

Возможности высокоскоростной механической обработки при изготовлении базовых несущих конструкций аппаратуры для перспективных космических аппаратов с длительным сроком активного существования

Лыкосова Е.С.

Свобонас Д.А.

к.т.н., доцент

Бажанов А.В.

ОАО «Научно-исследовательский институт точных приборов»

Аннотация

Высокоскоростная обработка является наиболее перспективным направлением в развитии технологий механической обработки. Однако для эффективного ее использования необходимо учитывать особенности применяемого оборудования, инструмента, управляющих программ. В работе рассмотрены данные особенности, а так же приведен пример использования высокоскоростного резания при изготовлении БНК аппаратуры с подбором оптимальных режимов обработки.

Ключевые слова: механическая обработка; несущая конструкция; космический аппарат; активное существование; высокоскоростная обработка.

Введение

Интенсификация производства требует внедрения новых технологий механической обработки деталей, особенно при таком трудоемком процессе как фрезерование базовых несущих конструкций (БНК) бортовой аппаратуры ракетно-космической техники. Бортовая аппаратура космического аппарата представляет собой комплекс приборов, состоящих из корпусных базовых несущих конструкций (БНК), внутри которых размещены радиоэлектронные устройства: источники питания, элементы приемо-передающей аппаратуры, коммутационные устройства и пр. [1] На данный момент к числу наиболее прогрессивных и быстро развивающихся можно отнести технологию высокоскоростной механической обработки (ВСО). Сегодня ведущие предприятия достаточно широко используют высокоскоростное резание при обработке изделий из высокопрочных алюминиевых сплавов в аэрокосмической промышленности. ВСО (в частности высокоскоростное фрезерование) в последние годы существенно изменила подход к методам механообработки. Решающим фактором в оценке процесса обработки является производительность станков, что определяет стоимость производства и повышение качественных характеристик процесса. Одним из важных факторов при высокоскоростном резании является не только снижение величины крутящего момента в зоне высоких скоростей, но и перераспределение тепла в зоне обработки. При ВСО как таковой нет стружки, вместо нее при резании образуется металлическая пыль. Небольшой сьем металла приводит к уменьшению усилия резания, и как следствие к меньшему тепловыделению в процессе обработки. Поэтому считается, что высокоскоростное фрезерование, особенно развитое в технологиях ВСО, базируется на сокращении количества тепла, возникающего при обработке резанием [2].

Требования к оборудованию, инструменту и разработке управляющей программы (УП)

Особенности ВСО предъявляют ряд специальных требований к конструкции станков, обеспечивающих этот вид обработки. Станок в целом должен иметь высокую жесткость и хорошие виброгасящие и демпфирующие характеристики. Особые требования у высокоскоростного оборудования предъявляются к конструкции направляющих, которые должны обеспечить плавное безлюфтовое движение перемещающихся частей станка. У фрезерных станков для ВСО высокая частота вращения шпинделя обычно сопровождается и большими значениями подачи. Высокоскоростной шпиндель – наиболее фундаментальный компонент станка для ВСО. Система ЧПУ, инструмент и все другие составляющие процесса служат единой задаче – использовать высокую частоту вращения шпинделя наиболее эффективно. Системы ЧПУ у высокоскоростных станков должны обеспечить особо точное управление приводами подачи и приводом главного движения.

Одна из главных проблем, возникающих при обработке алюминиевых сплавов, связана с высокой адгезией алюминия, из-за которой на режущей кромке образуется «нарост» и обрабатываемый материал «налипает» на фрезу. Это негативное явление резко снижает качество обработанной поверхности. Для решения этой проблемы при ВСО используют специальные инструменты, способные работать на высоких скоростях. Чаще всего это монолитные фрезы из мелкодисперсных сплавов, так же применяют специальные покрытия, что позволяет повысить стойкость инструмента и скорость обработки [3].

Определенные требования ВСО предъявляет к САМ системам, которые применяются при подготовке УП. В первую очередь, это касается скорости вычислений при подготовке управляющей программы, определению стратегии обработки (рис. 1 а, б), характера построения и редактирования траекторий, предотвращению врезаний. При выборе стратегии обработки особое внимание должно быть уделено исключению резких изменений направления движения инструмента, которые могут приводить к врезаниям или его поломке. Это достигается трохоидальной обработкой (рис. 1 в) [4].

