

для отливок М2: 2,54...3,01 г/см³, относительная плотность 60...71 %, $\sigma_{сж} = 4,3...11,7$ МПа; $\sigma_{изг} = 1,6...3,6$ МПа;

- характеристики гранульных упаковок до и после виброуплотнения, включая прессование: относительная плотность гранул 58 – 71 %; засыпок из них (до виброуплотнения) 53 – 66 % , после виброуплотнения 55 – 69 %; после прессования 83 – 85 %.

Согласно выполненным исследованием и полученным результатам изготовлены и испытаны экспериментальные образцы износостойких корундовых дюз, которые успешно (в рамках контрактов) заменили твердосплавные в устройствах подземной проходки (проколки) грунтов и бетонирования каналов для последующей прокладки различных масштабных водо- и газопроводов, кабельных электро-, теле-, радиокоммуникаций и т.д. Кроме того, из разработанных материалов изготовлены поддерживающие ролики триботехнического назначения для производства металлокорда; испытаны на РУП «БМЗ – БМК» г. Жлобин, получены положительные результаты – срок службы изделий при непрерывном производстве металлокорда составил 22- 30 суток.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Шевченко В.Я. Техническая керамика. [Текст] / В.Я. Шевченко, С.М. Баринов, - М.: Наука, 1993. 187с.
2. Баринов С.М. Прочность технической керамики. [Текст] / С.М. Баринов, В.Я. Шевченко, - М.: Наука, 1996. – 159с.
3. Пивинский Ю.Е. Керамические вяжущие и керамобетоны. [Текст] / Ю.Е. Пивинский, М.: Металлургия, 1990. 272с.
4. Роман О.В. Научно – практические подходы к созданию керамо – огнеупорных материалов и технологий / О.В. Роман, Ф.И. Пантелеенко, О.П. Реут, В.Т. Шмурадко, Н.В. Киршина, А.В. Жилевич // Новые огнеупоры. – 2010. - № 9. – С. 17 – 27.

УДК 621.785.545

ТЕРМОЦИКЛИРОВАНИЕ КАК СПОСОБ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ДИФфуЗИОННОГО НАСЫЩЕНИЯ ПРОВОЛОКИ В УСЛОВИЯХ ЭЛЕКТРОКОНТАКТНОГО НАГРЕВА

Семенченко М.В.

Полоцкий государственный университет
г. Новополоцк, Республика Беларусь

Диффузионное насыщение проволоки вызывает определенный интерес из-за возможности получения ограниченных партий материала для наплавки, напыления, сварки. Предлагаемые производителями составы, как правило, унифицированы и могут одновременно использоваться для решения достаточно большого спектра задач.

Оптимизировать состав наносимого материала в промышленных масштабах для конкретных условий эксплуатации детали не всегда представляется возможным. Более того, в сложившейся экономической ситуации не многие предприятия имеют возможность закупать проволоку различного химического состава даже небольшими партиями. Именно поэтому диффузионно-

легированную проволоку можно назвать альтернативой проволочному материалу, получаемому в промышленном масштабе. Она может использоваться как присадочный материал при нанесении защитных покрытий [1] и как самостоятельный конструкционный материал [2].

Наибольшее распространение получило диффузионное в изотермических условиях при печном нагреве. Однако в последнее время все больший интерес стали вызывать способы, во время которых температура процесса изменяется по определенному закону. Последовательный нагрев и охлаждение обрабатываемого материала позволяет добиться уникальных свойств, которые часто не достижимы иным способом обработки [3]. Во время термоциклирования накапливаются необходимые структурные изменения, позволяющие значительно улучшить качество обрабатываемых изделий или придать им свойства, которые невозможно было обеспечить путем однократного нагрева. В итоге обработка в режиме термоциклирования способствует увеличению толщины формируемого диффузионного слоя и улучшению механических характеристик сердцевин.

Насыщение проволоки в условиях печного нагрева не всегда экономически выгодно. Значительная протяженность при малом поперечном сечении накладывает определенные ограничения на технологию обработки. Для исключения значительной пространственной деформации, в частности, требуется изготовление специальных приспособлений или контейнеров, которые позволят предотвратить слипание отдельных витков проволоки. Хотя даже в этом случае длина обрабатываемого отрезка проволоки является ограниченной конструктивными особенностями и геометрическими параметрами используемого приспособления.

