

УДК 620.178.4

## ИЗНОСОУСТАЛОСТНЫЕ ПОВРЕЖДЕНИЯ И ИХ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ

С.А. Тюрин, И.Л. Коцур

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», г. Гомель, Республика Беларусь

Проблемы прочности и износостойкости являются центральными в обеспечении надежности и ресурса современных машин и оборудования [1]. При этом наиболее сложными и малоизученными являются закономерности комплексных – износоусталостных повреждений (ИУП) [2]. Последние обусловлены кинетическим взаимодействием явлений усталости, трения в любых его проявлениях, изнашивания и (или) эрозии (рис. 1).

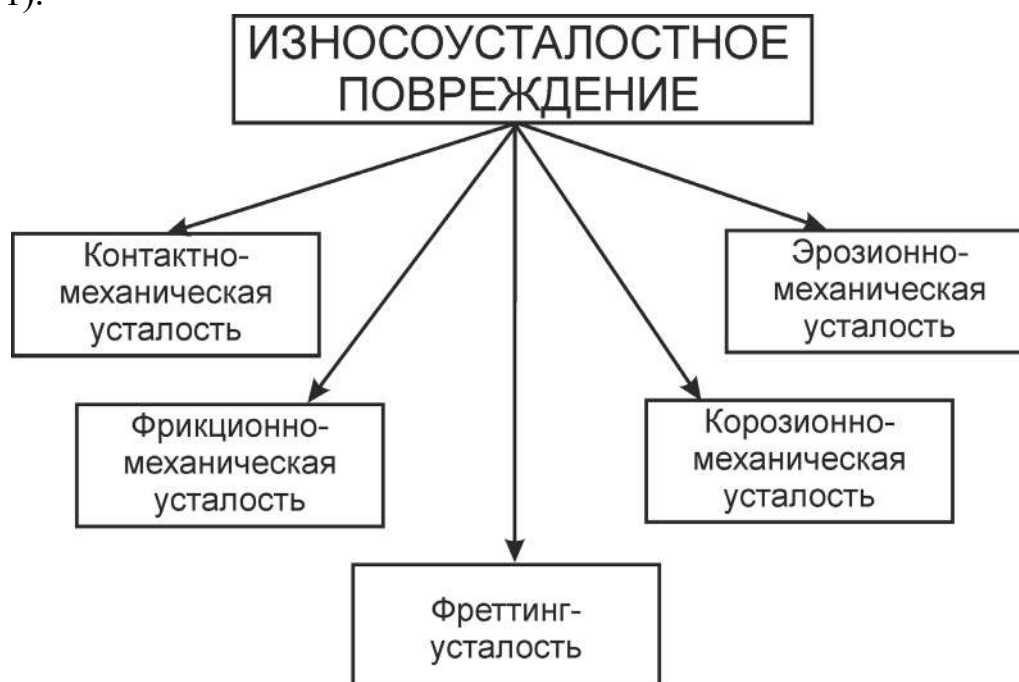


Рис. 1 – Виды износоусталостного повреждения

Такого рода повреждения характерны для силовых систем – так называют механические системы, в которых реализуется процесс трения в любых его проявлениях и которые одновременно воспринимают и транзитно передают повторно-переменную нагрузку. Как правило, это наиболее ответственные и массовые узлы современных машин и оборудования. Чаще всего именно их преждевременные отказы приводят к снижению эксплуатационной долговечности и соответствующему

повышению затрат труда, средств и материалов для поддержания работоспособности машин. В табл. 1 приведены типичные примеры силовых систем и указаны характерные виды их повреждения, в том числе и комплексного.

