

Из анализа распределения полей напряжений  $\sigma_{yy}$  (рис. 2, 3) следует, что формирование разделяющей микротрещины происходит в поверхностных слоях материала в зоне растягивающих напряжений, сформированных за счет подачи хладагента, которые более ярко выражены при разделении пучками кольцевого сечения.

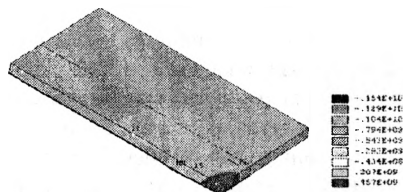


Рис. 2. Пространственное распределение термоупругих полей в образце, при воздействии пучками эллиптического и кольцевого контуров  $\sigma_{yy}$ , (Па)

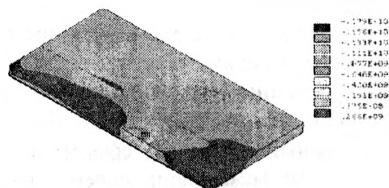


Рис. 3. Пространственное распределение термоупругих полей в образце, при воздействии пучков кольцевого сечения  $\sigma_{yy}$ , (Па)

Проведенные расчеты позволят в дальнейшем оптимизировать режимы лазерного термораскалывания металлокерамики.

УДК 621.791

**Бавевич Г.А., Грищенко В.В., Козлов А.И.**

## **КОНЕЧНОЭЛЕМЕНТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ИМПУЛЬСНОЙ ЛАЗЕРНОЙ СВАРКИ**

*УО «Гомельский государственный университет им. Франциска Скорины»,  
Гомель, Республика Беларусь*

*Научный руководитель: канд. ф.-м. наук доцент Мышковец В.Н.*

Авторами проведены теоретические расчеты распределения температурных полей в образце из нержавеющей стали 12Х18Н10Т при воздействии импульсного лазерного излучения с различными временными и энергетическими характеристиками с целью оптимизации технологических режимов сварки и получения качественных сварных соединений, используя метод сквозного проплавления.

Основной физической характеристикой процесса нагрева при лазерной сварке металлов является температурное поле на поверхности и в объеме материала, которое может быть определено теоретическими или экс-

периментальными методами. Определение температурных полей в зависимости от пространственных координат и в любой момент времени, позволяет находить такие важные параметры процесса, как мгновенное значение скоростей нагрева и охлаждения, температурные градиенты по разным направлениям. Знание этих параметров позволяет правильно выбрать требуемый режим работы лазерных установок (энергию, плотность мощности, продолжительность воздействия и др.), используемых в технологических процессах лазерной сварки. Одним из способов определения температурных полей является метод конечных элементов.

Для расчетов в данной работе использовалась трехмерная конечно-элементная модель, описывающая распределение температурных полей при импульсной лазерной сварке, представляющая собой пластину из исследуемого металла с геометрическими размерами (мм):  $10 \times 10 \times 0,4$  расположенную поверх другой пластины размером (мм):  $10 \times 10 \times 10$ . Модель вычисляет неустановившийся температурный баланс, размеры области плавления и зоны термического влияния. При этом использованы температурозависимые теплофизические свойства материала.

В результате проведенных исследований был получен ряд зависимостей глубины проплавления образца из нержавеющей стали 12X18H10T от длительности импульса лазерного излучения при различных значениях энергии в импульсе и от энергии в импульсе для различных значений длительности лазерного импульса.

Анализируя зависимости, представленные на рис. 1 и 2, можно сделать вывод, что для сварки пластин толщиной 0,4 мм и 10 мм предпочтительно использовать лазерное излучение с энергией 8-9 Дж в импульсе. При таких энергетических характеристиках обеспечивается сквозное проплавление верхней пластины, и достаточное для образования качественно-

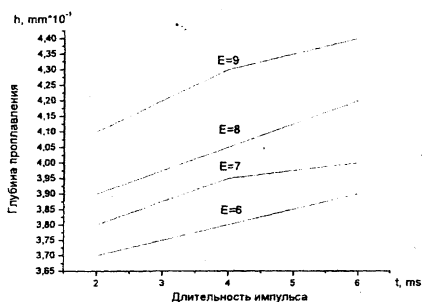


Рис. 1. Зависимость глубины проплавления от длительности импульса для различных значений энергии в импульсе

го сварного соединения проплавление нижней пластины.

Сварка излучением с меньшими энергетическими характеристиками приводит к недостаточному проплавлению нижней пластины или даже его отсутствию. Сваривание образцов лазерным излучением с энергией 8 Дж в импульсе происходит при длительности импульса 4-6 мс. Для излучения с энергией 9 Дж и выше временные характеристики могут варь-

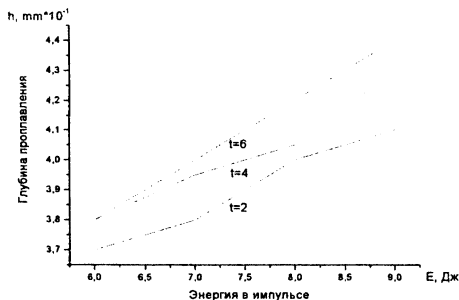


Рис. 2. Зависимость глубины проплавления от энергии в импульсе для различных значений длительности лазерного импульса

тельностью импульса 4 мс и энергией 9 Дж.

Как видно из рисунка, глубина проплавления  $H$  при воздействии лазерного излучения с данными энергетическими и временными характеристиками превышает толщину верхней пластины, т.е. происходит процесс сварки.

В ходе проведенных теоретических расчетов установлены оптимальные режимы лазерной сварки нержавеющей стали 12Х18Н10Т, которые хорошо согласуются с экспериментальными результатами. Таким образом, представленная модель может использоваться для прогнозирования результатов лазерной сварки образцов из стали 12Х18Н10Т, и, при учете соответствующих температурозависимых теплофизических свойств, других металлов.

импульсного высокоэнергетического излучения (9 Дж и выше, 2-3 мс) вырастает процент выноса материала из сварочной ванны, что отрицательно сказывается на качестве сварного соединения.

На рис. 3 приведено распределение температурных полей по объему материала в виде изотермических поверхностей при сварке образцов лазерным излучением с дли-

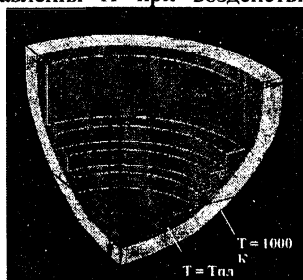


Рис. 3 Распределение температуры в виде изотермических поверхностей

УДК621.762:6 673.4

Бровко С.В., Новиков А.И.

## ИЗГОТОВЛЕНИЕ ОФОРМЛЯЮЩИХ ВСТАВОК ПРЕСС-ФОРМ МЕТОДОМ КВАЗИИЗОСТАТИЧЕСКОГО ПРЕССОВАНИЯ

УО «Витебский государственный технологический университет»,  
Витебск, Республика Беларусь

Научные руководители асс. Новиков А.К., ст.преп. Голубев А.Н.

The paper is devoted to development of manufacturing techniques of press-forms production by reinforcing a galvanic environment by metal powders by means of quasi-isostatic pressing.