

Студенты Карпей Ф.С., Кузьмич И.А.
Научный руководитель - Минько Д.В.
Белорусский Национальный технический университет
Республика Беларусь, г. Минск

При производстве заготовок методом штамповки применяются два основных метода: нагрев в газовых печах и индукционный нагрев.

Метод нагрева в газовых печах обладает большой степенью универсальности и пока незаменим в единичном и мелкосерийном производстве, а также при нагреве крупногабаритных заготовок и заготовок сложной геометрической формы. Применение метода нагрева в газовых печах в условиях серийного, крупносерийного и массового производства малоэффективно в силу следующих недостатков:

- низкий КПД газовых печей на уровне 10...15%; [1, с. 280]
- периодичность в работе при нагреве заготовок партиями;
- повышенное образование окалины и обезуглероживание поверхности заготовок из-за длительного пребывания их в печи;
- длительный процесс разогрева печи перед работой.

Индукционный нагрев более эффективен в условиях массового производства. Преимущества этого метода составляют:

- достаточно высокий КПД, примерно 60...70%; [1, с. 280]
- минимальные затраты времени на подготовку к работе;
- высокая производительность;
- возможность достижения высокой степени автоматизации;
- малый угар металла, который в 2-4 раза меньше чем в пламенных печах и печах сопротивления (если в них не применяется защитная среда), благодаря высокой скорости нагрева и наличию застойной газовой среды в малом воздушном промежутке между футеровкой и нагреваемым объектом;
- увеличение сроков службы штампов на 20-30% вследствие уменьшения слоя окалины и повышения пластичности материала из-за быстрого нагрева, что составляет одну из существенных статей экономии;
- коренное улучшение условий труда благодаря резкому уменьшению выделения тепла, газов и твердых частиц по сравнению с пламенными печами. Это приводит к уменьшению текучести персонала, характерной для цехов, оборудованных нефтяными и газовыми печами, а также к уменьшению обслуживающего персонала.

Индукционному нагреву подвергаются стали различных типов, от малоуглеродистых до легированных, а также сплавы титана, алюминия, меди и других металлов. Целью нагрева является обычно получение заданной температуры с определенной допустимой неравномерностью по объему изделия. Для сталей средняя температура находится в диапазоне 1000...1250 С°. [6, с. 304]

В отдельных случаях используется градиентный нагрев с заданным законом изменения температуры по длине изделия. Иногда, особенно при нагреве заготовок из легированных сталей, вводится ограничение на перепад температур из-за опасности возникновения внутренних трещин от термических напряжений.

Эти преимущества индукционного нагрева делают его более предпочтительным, чем печной нагрев при серийном, крупносерийном и массовом производстве. В сравнении с печным нагревом он позволяет улучшить качество поковок и повысить производительность. В связи с этим, на предприятиях, производящих заготовки методом горячей штамповки сериями, протекает процесс замены печей на индукционные нагреватели.

Индукционные кузнечные нагреватели (ИКН) предназначены для нагрева металлических заготовок перед горячей штамповкой, гибкой, ковкой и высадкой.

Преимущества индукционных кузнечных нагревателей:

- значительно снижаются энергозатраты, что особенно важно в условиях постоянного роста тарифов на электроэнергию;
- снижает время нагрева заготовок, что резко повышает производительность производства;
- за счет автоматизации подачи заготовок, улучшается точность их нагрева до заданной температуры;
- уменьшается количество окалины, что в свою очередь значительно повышает стойкость штамповой оснастки;
- улучшаются условия труда, это поймет каждый, кто хоть раз стоял у жерла открытой печи с большим количеством заготовок;
- освобождаются дополнительные площади в цеху, за счет меньших габаритов индукционного оборудования. [6, с. 304]

ИКН с успехом используются для нагрева различных магнитных и немагнитных металлов. Как цветных: сплавов на основе меди и алюминия. Так и черных металлов: стали, в том числе нержавеющей и легированной, а также чугуна.

Различают высокотемпературный нагрев для горячей штамповки и высадки стали 1200°С и низкотемпературный 850°С. Технология штамповки может предусматривать и промежуточную температуру между этими значениями. Медь для горячей штамповки нагревают обычно до 700° С, а алюминий до 500° С. [3, с. 80]

При заказе ИКН следует иметь в виду, что его нельзя будет использовать для универсального нагрева большой номенклатуры деталей с различными диаметрами. Дело в том, что индукционные кузнечные нагреватели, предназначенные для нагрева заготовок весом в несколько килограмм, будут неэффективно нагревать заготовки весом в несколько сотен грамм. Даже при условии смены футерованных индукционных катушек. А в одной и той же индукционной катушке нежелательно нагревать заготовки с разницей в диаметре более чем в 1,5 раза.

