

**Сазонов М.И., Хвисевич В.М., Веремейчик А.И., Батрак В.В.**

*(УО «БрГТУ», г. Брест, Беларусь)*

## **УПРОЧНЕНИЕ РАБОЧЕЙ ЧАСТИ ПРОБИВНОГО ИНСТРУМЕНТА ИЗ СТАЛИ Х12М ДВИЖУЩЕЙСЯ ПЛАЗМЕННОЙ ДУГОЙ**

E-mail: vai\_mrtm@bstu.by

В производственных условиях при использовании установок для пробивки отверстий в крепежных деталях различного назначения часто применяют цилиндрические пуансоны. Визуальные обследования отработанных пуансонов показали, что происходит не только интенсивный износ их режущих частей, но и их искривление. Такой характер разрушения присущ деталям, упрочненным объемной закалкой и обусловлен возникновением в металле значительных механических напряжений и охрупчивания стали вследствие неоднородной закалки.

Для процесса поверхностного плазменного упрочнения рабочей зоны цилиндрических пуансонов, изготовленных из стали Х12М, применялся плазмотрон с высокой удельной мощностью. В качестве плазмообразующего газа использовался аргон. В используемом плазмотроне было применено обжимающее сопло с диаметром отверстия 1,2 мм. Струя плазмы шириной 3 мм направлялась на торцы пуансонов, которые были обжаты двумя пластинами из меди М0 для их интенсивного охлаждения, и собраны в обойму. Расстояние между соседними пуансонами принималось равным 15 мм. 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  $I = 6 \dots 32$  А. Скорость перемещения плазмотрона варьировалась от 5 до 25 мм/с. В результате проведенных экспериментов и статистической обработки их результатов были определены оптимальные параметры процесса поверхностного упрочнения: скорость перемещения плазмотрона  $v = 10 \dots 13$  мм/с, ток дуги  $I = 27$  А, расход защитного газа  $Q = 2 \dots 2,5$  л/мин. Следует отметить, что эти параметры зависят от расстояния плазмотрона до поверхности торцов пуансонов.

С применением программной системы ANSYS проведено численное исследование температурных полей, напряжений и перемещений в конечно-элементной модели системы «пуансон-обоймы» при поверхностной закалке. Анализ полученных результатов температурного анализа показывает, что благодаря высоким скоростям охлаждения обеспечивается одновременность мартенситного превращения по всему контуру охлаждаемой детали, что уменьшает или даже полностью исключает появление закалочных трещин. Кроме того установлено, что наибольшую температуру имеют точки на торце в момент прохождения пятна нагрева центра торцевой поверхности. Исследовано распределение температурных полей по глубине диаметрального сечения пуансона, вдоль которого перемещается источник нагрева.

При исследовании напряженно-деформированного состояния (НДС) модель пуансона закреплялась по нижней торцевой и нижним боковым поверхностям. Для определения оптимальных режимов закалки проведено исследование НДС пуансона при различных скоростях движения плазмотрона, коэффициентах конвекции, токах дуги, расходах аргона. Проведено сравнение результатов расчета температурных полей, эквивалентных напряжений и компонент вектора перемещений при различных скоростях движения плазмотрона. Исследовано влияние тепловых и механических характеристик материала обойм на температурные поля, напряжения и перемещения в упрочняемом пуансоне.

Полученные результаты термостатического анализа пуансонов могут быть использованы для определения оптимальных режимов технологических процессов при поверхностной закалке металлоизделий с помощью высококонцентрированных источников нагрева, а также оценить прочностные свойства изделий и обеспечить повышение эксплуатационных свойств.