

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ДЕТАЛЕЙ ВОССТАНОВЛЕННЫХ НАПЛАВКОЙ

Коломиец В.В., докт. техн. наук, Ридный Р.В., аспирант,
Скобло Т.С., докт. техн. наук, Клименко С.А., докт. техн. наук
(Харьковский государственный технический университет сельского хозяйства, Институт сверхтвёрдых материалов НАН Украины)

Свойства поверхностного слоя восстановленной детали, определяемые шероховатостью, остаточными напряжениями, микротвёрдостью и др., в значительной степени определяются выбором вида окончательной обработки.

Работоспособность отремонтированной техники в значительной степени обуславливается состоянием поверхностного слоя восстановленных деталей. Так, износостойкость и усталостная прочность деталей, определяющие их долговечность, в значительной мере зависят от качества поверхностного слоя, его шероховатости, величины и характера остаточных напряжений, физико-механических свойств и микроструктуры. Свойства поверхностного слоя формируются, как правило, технологической обработкой, хотя в процессе эксплуатации они не сохраняются постоянными [1].

Широкое распространение, ввиду простоты и дешевизны способа, получило восстановление изношенных деталей наплавкой. Особенностью наплавленных слоёв является то, что в процессе обработки в них происходят локальные физико-химические изменения и структурные превращения, приводящие к неоднородности наплавленного слоя и появлению внутренних напряжений. Эти напряжения зачастую приводят к деформации деталей, а также появлению в наплавленном слое микро и макротрещин. Все это способствует снижению уровня эксплуатационных свойств и требует применения упрочнения поверхностного слоя.

Определилось два направления методов изменения свойств поверхностного слоя наплавленного металла: металлургические и технологические. Металлургические методы предполагают улучшение качества наплавленного металла в целом. При этом используется легирование, применение в процессе наплавки специальных защитных сред, удаление вредных примесей, создание условий, обеспечивающих лучшую очистку наплавочной ванны.

Легирование наплавленного металла является довольно эффектив-

ным методом. Так, введение во флюс или состав сварочной проволоки хрома и вольфрама обеспечивает значительное повышение усталостной прочности и износостойкости [2]. Однако применение дефицитных и дорогостоящих легирующих элементов с учётом экономического положения и современного состояния ремонтной базы в сельском хозяйстве становится проблематичным. Не всегда обеспечивают предполагаемое повышение физико-механических свойств наплавленного слоя и другие металлургические методы. Поэтому на практике более широкое применение нашло технологическое повышение физико-механических свойств наплавленных поверхностей восстановленных деталей.

Поверхностная термическая и химико-термическая обработки используются наиболее часто. Поверхностная закалка токами высокой частоты (ТВЧ) значительно повышает твёрдость, а следовательно и износостойкость и в отличие от объёмной закалки не вызывает заметных деформаций детали [3]. Сталь 45 после наплавки проволокой СВ-18НГСА имеет твёрдость HRC 24-26, а после закалки ТВЧ – HRC 55-60 [3].

Среди различных способов химико-термической упрочняющей обработки получили распространение цементация, азотирование, цианирование, борирование, хромирование и диффузионное насыщение упрочняющими компонентами [4]. Однако широкое применение этих методов сдерживается длительностью и дороговизной процессов.

Достаточно часто используются методы поверхностного пластического деформирования (ППД) [4,5], которые также обеспечивают повышение износостойкости и усталостной прочности восстановленных деталей. Упрочнение поверхности выполняется бомбардированием её струёй стальной или чугуновой дроби, шариков или суспензии, содержащей абразивные частицы; обкатыванием роликами, шарами или ротационным инструментом, чеканкой; алмазным выглаживанием [4]. Обработка ППД является окончательной технологической операцией. Упрочнение металла при этом в незакалённых сталях происходит за счёт изменения вида напряжённого состояния, дополнительных искажений в строении атомной решётки, а в закалённых сталях кроме этого ещё и за счёт частичного превращения остаточного аустенита в мартенсит и выделения дисперсных карбидных частиц [4]. Твёрдость поверхностного слоя после ППД зависит как от физико-механических свойств, структуры и химсостава наплавленного материала, так и от режимов упрочнения. Большой эффект от ППД наблюдается при обработке сталей со структурой аустенита, феррита и мартенсита, наименьший – при обработке сорбита и перлита. На незакалённых сталях можно получить увеличение твёрдости более 100%, на закалённых – 10...15% [4]. При обкатке роликом наплавленных поверхностей предел выносливости повышается на 24%, а при вибрационном обкатывании до 42% [4].

