

УДК 620.184

О ПРИРОДЕ УСТАЛОСТИ ВОССТАНОВЛЕННЫХ
КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ

В. Э. ЗАВИСТОВСКИЙ

Учреждение образования

«ПОЛОЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Новополоцк, Беларусь

Долговечность коленчатых валов определяется сопротивлением усталости и износостойкостью. Если получение износостойких покрытий не представляет труда, то нанесение покрытий на изношенные шейки валов с целью повышения сопротивления усталости до уровня новых является сложной комплексной проблемой.

Отрицательное влияние на сопротивление усталости оказывают растягивающие напряжения, которые вызываются неоднородностью пластической деформации, различием коэффициентов расширения основного и наплавленного металлов, структурными превращениями в наплавленном металле и зоне термического влияния. Результатом возникновения остаточных растягивающих напряжений являются низкая прочность и малая пластичность слоя, образующегося в процессе наплавки на границе сплавления основного и наплавочного металлов.

Трещины при наплавке образуются в результате резкого неравномерного распределения температур по сечению коленчатого вала. Если пластические деформации, возникшие в результате значительного градиента температур, достигнут значений выше предела прочности, то в наплавленном слое и зоне термического влияния неизбежно возникнут трещины.

Усталостная трещина зарождается в поверхностных слоях и затем развивается вглубь образца или детали, образуя острый надрез. Распространение усталостной трещины обычно длительно. Оно продолжается до тех пор, пока сечение не окажется столь малым, что действующие в нем напряжения превысят разрушающие. Тогда произойдет быстрое разрушение, как правило, хрупкое из-за наличия острого надреза.

Усталостные изломы имеют ряд характерных признаков, позволяющих их отличать от других видов изломов. Одним из них является наличие усталостных бороздок, которые располагаются в зоне развившейся трещины усталости, волнообразно расходящиеся от очага разрушения. Форма усталостных бороздок зависит от формы детали и характера нагружения. Циклическое расширение и сжатие берегов трещины приводит к образованию типичного рисунка, причем каждый новый цикл нагружения добавляет новую бороздку. На рис. 1 показаны макроусталостные линии на поверхностях изломов коленчатых валов, изготовленных из чугуна ВЧ50.

Появление макрополос связано со значительными изменениями режима нагружения.

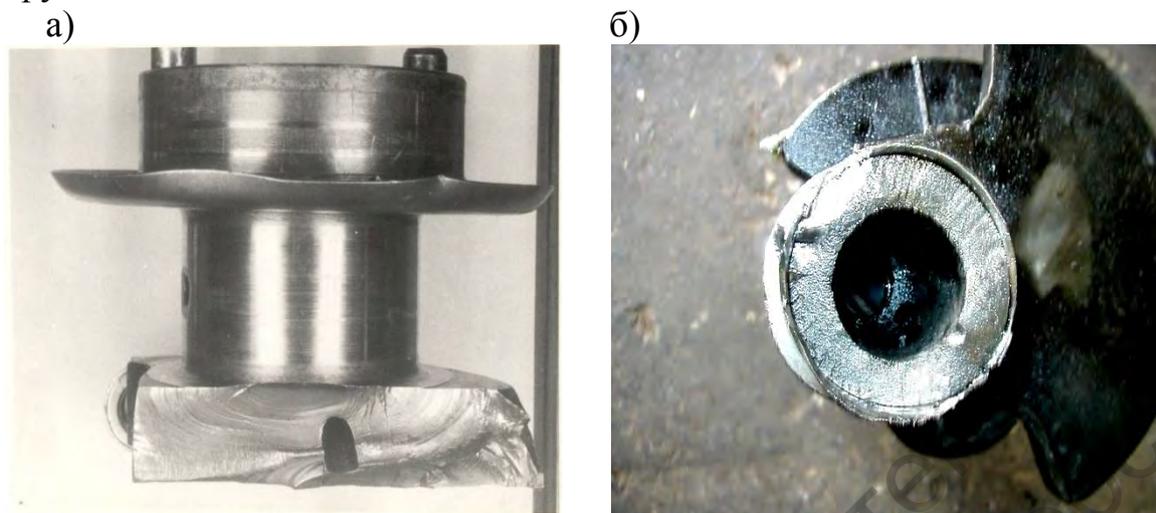


Рис. 1. Макроусталостные линии на поверхностях излома щеки (а) и шейки (б) коленчатого вала, изготовленного из чугуна ВЧ50

Полученные данные о трещиностойкости при циклическом нагружении чугуна ВЧ50 показали, что этот материал обладает сравнительно высоким сопротивлением развитию усталостных трещин. Физический механизм этого может быть объяснен временным торможением трещины, так как на ее пути возникают нарушения сплошности в виде графитовых включений, приводящие к снижению концентрации напряжений у вершины трещины (особенно в упрочненном слое), где эти включения благоприятным образом деформированы.

В настоящее время, достаточно сложно выделить единую общепризнанную теорию усталостного разрушения, построенную на физических процессах, сопровождающих это явление. Многие исследователи объясняют это тем, что в зависимости от структурного состояния материала и условий циклического нагружения возникают и действуют различные механизмы зарождения и развития усталостных трещин.

Теория дислокаций, структурно-энергетическая теория и др. существенно помогают раскрыть природу явления усталости. Исследование изломов крупногабаритных деталей показали, что между зонами псевдобороздчатого рельефа излома и бороздчатого рельефа существует переходный участок в развитии трещины. Он характеризуется тем, что в отдельных зонах излома на фасетках выявляются усталостные бороздки. Их шаг составляет несколько сотых долей микрометра и в направлении развития трещины его величина изменяется дискретно, а сами бороздки наблюдаются лишь в отдельных участках излома. Если усталостные бороздки формируются в каждом цикле приложения внешней нагрузки, то, рассчитав их число в направлении роста трещины, можно судить о числе циклов нагружения.