

ОСОБЕННОСТИ ЭЛЕКТРОКОНТАКТНОГО НАГРЕВА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ЗАГОТОВОК

Морозов А.В., доктор технических наук, доцент,

тел. 8(8422) 55-95-97 alvi.mor@mail.ru

Никоноров И.Е., аспирант,

тел. 8(929) 793-49-96 ilha.nikonov@yandex.ru

Кузнецов Д.А., студент,

тел. 8(960) 371-71-11 din_din_2002@mail.ru

ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

***Ключевые слова:** электроконтактный нагрев, металлические заготовки, эффективность.*

В статье рассмотрены методы и технологии электроконтактного нагрева металлических заготовок, преимущества, физическая сущность и особенности применения. Рассматриваются вопросы эффективности процесса, а также стратегии оптимизации процесса электроконтактного нагрева. Особое внимание уделяется потерям в магнитопроводе и контактах, а также методам их снижения.

В современной промышленности процессы нагрева металлов играют важную роль, обеспечивая выполнение множества технологических операций. В различных отраслях, таких как машиностроение, самолётостроение, автомобильная, сельскохозяйственная и инструментальная промышленность, организация кузнечно-штамповочного производства базируется на различных формах производства. Однако, независимо от формы производства, эффективный нагрев металлических заготовок является ключевым этапом процесса и имеет прямое влияние на качество и конечные характеристики изделий [1, 2].

Наиболее перспективной технологией в области нагрева металлических заготовок является электроконтактный метод. Преимущества электроконтактного нагрева включают его высокую

эффективность, точность и универсальность применения. Он позволяет достичь равномерного нагрева металла без необходимости предварительной подготовки поверхности и без изменения механических свойств заготовки. Этот метод также экономически выгоден благодаря своей эффективности и возможности точного контроля температуры.

Физическая сущность электроконтактного способа нагрева заключается в том, что масса металла (деталь, заготовка или жидкая масса) нагревается за счет тепловой энергии электрического тока, протекающего по нему и преодолевающего электрическое сопротивление, оказываемое этим металлом. Это приводит к выделению тепловой энергии, которая количественно определяется по закону Джоуля-Ленца.

Термин «электроконтактный нагрев» является условным, поскольку он не полностью отражает ни физической, ни технологической сущности явления. Он назван так из-за того, что к нагреваемому телу (детали, заготовке или массе) электрический ток подводится с помощью токоподводящих зажимных контактов.

Для нагрева заготовки могут использоваться как постоянный, так и переменный электрический ток. Однако применение постоянного тока при электроконтактном нагреве металлов часто затруднено и экономически нецелесообразно из-за ограничений в доступности источников большой силы тока и низкого напряжения, необходимых для нагрева металлических заготовок или деталей с низким электрическим сопротивлением. Вместо этого предпочтительнее использование переменного тока, так как его способность к трансформации позволяет относительно легко получать необходимые напряжения на нагреваемых металлических телах - от долей до многих десятков вольт при токах от нескольких сот до многих десятков тысяч ампер.

Для этой цели современные электроконтактные нагревательные установки обычно снабжаются силовыми понижающими трансформаторами, которые обеспечивают соответствующее понижение напряжения и увеличение силы тока для эффективного нагрева металлических заготовок.

При использовании переменного тока необходимо учитывать явление скинн-эффекта, вызывающего неравномерность распределения температуры по поперечному сечению тел с относительно большими линейными размерами, а также появление индуктивного электрического сопротивления. Важно отметить, что несмотря на эти недостатки, электроконтактный способ нагрева обладает рядом преимуществ по сравнению с другими методами нагрева.

Электроконтактный метод характеризуется равномерным выделением тепловой энергии в требуемом количестве за единицу времени непосредственно в каждом элементарном объеме нагреваемого тела. Однако следует учитывать незначительную и технологически допустимую неравномерность распределения тепла по сечению из-за скинн-эффекта. Также электроконтактные установки обладают высокой производительностью при высоком коэффициенте полезного действия [3].

