

Исследование поверхностей износа при высокотемпературном трении

к.т.н. Александров Б.И., инж. Деревянко Ю.С.

(Украинская инженерно-педагогическая академия)

Изнашивание – это прежде всего процесс взаимодействия поверхностей, который сопровождается не только их микрорезанием, деформированием и нагреванием, но также и изменением механических свойств, структуры, фазового состава и химической активности поверхностных слоёв. Изучение структурных и энергетических закономерностей пластической деформации в приповерхностных слоях материалов по сравнению с их внутренними объёмными слоями имеет более важное значение для развития теории и практики процессов при высокотемпературном трении и износе.

Тонкие поверхностные слои обладают значительной активностью в физическом и химическом отношении и повышенной свободной энергией. По структуре и свойствам они отличаются от остального материала внутри объёма. Специфическое поведение их в процессе деформации обусловлено особым положением атомов материала в поверхностном слое, в котором некоторые связи остаются свободными. Это приводит к возникновению свободной поверхностной энергии и появлению некоторых структурных особенностей материала в тонком поверхностном слое [1].

Моделируя некоторые высокотемпературные процессы как роторная обкатка, прокатка, протяжка на специальной установке, было установлено, что в поверхностных слоях контактирующих зон происходит пластическая деформация, приводящая к усиленному износу и переносу более мягкого металла на твёрдый. С повышением температуры испытания до 1173К и давления до 50 МПа сила трения увеличивается и разрушение резко усиливается. Экспериментальные образцы из ряда сталей У7÷У12А, 110Г13Л, 40Х, 7ХС и 55Х20Г9Н4АЛ при высокотемпературном трении оплавляются и приобретают грибообразную форму (рис. 1). Контртела из сталей 25÷35 при

температурах 973÷1073К и силовым торцевым давлением образца совместно с крутящим моментом – разрезаются и частично оплавляются (рис.2).



Рис. 1. Форма образца
после испытания



Рис. 2. Контртело высокотемпе-
ратурного трения

Исследования износостойкости образцов из вышеуказанных сталей показало, что в условиях температур с 973К и удельном давлении 35 МПа после пяти циклов нагружения, гравюра изменяется с появлением глубоких трещин. Это свидетельствует о низком сопротивлении материалов термоциклическим ударам и износ образцов составляет от 2,7 кг/м² до 12 кг/м² на 1000 м пути. Анализируя структурные превращения протекающие в поверхностных слоях (рис. 3) установлено, что образующая белая фаза представляет собой сложную гетерогенную высокодисперсную структуру, содержащую аустенит, мартенсит, карбиды. Эта структура образуется в результате циклического приложения энергии (механического удара), которая с большой скоростью преобразуется в дополнительную теплоту. Возникающие в процессе трения дополнительные источники теплоты вызывают сложные изменения структуры не только в поверхностном слое, но и на значительной глубине от трущейся поверхности.

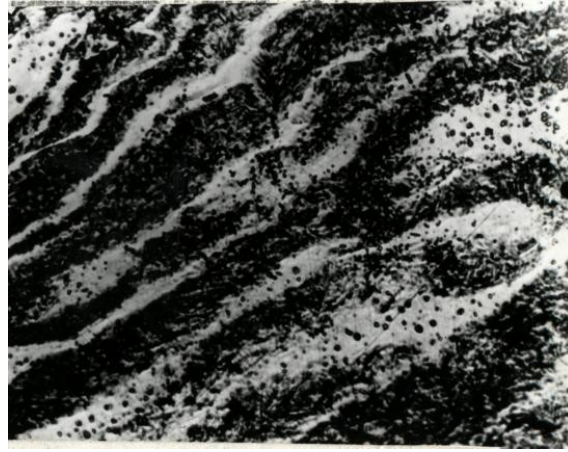


Рис. 3. Поверхностный слой стали 4X5MFC после испытаний при температуре 973К (x500)

Проведенные исследования показали, что применение вышеисследованных сталей для инструмента горячего деформирования нецелесообразно, так как на поверхности инструмента образуются макро- и микротрещины, которые являются очагом разупрочнения материала при износе. В образующие трещины внедряется разогретый материал. Происходит интенсивное налипание и нужной формы детали при высокотемпературном процессе не получается. Для таких процессов целесообразно принять белые износостойкие чугуны.

Литература:

1. Александров Б.И., Некрасов А.А. Связь высокотемпературного износа со структурой материалов. // Литьё Украины, 2009, №6, С. 24-25.