

восстановленных поршневых пальцев методом вибрационного деформирования.

Список литературы: 1. Бабичев А.П. Вибрационная обработка деталей./ А.П. Бабичев– М.: Машиностроение, 1974. – 136с. 2. Канасошвили Р.С. Расчёт поршневого пальца авиационного двигателя/ Р.С. Канасошвили – М.: Оборонгиз, 1977. – 148с. 3. Полупанов Ф.П. Упруго–пластическое деформирование поршневых пальцев автотракторных двигателей./ Ф.П. Полупанов – М.: Машиностроение, 1992. – 375с.

Поступила в редколлегию 24.01.2011

УДК 612.9

А.А. ДУДНИКОВ, канд. техн. наук, профессор, Полтавская государственная аграрная академия

А.И. БЕЛОВОД, канд. техн. наук, доцент, Полтавская государственная аграрная академия

А.В. КАНИВЕЦ, ассист., Полтавская государственная аграрная академия

В.В. ДУДНИК, ассист., Полтавская государственная аграрная академия

ИЗМЕНЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК МАТЕРИАЛА ДЕТАЛЕЙ ПРИ ВИБРАЦИОННОМ МЕТОДЕ ВОССТАНОВЛЕНИЯ

Рассмотрены вопросы пластического деформирования материала деталей при различных способах их восстановления. Установлено, что при вибрационном методе обработки коэффициент трения снижается, что способствует повышению упрочнения восстанавливаемой поверхности. Получены теоретические зависимости характера упрочнения металла деталей. Ключевые слова: пластическое деформирование, вибрационная обработка, контактное трение, механические колебания, ресурс машин.

Розглянуті питання пластичного деформування матеріала деталей при різних способах їх відновлення. Встановлено, що при вібраційному способі обробки коефіцієнт тертя знижується, що веде до підвищення зміцнення відновлюваної поверхні. Отримані теоретичні залежності характеру зміцнення металу деталей. Ключові слова: пластичне деформування, вібраційна обробка, контактне тертя, механічні коливання, ресурс машин.

The Considered questions plastic deforming material of the details under different way of their reconstruction. It is installed that under vibratory method of the processing factor friction falls that promotes increasing toughness restored to surfaces. Theoretical dependencies of the nature of toughness metal of the details are received. Keywords: plastic deforming, vibratory processing, contact friction, mechanical fluctuations, resource of the machines.

1. Введение

Оснащение сельскохозяйственного производства Украины производительной техникой требует дальнейшего совершенствования ремонта машин и восстановления деталей. Применение новых технологий, материалов способствуют повышению надежности сельскохозяйственных машин и агрегатов.

Недостаточная надежность сельскохозяйственной техники вызывает значительный расход запасных частей, что, в свою очередь, повышает затраты на их эксплуатацию и восстановление [1].

2. Постановка проблемы.

Решение проблемы надежности сельскохозяйственной техники является резервом повышения эффективности производства и производительности труда, что позволит на 30% сократить энергетические ресурсы на устранение отказов, связанных с износом деталей [2].

Применение эффективных технологий восстановления деталей позволяет повысить их прочность и износостойкость. Наибольшая долговечность деталей и сборочных единиц может быть достигнута применением метода вибрационного упрочнения.

В связи с этим проведение исследований по разработке и внедрению технологии восстановления деталей машин с использованием вибрационных колебаний является актуальным.

3. Анализ основных исследований и публикаций по данной проблеме.

Анализ литературных источников [3-6], а также изучение практики восстановления отдельных деталей показывают, что вибрационные колебания широко используются в машиностроении при изготовлении деталей машин. Однако в ремонтном производстве они не нашли широкого применения. Проблемность обусловлена необходимостью проведения практических и теоретических исследований для разработки технологии восстановления деталей машин сельскохозяйственного назначения.

Целью работы является повышение надежности сельскохозяйственных машин при их ремонте с использованием метода вибрационного упрочнения рабочих органов.

Для достижения цели в работе определено решение следующих задач:

- провести исследования влияния трения на характеристики обрабатываемого материала при вибрационном и обычном деформировании;
- изучить механизм упрочнения поверхности деталей при обычном и вибрационном деформировании.

Методологической основой проведенных исследований является оценка надежности сельскохозяйственных машин с выбором метода и параметров технологического процесса восстановления для увеличения их ресурса.

4. Результаты исследований.

