

## КОМБИНИРОВАННЫЙ СПОСОБ ВОССТАНОВЛЕНИЯ И УПРОЧНЕНИЯ ИЗНОШЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Проф. Сидашенко А.И., инж. Лебедь П.К., магистр Сайгук А.В.

*(Харківський державний технічний університет сільського господарства)*

*Таким чином, запропонований комбінований спосіб відновлення та зміцнення деталей с/г техніки дає можливість збільшити зносостійкість в 3.1 раза, между виносливості на 11 %, клас широкості поверхні на 2 одиниці, а експлуатаційні іспити показали, що середня зносостійкість деталей збільшилась в 2,2 рази в зрівнянні з базовим способом.*

На кафедре ремонта тракторов, автомобилей и с.-х. машин ХГТУСХ разработан комбинированный способ восстановления и упрочнения деталей с целью повышения их эксплуатационных свойств.

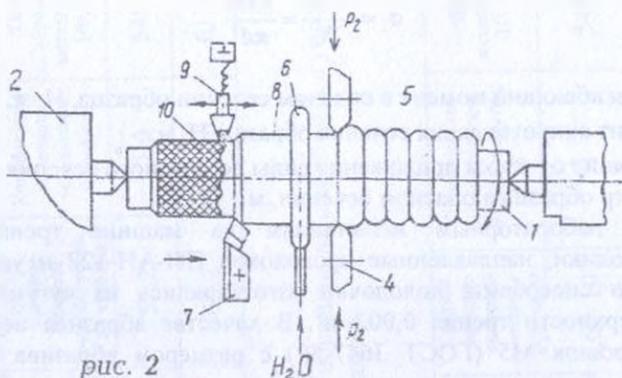
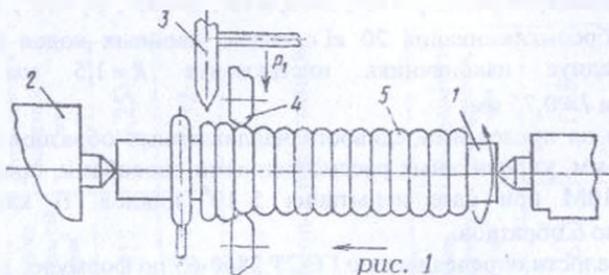
Сушность способа заключается в следующем: после наплавки изношенной детали проводят деформирование роликами наплавленного металла в интервале температур 900...950°C. Затем деталь охлаждают на воздухе до температуры устойчивости переохлажденного аустенита, наплавленный металл повторно деформируют роликами с одновременным охлаждением спрейсом до температуры 300...450°C. При этой температуре упрочненный слой обтачивался резцом из гексанита-Р и вибровыглаживался.

На рис. 1 изображена схема осуществления процесса наплавки и предварительного деформирования наплавленного металла; на рис. 2 — схема осуществления повторного деформирования металла с последующим охлаждением, чистовым точечным и вибровыглаживанием.

Деталь 1, подвергаемую наплавке, устанавливают в центрах переоборудованного станка 2, на суппорте которого смонтированы наплавочная головка 3, двухроликовое устройство 4 для деформирования наплавленного слоя 5, спрейер 6 системы охлаждения, резец 7 для чистого точения упрочненного слоя 8 и виброголовка с рабочим инструментом 9 для придания регулярного микрорельефа 10 проточенного слоя.

Наплавку изношенной детали 1 производили сварочными проволоками, химический состав которых обеспечивает большую устойчивость переохлажденного аустенита в интервале низких температур.

Режим наплавки и предварительного деформирования наплавленного металла: напряжение 22...24 В, ток 160...180 А, скорость подачи проволоки 1,8...2 м/мин, скорость наплавки 4...4,5 м/ч, шаг наплавки 4...4,5 мм/об, вылет электрода из мундштука 8...11 мм, расход углекислого газа 8 л/мин, полярность обратная. Наплавленный слой 5 в процессе наплавки деформируют устройством 4 в интервале высоких температур (900...950°C) с усилием обжатия  $P_1=250...300$  кгс с целью устранения металлургических дефектов (пор, различного рода трещин, несплошностей, вакансий и др.).



После наплавки производили охлаждение детали на воздухе до температуры, обеспечивающей необходимую устойчивость и пластичность переохлажденного аустенита. В это время производилось переналадка установки для работы на режиме низкотемпературного упрочнения (НТМУ).

