

Из анализа эпоры следует, что при распространении волны в державке происходит незначительное усиление колебаний по амплитуде (коэффициент усиления 1,06). Расчетное значение инерционной силы, действующей на присоединенную массу, составило 1995 Н.

Выводы

1. Предложена методика инженерного расчета ультразвуковой колебательной системы для точения высокопластичных материалов, снабженной присоединенной массой на рабочем конце резцовой державки.
2. Показана возможность практического применения предложенной методики на примере расчета резонансной длины державки резца при заданной частоте возбуждения.

Литература

1. Кумабэ, Д. Вибрационное резание / Д. Кумабэ. – М.: Машиностроение. – 1985. – 424 с.
2. Марков, А.И. Ультразвуковое резание труднообрабатываемых материалов / А.И. Марков. – М.: Машиностроение. – 1968.
3. Куптель, В.Г. Моделирование параметров системы «инструмент – акустический преобразователь» для вибрационного точения / В.Г. Куптель // Горная механика. – 2006. – № 3. – С. 11 – 15.
4. Бабаков И.М. Теория колебаний / И.М. Бабаков. – М.: Наука. – 1968. – 560 с.

УДК 621.762

ИССЛЕДОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ИГЛОФРЕЗЕРОВАНИЯ НА ФОРМИРОВАНИЕ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТИ ЗАГОТОВОК ИЗ СТАЛИ 12ХНЗА

И.Л. Баршай, В.К. Шелег, Е.Ф. Скробот

Белорусский национальный технический университет, Минск;

С.П. Гончаров

РУП «Минский тракторный завод»

Качество поверхности в значительной степени определяет эксплуатационные характеристики деталей машин. Установлено, что 70...80 % вариаций показателей износостойкости связаны с параметрами шероховатости поверхности деталей машин [1].

Иглофрезерование является перспективным методом обработки для обеспечения заданной шероховатости обработанной поверхности. Положительным фактором иглофрезерования является возможность использо-

вания металлической стружки, составляющей в отдельных случаях до 5% массы обрабатываемой заготовки. Стружку применяют в порошковой металлургии [2, 3]. Это обстоятельство свидетельствует о возможности создания мало- и безотходных процессов изготовления деталей машин в результате применения иглофрезерования.

Имеющиеся данные о процессах в зоне обработки при иглофрезеровании недостаточны и требуют дополнения. Ограничена информация о влиянии режимов обработки на формирование качества поверхности, отсутствуют сведения об управлении данным процессом. Все это сужает возможные области применения иглофрезерования. Потребность в решении комплекса научных, конструкторских и технологических задач обеспечения качества деталей для широкого применения указанного процесса определяет актуальность данных исследований.

Для оценки шероховатости поверхности после иглофрезерования был использован действующий в настоящее время комплект международных норм, характеризующих геометрическую структуру обработанной поверхности. – ISO-3274:1997 и ISO 4287:1998, включающий следующие характеристики: среднее арифметическое отклонение профиля Ra , высоту десяти точек отклонений от регулярного профиля Rz , стандартное отклонение профиля Rq , общую высоту профиля Rt , максимальную высоту выступов профиля Rp , максимальную глубину впадин профиля Rv , среднюю высоту элементов профиля Rc , среднюю ширину элементов профиля RSm , относительную опорную длину профиля $Rmr(c)$. Измерение характеристик шероховатости поверхностей образцов после выполняли на компьютеризованном приборе TR-200.