Процесс вибрационной обработки сопровождается последовательным нанесением на обрабатываемую поверхность большого количества микроударов определенной частоты, вызванных действием колебаний обрабатывающего инструмента. При этом происходит ослабление контакта рабочей части инструмента (или отрыв) с поверхностью обрабатываемой детали, что способствует снижению трения между ними и увеличению величины деформации.

Одним из основных параметров технологического процесса восстановления изношенных деталей является величина деформации их материала, которая позволяет судить о возможности компенсации износа, полученного в процессе эксплуатации.

Основой вибрационного деформирования является динамический характер протекания, обеспечивающий пластическое деформирование материала

поверхностного слоя и вызывающий повышение микротвердости и образование остаточных напряжений, способствующих повышению износостойкости восстанавливаемых деталей.

При вибрационном деформировании под действием колебаний возникает инерционная сила, которая периодически усиливает и ослабляет давление обрабатывающего инструмента на поверхность контакта.

При ослаблении давления происходит относительное смещение контактных поверхностей, что вызывает снижение сил контактного трения.

С целью выявления характера изменения возникаемого трения при восстановлении таких деталей, как диски копачей свеклоуборочных машин, диски сошников зерновых сеялок, почвообрабатывающих рабочих органов использовали метод осадки клиновидного образца. Сущность метода заключается в нанесении на боковую поверхность (грань) клиновидного образца с определенными значениями длины l и угла наклона α вертикальных рисок. Осадка образца вызывает искривление рисок, за исключением одной, расположенной ближе к узкому концу образца, т.е. находящейся по центру обрабатывающего рабочего органа (инструмента). Данная риска отвечает положению нейтрального сечения, в котором отсутствовало относительное скольжение металла образца с соприкасаемыми поверхностями в процессе обработки.

Положение нейтрального сечения относительно концов образца зависит от коэффициента трения f и угла клина α .

Силы, действующие на элемент клиновидного образца, показаны на рис.1.

В зоне I на образец действуют нормальная сила N_1 и сила трения T_1 , а в зоне II – соответственно N_2 и T_2 .

Все указанные силы будут находиться в равновесии, поскольку обрабатываемый образец не перемещается. Следовательно, сумма их проекций на горизонтальную ось будет равно нулю, т.е. можно записать:

$$N_{x1} + N_{x2} + T_{x2} = T_{x1}, \quad (1)$$

где

$$\left. \begin{aligned} N_{x1} &= N_1 \cdot \sin \frac{\alpha}{2}; & N_{x2} &= N_2 \cdot \sin \frac{\alpha}{2}; \\ T_{x1} &= T_1 \cdot \cos \frac{\alpha}{2}; & T_{x2} &= T_2 \cdot \cos \frac{\alpha}{2}. \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

Если принять, что между контактируемыми поверхностями обрабатывающего инструмента и образца отсутствует прилипание материала (соблюдается жидкостное трение), то можно записать:

$$T_1 = f \cdot N_1; \quad T_2 = f \cdot N_2, \quad (3)$$

где f – коэффициент трения.

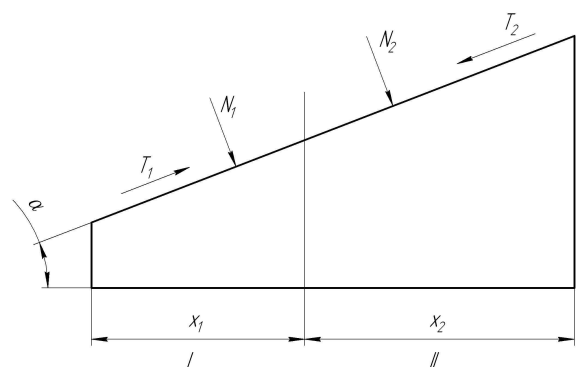


Рис.1. Схема действия сил

Нормальные силы, действующие на обрабатываемый инструмент, можно выразить через величину удельных давлений p и поверхности контакта:

$$N_1 = p_1 \cdot b \cdot x_1; \quad N_2 = p_2 \cdot b \cdot x_2, \quad (4)$$

где b – ширина обрабатываемого образца.

