

УДК. 622.797:629.114.41

Б.И. Коган, д-р техн. наук, проф., КузГТУ, E-mail: kbi.tma@kuzstu.ru

17. Основы формирования информационных моделей технологических ремонтных блоков для восстановления деталей горных машин.

В статье рассмотрены вопросы формирования информационных моделей технологических ремонтных блоков для восстановления деталей горных машин в зависимости от условий эксплуатации контактирующих пар, характера отказов и закономерностей их износа.

Ключевые слова: горная машина, узел, восстановление, данные, модель, ремонт
В.И. Коган

Basics of building-up data models for technological units aimed on mining machine component recovery repair

In the article the issues of building-up data models for technological units aimed on mining machine component recovery repair depending on operation conditions of contact pair couples, nature of failures and on objective laws of contact pair couple runout are considered.

Keywords: mining machines, components, recovery, data, models, and repair.

По итогам производственного аудита угольных предприятий проведенного ОАО «НТЦ-НИОГР» (г. Челябинск) в 2005-2006 гг. установлено, что затраты на ремонт составляют 40% в структуре добычи угля. При этом на 1 час добычи приходится 2,0...2,5 ч. простоев в ремонте. Из 8760 ч. годового календарного фонда добычи угля экскаваторами, например, составляет всего 1500...2500 ч. Поэтому необходим принципиально новый подход в технологическом обеспечении качества и организации ремонта горной техники.

Условия эксплуатации объективно определяют виды взаимодействия поверхностей трибосопряжений, (в т. ч. рабочих) и неподвижных, а каждому виду взаимодействия поверхностей соответствуют наиболее характерные виды их разрушения, приводящие к отказу конкретного элемента или узла машины.

Характер контакта и нагрузки в сопряжениях определяют вид и интенсивность отказов, необходимые конструктивные и технологические мероприятия по обеспечению надежности сопряжений. В табл. 1 приведены типичные виды контактов и предпосылки отказов, и в табл. 2 – сопутствующие свойства сопрягаемых поверхностей (подвижных и неподвижных) и особенности рабочей среды, определяющей надежность сопряжений.

На рис. 1 дана схема взаимосвязей системы среды эксплуатации функциональных поверхностей деталей машин, их параметров качества и системы восстановления.

Все детали машин формируются из 7 простых поверхностей: плоскость, цилиндр наружный, цилиндр внутренний, шар, корсет, седло, кривая n-го порядка. Отдельные из этих поверхностей и их некоторые совокупности составляют модули поверхностей рабочие (клин, зубья зубчатых колес, сопла, боёк), базирующие и связующие [1]. В зависимости от характера взаимодействия со средой эксплуатации, смежными модулями поверхностей, в зависимости от материала, качества формы, поверхностей (трибохарактеристик), условий трения возникают отказы различных видов, с разной интенсивностью. Поэтому, для технологического обеспечения надежности рабочих, базирующих и связующих модулей поверхностей при изготовлении и в процессе восстановления после отказа, необходимо предварительно для каждого модуля и условий эксплуатации определить комплекс параметров качества функциональных поверхностей, выразить этот комплекс в виде информационной модели для построения соответствующих технологических ремонтных блоков (ТРБ).

Таблица 1

Виды контактов и предпосылки отказов.

Виды контакта	Виды перемещения или его отсутствие	Типовые параметры	Предпосылки отказов
По поверхности (плоской или кривой)	Без перемещения (неподвижное сопряжение)	Шлицевое, шпоночное сопряжения	Смятие, фреттинг-процесс
	Скольжение	Цилиндрические, геликоидные, резьбовые, плоские, колодочные тормоза	Износ (истирание)
По линии	Без перемещения	Контактные	Смятие, фреттинг-процесс
	Скольжение	Направляющие	Износ (истирание)
	Обкатка, качение без скольжения	Подшипники качения	Поломка
	Качение со скольжением	Зубчатые зацепления, кулачковые пары, подшипники качения	Износ, усталость, отслаивание, поломка

Показатели качества поверхностного слоя.

