

**ОПЫТ РАЗРАБОТКИ УСТАНОВКИ ДЛЯ ДИФфуЗИОННОГО НАСЫЩЕНИЯ
И ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ СТАЛЬНОЙ ПРОВОЛОКИ
В РЕЖИМЕ ЭЛЕКТРОКОНТАКТНОГО ЦИКЛИЧЕСКОГО НАГРЕВА**

М.В. СЕМЕНЧЕНКО

*Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой,
г. Новополоцк, Республика Беларусь*

В промышленности химико-термическая обработка (ХТО) применяется достаточно широко. Диффузионному насыщению подвергаются не только готовые детали, но и микрообъекты – металлические порошки и проволока [1]. Использование печного нагрева при реализации подобных технологических процессов не всегда обосновано с точки зрения временных затрат. Представляется перспективным использование электроконтактного нагрева как источника тепла при диффузионном насыщении стальной проволоки [2].

Полученный подобным способом проволоочный материала может применяться при легировании расплава [3], формировании защитных покрытий или использоваться в качестве самостоятельного изделия, ориентированного на эксплуатацию в агрессивной среде.

Нами предложен способ диффузионного насыщения стальной проволоки путем непосредственного пропускания электрического тока через изделие в режиме термоциклирования [4], позволяющий изготовить материал с низким градиентом легирующего элемента по поперечным сечениям при достаточной концентрации по объему для последующего формирования защитного покрытия. Для реализации способа была изготовлена лабораторная установка [5], прошедшая в последующем модернизацию.

Материалы и методы исследования. При разработке установки были выделены основные вопросы, определяющие ее конструктивные особенности и порядок работы: порядку подачи проволоки в зону обработки, исполнение токоподводящих элементов и формирователя управляющих импульсов.

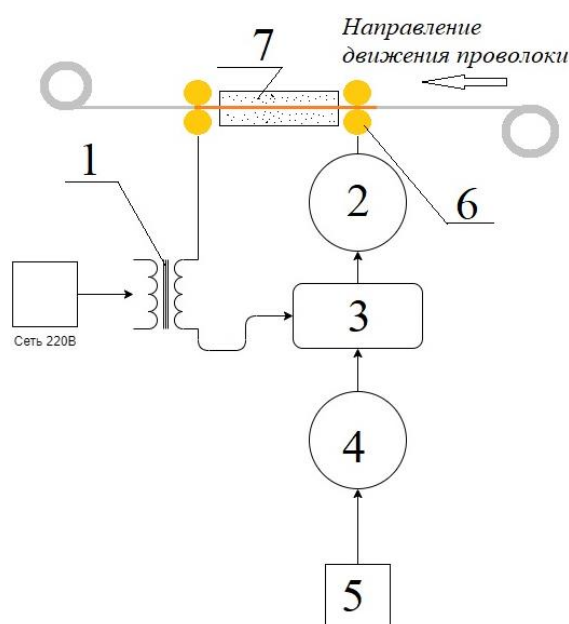
Первый прототип лабораторной установки [6] допускал диффузионное насыщение и термическую обработку неподвижной проволоки, длина которой выбиралась в зависимости от режима обработки. Подача материала в зону обработки подавалась ступенчато. В качестве токоподводящих элементов выступали пластины из сплава на медной основе. Циклический нагрев обеспечивал формирователь управляющих импульсов с механическим управлением, основными элементами которого были пара компаратор и тиристор.

Внесенные в последующем конструктивные изменения сделали возможным диффузионное насыщение проволоочного материала любой протяженности за счет его непрерывной подачи в зону обработки [7]. В качестве токоподводящих элементов использовались ролики. Режим термоциклирования обеспечивала пара компаратор и тиристор,

что позволяло вести нагрев от 1 до 10 секунд при длительности охлаждения 1–3 секунды. Сила тока составляла 15–30 А при напряжении 16,8 В.

Нами предложена модернизированная установка (рисунок 1), позволяющая реализовать диффузионное насыщение и термическую обработку проволоки в более широком интервале продолжительности нагрева и охлаждения [8]. Она состоит из силового трансформатора 1, устройства контроля физических параметров 2, твердотельного реле 3, контроллера 4, источника питания на 12 В 5, токоподводящих роликов 6, контейнера с насыщающей смесью 7. Подобное исполнение позволяет нагревать и охлаждать материал в течение 0,01–999 секунд. Величина силы тока может достигать 100 А. Напряжение регулируется. Составляет 3–32 В. Циклический нагрев обеспечивает пара контроллер – твердотельное реле.

Рисунок 1. – Схема лабораторной установки для диффузионного насыщения проволоки



Результаты исследования и их обсуждение. Предложенная лабораторная установка допускает ступенчатую и непрерывную подачу проволоки в зону обработки при ее диффузионном насыщении или термической обработке. Замена пары компаратор – тиристор на пару контроллер – твердотельное реле позволила перейти от аналогового сигнала к цифровому. Это повысило точность обработки, быстродействие блока управления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ворошнин Л.Г., Пантелеенко Ф.И., Константинов В.М. Теория и практика получения защитных покрытий с помощью ХТО. – 2-е изд., перераб. и доп. – Минск: ФТИ; Новополоцк: ПГУ, 2001. – 148 с.
2. Семенченко, М.В. Повышение производительности диффузионного насыщения проволоки путем электроконтактного нагрева в режиме термоциклирования / М.В.Семенченко // Вестник Полоцкого государственного университета. Сер. В, Прикладные науки. – 2018. – N 11. – С. 78–82.
3. Семенченко, М.В. Модифицирование чугуна экономно-легированной проволокой, полученной путем электрохимико-термической обработки / М.В.Семенченко, В.М.Константинов, Т.В. Михайловская // Вестник Полоцкого государственного университета. Сер. В, Прикладные науки. – 2009. – N 8. – С. 26–31.

4. Способ диффузионного насыщения стальной проволоки: Патент на изобретений № 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.
6. Семенченко, М.В. Электро-химико-термическая обработка проволоки для защитных покрытий: Дис. Магистра техн.наук: 05.02.01 «Материаловедение в машиностроении» / М.В.Семенченко; УО «Полоц. гос. ун-т»: Новополоцк, 2002. – 70 с.
7. Семенченко, М.В. Совершенствование оборудования для диффузионного насыщения проволоочного материала / М.В. Семенченко // Вестник Полоцкого государственного университета. Сер. В. Промышленность. Прикладные науки. – 2022. – №. 3. – С. 27–31.
8. Установка для диффузионного насыщения стальной проволоки: Патент на изобретений № 24331 МПК (2006) С 23С 8/60, С 23D 1/340 – ВМ.В. Семенченко; заявитель УО «Полоц. гос. ун-т» № а 20220105 заявл. 20.04.22, Оpubл. 20.07.2024.