

УДК 621.785.532

С.Е. Бельский, доцент; Сурус А.И., доцент

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА ДИФФУЗИОННОГО УПРОЧНЕНИЯ НА ШЕРОХОВАТОСТЬ ПОВЕРХНОСТИ ОБРАБАТЫВАЕМЫХ ДЕТАЛЕЙ И СТАБИЛЬНОСТЬ ИХ РАЗМЕРОВ

Diffusion hardening process characteristics effect on the state of the surface of the parts tested and on the stability of their sizes has been studied.

Специфические условия эксплуатации лесных машин и механизмов требуют широкого применения на стадиях изготовления и ремонта их деталей упрочняющих технологий, обеспечивающих повышение ресурса машин, а также возможность замены материалов на более дешевые и менее дефицитные. Для этих целей широко используется диффузионное упрочнение.

Однако большинство процессов диффузионного упрочнения проводится при высокой температуре, что приводит к существенному ухудшению чистоты обрабатываемых поверхностей и размерной стабильности деталей. Это вызывает необходимость применения финишной механической обработки, что снижает технологичность их изготовления или ремонта. Процесс жидкостной карбонитрации проводится по сравнению с другими способами диффузионного насыщения при относительно невысокой температуре и времени выдержки 2–3 часа, что делает его перспективным в качестве заключительного при обработке деталей машин. Однако промышленная реализация такого процесса в качестве финишного требует оценки влияния его технологических параметров на состояние поверхности и размерную стабильность изделий.

Таблица

Изменение шероховатости поверхности образцов после их упрочнения

Исходная	R _a , мкм	
	После обычной обработки	После обработки с использованием колебаний
1,28	1,57	1,42
0,73	0,92	0,84
0,81	0,98	0,88
0,39	0,52	0,46
0,41	0,63	0,53
0,48	0,72	0,59
0,29	0,42	0,36
0,24	0,37	0,32

Шероховатость поверхности определяли по параметру R_a на профилографе-профилометре мод.201. Исследование проводилось на образцах из стали 45, обработанных с различной чистотой поверхности, а затем подвергнутых карбонитрации при температуре 843°K и времени выдержки 2 часа как с использованием колебаний частотой 18 кГц, вводимых в расплав, так и без них. Результаты исследований (табл.) показывают, что состояние поверхности после диффузионного насыщения ухудшается на всех образцах. Процент возрастания R_a примерно одинаков при всех исходных значениях шероховатости. Однако применение колебаний существенно снижает негативное влияние диффузионного насыщения на качество поверхности. Это в первую очередь связа-

но с благоприятным влиянием колебаний на состояние поверхностного карбонитридного слоя, отмеченным микроструктурным анализом (исчезают поры, пустоты, участки коагуляции карбонитридов и т.п.) [1]. Этот вывод подтверждают и результаты анализа влияния времени обработки на величину R_a образцов из стали 40X.

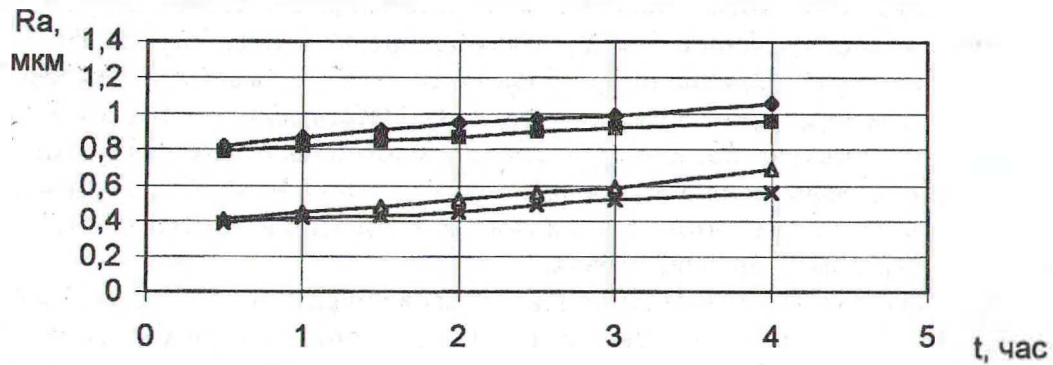


Рис. 1. Влияние способа азотирования и времени обработки на шероховатость поверхности при различной величине исходной R_a , мкм: x, ■ – +A20 с использованием колебаний частотой 18 кГц; ▲, ◆ – без использования колебаний

