

табл. 3, а для четырехзвенников 9—16 задача сводится к решению системы 18 линейных уравнений (табл. 1 и 2) с учетом приведенных в табл. 3 значений коэффициентов.

Таблица 3

№	Наименование четырехзвенников	Входной параметр	Коэффициенты, значения которых равны нулю	Коэффициенты, значения которых равны нулю
1	ПСЦП	b_{14}	$k_1, k_2, k_3, k_4, k_7, k_{10}$	k_5, k_6, k_8, k_9
2	ПСЦЦ	b_{14}	k_1, k_4, k_5, k_7, k_8	$k_2, k_3, k_6, k_9, k_{10}$
3	ПСЦВ	b_{14}	$k_1, k_4, k_5, k_6, k_8, k_9$	k_2, k_3, k_7, k_{10}
4	ПСВЦ	b_{14}	k_1, k_4, k_5, k_7, k_8	$k_2, k_3, k_6, k_9, k_{10}$
5	ВСЦП	φ_{14}	$k_2, k_3, k_4, k_5, k_7, k_{10}$	k_1, k_6, k_8, k_9
6	ВСЦЦ	φ_{14}	k_2, k_3, k_5, k_7, k_8	$k_1, k_4, k_6, k_9, k_{10}$
7	ВЦЦВ	φ_{14}	$k_2, k_3, k_5, k_6, k_8, k_9$	k_1, k_4, k_7, k_{10}
8	ВСВЦ	φ_{14}	k_2, k_3, k_4, k_5, k_7	$k_1, k_6, k_8, k_9, k_{10}$
9	ЦСПП	φ_{14}	$k_1, k_2, k_3, k_5, k_7, k_{10}$	k_4, k_6, k_8, k_9
10	ЦСПЦ	b_{14}	$k_1, k_2, k_4, k_5, k_7, k_{10}$	k_3, k_6, k_8, k_9
11	ЦСВВ	φ_{14}	$k_1, k_2, k_3, k_5, k_6, k_8$	k_4, k_6, k_7, k_{10}
12	ЦВВВ	b_{14}	$k_1, k_2, k_4, k_6, k_8, k_9$	k_3, k_5, k_7, k_{10}
13	ЦСВП	φ_{14}	$k_1, k_2, k_3, k_5, k_7, k_{10}$	k_4, k_6, k_8, k_9
14	ЦСВЦ	b_{14}	$k_1, k_2, k_4, k_5, k_7, k_{10}$	k_3, k_6, k_8, k_9
15	ЦСПВ	φ_{14}	$k_1, k_2, k_3, k_5, k_8, k_9$	k_4, k_6, k_7, k_{10}
16	ЦСВВ	b_{14}	$k_1, k_2, k_4, k_5, k_8, k_9$	k_3, k_6, k_7, k_{10}

ЛИТЕРАТУРА

1. Саркисян Ю. Л. и др. Обобщенный подход к кинематическому исследованию пространственных четырехзвенных рычажных механизмов // Изв. АН АрмССР. Сер. ТН.—1986.—Т. XXXIX.—№ 2.—С. 3—9.
2. Джавахан Р. П., Аколджян З. А., Говхарян К. В. Унифицированный подход к определению инерционных нагрузок пространственных четырехзвенников // Изв. АН Армения. Сер. ТН.—

ЕрПИ

3. XI, 1991.

Изв. НАН Армении (сер. ТН), т. XLVII, № 1—2, 1994, с. 7—11

МАШИНОСТРОЕНИЕ

УДК 621.9.013

Р. Е. АВАКЯН, Г. Б. БАГДАСАРЯН

ВЛИЯНИЕ СОЖ НА СИЛОВЫЕ ПАРАМЕТРЫ ПРОЦЕССА ФРЕЗЕРОВАНИЯ

Цель работы — установить оптимальные режимы резания при фрезеровании различных марок стали с применением смазочно-охлаждающих жидкостей. В осно-

ву методики оптимизации положен план факторного эксперимента типа 2^3 . Получены зависимости $P_z = f(V, S, t)$, которые при помощи линейного оператора и ряда ограничений превращаются в систему уравнений, решением которой на ЭВМ получены оптимальные режимы резания.

