

СЕКЦИЯ 2

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ И УПРОЧНЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

УДК 621.373

А. В. Алифанов¹, доктор технических наук, профессор, Д. А. Ционенко², кандидат технических наук, доцент,

И. А. Богданович¹, кандидат технических наук, доцент, В. В. Малеронок¹

¹Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

²Учреждение образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», Минск

ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕПЛА В ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ЗАГОТОВКАХ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ МАГНИТНО-ИМПУЛЬСНОЙ ОБРАБОТКИ

Введение. Магнито-импульсное воздействие вызывает модификацию свойств поверхностного слоя обрабатываемых изделий. Целью данной работы является анализ зависимости изменения температуры вблизи поверхности металлического изделия цилиндрической формы при магнито-импульсном упрочнении от параметров процесса магнито-импульсной обработки.

Основная часть. Для осуществления процесса магнито-импульсного упрочнения металлическое изделие помещается в непосредственной близости или внутри индуктора [1; 2]. В индукторе создается импульс тока. Поток магнитного поля, создаваемого индуктором, изменяется через поверхность сечения изделия, и в нем возникает вихревое электрическое поле, создающее соответствующую электродвижущую силу индукции.

В данной работе разработана математическая модель распределения температуры в металлическом изделии с учетом параметров магнито-импульсной обработки и физико-механических свойств обрабатываемых изделий. В частности, для магнитных материалов следует учитывать зависимость относительной магнитной проницаемости от напряженности магнитного поля [3].

Математическая модель, основанная на всех вышеуказанных параметрах, достаточно сложна для использования, однако может быть упрощена таким образом, чтобы можно было выполнять качественные оценки для анализа ряда практических случаев.

Для этого следует учитывать определенные факторы:

1. Экспериментально установлено, что импульсный разряд имеет форму затухающей синусоиды. Максимальное количество наблюдаемых периодов затухающих колебаний равно 3. Поэтому для оценки количества теплоты, выделяемой при протекании тока, можно использовать понятие действующего значения, а время импульсного разряда оценить как 1,5 периода колебаний.

2. Относительную магнитную проницаемость большей части изделия можно считать постоянной и независимой от напряженности магнитного поля. Это связано с тем, что индукционные токи имеют такое направление, что создают магнитные поля, направленные противоположно направлению нарастания внешнего магнитного поля, создаваемого индуктором. Поэтому полная напряженность магнитного поля внутри изделия, равная векторной сумме внешнего и индуцированного поля, равна нулю. Значит, в случае сплошного изделия ее тело выполняет роль сердечника, в случае обработки магнитных материалов приводит к повышению интенсивности процесса магнито-импульсной обработки.

3. Характерные частоты импульсного разряда в магнито-импульсных установках достигают значений порядка 2...10 кГц. При этом толщина скин-слоя становится значительно меньше типичных размеров поперечного сечения обрабатываемого изделия. Поэтому область максимального выделения тепла можно ограничить областью вблизи внешнего периметра изделия, а плотность тока в этих пределах считать постоянной.

4. Поскольку импульс длится не более трех периодов, то время выделения теплоты за счет протекания индукционных токов мало (порядка 1 мс). Таким образом, теплота, выделяемая за время импульса, не успевает передаться окружающей среде (воздуху). Это связано с тем, что процессы передачи теплоты от изделия воздуху являются медленными (при характерных размерах изделия и теплопроводности воздуха время релаксации этого процесса во много раз больше 1 мс). Поэтому слагаемым, определяющим передачу теплоты в окружающее пространство, можно пренебречь и считать процесс адиабатным.

5. Передачей теплоты от нагреваемого участка внутрь изделия пренебрегать нельзя, поскольку теплопроводность металла обусловлена в том числе электронами проводимости, и процесс теплопередачи внутрь изделия является быстрым. Например, для меди, обладающей большой теплоемкостью и большой

теплопроводностью, нагревание поверхности будет на порядок меньше по сравнению с нагреванием поверхности стального изделия при одинаковых геометрических размерах индукторов и изделий и напряженности внешнего магнитного поля, создаваемого индуктором. Однако учесть уменьшение температуры поверхности за счет распространения теплоты внутрь изделия можно путем введения эмпирического коэффициента, который определяется материалом изделия и его формой.

