

2. Константинов, В.М. Диффузионно-легированные сплавы для защитных покрытий : дис. ... д-ра техн. наук : 05.02.01 / В.М. Константинов. – Минск, 2008. – 475 л.
3. Ворошнин, Л.Г. Теория и практика получения защитных покрытий с помощью ХТО / Л.Г. Ворошнин, Ф.И. Пантелеенко, В.М. Константинов. – 2-е изд., перераб. и доп. – Минск: ФТИ; Новополоцк: ПГУ, 2001. – 148 с.
4. Штемпель, О.Г. Интенсификация диффузионного легирования металлических порошков для защитных покрытий в подвижных порошковых смесях : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.02.01 / О.Г. Штемпель ; Полоцкий гос. ун-т. – Новополоцк, 2003. – 25 с.
5. Вращающаяся электрическая печь для химико-термической обработки сыпучего материала: пат. 15412 Респ. Беларусь, МПК7 F27B 7/14 / В.М. Константинов, О.П. Штемпель, В.Г. Щербаков; заявитель Белорусский национальный технический университет. – № а 20091415 ; заявл. 05.10.09 ; опубл. 28.02.12 // Афишны бюл. / Нац. центр інтэл. уласнасці . – 2012. – № 1. – С. 143.

УДК 621.762

ВЛИЯНИЕ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ДИФФУЗИОННОГО ЛЕГИРОВАНИЯ В ПОДВИЖНОЙ ПОРОШКОВОЙ СРЕДЕ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МЕДНЫХ ВОЛОКОН

Щербаков В.Г.¹, Чугаев П.С.²

1) Белорусский национальный технический университет,
Минск, Республика Беларусь.

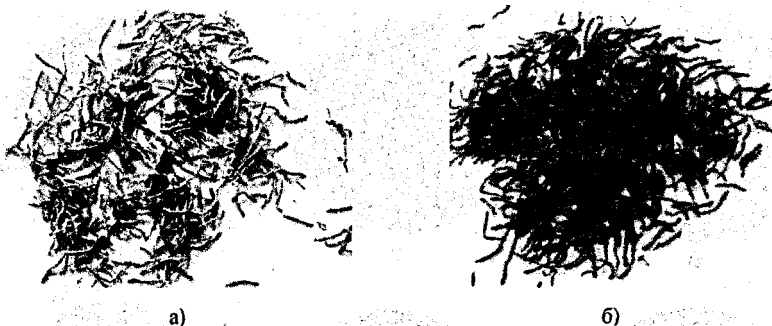
2) Белорусский государственный аграрный технический университет,
Минск, Республика Беларусь

Использование медных отходов кабельной промышленности в качестве основы для производства волокнистых фильтрующих материалов является актуальной в связи с повышением цен на импортные материалы. Однако использование данного материала для получения фильтрующих материалов спеканием в исходном состоянии имеет ряд недостатков, а именно: высокая температура спекания и высокие значения давления прессования [1-3].

Одним из возможных путей влияния на технологические свойства медных волокон является предварительное диффузионное легирование в подвижной порошковой среде (порошок цинка). Известно, что цинк повышает прочность и пластичность меди, но только до 30 %. Исходя из диаграммы состояния Cu-Zn, цинк также снижает и температуру плавления меди. Предполагается, что предварительная обработка в подвижной порошковой среде позволит получить на поверхности каждого отдельного медного волокна диффузионный слой, согласно диаграмме состояния Cu-Zn, представляющий собой твердый раствор с меньшей температурой плавления.

Диффузионное легирование (цинкование) медных волокон осуществляли в специальной установке для ХТО микрообъектов [4]. Составы смесей подбирались экспериментально, температура обработки составляла 400°C, время – 30 мин.

Внешний вид исходных медных волокон до и после диффузионного легирования представлен на рисунке 1.



