

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ОСТАТОЧНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ ПРИ ЛАЗЕРНОЙ ЗАКАЛКЕ ДЛИННОМЕРНЫХ ДЕТАЛЕЙ

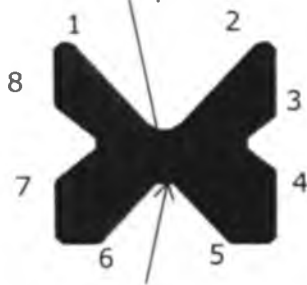
Девойно О.Г., Лапковский А.С., Веремей П.В.  
Белорусский национальный технический университет,  
Минск

В настоящее время в машиностроительном производстве широко применяются длинномерные и сложнопрофильные детали. В связи с этим становится актуальным вопрос повышения эксплуатационных характеристик данных изделий. Значительную сложность в решении данной задачи составляет склонность длинномерных деталей к короблению, что не позволяет применять методы объёмного и большинство видов поверхностного упрочнения. Эффективным процессом повышение эксплуатационных характеристик данных изделий является лазерная термообработка. За счёт локальности воздействия лазерного излучения, а так же сверхвысоких скоростей нагрева и охлаждения существует возможность путём варьирования параметров значительно снизить, либо компенсировать остаточные напряжения в упрочнённом изделии и таким образом избежать коробления деталей.

При лазерной обработке величина остаточных напряжений в значительной степени определяется порядком обработки и структурными превращениями в материале. Однако для такого дорогостоящего элемента как матрица гибочного станка имеет смысл применить САПР для моделирования процесса коробления при лазерной закалке для получения наиболее технологичного варианта при наименьших материальных затратах.

В данной работе был смоделирован процесс лазерной закалки матрицы гибочного станка. Для моделирования процесса лазерной закалки изделия применялась программа WeldPlanner (ESI Group), предназначенная для моделирования процесса сварки и позволяющая определить величину напряжений и деформаций. В качестве варьируемых параметров выступали: порядок наложения дорожек (от 1 до 6), схемы обработки (вся дорожка целиком или половина, например, 2(ск1) означает 2-ая дорожка, от середины до одного края), различные схемы закрепления (А и Б). Порядок наложения дорожек показан на рисунке 1.

А закрепление по  
обем сторонам



Б закрепление по центру

а

б

Рисунок 1 – а) порядок наложения дорожек и схемы закрепления, б) «шахматная» таблица задания последовательности наложения дорожек.

По результатам моделирования схема закрепления А (по обоим торцам) в сравнении с вариантом Б (закрепление по центру) показала себя хуже – при прочих равных условиях суммарная деформация для первой схемы закрепления была на 0,025мм/м выше (см. рисунок 2).



Рисунок 2 – Суммарные деформации при закреплении по торцам (а) и по центру (б)

При моделировании варьировался порядок наложения дорожек. В зависимости от порядка наложения дорожек оценивались суммарные деформации (таблица 1).

Таблица 1 – Влияние порядка и схемы наложения дорожек на деформации изделия

№п/п	Последовательность наложения дорожек	Деформации по X		Деформации по Y		Деформации по Z		Общие деформации
		min	max	min	max	min	max	
1	1-5-2-6-8-4-7-3	-0,028	0,022	-0,014	0,162	-0,074	0,073	0,166
2	1-2-5-6-8-7-4-3	-0,028	0,022	-0,014	0,163	-0,074	0,073	0,167
3	2(ск1)-2(ск2)-1(ск1)-1(ск2)-6-5-3-8-4-7	-0,027	0,025	-0,015	0,157	-0,074	0,073	0,164
4	3-4-8-7-2-1-6-5	-0,028	0,022	-0,014	0,161	-0,074	0,073	0,168
5	(1и2)-(5и6)-(3и4)-(7и8)	-0,028	0,023	-0,014	0,152	-0,073	0,072	0,158
6	2(ск1)-6-5-1(ск1)-3-4-2(ск2)-8-7-1(ск2)	-0,027	0,024	-0,015	0,157	-0,074	0,073	0,164

Выводы:

1) При рассмотрении результатов опытов 1-6 был сделан вывод о том, что при данном соотношении размеров поперечного сечения и глубины закалённого слоя порядок и схема наложения дорожек практически не влияют на остаточные деформации (разброс общих деформаций  $\Delta=0,01$ мм/м).