

4. Одинг, И.А. Теория дислокаций в металлах / И.А. Одинг. – М.: АН СССР, 1959. – 84 с.
5. Надежность и долговечность машин / Б.И. Костецкий [и др.]. – Киев: Техніка, 1975. – 408 с.
6. Финкель, В.М. Физические основы торможения разрушения / В.М. Финкель. – М.: Металлургия, 1977. – 360 с.
7. Романов, А.Н. Пороговая скорость роста усталостной трещины и циклическая трещиностойкость металлов / А.Н. Романов, О.В. Иванова // Проблемы машиностроения и надежности машин. – 1993. – № 5. – С. 35 - 41.
8. Куслицкий, А.Б. Неметаллические включения и усталость стали / А.Б. Куслицкий. – Киев: Техніка, 1976. – 128 с.
9. Меламедов, И.М. Физические основы надежности / И.М. Меламедов. – Л.: Энергия, 1970. – 152 с.
10. Фридель, Ж. Дислокации / Ж. Фридель. – М.: Мир, 1967. – 644 с.
11. Владимиров, В.И. Физическая природа разрушения металлов / В.И. Владимиров. – М.: Металлургия, 1984. – 280 с.
12. Пашков, П.О. Разрыв металлов / П.О. Пашков. – Л.: Судпромгиз, 1960. – 243 с.
13. Мешков Ю.Я. Физические основы разрушения стальных конструкций / Ю.Я. Мешков. – Киев: Наукова думка, 1981. – 240 с.
14. Завистовский, В.Э. Механика разрушения и прочность материалов с покрытиями / В.Э. Завистовский. – Новополюк: ШУ, 1999. – 144 с.
15. Иванова, В.С. Количественная фрактография. Усталостное разрушение / В.С. Иванова, А.А. Шанянский. – Челябинск: Металлургия, 1988. – 400 с.
16. Антоноук, В.Е. Основные положения динамической стабилизации геометрических форм деталей / В.Е. Антоноук, С.В. Берестнев // Доклады НАН Б, 2005. – Т. 49, № 3. – С. 98 – 102.

УДК 622.232-2:539.375.6

ВИДЫ И ХАРАКТЕРИСТИКИ ИЗНАШИВАНИЯ ДЕТАЛЕЙ УЗЛОВ И МЕХАНИЗМОВ ГОРНО-ШАХТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ В АБРАЗИВНОЙ СРЕДЕ

Н.А. Антанович, П.А. Тромпель

ЧУП «Институт горной автоматики», Сольгорск

Изнашивание. Ряд проблем, возникающих при работе машин и механизмов, связан с изнашиванием деталей и узлов в процессе эксплуатации. Обычно разрушение происходит в форме отслаивания от поверхностей трения мелких частиц материала, что приводит к накоплению дефектов в структуре с концентрацией их в поверхностном слое и, как следствие, к следующим явлениям:

- текстурированию материала в направлении скольжения;
- химическим реакциям материала с активной средой;

- переносу вещества с поверхности трения в глубину либо обратно;
- разрушению поверхностного слоя сопряженных деталей;
- изменению размеров, форм, объемов и масс деталей.

Косвенными признаками износа являются снижение показателей работы машин, появление вибраций, заклинивание [1].

Износ оборудования происходит под воздействием механических (качество металла, чистота обработки, наличие и количество смазки), тепловых (тепловое разрушение деталей и их деформация как следствие ползучести металла), а также химических (коррозионный износ) факторов.

Основные характеристики и виды изнашивания. Представление о характере изнашивания можно получить из краткого обзора основных разновидностей изнашивания.

Основным видом износа является *механический*, обусловленный силами трения, возникающими при взаимном перемещении сопряженных деталей. В результате происходит сминание (изменение размера детали без изменения ее массы) или выкрашивание частиц (изменяются масса и размер детали) с поверхности деталей [1]. Механический износ зависит от качества металла, чистоты обработки, наличия смазки деталей трущихся поверхностей [3].

