

прочности на изгиб углепластиков позволяют создавать более длинные лопасти, которые, в свою очередь, обладают большей энергопроизводительностью.

В железнодорожной отрасли углепластики имеют широкое применение. Легкость и прочность материала позволяет облегчить конструкцию железнодорожных вагонов, снизив тем самым общий вес составов, что позволяет в дальнейшем как увеличивать их длину, так и улучшать скоростные характеристики. В то же время углепластики могут использоваться и при строительстве железнодорожного полотна и прокладке железнодорожных проводов: высокие показатели прочности на изгиб позволяют увеличивать длину проводов, сокращая необходимое количество опор и в то же время снижая риск их провисания.

УДК 666.792.2:623.093

Индукционная закалка внутренних поверхностей деталей машиностроения

Студент гр.104210 Лайко А.А.

Научный руководитель – Михлюк А.И.

Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Индукционный нагрев внутренних поверхностей значительно сложнее, чем нагрев любой внешней замкнутой поверхности. В машиностроении основными типами данной поверхности являются сферическая и цилиндрическая сквозная или глухая. Сложность высокочастотного нагрева связана в первую очередь с существенными различиями воздействия высокочастотного электромагнитного поля на наружную и внутреннюю поверхность.

В зависимости от диаметра внутренней поверхности на практике применяются следующие технологии индукционной термообработки и конструкции используемых индукторов изображенных на рисунке 1. Рассмотрим подробнее данную схему.

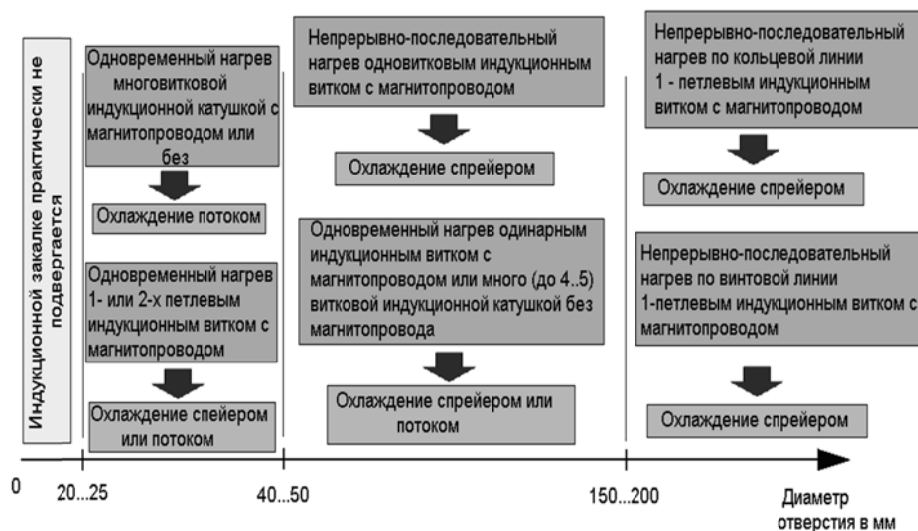


Рисунок 1 – Схема технологических приемов и конструкций индукционных витков при закалке внутренних отверстий

Интервал нагреваемых диаметров от 20-25 до 40-50 мм. Данный интервал является наиболее сложным как с технологической, так и с конструкторской точки зрения, что связано, прежде всего, с его размерами. На практике используется две типа конструкций индукционных витков: многовитковой (до 6 витков) индуктор без магнитопровода и петлевой индуктор с магнитопроводом.

