

Литература:

1. Александров М.П. Грузоподъемные машины. – М.: Изд-во МГТУ им.Н.Э. Баумана-Высшая школа, Москва 2000. – 552с.
2. Алексеева Л.А. Теория и практика подъема [Текст] / Л.А. Алексеева, Ю.Р. Бредихин, Л.А. Волобуева // изд. «Наукова думка», Киев, 1975 – 352 с.
3. Ковальський Б. С. Теория многослойной навивки каната [Текст] / Б. С. Ковальський // ДАН УССР .– 1950.– №74.– С. 429–432.

Дается класифікація деталей машин, для яких актуальне управління якістю матеріалу їх поверхневих шарів
Ключові слова: *працездатність, вібраційне зміцнення, зношування, управління якістю*

Дается классификация деталей машин, для которых актуально управление качеством материала их поверхностных слоев

Ключевые слова: *работоспособность, вибрационное упрочнение, изнашивание, управление качеством*

Classification of details of machines which a quality of material of their superficial layers management is actual for is given

Keywords: *capacity, oscillation work-hardening, wear, quality management*

УДК 621.9

КЛАССИФИКАЦИЯ ДЕТАЛЕЙ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ИХ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ

И. А. Дудников

Кандидат технических наук, доцент, декан инженерно-технологического факультета
 Полтавская государственная аграрная академия
 ул. Сковороды, 1/3, г. Полтава, Украина, 36003
 Контактный тел.: (0532) 22-29-81

Введение

В процессе эксплуатации детали машин теряют свою работоспособность вследствие физического износа разных видов: механического износа, коррозии, кавитации, старения материала и др. Одной из основных причин выхода деталей из строя является износ и повреждение их рабочих поверхностей, снижающих их качество [1].

Качество поверхности деталей машин, прежде всего, определяется физико-механическими свойствами поверхностного слоя и геометрическими характеристиками деталей, основными из которых являются: шероховатость и волнистость поверхности, отклонения от правильной геометрической формы. К основным физико-механическим характеристикам качества следует отнести: структуру и микроструктуру поверхностного слоя, твердость и микротвердость, наличие остаточных напряжений [2].

В условиях повышенных нагрузок контактирующих поверхностей возрастают требования к прочностным характеристикам материала деталей, что, в большинстве случаев, обеспечивается приданием их поверхностному слою необходимых физико-механических свойств.

2. Постановка проблемы

Большое количество ответственных деталей машин работает в условиях абразивного, коррозионного и других видов воздействия рабочих сред. Задачи повышения долговечности и надёжности этих деталей решаются, как правило, применением высокопрочных нержавеющей сталей и сплавов, что влечёт за собой большой расход как дорогостоящих материалов, так и повышение стоимости изготовления или восстановления указанных деталей машин.

Недостаток дефицитных материалов и их высокая стоимость ведут к снижению эффективности производства, затрудняют обеспечение требуемого качества продукции.

Исследования, направленные на создание и применение методов упрочнения, например, поверхностным пластическим деформированием (ППД), могут быть отнесены к числу актуальных для агропромышленного комплекса страны.

3. Анализ основных исследований и публикаций по данной проблеме

Конструкторско-технологический анализ предметной области исследований позволил разделить все изделия, для которых необходимо управление качеством поверхностного слоя, на виды в зависимости от требований, предъявляемых как к самим изделиям, так и к их рабочим поверхностям. Анализ существующих методов повышения качества поверхностных слоёв деталей машин показал как их достоинства, так и недостатки.

Анализируя основные причины разрушений деталей машин, можно отметить, что они воспринимают нагрузку на изгиб, растяжение, сжатие. Многократное приложение знакопеременных нагрузок при недостаточном запасе прочности или при наличии концентраторов напряжений может вызвать усталостное разрушение материала. Усталость определяет работоспособность детали, её долговечность.

Величина износа зависит также от условий трения между поверхностями деталей и рабочей средой, определяющихся рядом факторов: физико-механическими свойствами материала контактируемых поверхностей деталей, их формой и размерами, шероховатостью поверхностей трения, режимами работы и др.

Большое влияние на износ поверхностей оказывает среда, в которой приходится работать деталям.

Изношенные поверхности восстанавливают до номинальных размеров путём наращивания наплавкой, металлизацией, различными видами покрытий, способом пластического деформирования [3].

Для повышения ресурса отдельных деталей применяются различные методы их упрочнения: закалка токами высокой частоты (ТВЧ), нанесение гальванических покрытий, упрочнение ППД и т.д.

Специфика условий работы отдельных видов деталей состоит в том, что они подвергаются кратковременному воздействию высоких локальных нагрузок, приводящих к усталостному микро- и макровыкрашиванию материала и различным видам изнашивания: механическому, молекулярно-механическому, абразивному, усталостному, окислительному [4].

Метод поверхностного пластического деформирования, по нашему мнению, следует подбирать для каждой группы деталей. Поэтому необходимо проведение исследований восстановления рабочих органов сельскохозяйственных машин с целью повышения их долговечности и надёжности.

