

С.Е. Бельский, доц., канд. техн. наук;
М.Н. Пищов, доц., канд. техн. наук;
А.И. Сурус, доц., канд. техн. наук
(БГТУ, г. Минск).

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРНО-ВРЕМЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ ПОВЕРХНОСТНОГО УПРОЧНЕНИЯ НА СОПРОТИВЛЕНИЕ ИЗНАШИВАНИЮ ШТАМПОВОЙ СТАЛИ

Для изделий, работающих в условиях термосмен, а также высоких механических нагрузок (штампы горячей объемной штамповки, рубильные ножи) традиционно применяются штамповые стали. Стойкость такого инструмента зависит не только от его конструкции и режимов эксплуатации, но и от качества (структуры и механических свойств) применяемой для него стали. Результаты наших предварительных исследований показали, что для оптимизации структуры и повышения механических свойств штамповых сталей необходимо проведение ряда исследований по изменению и оптимизации технологических режимов термической обработки для обеспечения сопротивления изнашиванию поверхности при высоких нагрузках.

Для обеспечения необходимой твердости, а также износостойкости поверхностного слоя штампов проводилась цементация штамповой стали 45Х3В3МФС в среде природного газа при температуре 950 °С и выдержке от 10 до 20 часов.

Для определения эксплуатационных характеристик упрочненных слоев в разработанных насыщающих составах и оптимизации температурно-временных параметров процесса упрочнения исследована кинетика изнашивания экспериментальных образцов после проведения различной ХТО. Необходимо отметить, что как показали проведенные исследования, диффузионные слои характеризуются неоднородностью структуры и химического состава, наличием дефектов в виде пор, микротрещин, а также значительными колебаниями по толщине и твердости. В связи с этим сопротивление изнашиванию является важным критерием физико-механических и эксплуатационных свойств, так как позволяет оценить служебные свойства материалов, упрочненных при различных условиях.

Исследования износостойкости упрочненных различными составами экспериментальных образцов проводились в лабораторных условиях. Созданная на кафедре деталей машин и ПТУ БГТУ установка для проведения испытаний по сопротивлению изнашиванию

экспериментальных образцов частично моделирует реальные условия работы инструментальной оснастки.

Режим испытаний при возвратно-поступательном движении был следующий: величина амплитуды—110 мм; максимальная скорость скольжения $V_{\max} = 0,67$ м/с; число циклов – 452 тысяч, что соответствует – 59,72 км пройденного пути; температура в месте контакта поддерживалась не выше 70–100°C. При этом удельная нагрузка на поверхности трения изменялась от 1,5 МПа до 5,5 МПа, что позволило в достаточно широком диапазоне оценивать параметры износостойкости упрочненных образцов.

Исследования упрочненных образцов проводились в режиме сухого трения с минимальным добавлением индустриального масла 20 для исключения явления задира. Испытывались образцы размеров 10x10x10 мм из стали 45Х3В3МФС прошедшей цементацию по различным режимам.

В связи с тем, что структура и фазовый состав поверхностных слоев по глубине в значительной степени отличаются неоднородностью, показатели износостойкости различных слоев существенно отличаются друг от друга. Для получения достоверных результатов испытаний, в отличие от традиционно применяемых методик, отсутствовал период приработки образца и контртела. Поэтому при проведении исследований шероховатость контртела, выполненного из инструментальной быстрорежущей стали Р6М5 с твердостью HRC 64–66, поддерживалась постоянной в пределах Ra 1,25 мкм. После испытаний трех образцов рабочая поверхность контртела периодически перешлифовывалась на заданную шероховатость; для более интенсивного износа неровности выполнялись в направлении перпендикулярном движению образца.