Заключение. Электроконтактный метод нагрева металлических заготовок представляет собой важный и перспективный инструмент в современной промышленности. Он обладает рядом преимуществ, таких как высокая эффективность, точность и универсальность применения. Однако для достижения максимальной эффективности и экономической выгоды необходимо учитывать различные виды потерь, которые могут возникать в процессе нагрева.

Одним из основных видов потерь являются тепловые потери, вызванные конвекцией и излучением. Конвективные потери возникают вследствие переноса тепла с нагреваемой поверхности в окружающую среду за счет конвекции воздуха или другого теплоносителя. Излучательные потери происходят из-за излучения тепла с нагретой поверхности в окружающее пространство.

Другим важным фактором являются потери в магнитопроводе и контактах. Потери в магнитопроводе обусловлены намагничиванием и демагничиванием материала при прохождении электрического тока через обмотки трансформатора. Потери в контактах возникают из-за сопротивления металла при прохождении через него электрического тока.

Исследование и оптимизация этих видов потерь позволит улучшить эффективность и экономическую целесообразность

электроконтактного нагрева. Разработка новых технологий и методов управления процессом нагрева позволит снизить потери и повысить производительность системы в целом. Таким образом, развитие электроконтактного нагрева играет важную роль в современной промышленности, способствуя повышению эффективности производства и качества конечной продукции [4, 5, 6].

Библиографический список:

1. Телегин, А.С. Теплотехника и нагревательные устройства / А.С. Телегин, В.Г. Авдеева. – М.: Машиностроение, 1985. – 248 с. 6.
2. Ключко, С.Л. Нагрев и нагревательные устройства: в 2 ч. / С.Л. Ключко. – Тольятти: ТГУ, 2007. – Ч. 2. – 105 с.
3. Романов, Д.И. Электроконтактный нагрев металлов / Д.И. Романов. – М.: Машиностроение, 1981 – 168 с.
4. Морозов, А.В. Анализ результатов исследования потерь электрического тока при электромеханической обработке / А.В. Морозов, И.Е. Никоноров, А.Л. Миронов // Аграрная наука и образование на современном этапе развития: Материалы XIII Международной научно- практической конференции, посвященной 80-летию Ульяновского ГАУ, Ульяновск, 23 июня 2023 года / Редколлегия: И.И. Богданов [и др.]. – Ульяновск: Ульяновский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, 2023. – С. 589-594. – EDN ZINXMT.
5. Никоноров, И.Е. Перспективы применения электроконтактного нагрева при горячей штамповке / И.Е. Никоноров, А.В. Морозов // Вызовы и инновационные решения в аграрной науке: Материалы XXVII Международной научно-производственной конференции, Майский, 12 апреля 2023 года. Том 4. – Майский: Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2023. – С. 163-164. – EDN FFUKDD.
6. Морозов, А.В. Способы снижения потерь электрического напряжения в процессе электромеханической обработки / А.В. Морозов, И.Е. Никоноров, Н. И. Шамуков, А. С. Безруков // Инновационное техническое обеспечение агропромышленного комплекса: Материалы научно-технической конференции с международным участием имени А.Ф. Ульянова, Саратов, 03 октября

2023 года. – Саратов: Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, 2023. – С. 150-153. – EDN LPLJOY.

FEATURES OF ELECTRIC CONTACT HEATING OF METAL BILLETS

Morozov A.V., Nikonorov I.E., Kuznetsov D.A.

Keywords: *electric contact heating, metal blanks, efficiency.*

The article discusses methods and technologies for electrical contact heating of metal workpieces, advantages, physical essence and application features. Issues of process efficiency, as well as strategies for optimizing the electric contact heating process, are considered. Particular attention is paid to losses in the magnetic circuit and contacts, as well as methods for their reduction.