4. Результаты исследований

Как показывают исследования [5-7], контакт соприкасающихся поверхностей деталей вследствие шероховатости и волнистости происходит в отдельных точках, поэтому фактическая площадь контакта меньше номинальной. Под действием нормальной нагрузки выступы микрошероховатостей одной поверхности внедряются в другую, причём в местах фактического контакта поверхности сближаются настолько, что между ними возникают силы молекулярного взаимодействия. При скольжении поверхностей происходит деформирование поверхностных слоёв трущихся ма-

териалов, а также разрушение и образование новых молекулярных связей. Согласно молекулярно-механической теории Н.В.Крагельского [8] о двойственном характере связей между трущимися поверхностями сила трения определяется силами молекулярного и механического воздействия. Влияние каждой из сил взаимодействия на трение зависит от свойств материалов трущейся пары трения и состояния трущихся поверхностей. С уменьшением шероховатости поверхностей роль молекулярных сил возрастает, а роль механического взаимодействия уменьшается. При дальнейшем уменьшении шероховатости пара оказывается неработоспособной и происходит схватывание поверхностей.

Свойства поверхностных слоёв детали существенно отличаются от объёмных свойств материала, из которого она изготовлена. Силовое поле, создаваемое атомами поверхностного слоя, обладает высокой адсорбционной способностью.

Адсорбированные плёнки уменьшают молекулярную составляющую силы трения и, обладая пониженной твердостью, чем сам материал, уменьшают механическое взаимодействие при трении. Нормальная нагрузка при этом воспринимается трущимися поверхностями через адсорбированные плёнки в точках фактического контакта. Дискретный характер контакта трущихся поверхностей обуславливает при трении периодическую смену точек контакта. При разрушении адсорбированных плёнок происходит схватывание поверхностей, вызывающее задиры, который приводит к разрушению трущихся поверхностей. Сила трения в этом случае зависит от протяжённости зон схватывания и сопротивления их разобщению.

Из сказанного вытекает, что граничная плёнка должна обладать высоким сопротивлением продавливанию и низким сопротивлением срезу.

Смазочный материал как бы транспортирует металл в зону трения, участвует в физико-химических процессах на поверхности контакта при образовании металлической плёнки, называемую сервопитной пленкой (СП), представляющей собой вещество, образованное потоком энергии. Трение создаёт плёнку.

Ряд авторов [2] предлагают создавать не плёнки с заданными характеристиками, а специальные поверхностные структуры (СПС), что позволит сделать рывок в проблеме поверхностного упрочнения.

Поверхности ряда деталей могут подвергаться адгезионному, абразивному, окислительному и другим видам износа.

Адгезионный износ заключается в отрыве или срезе мельчайших частиц материала под действием сил адгезии. Этот вид износа может быть обнаружен и изучен только на металлографических шлифах. Налипший материал иногда скрывает изношенную поверхность, и при таких условиях визуальное измерение износа будет не объективным.

Интенсивность адгезионного износа зависит от свойств материалов и режимов обработки.

Большое количество деталей сельскохозяйственных машин (диски копачей свеклоуборочной техники, диски сошников посевных машин, плужные лемехи, лапы культиваторов и др.) подвержены абразивному изнашиванию.

Абразивный износ обусловлен наличием в контактируемом с деталью материале частиц более твёрдых, чем материал детали. Абразивное воздействие считается основной причиной износа.

Окислительным износом называют установившийся стационарный процесс динамического равновесия разрушения и восстановления окисных плёнок, причём скорость окисления превышает скорость других процессов, проникающих на поверхности трения. При прочном соединении с материалом детали они могут уменьшать интенсивность изнашивания, а при слабом соединении – усиливать износ трущихся поверхностей.

Задавая свойства поверхностного слоя деталей можно, в конечном итоге, управлять важнейшими выходными параметрами технологического процесса, повышая, тем самым, качество поверхностного слоя изготавливаемых (восстанавливаемых) деталей.

Повышение надёжности технологического процесса может в определённой мере обеспечить за счёт введения специальных видов обработки, повышающих износостойкость и усталостную прочность. Для этих целей применяют технологические процессы, упрочняющие поверхностный слой, придающие ему особые свойства.

Области применения различных методов упрочнения для повышения долговечности деталей машин представлены в табл. 1.

Применение упрочняющих технологий способствует созданию запаса надёжности технологического процесса восстановления, поскольку обеспечиваются более высокие эксплуатационные свойства восстанавливаемых деталей сельскохозяйственной техники. В этом плане особый интерес представляют разработки, связанные с упрочнением методом вибрационного деформирования.

