

МАШИНОСТРОЕНИЕ

М. В. КАСЬЯН, Г. Г. ШЕКЯН, В. И. ТЕН

ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ
ПРИ ОБРАБОТКЕ БАЗОВЫХ ДЕТАЛЕЙ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ
ИНСТРУМЕНТОМ ИЗ СТМ

Точность радиально-воздушного зазора в асинхронном двигателе малой мощности (АДММ) в большей степени зависит от качества обработки посадочных поверхностей подшипниковых щитов и станины.

Сплав А19, из которого отливаются подшипниковые щиты под давлением, отличается газовой пористостью и склонностью к охрупчиванию, а также обладает способностью к естественному старению, которому он может подвергнуться за короткий промежуток времени между процессами отливки и последующей обработки. Отличительной конструктивной особенностью этих деталей является наличие в них специальной втулки из спеченной металлокерамики с 20%-ной пористостью, служащей в качестве демпфирующего элемента подшипникового гнезда.

Токарной обработке подвергаются как замковые поверхности щита, так и армированная в нем под гнездо втулка, отличающиеся различной обрабатываемостью. Для обеспечения точностных характеристик и заданной чистоты поверхностей обработки при механообработке указанных деталей инструментом из СТМ необходима оптимизация параметров режимов резания.

Анализ методов ускоренных испытаний, рекомендуемых для определения обрабатываемости исследуемых материалов [1], позволил выбрать приемлемый для наших конкретных условий метод, основанный на положении с существованием определенной температуры резания, соответствующей оптимальной скорости резания при различных комбинациях элементов режимного поля.

Оптимизация режимов резания проводится с учетом размерной стойкости режущего инструмента, лимитирующей область режимного поля. Оценка режущих свойств осуществляется по следующим показателям:

величиной стойкости при различных условиях резания:

$$T = f(V; s; x; \gamma), \text{ мин}; \quad (1)$$

длиной пути резания:

$$L = VT, \text{ мм}. \quad (2)$$

За критерий износа принимается износ по задней поверхности $h_{з.п.} = 0,3$ мм, что соответствует условиям размерной обработки.

Оптимизация параметров режимов резания проведена симплексным методом, планирование которого реализовано в соответствии с [2].

Эксперименты по оптимизации проведены на токарно-винторезном станке модели 1К62 с бесступенчатым регулированием чисел оборотов. Режущим инструментом служат расточные резцы, оснащенные зальбром-Р, а также минералокерамикой ВСК-60. Условия проведения экспериментов: скорость резания $V = 20-100$ м/мин, подача $s = 0,15-0,26$ мм/об, глубина резания $t = 0,2-0,4$ мм.

На основе априорных данных выбраны основной уровень и интервалы варьирования параметров оптимизации, а также матрица планирования экспериментов. Преобразование натуральных переменных в безразмерные единицы симплекса осуществляется по формуле

$$X_i = \frac{\tilde{X}_i - \bar{X}_i^0}{\Delta X_i}, \quad (3)$$

где $\tilde{X}_i$ — кодированное значение фактора; $\bar{X}_i^0$ — значение фактора на нулевом уровне в натуральной системе координат; ΔX_i — шаг варьирования.

Координаты новой вершины симплекса вычисляются по формуле

$$\tilde{X}_{ik+1} = \frac{2}{k} \sum_{n=1}^k \tilde{X}_{in} - \tilde{X}_i^*, \quad (4)$$

где k — число исследуемых факторов; $\tilde{X}_{ik+1}$ — координата новой точки в натуральных координатах для фактора с номером i ; $\tilde{X}_i^*$ — координата данного фактора в отвергнутом опыте.

Для выявления оптимальных значений исследуемых параметров потребовалось проведение 12 экспериментов, результаты которых приводятся в таблице.

В каждой точке проводится не менее 2 экспериментов, а измерение термо-э.д.с., осуществляемое естественным методом, — не менее 5 раз. Движение симплекса показывает, что наибольшая размерная стойкость расточных резцов достигнута в точке А.

С целью проверки метода оптимизации проведены идентичные эксперименты на подаче $s = 0,26$ мм/об. В случае соответствия точек минимума размерного износа при разных подачах одной и той же величины термо-э.д.с., положение о существовании оптимальной величины температуры принимается как для случая обработки алюминиевого сплава, так и пористых материалов. В процессе экспериментирования определен диапазон скоростей, равный $V = 20-100$ м/мин, при котором выявился минимум размерного износа (рис. 1).

