

ОЦЕНКА НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ ПРИ ЛАЗЕРНОЙ ОБРАБОТКЕ

О. Г. Девойно, А. Л. Кочеров, А. П. Пилипчук

¹ *Белорусский национальный технический университет, Минск*

² *Военная академия Республики Беларусь, Минск*

Решение задачи повышения эффективности и конкурентоспособности продукции современного машиностроения требует проведения научного поиска, направленного на разработку новых и развитие известных методов поверхностной обработки, позволяющих повысить свойства детали. Перспективным видом обработки является лазерная обработка поверхности деталей, основанная на возможности лазерного излучения создавать на малом участке поверхности высокие плотности теплового потока, необходимые для интенсивного нагрева или расплавления практически любого материала. При этом происходят структурные и фазовые превращения, возникают внутренние напряжения и деформации, под действием которых происходит изменение формы и размеров конструкции. Указанные явления являются объектом научных исследований, результаты которых способствуют появлению новых эффективных лазерных технологий. Одной из таких новых технологий является управляемая деформация металлов, т.е. формообразование деталей сложной пространственной формы посредством температурных и структурных напряжений без энергозатратных методов механической обработки [1].

В настоящее время в механике остаточных напряжений можно выделить несколько проблем, не полностью решенных. Это выявление механизма образования остаточных напряжений, изменение формы (коробление и поводки) деталей в результате образования и релаксации остаточных напряжений, влияние остаточных напряжений на сопротивление усталости, разработка методик определения и прогнозирования напряженного состояния. Эффективным способом исследования процесса формирования остаточных напряжений в настоящее время является математическое моделирование на основе решения задачи теории пластичности.

Для решения данной задачи в настоящее время применяются графо-расчетные методы и методы, основанные на использовании теории упругости и пластичности. В данной работе для выявления закономерностей образования остаточных напряжений после поверхностного упрочнения предлагается использовать метод переменных параметров упругости [2]. На основе использования данного метода определены температурные де-

формации и напряжения в нагреваемой по краю пластине. На первом этапе выполнен расчет напряжений в предположении идеально упругого тела, при этом напряжения в точке с максимальной температурой ($T_{\max} = 800 \text{ }^\circ\text{C}$) значительно превосходят предел текучести ($\sigma = -1453 \text{ МПа}$). На следующих этапах расчета по методу переменных параметров упругости в каждой точке сечения в качестве модуля упругости в n -ном приближении принимаем секущий модуль, определяемый в соответствии с кривой деформирования по значениям напряжения и деформации предыдущего приближения. На рис. 1 представлено распределение напряжений в первых четырех приближениях в рассмотренной задаче. Расчет заканчивается при достаточной близости значений напряжений данного и предыдущего приближений при условии, что изображающая точка лежит на кривой деформирования. В рассмотренной задаче данные условия выполнены в четвертом приближении, что свидетельствует о хорошей сходимости данного процесса последовательных приближений.

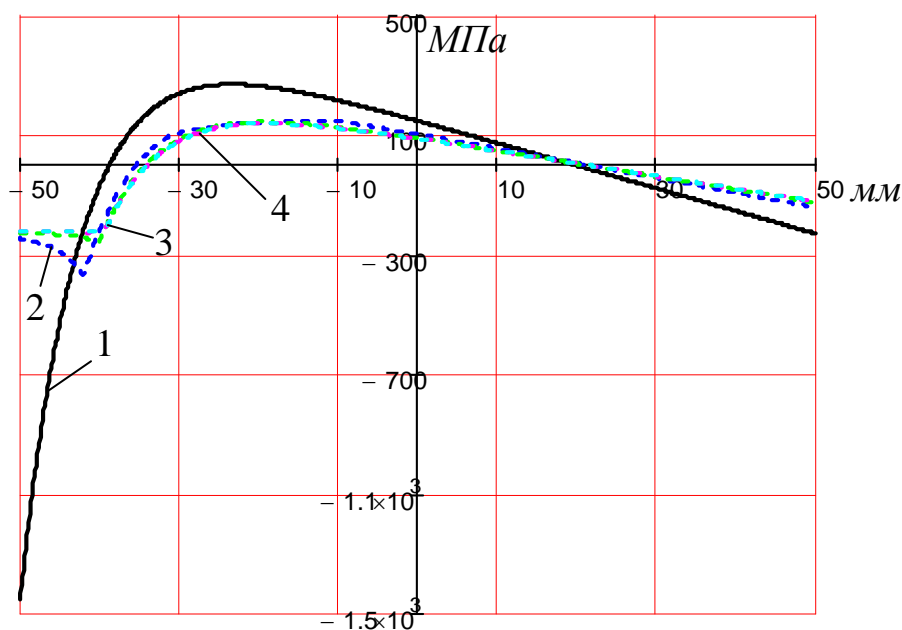


Рис. 1. Результаты расчета температурных напряжений в пластине на этапе нагрева:
1 – упругий расчет; 2, 3, 4 – расчет по методу переменных параметров упругости

Таким образом, применение метода переменных параметров упругости позволяет решить задачу оценки напряженного состояния в детали при интенсивном нагреве с использованием лазерного излучения. Полученное решение возможно использовать для определения оптимальных способов и режимов поверхностного упрочнения деталей на стадии их проектирования, что позволит при сравнительно небольших затратах улучшить качество выпускаемых деталей.

Литература

1. Моделирование процесса бесконтактной лазерной деформации адаптивным методом / Л.Ф. Головки [и др.] // Электронное моделирование. – 2011. – № 3. – С. 71 – 84.
2. Григорьянц, А.Г. Основы лазерной обработки материалов / А.Г. Григорьянц. – М.: Машиностроение, 1989. – 304 с.

УДК 621.793.7

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ФОРМИРОВАНИЯ АНТИФРИКЦИОННЫХ ПЛАЗМЕННЫХ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ Ni и Cu

Н. В. Спиридонов, Е. В. Ероховец, И. О. Соков, Л. И. Пилецкая
Белорусский национальный технический университет, Минск

Несмотря на то, что во всем мире непрерывно ведутся работы по снижению потерь на трение и износ, эта проблема сохраняет свою актуальность. Достаточно сказать, что по оценке экспертов вредные последствия от этих факторов глобальны и ежегодные потери мировой экономики составляют многие миллиарды долларов. Эти последствия связаны, прежде всего, с потерями энергии в узлах трения, потерями материалов при изнашивании и выходе оборудования из строя, вредными экологическими последствиями износа подшипников скольжения и других подвижных сопряжений [1].

Одной из важнейших эксплуатационных характеристик большинства изделий является износостойкость, т.к. уменьшение износа приводит к увеличению срока службы. Применение в узлах трения антифрикционных материалов, которые обеспечивают низкие значения коэффициента трения и минимальные потери энергии, позволяет значительно уменьшить износ.

Антифрикционные покрытия – материалы, применяемые для деталей машин (подшипников, втулок и др.), работающих при трении скольжения и обладающих в определенных условиях низким коэффициентом трения. Материалы покрытий отличаются низкой способностью к адгезии, хорошей прирабатываемостью, теплопроводностью и стабильностью свойств.

Плазменное напыление – универсальный процесс, позволяющий повысить износостойкость, жаростойкость, коррозионную стойкость и другие эксплуатационные характеристики деталей машин.