

ВЛИЯНИЕ ТОЛЩИНЫ ПОГЛОЩАЮЩЕГО ПОКРЫТИЯ НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МИКРОТВЕРДОСТИ ПРИ ЛАЗЕРНОЙ ТЕРМООБРАБОТКЕ

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

Во время работы пуансон и матрица деформируют штампуемый материал и, так как процесс штамповки осуществляется при высоком давлении, то сами рабочие части также подвергаются деформации. Закаленные рабочие поверхности испытывают в основном упругую деформацию, что приводит в процессе выработки установленного количества циклов обработки к накоплению малых остаточных деформаций. Последние в свою очередь изменяют размеры рабочих поверхностей и, как следствие, нарушают геометрию вырубаемого изделия. Поэтому материал для изготовления штампов необходимо выбирать исходя из конкретных условий работы с расчетом на высокую стойкость оснастки.

Наиболее важной характеристикой стойкости является твердость поверхности рабочих частей, которая в большинстве случаев должна быть значительно выше твердости вырубаемых изделий. Она достигается не только выбором материала для деталей штампов, исходя из соотношения прочностных характеристик штампуемого материала с рабочими частями, но и термической обработкой штампов. В область этой обработки входит не только широко применяемая термическая и химико-термическая обработка, но и поверхностная обработка высококонцентрированными потоками энергии, например, такими как лазерное излучение. Показателем того, что рабочие части штампа имеют высокую стойкость, является их способность сохранять заостренную режущую кромку.

Большинство разделительных штампов выполняются из инструментальных и легированных сталей. Кроме того, в последнее время, широко применяют штампы и вставки в них из твердых сплавов.

В разделительных штампах твердость пуансона меньше твердости матриц. Это связано с тем, что при выполнении технологической операции пуансон работает с ударной нагрузкой и, следовательно, в большей степени подвержен выкрашиванию. Также, благодаря такому сочетанию значительно облегчается взаимная пригонка при штамповке и увеличения количества рабочих циклов обработки. Разница в твердости рабочих частей может дости-

гать до 10 HRC. Согласно литературных источников наиболее оптимальным будет использование пуансонов с твердостью рабочих поверхностей 52...56 HRC и твердосплавных матриц с твердостью 83...85 HRA [1,2].

Достижение необходимой твердости рабочих частей матрицы неизбежно связана с использованием вставок из твердых сплавов. Последние имеют преимущества в вырубных штампах с простой конфигурацией вырубных окон, однако при более сложных геометрических формах, возникают проблемы изготовления и крепления твердосплавных вставок. Одним из выходов можно считать использование для изготовления матриц легированных сталей с закалкой рабочих поверхностей импульсным лазерным излучением.

Термическое упрочнение лазерным излучением в силу своей технологической специфики — локального нагрева, малого пятна контакта, высокой скорости нагрева и охлаждения, структурным изменениям — создает на обрабатываемом материале поверхностный слой, имеющий схожие со сплавами характеристики по твердости [3]. Кроме перечисленных выше технологических особенностей лазерной закалки к ним также относится величина коэффициента поглощения инфракрасного излучения и распределение твердости по глубине упрочненного слоя. Последнее имеет свои особенности. При лазерном термоупрочнении отдельные слои обрабатываемого участка прогреваются по глубине до разных температур, вследствие чего, зона лазерного воздействия (ЗЛВ) имеет сложное строение. Первый слой — зона закалки из твердой фазы. В нашем случае лазерное упрочнение является финишной обработкой и изменение геометрических характеристик качества рабочих поверхностей нежелательно [4]. Второй слой — переходная зона, третий — слой основного материала. Согласно литературных источников [5–7] наиболее оптимальным, с точки зрения работоспособности режущих поверхностей, является сочетание высокой твердости закаленного слоя с широкой переходной зоной. А также, по [8] закалка импульсным излучением имеет ряд преимуществ (например, чешуйчатая структура ЗЛВ) перед закалкой непрерывным лазерным излучением.

В данной работе рассматриваются исследования по определению оптимальной толщины поглощающего покрытия в зависимости от распределения микротвердости по глубине упрочненного слоя (плавности перехода от упрочненной зоны к основному, незакаленному, слою) при лазерной закалке импульсным излучением.

Для проведения эксперимента были изготовлены три группы образцов размером 30x20x10 мм из предварительно закаленной и отпущенной стали X12M. Поверхности образцов обрабатывались до тех же геометрических характеристик поверхности, что и зеркало матрицы в производственных ус-

ловиях. В связи с тем, шлифованные поверхности металлов отражают до 90% попадающего на него излучения, то для увеличения эффективности воздействия, на поверхность образцов согласно [9] наносилось комплексное покрытие из краски с наполнителем из окисла металла желтого цвета и окисной пленки ортофосфорной кислоты. Толщина покрытия варьировалась в пределах от 5 до 15 мкм. Облучение производили на промышленной установке «Квант-18М» при мощности излучения в $W_p = 6,8 \times 10^4 \text{ Вт/см}^2$ и $W_p = 8,4 \times 10^4 \text{ Вт/см}^2$ для всех групп образцов. После обработки образцы подвергались травлению раствором азотной кислоты для проявления закаленных слоев. Исследования микротвердости производились на шлифах образцов на лабораторной установке ПМТ-3.

