

ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ

УДК 621.914.1(088.8)

А.Л.АБУГОВ, И.Л.БАРШАЙ, канд.техн.наук (БПИ)

ЗАВИСИМОСТЬ ШЕРОХОВАТОСТИ ОБРАБОТАННОЙ ПОВЕРХНОСТИ ОТ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА ИГЛОФРЕЗЕРОВАНИЯ

Исследование проводилось на плоских образцах из стали У7 длиной 115 и шириной 20 мм с исходным параметром шероховатости поверхности $Ra = 7,85$ мкм. Обработка осуществлялась иглофрезой диаметром 150 мм с шириной режущей части 22 мм и диаметром игл 0,32 мм на горизонтально-фрезерном станке мод. 6Р82 по методу встречного фрезерования. Перед проведением экспериментов с целью уменьшения радиального биения иглофреза подвергалась шлифованию, при этом она устанавливалась на оправке, используемой в дальнейшем на горизонтально-фрезерном станке.

К основным параметрам процесса иглофрезерования, от которых зависит шероховатость поверхности, относятся: скорость резания v (м/мин), продольная подача S (мм/об), натяг i (мм).

Для установления степени зависимости шероховатости обработанной поверхности от параметров процесса использовался полный факторный план типа 2^3 . Каждый опыт повторялся три раза. Результаты определялись по пяти измерениям. Высота микронеровностей обработанной поверхности оценивалась по среднему арифметическому отклонению профиля и определялась при помощи профилографа-профилометра мод. ПП-201.

При увеличении скорости резания наблюдается снижение высоты микронеровностей до определенного значения, а затем ее рост. С возрастанием подачи при иглофрезеровании плоских поверхностей высота микронеровностей увеличивается незначительно. Рост натяга приводит первоначально к снижению параметров шероховатости, а затем к их увеличению. Повышение высоты микронеровностей обработанной поверхности при малых натягах объясняется неполным удалением исходных микронеровностей, возрастание ее при увеличении натяга – упругим отжатием игл и ростом их ударного взаимодействия с обрабатываемой поверхностью. Отмечено, что глубина резания меньше натяга.

Установленные при выполнении многофакторных экспериментов уровни варьирования факторов представлены в табл. 1, а план и результаты его реализации – в табл. 2.

Получена модель регрессионного анализа первого порядка:

$$Y = 1,537 - 0,47X_1 + 0,015X_2 - 0,065X_3 - 0,0075X_1X_2 + \\ + 0,0075X_1X_3 - 0,0025X_2X_3 + 0,003X_1X_2X_3 .$$

Т а б л и ц а 1

Уровень фактора	Кодированное значение	Фактор		
		X_1 (v , м/мин)	X_2 (S , мм/об)	X_3 (i , мм)
Основной	0	105	1,1	0,15
Интервалы варьирования		45	0,9	0,05
Верхний	+1	150	2,0	0,2
Нижний	-1	60	0,2	0,1

Т а б л и ц а 2

Номер опыта	X_0	X_1	X_2	X_3	\bar{Y} , мкм
1	+1	-1	-1	+1	1,92
2	+1	+1	-1	+1	1,00
3	+1	-1	+1	+1	1,95
4	+1	+1	+1	+1	1,02
5	+1	-1	-1	-1	2,05
6	+1	+1	-1	-1	1,12
7	+1	-1	+1	-1	2,11
8	+1	+1	+1	-1	1,13

С учетом статистической значимости коэффициентов регрессии модель имеет вид

$$Y = 1,537 - 0,47X_1 + 0,015X_2 - 0,065X_3. \quad (1)$$

Адекватность полученной линейной модели была проверена по критерию Фишера при 5 %-ном уровне значимости.

Среднее отклонение профиля обработанной поверхности может быть выражено уравнением вида

$$Ra = Cv n S^m i^p. \quad (2)$$

Логарифмируя выражение (2), можно получить уравнение

$$\ln Ra = C + n \ln v + m \ln S + p \ln i. \quad (3)$$

Для перехода от безразмерных значений факторов в уравнении (1) к натуральным в уравнении (3) использовались зависимости:

$$X_1 = \frac{2(\ln v - \ln 150)}{\ln 150 - \ln 60} + 1; \quad X_2 = \frac{2(\ln S - \ln 2)}{\ln 2 - \ln 0,2} + 1;$$

$$X_3 = \frac{2(\ln i - \ln 0,2)}{\ln 0,2 - \ln 0,1} + 1.$$

После подстановки значений X_1 , X_2 , X_3 в уравнение (1) и преобразований получим

$$\ln Ra = 4,956 - 1,026 \ln v + 0,013 \ln S - 0,187 \ln i. \quad (4)$$

Потенцируя выражение (4), находим зависимость параметра шероховатости поверхности Ra от исследуемых параметров процесса иглофрезерования:

$$Ra = 142,146 \frac{S^{0,013}}{v^{1,026} i^{0,187}} \quad (5)$$

Из анализа уравнения (5) следует, что наибольшее влияние на высоту микронеровностей обработанной поверхности оказывает скорость резания, меньшее — натяг. Зависимость высоты микронеровностей от продольной подачи при встречном иглофрезеровании плоских поверхностей не существенна.

УДК 669.14.018.5.001.4

Г.П.КУЗЬМИЧЕВ, А.М.ГРИГОРЬЕВ,
Е.Л.КЛЕЦКОВ (НПО "Планар"),
В.И.ТУРОМША, канд.техн.наук (БПИ)

АНИЗОТРОПИЯ ОСТАТОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ В ДЕТАЛЯХ ИЗ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОЙ СТАЛИ 10895 ПОСЛЕ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

Технология производства изделий из электротехнической стали направлена на создание их изотропной крупнозернистой структуры с минимальным уровнем остаточных напряжений. При изготовлении из листов электротехнической стали сердечников трансформаторов и магнитопроводов электрических машин в результате механической обработки возможно повышение уровня и степени анизотропии остаточных напряжений и снижение магнитных свойств стали [1].

Исследование деформационной (вторичной) анизотропии электротехнической стали 10895 осуществлялось после операций торцового фрезерования плоскости, шлифования плоскости торцом круга и фрезерования пазов в образцах из листовой стали размером $200 \times 200 \times 4$ мм со структурой в соответствии с ГОСТ 11036–75, подвергнутых диффузионному вакуумному отжигу при температуре 1200°C . Степень анизотропии остаточных напряжений определялась по методике [2] с использованием высокочувствительных магнитоупругих датчиков [3] и магнитопроводов на основе магнитной жидкости.

Фрезерование плоскости осуществлялось за один проход с глубиной резания 0,8 мм фрезой диаметром 60 мм. При этом направление продольной подачи принималось параллельным или перпендикулярным к направлению прокатки листа стали.

В исходном состоянии напряжения в деталях составляли 10 МПа. При фрезеровании плоскости в направлении прокатки уровень остаточных напряжений достигал 220 МПа, а при фрезеровании в направлении, перпендикулярном к прокатке, — 70 МПа, т. е. в 3 раза ниже. Остаточные напряжения возрастают также на обратной стороне листа стали, не подвергавшейся механической обработке, и достигают 50 МПа. В направлении, перпендикулярном к продольной