

жанием постоянной оптимальной величины термоЭДС, равной 23,9 мВ.

Третий этап эксперимента посвящен исследованию влияния режимов резания с ПЧО, ПТР, ПСР на качество поверхностного слоя и, в частности, на величину остаточных напряжений.

Изменения величины остаточных напряжений в поверхностном слое, замеренные на образцах, вырезанных на различных радиусах из полотно диска, свидетельствуют о преимуществе режима ПТР над режимами ПСР и ПЧО. Наиболее значительный разброс величины остаточных напряжений (70-80%) наблюдается в режиме ПЧО, в режиме ПСР разброс составляет 40-50%, наименьший разброс данных - в режиме ПТР (10-15%).

Следовательно, стабилизация температуры в процессе резания позволяет минимизировать и стабилизировать влияние различных факторов на процесс резания.

При автоматизации режима резания на основе системы ПТР, с автоматическим поддержанием постоянства оптимальной температуры (термоЭДС) в зоне резания повышается точность обработки, снижается износ инструмента, улучшается микрорельеф поверхности, стабилизируется распределение по полотну диска и минимальный уровень остаточных напряжений, повышается производительность обработки.

Эти важные преимущества автоматизированного процесса резания убеждают в том, что он может и должен найти самое широкое применение в системе автоматического регулирования режимов резания по температуре.

М.Э. Иткин, Е.М. Коровин, В.Л. Потапова

ПРИМЕНЕНИЕ ПЛАНИРУЕМОГО ЭКСПЕРИМЕНТА
ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ГЕОМЕТРИИ ФРЕЗЫ
ПРИ ОБРАБОТКЕ ЖАРОПРОЧНОЙ СТАЛИ ЭИ696

В эксперименте ставилась задача сравнения эффективности факторного и симплексного планирования при исследовании оптимальной геометрии фрезы. Исследования проводились на горизонтально-фрезерном станке модели 6Н82Г при обработке жаропрочной стали Х12Н20ТЗР (ЭИ696) однозубой фрезой с пластиной из быстрорежущей стали Р12Ф4К5 на режимах: $t = 2$ мм, $b = 16$ мм, $s_z = 0,047$ мм/зуб, $V = 22$ м/мин. Станок имел модернизированный привод для получения малых подач, необходимых при работе однозубой фрезой (табл. I).

Т а б л и ц а I

Факторное и симплексное планирование

Параметры		Базовые значения, град	Интервал варьирования Δx_i , град
α	x_1	8	4
γ	x_2	10	5

Реализация факторного эксперимента происходила в три этапа:

I этап - реализация полного факторного эксперимента 2^2 в пределах области $\alpha = 4 - 12^\circ$, $\gamma = 5 - 15^\circ$.

Полученная зависимость стойкости от значений переднего (γ) и заднего (α) углов примет вид

$$T = 2,163 \alpha^{1,4-0,8 \lg \gamma} \gamma^{0,67}, \text{ который}$$

неудовлетворительно описывает опыты в центре области.

II этап - реализация полного факторного эксперимента 2^2 с центром, содержащим лучшее значение предыдущего этапа

$$T = 52 \text{ мин при } \alpha = 12^\circ \text{ и } \gamma = 5^\circ.$$

После статистической обработки получена зависимость

$$T = 6,79 \alpha^{0,7}.$$

Приведенное уравнение статистически адекватно, но неудовлетворительно описывает центр области. Следовательно, надо перейти от линейного плана к рототабельному плану II-го порядка.

III этап - реализация рототабельного плана II-го порядка в пределах расширенных границ области $\alpha = 8 - 16^\circ$, $\gamma = 0 - 10^\circ$.

Анализ полученной зависимости (рис. I)

$$T = 0,0003 \alpha^{7,3 \lg \alpha} (\gamma + 5)^{2,3-1,23 \lg (\gamma + 5)}.$$

показал, что оптимум находится на границе области

$$T = 61 \text{ мин при } \alpha = 16^\circ \text{ и } \gamma = 3,7^\circ.$$

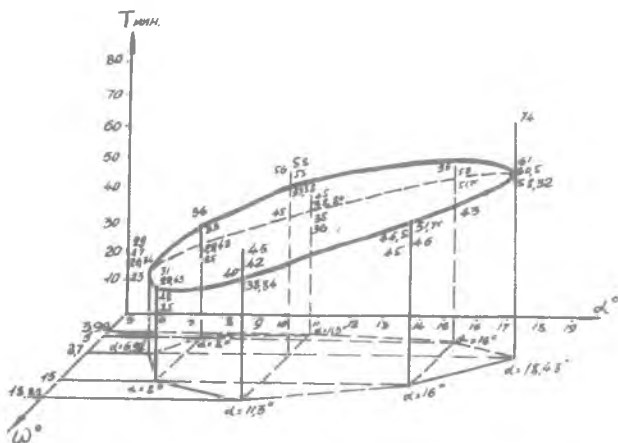
Общее количество опытов (N) с учетом параллельных при ведении эксперимента методом факторного планирования равно

$$N = 3 \cdot 4 + 3 \cdot 4 + 3 \cdot 4 + 5 = 41.$$

I этап - II этап - III этап

Таким образом, проведение экспериментов методами факторного

планирования для поиска оптимума довольно сложно, трудоемко и практически нецелесообразно.