Результаты обработки полученных данных отображены на рис. 1 и 2.

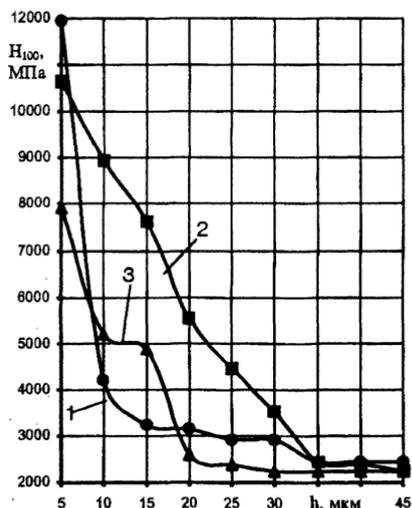


Рис. 1. Зависимость распределение микротвердости по глубине упрочненного слоя при мощности $W_p = 6,8 \times 10^4 \text{ Вт/см}^2$ от толщины покрытия:

1 — $h = 5 \text{ мкм}$; 2 — $h = 10 \text{ мкм}$;
3 — $h = 15 \text{ мкм}$

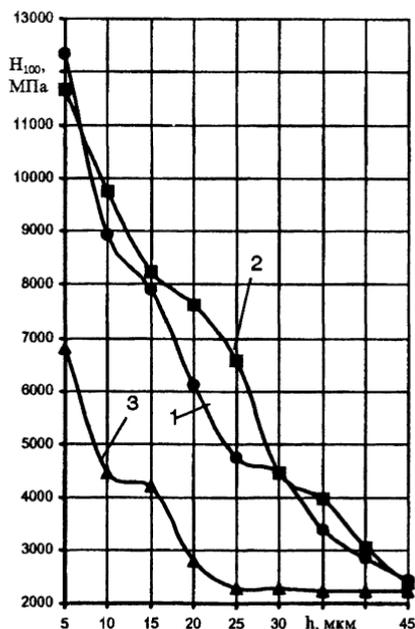


Рис. 2. Зависимость распределение микротвердости по глубине упрочненного слоя при мощности $W_p = 8,4 \times 10^4 \text{ Вт/см}^2$ от толщины покрытия:

1 — $h = 5 \text{ мкм}$; 2 — $h = 10 \text{ мкм}$;
3 — $h = 15 \text{ мкм}$

Из графиков видно, что при малой величине покрытия не зависимо от мощности излучения переходная зона практически отсутствует, что в процессе работы матрицы штампа непременно приведет к отслаиванию закаленной зоны, с увеличением толщины покрытия и мощности излучения происходит постепенное уменьшение поверхностной твердости и глубины ЗЛВ.

Анализ результатов проведенных исследований приводит к выводу, что наиболее оптимальное распределение микротвердости по глубине упрочненного слоя достигается при толщине покрытия $h = 10$ мкм и мощности излучения $W_p = 8,4 \times 10^4$ Вт/см², так как при данных условиях достигается плавность перехода от упрочненной зоны к основному, незакаленному, слою, при высокой поверхностной твердости обработанной поверхности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Скворцов Г.Д. Основы конструирования штампов для холодной листовой штамповки. Подготовительные работы. – М.: Машиностроение, 1974. – 364 с.
2. Михайленко Ф.П. Стойкость разделительных штампов. – М.: Машиностроение, 1976. – 208с.
3. Лазерная техника и технология. В 7 кн. Кн. 6 Основы лазерного термоупрочнения сплавов / Под ред. А.Г. Григорьянца. – М.: Высш. шк., 1988. – 159 с.
4. Г.Я. Беляев, С.Э. Крайко Геометрические характеристики качества рабочих поверхностей штампового инструмента, обработанного лучом лазера // Машиностроение. – Мн., 2000. – Вып.16. – С. 146 – 149.
5. Белый А.В. Поверхностная упрочняющая обработка с применением концентрированных потоков энергии. – Мн., 1990. – 78с.
6. Маликов Л.С. и др. Лазерное упрочнение штампового инструмента // Технология и организация производства. – 1986. – №2. – С. 46-48.
7. Жуков А.А., Кокора А.Н., Заря А.Н., Ермакова Т.С. Особенности структуры и свойств вырубных штампов после дополнительного поверхностного упрочнения режущей кромки при помощи лазерного излучения // ФиХОМ. – 1977. – №1. – С. 141–143.
8. Коваленко В.С. Упрочнение деталей лучом лазера. – Киев.: Техника, 1981. – 156с.
9. С.Э. Крайко Влияние типа поглащающего покрытия на поверхностную микротвердость стали при лазерной термообработке // Машиностроение. – Мн., 2002. – Вып.18. – С. 201 – 205.