

УДК 621.98

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭЛЕКТРОКОНТАКТНОГО НАГРЕВА СТАЛЬНОЙ ЛИСТОВОЙ ЗАГОТОВКИ

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.nikonogov@yandex.ru

Кузнецов Д.А., студент,
тел. 8(960) 371-71-11 din_din_2002@mail.ru

ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

Ключевые слова: заготовка, электроконтактный нагрев, температура.

В статье рассмотрен электроконтактный способ нагрева листовой заготовки из стали 65Г. Выполнены экспериментальные исследования с целью изучения распределения температур по площади заготовки. Полученные результаты подчеркивают значимость оптимизации формы контактов и контактного давления для обеспечения равномерного нагрева, что имеет большое значение для повышения эффективности производства.

Введение. Эффективный нагрев металлических заготовок является ключевым этапом в различных отраслях промышленности, в частности при производстве рабочих органов сельскохозяйственных орудий методом горячей штамповки. В статье рассматривается электроконтактный метод нагрева на примере пластины из стали 65Г. Основной целью исследования являлось изучение распределения температурных полей и электрического сопротивления в нагреваемой заготовке. Для достижения этой цели выполнены экспериментальные исследования, включающий электроконтактный нагрев пластины с последующим измерением температуры и анализом полученных данных [1, 2, 3].

Материалы и методы исследований. В качестве образца для исследований выбрана листовая заготовка (пластина) из стали 65Г с

размерами 120×300×3 мм. На рисунке 1 представлены 3-D модель контактного устройства и электрическая схема силовой установки для электроконтактного нагрева заготовки.

Заготовку 1 надежно фиксировали в двух медных токоподводящих контактах 2. Контакты были подключены к вторичной обмотке 3 понижающего трансформатора. Электрическая энергия к трансформатору поступала через контактор 4 от силовой электрической сети напряжением 380 В и частотой 50 Гц, к которой была подключена первичная обмотка 5 силового трансформатора.

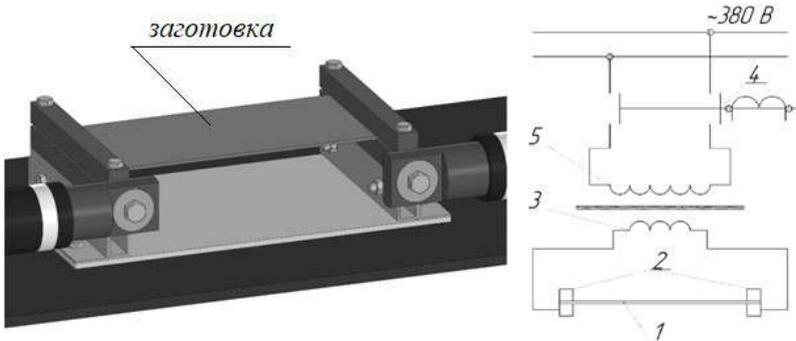


Рисунок 1 - 3-D модель контактного устройства и электрическая схема силовой установки для электроконтактного нагрева заготовки

На заготовку подавали ток силой $I = 2000$ А и напряжением $U = 5$ В. В течение этого времени проводились измерения температуры с использованием инфракрасного пирометра ПИТОН-102. Динамика нагрева стальной заготовки представлена на рисунке 2.

Время нагрева заготовки до ковочных температур 1100 ... 1200°С составило 10 секунд.

Результаты исследований и их обсуждение. Результаты замера температуры на всей площади стальной листовой заготовки визуализировали в виде тепловой карты (рисунок 3), позволяющей оценить степень равномерности нагрева.

