

УДК 539.92

ПРЕДСТАВЛЕНИЕ О СИЛОВОЙ СИСТЕМЕ И ЕЕ ПОВРЕЖДЕНИИ

С.А. Тюрин, Н.Н. Малык, Н.С. Селиверстов
УО «Гомельский государственный технический университет
имени П.О. Сухого», г. Гомель, Республика Беларусь

Понятие о силовой системе является базовым для механики износоусталостного повреждения. Силовой называют всякую механическую систему, которая воспринимает и передает рабочую повторно-переменную нагрузку и в которой одновременно реализуется процесс трения в любом его проявлении – при скольжении, качении, проскальзывании и др. Этот термин закреплен в межгосударственном стандарте [1]. Типичными силовыми системами в сельскохозяйственной технике, производимой ОАО «Гомсельмаш», являются: вал / ступица (зубчатого колеса, маховика и др.) с неподвижной либо ходовой посадкой (прессовые, шпоночные, шлицевые и др. соединения); шейка коленчатого вала / шатун с подшипником скольжения (болтовые, заклепочные и резьбовые соединения, передающие циклическую нагрузку); зубчатые передачи и мн. др. Как правило, это наиболее ответственные и массовые узлы современных машин и оборудования. И для них характерно комплексное – износоусталостное повреждение, основными видами которого являются фрикционно-механическая, контактно-механическая, коррозионно-механическая, эрозионно-механическая и фреттинг-усталость.

Применение тонких экспериментальных методов исследования позволило изучить и понять некоторые особенности комплексного износоусталостного повреждения. Установлено, что в определенных условиях износоусталостное повреждение оказывается менее опасным, чем повреждение при трении и усталости (при одинаковых контактных и изгибающих нагрузках). Это связано, в частности, с тем, что наложение полей контактных и изгибных напряжений приводит к сосредоточению большей части подведенной энергии в более тонком поверхностном слое материала и локализации в нем процессов трещинообразования и изнашивания. Это предотвращает проникновение повреждения вглубь материала. Кроме того, износ поверхностного слоя удаляет поврежденную трещинами поверхность и обнажает новую, относительно здоровую поверхность с высоким сопротивлением разрушению. Тем самым отдалается во времени или даже вовсе предотвращается (в зависимости от условий нагружения) образование относительно крупных ямок выкрашивания, на дне которых возникает опасная микроконцентрация напряжений и опасная магистральная трещина.

Очевидно, что при оптимальном сочетании нагрузочных парамет-

ров (изгибающая и контактная нагрузки) достигается такое состояние силовой системы, когда ее несущая способность самопроизвольно и в течение длительного времени поддерживается (или автоматически регулируется) тонким изнашиванием и удалением из зоны трения поврежденного поверхностного слоя.

Таким образом, износоусталостное повреждение – это комплексное повреждение в том смысле, что оно есть результат взаимодействия повреждений, обусловленных контактной и внеконтактной нагрузками и развивающихся на разных масштабных уровнях (субмикро-, микро-, и макроповреждения).

Проиллюстрируем практическое значение изложенных фундаментальных представлений конкретным примером. Специалисты по усталости рассматривают систему коленчатый вал / шатунная головка с подшипником скольжения как элемент конструкции, который работает на усталость при действии пространственной системы сил. Эксплуатационная надежность (долговечность) вала оценивается ими по критерию усталостного разрушения. Трибологи представляют вал как одну из деталей узла трения (вал – подшипник). Эксплуатационная надежность (долговечность) вала оценивается ими по другому критерию – износу. Очевидно, что эти две оценки – существенно различны для одного и того же вала. С позиций же механики износоусталостного повреждения ни одна из этих оценок не может быть верной, поскольку в действительности вал – один из элементов силовой системы, и для него характерно комплексное – износоусталостное повреждение и разрушение. Процессы механической усталости и изнашивания реализуются в единой зоне вала, совместно и одновременно. И если во внимание не принимается влияние процессов трения на изменение характеристик сопротивления усталости вала, а также влияние усталостного повреждения на изменение характеристик трения и изнашивания, ожидать правильной оценки его работоспособности нельзя. Борьба с усталостными поломками приводит к определенной потере износостойкости, и наоборот – борьба с износом оборачивается ростом отказов по критерию усталостного разрушения. На самом деле действительные успехи возможны на базе методологии механики износоусталостного повреждения, с использованием представлений о силовой системе и ее комплексном повреждении.

ЛИТЕРАТУРА

1. Трибофатика. Термины и определения (Межгосударственный стандарт): ГОСТ 30638–99. – Введ. 17.06.1999. – Мн. : Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации : Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 1999. – 17 с.