается из мельницы воздушным потоком и перемещается в воздушный циклон 4, в котором измельченные частицы меди и пластика собираются в его нижней части, а мельчайшие продукты переработки поднимаются вверх циклона, выводятся из него, направляются в вытяжной фильтр 5 и задерживаются в нем. Из циклона измельченные частицы меди и пластика поступают на стол сепарации 6. На столе воздушной сепарации измельченные частицы меди и пластика (гранулят) подаются на наклонное рабочее сито. За счет вибрации сита и равномерного обдува материала воздушными струями гранулят переходит в псевдооживлен-

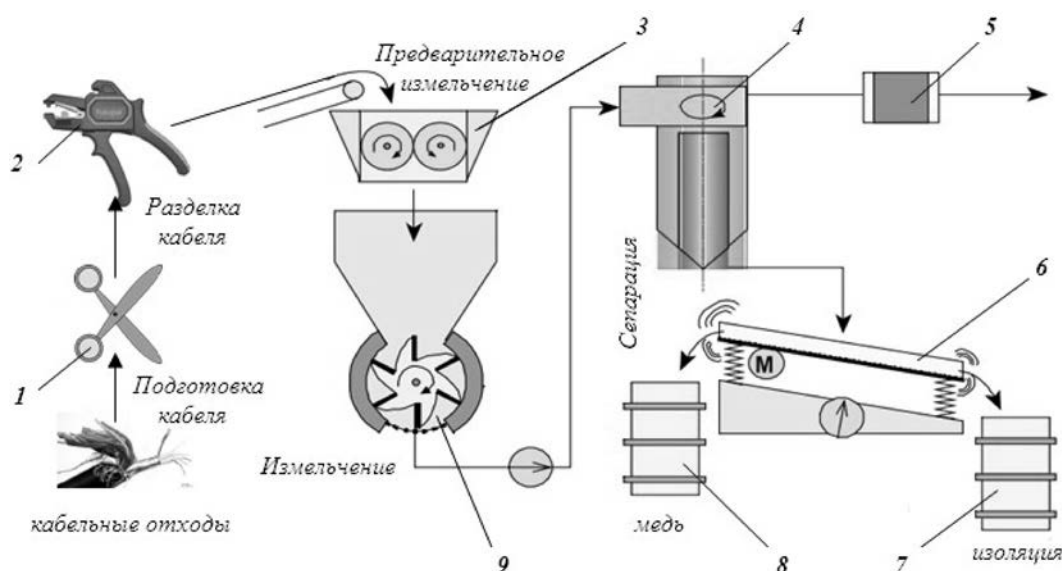


Рис. 1. Схема процесса механической переработки кабельной продукции: 1 – ножницы; 2 – стриппер; 3 – шредер; 4 – воздушный циклон; 5 – вытяжной фильтр; 6 – стол сепарации; 7 – контейнер для изоляции; 8 – контейнер для металла; 9 – мельница

ное состояние. При этом более тяжелые медные частицы, оставаясь на рабочем сите при его движении, перемещаются вверх, откуда попадают в контейнер для металла 8. Более легкие частицы пластика перемещаются вниз и попадают в контейнер для пластика 7.

Механическая переработка кабельных отходов позволяет отделить медные жилы от изоляции и получить медьсодержащее сырье в виде медной сечки (МКО) чистотой до 99 % [6].

Нами был проведен анализ полученных МКО после механической переработки. Химический состав МКО, разделенных на фракции (см. таблицу), определялся при помощи программно-аппаратного комплекса «Рентгено-флуоресцентный спектрометр *ElvaX mini*». Комплекс предназначен для экспрессного качественного и количественного анализа состава металлических сплавов на содержание химических элементов от *Ti* до *U* в широком диапазоне концентраций. Точность определения массовых долей металлов порядка 0,1 %.

Химический состав МКО

Фракция, мм	Химический состав, %			
	Cu	Pb	Sn	Ni
(-0,2...+0,1)	98,057	1,061	0,882	—
(-0,315...+0,2)	100,000	—	—	—
(-0,4...+0,315)	98,160	1,840	—	—
(-0,63...+0,4)	100,000	—	—	—
(-0,8...+0,63)	92,269	2,030	0,683	5,018
(-1,0...+0,8)	89,154	10,846	—	—

В качестве примера на рис. 2 представлен интерфейс программного комплекса *ElvaX mini* для определения химического состава МКО фракций (-0,315...+0,2) и (-0,8...+0,63) мм.

Ранее проведенный нами анализ гранулометрического состава и морфологии МКО позволил разделить их на две группы фракций [7]: 1 группа – (-0,2...+0,1), (-0,315...+0,2), (-0,4...+0,315) и (-0,63...+0,4) мм; 2 группа – (-0,8...+0,63) и (-1,0...+0,8) мм. Дискретные элементы всех фракций 1 группы, в отличие от фракций 2 группы, характеризуются близкими значениями диаметров и различными длинами.

Анализ химического состава показывает, что МКО второй группы фракций также отличаются от МКО первой группы: содержание меди в первой группе составляет 98–100 % (содержание олова и свинца не превышает 2 %), в то время как во второй – 89–92 %, а также в последней в значительном количестве присутствуют свинец, олово и никель (8–11 %).