Для определения влияния иглофрезерования на изменение характеристик шероховатости поверхности использовали математическое планирование эксперимента – метод ЛП, последовательностей [4, 5]. Матрица планирования экспериментов представлена в табл. 1. Результаты ранее выполненных исследований [6] позволили выбрать следующие значения параметров режима иглофрезерования, принятые за основной уровень в данном эксперименте: $v = 338$ м/мин; подачу $S = 660$ мм/мин и натяг $i = 0,45$ мм. Условия проведения эксперимента приведены в табл. 2

Таблица 1

Матрица планирования эксперимента

Фактор	Точки исследований						
	1	2	3	4	5	6	7
X_1 – скорость резания v , м/мин	0,500	0,250	0,750	0,875	0,375	0,625	0,125
X_2 – подача S , мм/мин	0,500	0,750	0,250	0,625	0,125	0,375	0,875
X_3 – натяг i , мм	0,500	0,250	0,750	0,125	0,625	0,375	0,875

Условия проведения опытов

Номер опыта	X_1	X_2	X_3
1	169	330	0,22
2	84	530	0,11
3	253	170	0,34
4	295	400	0,06
5	127	85	0,28
6	211	270	0,17
7	42	690	0,39

Обработку плоских поверхностей образцов иглофрезерованием выполняли на горизонтально-фрезерном станке 6Н82Г. Использовали иглофрезу диаметром $D = 50$ мм, шириной $B = 20$ мм и плотностью набивки проволочных элементов 75...85 %. Диаметр единичного проволочного элемента $d = 0,3$ мм, вылет $L = 20$ мм. Обрабатываемый материал – конструкционная сталь 12ХНЗА (ГОСТ 4543-71).

Минимальные значения исследуемых высотных характеристик шероховатости поверхности после иглофрезерования получены при следующих параметрах режима обработки: $v = 295$ м/мин; $S = 400$ мм/мин; $i = 0,06$ мм (см. табл. 1, 4-й опыт); максимальные – при $v = 42$ м/мин; $S = 690$ мм/мин; $i = 0,39$ мм (см. табл. 1, 7-й опыт). Минимальные значения шаговой характеристики RSm были зафиксированы в четвертом опыте при обработке на следующих режимах: $v = 295$ м/мин; $S = 400$ мм/мин; $i = 0,06$ мм, максимальные – в седьмом опыте. Минимум значения относительной опорной длины профиля $Rmr(c)$ на уровне 50 % был получен в шестом опыте ($v = 211$ м/мин; $S = 270$ мм/мин; $i = 0,17$ мм).

После обработки экспериментальных данных были разработаны математические модели влияния параметров режима иглофрезерования на изменения исследуемых характеристик шероховатости поверхности в виде уравнений регрессии (1) – (8). Данные модели позволяют рассчитать значение характеристик шероховатости поверхности при выбранном сочетании параметров режима обработки:

$$Ra = 8,52v^{-0,300}S^{0,126}i^{0,106}; \quad (1) \quad Rp = 14,1v^{-0,224}S^{0,159}i^{0,216}; \quad (5)$$

$$Rq = 12,0v^{-0,361}S^{0,170}i^{0,122}; \quad (2) \quad Rv = 35,8v^{-0,455}S^{0,265}i^{0,138}; \quad (6)$$

$$Rz = 46,5v^{-0,362}S^{0,226}i^{0,153}; \quad (3) \quad Rc = 1,17v^{-0,491}S^{0,291}i^{0,425}; \quad (7)$$

$$Rt = 112v^{-0,489}S^{0,260}i^{0,229}; \quad (4) \quad RSm = 3,45v^{-0,389}S^{0,133}i^{0,469}; \quad (8)$$

Шероховатость обработанной поверхности зависит от динамических углов проволочного элемента иглофрезы (γ и α), формируемых в процессе обработки [6]. Значения этих углов определяются упругой деформацией проволочных элементов инструмента. В свою очередь упругая деформация проволочных элементов зависит от параметров режима иглофрезерования. Увеличение значений параметров режима обработки приводит к росту углов γ и α . Так, в частности, при формировании динамического переднего угла $\gamma > (-20^\circ)$ процесс микрорезания переходит в субмикрорезание и пластическое деформирование обрабатываемой поверхности.