При анализе результатов испытаний была определена зависимость интенсивности изнашивания образцов от пути трения при упрочнении их с различным временем ХТО (рисунки 1, 2). Кривые износа, приведенные на рисунках 1, 2 вполне отражают общепринятые представления и зависимости характерные для эксплуатации деталей, работающих в условиях интенсивного нагружения. Было установлено, что при цементации в течение 5 часов образцов из стали 45Х3В3МФС существуют, как уже было отмечено, участки приработки и ускоренного изнашивания, при которых значения интенсивности изнашивания достигают максимальных значений (рисунок 1, кривая 1). При этом наиболее опасной является зона катастрофического изнашивания, которая находится на пути трения 45–60 км, так как здесь происходит основное разрушение поверхности.

При увеличении времени обработки интенсивность изнашивания на всем протяжении пути трения остается почти постоянной. При этом на некоторых участках пути трения наблюдается ее уменьшение, что вероятно связано со стабильностью поверхностной твердости и остаточных напряжений сжатия.

С увеличением нагрузки до 5,5 МПа (рисунок 2) интенсивность изнашивания возрастает в первую очередь при малом времени цементации. Кривые изнашивания сохраняют те же характерные участки, как и при более низкой нагрузке.

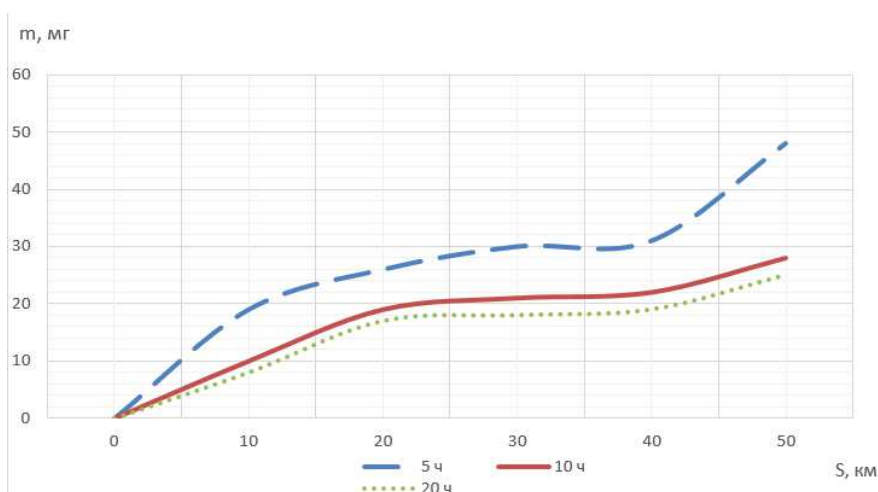


Рисунок 1 – Изменение величины изнашивания образцов из стали 45Х3В3МФС при различном пути трения и нагрузке 1,5 МПа в зависимости от времени цементации: (5 ч; 10 ч; 20 ч)

