

Полученная модель обладает следующими технико-экономическими показателями (в ценах 2014 года):

Стоимость материала (1 кв. м) – около 3000 бел. руб.

Стоимость изготовления – около 360000 бел. руб.

Время, затраченное на проектирование, создание модели, подготовку чертежей, создание управляющих программ, вырезание и сборку изделия – в среднем 4 часа.

При изготовлении модели этой же детали с аналогичными выходными параметрами на обрабатывающем центре (например, Hermle C20) сроки изготовления составили бы не менее 6 часов, себестоимость обработки – 1600000 бел. руб.

Таким образом, ЛОМ-технология позволяет сократить время изготовления деталей в 1,5 раза, а себестоимость изготовления сократить в 4-5 раз.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Технологии быстрого прототипирования в Республике Беларусь: материалы XII Междунар. науч.-техн. конф. студентов, магистрантов и молодых учёных / Т.В. Потапенко, К.Л. Левков. – Гомель. – 2012. – 512 с.

2. Технологии получения сложнопрофильных деталей энергоустановок в опытном производстве: материалы II Респ. науч.-техн. конф. / К.Л. Левков, П.В. Потапенко, П.В. Веремей. – Гродно: ГрГУ, 2012. – С. 127-129.

УДК 621.762

БОРСОДЕРЖАЩИЙ СПЛАВ ДЛЯ ИНДУКЦИОННОЙ НАПЛАВКИ ИЗ ДИФфуЗИОННО-ЛЕГИРОВАННЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ОТХОДОВ ДРОБЕСТРУЙНОЙ ОБРАБОТКИ

Щербаков В.Г.

Белорусский национальный технический университет,
Минск, Республика Беларусь

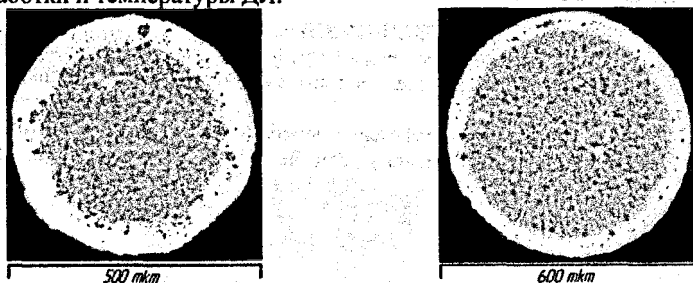
Известно, что использование импортных наплавочных порошков для восстановления и упрочнения деталей машин широко применяется на предприятиях Республики Беларусь. Однако данные наплавочные материалы дороги, и свойства получаемых защитных покрытий на их основе часто являются «завышенными» требованиям конструктора. Поэтому активно проводятся работы по созданию отечественных наплавочных сплавов из металлических отходов. Проведенные ранее исследования [1-4] позволили выбрать наиболее подходящие параметры для проведения диффузионного легирования (ДЛ) чугунной дроби ДЧЛ 08 и разработать конструкцию промышленной установки для производства диффузионно-легированных наплавочных порошков [5].

На установке [5] обработку чугунной дроби ДЧЛ 08 размером 200-600 мкм проводили по различным режимам: в одном контейнере, в трех контейнерах и в четырех контейнерах. Исследование режима диффузионного легирования с одним контейнером показало, что в порошке присутствует явно выраженный бо-

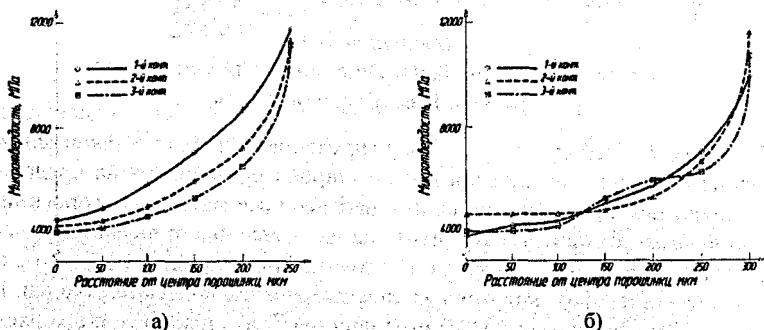
ридный слой толщиной 40-80 мкм (рисунок 1). Микротвердость по сечению дроби ДЧЛ 08 составляет порядка 12000-14000 МПа на краю и постепенно снижается до 4000-5000 МПа к сердцевине.