Таблица 1. Явления, приводящие к повреждению некоторых объектов современной техники

| Типичная силовая система   | Ведущие процессы повреждения в эксплуатации        | Комплексное повреждение            |
|--|--|------------------------------------|
| Шейка коленчатого вала – шатунная головка с подшипником скольжения | Усталость, изнашивание                             | Фрикционно-механическая усталость  |
| Колесо – железнодорожный рельс                                     | Усталость, питтинг, изнашивание                    | Контактно-механическая усталость   |
| Шлицевой вал – муфта   | Усталость, фреттинг-коррозия, фреттинг-изнашивание | Фреттинг-усталость                 |
| Вал гребного винта – морская вода                                  | Усталость, коррозия                                | Коррозионно-механическая усталость |
| Лопатки центробежного насоса – вода                                | Усталость, гидроэрозия, кавитационная эрозия       | Эрозионно-механическая усталость   |

По имеющимся сведениям, в среднем до 90 % и более всех эксплуатационных отказов машин и оборудования происходит по причине развития ИУП. Так, статистика свидетельствует о том, что из общего количества эксплуатационных отказов на автомобильном транспорте отказы, связанные с ИУП, составляют от 50 до 100 % в зависимости от узла. Преждевременные отказы сельскохозяйственной техники в значительной мере определяются такими явлениями, как механическая усталость, трение и изнашивание, износоусталостные повреждения (до 80–90 % отказов). Отказы мелиоративных машин, связанные с ИУП, составляют 86...98 % общего количества отказов. Аналогичные примеры хорошо известны и в других отраслях машиностроения.

Эксплуатационные отказы деталей машин, статистика которых приведена выше, обусловлены и том число и несовершенством расчетных методов. Добавим, что недостаточная надежность машин приводит к экономическим потерям, сниженным, в частности, с необходимостью

восстановления поврежденных деталей и узлов. Обычно ремонтом автомобилей занято в 4-5 раз больше работающих, чем их производством, а 40 % металла, расходуемого автомобильной промышленностью, тратится на запасные части. Потери рабочего времени из-за выхода техники из строя составляют 35...40 % для сельскохозяйственных машин, 30...40 % – для строительных, 30...35 % – для механизированных комплексов угольной промышленности и т.д. Расходы на ремонт оборудования в черной металлургии равны средствам, которые выделяются для освоения новых мощностей в этой отрасли. Из-за недостаточной надежности машин и оборудования растет риск аварий и катастроф, связанных с жизнью и здоровьем людей, загрязнением окружающей среды. А вопросы безопасности технических систем, как известно, выдвигаются сегодня на первый план.

Следует подчеркнуть, что накопление повреждений в узлах и деталях машин определяется не одним каким-либо повреждающим явлением, а некоторой их совокупностью. Например, долговечность железнодорожных рельсов по критерию механической усталости зависит от интенсивности их механического изнашивания, условий взаимодействия с коррозионной средой.

Теоретический анализ и экспериментальные исследования показывают, что влияние процессов изнашивания на сопротивление усталости при повторно-переменных нагрузках (прямой эффект) и циклических напряжений на износостойкость (обратный эффект) существенны. Игнорирование этих эффектов при традиционной оценке надежности деталей по отдельным критериям (либо сопротивления усталости, либо износостойкости) приводит в ряде случаев к тому, что эксплуатационная долговечность элементов системы оказывается значительно меньше прогнозируемой расчетом.

В этой связи значимость разработки методов прогнозирующей оценки долговечности силовых систем, приемлемых с инженерной точки зрения, переоценить трудно. В работе кратко изложены основные методы анализа и прогнозирования ИУП, базирующиеся на комплексе теоретических и экспериментальных исследований основных закономерностей такого повреждения. Эти методы разработаны на основе критериев усталости, износостойкости, коррозионно-эрозионной стойкости материалов и моделей силовых систем [2].

#### Литература

1. Проблемы надежности и ресурса в машиностроении / Под ред. К. В. Фролова и А. П. Гусенкова. – М. : Наука, 1986. – 247 с.
2. Сосновский, Л. А. Механика износоусталостного повреждения / Л. А. Сосновский. – Гомель : БелГУТ, 2007. – 434 с.