

ИССЛЕДОВАНИЕ УСТАЛОСТНОЙ ПРОЧНОСТИ НАПЛАВЛЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ ПОСЛЕ ОТДЕЛОЧНО-УПРОЧНЯЮЩИХ ОБРАБОТОК

Лебедь П. К., доцент, Аветисян В. К. к. т. н., доцент.

(Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства)

Розглянуто вплив різних способів оброблювально-зміцнюючих обробок на величину стомленості міцності показано ефективності застосування комбінованого способу (НГМУ + вібронакаткування) при зміцненні деталей.

Целью настоящего исследования явилось определение сравнительных данных, позволяющих оценить эффективность влияния отделочно-упрочняющих обработок ППД на усталостную прочность наплавленных образцов обкатыванием шариком, алмазным выглаживанием, вибронакатыванием (ВН) (4-й вид микрорельефа), низкотемпературным механическим упрочнением (НГМУ), а также комбинированным способом (НГМУ + вибронакатывание). Изготовленные образцы из стали 45 наплавились проволоками Пн-ЗОХГСА в среде углекислого газа и порошковой проволокой ПП АН 122 по винтовой линии согласно существующим режимам и после этого шлифовались до $R_a = 1,25$ мкм. Для определения дефектов образцы подвергались магнитной дефектоскопии. Так как большинство автогакторных деталей имеет галтели, которые являются концентраторами внутренних напряжений, был принят образец с радиусом галтели $R_g = 4$ мм, как наиболее распространенный для рабочих участков деталей диаметром от 40 до 50 мм.

Испытания на усталостную прочность производились на машине УКИ-10М с введением конструктивных изменений, в частности зажимного устройства образцов. Зажимное устройство позволяет обеспечить точность установки с биением по посадочному пояску консольной части образца, не превышающим 20 мкм, что допустимо ГОСТ 2860. Испытания производились с частотой вращения 315 рад/с. по схеме «изгиб при вращении консоли» - нагруженных образцов.

Одновременно испытанию подвергалось два образца при базе испытания $5 \cdot 10^6$ циклов. В каждой серии испытывалось не менее шести образцов. Полученные данные полного цикла испытаний различных серий образцов обрабатывались с помощью корреляционных уравнений для статистической обработки ограниченного количества испытаний.

Средняя величина предела выносливости образцов определялась по методу ступенчатого изменения нагрузки.

Предел усталости определяли по ГОСТ 2860 по формуле:

$$\sigma_1 - \frac{M}{W} = \frac{32Pl}{\pi d^3}, \text{ Па.}$$

где M — изгибающий момент в опасном сечении образца, Н·м; W — момент сопротивления сечения образца, м³; P — нагрузка образца, Н; l —

расстояние от точки приложения силы до опасного сечения, м;
 d — диаметр образца в опасном сечении, м.

Влияние различных способов упрочнения на усталостную прочность наплавленных образцов оценивали коэффициентом изменения усталостной прочности.

$$\beta_s = \frac{\sigma_{-1}}{\sigma_{-1}^1}$$

где σ_{-1} — предел выносливости образца после закалки с нагрева ТВЧ и низкого отпуска, Па; σ_{-1}^1 — предел выносливости образца после упрочнения ППД, Па.

Нагрузка на образцы различных серий определялась путем пробных экспериментов.

Ряд исследований [1, 3, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9] позволяет считать, что ППД оказывает положительное влияние на усталостную прочность деталей и является одним из самых эффективных методов ее повышения.

Увеличение предела усталости при этом обусловлено следующими факторами: образованием поверхности с меньшей величиной шероховатости и сглаженным микрорельефом, упрочнением металла поверхностного слоя и воздействием сжимающих остаточных напряжений.

Кроме конструктивных концентраторов напряжений имеют место и структурные, вызванные структурой и химической неоднородностью материала, что присуще особенно наплавленному металлу.

Полученные результаты наплавленных и упрочненных образцов на усталостную прочность приведены в таблице 1. Анализ этих результатов показывает, что предел выносливости после упрочняющих обработок значительно повышается по сравнению с исходными видами обработок.