В случае равенства горизонтальных проекций нормального давления N_x и силы трения T_x имеем:

$$N \cdot \sin \alpha = T \cdot \cos \alpha = N \cdot f \cdot \cos \alpha. \quad (5)$$

Отсюда $\operatorname{tg} \alpha = f$. (6)

Подставив в выражение (6) значения нормальных сил и сил трения, принимая удельные давления на участках I и II равными между собой, а также произведя сокращения на p и b , получим:

$$\sin \frac{\alpha}{2} \cdot (x_1 + x_2) + f \cdot x_2 \cdot \cos \frac{\alpha}{2} = f \cdot x_1 \cdot \cos \frac{\alpha}{2}, \quad (7)$$

или

$$x_1 + x_2 = f \cdot \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2} \cdot (x_2 - x_1). \quad (8)$$

Отсюда находим значение коэффициента трения:

$$f = \frac{x_1 + x_2}{x_2 - x_1} \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}. \quad (9)$$

Значения коэффициента трения, подсчитанные по данной зависимости при углах клина $\alpha = 12^\circ$ и 17° (угол заточки лезвия рабочего инструмента), приведены в табл. 1.

Таблица 1 - Значения коэффициента трения

α°	Амплитуда колебаний А, мм	Коэффициент трения	
		Вибрационное деформирование	Обычное деформирование
12°	0,25	0,509	0,711
	0,5	0,301	
	0,75	0,484	
	1,0	0,593	
17°	0,25	0,548	0,745
	0,5	0,339	
	0,75	0,522	
	1,0	0,631	

На основании проведенных исследований установлено:

- при вибрационном деформировании наименьшее значение коэффициента трения имеет место при амплитуде колебания $A = 0,5$ мм;

- с увеличением угла заточки режущего элемента рабочего органа коэффициент трения возрастает в 1,13 раза;

- коэффициент трения при вибрационном деформировании по сравнению с обычным деформированием снижается в 2,0-2,36 раза.

Снижение коэффициента трения при вибрационном деформировании способствует повышению упрочения обрабатываемого материала восстанавливаемой детали в результате большего его уплотнения.

Степень уплотнения находили по отношению площади элемента образца до обработки к площади, получаемой после обработки.

Расчетные значения степени уплотнения (упрочнения) приведены в табл. 2.

Таблица 2 - Значения степени уплотнения (упрочнения)

Материал	Амплитуда А, мм	Степень уплотнения	
		при вибрационном деформировании	при обычном деформировании
Сталь 65Г	0,5	0,059	0,043
Сталь 65Г, сормайт		0,040	0,028
Сталь 45, сормайт		0,049	0,036

Как показали исследования, степень уплотнения образцов, восстановленных привариванием полос (шин) из стали 45 с последующей наплавкой сормайтом при вибрационном деформировании в 1,36 раза больше, чем при обычном деформировании.

5. Выводы.

1. Оценен характер пластического деформирования и сформулировано представление, объясняющее повышение пластичности при вибрационном деформировании по отношению к обычному.

2. Изучено влияние трения на прочностные характеристики обрабатываемого материала деталей, оказывающего влияние на его упрочнение.

Список литературы: 1. Постанова Кабінету Міністрів України від 30 травня 2007 р. №785 «Про затвердження Державної цільової програми реалізації технічної політики в агропромисловому комплексі на період до 2011 року». 2. Анілович В.Я. Надійність машин в завданнях та прикладах / В.Я. Анілович, О.С. Гринченко, В.Л. Литвиненко. – Харків: Око, 2001. – 320 с. 3. Рибак Т.І. Пошукове конструювання на базі оптимізації ресурсу мобільних сільськогосподарських машин / Т.І. Рибак . – Тернопіль: ВАТ «ТВПК», 2003. – 332 с. 4. Черновол М.И. Современные материалы для восстановления и упрочнения деталей машин / М.И. Черновол, Ф.И. Златопольский, Л.К. Лопата. – Кировоград: 1994. – 84 с. 5. Баби́чев А.П. Основы вибрационной технологии / А.П. Баби́чев, И.А. Баби́чев. – Ростов н/Д: Издательский центр ДГТУ, 2008. – 694 с. 6. Дудников И.А. К вопросу влияния вибрационной обработки на деформирование материала обрабатываемых деталей / И.А. Дудников, А.П. Кившик, А.А. Дудников. Зб. наук. праць. Випуск 39. – Кировоград: 2009. – С.167-169.

Поступила в редколлегию 24.01.2011

УДК 621.625+621.438

Ю. А. БЫКОВ, канд. техн. наук, докторант, Институт проблем машиностроения им А.Н. Подгорного НАН Украины, г. Харьков

ФАКТОРЫ ВЛИЯНИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ НА АЭРОУПРУГОСТЬ ЛОПАТОК ТУРБИНОЙ РЕШЕТКИ

Проведен анализ факторов влияния распределения температуры на аэроупругие характеристики решеток колеблющихся турбинных лопаток. Выявлены основные пути взаимного влияния, определены задачи, необходимые для решения поставленной проблемы.