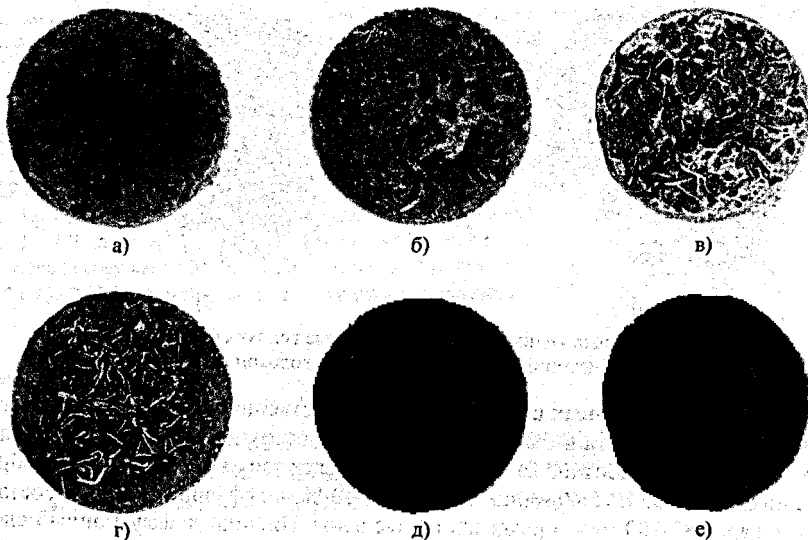
а) — исходные медные волокна; б) — медные волокна после ДЛ
 Рисунок 1 — Внешний вид исходных медных волокон до и после ДЛ

Толщина диффузионных слоев после ДЛ существенно зависит от количества насыщающего элемента в смеси и микропластических деформаций, возникающих в процессе обработки. Так, в поверхностных слоях медных волокон, обработанных в смеси с содержанием цинка 30-50 %, диффузионный слой составляет порядка 80-100 мкм и разделен на две зоны. Нижний диффузионный слой является твердым раствором цинка в меди высокой концентрации (рисунок 1). Данный слой обладает высокой прочностью и пластичностью.

Верхний диффузионный слой в медных волокнах, из-за высокой концентрации цинка, состоит из γ , ϵ , и δ — фаз различной концентрации. Образование данных фаз приводит к резкому снижению прочности и пластичности. В медных волокнах, обработанных в смеси с содержанием цинка 5-20 %, образуются диффузионные слои с толщиной 30-50 мкм. Визуально разделения слоев на зоны не наблюдается, вследствие малой концентрации насыщающего элемента. Пористость диффузионных слоев составляет порядка 5-8 % при концентрации цинка 50 % и снижается с уменьшением насыщающего элемента в смеси. Высокая пористость в образовавшихся слоях с концентрацией цинка 30-50 % объясняется высокой концентрацией насыщающего элемента и одновременной микропластической деформацией волокон во время обработки. В медных волокнах после обработки с меньшей концентрацией цинка образуются слои с минимальной пористостью, порядка 1-2 %.

Внешний вид получаемых ФМ после спекания предварительно ДЛ цинком медных волокон показаны на рисунке 2.

Анализ ДЛ меди цинком в подвижной порошковой среде с различными концентрациями выявил, что при содержании цинка в смеси более 30% он резко снижает пластичность и прочность медных волокон и прессование не происходит. Оптимальным содержанием цинка в смеси установлено 10%. При данном содержании цинка при ДЛ на поверхности медных волокон образуется слой α -фазы, различной концентрации, что положительно влияет на прессование и снижение температуры спекания. Экспериментальные исследования выявили снижение давления прессования с 20-25 тонн до 10-15 тонн и температуры спекания с 1020° С до 860° С.



а – 50 % Cu + 50 % Zn; б – 60 % Cu + 40 % Zn; в – 70 % Cu + 30 % Zn;
 г – 80 % Cu + 20 % Zn; д – 90 % Cu + 10 % Zn; е – 95 % Cu + 5 % Zn

Рисунок 2 – Образцы после спекания в зависимости от содержания Zn в смеси, %мас

При спекании волокон с содержанием цинка в насыщающей смеси 30-50 % спекание образцов не произошло, образец разрушался во время извлечения его из печи, так как в поверхностных слоях присутствовали хрупкие γ и ϵ -фазы. Спекание медных волокон, обработанных в смеси с содержанием цинка 10...20 %, произошло во всем объеме образца из-за образования в поверхностных слоях пластичной α -фазы различной концентрации.

