

нины в общем балансе шума не превышает 1...1,5 дБ. Наиболее интенсивно излучение на частотах 150...2000 Гц.

На основании полученных результатов анализу подвергались различные варианты активного и пассивного шумопоглощения и шумоизоляции.

Использование только местных вязкоупругих покрытий (ВМЛ-25) на трубопроводах предполагает снизить уровень шума на 5...7 дБ. Изоляция насоса и электродвигателя от корпуса масляного бака прокладками типа "Сэндвич", ликвидация выявленных "акустических мостиков" позволит уменьшить передачу энергии колебаний и, следовательно, уменьшить интенсивность излучения. Экранирование насосной установки по расчету уменьшит шум на рабочем месте на 10 дБ. В связи с тем, что гасить звуковые колебания надо на частотах примерно 300...1500 Гц, предполагается использовать экран с перфорацией и воздушным зазором. Коэффициент звукопоглощения этой конструкции лежит в пределах 0,88...0,94.

УДК 621.923-924

Г.В.Тилигузов, Е.С.Яцура,
В.М.Шевченко, Э.Ф.Капанец

ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ ШЛИФОВАНИЯ С УЧЕТОМ ТРЕБОВАНИЙ К ТОЧНОСТИ ДЕТАЛЕЙ

При расчетах оптимальных режимов резания должны находиться такие их значения, которые обеспечивают изготовление обрабатываемых изделий требуемого качества с наименьшими производственными затратами. Обычно однозначные базовые зависимости, используемые при определении оптимизации режимов шлифования, не учитывают фактического состояния системы СПИД и факторов, обусловленных изменением технологических условий. В таких случаях, как правило, не удается надежно обеспечить технические требования ко всем контролируемым параметрам деталей или сделать прогноз об их изменении в процессе длительной эксплуатации.

Для решения данных вопросов необходимо получить и ввести в модели оптимизации математические выражения, адекватно описывающие взаимосвязь показателей качества обрабатываемых деталей с технологическими факторами и параметрами оборудования. Связи между случайными выходными параметрами

y_i (погрешности обработки) и неслучайными факторами x_i (значения режимов резания) описываются многофакторными регрессионными зависимостями и наиболее эффективно выявляются с помощью методов планирования многофакторных экспериментов [1].

Исходные зависимости могут использоваться в моделях оптимизации режимов резания как целевая функция и как ограничение, определяющее допустимую область изменения факторов. Для оптимизации следует отыскать вектор $X_{\text{опт}}$ оптимальных значений режимных факторов, которые обеспечивают экстремум целевой функции $Y = \varphi(x)$ при определенной величине вектора постоянных параметров системы СПИД в заданной области факторного пространства.

Методика построения моделей оптимизации режимов резания рассматривается на примере обработки типовых деталей на финишных операциях бесцентрового врезного шлифования. Результаты исследований процесса бесцентрового врезного шлифования [2] показывают, что на точность обработки деталей существенное влияние оказывают следующие факторы: припуск под обработку t , мм; скорость вращения ведущего круга v_B , м/мин; скорость поперечной подачи s , мм/мин и продолжительность выхаживания T_B , с. Перечисленные факторы определяют интенсивность съема металла при шлифовании и стохастически связаны с величинами погрешностей обрабатываемых деталей. В качестве параметров точности обработки выбраны: стабильность размеров деталей $\Delta_{\text{МГН}}$, мкм; величина некрутлости формы H_K , мкм и шероховатость поверхностей R_Z , мкм.

Уровни рассматриваемых факторов x_i , приведенных к соответствующему масштабу (-1, 0, +1), а также интервалы их варьирования Δx_i представлены в табл. 1. Диапазоны их из-

Т а б л и ц а 1

Режимный фактор	Код	Интервал варьирования	Уровень факторов		
			нижний (-1)	основной (0)	верхний (+1)
t , мм	x_1	0,05	0,05	0,1	0,15
v_B , м/мин	x_2	25	30	55	80
s , мм/мин	x_3	1	0,5	1,5	2,5
T_B , с	x_4	3	2	5	8

менения выбираются достаточно широкими, чтобы получить интерполяционные зависимости во всей области использования режимов на рассматриваемых операциях.

В пределах выбранной области изменения факторов (см. табл. 1) реализован план эксперимента в виде двух насыщенных полуреплик полного факторного эксперимента 2^4 . При значениях режимов, соответствующих каждой отдельной строке матрицы планирования, и неизменных значениях параметров геометрической наладки оборудования шлифовалась партия деталей в количестве 60 шт. Заготовки диаметром 10 мм из стали 45 (HRC 50...52), имеющие исходную некрутлость и нецилиндричность 10...15 мкм и шероховатость поверхностей 5...6 класса, обрабатывались кругами 24A25CT16K (шлифовальный) и 24A16CT16B (ведущий) в условиях температурной стабилизации системы СПИД с СОЖ (5%-ный раствор эмульсола).

