

О ВЫБОРЕ СПОСОБА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Мирзаев Б.С., д.т.н., профессор, Проректор Ташкентского института ирригации и мелиорации, Республика Узбекистан.

Батиров Ш.Г., магистрант I курса Ташкентского института ирригации и мелиорации, Республика Узбекистан.

Абдужаббаров О.А., магистрант I курса Ташкентского института ирригации и мелиорации, Республика Узбекистан.

Аннотация. В данной статье рассматриваются технологические приемы восстановления деталей комбинированным способом и некоторые теоретические предпосылки оценки эффективности применения ультразвуковой поверхностной обработки деталей.

Ключевые слова: Комбинированный способ, восстановление детали, графики зависимости, коэффициент усиления.

Применение современных машин и механизмов, работающих на больших скоростях и со значительными нагрузками, требует от конструкторов и технологов решение проблемы повышения срока их службы и, соответственно, срока службы отдельных деталей, входящих в состав машин и механизмов.

Качество поверхностного слоя является одним из главных факторов определяющих долговечность деталей машин и механизмов. Тщательно обработанная общеизвестными способами поверхность сопрягаемых деталей является носителем остаточных макро- и микронапряжений, усталостных макро- и микротрещин, шаржированных зерен абразива и прочих дефектов. Для повышения прочности и износостойкости деталей необходимо применять методы обработки, улучшающие физические свойства, структуру и микрогеометрию поверхности [1].

На сегодняшний день широко применяются различные технологические методы и приемы восстановления изношенных поверхностей деталей. Рассмотрим наиболее перспективные способы, которые внедрены в производство (рис. 1).



Рис. Структурная схема основных способов наплавки

Метод лазерной наплавки включает в себя нанесение порошкового слоя металла и последующее его расплавление с вплавлением в поверхность с помощью лазера. Таким способом можно получить детали с упрочненным внешним слоем. Раньше это обеспечивалось либо поверхностной закалкой, либо цементацией. Эти методы обладали не столь высокой эффективностью, как лазерная наплавка. Сейчас эта технология только получает распространение. В будущем она найдет свое применение почти в каждой отрасли машиностроения [2].

Лазерная сварка в настоящее время является наиболее перспективной технологией для промышленного использования в связи с разработкой мощных лазеров с непрерывным и импульсно-

периодическим действием. Сварное соединение получается при нагревании и расплавлении лазерным лучом участков в месте контакта свариваемых деталей. Когда лазерный луч смещается, то же самое происходит и с зоной расплавленного материала. Затем при остывании образуется сварной шов. По форме он получается узким и глубоким, принципиально отличается от сварных швов, полученных при использовании традиционной технологии сварки. Глубина проплавления зависит от мощности лазера, а поперечное сечение лазерного шва похоже на лезвие кинжала, поэтому глубокое лазерное проплавление иногда называют кинжальным. Лазерная сварка с глубоким проплавлением позволяет сваривать толстые слои материалов с большой скоростью при минимальном тепловом воздействии на материал, прилегающий к зоне расплава, что улучшает свойства сварного шва и качество сварного соединения.

Для ремонтного производства такой неэнергоемкий и экологически чистый регуляторный фактор представляет особый интерес. На базе лазерных источников излучения созданы способы и технологические приемы, позволившие сократить применение дорогостоящих и остродефицитных материалов, повысить производительность и ресурс деталей, улучшить качество получаемой продукции.

В современном машиностроении возникают технологические проблемы, связанные с обработкой новых материалов и сплавов, форму и состояние поверхностного слоя которых трудно получить известными механическими методами. К таким проблемам относится обработка весьма прочных или весьма вязких материалов, хрупких и неметаллических материалов (керамика), тонкостенных нежестких деталей, а также пазов и отверстий, имеющих размеры в несколько мкм; получение поверхностей деталей с малой шероховатостью, с очень малой толщиной дефектного поверхностного слоя и т.д.

Проблема создания эффективных методов упрочнения поверхностей деталей, является одной из самых важных в машиностроении. Большинство деталей работает в условиях интенсивного износа, при высоких контактных нагрузках и неблагоприятных условиях воздействия окружающей среды. Одним из наиболее эффективных способов упрочнения деталей является поверхностное пластическое деформирование (ППД), сущность которого заключается в том, что деформирующий элемент (индентор) прижимается к поверхности обрабатываемого изделия. В результате пластической деформации поверхностного слоя увеличивается твердость, образуются сжимающие напряжения, снижается шероховатость, что благоприятно влияет на ресурс деталей [3].

Поверхностное пластическое деформирование ультразвуковым инструментом, которое в технической литературе имеет несколько названий: безабразивная ультразвуковая финишная обработка (БУФО), ультразвуковая финишная обработка (УФО), ультразвуковая импульсная упрочняюще-чистовая обработка), вследствие своих особенностей (высокой частоты, силы ударов) ведет к более существенному изменению микроструктуры поверхностного слоя. Кроме того отличительной особенностью БУФО от других известных методов пластического деформирования является значительная скорость деформации. При таком динамическом воздействии на металл изменяются его механические свойства: увеличивается усталостная прочность, пределы текучести и прочности, сопротивляемость износу на истирание, коэффициент отражения света; уменьшаются относительные удлинение и сужение, электропроводность, магнитная проницаемость, теплопроводность, коэффициент затухания поверхностных звуковых волн; увеличивается коррозионная стойкость [4].