Таблица

№№ п.п	Симплекс	Вершина, в которой ставится опыт	Передний угол X_1		Задний угол X_2		Длина пути резания, м
			в кодиро- ванном виде	в гра- дусах	в кодиро- ванном виде	в гра- дусах	
1	ABC	A	0	3	0	3	1280
2	ABC	B	0,86	5,58	0,5	4,5	2160
3	ABC	C	0	3	1	6	1690
4	BCA'	A'	0,86	5,58	1,5	7,5	2640
5	BA'C'	C'	1,72	8,16	1	6	2320
6	A'C'B'	B'	1,72	8,16	2	9	3280
7	A'B'C''	C''	0,86	5,58	2,5	10,5	3840
8	B'C'A''	A''	1,72	8,16	3	12	4640
9	A''C'B''	B''	0,86	5,58	3,5	13,5	4240
10	A'B''C'''	C'''	1,72	8,16	4	15	4400
11	A'C'''B'''	B'''	2,58	10,74	3,5	13,5	4180
12	B'A''C'IV	C'IV	2,58	10,74	2,5	10,5	3680

Анализ результатов показывает наличие единой величины термо-э.д.с. (7,3 мВ), соответствующей минимумам размерного износа, тем самым определяя приемлемость метода оптимизации. Минимум износа при подаче $s = 0,15$ мм/об соответствует скорости резания $V = 50$ м/мин, а при подаче $s = 0,26$ мм/об — $V = 35$ м/мин; длина пути резания соответственно $L = 5450$ и $L = 4480$ м. Таким образом определяется зависимость между скоростью резания и подачей при постоянной величине термо-э.д.с. (рис. 2).

Аппроксимация кривой методом средних квадратов позволяет представить эту зависимость степенной функцией.

$$V = 14,5s^{-0,67} \quad (5)$$

С целью выявления технологических регламентов, лимитирующих диапазон допускаемых подач, были проведены эксперименты по определению изменения шероховатости обработанной поверхности от исследуемых параметров режимов резания. Анализ показывает, что с изменением скорости резания в диапазоне $V = 20-100$ м/мин шероховатость уменьшается в пределах одного класса, а изменение наблюдается при $V = 20-40$ м/мин. Поэтому с известной степенью приближения можно принять практическую незначимость влияния скорости резания на шероховатость обработанной поверхности в исследуемом режимном поле. Тогда аппроксимация зависимости обработанной поверхности от величины подачи методом средних квадратов позволяет представить ее в виде

$$R_z = 0,125s. \quad (6)$$

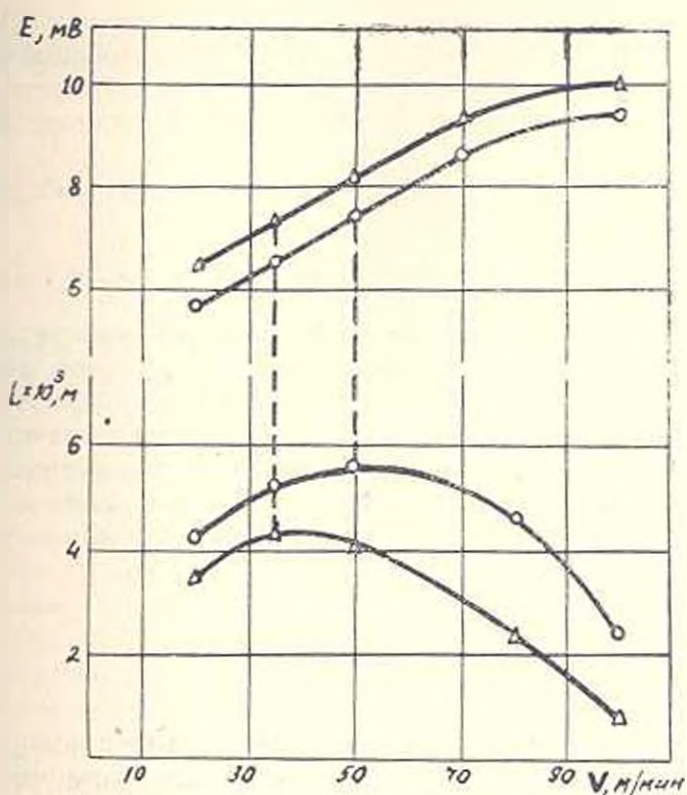


Рис. 1. Зависимости величины термо-э. д. с. E и длины пути резания L от скорости резания v при подаче: $\circ$ — $s = 0,15 \text{ мм/об.}$; $\triangle$ — $s = 0,26 \text{ мм/об.}$