Реализация плана позволила найти значения функций показателей качества деталей в точках 1...16 матрицы и сформировать вектор-столбец результатов факторного эксперимента. Расчет коэффициентов многофакторных зависимостей производился по методу наименьших квадратов, а оценка их значимости - по t -критерию Стьюдента. Проверка адекватности искомых зависимостей осуществлялась по F -критерию Фишера при 5%-ом уровне значимости. В результате были получены следующие зависимости параметров точности деталей от технологических факторов:

$$\Delta_{\text{МГН}} = 2,571 - 8,152t - 0,016v_{\text{В}} + 1,803s + 0,148T_{\text{В}} + 0,298tv_{\text{В}} - 0,02v_{\text{В}}s - 0,057sT_{\text{В}}, \quad (1)$$

$$H_{\text{К}} = 0,612 + 4,12t - 0,06v_{\text{В}} + 1,384s + 0,06T_{\text{В}}, \quad (2)$$

$$R_{\text{Z}} = 0,858 + 3,58t - 0,494s - 0,039T_{\text{В}}. \quad (3)$$

Для рассматриваемого случая бесцентрового шлифования составляющая штучного времени, обусловленная режимными факторами, может быть представлена выражением

$$T_{\text{ц}} = t/s + T_{\text{В}}. \quad (4)$$

Данное выражение использовано как целевая функция при оптимизации режимов бесцентрового врезного шлифования по критерию производительности обработки. После замены переменных $T_{\text{В}} = x$ и $s = y$ в зависимостях (1...3) и алгебраических преобразований получается следующее обобщенное уравнение связи:

$$\alpha_{11}x^2 + 2\alpha_{12}xy + \alpha_{22}y^2 + \alpha_1x + \alpha_2y + \alpha_0 = 0, \quad (5)$$

где α_{ii}, α_{ij} - коэффициенты, найденные в результате преобразований исходных зависимостей (1...3).

Математическая модель расчета оптимальных режимов шлифования для рассматриваемых операций будет иметь вид

$$\left\{ \begin{array}{l} \Delta_{\text{МГН}} \leq C_1, \\ H_{\text{к}} \leq C_2, \\ R_z \leq C_3, \\ t = C_4, \\ x_1 \leq x \leq x_2, \quad x_1 \geq C_5, \quad x_2 \leq C_6, \\ y_1 \leq y \leq y_2, \quad y_1 \geq C_7, \quad y_2 \leq C_8, \\ \alpha_{11}x^2 + 2\alpha_{12}xy + \alpha_{22}y^2 + \alpha_1x + \alpha_2y + \alpha_0 = 0, \\ \hline T_{\text{ц}} = t/y + x \longrightarrow \min \end{array} \right. \quad (6)$$

С учетом вида зависимостей, входящих в модель (6), обоснована возможность ее реализации в виде одномерной задачи нелинейного программирования. Геометрическая интерпретация решения данной задачи представлена на рис. 1.

Таблица 2

Стабильность размеров $\Delta_{\text{МГН}}$, мкм	Некруглость формы $H_{\text{к}}$, мкм	Шероховатость поверхностей R_z , мкм	Припуск t , мм	Поперечная подача s , мм/мин	Продолжительность выхаживания $T_{\text{в}}$, с	Продолжительность цикла $T_{\text{ц}}$, с
2,5	2,0	1,50	0,05	1,1	2,3	5,03
2,5	2,4	1,65	0,05	1,4	2,1	4,21
3,5	2,0	1,25	0,05	0,8	4,6	8,39
3,5	2,3	1,45	0,05	1,1	3,4	6,09
3,5	2,5	1,60	0,05	1,3	2,4	4,73
3,5	2,75	1,70	0,05	1,5	2,5	4,49
3,5	3,0	1,80	0,05	1,7	2,4	4,19
3,5	3,25	1,90	0,05	1,9	2,3	3,85

Рис. 1. Поверхность отклика при оптимизации режимов шлифования.

