

УДК 621.7.012.3

**АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ ВРЕЗАНИЯ ПРИ ФРЕЗЕРОВАНИИ КАРМАНОВ
НА СТАНКАХ С ЧПУ****Е.О. ЖИХОРОВ***(Представлено: д-р техн. наук, проф. Н.Н. ПОПОК,
канд. техн. наук. Р.С. ХМЕЛЬНИЦКИЙ)*

Проанализированы технологии врезания, доступные в SolidCAM при фрезеровании карманов. Представлены их преимущества и недостатки. На примере детали «Корпус», производимой на ОАО «Измеритель», представлено сравнение затрачиваемого времени и количества кадров в управляющей программе для всех видов технологий.

Введение. В машиностроении корпусные детали имеют широкое распространение, так как они являются основной несущей частью машины, механизма или прибора. В соответствии с классификатором ЕСКД деталь корпусная – деталь коробчатой формы, имеющая одно или несколько базовых отверстий, с помощью которых другие детали могут монтироваться внутри корпуса в определенной кинематической взаимосвязи, а также корпуса приводных и распределительных систем, характеризующихся наличием рабочих отверстий, называемых базовыми [1].

Ранее [2,3] проводилось исследование, в котором было выявлено, что одним из наиболее часто встречающихся конструктивных элементов (КЭ) в корпусах является «карман». Из 26 проанализированных деталей, изготавливаемых в условиях ОАО «Измеритель», данный КЭ встречается во всех 100%. Ввиду этого рассмотрение технологий обработки кармана является актуальным.

Основная часть. При фрезеровании корпуса на станке с ЧПУ обработка кармана занимает значительную часть времени фрезерной операции, а также немалую часть управляющей программы (УП). Обработывается данный конструктивный элемент концевыми фрезами [4].

В процессе программирования обработки кармана технолог-программист использует два типа циклов: технология врезания и цикл снятия основного припуска кармана. Задавая различные комбинации этих двух циклов, он имеет возможность манипулировать временем обработки кармана.

Можно отметить, что при этом не учитывается отвод режущего инструмента (РИ) (в нашем случае концевой фрезы). Причина этого то, что данная часть программы занимает малую часть как по количеству кадров в УП, так и по времени. Кроме того, почти в 100% случаев отвод производится по нормали к контуру обработки на расстояние 1...2 мм.

При разработке управляющих программ обработки корпусных деталей в SolidCAM используются три варианта реализации данного цикла, а именно врезание вдоль одной оси, по двум осям (маятниковой подачей) и по трем осям (врезание по винтовой траектории) [5].

Сравнение всех трех вариантов реализации цикла врезания произведем на примере обработки кармана в детали «Корпус» (рис.) из алюминиевого сплава АМг4 концевой фрезой Ø16 мм. Глубина врезания – 10 мм. Расстояние от верхней поверхности заготовки, при достижении которой инструмент начинает перемещаться на рабочей подаче, зададим равное 2 мм. Результаты замеров представлены в таблице 1.

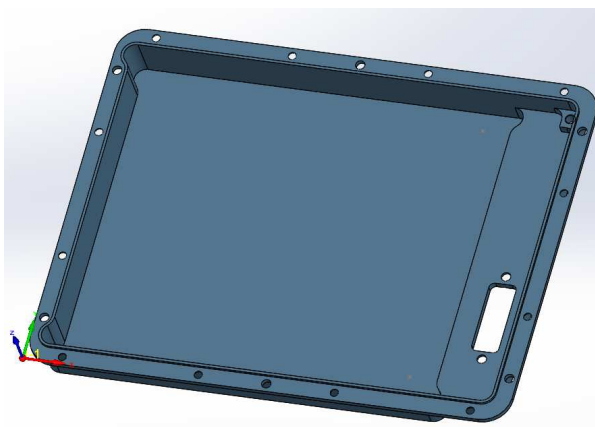
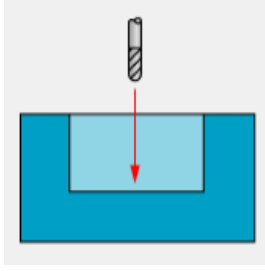
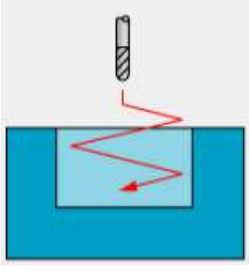
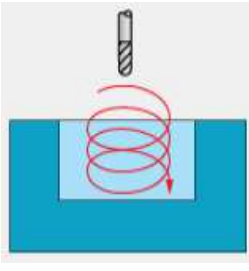


Рисунок. – Деталь «Корпус»