Табл. 3. Библиогр.: 2 назв.

Աշխատանքը նվիրված է կտրման հզորության իջեցման եղանակների ուսումնասիրությանը: Հետազոտության հիմքում ընկած է փորձերի պլանավորման 2^3 եղանակը: Ստացվել են $P_z = f(V, S, t)$ ֆունկցիաներ, որոնք դնալին օպերատորի և մի շարք սահմանափակումների կիրառմամբ վերածվել են հավասարումների համակարգի, որի լուծումը էՆՄ-ով տվել է օպտիմալ օպերմալ պարամետրերը:

В работе рассматриваются методы уменьшения составляющих силы резания, при помощи которых можно добиться уменьшения расхода электроэнергии (т. е. уменьшения мощности резания) при применении СОЖ в различных составах [1]. Задача исследования заключалась в следующем: найти оптимальное сочетание режимов резания с использованием СОЖ, при которых сила резания становится наименьшей.

Оптимизация режимов резания по составляющим силы резания является одним из ведущих принципов использования как универсального оборудования, так и станков с ЧПУ. В основу методики оптимизации положен план факторного эксперимента типа 2^3 [2]. Математическая модель для исследуемых выходных параметров имеет вид [2]

$$P_z = C_z V^{z_1} S^{z_2} t^{z_3}, \quad (1)$$

где C_z — коэффициент, зависящий от материала и СОЖ, а z_1, z_2, z_3 — показатели степеней.

Опыты проводились при фрезеровании фрезой из материала Р18 диаметром $D_\phi = 80$ мм, шириной $B = 80$ мм и числом зубьев $Z = 16$. При испытаниях геометрия фрезы была постоянной: передний угол $\gamma = 16^\circ$, задний угол $\alpha = 15^\circ$, угол подъема спирали $\beta = 30^\circ$. В качестве материала применялись стали 40Х и У8А, которые широко применяются в машиностроении и, в частности, в инструментальных цехах. При выборе СОЖ была поставлена задача: исследовать группу жидкостей, наиболее широко применяемых в производстве, совместно с комплексным изучением их влияния на процесс резания. По смазывающим и охлаждающим свойствам была рекомендована СОЖ, в состав которой входили [1]: эмульсия — 5%, вода — 95%. Для проведения экспериментов выбраны факторы V, S, t и интервалы их изменения (табл. 1).

В табл. 2 приведены план факторного эксперимента, а также данные эксперимента при применении СОЖ и без нее (в воздухе). Для определения показателей степеней z_1, z_2, z_3 , а также коэффициента C_z необходимо уравнение (1) записать в виде

$$Y = \ln P_z = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3 + b_{12} X_1 X_2 + b_{13} X_1 X_3 + b_{23} X_2 X_3 + b_{123} X_1 X_2 X_3, \quad (2)$$

где b_0, b_1, \dots, b_{123} — коэффициенты регрессии; X_1, X_2, X_3 — полиномы.

Таблица 1

Параметры	Уровни факторов		Интервал варьирования
	-1 минимальное значение	+1 максимальное значение	
<i>м. мин.</i> , X_1	5	60	32,5
<i>мин. об.</i> , X_2	0,5	0,3	0,175
<i>м. м.</i> , X_3	0,50	3,0	1,75

Таблица 2

План факторного эксперимента 2³

№	V, X_1	S, X_2	t, X_3	Вертикальная сила P_v, H			
				сталь 40X		сталь У8	
				СОЖ	на воздухе	СОЖ	на воздухе
1	5	0,05	0,5	380	480	320	420
2	60	0,05	0,5	210	300	170	260
3	5	0,30	0,5	520	640	450	570
4	60	0,30	0,5	400	520	340	460
5	5	0,05	3,0	500	600	450	550
6	60	0,05	3,0	400	490	340	460
7	5	0,30	3,0	550	650	500	600
8	60	0,30	3,0	500	610	450	560

