

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРНЫМИ РЕЖИМАМИ ПРОЦЕССА НАНЕСЕНИЯ ПОКРЫТИЙ ЦЕНТРОБЕЖНЫМ ИНДУКЦИОННЫМ МЕТОДОМ**

**Белявин К.Е.<sup>1</sup>, Белоцерковский М.А.<sup>2</sup>,  
Сосновский И.А.<sup>2</sup>, Курилёнок А.А.<sup>2</sup>**

- 1). Белорусский национальный технический университет  
Минск, Республика Беларусь;
- 2). Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси,  
Минск, Республика Беларусь.

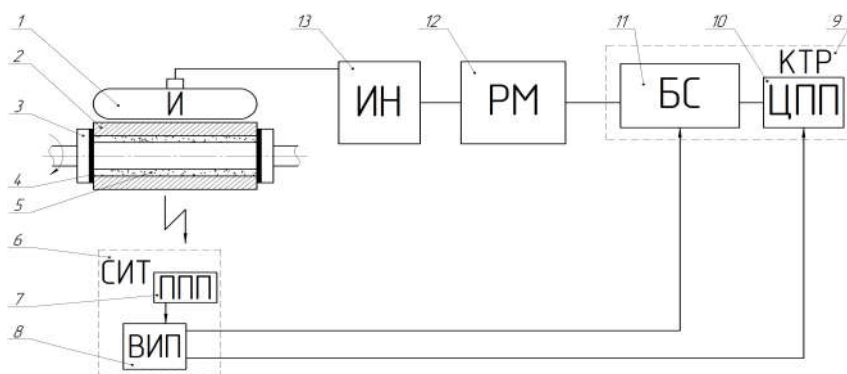
Основными недостатками известных системы контроля и управления технологическими режимами нагрева в процессе центробежной индукционной наплавки (ЦИН) [1] является невозможность обеспечения управления нестационарными температурными режимами индукционного нагрева, что приводит к снижению качества получаемых изделий с покрытиями.

*Целью* настоящей работы являлось создание автоматизированной системы контроля и управления нестационарными температурными режимами индукционного нагрева в процессе ЦИН для повышения качества изготавливаемых изделий, так как структура и физико-механические свойства покрытий существенно зависят от режимов нагрева.

Автоматизированная система контроля и управления нестационарными температурными режимами процесса ЦИН состоит из следующих составных частей (блоков) (см. рисунок 1): I) Индуктор И; II) Система измерения температуры СИТ, состоящая из первичного пирометрического преобразователя ППП и вторичного измерительного преобразователя ВИП; III) Контроллер температурных режимов, состоящий из цифрового преобразователя программатора ЦПП и блока согласования БС; IV) Регулятор мощности РМ; V) Источник нагрева ИН; VI) Обрабатываемая деталь.

Снабжение системы контроля и управления контроллером температурных режимов КТР и блоком согласования БС позволяет обеспечить оптимальное управление нестационарными температурными режимами индукционного нагрева для получения покрытий с высокими физико-механическими характеристиками и, как следствие, повысить качество изготавливаемых изделий. При этом соединение контроллера температурных режимов КТР и блока согласования БС между собой, а контроллера температурных режимов КТР с системой измерения температуры СИТ, позволяет получать исходные данные для расчета параметров оптимального режима нагрева. Соединение блока согласования БС с регулятором мощности РМ источника нагрева ИН обеспечивает преобразование параметров оптимального режима нагрева в

приемлемую форму сигнала для управления мощностью источника нагрева ИН.



1 – индуктор И; 2 – заготовка; 3 – зажимные центры; 4 – антипригарные прокладки; 5 – наплавляемая порошковая шихта; 6 – система измерения температуры СИТ; 7 – первичный пирометрический преобразователь ППП; 8 – вторичный измерительный преобразователь ВИП; 9 – контроллер температурных режимов КТР; 10 – цифровой преобразователь программатора ЦПП; 11 – блок согласования БС; 12 – регулятор мощности РМ; 13 – источник нагрева ИН.

Рисунок 1 – Схема автоматизированной системы контроля и управления нестационарными температурными режимами процесса нанесения покрытий центробежным индукционным методом

*Принцип работы автоматизированной системы контроля и управления нагревом.* На контроллер температурных режимов КТР поступают сигналы напряжения обратной связи, соответствующие температуре детали со вторичного измерительного преобразователя ВИП системы измерения температуры СИТ. Контроллер температурных режимов КТР обрабатывает полученные сигналы, сравнивает их с заранее заданными значениями функции оптимального управления температурным режимом, и выдает оптимальный сигнал управления на вход блока согласования БС, который преобразует полученный сигнал в сигнал входной формы регулятора мощности РМ. Регулятор мощности РМ управляет работой источника нагрева ИН (генератора токов высокой частоты) и подает мощность на индуктор И, нагревающему деталь. После завершения процесса формирования покрытия центробежным методом отключают источник нагрева ИН (генератор токов высокой частоты), и охлаждают наплавленную деталь до кристаллизации покрытия, после чего отключают вращение. Затем наплавленную деталь с покрытием снимают и охлаждают на воздухе.

1 Белявин, К.Е. Инженерные методы расчета температурно-временных параметров в процессах центробежной индукционной наплавки покрытий / К.Е. Белявин, И.А. Сосновский, А.А. Курилёнок / Перспективные материалы и технологии : монография. В 2-х т. Т. 2 / под ред. чл.-корр. В.В. Рубаника. – Витебск: УО «ВГТУ», 2019. – Гл. 1. – С. 5–18.