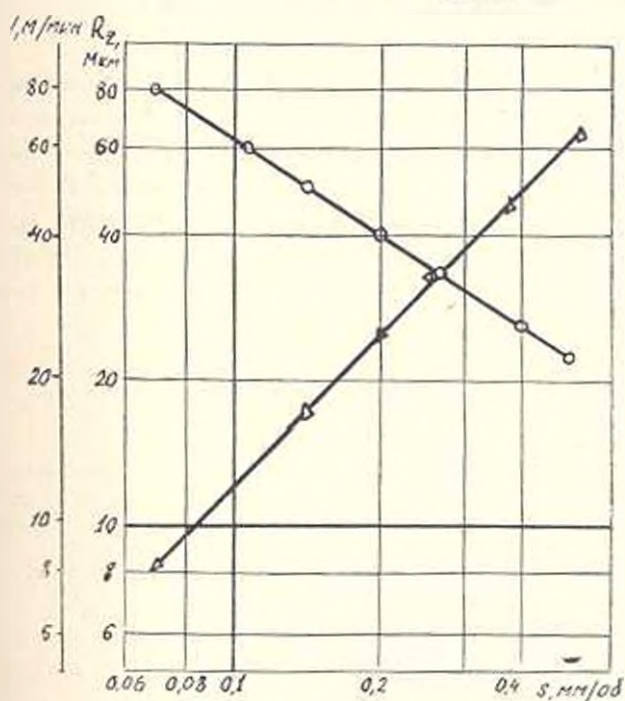


Рис. 2. Зависимость (при постоянной температуре в зоне резания $E_{\text{онт}} = 7,3 \text{ мВ}$): $\circ$ — скорости резания v от подачи s ; $\triangle$ — шероховатости обработанной поверхности R_z от подачи s .

Таким образом, оптимизация параметров режимов резания при растачивании таких базовых деталей АДММ, как алюминиевые подшипниковые шиты с армированной металлокерамической втулкой при обработке режущим инструментом из СТМ, проводится следующим образом.

1. Геометрические параметры резцов, оснащенных эльбором-Р, принимаются равными:

$$\varphi = 60^\circ, \quad \varphi_1 = 12^\circ, \quad \alpha = \alpha_1 = 11^\circ, \quad \lambda = 0^\circ, \quad r = 0,3 \text{ мм.}$$

2. По формуле (5) определяется оптимальная скорость резания.

3. Подставляя соответствующее значение требуемой шероховатости обрабатываемой поверхности в равенство (6), выбирается подача.

Представленный вариант оптимизации процесса растачивания действителен для резцов, оснащенных эльбором-Р и минералокерамикой ВСК-60, при следующих диапазонах изменения режимов резания: $V = 20-100 \text{ м/мин}$, $s = 0,15-0,26 \text{ мм об.}$, $t = 0,1-0,4 \text{ мм}$.

Մ. Վ. ԿԱՍՅԱՆ, Հ. Հ. ՇԵՆՅԱՆ, Բ. Ն. ՏԵՆ

ԿՏՐՄԱՆ ՌԵՃԻՄՆԵՐԻ ՊԱՐԱՄԵՏՐՆԵՐԻ ՈՊՏԻՄԻԶԱՑԻԱԿ ԷԼԵԿՏՐՈՇԱՐԺԻՉՆԵՐԻ ԲԱԶԱՆԵՐ ԴԵՏԱԼՆԵՐԻ ԳԵՐԱԲՐՈՒ ԳՈՐԽՔԱՆՅՈՒԹԵՐՈՎ ՄՇԱԿՄԱՆ ԴԵՊՔՈՒՄ

Ա. մ. փ. ո. փ. ո. մ.

Փորը հզորության ափսխրոն շարժիչների տարբեր մշակվողականությունն ունեցող նյութերից առանցքակալային վահանակների պատրաստման ժամանակ առաջանում են որոշակի դժվարություններ, որոնք պայմանավորված են կտրման ուժիմների պարամետրերի օպտիմալ ընտրության հետ: Ինչո ընտրությունը իրադրված է փորձերի պլանավորման սիմպլիկո եղանակով, որը հնարավորություն է տվել գերկարժր գործիքանյութերով կոմպոզիցիոն նյութերից պատրաստած մասերի մշակման ժամանակ հաշվարկել կտրման օպտիմալ պարամետրերը:

Լ Ի Տ Ե Ր Ա Տ Ր Ա

1. Багдасарян Р. Г. Влияние экспериментальной ошибки на определение оптимальных режимов резания.— Промышленность Армении, 1969, № 2, с. 56—59.
2. Кацей П. Г. Статистические методы исследования режущего инструмента.— М.: Машиностроение, 1971—239 с.