Рассмотрим пример освоения закалки внутренней цилиндрической поверхности $\varnothing 25$ мм на длине 60 мм, которая была решена специалистами ГНУ «ФТИ НАН Беларуси». Были разработаны и опробованы два типа петлевого индукционного витка, конструкция которых схематично показаны на рисунке 2. Первый тип – одна петля, состоящая из двух параллельно расположенных трубок, причем одна из них является спрейером. Второй тип - две петли индукционного витка соединенные последовательно, а закалочное охлаждение осуществляется потоком в зазор между индуктором и деталью или через отверстия в магнитопроводе. Выбор конструкции индукторов был обусловлен выбором типов преобразователей ТВЧ, использованным для закалки данной детали. В первом случае использовали классический ламповый генератор типа ВЧГ мощностью 100 кВт и частотой 66 кГц, в котором частота в процессе нагрева меняется незначительно. Во втором случае использовали современный транзисторный преобразователь мощностью 40 кВт, с диапазоном изменения частоты от 40 до 70 кГц, причем частота подстраивается в зависимости от конструкции (индуктивности) индуктора. Поэтому для того чтобы обеспечивать закалку в верхней части рабочего диапазона частоты, использовали 2-х витковой петлевой индуктор, что позволило увеличить индуктивность и повысить рабочую частоту и соответственно усилить влияние кольцевого эффекта и эффекта близости.

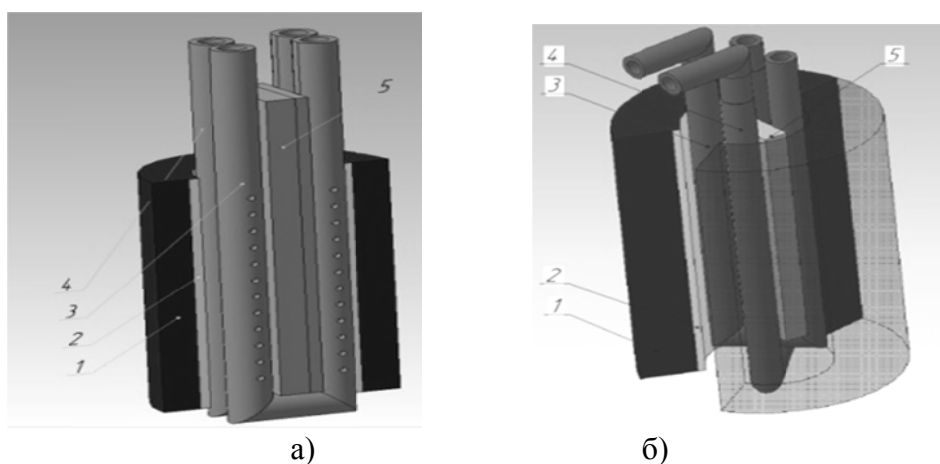


Рисунок 2 – Схемы индукционных витков примененных специалистами ФТИ при закалке цилиндрического отверстия $\varnothing 25$ мм на длине 60 мм:

а – 1-петлевой индукционный виток, б – 2-х петлевой индукционный виток
 1 – закаливаемая деталь, 2 – слой закалки ТВЧ, 3 – 4 индукционные витки, 5 – магнитопровод

Промышленную апробацию разработанных индукторов осуществляли на детали типа «кулак» из стали 40ХНМА, имеющую внутреннее отверстие $\varnothing 25$ мм и длиной 60 мм. Внутренняя поверхность детали подвергалась высокочастотной термообработке по различным режимам на установке мощностью 100кВт и частотой 66 кГц.

Детали после поверхностной закалки ТВЧ, разрезали в поперечном и продольном направлении, исследовали макро- и микроструктуру, измеряли распределение твердости в поверхностно-закаленных слоях.

В результате поверхностной закалки внутренней поверхности были получены следующие результаты. Зона закалки располагается по всей длине отверстия, твердость поверхности составляла 50 – 54 HRC, глубина закаленного слоя составляла от 3,5 мм по торцам отверстия до 1,5 мм в центральной части. Причем изменяя длину магнитопровода в интервале 0,8-1,2 от высоты внутренней поверхности, глубину закаленного слоя по торцам отверстия можно получить в интервале от 0,5 до 3,5-4 мм. А изменяя мощность и частоту нагрева можно варьировать глубиной закалки по длине отверстия. Микроструктура поверхностно-закаленный слой в центральной части на глубине до 1 мм представляет собой однородный

мартенсит с мелкодисперсными включениями цементита по границам зерен (рисунок 3, а). На торцах детали в микроструктуре образуется гомогенный мартенсита без включений цементита (рисунок 3, б).