Заключение. Построена математическая модель, описывающая процессы теплообмена, происходящие в металлических изделиях при магнитно-импульсном воздействии, позволяющая проанализировать распределение температуры на поверхности обрабатываемых изделий и оценить влияние этих процессов на модификацию свойств поверхностного слоя.

Список цитируемых источников

- 1 Алифанов, А. В. Магнитно-импульсная упрочняющая обработка изделий из конструкционных и инструментальных сталей / А. В. Алифанов [и др.] // Литье и металлургия. — 2012. — № 3. — С. 77—82.
- 2 Алифанов, А. В. Механизм упрочнения легированных сталей в импульсном магнитном поле / А. В. Алифанов, Ж. А. Попова, Н. М. Ционенко. // Литье и металлургия. — 2012. — № 4. — С. 25—35.
- 3 Бессонов, Л. А. Теоретические основы электротехники: электромагнитное поле / Л. А. Бессонов. — М.: Высш. шк., 1986. — 263 с.

УДК 621.822

М. В. Аникеева

Учреждение образования «Белорусский государственный университет транспорта», Гомель

УПРОЧНЕНИЕ ВНУТРЕННИХ КОЛЕЦ ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ СО ВТУЛКОЙ ТОРЦОВО-ПРЕССОВОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ МЕТОДОМ ХИМИКО-ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

Введение. Проблема обеспечения качества, надежности, долговечности узлов трения является актуальной и решается при использовании технологических методов упрочнения. Существуют различные методы поверхностного упрочнения: пластической деформацией, взрывом, электроискровое, электролитическое, газотермическое, химико-термическое, наплавка и др.

Цель работы заключается в выборе материала и метода упрочнения внутренних колец для повышения работоспособности узлов трения с ПСС ТПД древесных карточек, работающих при действии ударных нагрузок, в абразивно-агрессивных средах. Основная задача исследования состоит в проведении серии триботехнических испытаний внутренних колец ПСС ТПД. Научная новизна данной работы заключается в том, что в качестве материала внутреннего кольца с подшипниками скольжения из прессованной древесины выбрана сталь 18ХГТ. Во всех исследованиях применялась только сталь 45, другие не исследовались.

Основная часть. В Белорусском государственном университете транспорта были разработаны ПСС ТПД древесных карточек. Такие подшипники скольжения работают в абразивно-агрессивных средах на самосмазке. Практически ПСС ТПД могут эксплуатироваться во всех отраслях промышленности. Они прошли успешные эксплуатационные испытания в узлах трения сельскохозяйственных машин, строительных машинах, подъемно-транспортном оборудовании, станках, насосах и т. д. [1, с. 189; 2, с. 54; 3, с. 63].

С развитием техники предъявляются высокие требования к условиям эксплуатации подшипников скольжения.

Вкладыши, выполненные из прессованной древесины, модифицированной высокомолекулярными присадками, способны выдерживать ударные и знакопеременные нагрузки благодаря демфирующим свойствам древесины [4, с. 132; 5, с. 13]. Однако внутренние кольца ПСС ТПД, изготовленные из стали 45, обрабатываются объемной закалкой и низким отпуском, что придает материалу высокую твердость на поверхности и в сердцевине (45—52 HRC). Такое распределение твердости по всему сечению стали неблагоприятно при воздействии ударных нагрузок и может привести к хрупкому разрушению кольца.

Решение данной проблемы возможно путем замены материала внутреннего кольца стали 45 на сталь 18ХГТ и метода объемной закалки на упрочнение химико-термическим способом [6, с. 107; 7, с. 43; 8, с. 57]. Цементация повышает поверхностную твердость и сохраняет вязкую сердцевину кольца. Комплекс полученных свойств позволяет выдерживать ударные нагрузки и работать в абразивно-агрессивных средах.

Теоретически было установлено, что низкоуглеродистые стали хорошо и точно штампуются без подогрева, их можно подвергать химико-термическому упрочнению и за счет этого значительно повышать качество рабочих поверхностей колец подшипников, а следовательно, их надежность в эксплуатации.

На практике фирмы «Тимкин» (США), «Койо» (Япония), ряд отечественных подшипниковых заводов доказали успешность изготовления колец подшипников из низкоуглеродистых сталей 20Х, 20ХНМ, 18ХГТ,