

УДК 621.785.532

В.Б. Левитан, инж. (ЧУП «Сталекс»);
С.Е. Бельский, доц., канд. техн. наук;
М.Н. Пищов, доц., канд. техн. наук; А.В. Вергейчик студ.
(БГТУ, г.Минск)

ПЕРСПЕКТИВЫ ЗАМЕНЫ БЫСТРОРЕЖУЩЕЙ СТАЛИ ШТАМПОВОЙ С ПОВЕРХНОСТНЫМ УПРОЧНЕНИЕМ

Для многих штамповых инструментов (например, штампов сферодвижной штамповки в условиях МТЗ и на других предприятиях) используются быстрорежущие стали типа Р6М5. Прочность и, особенно, ударная вязкость, таких сталей недостаточна для работы в условиях циклических нагрузок, что приводит к преждевременным поломкам инструмента.

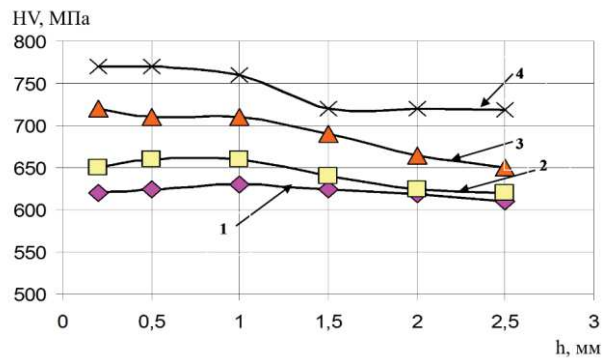
Основной принцип штамповки обкатыванием или сферодвижной штамповки – локализации зоны пластической деформации. При локальной схеме деформирования на большей части обрабатываемой поверхности заготовки происходит восстановление смазывающей пленки, что в значительной мере уменьшает влияние сил трения в паре инструмент-заготовка. Это должно благоприятно сказываться на условиях деформирования и стойкости инструмента. Наиболее эффективным способом считается объемное деформирование заготовки сложного, но не глубокого контура, с малой относительной высотой ($H/D = 0,1-0,2$). Подобная технология широко используется на МТЗ для изготовления конических шестерен дифференциала из стали 20ХНР. Однако, стойкость штампов, изготовленных из стали Р6М5 является очень низкой и в некоторых случаях не превышает 1 000 штамповок. Разрушение штампового инструмента, заключается в трещинообразовании у основания зубьев с последующей их поломкой. Анализ поверхности инструмента на различных этапах эксплуатации показал, что следов изнашивания и пластической деформации не обнаружено. Подобная причина разрушения свидетельствует о переходе у основания зуба матрицы сжимающих напряжений в растягивающие, что и является одной из причин возникновения трещин.

Одним из перспективных направлений как повышения стойкости штампов, так и снижения стоимости данной оснастки является замена быстрорежущей стали Р6М5 штамповой 45ХЗВЗМФС с ее цементацией. Таким образом, определение рациональных параметров цементации штамповой стали является актуальной задачей.

Для обеспечения необходимой твердости, а также износостойкости поверхностного слоя штампов проводилась цементация стали

45X3B3MФC в среде природного газа при температуре 950 °C и выдержке от 10 до 20 часов.

Для изучения свойств диффузионного слоя проводилось измерение микротвердости по его глубине. При проведении отпусков микротвердость поверхностного слоя на стали 45X3B3MФC значительно возрастает (рисунок 1). Некоторое снижение твердости по глубине 0,3–0,7 мм от поверхности после закалки и первого отпуска объясняется образованием и последующим распадом остаточного аустенита, количество которого в этой области велико вследствие высокого содержания углерода.



1 – после закалки, 2 – после первого отпуска,
3 – после второго отпуска, 4 – после третьего отпуска

Рисунок 1 – Распределение микротвердости по глубине цементированного слоя h стали 45X3B3MФC при времени обработки 12 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 ХТО при различных режимах. Необходимо отметить, что как показали проведенные исследования, диффузионные слои характеризуются неоднородностью структуры и химического состава, 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.

Кривые износа, приведенные на рисунках 2, 3 вполне отражают общепринятые зависимости характерные для эксплуатации деталей, работающих в условиях интенсивного нагружения. Для кривой износа (нагрузка 2,5 МПа), полученной при времени цементации 5 ч характерно наличие трех основных участков, соответствующих основным стадиям развития процесса изнашивания и разрушения поверхностного слоя образца. На первом этапе (до 20 км пробега), соответствующем периоду

приработки, наблюдается более интенсивное изнашивание с потерей массы около 50 % за весь период испытаний. С увеличением нагрузки до 5,5 МПа (рисунок 3) интенсивность изнашивания возрастает в первую очередь при малом времени цементации. Кривые изнашивания сохраняют те же характерные участки, как и при более низкой нагрузке. Следует отметить, что при времени обработки 10 и 20 часов на кривых отмечается только участок приработки (до пути трения до 60 км интенсивного изнашивания не выявлено и при нагрузке 5,5 МПа); при этом различие сопротивления изнашивания при времени обработки 10 и 20 ч практически одинаковое.

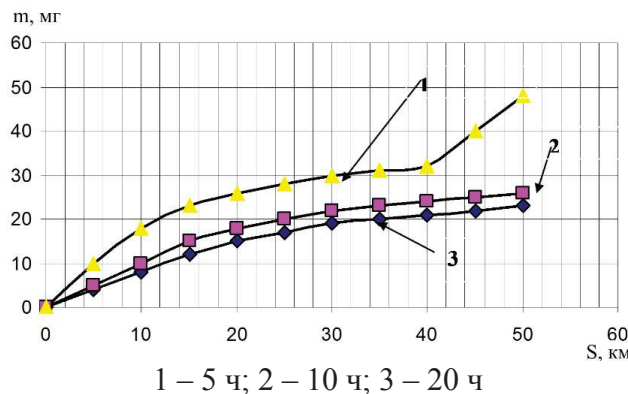


Рисунок 2 – Изменение величины изнашивания образцов из стали 45Х3В3МФС при различном пути трения и нагрузке 2,5 МПа в зависимости от времени цементации

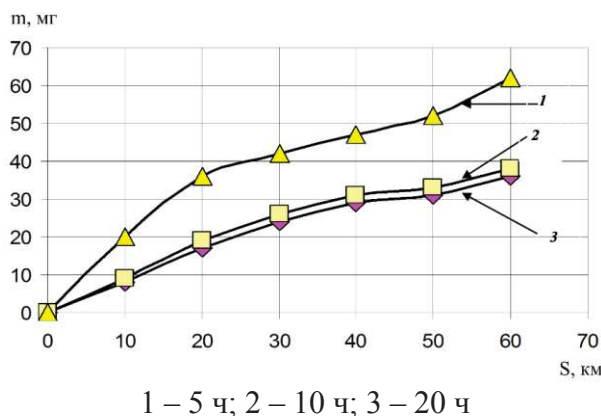


Рисунок 3 – Изменение величины изнашивания образцов из стали 45Х3В3МФС при различном пути трения при нагрузке 5,5 МПа в зависимости от времени цементации

Механические свойства сердцевины инструмента (с твердостью 54–56 HRC) за счет пониженного содержания углерода и меньшей карбидной неоднородности значительно превосходят свойства стали Р6М5. Таким образом, использование стали 45Х3В3 МФС вместо быстрорежущей типа Р6М5 весьма перспективно для изготовления инструментов, работающих в условиях повышенных давлений, а также ударных нагрузок.