

С.А. Лихачев, канд. техн. наук,
Н.С. Траймак

ВЛИЯНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ КОНЦЕНТРАТОРОВ НА ХАРАКТЕР РАЗРУШЕНИЯ В ПРОЦЕССЕ ТЕРМОЦИКЛИРОВАНИЯ

В работе изучались одиночные макроконцентраторы различных геометрических размеров, что позволило выявить роль в снижении разгаростойкости не только следов механической обработки, но и выходящих на поверхность пор (или находящихся вблизи ее), неметаллических включений и других дефектов. При исследовании термоусталостного разрушения литых инструментальных сталей, выплавленных в ограниченных объемах, наблюдалось большое рассеивание результатов (от 200 до 3000 циклов теплосмен). Причем разброс имел зависимость от степени легированности стали, но все-таки оставался значительным в пределах одного состава.

Анализ полученных результатов показал, что решающее влияние на процесс разгарного разрушения литых сталей оказывают дефекты литой структуры. Установлено, что в тех случаях, когда образцы разрушались в первые десятки циклов, причиной разрушения являлись одиночные или ряд трещин, идущих от крупного макродефекта. Начальная стадия разрушения образцов с такого рода дефектами и характер самого разрушения зависит от вязкости испытываемого материала. Например, у стали Р6М5 (63 HRC) независимо от величины дефекта трещины появлялись в пределах 20–50 циклов. При твердости 45 HRC она выдерживала 100–200 циклов. Бездефектные образцы выдерживали 1500–2000 циклов теплосмен. Если в первом и втором случае наблюдались отдельные сквозные трещины, то в бездефектном отмечено наличие равномерной сетки трещин.

При переходе к сталям более высокой вязкости типа 4Х5МФС (45 HRC) появление первых трещин на дефектах фиксируется гораздо позже в пределах 300–500 циклов. Бездефектные образцы выдерживали 3000–4000 циклов теплосмен.

С целью получения количественной оценки влияния макродефектов в работе исследовались искусственные концентраторы с различной геометрией. Концентраторы наносились симметрично оси образца по шесть штук. Глубина изменялась от 0,5 до 2 мм, радиус закругления (ρ) от 0,1 до 5 мм. С условно бесконечным радиусом принят образец без макроконцентратора.

Эксперименты показали, что начальная стадия и характер разрушения образцов с искусственными концентраторами подобен образцам с естественными дефектами. Установлено, что определяющая роль принадлежит радиусу концентратора, а глубина в исследуемых пределах практически не влияет на характер разрушения. Причиной быстрого разрушения образца с поверхностными дефектами (поры, надрезы) является концентрация напряжения у вершины их с одной стороны. С другой, возникновение объемно-напряженного состояния у вершины, что способствует, как известно, переходу материала из вязкого состояния в хрупкое вблизи надреза.

Выполненные эксперименты показывают, что по мере увеличения радиуса концентратора количество циклов теплосмен до появления первых трещин увеличивается. Изменяется и характер разгарообразования. С увеличением радиуса закругления количество трещин возрастает, а глубина их уменьшается. Причем трещины направлены по нормали к поверхности концентратора. При уменьшении или увеличении вязкости испытуемого материала соотношение между началом появления и глубиной трещин также изменяется.

УДК 669.268

М.В. Ситкевич, канд. техн. наук

ОСОБЕННОСТИ ИЗНОСНОГО РАЗРУШЕНИЯ ДИФфуЗИОННО-УПРОЧНЕННЫХ ГОРЯЧЕСТАМПОВЫХ СТАЛЕЙ

Исследование износостойкости диффузионноупрочненных горячештаптовых сталей (4ХСМФ, 4ХСНМФЦР, 5ХНМ, 5ХЗВЗМФС) проведено при температуре в зоне трения порядка 550°C , характерной для реального контакта в системе штамповка. Установлено, что при истирании карбидных покрытий в начальный период наряду с окислительным износом сплошных участков покрытия наблюдается также весьма интенсивное развитие микротрещин в карбидном слое. Образование их происходит в наиболее дефектных местах (поры, неметаллические включения) или у концентраторов напряжений (внедренные карбидные частицы подслоя, микротрещины вследствие термической обработки). В дальнейшем наблюдается развитие процесса трещинообразования, фрагментации карбидного покрытия с выкрашиванием отдельных наиболее дефектных участков. На по-