ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

«Физическая мезомеханика.

**Материалы с многоуровневой иерархически
организованной структурой и интеллектуальные
производственные технологии»,**

**посвященная 90-летию со дня рождения
основателя и первого директора ИФПМ СО РАН
академика Виктора Евгеньевича Панина**

в рамках

**Международного междисциплинарного симпозиума
«Иерархические материалы: разработка и приложения
для новых технологий и надежных конструкций»**

**5–9 октября 2020 года
Томск, Россия**

Томск
Издательство ТГУ
2020

DOI: 10.17223/9785946219242/60

МИКРОМАСШТАБНЫЙ УРОВЕНЬ РАЗРУШЕНИЯ КОЛЕЦ ПОДШИПНИКОВ В УСЛОВИЯХ СВЕРХМНОГОЦИКЛОВОЙ УСТАЛОСТИ

¹Солдатенков А.П., ^{1,2}Шанявский А.А.

¹Авиационный регистр Российской Федерации, Московская область, Химки

²Институт автоматизации проектирования РАН, Москва

Показано, что в кольцах подшипников, работавших без нарушения условий эксплуатации, зарождение трещин происходит под поверхностью дорожки качения от включений, представляющих собой дисперсионно упрочняющие карбиды, присущие материалу подшипника (рис. 1). Наблюдаемая форма очаговой зоны разрушения практически полностью повторяет классическую геометрию начальной зоны разрушения материала в области сверхмногоциклового усталости в виде «рыбьего глаза». Область сверхмногоциклового усталости, согласно иерархии масштабов развития разрушения, рассматриваемой в рамках физической мезомеханики, соответствует микромасштабному уровню разрушения материала с формированием наноструктур зарождения.

Обсуждается следующая стадийность процесса разрушения колец подшипника в процессе выкрашивания материала. На первом этапе развитие трещины под поверхностью происходило с формированием эллиптического фронта в плоскости, ориентированной перпендикулярно поверхности дорожки качения и направлению качения шариков в условиях совместного действия сдвига (тип II) и отрыва. На следующем этапе после достижения трещиной поверхности дорожки качения ее развитие осуществлялось только за счет увеличения общей длины вдоль поверхности без продвижения вглубь материала. На третьем этапе только после достижения некоторой критической длины распространение трещины происходит одновременно внутрь материала и по поверхности дорожки качения кольца подшипника.

Исследованы траектории роста трещин в объеме материала кольца, и выявлено, что после прорастания трещины вглубь материала в плоскости перпендикулярно поверхности дорожки качения до некоторой длины имело место самостоятельное зарождение трещины в

плоскости практически перпендикулярной плоскости начального развития. В последующем распространение трещины происходило как каскад повторяющихся событий. Рост трещины параллельно поверхности дорожки качения реализовывался под действием сдвиговой нагрузки по типу II с последующим объединением с соседней трещиной. Таким образом, в результате ветвления трещин формировался фрагмент материала, приводящий к началу процесса усталостного выкрашивания материала.

Обсуждается вопрос соответствия предполагаемых условий работы подшипника и реализуемых в эксплуатации.

Рис. 1. Начальный участок развития разрушения с подповерхностным очагом, в центре которого располагается угловой карбид (отмечен окружностью), в наружном кольце шарикового подшипника

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 19-19-00705).