Высокая эффективность ППД наплавленных поверхностей объясняется следующим. Во-первых, повышается усталостная прочность за счёт уменьшения внутренних и наружных концентраторов напряжений, имеющих место при наплавке в результате различных сварочных дефектов и неоднородности наплавленного металла. Во-вторых, возрастает износостойкость, так как ППД повышает микротвёрдость поверхностного слоя, формирует сжимающие остаточные напряжения, снижает высоту микронеровностей поверхности. Всё это оказывает положительное влияние на долговечность восстановленных деталей.

К комбинированным способам упрочнения наплавленных материалов можно отнести электромеханическую (ЭМО) и термомеханическую (ТМО) поверхностную обработку [3, 6].

При ЭМО в одном технологическом процессе совмещается нагрев (за счёт прохождения электрического тока через места контакта инструмента и детали), поверхностная пластическая деформация и регулируемое охлаждение. Такое совмещение операций позволяет создать благоприятные условия для получения высоких свойств структуры упрочнённого слоя. Применение ЭМО позволяет повысить в 2.0-2.5 раза твёрдость и почти полностью выравнивает неоднородность структуры металла наплавленного под слоем флюса [3]. Кроме того, сокращается количество пор и трещин, создаются благоприятные сжимающие остаточные напряжения. Однако широкого применения ЭМО не нашла ввиду определённых трудностей.

Все рассмотренные выше технологические методы упрочнения поверхностного слоя наплавленных деталей имеют общий существенный недостаток – они требуют применения специальных дополнительных технологических операций. В связи с этим представляет интерес рассмотрение методов упрочнения исключающих необходимость дополнительных операций.

Термомеханическая поверхностная обработка (ТМПО) совмещается с процессом наплавки. Различают высокотемпературную (ВТМПО) и низкотемпературную (НТМПО) термомеханические поверхностные обработки. При ТМПО происходит заглаживание пор и трещин, т.е. уменьшение внутренних и поверхностных концентраторов напряжений. Упрочнение после ТМПО достигается за счёт частичного образования легированного мартенсита, карбидных упрочняющих фаз, повышения плотности дислокаций. Исследования показали, что ВТМПО повышает износостойкость на 8%, а НТМПО до 23% [6].

Одним из методов, который оказывает существенное влияние на состояние поверхностного слоя и окончательно формирует комплекс его эксплуатационных свойств является механическая обработка детали. Возможности этого метода, в особенности в связи с использованием при об-

работке труднообрабатываемых, восстановленных наплавкой поверхностей деталей поликристаллических сверхтвёрдых материалов (ПСТМ), ещё изучены недостаточно[7].

Для окончательной обработки наплавленных и напылённых поверхностей используют такие ПСТМ, как амборит, BZN Компакс, гексанит-Р, киборит и др. В зоне резания в поверхностном слое обрабатываемого материала имеют место силовые, тепловые, диффузионные, химические и другие явления, которые вызывают структурно-фазовые превращения, измельчение зерен, изменение плотности дислокаций. Определяющее влияние на изменение свойств поверхностного слоя (величину наклёпа, знак и величину остаточных напряжений, шероховатость поверхностного слоя) оказывают режимы резания, и геометрические параметры режущей части инструмента. При этом величина остаточных напряжений в поверхностном слое определяется не только режимами механической обработки, а и условиями формирования наплавленного слоя детали на всех этапах изготовления. Так обработка наплавленных материалов точением резцами из киборита существенно снижает величину остаточных напряжений растяжения, имевших место в поверхностном слое после процесса наплавки. В поверхностном слое толщиной 1...3 мкм имеется тенденция к формированию полезных сжимающих остаточных напряжений [8]. Хотя известно, что в процессе работы в зависимости от конкретных условий эксплуатации деталей первичные остаточные микронапряжения релаксируются и перераспределяются. Так в процессе эксплуатации с режимами сухого и полусухого трения формируется новое структурное состояние поверхностного слоя. Однако в условиях жидкостного и полужидкостного трения, когда напряжения не превышают предела упругости, остаточные микронапряжения оказывают влияние на износостойкость [9].