Геометрические	Шероховатость, волнистость, макрогеометрия (неточность формы), повреждения формы
Физико-химические	Наклеп, остаточные напряжения, микроструктура, наличие пленки окислов, теплопроводность, отражательная способность, магнитная проницаемость, электропроводность и др.
Износостойкость сопряжения при работе со смазкой и без смазки, прочность	Антифрикционность (коэффициент трения, способность к приработке и др.), Прочность (статическая, ударная, усталостная), жесткость стыка (нормальная, тангенциальная и демпфирующая).
Антикоррозийность	Коррозионная, эрозионная, кавитационная устойчивость



Рис. 1. Схема взаимосвязей условий эксплуатации машин (механизма, кинематической пары, трибосопряжения), параметров качества поверхностного слоя трибосопряжения, методов восстановления)

Основой для такой работы является идентификация и классификация элементов среды эксплуатации (характер и величина нагрузок, температура, коррозионность и др.),

модулей поверхностей по конструктивно-технологическим признакам и трибохарактеристикам (шероховатость, твердость, коэффициент трения и др.) с учетом видов кинематических пар для подвижных сопряжений. Разработан классификатор методов и средств восстановления с указанием их возможностей, базы данных об элементах ТРБ (оборудования, технологических материалах, режимах, оснастке, средствах контроля качества). Формирование исходной информационной модели для построения ТРБ должно производиться путем автоматизированной селекции исходных данных и логического поиска необходимых сочетаний с последующей их оптимизацией для конкретных производственных условий. На рис. 2 представлен классификатор модулей поверхностей. Классификатор методов восстановления дан в работе [2]. Классификатор элементов системы среды эксплуатации должен разрабатываться по отраслевому признаку (например, надо учитывать крепость породы, абразивность, температуру, агрессивность среды и др.).

В Брянском государственном университете в научной технологической школе, возглавляемой профессором Суловым А.Г., предложен комплексный показатель C , характеризующий равновесное состояние контактных поверхностей [3]:

$$C = \frac{H_p W_p R_p^4}{S_m^6 I_n^{12} \lambda^6},$$

где H_p – высота сглаживания макроотклонения, мкм;

W_p – высота сглаживания волнистости, мкм;

R_p – высота сглаживания профиля шероховатости, мкм;

S_m – средний шаг неровностей профиля, мм;

I_n – степень наклепа, %

λ – коэффициент, учитывающий влияние на износ поверхностных остаточных напряжений.

С помощью этого параметра могут быть идентифицированы модули поверхностей деталей машин.

В работах профессора А.Г. Сулова показано определяющее влияние показателя надежности параметров поверхностного слоя сопряженных элементов, даны качественные и количественные зависимости. Показано, что существует возможность технологического управления формированием выбранной системы параметров поверхностного слоя деталей при их изготовлении. Эта возможность реализуется выбором рациональных методов режимов обработки.

С учетом зависимостей между условиями эксплуатации, характеристик сопрягаемых элементов, видов и интенсивности их отказов, возможностей

технологических методов реноваций и упрочнения необходимо построить алгоритм и логику автоматизированного формирования или выбора технологических ремонтных блоков (ТРБ), способных решать задачи ремонта конкретных деталей, сборочных единиц, кинематических пар, обеспечивая оптимальные экономические показатели для конкретных условий работы и обслуживания машины.

В связи с изложенным представляется актуальным решение задачи создания системы технологического обеспечения качества ремонта машин и логики формирования технологических ремонтных блоков в зависимости от условий эксплуатации контактирующих поверхностей кинематических пар, в т.ч. пар «поверхность – среда», характера отказов и закономерностей их износа [4]. Эта работа содержит следующие этапы, рис.2:

- систематизация и идентификация функциональных поверхностей по закономерностям износа и трибохарактеристикам определяемых условиями эксплуатации (шероховатость, твердость, остаточные напряжения), с учетом характера и величин нагрузок (блоки 1-4 на рис. 2);

систематизация, идентификация методов реновации и упрочнения функциональных поверхностей (адресной модификацией трущихся поверхностей – АМТ-технологии, механическим упрочнением, увеличением размеров и износостойкости наплавкой, гальваническими методами, СВС-технологией (самораспространяющийся высокотемпературный синтез) и др. (блоки 5-б на рис 2.);

- установление объективных зависимостей между методами реноваций и трибохарактеристиками в виде таблиц с идентифицированными ячейками (блок 7 на рис.2);

- разработка и реализация алгоритма автоматизированного синтеза (логики формирования) ТРБ становления (блок 8 и 9 на рис.2);

- разработка технических заданий на построение ТРБ и апробация системы ТОКРМ (технологическое обеспечение качества ремонта машин) на механизмах горных машин.

Актуальной задачей является создание логики синтеза ТРБ на базе банков данных об известных методах ремонта, возможностях методов восстановления и упрочнения, элементах ТРБ и трибохарактеристиках функциональных поверхностей деталей.