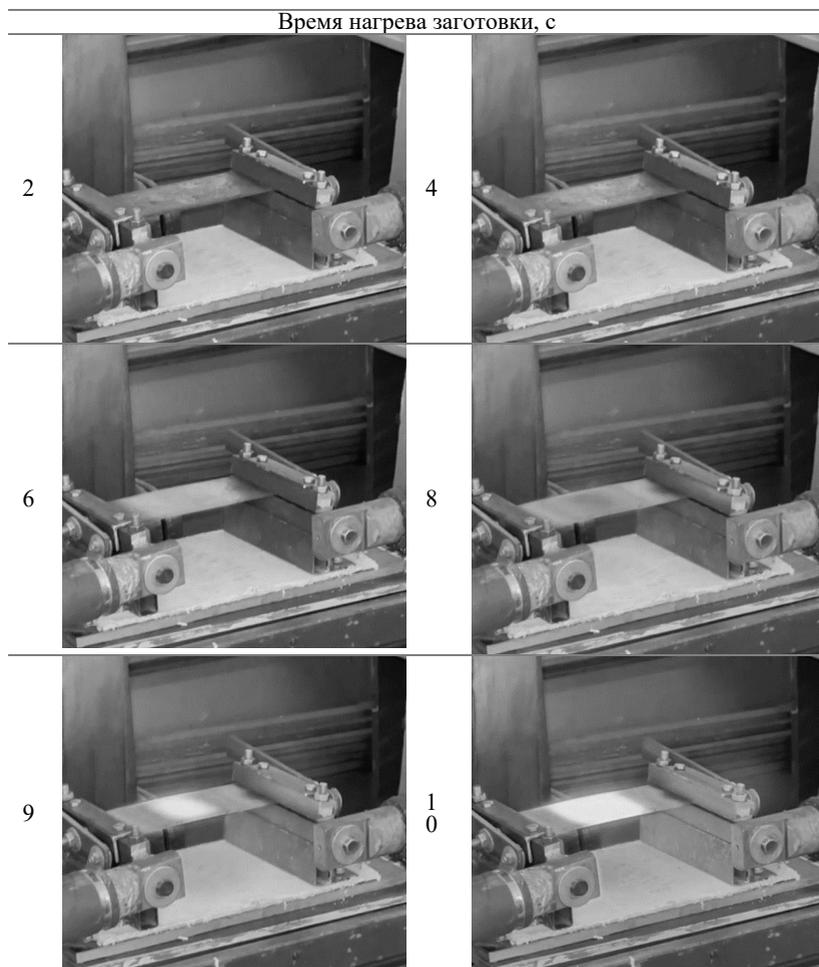


Рисунок 2 – Визуализация динамики нагрева стальной заготовки

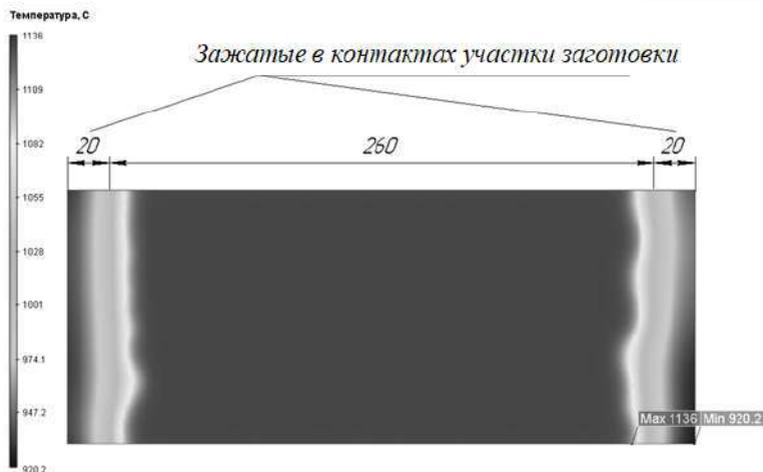


Рисунок 3 - Карта распределения температурных полей по всей площади заготовки

На основании анализа тепловой карты (рисунок 3) следует, что температура на концах заготовки, зажатых в контактах, оказалась ниже средней температуры свободной (не зажатой) части заготовки. Это объясняется тем, что в зажатых концах заготовки происходит более интенсивный отвод тепла через контакт, который охлаждается водой. Однако, несмотря на это, свободная часть заготовки прогревается почти равномерно до необходимой температуры, что свидетельствует об эффективности электроконтактного нагрева (рисунок 4).

Для обеспечения равномерного распределения температуры по всей заготовке необходимо применять специальные формы контактов, увеличивать контактное давление и тщательно очищать поверхность заготовки перед процессом нагрева. Эти меры позволят улучшить теплопроводность между заготовкой и контактами, а также уменьшить потери тепла, обеспечивая более эффективный и равномерный нагрев. Дополнительные технические решения, такие как использование специальных материалов для контактов или оптимизация параметров процесса, также могут быть применены для повышения эффективности нагрева и обеспечения требуемого качества продукции [4, 5, 6].

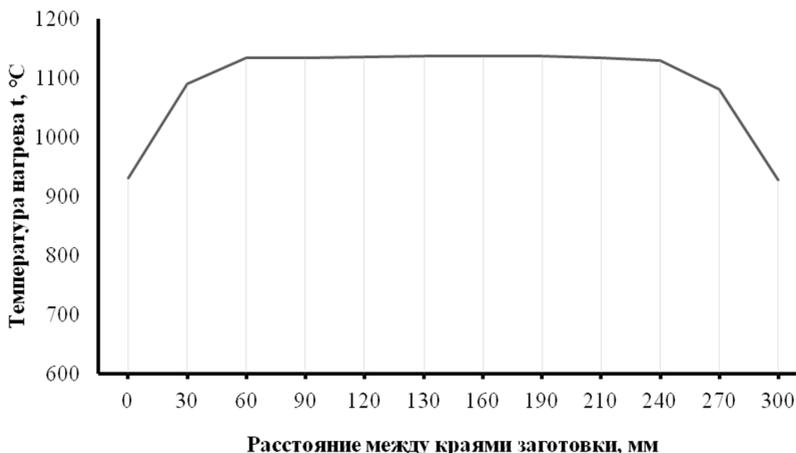


Рисунок 4 - Распределение значений температуры по длине стальной заготовки

Закключение. Электроконтактный метод нагрева металлических заготовок демонстрирует высокую эффективность и универсальность в применении. Для достижения более равномерного нагрева рекомендуется оптимизация формы контактов и увеличение контактного давления. Эти выводы подчёркивают значимость электроконтактного метода нагрева в промышленности и подталкивают к дальнейшему исследованию для улучшения эффективности и качества процесса производства.

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.

RESULTS OF STUDYING ELECTRIC CONTACT HEATING OF STEEL SHEET BLANK

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

Keywords: *workpiece, electric contact heating, temperature.*

The article discusses the electric contact method of heating a sheet of 65G steel. Experimental studies were carried out to study the temperature distribution over the workpiece area. The results highlight the importance of optimizing contact shape and contact pressure to ensure uniform heating, which is of great importance for improving production efficiency.