Таблица 1 Результаты предела выносливости после ППД

Вид упрочняющей обработки		Сталь 45 закаленная с нагрева ТВЧ (эталон)	Наплавка проволокой Нп-30ХГСА в среде CO ₂	После упрочнения	Наплавка проволокой ППАН-122	После упрочнения
Обкатывание	предел выносливости, σ_{-1} , x10МПа	40,2	16,7	22,3	38,0	46,7
	коэф. измерения усталостной прочности, β	1	0,41	0,55	0,94	1,16
Атматное выглаживание	предел выносливости, σ_{-1} , x10МПа	40,2	16,7	21,0	38,0	44,84
	коэф. измерения усталостной прочности, β	1	0,41	0,52	0,94	1,11
Вибронакатывание	предел выносливости, σ_{-1} , x10МПа	40,2	16,7	23,5	38,0	48,26
	коэф. измерения усталостной прочности, β	1	0,41	0,58	0,94	1,2
НТМУ	предел выносливости, σ_{-1} , x10МПа	40,2	16,7	25,6	38,0	49,78
	коэф. измерения усталостной прочности, β	1	0,41	0,63	0,94	1,24
НТМУ + вибронакатывание	предел выносливости, σ_{-1} , x10МПа	40,2	16,7	29,75	38,0	52,6
	коэф. измерения усталостной прочности, β	1	0,41	0,74	0,94	1,3

Установлено [8, 9], что основными факторами, влияющими на усталостную прочность наплавленных поверхностей являются: способ наплавки, величина остаточных сжимающих напряжений поверхностного слоя, глубина их залегания, степень упрочнения, твердость и пластичность наплавленного слоя и металла зоны термического влияния и др.

По данным [7] существенное влияние после упрочняющей обработки на предел выносливости деталей при их работе оказывает прочность микрорельефа поверхностного слоя, определяющей характеристикой которого является величина радиуса округлений впадин микронеровностей, которые играют роль концентраторов напряжений. У вибронакатанных образцов величина радиуса округления в сотни раз больше, чем при рассматриваемых видах обработки. Решающим фактором, определяющим повышение усталостной прочности в условиях работы пары трения играет не так упрочнение, как оптимизация микрорельефа поверхности трения.

Наибольший предел выносливости наблюдается при обработке образцов ИТ МУ по сравнению с другими способами обработки (табл. 1), что объясняется особым структурным строением упрочненного слоя, изменениями в тонком строении, возникшими в результате совместного влияния деформирования на глубину 2,0...2,5 мм и фазового превращения, а также устранением всех дефектов при наплавке.

Проведенные исследования показали (см. табл. 1, рис. 1), что лучший эффект получен от комбинированного способа обработки (ИТ МУ + вибронакатывание) по сравнению с выше рассмотренными. Это можно объяснить сочетанием возможностей упрочнения с оптимизацией микрорельефа.

Очаг разрушения образцов, упрочненных различными видами ИИД, имеет однотипный характер и располагается под упрочненным слоем, что наглядно было видно по наличию светлого пятна в изломе. Заметен участок избирательного развития разрушения на границе между упрочненным и неупрочненным материалом.

Таким образом, увеличение предела выносливости после ИИД связано с образованием благоприятных сжимающих остаточных напряжений. Имеется определенная взаимосвязь уровня напряженности с изменением параметров субструктуры.

Упрочнение комбинированным способом (ИТМУ + вибронакатывание) дает наиболее положительный эффект на величину усталостной прочности по сравнению с рассматриваемыми способами, что дает возможность повысить долговечность восстанавливаемых деталей сельскохозяйственной техники.