Рост скорости иглофрезерования способствует снижению высотных Ra , Rz , Rt , Rp , Ry , Rq и Rc и шаговой RSm характеристик шероховатости в 1,5...3,6 раза по сравнению с исходными (до обработки) значениями. Выявленный характер изменения характеристик шероховатости в зависимости от скорости обработки объясняется присущим иглофрезерованию «краевым» эффектом [6], который заключается в следующем. Крайние стороны обрабатываемой поверхности проволочные элементы (микрорезцы) имеют изгиб в направлении подачи заготовки больший, так как обладают меньшей жесткостью, чем весь пакет проволочных элементов. В результате они формируют микроцарапины (следы своего движения) на обрабатываемой поверхности.

Повышение продольной подачи ведет к увеличению исследуемых характеристик шероховатости. Это объясняется ростом сил резания, увеличением угла упругого деформирования проволочного элемента и переходом процесса субмикрорезания к микрорезанию.

Увеличение натяга i в системе «обрабатываемая поверхность – рабочая поверхность иглофрезы» способствовало росту всех исследуемых характеристик шероховатости. Рост указанного параметра режима обработки приводит к превалирующему влиянию процесса микрорезания и в меньшей степени пластического деформирования обрабатываемой поверхности, вызываемого ударным воздействием проволочных элементов иглофрезы.

Разработанные математические модели позволяют осуществить оптимизацию и управление процессом иглофрезерования для обеспечения требуемой шероховатости поверхности деталей.

Литература

1. Суслов, А.Г. Технологическое обеспечение параметров состояния поверхностного слоя деталей / А.Г. Суслов. – М.: Машиностроение, 1987. – 208 с.
2. Жоров Ю.С. Качество поверхности при иглофрезеровании / Ю.С. Жоров, В.А. Балдаев // Механизация тяжелых и трудоемких процессов в судостроении. – Л.: Румб, 1987. – С. 125 – 132.

3. Салуквадзе, В.С. Изменение свойств в поверхностном слое сплавов при иглофрезерной обработке / В.С. Салуквадзе, И.А. Друтова // Расчет, сооружение и эксплуатация магистральных газопроводов. – М.: ВНИИСТ, 1980. – С. 93 – 102.

4. Ящерицын, П.И. Планирование эксперимента в машиностроении / П.И. Ящерицын, Е.И. Махаринский. – Минск: Высш. шк., 1985. – 286 с.

5. Поллард, Д. Справочник по вычислительным методам статистики / Д. Поллард; пер. с англ. В.С.Западворова. – М.: Финансы и статистика, 1982. – 344 с.

6. Баршай, И.Л. Обеспечение качества поверхности и эксплуатационных характеристик деталей при обработке в условиях дискретного контакта с инструментом / И.Л. Баршай. – Минск: УП «Технопринт», 2003. – 244 с.

УДК 621.9.048.4

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ВИБРАТОРА ДЛЯ ПОДДЕРЖАНИЯ РЕЖУЩИХ СВОЙСТВ АЛМАЗНЫХ ОТРЕЗНЫХ КРУГОВ ЗА СЧЕТ НЕПРЕРЫВНОЙ ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННОЙ ПРАВКИ

М.Г. Киселев, А.В. Дроздов

Белорусский национальный технический университет. Минск

Введение. В промышленности широкое применение находят алмазные инструменты, и в частности, отрезные круги различных типоразмеров. Наибольшее распространение получили алмазные инструменты на металлических связках, что вызвано их высокой прочностью, износоустойчивостью, а также способностью прочно удерживать зерна алмаза [1]. При этом такие инструменты работают либо с постепенным снижением режущих свойств до полного затупления, либо в режиме самозатачивания при пониженных режущих свойствах. Кроме того, они подвержены засаливанию межзернового пространства [1]. Известен способ алмазно-эрозионного шлифования, который позволяет поддерживать режущие свойства алмазных инструментов на металлических связках на высоком уровне [2], но область применения данного способа ограничена обработкой токопроводящих материалов, что снижает возможности его использования для поддержания режущей способности алмазных отрезных кругов, применяемых в основном для резки горных пород, огнеупоров, бетона и других неметаллических строительных материалов. Тем не менее, действие данного способа основано на гипотезе стружечного замыкания [3], которая также лежит в основе электроконтактной правки алмазного инструмента с помощью источников постоянного напряжения [1].