На глубине 2 мм (рисунок 3, в) наблюдается переходная зона в структуре, которой наряду с мартенситом сохраняется структура троостита, сформированная предыдущей термообработкой детали (улучшением). Микроструктура основы детали представляет собой улучшенную трооститную структуру с участками, нерастворенных глобулей феррита и мелкодисперсных карбидов цементитного типа.

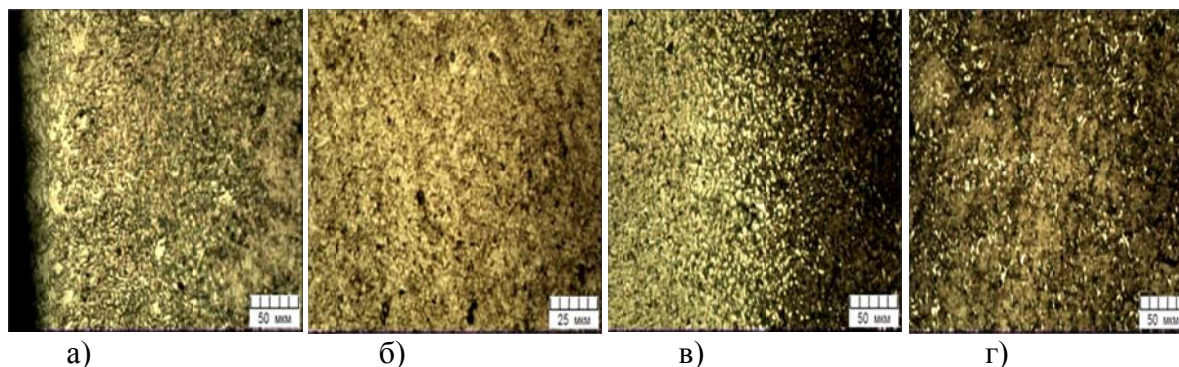


Рисунок 3 – Микроструктура закаленной зоны внутреннего отверстия \varnothing 25 мм.

УДК 620.172.2

Производство и основные свойства углепластика

Студент гр. 10405513 Астрашаб Е.В.

Научный руководитель – Вейник В.А.

Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Углепластик – полимерные композиционные материалы из переплетённых нитей углеродного волокна, расположенных в матрице из полимерных (например, эпоксидных) смол. Плотность – от 1450 кг/м^3 до 2000 кг/м^3 .

Прессование. Углеткань выстилается в форму, предварительно смазанную антиадгезивом (например, мыло, воск, воск в бензине, Циатим-221, кремнеорганические смазки). Пропитывается смолой. Излишки смолы удаляются в вакууме (вакуум-формование) или под давлением. Смола полимеризуется, иногда при нагревании. После полимеризации смолы изделие готово.

Контактное формование. На примере изготовления бампера: берется металлический исходный бампер, смазывается разделительным слоем. Затем на него напыляется монтажная пена (гипс, алебастр). После отвердевания снимается. Это матрица. Затем её смазывают разделительным слоем и выкладывают ткань. Ткань может быть предварительно пропитанной, а может пропитываться кистью или поливом непосредственно в матрице. Затем ткань прокатывается валиками – для уплотнения и удаления пузырьков воздуха. Затем полимеризация (если отвердитель горячего отверждения, то в печи, если нет, то при комнатной температуре 20°C). Затем бампер снимается, если надо – шлифуется и красится.

Трубы и иные цилиндрические изделия производят намоткой. Форма волокна: нить, лента, ткань. Смола: эпоксидная или полиэфирная. Возможно изготовление форм из углепластика в домашних условиях, при наличии опыта и оборудования.

При производстве углепластиков необходимо очень строго выдерживать технологические параметры, при нарушении которых прочностные свойства изделий резко снижаются.