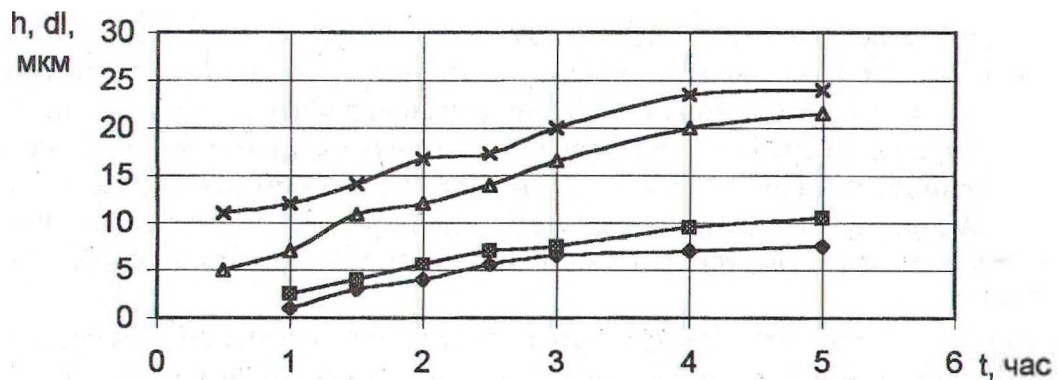


Рис. 2. Влияние схемы и продолжительности насыщения на толщину нитрокарбодного слоя (x, ▲) и прирост размеров (■, ◆) образцов из стали 40X: x, ■ – с использованием колебаний частотой 18 кГц; ▲, ◆ – без использования колебаний

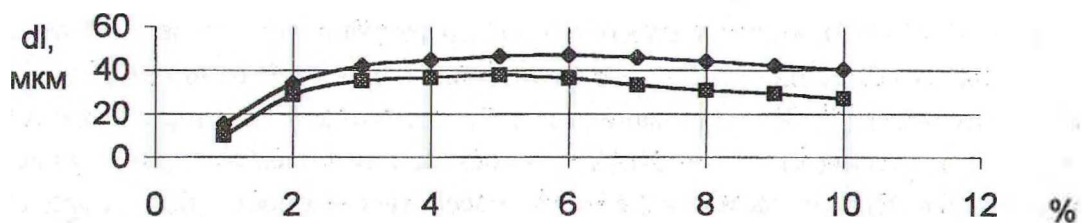


Рис. 3. Рост размеров образцов из стали 40X в зависимости от процентного содержания Na_2MoO_2 : ◆ – с использованием колебаний частотой 18 кГц; ■ – без использования колебаний

Как видно из приведенных данных (рис. 1), с повышением времени обработки свыше 3,0–3,5 часов величина R_a начинает быстро возрастать. Таким образом, введение колебаний особенно эффективно влияет на качество поверхности при значительной

продолжительности процесса. Улучшение чистоты поверхности за счет использования колебаний является одной из причин сокращения периода приработки, установленного при испытаниях на износ [2]. Кривые, полученные для величин R_a 0,40 и 0,80 мкм (до упрочнения), располагаются почти эквидистантно, что позволяет прогнозировать величину R_a , получаемую после упрочнения, и рекомендовать соответствующие режимы упрочнения, обеспечивающие некоторое улучшение чистоты поверхности.

Информация об изменении размеров детали в зависимости от режимов насыщения необходима для грамотного назначения соответствующих допусков на предшествующую механическую обработку, поскольку многие процессы диффузионного насыщения наряду с деформациями изделий вызывают изменения их линейных размеров, что связано с адсорбцией атомов легирующих элементов и образованием в упрочненном слое твердых растворов внедрения.

Исследования проведены на цилиндрических образцах из стали 45 диаметром 20 мм и длиной 10 мм, подвергнутых карбонитрации при температуре 843°K и времени обработки от 0,5 до 5,0 часов как с использованием вводимых в расплав колебаний частотой 18 кГц, так и без них. Изменения диаметров образцов фиксировались при помощи вертикального оптиметра типа ИКВ с ценой деления 0,001 мм. Отмечен (рис. 2) прирост размеров (Δl), пропорциональный увеличению времени выдержки и толщины поверхностного карбонитридного слоя.

