

Специальная установка

для закалки горизонтальных больших шестерен

В статье представлены разработки НКВП «Петра»: специальная установка для ТВЧ-закалки горизонтальных валов, современные установки бесконтактного нагрева металлов токами высокой частоты преобразователями типа «Петра».

Дарья Мамаева

darya.mamaeva.95@mail.ru

**Юрий Ройзман
Юрий Зинин**

Введение

В статье представлены разработки научно-конструкторского предприятия НКВП «Петра» (рис. 1).

Для современных транзисторных ПЧ типа «Петра» приведены примеры промышленного оборудования индукционных установок в составе ПЧ «Петра-0132» [1].

Описано применение статических преобразователей ТВЧ «Петра-0501», в частности для закалки шестерен в индукторах для термических участков.

В составе индукционных установок «Петра-0501» они заменяют применявшиеся ранее генераторы ЛЗ, ВЧИ, ВЧГ. Вся логическая часть установки преобразователей «Петра» построена на базе промышленного контроллера.

Описано назначение полупроводниковых преобразователей частоты (ПЧ) для электропитания установок индукционного нагрева токами высокой частоты (ТВЧ).

Параметры выпускаемого оборудования и технические характеристики могут отличаться.

ТВЧ обеспечивают закалку крупномодульных изделий методом «шестерни по впадине»

Индукционные установки используются для специальной поверхностной закалки шестерен и зубчатых колес большого модуля [2–3] при бесконтактном нагреве металлов ТВЧ.

Данные устройства применяются для изделий из углеродистых и конструкционных сталей. Индукционная закалка ТВЧ является экономичным и технологичным способом упрочнения.

Перемещение механизма обеспечивает необходимую длину вала. Закалка сталей ТВЧ обеспечивает поверхностную термическую обработку, которая позволяет повысить твердость поверхности детали.

Индукционные установки ТВЧ «Петра-0501» с преобразователями «Петра-0132» комплектуются теплообменными станциями «Петра-0395» для двухконтурного охлаждения. Установка типа «Петра-0501» служит для закалки шестерен с трансформатором в индукторе.

Индукционная нагревательная установка ИНУ мощностью 160 кВт, частотой 2,4 кГц применяется для закалки «вал-шестерня» модулем 16 и 20 мм. Глубина закаленного слоя 1–5 мм. Закалочный станок для проведения закалки «вал-шестерня» размещается в горизонтальном положении. Ось «вал-шестерни» располагается на роликовых опорах. ТВЧ-закалка производится непрерывно-последовательным способом методом «впадина за впадиной».

Основные параметры при закалке крупномодульных шестерен основным методом «впадина за впадиной»:

- автокомпенсация изменения зазора «деталь-индуктор» током индуктора;
- вес обрабатываемой заготовки: до 2500 кг;
- точность поддержания скорости перемещения: 0,1 мм/с;



Рис. 1. Научно-конструкторское внедренческое предприятие НКВП «Петра»

- стабилизация скорости вращения вала;
- точное поддержание мощности индуктора.

Нагревательная установка типа «Петра» (ИНУ) с горизонтальным валом показана на рис. 2.

В состав установки входят:

- теплообменная станция «Петра-0395» СТ;
- преобразователь частоты «Петра-0132»;
- промышленный контроллер;
- блок нагревательный;
- закалочный станок.

ПЧ «Петра» содержит теплообменную станцию, конденсаторную батарею индукционной печи и индуктор ТВЧ. Данное устройство служит для батареи электротермических конденсаторов.

Для согласования применен среднечастотный трансформатор типа ТЗ4-800.

Также здесь применена теплообменная станция типа «Петра-0371» с двухконтурной схемой охлаждения, оснащенная микропроцессорными блоками управления.

Система управления ПЧ «Петра-0132» обеспечивает связь с внешним оборудованием, в том числе по шине стандарта RS-485, а также бесконтактное технологическое и аварийное отключение. СУ контролирует состояние нагрузки, поддерживая работу инвертора в области безопасных режимов.