Комплекс для ППД состоит из ультразвукового генератора, ультразвукового инструмента, соединительного кабеля и эксплуатационной документации. Инструмент представляет собой ультразвуковую колебательную систему, состоящую из ультразвукового магнитоstrictionного преобразователя и волновода-концентратора, к торцу которого присоединяется индентор. В процессе упрочняющей обработки инструмент прижимается к обрабатываемой поверхности (рис. 1) [4].

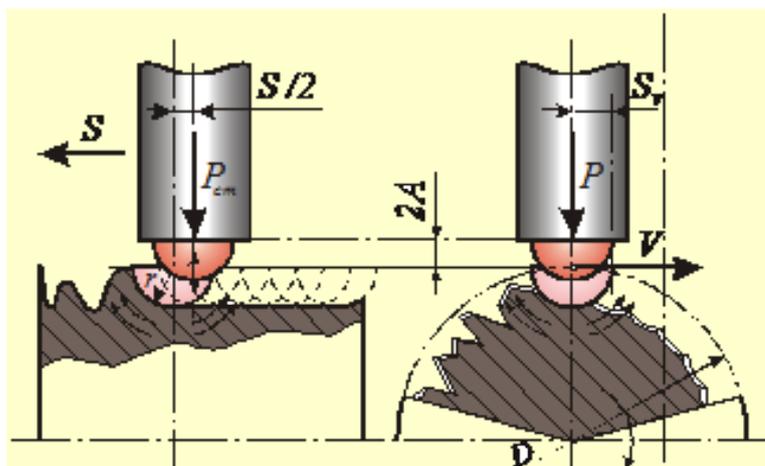


Рис. 1. Схема поверхностного пластического деформирования при ультразвуковой упрочняющей обработке

Экспериментальные исследования показали, что в процессе обработки между деформирующим элементом и обрабатываемой поверхностью возникает периодический контакт с частотой ультразвуковых колебаний. В момент контакта мгновенные напряжения существенно выше средних, что вызывает значительную пластическую деформацию. Также как и для других методов поверхностного деформирования в результате обработки уменьшается шероховатость поверхности[5].

В целом процесс ультразвуковой обработки характеризуется следующими факторами:

- формой и радиусом r рабочей части инструмента, мм;
- амплитудой колебаний индентора, $2A$;
- величиной силы прижима инструмента к детали $P_{ст}$, кгс;
- величиной динамического воздействия P , Н;
- подачей S , мм/оборот;
- числом прохода инструмента i ;
- окружной или линейной скоростью заготовки V , м/мин;
- применяемой смазочно-охлаждающей жидкостью (СОЖ).

Ультразвуковая сварка металлов позволяет изготавливать неразъёмные высокогерметичные соединения высочайшего качества: по статической и динамической прочности они примерно в 2-3 раза превосходят показатели тепловой сварки. Ультразвуковая сварка металлов удобно интегрируется в автоматизированные производственные линии, повышая производительность сборочных процессов. Предварительная обработка свариваемых поверхностей не требуется, так как окислы на поверхности материалов разрушаются ещё до начала диффузии. Технология также удобна для работы с малыми поверхностями, в том числе и в труднодоступных местах.

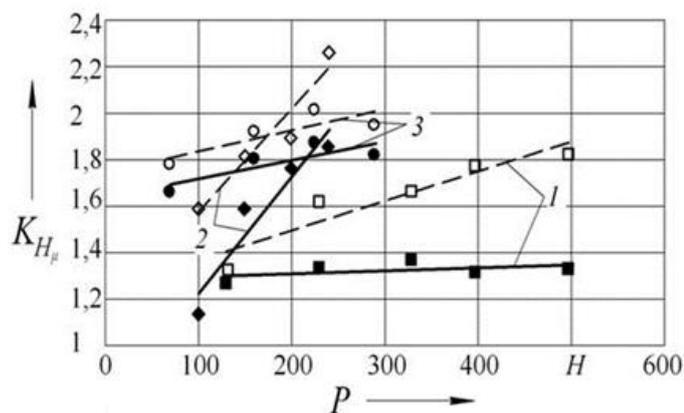
Процесс ультразвуковой сварки основан на совмещении тангенциальных колебаний и вертикальной нагрузки в зоне контакта двух деталей. В результате такого воздействия истираются микронеровности, покрывающие контактные поверхности, и разрушается оксидная пленка. Кроме того, возникает эффект перетекания кинетической энергии возвратно-поступательных колебаний в тепловое излучение, расплавляющее поверхностные слои деталей. И в этих условиях, даже относительно небольшая вертикальная нагрузка приводит к образованию межкристаллических связей, скрепляющих соединяемые детали. Таким образом, все установки ультразвуковой сварки функционируют на основе термомеханической технологии получения неразъёмного соединения. Причем такие аппараты не нуждаются во внешнем нагреве. Выделяемой при трении деталей энергии вполне достаточно для образования новых межатомных или межмолекулярных связей.