Режим с чистовым точением и вибровыглаживанием: наплавленный металл подвергался повторной деформации устройством 4 в интервале температур  $300...700^{\circ}\text{C}$  с усилием обжатия  $P_2=1200...13000$  кгс с одновременным охлаждением с помощью спрейера 6, вследствие чего выполнялась низкотемпературная термомеханическая обработка слоя 8. При этом упрочненный слой 8 протачивался резцом 7 из гексанита-Р и вибровыглаживался инструментом 9, в результате чего образовывался регулярный микрорельеф 10 на рабочей поверхности детали 1. Температура упрочненного слоя после повторного деформирования и охлаждения перед чистовым точением не превышала  $450^{\circ}\text{C}$ , а в большинстве случаев находилась в пределах  $300...400^{\circ}\text{C}$ , что зависело от диаметра наплавляемой детали. Припуск на механическую обработку не превышал при этом  $0,05...0,1$  мм. Вибровыглаживание слоя при  $300...400^{\circ}\text{C}$  вызывало дополнительное упрочнение его за счет поверхностного пластического деформирования зерен металла, создания напряжений сжатия, а также образования регулярного микрорельефа, который всегда удерживает смазку на поверхности трения детали и повышает все физико-механические и эксплуатационные свойства. Параметры режима обработки: частота вращения детали 200 об/мин, подача 0,15 мм/об, расход охлаждающей жидкости 1,5 л/мин. глубина точения

0,1...0,15 мм, геометрия реза  $\gamma = -0^\circ$ ,  $\alpha = \alpha_1 = 16^\circ$ ,  $\varphi = 45^\circ$ ,  $\psi_1 = 15^\circ$ ,  $\lambda = 0^\circ$ ,  $r = 0,6$  мм; усилие вибровыглаживания 20 кГс, число двойных ходов инструмента  $n_s = 4200$ ; радиус наконечника инструмента  $R = 1,5$  мм, величина эксцентриситета  $l = 0,75$  мм.

Испытания на предел выносливости наплавленных образцов из стали 45 диаметром 500 мм, упрочненных рассмотренными способами, проводились на машине УКИ-10М при базе испытания  $5 \cdot 10^6$  циклов. В каждой серии испытывались по 6 образцов.

Предел усталости определялся по ГОСТ 2860-65 по формуле:

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

где  $M$  — изгибающий момент в опасном сечении образца, Н·м;

$W$  — момент сопротивления сечения образца, Н·м;

$l$  — расстояние от точки приложения силы до опасного сечения, м;

$P$  — диаметр образца в опасном сечении, м.

Износным лабораторным испытаниям на машине трения СМЦ-2 подвергались родинки, наплавленные проволокой ПП-АН-122 и упрочненные рассмотренными способами; колодочки изготавливались из чугуна СЧ 18 с площадью поверхности трения  $0,002 \text{ м}^2$ . В качестве абразива использовали абразивный порошок М5 (ГОСТ 3647-59) с размером абразива 4-5 мкм в количестве 2% к объему масла.

Вначале проводили процесс приработки между роликом и колодочкой. Конец приработки между парой трения определяли по стабильности момента трения и температуры в зоне трения. После этого проводили износные испытания при режиме: угловая скорость ролика  $\omega = 52,31 \text{ рад/с}$ ; относительная скорость пары трения  $V_0 = 1,3 \text{ м/с}$ ; рабочий период испытаний по 12 ч при трех циклах, каждый из которых соответствовал  $12 \cdot 10^4$  оборотов ролика, удельное давление,  $P_y = 50 \text{ МПа}$ .

Абразивный порошок поддерживали во взвешенном состоянии в масле при помощи специальной вращающейся мешалки, а суспензия подавалась дозатором мешалки со скоростью капля за 5 мин. Момент трения и температура в зоне трения фиксировалась через каждые 10 мин хромель-алюминиевой термопарой, которая зачеканивалась по три пары трения. Массу роликов и колодочек определяли на весах ВЛА-200 М.

Относительная износостойкость равна

$$\varepsilon = \frac{\Delta G_3}{\Delta G_0},$$

где  $\Delta G_3$  — весовой износ эталона, кг;

$\Delta G_0$  — весовой износ испытываемого наплавленного и упрочненного металла, кг.

При наплавке проволокой ПП-АН-122 в  $\text{CO}_2$  с низкотемпературной термомеханической обработкой (НТМО) чистовым точением и

Таблица 1 Результаты испытаний на усталостную прочность образцов, наплавленных и упрочненных различными способами

Способ	Наплавленный материал, способ упрочнения	Среднее значение предела выносливости, $\tau$ , $\times 10$ МПа	Коэффициент изменения усталостной прочности	Твердость упрочненного металла $HV, \text{ кгс}/\text{мм}^2$	Шероховатость поверхности, $\mu\text{м}$
Известный	Наплавка ПП-АН 122-0 с НТМО + точение + шлифование	57,2	1,0	545...617	1,25
Предлагаемый	Наплавка ПП-АН 122-0 с НТМО, чистовым точением	66,2	1,16	617...715	0,32

