

УДК: 621.43-2.004

А.А. Дудников, А.И. Беловод, В.В. Дудник, А.В. Канивец

Полтавская государственная аграрная академия

ПОВЫШЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ БРОНЗОВЫХ ДЕТАЛЕЙ МАШИН ВИБРАЦИОННО-УПРОЧНЯЮЩЕЙ ОБРАБОТКОЙ

Виявлено вплив параметрів обробки та оброблюючого інструменту, і проведена оцінка зносостійкості відрновлених бронзових деталей методом вібраційного зміцнення.

Ключевые слова: зносостійкість, вібраційне зміцнення, режим обробки, зусилля деформування, залишкові напруження.

А.А. Дудніков, А.І. Біловод, В.В. Дудник, А.В. Канівець

ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ БРОНЗОВИХ ДЕТАЛЕЙ МАШИН ВІБРАЦІЙНО-ЗМІЦНЮЮЧОЮ ОБРОБКОЮ

Виявлено вплив параметрів обробки та оброблюючого інструменту, і проведена оцінка зносостійкості відрновлених бронзових деталей методом вібраційного зміцнення.

Ключові слова: зносостійкість, вібраційне зміцнення, режим обробки, зусилля деформування, залишкові напруження.

A.A. Dudnikov, A.I. Bilovod, V.V. Dudnik, A.V. Kanivets

INCREASE OF DURABILITY OF BRONZE DETAILS MACHINES VIBRATING-HARDENING TREATMENT

The influence of processing parameters and processing tools, and assess durability restored bronze parts by vibrating hardening.

Keywords: durability, vibration hardening processing mode, deformation force, residual stresses.

Постановка проблеми. Актуальність роботи обумовлена необхідністю розробки і застосування ефективної технології підвищення довговічності бронзових деталей сільськогосподарських машин шляхом використання вібраційних коливань для упрочнення їх робочих поверхностей.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. При експлуатації сільськогосподарської техніки їх деталі піддаються изнашиванию в результаті дії зовнішніх факторів: навантажень, виду мастила і способу її підводу, швидкості відносного переміщення трущихся тіл і др. [1].

Изнашивание трущихся поверхностей деталей – результат пластического деформирования соприкасающихся поверхностей и разрушение материала на отдельных наиболее сближенных участках контакта [2, 3].

Для підвищення зносостійкості бронзових втулок застосовуються різні методи: пластична деформація; дифузійна металізація; плазменне напылення і др. Найбільш прийнятним методом є пластичне деформування в холодному або гарячому стані: осадка, обжатие. Оскільки при осадці зменшується довжина оброблюваної втулки, то даний спосіб зазвичай застосовують при відновленні бронзових втулок з внутрішнім діаметром до 60 мм і величиною износа до 0,2 мм.

Восстановление диффузионной металлизацией (диффузионное хромирование) не обеспечивает необходимого увеличения геометрических размеров [4].

Метод плазменного напылення не позбавлений ряду недоліків: необхідність в складному обладнанні і висококваліфікованому персоналі; низька продуктивність процесу і висока вартість застосовуваних матеріалів.

В останнє час знаходить застосування метод використання вібраційних коливань при обробці металів тисненням. Зносостійкість матеріалу деталей, підданих вібраційному упрочненню, визначається в значительній ступені глибиною упрочненого шару [5].

Проведення досліджень по вібраційному деформуванню деталей типу «втулка» з метою застосування отриманих даних при розробці технології відновлення изношених деталей представляє практичний інтерес.

Ціль і задачі дослідження. В роботі поставлена ціль – підвищення довговічності бронзових деталей типу «втулка» шляхом їх відновлення методом вібраційного упрочнення.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- изучить влияние параметров рабочего инструмента (пуансона) и режимов обработки;
- провести оценку износостойкости восстановленных бронзовых втулок методом вибрационного упрочнения.

Изложение основного материала. Обработку внутренней поверхности образцов-моделей проводили пуансонами, изготовленными из стали У7 и закаленными при температуре 70 – 80 °С. Угол уклона конуса рабочей части пуансона β равнялся 8°; 9°; 10°, а высота калибрующей части h составляла 3; 5 и 7 мм.

В процессе деформирования образцов-втулок установлено, что на рабочую поверхность пуансона происходит налипание металла в результате схватывания с деформируемой поверхностью. Так, при угле уклона пуансона $\beta = 9^\circ$ и припуске на обработку $\Pi = 0,4$ мм величина налипаемого металла на поверхность пуансона составила при обычном деформировании 0,040 г, а при вибрационном 0,009 г, т.е. в 4,44 раза меньше.

При деформировании втулок происходит увеличение их наружного диаметра, величина деформации которого зависит от следующих факторов: амплитуды и частоты колебаний обрабатывающего инструмента (пуансона), величины его угла уклона, скорости деформирования, припуска на обработку, материала и размера деталей, смазки.