Обеспечить непрерывность обработки длинномерных изделий позволяет использование альтернативных способов нагрева обрабатываемого изделия, к которым стоит отнести электроконтактный нагрев. Нами разработан способ диффузионного насыщения стальной проволоки [4] и установка для его реализации [5], позволившая полностью снять ограничения по длине обрабатываемой поверхности. Проволока подается в зону обработки непрерывно с заданной постоянной скоростью (рис.1). При этом требуемая температура обработки достигается за достаточно малый промежуток времени.

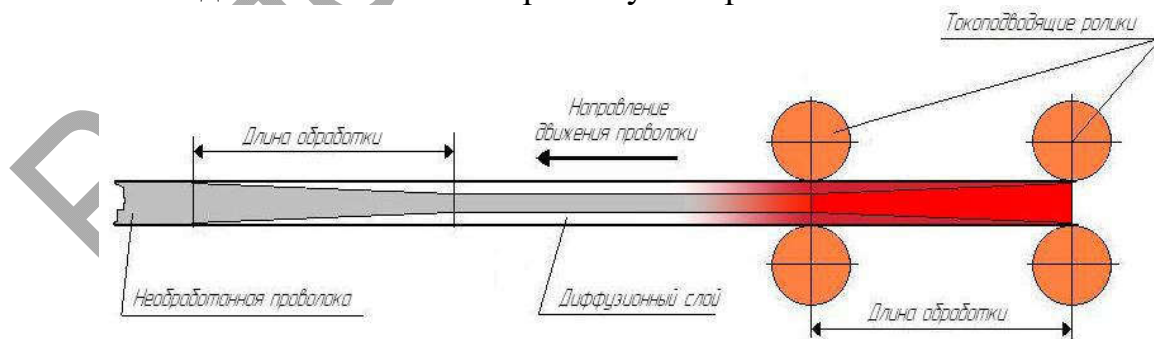


Рисунок 1 – Схема процесса диффузионного легирования стальной проволоки с применением циклического электроконтактного нагрева при непрерывной подаче проволоки в зону обработки.

Нагрев проволоки осуществлялся путем пропускания переменного электрического тока, проходящего через проволоку с длительностью импульса 0,01 – 10 секунды (время нагрева) и длительностью паузы 1 – 3 секунды (время охлаждения) (рис.2). Так, применение циклического электроконтактного нагрева при насыщении стальной проволоки алюминием позволило сформировать диффузионный слой толщиной до 0,2 мм за 5 минут, в то время как при печном нагреве для этого требовалось больше времени.

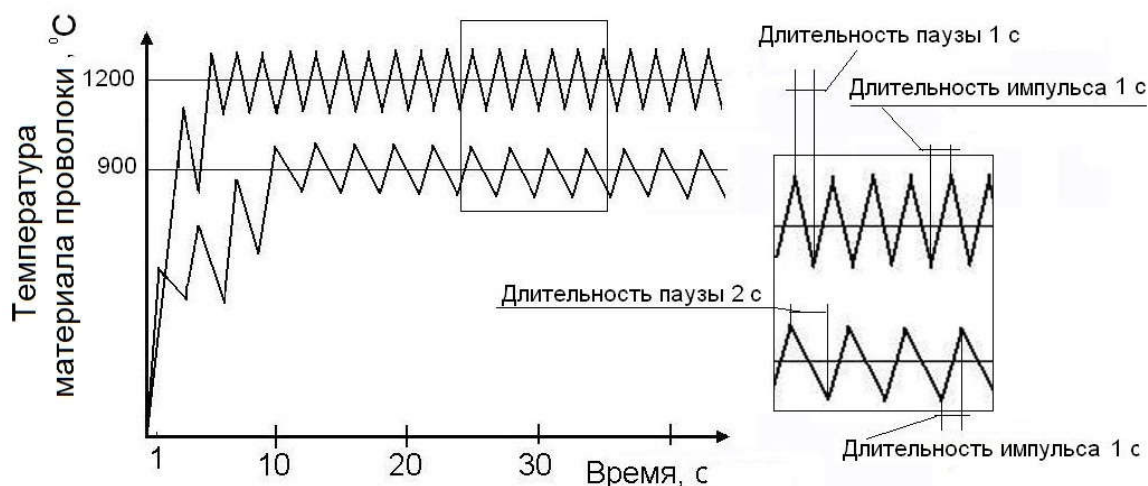


Рисунок 2 – Изменение температуры проволоки в процессе обработки

В качестве насыщающей смеси применялись порошки чистых металлов, либо порошки веществ, из которых выделение активных атомов легирующего элемента не требует длительного времени и высокой температуры.