Таблица 2 Результаты ускоренных износных испытаний образцов, наплавленных и упрочненных различными способами

Способ	Наплавленный материал, способ упрочнения	Число циклов, $N_c$	Момент трения пары $M_{тр}, \text{ Нм}$	Температура в зоне трения, $K$	Среднее значение величины износа $\text{мм}^3/\text{кг}$	Относительная износоустойчивость металла $\epsilon$	Твердость металла $HV, \text{ кгс}/\text{мм}^2$	Шероховатость поверхности, $\mu\text{м}$
Известный	Наплавка ПП-АН 122-0 с НТМО + точение + шлифование	1200	1,41	362	$5,67 \cdot 10^{-6}$	1	545...617	1,25
Предлагаемый	Наплавка ПП-АН 122-0 с НТМО, чистовым точением	1200	1,16	347	$1,82 \cdot 10^{-6}$	3,1	317...715	0,32

Таблица 3 Данные эксплуатационных испытаний осей поворотных кулаков трактора Т-25, восстановленных известным способом и предлагаемым способом

№ детали	Известный способ			Предлагаемый способ		
	Диаметр цапф оси кулака до эксплуатации И, мм	Диаметр цапф оси кулака после эксплуатации, мм	Износ деталей, восстановленных изовым способом, мм	Диаметр цапф оси кулака до эксплуатации, мм	Диаметр цапф оси кулака после эксплуатации, мм	Износ деталей, восстановленных предлагаемым способом, мм
1	34,97	34,71	0,26	34,98	34,85	0,13
2	34,98	34,75	0,23	34,98	34,86	0,12
3	34,99	34,72	0,27	34,98	34,86	0,11
4	34,98	34,74	0,24	34,99	34,89	0,10
5	34,97	34,72	0,25	34,98	34,87	0,11
6	34,98	34,73	0,25	34,97	34,97	0,1
7	34,98	34,72	0,26	34,97	34,85	0,12
8	34,97	34,73	0,24	34,99	34,88	0,11
9	34,98	34,76	0,22	34,96	34,86	0,1
10	34,97	34,74	0,23	34,98	34,87	0,11
Средняя величина износа, мм			0,245	—		0,111
Увеличение износостойкости				в 2,2 раза		

вибронакатыванием предел выносливости образцов увеличился по сравнению с известным способом на 16% (см. табл.1), а износостойкость образцов повысилась в 3,1 раза (см. табл. 2), при этом твердость образцов увеличилась более чем на 10%, а шероховатость поверхности на 2 класса (с 7-го до 9-го). Это можно объяснить образованием мелкодисперсной троостомартенситной структуры с благоприятными остаточными напряжениями сжатия и повышением твердости, сочетанием возможностей упрочнения и созданием регулярного микрорельефа на поверхностях трения.

Эксплуатационные испытания осей поворотных кулаков, упрочненных предлагаемым способом, показали, что средняя износостойкость металлопокрытий, наплавленных проволокой ПП-АН-122-0, увеличилась в 2,2 раза по сравнению с известным способом (см. табл. 3). Эти испытания проводились на десяти тракторах Т-25, на которых были установлены по одной детали, восстановленной базовым и предлагаемым способами.

### Список літератури

1. Иголкин А.И., Кухтов В.Г. Вторичный вал продолжает служить. «Техника в сельском хозяйстве», №6, 1982 с.48
2. Ермолов Л.С., Татаринцев М.И., Лебедь П.К. Предотвращение изогнутости деталей в процессе механизированной наплавки. Инф. Листок №261-73. Харьков, ХЦНТИ, 1973. — 4 с.
3. А.с. 1106692 (СССР). Устройство для обкатывания наружных поверхностей тел вращения. /Л.С. Ермолов., А.И. Тимчук., Г.З. Новик. и П.К. Лебедь. — опубл. в Б.И. №15, 1986/

### Анотация

#### **Комбинированный способ восстановления и упрочнения изношенных деталей сельскохозяйственной техники.**

*Таким образом предлагаемый комбинированный способ восстановления и упрочнения деталей с.х. техники дает возможность повысить износостойкость в 3,1 раза, предел выносливости на 11%, класс шероховатости поверхности на 2 единицы, а эксплуатационные испытания показали, что средняя износостойкость деталей повысилась в 2,2 раза по сравнению с базовым способом.*

### Abstract

#### **The combined method of restoration and hardening of worn parts of agriculture technics.**

*Thus the offered combined method of restoration and hardening of agriculture technics parts enables to increase the wearfirmness 3,1 times, the limit of hardiness on 11%, the class of roughness on 2 units, and practical tests showed that the average wearfirmness of details increased 2,2 times as compared with the base method.*