

И.А. ТЕР-АЗАРЬЕВ, Г.Б. БАГДАСАРЯН, Г.И. ТЕР-АЗАРЯН

ЗАВИСИМОСТЬ ИЗНОСА РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА ПО ЗАДНЕЙ ГРАНИ ПРИ ОБРАБОТКЕ ЖАРОПРОЧНОЙ СТАЛИ

Приведены данные по износу твердосплавного инструмента при резцовой обработке жаропрочной стали ХН55ВМТЮК10. В отличие от имеющихся в литературе данных учтено взаимовлияние действующих факторов при принятии их варьирования на трех уровнях. Получено уравнение, связывающее износ по задней грани инструмента с условиями резания и степенью воздействия каждого из факторов на этот показатель. Проведена оптимизация при принятии среднего значения износа $\Delta=0,15$ мм, на основе чего выявлены значения всех действующих факторов.

Ключевые слова: матрица, планирование эксперимента, дробная реплика, ортогональный.

В настоящей работе рассматривается влияние режимов резания и геометрии инструмента на износ Δ при точении жаропрочной стали ХН55ВМТЮК10 твердосплавным резцом ТТК12В методом планирования, что дает возможность комплексного учета действующих факторов.

Все факторы взяты на трех уровнях (табл.1) с соответствующими кодовыми обозначениями, т.е. задача сводится к планированию типа 3^{10} , которая значительно отличается от методов планирования типа 2^n и дает значительно большую информацию.

Таблица 1

Кодовые обозначения факторов и уровни их варьирования

Факторы	F _i	Уровни варьирования факторов		
		0	1	2
Скорость резания V, м/мин	F ₁	20	40	60
Подача S, мм/об	F ₂	0,1	0,3	0,5
Глубина резания t, мм	F ₃	0,5	1,0	1,5
Передний угол γ , град	F ₄	-10	0	10
Главный угол в плане ϕ , град	F ₅	30	60	90
Угол наклона реж. кромки λ , град	F ₆	-5	0	5
Задний угол α , град	F ₇	3	6	9
Радиус закругления r, мм	F ₈	0,5	1,5	2,5
Радиус округления ρ , мм	F ₉	0,1	0,15	0,2
Длина пути резания ℓ , м	F ₁₀	1000	2000	3000

Однако для уменьшения количества опытов с 59049 до 9 выбирается 1/6561 дробной реплики, т.е. $3^{10-8}=9$ (табл.2). Перечисленные факторы образуются из следующих эффектов взаимодействий:

$$\begin{aligned}
 F_4 &\equiv F_1 F_2, F_5 \equiv F_1 F_3, F_6 \equiv F_2 F_3, F_7 \equiv F_1 F_2 F_3, F_8 \equiv F_1^2 F_2, \\
 F_9 &\equiv F_1^2 F_3, F_{10} \equiv F_2^2 F_1.
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

Таблица 2

Дробная реплика 3^{10-8}

Номер опыта	F ₀	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄	F ₅	F ₆	F ₇	F ₈	F ₉	F ₁₀
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	1	1	1	1	2	2	1	1	2
3	0	0	2	2	2	2	1	1	2	2	1
4	0	1	0	1	1	2	1	2	2	0	1
5	0	1	1	2	2	0	0	1	0	1	0
6	0	1	2	0	0	1	2	0	1	2	2
7	0	2	1	0	0	2	1	0	2	1	1
8	0	2	2	1	1	0	0	2	0	2	0
9	0	2	0	2	2	1	2	1	1	0	2

Обобщающий определяющий контраст, необходимый для расчетов коэффициентов уравнения регрессии, имеет вид

$$\begin{aligned}
 0 &\equiv F_1 F_2 F_4^2 \equiv F_1 F_3 F_5^2 \equiv F_1 F_2 F_6^2 \equiv F_1^2 F_2 F_8^2 \equiv F_9^2 F_1^2 F_3 \equiv \\
 &\equiv F_2^2 F_1 F_{10}^2 \equiv F_1^2 F_2^2 F_4 \equiv F_1^2 F_3^2 F_5 \equiv F_1 F_2^2 F_8 \equiv F_2^2 F_3^2 F_6 \equiv F_1^2 F_2^2 F_3^2 F_7.
 \end{aligned}
 \tag{2}$$

В табл. 3 приведены матрица планирования, которая построена с учетом ортогональных полиномов Чебышева, и результаты опытов [2]. Для линейных взаимодействий уровни 0, 1, 2 заменяются соответственно -1, 0, +1, а для квадратичных - +1, -2, +1.