Количественную оценку эффективности ввода дополнительных энергии ультразвука удобно проводить с помощью безразмерных показателей - коэффициентов относительной микротвердости и шероховатости, соответственно характеризующие прирост микротвердости и снижения шероховатости относительно их исходных значений [4]:

$$K_{H_a} = \frac{H_a}{H_{a(исх)}}, (1) \quad K_{R_a} = \frac{R_{a(исх)}}{R_a}, (2)$$

где $H_{a(исх)}$, $R_{a(исх)}$, H_a , R_a – соответственно, исходные и полученные после обработки значения микро твердости и шероховатости поверхности.

Для расчета коэффициентов K_{H_a} и K_{R_a} воспользовались результатами, полученными различными авторами при исследовании процессов обработки как обычного, так и ультразвукового выглаживания. На рисунке 1 представлены зависимости коэффициента K_{H_a} от усилия выглаживания.



--- с УЗК; — без УЗК

Рис. 1. Зависимость относительной микро твердости от статического усилия при выглаживании стали ХВГ (1), 08Х12Н10Т (2), 45 (3)

Из рисунка 1 следует, что с увеличением усилия, как и следовало ожидать, наблюдается увеличение коэффициентов для всех обработанных материалов, т.е. наблюдается прирост микро твердости относительно исходного значения.

Определенный интерес представляет угол наклона прямых линий, характеризующий прирост относительной микро твердости с изменением усилия обработки.

Тангенс угла α наклона аналитически можно выразить с учетом уравнения (2) следующей зависимостью:

$$\operatorname{tg} \alpha = \left(\frac{\Delta H_a}{H_{a(\text{исх})}} \right) \frac{1}{\Delta P}, \quad (3)$$

Полученное выражение (3) удобно представить в процентном соотношении, помножив правую часть на 100%, тогда размерность выражения будет $\%/H$, т.е. характеризует процентный прирост относительной микро твердости в расчете на единицу приложенного статического усилия. Нарисунке 2 приведены результаты расчета по формуле (3) в зависимости от исходного значения микро твердости обрабатываемых поверхностей.

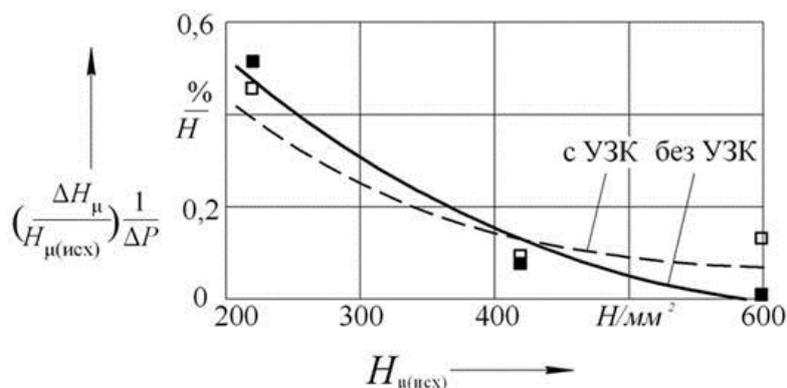


Рис. 2. Зависимость прироста относительной микро твердости в расчете на единицу прикладываемого статического усилия от исходного значения микро твердости

Как выяснилось, значения угла наклона зависит от исходного значения микро твердости, для более пластичных материалов (например, для стали 8Х12Н10Т) он больше, для материалов с высоким значением исходной микро твердости наблюдается его уменьшение [5].

Заключение. Из зависимости прироста относительной микро твердости в расчете на единицу прикладываемого статического усилия от исходного значения микро твердости следует, что для исследованных материалов большую эффективности ввод в зону обработки дополнительной энергии ультразвука приобретает при обработке материалов с высоким значением исходной микро твердости поверхности, т.е. для стали ХВГ. Обусловлено это особенностью воздействия ультразвука на пластические свойства материала, в частности на его дислокационную структуру.

Литература

1. Гаркунов Д.Н. Триботехника: учебник для вузов. -Изд. 2-е, перераб. и доп.-М.: Машиностроение, 1989.-328 с.
2. Артамонов Б.А., Волков, Ю.С., Дрожалова, В.И. и др. Электрофизические и электрохимические методы обработки материалов. Учебное пособие (в 2-х томах)/Под ред. В. П. Смоленцева. - М.: Высшая школа, 1983.
3. Марков А.И. Ультразвуковая обработка материалов. –М.: Машиностроение, 1980. -237 с.
4. Абрамов О.В., Абрамов В.О., Артемьев В.В., Градов О.М., Коломеец Н.П., Приходько В.М., Эльдарханов А.С. Мощный ультразвук в металлургии и машиностроении. - М.: Янус-К, 2006. 687с.
5. Отчет НИР по Гранту № КХА-3-2015 «Сув хужалигида кулланиладиган марказдан кочма насос деталлари ресурсини тиклаш технологиясини модернизациялаш», -Ташкент, -2015 г. - 160 с.