

ЛОКАЛЬНАЯ ПОВЕРХНОСТНАЯ ПЛАЗМЕННАЯ ЗАКАЛКА ПРОБИВНЫХ ПУАНСОНОВ ИЗ СТАЛИ X12M

Веремейчик А.И., Онысько С.Р., Сазонов М.И., Хвисевич В.М.
Беларусь, Брест, Брестский государственный технический университет,
E-mail: vai_mrtm@tut.by

В производственных условиях при использовании установок для пробивки отверстий в крепежных деталях различного назначения применяют цилиндрические пуансоны из инструментальной штамповой стали X12M. Высокохромистая сталь X12M обладает высокой износостойкостью и глубокой прокаливаемостью, по структуре после отжига относится к ледебуритному классу, после нормализации – к мартенситному. Высокая износостойкость стали X12M обуславливается большим количеством карбидов $(CrFe)_7C_3$. При нагреве выше температур перлитного превращения (800–820 °С) вторичные карбиды растворяются и аустенит насыщается хромом. После закалки карбиды сохраняются в структуре закаленной стали [1].

На практике пуансоны упрочнялись с помощью объемной закалки до величины твердости 55–60 HRC. Во время эксплуатации пуансоны подвергаются интенсивному механическому изнашиванию вследствие воздействия динамических нагрузок, и их ресурс составляет около трех тысяч пробивок. Визуальные обследования отработанных пуансонов показали, что происходил не только интенсивный износ их режущих частей, но и искривление (иногда с разрушением). Такой характер разрушения после объемной закалки обусловлен возникновением в металле значительных механических напряжений и охрупчивания стали вследствие неоднородной их закалки.

Для улучшения характеристик поверхностного слоя рабочей зоны пуансона предложено с помощью движущейся плазменной дуги дополнительно закалить его рабочую поверхность до 70 HRC. Проведены исследования влияния параметров плазменной дуги на поверхность образцов с их оптимизацией, определено влияние параметров упрочнения на физико-механические свойства и износостойкость поверхностного слоя, изучены теплофизические процессы, происходящие в стали в результате воздействия плазменной дуги, исследована микрогеометрия поверхностного слоя в зависимости от параметров процесса упрочнения.

Для процесса поверхностной плазменной закалки рабочей зоны цилиндрических пробивных пуансонов применялся плазмотрон с высокой удельной мощностью. В качестве плазмообразующего газа использовался аргон, в плазмотроне было применено обжимающее сопло с диаметром отверстия 1,2 мм. Плазменная дуга направлялась на торцы пуансонов, которые были обжаты двумя медными пластинами для их интенсивного охлаждения и собраны в обойму. При равномерном движении плазмотрона производится последовательные интенсивный нагрев пуансонов и закалка их торцов. Сначала плазмотрон перемещается относительно пуансонов вдоль их торцевых поверхностей, затем их поворачивают на 90°, и движение повторяется. Таким образом достигается закалка торца и режущей кромки пуансонов.

Плазменная закалка производилась при токах дуги $I=6-32$ А. Скорость перемещения плазмотрона варьировалась от 5 до 25 мм/с. В результате проведенных экспериментов и статической обработки их результатов были определены оптимальные параметры процесса поверхностной закалки: скорость перемещения плазмотрона $v=10-13$ мм/с, ток дуги $I=27$ А, расход защитного газа $Q=2,0-2,5$ л/мин. Эти параметры зависят от расстояния плазмотрона до поверхности торцов пуансонов. Анализ результатов показывает, что благодаря высоким скоростям охлаждения обеспечивается одновременность мартенситного превращения по всему контуру охлаждаемых пуансонов, что уменьшает или даже полностью исключает появление закалочных трещин.

С применением вычислительного комплекса ANSYS проведено исследование температурных полей, напряжений и деформаций в конечно-элементной модели системы «пуансон-обоймы». Разработанная механико-математическая модель учитывает изменение температуры по диаметру пятна нагрева и зависимость характеристик материала от температуры. Исследование НДС проведено при различных параметрах плазменной закалки. По результатам проведенных исследований стойкость инструмента увеличена в 1,8 раза.

Список литературы:

1. Материаловедение: Учебник для высших технических учебных заведений. Б.Н. Арзамасов, И.И. Сидорин, Г.Ф. Косолапов и др.; под общ. ред. Б.Н. Арзамасова. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Машиностроение, 1986. – 384 с.