Проведенные исследования позволили установить, что после механической переработки медной кабельной продукции МКО помимо основной медной составляющей, содержат олово,

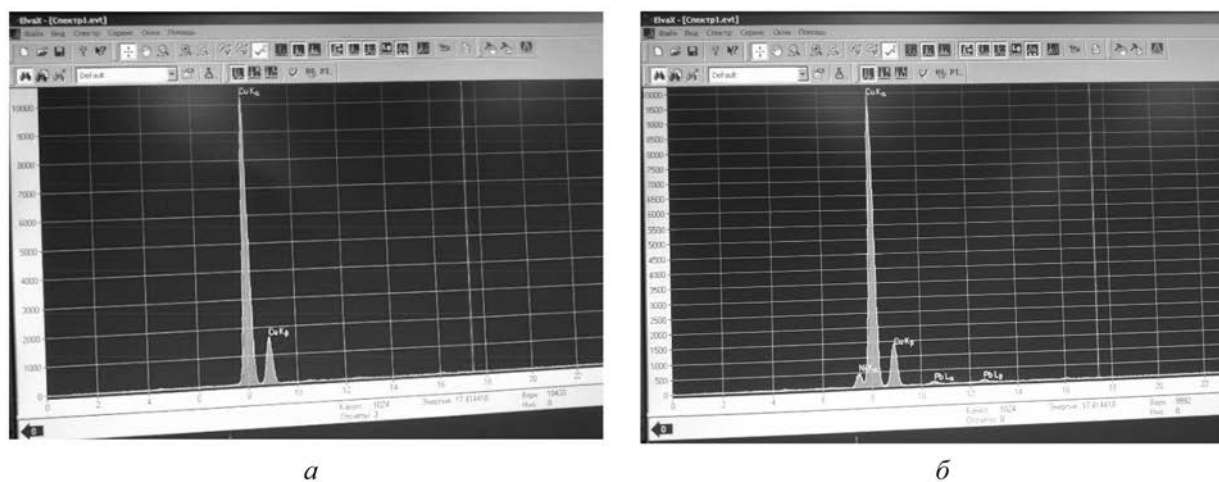


Рис. 2. Интерфейс программного комплекса *ElvaX mini*: а – фракция (-0,315...+0,2) мм; б – фракция (-0,8...+0,63) мм

никель и свинец. Наличие олова и никеля свидетельствует о присутствии в отходах медной кабельной продукции кроме чисто медных жил, токопроводящих луженных медных и медно-никелевых жил, а наличие свинца позволяет предположить, что остатки свинцовой брони, попадая на переработку в шредер и режущую мельницу, подвергают медь механическому легированию.

Литература

1. Косторнов, А. Г. Проницаемые металлические волоконные материалы / А. Г. Косторнов. – Киев : Техника, 1983. – 123 с.
2. Проницаемые материалы из металлических волокон: свойства, технологии изготовления, перспективы применения / В. М. Капцевич [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2013. – 380 с.
3. Петруков, О. П. Концепция оптимизации комплексного управления ТБО в Московской области / О. П. Петруков, Л. Я. Шубов, Ф. Ф. Гаев // Научно-практический журнал ТБО (твердые бытовые отходы). – 2007. – № 9. – С. 14–24.
4. Сечина, А. В. Обзор методов промышленной переработки отходов кабелей / А. В. Сечина // Труды СГА. – 2009. – № 7. – С. 80–89.
5. Герасин, В. А. Как спасти полимерметаллические отходы / В. А. Герасин // The Chemical Journal. – 2008. – С. 10–13.
6. Колобов, Г. А. Сбор и обработка вторичного сырья цветных металлов : учеб. для вузов / Г. А. Колобов, В. Н. Бредихин, В. М. Чернобаев. – М. : Металлургия, 1992. – 288 с.
7. Ильющенко, А. Ф. Проницаемые материалы из медных кабельных отходов. Сообщение 1. Свойства медных волоконных отходов / А. Ф. Ильющенко, В. К. Корнеева, В. М. Капцевич // Порошковая металлургия : респ. Межвед. сб. науч. тр. – Минск, 2013. – Вып. 36. – С. 243–249.

ASSESSMENT OF THE CHEMICAL COMPOSITION OF COPPER CABLE WASTE

V. M. Kapitsevich¹, V. K. Korneeva¹, E. S. Golubtsova², A. N. Ryhlik¹

¹Belarusian State Agrarian Technical University

Minsk, Republic of Belarus, e-mail: lerakor1974@mail.ru

²Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

Using the ElvaX mini X-ray fluorescence spectrometer software and hardware complex, the chemical composition of copper cable wastes was analyzed after mechanical processing of cable products. It is established that in addition to doctors, tin, nickel and lead are present in cable waste. The possible reasons for their presence are explained.

УДК 621.762

ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК ДИБОРИДА ТИТАНА НА ФАЗОВЫЙ СОСТАВ, СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА СПЕЧЕННОГО КОМПОЗИТА НА ОСНОВЕ СМЕСИ ЖЕЛЕЗО – ВЫСОКОУГЛЕРОДИСТЫЙ ФЕРРОХРОМ

Е. С. Кирилук, А. А. Мамонова, В. А. Маслюк, Г. А. Баглюк, Г. М. Молчановская

Институт проблем материаловедения им. И. М. Францевича НАН Украины, г. Киев, Украина

Приведены результаты исследования добавок 0,38–2,2 мас.% диборида титана в порошковую смесь железо – высокоуглеродистый феррохром на структуру, фазовый состав и свойства спеченных материалов. Показано, что добавка TiB_2 обеспечивает активное взаимодействие матрицы α -Fe с углеродом из высокоуглеродистого феррохрома, что приводит к формированию максимального количества γ -Fe, с максимальным по величине параметром решетки. Наилучшие прочностные свойства спеченных композитов достигаются, при 0,74 % TiB_2 .

Введение. Гетерогенные железохромуглеродные порошковые материалы благодаря высокой твердости, коррозионной стойкости, износостойкости широко используются для изготовления изделий и оборудования, эксплуатируемых в условиях одновременного действия сил трения, абразивного и эрозионного износа, агрессивных химических сред [1].