Р и с.1. График зависимости стойкости от углов α и γ

Прийти к оптимуму в таких случаях помогают другие методы, например, метод крутого восхождения, симплексный метод и др.

Рассмотрим симплексный метод ведения эксперимента.

Симплекс представляет собой выпуклую фигуру с числом вершин, превышающих на единицу размерность факторного пространства.

Следовательно, при 2-х факторном пространстве симплекс-треугольник (табл.2).

Т а б л и ц а 2
Основные параметры симплекса

Вершины симплекса	Задний угол α		Передний угол γ	
	код	град	код	град
1	0,5	-10	0,289	11,5
2	-0,5	6	0,289	11,5
3	0	8	-0,578	7

Эксперименты проводят в вершинах симплекса и получают поверхность отклика, которая в области ограниченной симплексом будет близка к плоскости. На основании полученных данных определяется направление максимального подъема поверхности отклика, которая будет проходить из центра через грань, противоположную вершине с минимальным значением отклика. Путем отбрасывания вершин с минимальным значением отклика и новых вершин симплексов являющихся вследствие симметрии зеркальным отображением отброшенных, мы движемся к экстремуму, формируя цепочки симплексов.

На рис.2 показано движение симплекса к оптимуму. Ребро АВ дает

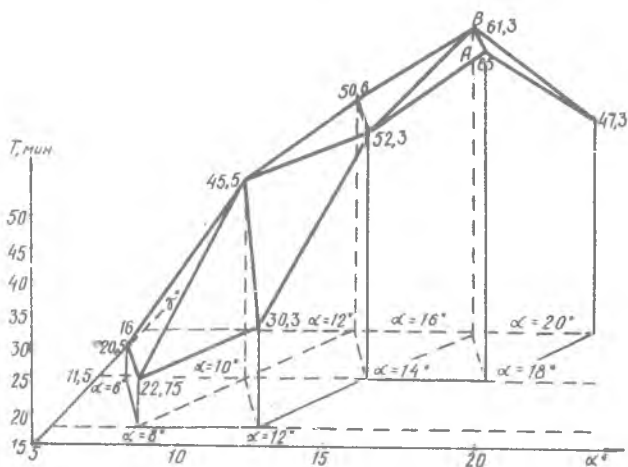


Рис.2. Движение симплекса к оптимуму по поверхности отклика

наивысшее значение стойкости, так как симплекс производит последовательно повторяющиеся перевороты вокруг этого ребра.

Как видно, результат поиска оптимума симплексным методом близок к значению, полученному факторным планированием

$$T = 65 \text{ мин при } \alpha = 18^{\circ} \text{ и } \gamma = 11,5^{\circ}.$$

Расхождение в значениях переднего угла γ объясняется тем, что углы γ принимают дискретные значения, определяемые плечом симплекса. Симплексный метод потребовал в нашем случае меньшего

количества опытов (с учетом параллельных)

$$N = 3 \cdot 8 = 24.$$

В ы в о д ы

1. При обработке жаропрочной стали Х12Н20ТЗР (ЭИ696) методами факторного и симплексного планирования получены близкие значения углов, соответствующих максимальной стойкости фрезы

$$T_{\text{фак}} = 61 \text{ мин при } \alpha = 16^\circ \quad \gamma = 3,7^\circ;$$

$$T_{\text{сим}} = 65 \text{ мин при } \alpha = 18^\circ \quad \gamma = 11,5^\circ.$$

Задний угол оказывает на стойкость инструмента большее влияние, чем передний угол.

2. Симплексное планирование эксперимента рационально поскольку сокращает количество опытов по сравнению с факторным.

В.Д. Шипков, Е.С. Скородумова

РЕЖУЩИЕ СВОЙСТВА БЫСТРОРЕЖУЩИХ СТАЛЕЙ ПРИ ФРЕЗЕРОВАНИИ ТЕРМООБРАБОТАННОЙ СТАЛИ 18Х2Н4ВА

В энергетическом машиностроении для ответственных деталей дизелей широко применяется сталь 18Х2Н4ВА, которая подвергается фрезерованию в термообработанном состоянии при твердости HRC 38 - 42. Применение фрез из стандартной быстрорежущей стали P18 не обеспечивает достаточно высокой производительности. В связи с этим кафедрой "Технология машиностроения" завода - втуза при ЛМЗ им. XII съезда КПСС совместно с Ленинградским заводом "Звезда" им. К.Е. Ворошилова были проведены сравнительные исследования режущих свойств различных марок быстрорежущих сталей с целью определения оптимального материала для концевых фрез.

Фрезерование образцов из стали 18Х2Н4ВА осуществлялось на вертикально-фрезерном станке 6А12П однозубыми концевыми фрезами диаметром 40 мм с механическим креплением пластин. Геометрия заточки пластин во всех опытах была одинаковой: $\gamma = 0^\circ$; $\alpha = 20^\circ$; $\omega = 0^\circ$; $\gamma_1 = 10^\circ$; $\alpha_1 = 10^\circ$. Исследование проводилось при трех скоростях резания: 32, 40 и 50 м/мин. Остальные условия опытов сохранялись постоянными: $S_z = 0,1$ мм/зуб, $t = 5$ мм, $B = 5$ мм (фрезеровался уступ). Работа велась без охлаждения при встречной подаче.