Существенное повышение производительности при обработке наплавов резцами из ПСТМ достигается главным образом за счёт повышения скорости резания (таблицу 1.)[7]. Однако условия точения оказывают существенное влияние на однородность поверхностного слоя по прочностному состоянию и качеству обработанной поверхности. Так для обеспечения наилучшего состояния поверхностного слоя по характеру однородности остаточных напряжений, упрочнению и шероховатости точение наплавленного слоя ПСТМ следует производить при скоростях резания не более 1.5-1.8м/с[8].

Таким образом, анализ существующих методов и средств показал, что существенное влияние на уровень эксплуатационных свойств восстановленных деталей сельскохозяйственных машин, определяемых в основном свойствами тонкого поверхностного слоя возможно без дополнительных затрат, только подбором технологических и металлургических методов, ПСТМ и режимов резания.

Рекомендуемые скорости резания при чистовом точении наплавленных материалов резцами из композита 10.

Марка наплавочной проволоки и защитная среда	Твёрдость наплавки HRC	Скорость резания V , м/с	Коэффициент обрабатываемости K_v	Коэффициент эффективности K_s
ПП-Нп-18Х1Г1М, под флюсом	НВ 320-380	2.4-2.0	0.95-0.9	2.0-2.5
Нп-30ХГСА, водяной пар, углекислый газ CO_2 под флюсом	22-26	3.0-2.6	1.2-1.0	1.5-2.0
	24-30	2.5-2.2	0.95-0.9	1.8-2.4
	32-36	2.2-2.0	0.85-0.8	2.5-3.0
Нп-50, под флюсом	45-50	2.0-1.8	0.7-0.65	4.0-5.0
Нл-65Г приварка с охлаждением	60-65	1.3-1.1	0.45-0.4	15.0-18.0

Примечание. Эффективность определена по сравнению с точением резцами из сплава Т15К6.

Список литературы

1. Маталин А.А. Технологические методы повышения долговечности деталей машин. -К.:«Техніка», 1971.-144с.
2. Горбунов А.Е., Бодурян Ф.М. Новые наплавочные материалы. /Повышение производительности и качества наплавочных работ при ремонте и изготовлении деталей машин и механизмов. Сб.н.тр.-М.: 1977.-10-15с.
3. Кряжков В.М. Восстановление деталей сельскохозяйственной техники механической наплавкой с применением упрочняющей технологии. -М.:ГОСНИТИ, 1972.-208с.
4. Полевой С.Н., Евдокимов В.Д. Упрочнение металлов. Справочник. - М.: «Машиностроение», 1986.-320с.
5. Пукас В.В., Петко И.В., Мурашов И.Е. Прогрессивные технологические способы повышения долговечности деталей машин. -К.: «Техніка», 1978.-80с.
6. Татаринцев М.И., Сухоруков Е.Ф. Влияние поверхностной высокотемпературной термомеханической обработки на механические свойства металлопокрытий, полученных наплавкой под флюсом. /Н.тр. БИМСХ. Вып.12.-Минск: «Урожай», 1969.-82-
7. Кломоице В.В. Новые инструментальные материалы и области их

применения. –К., УМКВО 1990.-64с.

8. Клименко С.А., Муковоз Ю.А., Полонский Л.П., Мельничук П.П. Точение износостойких защитных покрытий. –К.: «Техніка», 1997.-146с.
9. Подзей А.В. Технологические остаточные напряжения. –М.: "Машиностроение", 1973.-216с.

Анотація

Аналіз методів підвищення експлуатаційних властивостей деталей відновлених наплавленням.

Властивості поверхневого шару відновленої деталі, які визначаються шорсткістю, залишковими напруженнями, мікротвердістю та іншим, у значній мірі визначаються вибором виду остаточної обробки.

Abstract

The analysis of methods of raising operational properties of the details restore by a facing.

Service properties of surfacing restore details depend on surface finish. Surface finish defined by roughness, residual stress, microhardness.