

ПОВЫШЕНИЕ ТОЛЩИНЫ УПРОЧНЕННОГО СЛОЯ,
ПОЛУЧАЕМОГО МЕТОДОМ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ
КАРБОНИТРАЦИИ

С.Е.БЕЛЬСКИЙ, А.И.СУРУС

Белорусский государственный технологический университет
Минск, Беларусь

Одним из путей повышения износостойкости и улучшения прирабатываемости деталей, работающих в условиях интенсивного изнашивания, является послефинишная термическая или химико-термическая обработка, поскольку выполнение ряда механических операций ухудшает свойства поверхностного слоя. Для этой цели наиболее эффективен процесс низкотемпературной жидкостной карбонитрации, характеризующийся отсутствием остаточных деформаций даже тонкостенных деталей, сохранением шероховатости поверхности, близкой к исходной, малым временем и низкой температурой обработки, что делает его весьма экономичным.

Проведенные исследования показали благоприятное влияние карбонитрации на износостойкость поверхности, особенно на первых этапах эксплуатации деталей. Однако недостаточная толщина диффузионного слоя, составляющая для таких сталей как 30ХГТ и 40Х при времени обработки 2,0 – 3,0 часа 0,15 – 0,20 мм, ограничивает применение данного процесса для ряда тяжело нагруженных деталей, например, зубчатых передач, шлицевых валов раздаточных коробок, зубчатых муфт. Увеличение времени обработки, как показали исследования износостойкости, неэффективно, поскольку поверхностный карбонитридный слой становится более рыхлым; износостойкость его при высоких нагрузках снижается. Кроме того, ухудшается и шероховатость поверхности.

Проведено исследование влияния температуры обработки на общую толщину упрочненного слоя. Опыты проводились на образцах из сталей 30ХГТ и 40Х, прошедших предварительную термическую обработку – улучшение. Обработка осуществлялась в расплаве азотсодержащих солей при температурах процесса от 550 до 590 °С и времени от 0,5 до 5 часов. Толщина слоя определялась по распределению микротвердости на шлифе. Показано, что повышение температуры от 550 до 570 °С способствует возрастанию толщины диффузионного слоя на 10–15 %. Однако дальнейшее повышение температуры до 590 °С хотя и ускоряет протекание диффузионных процессов, нежелательно, поскольку при этом разупрочняется материал образца.

Наиболее действенным способом интенсификации процесса поверхностного упрочнения является использование высокочастотных закопе-

ременных колебаний, вводимых в расплав азотсодержащих солей, либо в образец. Введение колебаний в образец более существенно ускоряет процесс диффузии, однако толщина слоя неодинакова в узлах и пучности колебаний; кроме того практическая реализация данной схемы очень сложна. Поэтому дальнейшие исследования проводились при температуре 570 °С с возбуждением колебаний в расплаве.

При обработке по такой схеме интенсифицируются химические реакции в расплаве и процесс адсорбции легирующих элементов на поверхности. Повышение концентрации азота на поверхности способствует интенсификации процесса диффузии. Кроме того, возникающее в расплаве явление кавитации также ускоряет внедрение активных атомов в поверхностный слой. При этом толщина карбонитридного слоя увеличивается в 1,4–1,5 раза. Дополнительной возможностью повышения толщины слоя является увеличение продолжительности обработки до 4–5 часов, так как в этом временном интервале при использовании колебаний качество и плотность слоя сохраняются. Значительно меньшее влияние оказывает амплитуда вводимых в расплав колебаний. Так повышение данной величины в 1,5 раза приводит к возрастанию толщины диффузионного слоя на 5–10 %.

В связи с тем, что многие детали машин, упрочняемые азотированием, работают в условиях циклических нагрузок, проведено исследование усталостных характеристик упрочняемых моделей. Испытания проводились в условиях растяжения-сжатия на частотах 3 и 18 кГц с использованием разработанной в БГТУ магнитострикционной установки, работающей в резонансном автоколебательном режиме. Установлено, что применение диффузионного насыщения даже при времени обработки 0,5 часа существенно повышает усталостную долговечность по числу циклов до полного разрушения образца. С повышением времени обработки без применения колебаний свыше 3 часов усталостная долговечность постепенно снижается очевидно под воздействием коагуляции карбонитридов в поверхностном слое. Использование колебаний, обеспечивающих дополнительное повышение числа циклов до разрушения образца при времени обработки 2,0–3,0 часа на 20–25 %, препятствует снижению усталостной долговечности при более длительной обработке.

Таким образом, интенсификация процесса поверхностного насыщения в расплаве солей с помощью механических колебаний существенно повышает толщину слоя и способствует значительному расширению номенклатуры упрочняемых изделий.