Традиционно ТРБ формируется субъективно, а сам процесс формирования ТРБ не автоматизирован. Задачей научного поиска является создание ёмкой информационной модели, содержащей исходные и определяющие сведения для автоматизированного формирования ТРБ, решающего задачи технологического обеспечения качества ремонта.

Информационные модели могут быть представлены характеристическими таблицами, матрицами, нейронными сетями и сетями Петри. Мы предлагаем представить эти модели в виде виртуальных выпуклых многогранников (куба, додекаэдра, икосаэдра в зависимости от необходимой емкости), состоящих из виртуально поворотных вокруг трех осей координат конгруэнтных¹ многогранников, грани которых являются носителями индексов – кодов критериев группирования элементов объекта ремонта и ТРБ, при этом трибохарактеристики функциональных поверхностей выражены комплексным показателем ([3], рис.3).

Предложенная концепция реализована при формировании ТРБ для восстановления гильзы двигателя БЕЛАЗ способом искусственной усадки изношенного отверстия и последующей чистовой обработки [4].

Принципиальная новизна предлагаемой концепции заключается:

- в представлении информационной модели ТРБ логически определёнными совокупностями их структурных элементов в виде виртуальных выпуклых многогранников – икосаэдров, додекаэдров, кубов, состоящих из виртуально поворотных вокруг трёх координатных осей конгруэнтных многогранников, грани которых являются носителями кодов условий эксплуатации, совокупностей трибохарактеристик, характеров отказов, технологических возможностей способов восстановления, структурных составляющих технологических ремонтных блоков;

- в учете трибохарактеристик при идентификации функциональных, восстанавливаемых поверхностей через комплексный показатель, характеризующий их равновесное состояние;

- в создании логики автоматизированного целевого синтеза или выбора структуры ТРБ.

¹ Конгруэнтные многогранники – соразмерные, которые при движении могут занимать место друг друга



Рис. 2. Схема ранжированной последовательности формирования информационной модели ТРБ

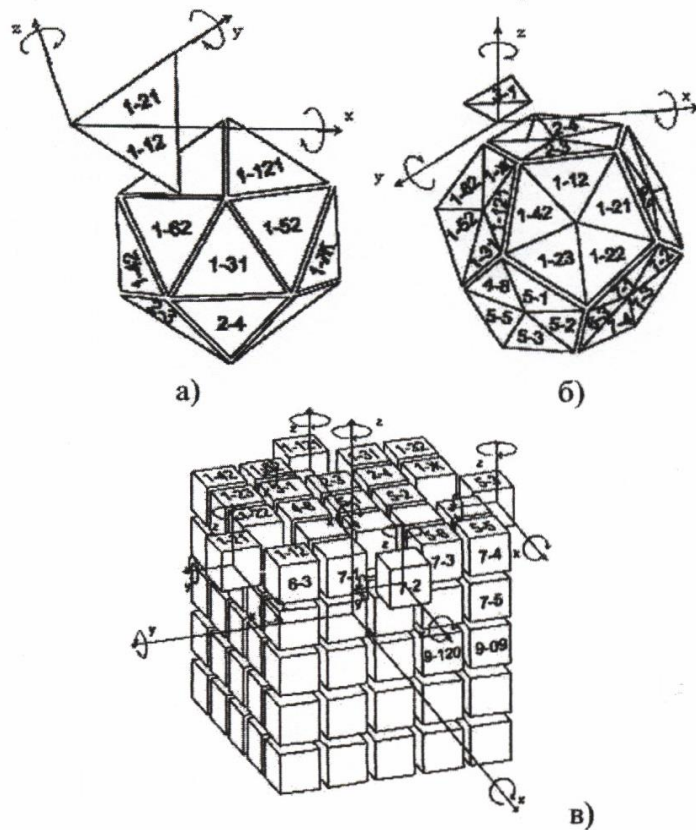


Рис. 3. Информационные модели ТРБ в виде виртуальных выпуклых многогранников (а – икосаэдр; б – додекаэдр; в - куб)

Список литературы:

1. **Базров Б.М.** Модульная технология в машиностроении. — М.: Машиностроение, 2001.-368с.
2. **Коган Б.И., Бочарников С.А.** Формирование производственных систем для сборки машин. — Кемерово: Кузбассвуиздат, 2005. — 112с.
3. **Суслов А.Г., Дальский А.М.** Научные основы технологии машиностроения, - М.: Машиностроение, 2002. — 684с.
4. **Коган Б.И., Черныш А.П.** Информационная модель технологического ремонтного блока./Расчет, восстановление, модернизация, 2007, М5, С. 43-47.