

УДК 621.914

СРАВНЕНИЕ СХЕМ ФРЕЗЕРОВАНИЯ ОТКРЫТЫХ ПАЗОВ КОНЦЕВЫМИ ФРЕЗАМИ

Кондратенко И.С.

магистрант,

*Калужский филиал Московского государственного технического
университета,*

Калуга, Россия.

Зенкин Н.В.

к.т.н., доцент,

*Калужский филиал Московского государственного технического
университета,*

Калуга, Россия.

Аннотация

В статье рассматривается фрезерование открытых пазов концевыми фрезами. Цель исследования – сравнить схемы движения инструмента при фрезеровании по критериям производительности и точности обработки. В результате эксперимента получены значения обеспечиваемых размеров, времени обработки и шероховатости обрабатываемых поверхностей. На основе этих данных составлены сравнительные таблицы для рассматриваемых схем фрезерования. Наиболее производительным и точным методом в данных условиях обработки оказался метод врезания по двум осям.

Ключевые слова: фрезерование концевыми фрезами, винтовое, плунжерное, трохоидальное, стратегии обработки, траектория.

COMPARISON OF SCHEMES FOR MILLING OPEN GROOVES WITH END MILLING CUTTERS

Kondratenko I.S.

master's student,

Kaluga Branch of Moscow State Technical University,

Kaluga, Russia.

Zenkin N.V.

candidate of technical sciences, associate professor,

Kaluga Branch of Moscow State Technical University,

Kaluga, Russia.

Abstract

The article deals with milling of open grooves with end mills. The purpose of the research is to compare the schemes of tool motion during milling according to the criteria of productivity and machining accuracy. As a result of the experiment the values of provided dimensions, machining time and roughness of machined surfaces are obtained. On the basis of these data the comparative tables for the considered schemes of milling are made. The most productive and accurate method in these machining conditions was the method of plunging along two axes.

Keywords: end milling, helical, plunger, trochoidal, machining strategies, path.

Фрезерование как метод обработки различных элементов деталей в машиностроении имеет целый ряд возможных стратегий и схем перемещения инструмента.

Выбор схемы (способа) фрезерования во многом влияет как на качество получаемых этим методом поверхностей, так и на производительность процесса [1].

Основными способами обработки являются:

- Круговая интерполяция с врезанием по 2 осям;
- Винтовая интерполяция с врезанием по 3 осям;

- Плунжерное фрезерование с врезанием по 1 оси;
- Трохоидальное фрезерование [2].

Часто концевыми фрезами обрабатываются элементы типа пазов, выборок и карманов. В связи с этим проведем эксперимент с обработкой данных поверхностей.

Суть эксперимента заключается в фрезеровании концевыми фрезами открытых пазов, при этом пазы имеют одинаковую конфигурацию и размеры, но обрабатываются при разных схемах фрезерования. Обработка производится на фрезерном станке с ЧПУ.

Модель станка - Mini Mill 450.

Материал заготовок – алюминий АМг6 ГОСТ 4784-97.

Инструмент - фреза концевая твердосплавная цельная, материал ВК8 ГОСТ 3882-74.

Охлаждение – воздушное.

Заготовка устанавливается в тиски с последующей выверкой положения.

Исследуемыми параметрами являются точность ширины паза, шероховатость поверхностей обработанных пазов и производительность обработки. Основным фактором влияния будет траектория движения инструмента, т.е. схема фрезерования [3].

В качестве контролируемого размера для изучения точности обработки была выбрана ширина паза. Номинальное значение – 25 мм. Результаты замеров этого размера на инструментальном микроскопе приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Точность обработки при различных схемах фрезерования

Схема фрезерования	Ном. р-р, мм	Фактический р-р, мм	Отклонение, мм
Врезание по двум осям	25	24,959	-0,041
Врезание по трем осям		24,872	-0,128
Трохоидальное фрезерование		25,068	+0,068

Плунжерное фрезерование*		24,917	-0,083
--------------------------	--	--------	--------

Из таблицы видно, что наибольшая точность обработки соответствует схеме фрезерования с врезанием по двум осям, наименьшая – с врезанием по трем осям.

Трохоидальная схема также показала сравнительно небольшое отклонение.

При плунжерном фрезеровании на стенках паза остаются гребешки, сформировавшиеся при смещении инструмента из одного положения в другое. Эти гребешки высотой свыше 0,5 мм необходимо зачистить, чтобы добиться указанной точности на всей длине паза.

Рассмотрев точность обработки изучаемых траекторий движения инструмента, следует перейти к их производительности. Основным критерием для её оценки является время обработки одного паза, приведенное в таблице 2. Помимо общего времени обработки в таблице приведены значения времени выполнения холостых и рабочих ходов для каждой схемы фрезерования.

Таблица 2 – Производительность обработки при различных схемах фрезерования

Схема фрезерования	t_{xx} , сек	$t_{рх}$, сек	$t_{общ}$, сек
Врезание по двум осям	11	104	115
Врезание по трем осям	5	292	297
Трохоидальное фрезерование	45	425	470
Плунжерное фрезерование	12	267	279

Из таблицы видно, что наиболее производительной траекторией является фрезерование с врезанием по двум осям, наименее производительной – трохоидальное фрезерование.