Молекулярно-механическое изнашивание возникает в процессе обработки механизмов путем переноса материала с одной поверхности трения на другую. Этот процесс проявляется в виде глубоких борозд и рисок при нарушении промежуточных масляных слоев и взаимодействия физически чистых контактирующих поверхностей [2].

К усталостному изнашиванию относят случаи, когда отсутствуют аномальные повреждения, а трение протекает в нормальных условиях, имеется смазка, но тем не менее вследствие трения материал поверхностного слоя «устает» и отделяется в виде частиц износа [1].

Коррозионно-механическое изнашивание (окислительный износ, водородный износ) распространено в машинах, где трущиеся поверхности вступают в химическое взаимодействие с окружающей средой. Разрушение поверхности трения происходит под воздействием коррозии и механического изнашивания [2].

Фреттинг-коррозия (форма окислительного износа) наблюдается в неподвижных соединениях, подверженных вибрации (например, резьбовые соединения). При этом микроперемещения в контакте вызывают накопление дефектов структуры, образование микро- и макротрещин, по которым в глубину от поверхностей диффундируют кислород и другие активные компоненты среды. Отделившиеся частицы абразивно воздействуют на поверхность [1].

Абразивное изнашивание характерно для машин и механизмов, работающих в горно-шахтных условиях, когда твердые частицы, увлекаемые потоком воды, воздуха или газов, со значительной скоростью ударяются о металлические детали. Абразивный износ выделяется в самостоятельный вид и характеризуется как наиболее интенсивный процесс разрушения материалов [3]. На процесс абразивного изнашивания могут влиять природа абразивных частиц, агрессивность среды, свойства изнашиваемых поверхностей, ударное взаимодействие, нагрев и другие факторы. Абразивные частицы производят на поверхностях трения разрушительные действия в виде царапания поверхностей, либо выдавливания лунок или бороздок и при многократном повторении приводят к локальным усталостным разрушениям [2].

Гидроабразивный износ возникает при действии на поверхность потоков газа или жидкости, содержащих частицы абразива.

При отсутствии абразивных частиц в струях жидкостей или газов наблюдается *эрозионный износ* [1].

Методы уменьшения износа деталей. ЗАО «Солигорский Институт проблем ресурсосбережения с Опытным производством» выпускает проходческие и очистные комбайны, гидромеханизированные крепи, оборудование шахтных подъемов и обогатительных фабрик, буровое и крупнотоннажное транспортное оборудование, комплексы по перегрузке сыпучих материалов и многие другие высокотехнологичные машины и механизмы. По роду занятий предприятие постоянно сталкивается с проблемами износа оборудования и занимается проблемами увеличения износостойкости материалов, т.к. в горно-шахтных условиях детали и узлы подвергаются комплексному износу. Для увеличения износостойкости деталей машин и механизмов принимаются комплексные меры с использованием конструктивных, технологических и эксплуатационных методов повышения износостойкости.

В частности на примере проходческого комбайна ПКС-8М (рис.) можно выделить ряд методов, которые применяются для повышения стойкости узлов и механизмов его ходовой части к *абразивному износу*, тем самым увеличивая эксплуатационный период работы машины в целом.

Элементами, максимально подверженными *абразивному износу*, являются звенья гусеничной ленты, служащие для сцепления машины с грунтом (траки 1), а также направляющие полотна гусеничной цепи – катки 3.

Для увеличения срока эксплуатации ходовой части на катках 3 вместо подшипников качения применяют подшипники скольжения. Такой выбор пар трения снижает концентрации нагрузок в них, тем самым повышая срок службы.

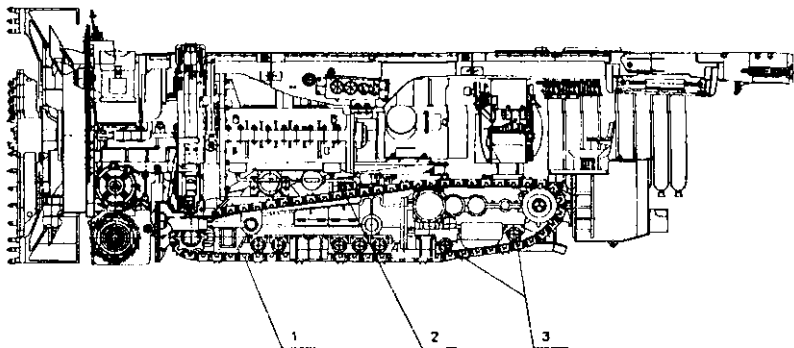


Рис. Проходческий комбайн ПКС-8М

Изготовление траков методом поковки увеличивает их износостойкость по сравнению с траками, изготовленными литьем.