Из-за ДЛ отходов увеличились геометрические размеры дроби и, кроме анализа микротвердости по сечению дроби с размером 200-600 мкм, дополнительно исследовалось распределение микротвердости по сечению порошка с размерами более 630 мкм (рисунок 2).

Установлено, что максимальная толщина борированного слоя у ДЛ дроби из первого контейнера составляет 100-150 мкм, по причине длительности выдержки во время ДЛ. Толщина борированного слоя у дроби из контейнеров № 2 и № 3 составляет 50-80 мкм. Меньшая толщина слоя связана с уменьшением времени обработки и температуры ДЛ.



а) — ДЧЛ 08 после ДЛ (менее 600 мкм); б) — ДЧЛ 08 после ДЛ (более 600 мкм)
Рисунок 1 — Микроструктура дроби ДЧЛ 08 после ДЛ

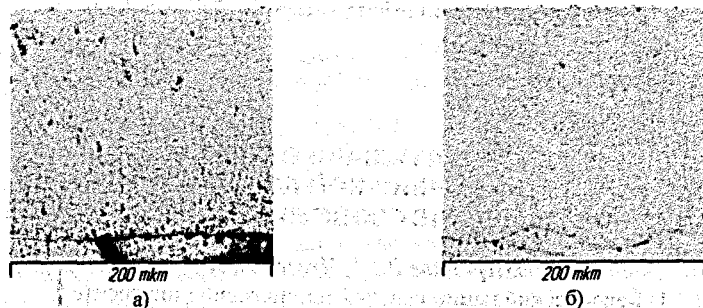


а) — размер дроби 200-630 мкм; б) — размер дроби более 630 мкм
Рисунок 2 — Распределение микротвердости по сечению ДЛ дроби ДЧЛ 08, обработанной в трех контейнерах

При исследовании микротвердости диффузионно-легированной дроби выявлено, что микротвердость дроби с размерами фракции 200-630 мкм, по сечению выше, чем у дроби с размерами более 630 мкм. Это связано с уменьшением контактных давлений из-за увеличения геометрических размеров дроби и затруднением диффузии бора в центр порошка.

Смеси для наплавки изготавливали на РУП «МЗШ» посредством механического смешивания наплавочного порошка ФБХ-6-2 и диффузионно-легированной в лаборатории кафедры дробы ДЧЛ 08 с плавкой бурой ($\text{Na}_2\text{V}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) в различных пропорциях. Наплавку осуществляли в кольцевом индукторе.

На рисунке 3 представлены микроструктуры, полученные в результате индукционной наплавки смесей двух различных составов. Наплавленные слои характеризуются доэвтектическим, эвтектическим и заэвтектическим строением. Твердость наплавленных слоев составляет 55-62 HRC. Пористость в слоях незначительная и составляет порядка 3-5 %.



а – состав № 1; б – состав № 2

Рисунок 3 – Микроструктура наплавленного слоя

У линии сплавления наплавленный сплав имеет четко выраженную дендритную структуру. В верхнем слое сплава содержатся включения первичных карбидов веерообразной формы. Также между наплавленным сплавом и стальной основой обнаружена переходная зона, что свидетельствует о полном сплавлении основы и наплавленного слоя. Микротвердость слоев составляет 7385–9780 МПа и связана с высокой степенью легированности ее фазовых составляющих.

Установлено, что получаемые при использовании ДЛ отходов чугунной дробы наплавочные покрытия по свойствам соответствуют предъявляемым РУП «Минский завод шестерен» требованиям к изготавливаемым на участке упрочнения рабочим органам почвообрабатывающих машин.

Таким образом, установлены особенности структуры борированного порошка из чугунной дробы и влияние на него метода ХТО в подвижной порошковой смеси. В частицах ДЧЛ 08 после ХТО происходит процесс графитизации. Показана возможность получения покрытий методом наплавки ТВЧ из ДЛ бором отходов дробы ДЧЛ 08.

Анализ микроструктуры и микротвердости получаемых покрытий позволяет сделать вывод о том, что использование данной ДЛ чугунной дробы в качестве наплавочного материала позволит получать абразивостойкие покрытия индукционной наплавкой с твердостью наплавленного слоя 55 – 60 HRC.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Пантелеевко, Ф.И. Самофлюсующиеся диффузионно-легированные порошки на железной основе и защитные покрытия на них / Ф.И. Пантелеевко. – Мн.: УП «Технопринт», 2001. – 300 с.

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 ДИФFUЗИОННОГО 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.