Индукционный нагреватель «Петра-0379» размещается на подвижной платформе закалочного механизма. Батарея компенсирующих конденсаторов встроена в нагревательный блок.

Скорость перемещения платформы регулируется приводом. Напряжение ТВЧ на блок индукционного нагрева подается с выхода транзисторного преобразователя «Петра-0132». Охлаждение оборудования выполняется по двухконтурной схеме с применением теплообменной станции «Петра-0395».

ТВЧ-установка индукционного нагрева «Петра-0501» с номинальной частотой тока индуктора 2,4 кГц обеспечивает требуемую глубину закаленного слоя (около 5 мм) при высокой скорости закалки.

Индукционная закалочная установка применяется для ТВЧ-закалки непрерывно-последовательным способом тел вращения шестерен методом «впадина за впадиной». Нагрузкой преобразователя «Петра-0132» служит специальный индуктор.

Магнитный концентратор индуктора с шаблоном зуба индукционного нагрева преобразователя «Петра»

Для закалки зубчатых колес большого диаметра используется метод поверхностной закалки зуба путем перемещения индуктора во впадине между рабочими поверхностями двух соседних зубьев. Индуктор нагревается ТВЧ, а затем от спреера перемещается вдоль зуба колеса.

Шаблон-копир с магнитным концентратором представлен на рис. 3.

Технические характеристики установки:

- Р-мощность: 100 кВт;
- F-частота: 8 кГц;
- максимальный обрабатываемый диаметр: 200 мм;
- глубина закаленного слоя: 2,7–5,5 мм;
- расход воды: 2,5 м³/ч;
- скорость вращения заготовки: 60–120 об/мин;
- скорость продольного перемещения: 2,1 мм/с;
- максимальная длина обрабатываемых валов: 1000 мм.

Одновитковый индуктор разогревает металл зуба колеса «настилом» высокочастотного тока, нагретый слой металла выходит из зоны нагрева, интенсивно охлаждается спреером, при этом сохраняет пластичность в глубине зуба, а поверхность зуба приобретает требуемую прочность.

Нагрев зоны поверхности детали последовательно производится под индуктором и охлаждение ее — в спреере при выходе из-под индуктора. Цикл закалки автоматизирован. Мощность индуктора и скорость перемещения индуктора относительно шестерни заранее устанавливаются на этапе отработки технологии. По завершении обработки индуктор выводится из впадины и производится поворот шестерни на один шаг. Затем цикл термообработки повторяется.

Магнитный концентратор индуктора выполняется с шаблоном зуба. Обеспечивается равномерный закаленный слой поверхности зуба



Рис. 2. Установка нагревательная ИНУ с горизонтальным валом



Рис. 3. Шаблон-копир с магнитным концентратором

и впадины, сердцевина зуба остается «сырой». Высокая повторяемость качества закаленного слоя достигается за счет автоматизации процесса и стабилизации тока индуктора. Автокомпенсация изменения зазора деталь-индуктор осуществляется током индуктора. Одновитковый индуктор обладает большой механической прочностью, он настроен на небольшое действующее напряжение 20–50 В и обеспечивает протекание большого тока высокой частоты 3–5 кА. Согласующий трансформатор подключается через индукторы с индуктивностью 0,2–1,8 мкГн.

Закключение

Индукционная закалка ТВЧ является экономичным и технологичным способом упрочнения.

Автоматизация процесса и стабилизация тока индуктора обеспечивают повторяемость качества закаленного слоя.

Литература

1. www.nkvp-petra.ru
2. Мамаева Д., Зинин Ю., Ройзман Ю. Индукционные установки ТВЧ для поверхностной закалки крупномодульных зубчатых колес // Силовая электроника. 2018. № 6.
3. Мамаева Д., Зинин Ю., Ройзман Ю. Преобразователь частоты со встроенной теплообменной станцией типа «Петра-0133» и разработка малогабаритных закалочных трансформаторов ТВЧ // Силовая электроника. 2018. № 3.