Кроме того, в местах максимального трения звеньев 1 гусеничной ленты о раму 2 комбайна поверхности на раме покрывают износостойкими материалами, которые наносятся методом наплавки. Она, являясь разновидностью сварки, применяется для деталей, подверженных *абразивному износу*. Здесь наплавляемым материалом является «Электрод Э320Ч23С2 ГТР ГОСТ 10051-75».

За счет применения эксплуатационных методов износостойкости (первичная обкатка комбайна), множества *технологических методов* (снижение шероховатости поверхностей; применение покрытий, предохраняющих поверхности от схватывания; упрочнение поверхностных слоев деталей), а также *конструктивных методов* (например, самокомпенсация износа – прижатие манжеты к валу пружиной) достигается значительное увеличение износостойкости механизмов и узлов ходовой части комбайна.

Выводы. Современное машиностроение характеризуется сложными условиями эксплуатации машин, связанными с высоким уровнем действующих напряжений, вибрациями, широким температурным интервалом, агрессивными средами и т.п.

По статистике 85 – 90 % машин выходят из строя в результате износа поверхностей отдельных деталей. Затраты на ремонт и техническое обслуживание машин иногда в несколько раз превышают ее стоимость.

Поэтому соблюдение особых требований к материалам деталей машин и механизмов, увеличение износостойкости отдельных узлов, а также применение передовых технологий в области износостойкости позволяет создавать оборудование, не требующее капитальных ремонтов, происходит экономия огромного количества финансовых средств, трудовых ресурсов и материалов.

1. Беркович, И.И. Трибология. Физические основы, механика и технические приложения: учеб. для вузов / И.И. Беркович, Д.Г. Громаковский; под ред. Д.Г. Громаковского. – Самара: Самарский ГТУ, 2000. – 268 с.
2. Гордин, П.В. Детали машин и основы конструирования: учеб. пособие / П.В. Гордин, Е.М. Росляков, В.И. Эвелеков. – СПб.: СЗТУ, 2006.
3. <http://www.gaps.tstu.ru> – Сайт кафедры «Автоматизированное проектирование технологического оборудования» Тамбовского государственного технического университета.

УДК 622.23.054.53

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ В УСЛОВИЯХ ДИНАМИЧЕСКОГО НАГРУЖЕНИЯ

А.В. Конопляник, Л.В. Ахмадиева, В.М. Герасимович
ЗАО «Солигорский Институт проблем ресурсосбережения
с Опытным производством»

Введение. При выполнении теоретических исследований функционирования транспортирующих шнековых модулей важным этапом является идентификация среды и в зависимости от этого выбор расчетной схемы и математической модели напряженно-деформированного состояния подаваемого материала.

Всякое вещество можно рассматривать находящимся в напряженно-деформированном состоянии, причем зависимость между напряжениями и деформациями непосредственно связана с природой вещества. Эта взаимосвязь обычно идеализируется простыми математическими формулами, связывающими напряжение и деформацию [1 – 3], пользуясь которыми, можно в отдельных случаях предугадать поведение материала в более сложных условиях нагружения.

Моделирование динамических нагрузений материалов. Для идентификации материалов с различными свойствами исследуем их поведение при одинаковом способе нагружения (растяжении), наглядно изображая явления, происходящие при этом в материалах, с помощью простейших механических моделей и анализируя соответствующие математические зависимости.

Идеально упругая среда или среда Гука – деформация ϵ достигается мгновенно, может быть представлена как пружина (рис. 1, а) и связана с напряжением зависимостью

$$\sigma = k\epsilon, \quad (1)$$

где k – константа материала.