

УДК 621.923.4

ПОЛНОФАКТОРНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ ДЛЯ УСТАНОВЛЕНИЯ ВЛИЯНИЯ РЕЖИМОВ УПРОЧНЯЮЩЕЙ ОБРАБОТКИ ПНЕВМОУДАРОМ НА МИКРОТВЕРДОСТЬ ПОВЕРХНОСТИ

Е. В. ИЛЬЮШИНА, Н. М. ЮШКЕВИЧ, В. С. КООВИТ, А. В. МУХА

Белорусско-Российский университет
Могилев, Беларусь

Для изучения воздействия режимов упрочняющей пневмоударной обработки на микротвердость обработанной поверхности алюминия проведен полнофакторный эксперимент вида 2^3 , где 3 – это количество изменяемых параметров.

Для эксперимента были подготовлены образцы заготовок из алюминиевого сплава Д16 (пластины длиной 500 мм, шириной 90 мм, высотой 20 мм), которые предварительно обработали фрезерованием ($Ra_{исх} = 2,70...3,00$ мкм).

В качестве оптимизационного параметра Y была выбрана микротвердость алюминиевой поверхности, измеряемая в единицах HV с точностью 0,1. Микротвердость образцов измеряли микротвердомером AFFRI-DM8 в соответствии с ГОСТ 9450–76. Для определения микротвердости использовался алмазный индентор в форме пирамиды Виккерса, а время выдержки для получения отпечатка составляло 11 с.

Обработку пневмоударом проводили на универсальном фрезерном станке JUM-1464. В качестве независимых переменных (факторов) были выбраны следующие параметры процесса:

- давление сжатого воздуха P , подводимое к инструменту, МПа;
- подача стола станка S с закрепленной на нем заготовкой, мм/мин;
- зазор h между основанием инструмента и плоскостью обрабатываемой поверхности, мм.

Значение подачи стола станка варьировали в диапазоне от 80 до 420 мм/мин. Выставлять значение подачи менее 80 мм/мин не целесообразно, т. к. обработка пневмоударом становится малопродуктивной, а при подачах больше 420 мм/мин плотность распределения лунок на обрабатываемой поверхности снижается до 15 %...30 %.

Параметр давления сжатого воздуха, подаваемого в осевую полость инструмента для обработки ПВДО, варьировали в диапазоне от 0,05 до 0,12 МПа. При давлении менее 0,05 МПа шары в инструменте не вращаются, а максимум задаваемой величины давления обусловлен возможностями компрессорной станции ВК25Т-8-500Д.

Зазор между торцевой поверхностью инструмента и плоскостью заготовки изменялся в пределах от 0,5 до 1,4 мм, что определялось конструктивными особенностями инструмента.

Матрица планирования и результаты по данному полнофакторному эксперименту представлены на рис. 1.

Результаты эксперимента обработаны в соответствии с методикой РДМУ 109-77.

Исходные данные							
X1min	0,05	X2min	0,5	X3min	80		
X1max	0,12	X2max	1,4	X3max	420		
Матрица планирования							
	X0	X1	X2	X3	Y1	Y2	Y
1	+1	-1	-1	-1	190	194	192
2	+1	+1	-1	-1	195	201	198
3	+1	-1	+1	-1	194	197	195,5
4	+1	+1	+1	-1	210	206	208
5	+1	-1	-1	+1	162	168	165
6	+1	+1	-1	+1	171	174	172,5
7	+1	-1	+1	+1	168	164	166
8	+1	+1	+1	+1	182	178	180

Закреть

Расчетные значения			
Критерий Кохрена			
Расчет	G	0,234	G_{кр} 0,6798
Проверка однородности дисперсии выполняется			
Кoeffициенты регрессии			
b0	184,625	b2	2,75
b1	5	b3	-13,75
Критерии Стьюдента			
t0	238,04	t2	3,546
t1	6,447	t3	17,728
t_{кр} 2,306			
Значимость коэффициентов регрессии			
b0 значим		b2 значим	
b1 значим		b3 значим	
Критерии Фишера			
Расчет	L 4	F_{кр}	3,84
		F	1,318
Гипотеза адекватности модели принимается			

Рис. 1. Матрица планирования и результаты эксперимента по упрочняющей обработке пневмоударом

После обработки экспериментальных данных получено уравнение регрессии:

– в относительных единицах

$$Y = 184,625 + 5 X_1 + 2,75 X_2 - 13,75 X_3, \quad (1)$$

где X_1, X_2, X_3 – факторы процесса упрочняющей обработки пневмоударом;

– в действительных величинах

$$Y = 188,32 + 142P + 6,11h - 0,081S. \quad (2)$$

Установлена зависимость, описанная математической моделью, которая демонстрирует, как величина давления, подача и размер зазора в инструменте влияют на микротвердость обработанной алюминиевой поверхности.

Определено, что модель является адекватной, а на качество обработанной поверхности наибольшее влияние оказывает давление воздуха, подаваемое в инструмент, в то время как расстояние от торца инструмента до обрабатываемой поверхности и подача стола оказывают минимальное влияние.