Таблица 3

Матрица планирования

№	X_0	X_1	X_2	X_3	X_1X_2	X_1X_3	X_2X_3	$X_1X_2X_3$	Сталь 40X		Сталь У8	
									Y_1	Y_2	Y_3	Y_4
1	+1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	-1	5,9870	6,1738	5,7684	6,0403
2	+1	+1	-1	-1	-1	-1	+1	+1	5,3939	5,7038	5,1358	6,5607
3	+1	-1	+1	-1	-1	+1	-1	+1	6,3007	6,4615	6,1093	6,357
4	+1	+1	+1	-1	+1	-1	-1	-1	6,0383	6,3007	5,8290	6,1513
5	+1	-1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	6,2146	6,3970	6,1093	6,3599
6	+1	+1	-1	+1	-1	+1	-1	-1	6,0383	6,1944	5,8290	6,1313
7	+1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	-1	6,3099	6,4770	6,2146	6,3970
8	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	6,2146	6,4135	6,1093	6,3280

Определение неизвестных уравнения (2) выполнено с помощью матрицы планирования, составленной на базе табл. 2, и их значения приведены в табл. 3. После обработки результатов получены следующие значения P_v :

а) для стали 40X —

$$\text{с СОЖ } P_v = \frac{e^{9,4} S^{0,76} t^{0,9}}{V^{0,31}}, \quad \text{на воздухе } P_v = \frac{e^{10,1} S^{0,78} t^{0,91}}{V^{0,33}}; \quad (3)$$

б) для стали У8 —

$$\text{с СОЖ } P_v = \frac{e^{8,1} S^{0,7} t^{0,83}}{V^{0,4}}, \quad \text{на воздухе } P_v = \frac{e^{9,1} S^{0,73} t^{0,89}}{V^{0,35}}. \quad (4)$$

Дисперсионный анализ [2] показал, что уравнения (3)—(4) адекватны при 3%-ой значимости и хорошо совпадают с результатами эксперимента. Анализируя полученные результаты, можно сказать, что при применении СОЖ составляющее силы резания уменьшается почти на 10...20%.

Оптимальные значения параметров резания для уравнения (3) и (4) получаем следующим линейным оператором (показан только для уравнения (3)):

$$\begin{aligned} Y = \ln V = 9,4 - 0,31 \ln V + 0,76 \ln S + 0,94 \ln t &\leq \ln 200, \\ \ln V &\geq \ln 5, \\ \ln V &\leq \ln 60, \\ \ln S &\geq \ln 0,05, \\ \ln S &\geq \ln 0,3, \\ \ln t &\geq \ln 0,5, \\ \ln t &\leq \ln 3. \end{aligned} \quad (5)$$

Решая систему неравенств (5), получаем следующие оптимальные значения: $V_{\text{opt}} = 60 \text{ м/мин}$, $S_{\text{opt}} = 0,05 \text{ мин/об}$, $t_{\text{opt}} = 0,5 \text{ мм}$.

Аналогично для уравнения (4): $V_{\text{opt}} = 55 \text{ м/мин}$, $S_{\text{opt}} = 0,045 \text{ м/мин}$, $t_{\text{opt}} = 0,75 \text{ м}$.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Авакян Р. Е. Вопросы качества обработанных деталей при фрезеровании в связи с применением СОЖ // Автореф. дис. канд. техн. наук.—Ереван, 1967.—16 с.
2. Касьян М. В., Багдасарян Г. Б., Арутюнян Г. А. Оптимизация технологических факторов при резании методом многофакторного планирования экспериментов. — Ереван: Айастан, 1990.—161 с.

ЕрПИ

2. V. 1991