Исследования показали, что в случае обработки непрерывно движущейся стальной проволоки наиболее оптимальным является назначение длительности импульса в пределах от 0,1 до 10 секунд, длительности паузы в пределах от 1 до 3 секунд.

Формируемый диффузионный слой представляет собой, как правило, твердый раствор алюминия в α -железе с микротвердостью 2300-2100 Мпа. Это обусловлено тем, что температура проволоки выше температуры насыщающей среды, следовательно, выше ее диффузионная восприимчивость. Поэтому скорость диффузии легирующего элемента в ненасыщенную основу значительно превосходит скорость его осаждения на поверхность проволоки.

Также исследовалась возможность диффузионного насыщения проволоки путем применения обмазок. При этом подготовительная работа при диффузионном легировании отрезка длиной 240 мм из обмазок составила 30 минут: 10 минут на подготовку составов двух слоев обмазки (слоя для насыщения и специального защитного слоя) и по 10 минут на сушку каждого слоя. Время непосредственного насыщения составило 3 минуты. Соответственно, общее время обработки отрезка проволоки длиной 240 мм равно 33 минут. Для диффузионного легирования следующего отрезка проволоки операции необходимо было повторить.

По производительности диффузионное насыщение в обмазках сопоставимо с печным нагревом, но если требуется небольшое количество присадочного материала, такой вариант также заслуживает внимания. Сделать процесс непрерывным можно путем проектирования специального устройства, обеспечивающего последовательное нанесение обмазки для насыщения, защитной обмазки и их сушку при непрерывной подаче проволоки. Кроме того, обмазка не должна препятствовать подводу электрического тока к проволоке

Таким образом, термоциклирование представляется перспективным направлением для интенсификации процессов диффузионного насыщения проволоки в условиях электроконтактного нагрева. Режим обработки подбирается индивидуально, в зависимости от состава основы, ее размеров и вида насыщающего элемента. Данным способом можно получить проволочный материал требуемого химического состава любой протяженности за ограниченное время.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Boride hard-facing: United States Patent 4172162, C23F 7/00 – Ronald H. Smith; заявитель: Materials Development Corporation Заявл. Jun. 25, 1976, Оpubл. Oct. 23, 1979;
2. High-carbon steel wire with nickel sub coating: United States Patent 7300706, B 32B 15/02, B 32B 15/18 – John J. Zimmerman; заявитель: NV Beckaert SA/ Заявл. Jul. 28, 2006, Оpubл. Nov. 27, 2007;
3. Федюкин, В.К. Термоциклическая обработка металла и деталей машин / В.К.Федюкин, М.Е.Смагоринский. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1989. – 255 с.
4. Способ диффузионного насыщения стальной проволоки: Патент на изобретение № 13370 МПК (2009) С 23С 8/00, С 23С 10/00, С 23D 1/34 – В.М. Константинов, М.В. Семенченко, В.Г. Дашкевич, А.С. Губанов; заявитель УО «Полоц. гос. ун-т» № а 20080742 заявл. 05.06.08., Оpubл. 30.06.2010
5. Установка для электротермической обработки проволоки: Патент на полезную модель № 696 МПК 7 С21D 1/40 – В.М. Константинов, А.С. Губанов, С.Н. Абраменко, М.В. Семенченко; заявитель УО «Полоц. гос. ун-т» № и 20020065; заявл. 05.03.02., Оpubл. 30.12.02

УДК 621.785.532.062.57

УПРОЧНЕНИЕ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА АЗОТИРОВАНИЕМ В ТЛЕЮЩЕМ РАЗРЯДЕ

Копейко Д. С., Гаврилова Ж. И.

Барановичский государственный университет,
г. Барановичи, Республика Беларусь

Эффективным способом повышения эксплуатационных характеристик режущего инструмента является азотирование – процесс диффузионного насыщения поверхностного слоя сталей и сплавов азотом при нагревании в азотосодержащей среде [2]. Перспективным методом азотирования является азотирование в тлеющем разряде или ионно-плазменное азотирование (ИПА) [1].

Данный процесс является высокопроизводительным, материалосберегающим, экологически чистым, что отвечает современным требованиям.

Принцип действия ИПА заключается в том, что в разряженной азотсодержащей газовой среде (200-1000 Па) между катодом и анодом возбуждается аномальный тлеющий разряд, образующий активную среду (ионы, атомы, воз-