Увеличение размеров составляет приблизительно 30–35 % толщины карбонитридного слоя. Использование колебаний, увеличивая толщину упрочненного слоя, способствует и повышению величины Δl . Линейный характер зависимости прироста размеров от времени обработки облегчает установление соответствующих корреляционных зависимостей (Δl от t) и тем самым назначение оптимальных допусков на механическую обработку. В ряде случаев, наоборот, погрешности механической обработки могут быть исправлены установлением соответствующего времени поверхностного насыщения.

Эффект увеличения размера детали вследствие проведения диффузионного насыщения, нежелательный при производстве новых высокоточных изделий, может быть использован для восстановительного ремонта прецизионных деталей, выходящих из строя вследствие износа. С этой целью проведен поиск составов ванн диффузионного насыщения, обеспечивающих в ходе обработки повышенное нарастание размеров моделей. Исследовано влияние различных добавок к расплаву, содержащих химические элементы (V, Mo, Al), которые способствуют интенсификации усвоения азота поверхностным слоем образцов. Наиболее перспективным для этой цели оказался молибдат натрия (Na_2MoO_4) [3]. Использование данного вещества обеспечивало существенное увеличение величины Δl при высокой износостойкости поверхности и ее приемлемой шероховатости. Использование колебаний способствовало росту Δl , а также, согласно проведенным в данной работе исследованиям, улучшило весь комплекс свойств поверхностного слоя, особенно чистоту поверхности (рис. 3). Результаты исследований износостойкости позволяют предположить достаточно высокую эксплуатационную долговечность восстановленных по исследуемой технологии изделий. Таким образом, данный способ обработки может быть рекомендован для восстановительного ремонта различных высокоточных деталей (гидроцилиндров, штоков, клапанов и др.)

ЛИТЕРАТУРА

1. Довгялло И.Г., Каледин Б.А., Сурус А.И., Бельский С.Е. Влияние механических колебаний на качество диффузионного слоя стальных деталей при низкотемпературной карбонитрации // Труды БГТУ. Лесная и деревообрабатывающая промышленность. – Мн., 2000. Вып. VIII. С.207–213.
2. Довгялло И.Г., Сурус А.И., Бельский С.Е. Влияние механических колебаний при низкотемпературном азотировании на характеристики упрочненного слоя // Труды БГТУ. Лесная и деревообрабатывающая промышленность. – Мн., 1999. Вып. VII. С.153–158.
3. Состав для термического восстановления изношенных стальных изделий. А.с. № 1696574. Кл с 238/48. 1987.

УДК 621.185.532.

С.Е. Бельский, доцент; Ф.Ф. Царук, доцент; А.В. Блохин, аспирант

К РАЗРАБОТКЕ МЕТОДИКИ ПОВЫШЕНИЯ УСТАЛОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Possibility of using temperature and period of holding for increasing the fatigue strength is represented.

В связи с тем, что для большинства деталей лесных машин и деревообрабатывающего оборудования главным критерием работоспособности является прочность (циклическая прочность), разработка методов повышения усталостных характеристик материалов и элементов конструкций является весьма актуальной научной и инженерной задачей. Значительная сложность процесса усталостного повреждения и рассеяние получаемых характеристик требует получения большого объема экспериментальных данных по усталостным свойствам материалов, что невозможно без использования в исследовательской практике ускоренных методов определения характеристик усталости. Применение высокочастотных усталостных установок для сравнительных испытаний дает возможность оперативно проверить влияние различных факторов на способность материала или деталей машин сопротивляться воздействию циклических нагрузок при значительном сокращении затрат времени и труда [1, 2].

В связи с тем, что процессы усталостного повреждения в значительной мере определяются протеканием микроструктурных превращений в материале, разработка методов увеличения усталостной прочности невозможна без исследования кинетики структурно-чувствительных свойств. Из-за значительной сложности исследуемого явления целесообразно опыты первоначально проводить на простых, хорошо исследованных однофазных материалах. В данной работе рассмотрены некоторые результаты по исследованию циклической прочности медного сплава М1 при знакопеременном симметричном изгибе в диапазоне температур 293°К – 673°К. Нагружение образцов осуществлялось с помощью магнитострикционного резонансного стенда ($f_{рез} = 8,8$ кГц) и электродинамического вибростенда ($f_{рез} = 0,22$ кГц). Испытательный стенд работал в автоколебательном режиме с автоматическим поддержанием амплитуды колебаний образцов, которые представляли собой балочки прямоугольного сечения (1,7х6 мм), вырезанные вдоль направления проката, подвергнутые вакуумному отжигу, шлифовке и электрополировке. На низкой частоте нагружения образцы колебались по первой соб-