

621.785.5

## ОСОБЕННОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ФОРМИРОВАНИЯ СВОЙСТВ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ДЕТАЛЕЙ ПРИ ИНДУКЦИОННОЙ ЗАКАЛКЕ

Кудяс С. П.<sup>1)</sup>, Тонконогов Б. А.<sup>2)</sup>, Гишкелюк И. А.<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> *Международный государственный экологический университет им. А.Д.Сахарова, Минск, Республика Беларусь, [kundas@iseu.by](mailto:kundas@iseu.by)*

<sup>2)</sup> *Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Минск, Беларусь, [adminset@bsuir.unibel.by](mailto:adminset@bsuir.unibel.by)*

В настоящее время в различных отраслях техники широкое применение находит закалка с применением индукционного нагрева, обеспечивающая повышение твердости, износостойкости и предела выносливости обрабатываемого изделия. Поверхностная закалка при индукционном нагреве более экономична и менее трудоемка и по качеству упрочнения не уступает, а в ряде случаев и превосходит процессы печной обработки.

Однако расширение области применения индукционного нагрева сдерживается проблемами выбора оптимальных методов и режимов нагрева, рациональным конструированием индукторов и охлаждающих устройства. При этом нерациональная конструкция этих устройств может в значительной степени снизить преимущества этого метода.

Наиболее эффективным способом исследования формирования свойств обрабатываемых деталей, дающим информацию для построения оптимального процесса индукционной закалки является математическое моделирование. Реализация математической модели в виде программы на ЭВМ дает возможность выявить влияние различных физических факторов на исследуемый процесс.

В общем случае математическая модель индукционной закалки представляет собой систему нелинейных дифференциальных уравнений описывающие физические процессы, которая может быть решена с применением метода конечных элементов.

Разработанная математическая модель формирования свойств металлических деталей при индукционной закалке включает следующие этапы:

1. С учетом начального температурного поля рассчитывается распределение электромагнитного поля в загрузке.

2. Математическое описание внутренних источников теплоты, обусловленных поглощением электромагнитной энергии.

3. Нахождение температурного поля.

4. Определение фазового состава и твердости.

5. Расчет напряжений и деформаций, вызванных неоднородностью температурного поля и неравномерностью протекания фазовых превращений.

Кроме этого, необходимо учитывать связь электромагнитного и температурного поля, обусловленную зависимостью электрических свойств от температуры, а также фазовые превращения, проходящие в обрабатываемом материале.

Таким образом, разработанная модель процесса индукционной закалки позволяет получать информацию о свойствах обрабатываемых изделий (фазовом состав, твердости и кинетики напряженно-деформируемого состояния), что позволяет оптимизировать процесс на стадии его проектирования.