Виды ИКН. Индукционные кузнечные нагреватели с ручной и автоматической подачей. В зависимости от того как подается заготовка для индукционного нагрева, различают ручные и автоматические ИКН. Ручная подача является самым дешевым вариантом организации индукционного кузнечного нагрева, но вместе с тем и довольно опасным. Из-за поражения рабочих рассеянным индукционным полем.

Автоматическая подача значительно более предпочтительна, она менее вредна для здоровья и обеспечивает более равномерных нагрев заготовок. Подача заготовок осуществляется последовательно, с помощью автоматического толкателя, на пневматической, механической или гидравлической тяге. Именно автоматическая подача позволяет реализовать все преимущества индукционного кузнечного нагрева.

Последовательные индукционные кузнечные нагреватели. С помощью автоматического толкателя последняя заготовка передвигает предыдущую, до тех пор, пока первая не выйдет из индукционной катушки. Движение заготовок происходит по направляющим, расположенным на дне футерованной индукционной катушки. направляющие могут быть выполнены без охлаждения из нихрома и нержавеющей стали. На мощных ИКН направляющие делают на основе водоохлаждаемой трубки из нержавеющей стали. Нержавеющая сталь применяется по причине ее слабого нагрева из-за отсутствия ферромагнитных свойств. Любые водоохлаждаемые направляющие "съедают" не менее 5% мощности нагревателя. На выходе индуктора легкие заготовки самостоятельно падают в короб, а тяжелые заготовки вытягиваются с помощью цепных транспортеров для исключения

Параллельные индукционные кузнечные нагреватели. Данные ИКН применяются при нагреве массивных, длинных, круглых заготовок. Индукционная катушка имеет ширину более длины заготовки. Заготовки с помощью гидравлического толкателя закатываются для

нагрева боком. Равномерность нагрева достигается за счет перекачивания заготовки в индукторе с боку на бок. Учитывая большой вес заготовок все

Торцевые индукционные кузнечные нагреватели. Применяются тогда, когда нужно произвести объемную деформацию части заготовки. В зависимости от зоны нагрева данные ИКН могут выполнять индукционный нагрев как на краю, так и в середине заготовки. Если нагрев делается только по краю, индукционные катушки футеруются как тупиковые, они лучше держат тепло. Если нагревать нужно середину, индукционную катушку делают сквозной конструкции.

Линейные индукционные кузнечные нагреватели. Этот тип индукционных нагревателей применяют для нагрева либо очень длинных, либо вовсе сплошных заготовок. Если диаметр заготовки не велик обходятся одной индукционной катушкой. В линиях по производству предварительно напряженной арматуры нагревателей ставят до десятка. Если требуется большая производительность при большой массе, применяют много последовательных индукционных катушек шириной около метра. В этом случае между индукционными катушками ставят водоохлаждаемые ролики, т.к. длинные, массивные заготовки "снесут" любые неподвижные направляющие.

Карусельные и конвейерные индукционные кузнечные нагреватели. Это сравнительно новый вид индукционных нагревателей. В этом случае заготовки крепятся за верхнюю или нижнюю не нагреваемую часть в круглой карусельной системе подачи или на гусенице. Для индукционного нагрева заготовки подаются в открытую, двухстороннюю, футерованную индукционную катушку. Подача и выемка заготовок, как правило, производится вручную. При этом заготовки нагреваются только с одного края, например, для горячей штамповки головок болтов. Но могут нагреваться и по середине, в зависимости от конструкции индукционной катушки.

Заключение. Индукционные кузнечные нагреватели предназначены для нагрева перед горячей штамповкой заготовок из стали, чугуна, меди, бронзы, латуни и алюминия. По сравнению с электрическим печным нагревом, индукционный нагрев имеет ряд неоспоримых преимуществ: значительно снижаются энергозатраты, что особенно важно в наше непростое для производства время; во много раз снижает время нагрева заготовок, что уменьшает окисление и резко повышает производительность производства; за счет автоматизации подачи заготовок, улучшается точность их нагрева до заданной температуры; уменьшается количество окалина, что в свою очередь значительно повышает стойкость штамповой оснастки; освобождаются дополнительные площади в цеху, за счет меньших габаритов индукционного оборудования.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Немков В.С., Демидович В.Б. Теория и расчет устройств индукционного нагрева. – Л.: Н50 Энергоатомиздат. Ленинградское отделение, 1988. – 280 с.
2. <http://www.beltechnologia.by/post-42/>
3. Глуханов Н.П. Физические основы высокочастотного нагрева. – машиностроение, 1965. – 80с.
4. Безручко И.И. Индукционный нагрев для объемной штамповки, 1987 – 126 с.
5. Слухоцкий А. Е. и Рыскин С. Е. Индукторы для индукционного нагрева. Л., «Энергия», 1974. 264 с.
6. Брокмайер К. Индукционные плавильные печи, «энергия», 1972. 304с.