

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

совета по защите диссертаций Д 02.05.03 при Белорусском национальном техническом университете по диссертационной работе Вегеры Ивана Ивановича «Концептуальное развитие технологии и создание оборудования скоростного термического упрочнения деталей машин»

Специальность и отрасль науки, по которым присуждается ученая степень

Диссертация Вегеры И.И. относится к отрасли технических наук и соответствует специальности 05.02.07 - технология и оборудование механической и физико-технической обработки.

Научный вклад соискателя в решение научной проблемы с оценкой ее значимости

Научный вклад соискателя заключается в концептуальном развитии научного направления в области скоростной термической обработки сталей и сплавов различного состава для обеспечения требуемых механических свойств в зависимости от условий эксплуатации. Научная значимость работы заключается в развитии на основе кинетической теории фазовых превращений и моделирования процессов скоростной термической обработки технологий и оборудования для упрочнения деталей из широкой гаммы конструкционных, рессорно-пружинных, трубных, коррозионностойких, пониженной прокаливаемости сталей и титановых сплавов.

Формулировка конкретных научных результатов, за которые соискателю может быть присуждена ученая степень

Совет по защите диссертаций рекомендует присудить Вегере И.И. ученую степень доктора технических наук за новые научно обоснованные теоретические и экспериментальные результаты по развитию технологии и созданию оборудования для скоростного термического упрочнения, обеспечивающих повышенный уровень и регламентированное распределение механических свойств деталей машин, включающие:

- экспериментально установленные закономерности процессов фазовой перекристаллизации зон с метастабильной дефектной структурой в низкоуглеродистых сталях при локальных деформационных и термических воздействиях, позволившие определить режимы индукционного нагрева (ИН) для формирования мелкозернистой феррито-перлитной структуры сталей и обеспечения идентичности механических свойств по всему объему изделий;

- экспериментально установленные зависимости влияния температуры, скорости ИН и охлаждения на структуру и механические свойства низкоуглеродистых конструкционных сталей, сталей для изготовления насосно-компрессорных и нефтегазовых труб, позволившие определить режимы их скоростной закалки для формирования мелкозернистой мартенситной структуры, обеспечивающей повышение конструкционной прочности сталей с сохранением их высокой пластичности ($\delta \geq 16\%$);

- экспериментально установленные особенности структурных и фазовых превращений в доэвтектоидных и заэвтектоидных сталях при скоростной закалке, заключающиеся в том, что для более полного растворения карбидных фаз, равномерного распределения углерода и легирующих элементов, ИН доэвтектоидных Mn-, Ni- и V-содержащих сталей проводят до температур на $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ – $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ превышающих температуры печного нагрева, а ИН доэвтектоидных, эвтектоидных и заэвтектоидных Cr-, Si- и Mo-содержащих сталей необходимо проводить с выдержкой в течение от 3 до 5 с до температур на $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ – $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ выше печного нагрева, что обеспечивает диспергирование мартенситных составляющих до размера 5–15 мкм, образование высокодисперсных карбидных включений, частичное сохранение пластичных фаз и повышает прочность сталей на 50–100 МПа и пластичность на 3 %–5 % при исключении окисления, угара и обезуглероживания металла;

- установленные закономерности формирования упрочненных слоев сталей и титановых сплавов при комбинированной обработке в сочетании с ИН и последующим модифицированием поверхностного слоя методами лазерного или электронно-лучевого воздействия, позволившие при индукционной обработке получить оптимальное сочетание прочностных и пластических свойств сталей и титановых сплавов, а при последующем лазерном или электронно-лучевом воздействии – модифицированный поверхностный слой толщиной до 1,7 мм с микротвердостью от 9 до 18 ГПа с градиентным распределением карбидных и/или нитридных соединений, снижающий интенсивность изнашивания;

- разработанные методики моделирования электромагнитных и температурных полей, формируемых по сечению детали, в зависимости от электрофизических и технологических параметров скоростной термообработки, расчета электрофизических и технологических параметров индукционного оборудования, обеспечивающих достижение требуемого распределения свойств по сечению детали, а также алгоритм расчета усталостной выносливости деталей, упрочненных скоростной индукционной обработкой, позволяющие определить оптимальные характеристики упрочненных слоев и повысить коэффициент запаса прочности от 1,8 до 2,5 и циклическую долговечность деталей от $8,65 \cdot 10^7$ до $8,41 \cdot 10^8$ в сравнении с полученными при объемной печной закалке,

что в совокупности позволило разработать научно-обоснованную концепцию создания технологий высокоскоростного термического упрочнения, обеспечивающих повышенный уровень и регламентированное распределение механических свойств деталей машин в соответствии с их требуемыми эксплуатационными характеристиками, а также универсального индукционного оборудования, построенного по модульному принципу, позволяющего реализовать широкий спектр вариантов технологий скоростной индукционной обработки.

Рекомендации по использованию результатов исследования

Разработанные технологии и оборудование внедрены на ведущих машиностроительных предприятиях и холдингах Республики Беларусь (ОАО «Минский тракторный завод», ОАО «Амкор», ОАО «БЕЛАЗ», ОАО «Бобруйскгромаш», ОАО «Могилевлифтмаш», ОАО «БМЗ» и Российской Федерации (ИЗ-КАРТЭК, ПАО «КАМАЗ», ПАО «УРАЛ», ПАО «Уралмашзавод») с экономическим эффектом более 30 млн рублей.

Председатель совета Д 02.05.03, д.т.н., профессор

И.В. Качанов

Ученый секретарь совета Д 02.05.03, к.т.н., доцент

О.К. Яцкевич