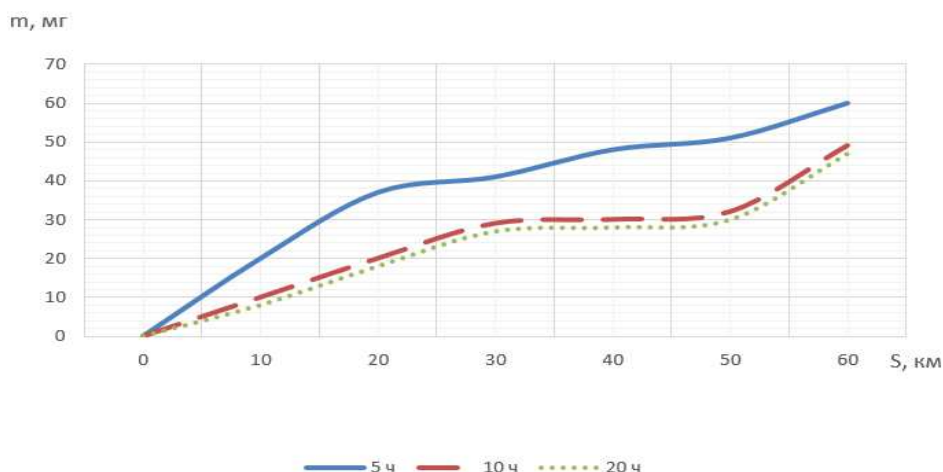
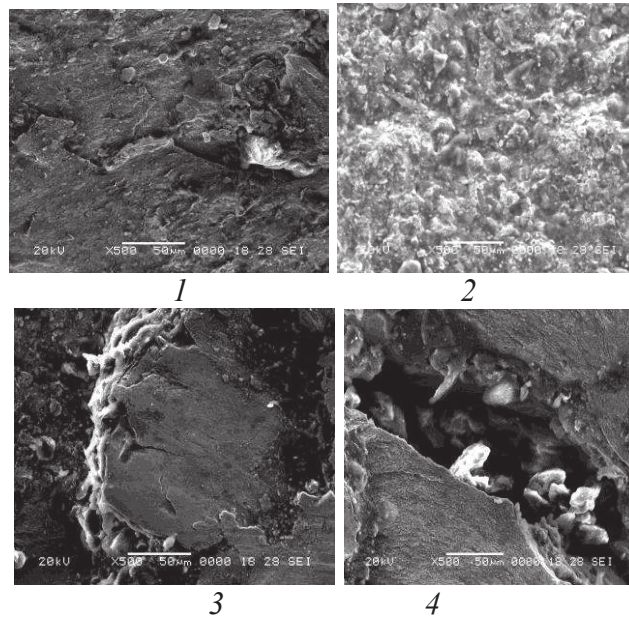


Рисунок 2 – Изменение величины изнашивания образцов из стали 45Х3В3МФС при различном пути трения при нагрузке 5,5 МПа в зависимости от времени цементации: (5 ч; 10 ч; 20 ч)

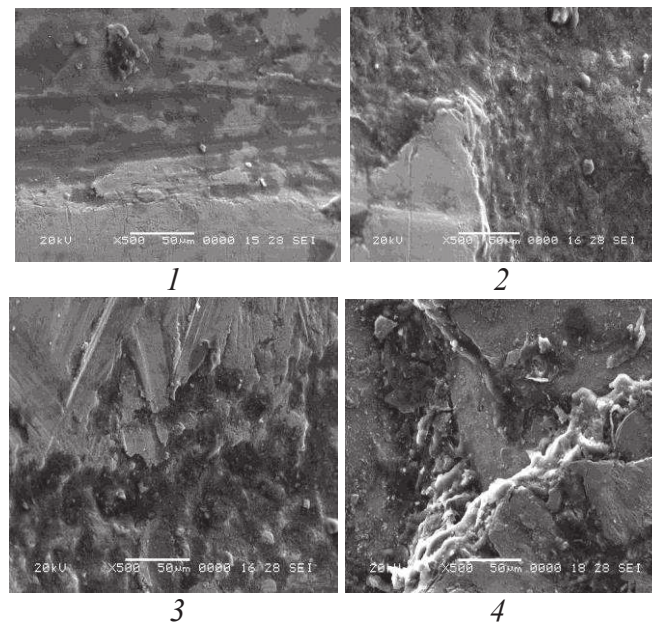
С увеличением времени обработки до 10 ч изменяется и картина разрушения поверхности. Элементы смятия участков поверхности и

выкрашивания отдельных ее фрагментов наблюдаются только при пути трения 50 км (рисунок 3, 4), что подтверждает результаты испытаний на сопротивление изнашиванию.



1 – путь трения 5 км, 2 – 20 км, 3 – 40 км, 4 – 50 км

Рисунок 3 – Кинетика изнашивания образцов стали 45ХЗВЗМФС, упрочненных цементацией при времени 5 ч при нагрузке 3,5 МПа



1 – путь трения 5 км, 2 – 20 км, 3 – 40 км, 4 – 60 км

Рисунок 4 – Кинетика изнашивания образцов стали 45ХЗВЗМФС, упрочненных цементацией (10 ч) при нагрузке 3,5 МПа

Результаты исследований позволяют определить рациональные параметры процесса поверхностного упрочнения, обеспечивающие требуемую износостойкость инструмента.