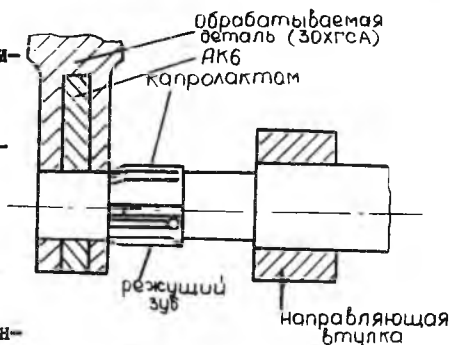


лактамовых вставок твердосплавные пластины, опирающиеся на полиуретановые. Это значительно увеличило срок службы виброгасящих вставок. Кроме того, твердосплавные пластины выглаживают обработанную поверхность отверстия. Применение виброгасящих элементов позволяет работать без переднего направления. Качество отверстий при обработке инструментами с виброгасящими элементами значительно повысилось: шероховатость уменьшилась до $R_a = 2,5$ мкм; погрешность геометрической формы отверстий 7-9 качества точности не превышает допусков.



Р и с 2. Обработка отверстий инструментами с виброгасящими элементами

Л и т е р а т у р а

1. Гор я ч е в А.С., Ж у н и н В.В., М о р г у н о в А.К. Исследование влияния поперечных колебаний разверток на точность геометрической формы отверстий. - В сб.: Повышение эффективности использования режущих инструментов при обработке авиационных материалов. - Куйбышев: КуАИ, 1983.
2. С т р е л ь ц о в В.А. Повышение эффективности обработки точных отверстий в машиностроении. - Фрунзе: ФПИ, 1970.
3. Р о м а н о в К.Ф. Скоростное развертывание и зенкерование закаленных сталей. - М.: Оборонгиз, 1952.

УДК 621.7.022

Л.К.Лапшина, Б.Н.Кузьмин, А.И.Струженцев

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ОЧИСТНОГО ИНСТРУМЕНТА ПРИ ОБРАБОТКЕ ЗАГОТОВОК ИЗ ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ

Существующая технология очистки поверхности заготовок из титановых сплавов от альфированного слоя требует громоздкого оборудования и значительных затрат тяжелого ручного труда.

В механическом институте разработан метод предварительной очистки поверхностного слоя роторными головками с упругими рабочими инструментами.

В настоящей статье представлены результаты экспериментального исследования метода механической обработки с целью установления оптимальных режимов обработки и рациональной конструкции рабочих инструментов. Исследования проводились с использованием методики планирования экспериментов, что позволило резко сократить число необходимых опытов.

Основными параметрами процесса являются: скорость очистки, контактное усилие и коэффициент перекрытия.

Скорость очистки v м/с определяется по формуле

$$v = \frac{\pi D n}{1000 \cdot 60},$$

где D - диаметр окружности расположения рабочих инструментов, мм; n - частота вращения головки, об/мин.

Коэффициент перекрытия τ показывает, сколько раз одна точка обрабатываемой поверхности испытывает воздействие очистного инструмента, и рассчитывается по упрощенной формуле:

$$\tau = \frac{2\beta n z}{S_{\text{мин}}} \kappa = \frac{2\beta}{S_z} \kappa,$$

где $S_{\text{мин}}$ - минутная подача, мм/мин; S_z - подача на один зуб, мм/зуб; β - ширина твердосплавной пластины очистного инструмента; κ - число проходов.

Контактное усилие P - это наименьшее допустимое прижатие инструмента к поверхности, при котором разрушается дефектный слой.

Экспериментальное исследование процесса механической очистки проводилось на специальных стендах, смонтированных на базе универсальных фрезерных станков.

В опытах обрабатывались штампованные титановые заготовки, имеющие отклонения от плоскости, включая выступающие части, штампованные уклоны. Рабочие инструменты роторных головок "следят" за геометрической формой очищаемой поверхности, оставаясь прижатыми к ней упругими мембранами и пружинами.

В соответствии с номенклатурой заготовок, подлежащих обработке, диаметр D рабочей части головки составлял 80 мм. Для прижатия инструментов применена цилиндрическая винтовая пружина, работающая на внецентровую осевую нагрузку.