Исследованиями установлено, что при припусках на обработку 0,1...0,3 мм изменение наружного диаметра происходит по зависимости близкой к прямолинейной. Однако, при вибрационном деформировании увеличение наружного диаметра имеет большее значение, чем при обычном (рис. 1). Так, при припуске $\Pi = 0,4$ мм увеличение наружного диаметра образцов при угле уклона пуансона $\beta = 9^\circ$ составило при вибрационном деформировании 0,200 мм, а при обычном – 0,158 мм.

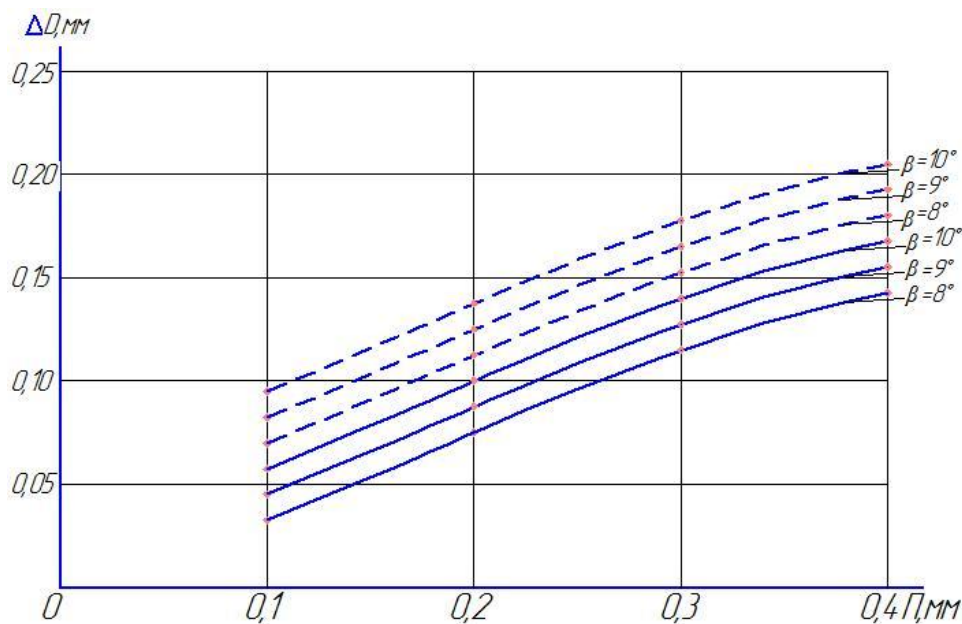


Рис. 1. Изменения наружного диаметра верхнего пояса образца:

- при обычном деформировании;
- при вибрационном деформировании.

Были определены следующие конструктивно-режимные параметры упрочнения: амплитуда A , частота колебаний рабочего инструмента (пуансона) n и угол уклона пуансона β .

В результате проведения регрессивного анализа данных экспериментальных исследований с помощью программы Statistika 6.0 получены следующие уравнения взаимосвязи основных параметров вибрационного упрочнения:

$$\Delta D = 0,5057 - 0,0107A - 2,5 \cdot 10^{-5}n - 0,0954\beta + 0,0044A^2 + 9,1 \cdot 10^{-9}n^2 + 0,0051\beta^2, \quad (1)$$

$$\Delta d = 0,1126 - 0,0097A - 1,1 \cdot 10^{-5}n - 0,0141\beta + 0,0042A^2 + 3,5 \cdot 10^{-9}n^2 + 0,0007\beta^2. \quad (2)$$

По полученным уравнениям регрессии были построены поверхности откликов зависимости величины износа от угла уклона пуансона β , амплитуды A и частоты колебаний пуансона n .

Исследованием на экстремуме полученных поверхностей установлено, что оптимальными режимами вибрационного упрочнения являются: частота колебаний рабочего органа (пуансона) $n = 1400 \text{ мин}^{-1}$; амплитуда пуансона $A = 1,0 \text{ мм}$; угол уклона пуансона $\beta = 9^\circ$.

Экспериментально установлено, что величина изменения интенсивности усилия деформирования бронзовых втулок при вибрационном нагружении в 1,36...1,57 раза меньше, чем при обычной раздаче (рис. 2).