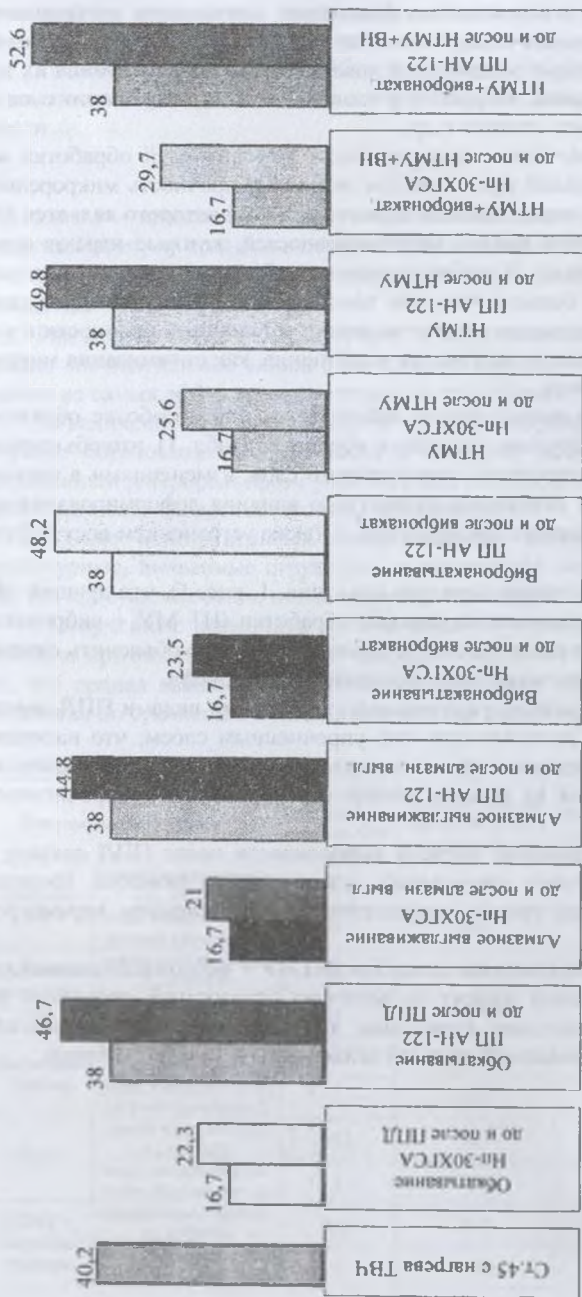


Рис. 1. Диаграмма величин усталости прочности в зависимости от способа ППД.

1. Кудрявцев И. В. Внутренние напряжения как резерв прочности в машиностроении. М., Машгиз, 1951.
2. Папшев Д. Д. Упрочнение деталей обкаткой шариками. М. «Машиностроение», 1968.
3. Ахматов В. А., Папшев Д. Д. Влияние ИПД на контактную жесткость и выносливость рабочих элементов деталей машин. Сб. Вибрационная обработка деталей машин и приборов. Ростов-на-Дону, изд. РИСХМ, 1972.
4. Одинцов Л. Г. Упрочнение и отделка деталей поверхностным пластическим деформированием: Справочник.- М.: Машиностроение, 1987, 328с.
5. Баликов Г. П. Выглаживание восстановленных деталей. М., «Машиностроение», 1979.
6. Пюльзю А. П. Теоретическое и экспериментальное исследование процесса вибронакатывания при восстановлении автотракторных деталей. Автореф. дис. к. т. н. Ленинград — Пушкино, 1975.
7. Шнейдер Ю. Г. Эксплуатационные свойства деталей с регулярным микрорельефом — 2-е изд., перераб. и доп. — Л.: Машиностроение, Ленингр. Отделение, 1982. —248с.
8. Балтер М. А. Упрочнение деталей машин. М., «Машиностроение», 1978, 173.
9. Линкин Л. Д. Исследование некоторых вопросов повышения усталостной прочности восстановленных наплавкой легирующими материалами валов и осей тракторов и сельскохозяйственных машин и автомобилей. Автореферат на соискание ученой степени к. т. н., Саратов, 1975.

Аннотация

ИССЛЕДОВАНИЕ УСТАЛОСТНОЙ ПРОЧНОСТИ НАПЛАВЛЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ ПОСЛЕ ОТДЕЛОЧНО-УПРОЧНЯЮЩИХ ОБРАБОТОК

Рассмотрено влияния различных способов отделочно-упрочняющих обработок на величину усталостной прочности, показана эффективности применения комбинированного способа (НТМУ + вибронакатывание) при упрочнении деталей

Abstract

RESEARCH OF TIRELESS DURABILITY OF WELD UP DETAILS AFTER FINISHING-CONSOLIDATING TREATMENTS

Influences of different ways of finishing-consolidating treatments are considered on the size of tireless durability, is shown to efficiency of application of the combined method (NTMU + vibration is rolling) at consolidating of details