Изучение качества поверхности после обработки проводилось на основе параметра шероховатости R_a . Измерение шероховатости выполнялось с

помощью профилограф-профилометра модели АБРИС – ПМ7. Полученные значения шероховатости поверхностей представлены в таблицах 3 и 4.

Таблица 3 - Шероховатость боковых поверхностей (стенок) паза

Схема фрезерования	Замер Ra, мм			Среднее значение Ra, мм
	1	2	3	
Врезание по двум осям	0,032	0,028	0,026	0,0287
Врезание по трем осям	0,026	0,029	0,027	0,0273
Трохоидальное фрезерование	0,03	0,03	0,04	0,0333
Плунжерное фрезерование	0,09	0,08	0,09	0,0867

Таблица 4 - Шероховатость нижних поверхностей (дна) паза

Схема фрезерования	Замер Ra, мм			Среднее значение Ra, мм
	1	2	3	
Врезание по двум осям	0,03	0,03	0,03	0,030
Врезание по трем осям	0,04	0,03	0,04	0,037
Трохоидальное фрезерование	0,04	0,04	0,04	0,040
Плунжерное фрезерование	0,17	0,14	0,14	0,150

Из таблиц видно, что наилучшее качество поверхности соответствует схеме с врезанием по трем осям, наихудшее – плунжерному фрезерованию.

Изучив все характеристики рассматриваемых схем фрезерования, сформируем сравнительную диаграмму (рисунок 1, авторская разработка), на которой наиболее высокие столбцы соответствуют наилучшим показателям указанных характеристик. Остальные показатели приведены в процентном соотношении от наилучшего.

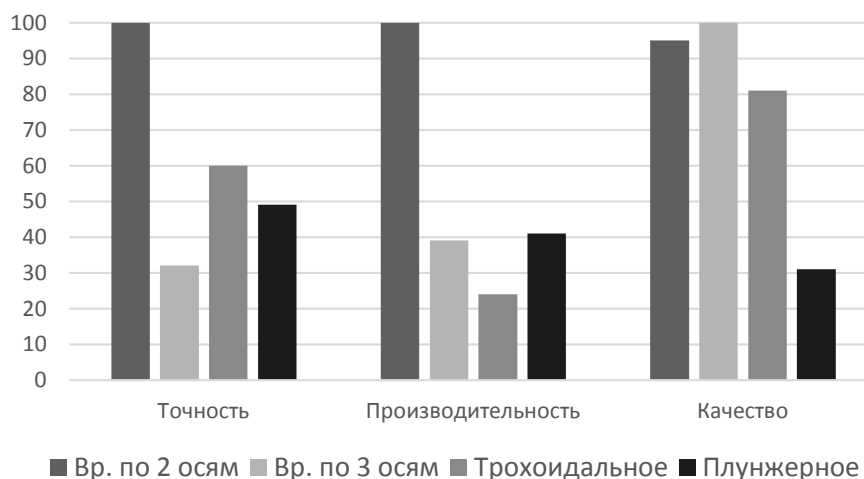


Рис.1 – Сравнительная диаграмма

Исходя из результатов эксперимента, можно сделать следующие выводы по каждой схеме:

1) Схема фрезерования с врезанием по двум осям является оптимальной в данных условиях обработки открытых пазов и аналогичных поверхностей, так как она обладает наилучшей производительностью и точностью по сравнению с другими рассмотренными траекториями. Также данная схема позволяет получать наиболее качественную поверхность, обрабатываемую торцевой частью концевой фрезы (в основном, это дно пазов и карманов).

2) Схема фрезерования с врезанием по трем осям предпочтительна, если требуется получить более качественную поверхность стенок, обрабатываемых цилиндрической частью концевой фрезы. При этом метод показал самую низкую точность из рассмотренных, поэтому его не рекомендуется применять для чистовой обработки. Плюсом является удобство выборки закрытых поверхностей.

3) Трохоидальное фрезерование обеспечивает относительно высокую точность обработки, но самую низкую производительность. Не рекомендуется использовать данную схему в крупносерийном и массовом производстве.

Основной плюс данной схемы заключается в повышении стойкости инструмента – это также открывает возможность фрезерования с большей глубиной резания.

4) Плунжерное фрезерование – исключительно черновая схема, так как после нее остаются гребешки, относящиеся к волнистости поверхности. Это может потребовать дополнительных проходов или операций. Тем не менее метод не предъявляет высоких требований к жесткости и мощности оборудования, а также позволяет быстро обрабатывать глубокие пазы, что повышает степень его универсальности.

Библиографический список:

1. Новиков В.Ю., Ильянков А.И. Технология машиностроения. Учебник. В 2 частях. Часть 1. – М.: Academia, 2014. – 352 с.
2. Борисенко Г.А., Иванов Г.Н., Сейфулин Р.Р. Технология конструкционных материалов. Обработка резанием. – М.: Инфра-М, 2012. – 144 с.
3. Методы и средства научных исследований: учеб. пособие / Ю. Н. Колмогоров [и др.]. — Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2017.— 152 с.

Оригинальность 90%