ДЛ меди цинком положительно влияет на технологические свойства медных волокон и позволяет снизить энергетические затраты при производстве ФМ. Анализ результатов по спеканию образцов показал, что лучшие результаты спекания у образцов, обработанных в смеси с содержанием цинка 10-20 %. Исследован один из способов влияния на технологические свойства медных отходов кабельной промышленности при изготовлении фильтрующих материалов.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Щербаков, В.Г. Влияние кратковременного высокотемпературного воздействия и предварительного диффузионного легирования на температуру плавления сплавов на железной и медной основах / В.Г. Щербаков, П.С. Чугаев // Новые материалы и технологии: порошковая металлургия, композиционные материалы, защитные покрытия, сварка: материалы 10-й Междунар. науч.-техн. конф. (Минск, 12-14 сент. 2012 г.) / Нац. акад. наук Беларуси [и др.]; редкол.: П.А. Витязь (гл. ред.) [и др.]. – Минск: Беларус. навука, 2012. – 325 с.
2. Щербаков, В.Г. Исследование диффузионного легирования медных отходов производства / В.Г. Щербаков, П.С. Чугаев // Наука – образованию, производству, экономике: материалы 9-й Междунар. науч.-техн. конф., Минск, 2011 г.: в 3 т. / Белорусский национальный технический университет; редкол.: Б.М. Хрусталев [и др.]. – Минск, 2011. – Т. 1. – С. 347.

3. Щербаков, В.Г. Влияние предварительного диффузионного легирования медных отводов кабельной промышленности на эксплуатационные свойства получаемых из них фильтрующих материалов / В.Г. Щербаков, П.С. Чугаев // Наука – образованию, производству, экономике: материалы 10-й Международной научно-технической конференции / Белорус. нац. технич. ун-т; редкол.: Б.М. Хрусталеv [и др.]. – Минск, 2012. – С. 375 – 376.

4. Вращающаяся электрическая печь для химико-термической обработки сыпучего материала: пат. 15412 Респ. Беларусь, МПК7 F27B 7/14 / В.М. Константинов, О.П. Штемпель, В.Г. Щербаков; заявитель Белорусский национальный технический университет. – № а 20091415; заявл. 05.10.09; опубл. 28.02.12 // Афишны бюл. / Нац. центр інтэлектуал. уласнасці. – 2012. – № 1. – С. 143.

УДК 621.785.532.062.57

ВЛИЯНИЕ СОСТАВА НАСЫЩАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА СВОЙСТВА УПРОЧНЕННОГО СЛОЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН В ПРОЦЕССЕ ИОННО-ПЛАЗМЕННОГО АЗОТИРОВАНИЯ

Саханько С.А., Рутько Н.Н., Нерода М.В.

Барановичский государственный университет, Барановичи,
Республика Беларусь

Введение. Одна из важнейших проблем современного машиностроения — совершенствование технологии производства деталей. Актуальность ее решения возрастает в связи с разработкой техники нового поколения, ростом силового и теплового напряжения всех деталей, включая элементы двигателей, зубчатых передач, несущих конструкций и многих других ответственных элементов.

Важнейшим направлением повышения технических и эксплуатационных характеристик многих изделий техники является увеличение срока службы и надежности ответственных нагруженных деталей и узлов при сохранении или улучшении предъявляемых к ним конкретных требований по трибологии, физико-механическим, теплофизическим и прочим специальным свойствам, а также требований к материалам, из которых они изготавливаются.

Перспективным методом является ионно-плазменное азотирование (ИПА). Азотирование — процесс диффузионного насыщения поверхностного слоя сталей и сплавов азотом при нагревании в азотсодержащей среде [1]. Этот процесс ХТО является высокопроизводительным, ресурсосберегающим и безотходным, который обеспечивает преимущественные качества и служебные свойства на любых сталях, сплавах и металлокерамике, что отвечает современным требованиям [2].

С помощью ИПА можно добиться создания поверхностного слоя с высокой твердостью, износостойкостью, повышенной усталостной прочностью и высоким сопротивлением коррозии. При этом основными характеристиками свойств металла, которые должны указываться в конструкторской документации и подвергаться контролю, являются: микроструктура упрочненного слоя, твердость на поверхности, эффективная твердость упрочненного слоя, твердость сердцевины и общая эффективная толщина упрочненного слоя.