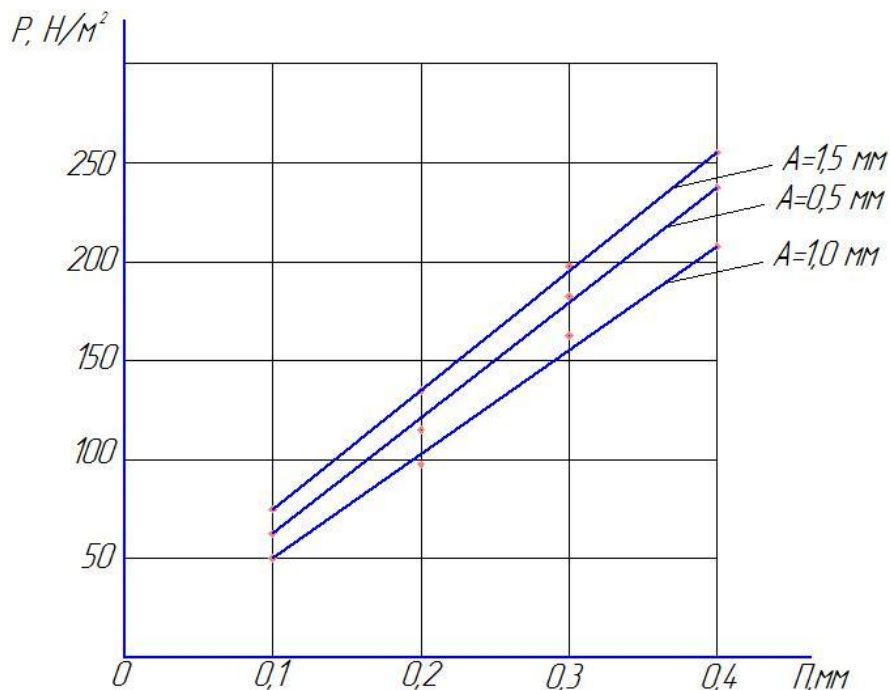


Рис. 2. Изменения усилий деформирования в зависимости от припуска и амплитуды колебаний пуансона

Как видно из рис. 2 усилие деформирования втулок длиной 40 мм пуансонами с углом уклона $\beta = 9^\circ$ при припуске $\Pi = 0,4 \text{ мм}$ и амплитуде $A = 1,0 \text{ мм}$ в 1,11 и 1,19 раза меньше, чем при амплитуде $A = 0,5 \text{ мм}$ и $A = 1,5 \text{ мм}$. Это можно объяснить совместным действием статических и динамических напряжений, что облегчает перемещение линий скольжения и, следовательно, уменьшает усилие деформирования.

Исследование на износостойкость образцов проводили на машине трения МИ-1М по схеме «ролик-колодочка», имитирующих работу соединения опорная втулка-шейка распределительного вала двигателя ЯМЗ-236. Проведенные исследования показали, что при вибрационном деформировании износ колодочки в 1,2 и ролика в 1,13 раза меньше, чем при обычной раздаче. Снижение величины износа свидетельствует о повышенной износостойкости деталей, восстановленных методом вибрационного деформирования по сравнению с традиционно применяемым.

Полученные данные эксплуатационных испытаний втулок распределительных валов указанных двигателей показали, что средняя величина максимального износа внутренней поверхности втулок, восстановленных вибрационным деформированием, в 1,52...1,57 раза меньше по сравнению с износом втулок, восстановленных обычной раздачей.

Оценку надёжности работы бронзовых деталей машин проводили по коэффициенту технического использования, поскольку именно этот показатель является важным комплексным оценочным показателем надёжности техники, так как количественно характеризует свойства как безотказности объекта, так и ремонтпригодности.

Средние значения коэффициента технического использования двигателей тракторов, работающих с бронзовыми втулками распределительных валов, приведены в табл. 1.

Таблиця 1.

Значения коэффициента технического использования

Вариант бронзовых втулок	Время работы, ч.	Коэффициент технического использования
1. Восстановленные вибрационным упрочнением	3292	0,982
2. Восстановленные обычной раздачей	2188	0,926

Проведенные эксплуатационные испытания позволяют прогнозировать большую надёжность всего технологического комплекса, а также планировать количество технических обслуживаний и ремонтов в определённый период времени для обеспечения его бесперебойной работы.

Выводы. 1. В статье приведено новое решение повышения долговечности бронзовых деталей сельскохозяйственных машин.

2. Дано теоретическое обоснование влияния вибрационных колебаний на характер пластического деформирования материала бронзовых втулок, определены конструктивно-кинематические параметры обрабатывающего инструмента и обработки.

3. С использованием тензометрирования получены аналитические зависимости по определению усилия деформирования.

4. Выполнена оценка надёжности опорных втулок распределительных валов, определяемая по коэффициенту технического использования, который у двигателей с втулками, восстановленными методом вибрационного упрочнения в 1,043 раза выше, чем у двигателей с втулками, восстановленными по традиционной технологии.

Список использованных источников:

1. Крагельский И.В. Трение и изнашивание / И.В. Крагельский. –М.: Машиностроение, 1988. – 420 с.
2. Rabinovicz E. Friction and Wear of Material, New-York / Wiley and Sons, 1985, p. 244.
3. Пельцер Г. Основы трения и изнашивания / Г. Пельцер, Д. Майснер. –М.: Машиностроение, 1994. – 264 с.
4. Levine S.R. in «Elektrochem. Soc», 1984, V. 121, №87. p. 1051-1064.
5. Бабичев А.П. Основы вибрационной технологии / А.П. Бабичев, И.А. Бабичев. –Ростов н/Д: Издательский центр ДГТУ, 2008. – 694 с.

Стаття надійшла до редакції 21.03.2016.