Математическая модель для выбранного плана дает возможность выявления коэффициентов уравнения регрессии, представленного в виде

$$h_r = \sum_{\substack{0 \leq \alpha' \leq 2 \\ 0 \leq \beta' \leq 2 \\ \dots \\ 0 \leq \omega' \leq 2}} b_{1\alpha' 2\beta' \dots 10\omega'} X_1^{\alpha'} X_2^{\beta'} \dots X_{10}^{\omega'}
 \tag{3}$$

Таблица 3

Матрица планирования экспериментов и результаты опытов

Номер опыта	F ₀	V	S	t	γ	φ	λ	α	г	ρ	ℓ	lnΔ, мм/10 ³ см ²
		F ₁	F ₂	F ₃	F ₄	F ₅	F ₆	F ₇	F ₈	F ₉	F ₁₀	
1	+1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	0,34
2	+1	-1	0	0	0	0	+1	+1	-2	-2	+1	0,13
3	+1	-1	+1	+1	+1	+1	0	0	+1	+1	-2	0,04
4	+1	0	-1	0	0	+1	0	+1	+1	+1	-2	0,49
5	+1	0	0	+1	+1	-1	-1	0	+1	-2	+1	0,23
6	+1	0	+1	-1	-1	0	+1	-1	-2	+1	+1	0,17
7	+1	+1	0	-1	-1	+1	0	-1	+1	-2	-2	0,25
8	+1	+1	+1	0	0	-1	-1	+1	+1	+1	+1	0,64
9	+1	+1	-1	+1	+1	0	+1	0	-2	+1	+1	0,29

Учитывая, что квадратичные взаимодействия не оказывают существенного влияния на износ, а также фиксируя значения Δ в виде логарифма полученного опытного значения, можно потенцированием получить математическую модель, которая адекватно описывает искомую зависимость:

$$\Delta = \frac{3 \cdot 10^{-3} V^{1,2} \alpha^{0,4} \lambda_1^{0,2} \ell^{0,3}}{t^{0,7} S^{0,76} \rho^{0,02} r^{0,25} \varphi^{0,33} \gamma_1^{0,6}}, \quad (4)$$

где $\lambda_1 = 90 - \lambda$, $\gamma_1 = 90 - \gamma$.

Дисперсионным анализом установлено ($S_y = 24,3 \cdot 10^{-3}$, $S_{b_i} = 9,14 \cdot 10^{-3}$), что полученная модель (4) адекватна при $\alpha_0 = 0,05$ дисперсии и ошибка не превосходит 5%-й значимости, что вполне допустимо. Из (4) видно, что наиболее интенсивное влияние на износ оказывают скорость резания V , задний угол α и путь резания ℓ .

Необходимо отметить, что все влияющие на износ параметры, находящиеся в знаменателе зависимости (4), действуют благоприятно. Весьма существенна роль подачи S , глубины резания t и переднего угла γ . Вместе с тем, сопоставление полученной зависимости с имеющимися данными [1, 2] показало, что степень влияния каждого из факторов при изучении их комплексного воздействия отличается от известных.

Полученная зависимость (4) позволяет определить оптимальные значения влияющих факторов, учитывая, что в нормальных условиях работы износ колеблется в пределах 0,1...0,3 мм. Выбрав для расчета его среднее значение $\Delta = 0,15$ мм, методом линейного программирования можно определить оптимальные значения факторов. Решение данной задачи на ЭВМ дало следующие значения влияющих факторов:

$V = 37$ м/мин, $S = 0,2$ мм/об, $t = 1,0$ мм, $\gamma = 10^\circ$, $\varphi = 60^\circ$, $\lambda = 5^\circ$, $\alpha = 6^\circ$,
 $r = 1,5$ мм, $\rho = 0,15$ мм, $\ell = 1500$ м.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Макаров А.Д. Оптимизация процессов резания. - М.: Машиностроение, 1976. - 222 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.

ГИУА. Материал поступил в редакцию 26.01.1999.

Ի.Ա. ՏԵՐ-ԱԶԱՐԵՎ, Հ.Բ. ԲԱԴՂԱՍԱՐՅԱՆ, Գ.Ի. ՏԵՐ-ԱԶԱՐՅԱՆ

ԿՏՐՈՂ ԳՈՐԾԻՔԻ ՀԵՏԵՎԻ ՆԻՍՏՈՎ ՄԱՇՄԱՆ

ԿԱԽՎԱԾՈՒԹՅՈՒՆԸ ՀՐԱԿԱՅՈՒՆ ՊՈՂՊԱՏՆԵՐ ՄՇԱԿԵԼԻՍ

Բերված են տվյալներ կարծր համաձուլվածքային գործիքի հետին նիստի մաշման վերաբերյալ՝ հրակայուն XH55BMTIO պողպատը մշակելիս: Ի տարբերություն գրականության մեջ եղած տվյալների, այստեղ հաշվի են առնված 10 գործոնների փոխազդեցությունները, երբ այդ գործոնները հետազոտման մեջ փոփոխվում են երեք արժեքներով (մակարդակներով): Արդյունքում ստացվել է հավասարում, որը կապ է ստեղծում մաշման մեծության և յուրաքանչյուր գործոնի ներազդեցության չափի միջև: Կատարվել է գործոնների լավարկված արժեքների որոշում՝ որպես չափանիշ ընդունելով $\Delta t = 0,15$ մ/մ մաշման չափը:

I.A. TER-AZARYEV, G.B. BAGHDASSARYAN, G.I. TER-AZARYAN

**TOOL WEAR DEPENDENCE ON BACK SIDE IN TREATING
HIGH-TEMPERATURE STEEL**

Information on hard-carbide tipped tools for high-temperature steel $\Phi P55BTOKIO$ cutting treatment is given. Apart from the data present in the literature, the interaction of acting factors on their variation option on three levels is taken into account. An equation connecting the wear on the back side of the tool with cutting conditions and the action degree for each of the factors on this index are obtained. The optimization for adopting the average wear value $\Delta t = 0,15$ mm is conducted and the value of all the acting factors is revealed.