Конструкция головки включает цилиндрический корпус с глухим отверстием под пружину, приводную оправку - конус Морзе, цилиндрическую пружину, рычаги с закрепленными на них инструментами скребкового типа.

Эффективность процесса оценивалась величиной съема материала с поверхности заготовок. Для получения аналитической зависимости толщины удаляемого слоя t от усилия прижатия, скорости очистки и коэффициента перекрытия в соответствии с методикой планирования экспериментов [1] проведена серия опытов.

В табл. I приведены уровни варьирования и кодирование рассматриваемых факторов.

Т а б л и ц а I

Интервал варьирования, уровни
и кодированные значения факторов

Наименование	Кодированные значения факторов x_i	Ф а к т о р ы		
		Усилие прижатия P, H	Скорость очистки $v, м/с$	Коэффициент перекрытия τ
Нулевой уровень	0	1500	0,75	15
Интервал варьирования		500	0,25	5
Нижний уровень	- I	1000	0,5	10
Верхний уровень	+ I	2000	1	20

Для составления матрицы планирования применен прием чередования знаков: для первого фактора-поочередно, для второго-через два, для третьего-через четыре. Последовательность проведения опытов была рандомизирована. Каждый опыт проводился два раза. Результаты опытов сведены в табл. 2.

Регрессионное уравнение в кодированных значениях переменных имеет следующий вид:

$$t = 0,32 + 0,05 x_1 + 0,05 x_2 + 0,02 x_3 \dots \quad (I)$$

Математическая обработка результатов опытов сводится к дисперсионному анализу, который служит для проверки как однородности проведенных экспериментов, так и адекватности полученной математической модели [1] .

В нашем случае дисперсия воспроизводимости $S^2(y) = 0,0012$, расчетный критерий Кохрена $G_{расч} = 0,35$, а табличный $G_{таб} = 0,65$ для числа независимых опытов $y_1 = 8$ и числа степеней свободы

Результаты опытов

Номер опыта	Очередность исполнения	$t, \text{мм}$	t_{cp}
1	1	0,15 0,18	0,17
2	8	0,28 0,22	0,25
3	3	0,34 0,26	0,30
4	6	0,26 0,22	0,24
5	4	0,5 0,48	0,49
6	7	0,45 0,39	0,42
7	5	0,42 0,38	0,40
8	2	0,30 0,34	0,32

каждой оценки $y_2 = 1$ при $\alpha = 0,05$ уровня значимости [2].

Следовательно, дисперсии опытов однородны и процесс воспроизводим.

Адекватность линейной модели (I) результатам опытов проверяем по критерию Фишера F .

Дисперсия адекватности $S_{ад}^2 = 0,0058$, расчетный критерий $F_{расч} = 4,8$ меньше табличного критерия $F_T = 6$ при $\alpha = 0,1$ и $\nu = 8$ [2]. Соблюдение данного условия гарантирует правомерность использования уравнения (I) для оптимизации результатов обработки. Подставляя в уравнение (I) натуральные значения переменных по формулам кодирования, получим общепринятый вид зависимости:

$$t = -0,04 + 0,001P + 0,2\sigma + 0,004\tau. \quad (2)$$

Уравнение (2) позволяет сделать оценку влияния параметров обработки на величину съема и выбор режима обработки.

Оптимизацию режима обработки очистной головки провели по методу "крутого восхождения" [1] .

Оптимальный режим: $n = 200$ об/мин; $S_{мин} = 200$ мм/мин; $P = 1500$ Н; $\tau = 17$; $v = 0,66$ м/с.

Производительность процесса механической очистки роторной головки оценивается площадью очищаемой поверхности в единицу времени:

$$F = D S_{мин} = 16000 \text{ (мм}^2\text{/мин)}.$$

Разработанным методом можно полностью удалить слой повышенной твердости с поверхностей титановых штампованных заготовок. Проведенные лабораторные исследования позволяют определить весь технологический комплекс обработки резанием титановых заготовок с альфированным слоем, включая режимы очистки, фрезерование и конструкцию инструмента.

Л и т е р а т у р а

1. Н а л и м о в В.В. и др. Статистические методы планирования экстремальных экспериментов.-М.: Наука, 1975.
2. С м и р н о в Н.В. и др. Таблицы математической статистики.-М.: АН СССР, 1968.