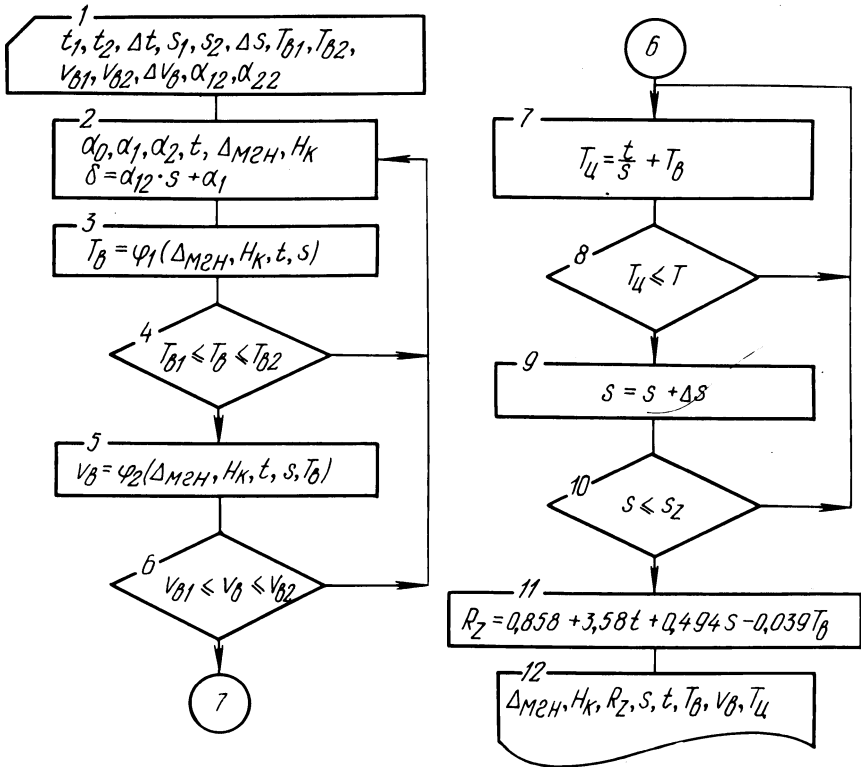
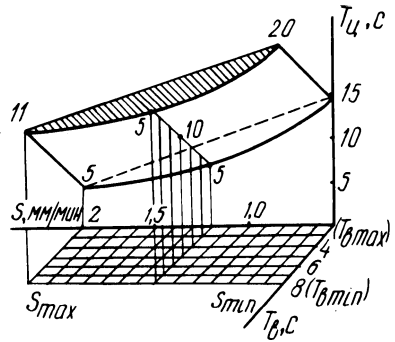


Рис. 2. Алгоритмы расчета оптимальных значений режимов.

Алгоритм расчета оптимальных значений режимов бесцентрового врезного шлифования приведен на рис. 2. При шаговой вариации s в рассматриваемом диапазоне ее изменения и фиксированном t предусмотрено определение значений T_B и $T_{ц}$. При этом выбираются значения режимов, которые соответствуют минимальной величине $T_{ц}$ и удовлетворяют ограничивающим условиям модели оптимизации. В результате находятся такие значения поперечной подачи и продолжительности выхаживания, которые обеспечивают при заданной величине припуска под обработку требуемые параметры точности изделий с максимальной производительностью применительно к условиям проведения конкретной технологической операции.

Значения режимов бесцентрового врезного шлифования, рассчитанные на ЭВМ ЕС-1020 по модели (6), приведены в табл. 2. Экспериментально установлено, что использование расчетных значений режимов обеспечивает сокращение штучного времени операций финишного шлифования на 25...30%.

Л и т е р а т у р а

1. Налимов В.В. Теория эксперимента. - М., 1971.
2. Ящерицын П.И., Попов С.А. Наерман М.С. Прогрессивная технология финишной обработки деталей. - Мн., 1978.

УДК 621.7.06

П.С.Чистосердов, О.В.Цумарев

ВЛИЯНИЕ СХЕМЫ ОДНОЭЛЕМЕНТНОГО КОМБИНИРОВАННОГО ИНСТРУМЕНТА НА УПРУГИЕ ОТЖАТИЯ В СИСТЕМЕ СПИД

Обладая универсальностью и простотой конструкции, одноэлементные комбинированные инструменты (КИ) для обработки отверстий имеют свои особенности. Так, усилие деформирования оказывает существенное влияние на упругие отжатия системы СПИД и особенно оправки КИ. При этом необходимо, чтобы ось деформирующего элемента (ДЭ) была смещена относительно вершины резца на некоторую величину l для предотвращения контакта ДЭ с поверхностью резания. Величина l определяется по формуле

$$l = \sqrt{R_d^2 - (R_d - t - r)^2} - t \operatorname{ctg} \varphi_1,$$

где R_d - радиус; t - глубина резания; r - глубина внедрения