

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 горячештампových 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-

следующей стадии происходит наиболее интенсивное дробление карбидного слоя с внедрением в подслой отдельных наиболее тонких участков покрытия и выходом на контактную поверхность небольших участков α - фазы.

Заключительная стадия характеризуется чрезвычайно сильным продавливанием карбидного слоя и внедрением отдельных фрагментов в материал матрицы стали. На данной стадии диффузионный слой почти полностью разрушен за счет процессов истирания и выкрашивания. При этом α - фаза составляет основную часть фрикционного контакта. Процесс износа приобретает характер, свойственный неупрочненной стали.

Для борированной стали также можно выделить четыре основных стадии их износа. На начальной стадии износ носит окислительный характер и отмечается зарождение микротрещин в наиболее дефектных местах боридного слоя. На второй стадии наряду с превалирующим окислительным износом отмечается дальнейшее развитие микротрещин с образованием их поверхностной сетки и появлением в результате этого отдельных локальных выкрашиваний боридного покрытия в пределах существующих трещин диффузионного слоя.

Для третьей стадии характерным является, что наряду с процессом выкрашивания боридного слоя происходит и постепенное заглаживание участков разрушения. При этом элементы хрупкого разрушения возникают и заутюживаются на различных участках фактического контакта в процессе трения.

На последней стадии износ протекает в отсутствие зоны сплошных боридов. В этом случае на поверхности трения появляются участки α - фазы, располагающейся между боридными иглами.

Для бороалюминированных, азотированных и цементированных диффузионных покрытий износ характеризуется взаимодействием двух видов разрушения при трении: окислительными процессами и схватыванием. При этом износостойкость определяется главным образом склонностью отдельных фаз к адгезионному взаимодействию. Учитывая это, износ бороалюминированных, азотированных, цементированных покрытий носит характер последовательного разрушения диффузионного слоя на участках контактирующих фаз за счет процессов схватывания, микрорезания и хрупкого разрушения окисных пленок.

Результаты сравнительных испытаний показали, что пока износ локализуется в самом диффузионном слое, наиболее существенное повышение износостойкости исследуемых сталей

обеспечивают покрытия на основе металлоподобных соединений (карбидов и боридов) за счет эффективной защиты от теплового схватывания. Бороалюминированные, цементованные, азотируемые диффузионные покрытия имеют сравнительно более низкую износостойкость вследствие склонности отдельных, входящих в их состав, фаз к адгезионному взаимодействию.

УДК 669.14.018.9

М.В. Ситкевич, канд. техн. наук,
В.А. Рогов

ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРЫ УГЛЕРОДИСТЫХ СТАЛЕЙ НА ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ

Современные представления о разрушении металлов при трении, отражающие развитие сложного комплекса механических, физико-химических, электрических, а также ряда других процессов, позволяют рассматривать структурное состояние сталей как один из важнейших факторов, определяющих характер и интенсивность их износа.

Значительный интерес представляет исследование износостойкости углеродистых сталей, карбидная фаза в которых (цемент) изменяется по содержанию и в зависимости от термической обработки, может принимать различную форму и размеры.

Исследования проводились при параметрах трения - скорость скольжения 0,42 м/с, давление - 150 кг/см².

Испытания отожженных углеродистых сталей показали, что по мере увеличения количества карбидной фазы в стали износостойкость ее возрастает, достигая максимума у стали У13. Истирание образцов сопровождается интенсивной пластической деформацией поверхностных слоев. При этом металлографический анализ поверхностей износа свидетельствует о том, что по мере увеличения карбидной фазы в стали доля поверхности трения, подверженной глубинному разрушению за счет теплового схватывания уменьшается, появляются некоторые элементы окислительных процессов при трении.

Исследования влияния формы карбидных частиц показали, что зернистый цементит обеспечивает более высокую износостойкость, чем пластичный. При этом поверхность трения характеризуется уменьшением количества очагов глубинного разрушения.

Проведенные испытания, показали, что повышение температуры закалки углеродистых сталей не вносит заметных измене-