Таблица 1

Упрочняющие технологии для повышения эксплуатационной стойкости детали

| Методы упрочнения рабочих поверхностей | | Повышение сопротивляемости износу | | |
|--|------------------------------------|-----------------------------------|-------------|--------------------------|
| | | абразивный | усталостный | коррозионно-механический |
| Поверхностная деформация | 1. Центробежно-шариковый наклёп | | + | + |
| | 2. Обкатывание роликами и шариками | | + | + |
| | 3. Вибрационная обработка | + | + | + |

Продолжение таблицы 1

| | | | | |
|---------------------------|---|---|---|---|
| Комбинированная обработка | 4. Упрочнение наклёпом закалённых деталей | | + | + |
| | 5. Упрочнение наклёпом деталей, подвергнутых термохимическим обработкам | | + | + |
| | 6. Наплавка под слоем флюса | + | | + |
| | 7. Вибродуговая наплавка | + | | + |
| | 8. Упрочнение напылением | | | + |

Вибрационная обработка представляет собой механический или химико-механический процесс съёма частиц материала с обрабатываемой поверхности, а также сглаживание микронеровностей путём их пластического деформирования.

Вибрационные технологические процессы сопровождаются последовательным нанесением на обрабатываемую поверхность деталей большого числа микроударов, сообщаемых рабочему инструменту либо обрабатываемой детали.

Вибрационные методы обработки способствуют интенсификации целого ряда процессов, повышают уровень механизации и автоматизации трудоёмких работ.

При вибрационной обработке периодически происходит отрыв поверхности рабочей части инструмента от обрабатываемой поверхности деталей. При этом происходит микропроцесс разгрузки контактируемых поверхностей инструмента и детали. Динамическое воздействие возрастает с увеличением таких параметров, как амплитуда и частота колебаний.

Вибрационное упрочнение является универсальным методом упрочняющий обработки особенно для деталей, работающих в абразивных средах: рабочие органы почвообрабатывающих машин, свёклоборочной техники, посевных агрегатов, картофелеуборочных машин и др.

В результате проведенных исследований можно произвести классификацию деталей, для которых актуально управление качеством поверхностных слоёв в зависимости от основных требований, предъявляемых к этим деталям (табл. 2).

Таблица 2

Классификация деталей, для которых актуально управление качеством поверхностных слоёв

| Группы деталей | Основные требования к деталям | Поверхности деталей | Основные требования к ответственным поверхностям деталей |
|--|---|--|---|
| 1. Детали типа валов, стержней, коленвалов | Высокая прочность и сопротивление усталостным разрушениям | Шейки под подшипники скольжения и посадочные места | Высокая микротвёрдость и стойкость против коррозионно-абразивного и окислительного износа, низкая шероховатость |

Продолжение таблицы 2

| | | | |
|-------------------------------------|---|---|---|
| 2. Детали типа пустотелых цилиндров | Обеспечение работоспособности в условиях переменных нагрузок и высокая температура напряжений | Внутренние поверхности гильз, втулок верхних головок шатунов, поршневые пальцы | Высокая микротвёрдость и стойкость против окислительного износа, низкая шероховатость |
| 3. Детали профильные | Обеспечение работоспособности в условиях абразивного износа | Поверхности дисков копачей, дисков сошников, плужных лемехов, лап культиваторов | Высокая стойкость к абразивному, механическому и усталостному износу |

5. Выводы

Наиболее экономическое обеспечение качества поверхностных слоёв деталей за счёт применения вибрационного упрочнения и направленного сочетания его с другими технологиями позволит в значительной мере реализовать методологию управления качеством поверхностных слоёв наиболее ответственных деталей при изготовлении и ремонте машин.

Литература

1. Гаркунов Д.Н. Триботехника/ Д.Н. Гаркунов.– М.: Машиностроение, 1989. – 327с.
2. Костюк Г.И. Новые пути создание поверхностных слоёв деталей с заданными физико-механическими свойствами/ Г.И. Костюк, А.К. Мяслица, И.Г. Левченко, А.А. Некрасов, А.К. Горлов// Труды международной конференции «Новые технологии в машиностроении». – Харьков – Рыбачье. – 1996. – С.236-243.
3. Воробьёв Л.Н. Технология машиностроения и ремонт машин/ Л.Н.Воробьёв. – М. Машиностроение, 1986. – 224 с.
4. Антонюк В.С. Новое в формировании упрочняющих покрытий./ В.С. Антонюк, М.С. Дигам// Сучасне машинобудування. №1 – 1999. – С.105-110.
5. Дудников А.А. Проверка условий подбора стендовых и эксплуатационных испытаний рабочих органов свеклоуборочных машин / А.А. Дудников, А.И. Беловод, И.А. Дудников // Вісник ПДАА. – Полтава, 2006. – №4. – С. 48-50
6. Дудников И.А. Повышение долговечности восстановленных деталей пластическим деформированием / И.А. Дудніков, А.И. Беловод // Зб. наук. праць ТАДА. Мелітополь, 2006. – С. 42-44.
7. Дудников А.А. Виды износов деталей сельскохозяйственных машин в процессе эксплуатации/ А.А. Дудников, И.А. Дудніков, А.И. Беловод // Вісник ХДТУСГ ім. П.Василенка: Механізація сільськогосподарського виробництва. Вип. 44.Т.2. – Харків, 2006. – С. 264-269.
8. Крагельский И.В. Трение и изнашивание/ И.В. Крагельский. –М.: Машиностроение, 1988. – 420с.