Таблица 1. – Время врезания РИ при различных технологиях

	По одной оси	По двум осям	По трем осям
Траектория движения			
Величина хода РИ	Глубина общего хода – 12 мм	Величина смещения по оси X – ±9 мм Угол врезания - 15°	Диаметр спирали – 18 мм Угол схода спирали – 15°
Режимы резания	Подача, $S_m=15$ мм/мин; Обороты, $n=1300$ об/мин.	Подача, $S_m =30$ мм/мин; Обороты, $n=1300$ об/мин.	Подача, $S_m = 30$ мм/мин; Обороты, $n = 1300$ об/мин.
Время врезания	$T_{\text{врезания}} = 0,74$ мин	$T_{\text{врезания}} = 1,45$ мин	$T_{\text{врезания}} = 1,78$ мин
Количество кадров	3	7	36

Проанализировав данные, приведенные в таблице 1, можно выделить следующие преимущества и недостатки вышеописанных вариантов врезания инструмента в заготовку (табл. 2).

Таблица 2. – Преимущества и недостатки циклов врезания

Технологии врезания	По одной оси (вертикально)	По двум осям (линейное)	По трем осям (спиральное, винтовое)
Преимущества	– малое количество кадров в УП; – возможность программирования в любой точке кармана	– нагрузка на РИ распределяется по двум осям; – более высокие режимы резания по сравнению с вертикальным врезанием	– нагрузка распределена по трем осям; – траектория более компактна, чем линейное врезание; – более высокие режимы резания
Недостатки	– большая осевая нагрузка на РИ; – наименьшие режимы резания	– невозможно запрограммировать в любой точке кармана из-за траектории перемещения РИ; – занимает больше всего места в УП	– невозможно использовать на старых станках из-за особенностей конструкции самого станка, либо системы ЧПУ; – значительно большее количество кадров в УП по сравнению с линейным

Как видно из таблицы 2, третий вариант имеет наибольшее количество плюсов, но и недостатки являются существенными. При обработке на современных станках типа SPINNER VC860, DBZ проблем с этим не возникает – данные станки имеют возможность движения по трем координатам. В случае же обработки на старых станках типа ИР320ПМФ4, ИР500ПМФ4, ИС500ПМФ4, МАНО МС5 использование данного варианта врезания невозможно из-за отсутствия возможности перемещения по трем координатным осям. Поэтому вместо винтового врезания приходится использовать врезание по двум координатам, что конечно приводит к увеличению времени обработки, и как следствие к снижению производительности.

Выводы:

- врезание по трем осям занимает больше всего времени (1,78 мин против 1,45 по двум и 0,74 по одной оси);
- врезание по трем осям занимает больше места в УП, чем по двум;
- врезание по трем координатам, в отличие от линейного способа, могут осуществлять преимущественно современные станки;
- несмотря на наименьшие затраты по времени, первый способ врезания используется редко по нескольким причинам: во-первых, увеличивается износ инструмента и, следовательно, затраты на него; во-вторых, этот способ требует самых малых режимов резания из всех трех, что ведет к увеличению времени обработки. Кроме этого, врезание по двум координатам рекомендуют сами производители режущего инструмента, указывая в каталогах угол входа РИ в материал заготовки. Учтя эти рекомендации, тех-

нолог-программист сможет уменьшить износ инструмента в ходе обработки, а следовательно, повысить производительность,

Врезание по двум осям при обработке кармана является оптимальным с точки зрения затрат времени, времени работы инструмента, размера самого цикла в УП и универсальности при программировании на различные модели станков.

ЛИТЕРАТУРА

1. Классификатор ЕСКД. Классы 71, 72, 73, 74, 75, 76. Приложение. – М. : Изд-во стандартов, 1986. – 36 с.
2. Жихорев, Е.О. Программирование технологий врезания и обработки конструктивных элементов в виде «карманов» деталей на фрезерных станках с ЧПУ при помощи САМ-систем / Е.О. Жихорев, И.Н.Домкин.
3. Zhykharau, Y. Analysis of constrictive elements of housing details processed on CNC milling machine / Y. Zhykharau, N. Popok // European and National Dimension in Research. Machine-building : X Junior Researcher's Conference, Novopolotsk, 10-11 May 2018. – P. 158–159.
4. Sandvik Coromant [Электронный ресурс] // Старт / Техническая информация / Фрезерование / Обзор технологических решений / Методы обработки отверстий и выборки / Вскрытие карманов. – Режим доступа: https://www.sandvik.coromant.com/ru-ru/knowledge/milling/application_overview/holes_and_cavities/creating_openings/pages/default.aspx. – Дата доступа: 26.09.2018.
5. Руководство SolidCAM 2006 R10.1. – 106 с.