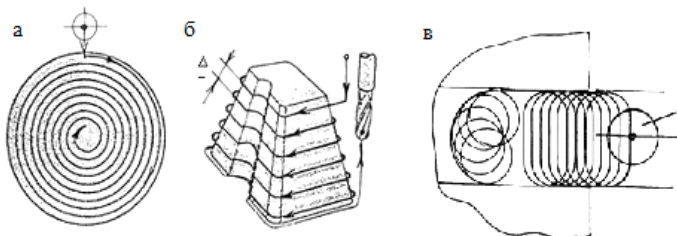


Рис. 1. Предпочтительные стратегии при ВСО: а – спиральная стратегия; б – стратегия эквидистантного смещения контура; в – трохоидальная обработка.

Таким образом, для ВСО необходимо сочетание надлежащего уровня оборудования и системы подготовки УП. Это и обеспечивает требуемый результат: существенное сокращение времени обработки деталей и повышение качества обработки.

Изготовление БНК аппаратуры для космических аппаратов

В качестве объекта для рассмотрения возможностей ВСО была выбрана БНК аппаратуры с интегрированными в нее тепловыми средствами. Данный образец БНК аппаратуры состоит из шести кассет, установленных на имитаторе термоплаты космического аппарата (рис. 2).

Непосредственно по технологиям ВСО были изготовлены рамки для кассет. Основной трудностью при изготовлении было обеспечение плоскостности днища рамки в 0,05 мм на 200 мм длины.

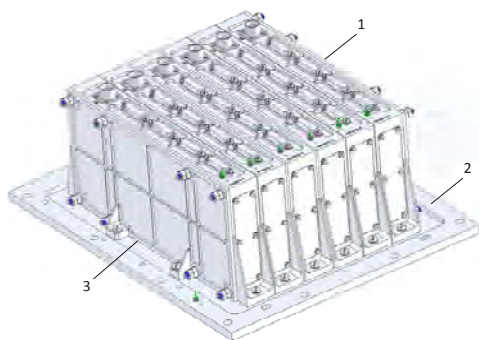


Рис. 2. Устройство БНК аппаратуры: 1 – кассеты с тепловыми средствами; 2 – переходная транспортировочная плата; 3 – теплопроводный компаунд или паста

Две из шести кассет изготавливали из комбинированных паяных заготовок, днища которых были выполнены из сплава ТПС-2 ТУ 181411-005-02066500-2012, а боковины из сплава АМц (рис. 3). Остальные рамки изготавливали из плиты сплава АМг3.



Рис 3. Заготовки для изготовления рамки.

Рассмотрим в качестве примера технологию механической обработки одной из кассет прибора.

Для реализации технологического процесса ВСО с учетом вышеперечисленных требований был выбран фрезерный обрабатывающий центр MIKRON HSM 500. Технические характеристики данной модели представлены в таблице 1.

Таблица № 1

Технические характеристики фрезерного обрабатывающего центра MIKRON HSM 500

Мощность привода шпинделя	13,5 кВт
Число оборотов шпинделя	42 000 об/мин
Вращающий момент	8,8 Нм
Максимальная рабочая подача	60 м/мин

После установки заготовки на станке и выставления ноля станка фрезеруют внутренний и наружный контур рамки на следующих режимах: при чистовой обработке горизонтальных участков подача 8000 мм/мин, скорость резания 900 м/мин (частота вращения 28500 об/мин); при фрезеровании контура подача 9000 мм/мин, скорость резания 1000 м/мин (частота вращения 30000 об/мин). После этого деталь переустанавливается и фрезеруется контур с обратной стороны на тех же режимах. В этот же установ сверлят отверстия на режиме: подача 3000 мм/мин, скорость резания 500 м/мин (частота вращения 25000 об/мин). Снова переустанавливают деталь, выставляют ноль станка и фрезеруют окна по протяженной боковой стороне при режимах: подача 7000 мм/мин, скорость резания 900 м/мин (частота вращения 28000 об/мин), а так же сверлят отверстия под резьбу. В следующие два установка фрезеруют

окна по торцам детали на режимах: подача 8000 мм/мин, скорость резания 900 м/мин (частота вращения 28 500 об/мин). После механической обработки получили деталь, представленную на рис. 4.



Рис. 4. Деталь после высокоскоростной механической обработки.

Заключение

Высокоскоростная обработка (ВСО) - это мощный метод механической обработки, который сочетает в себе большие значения подач и скоростей резания. Используя ВСО, можно получить превосходное качество обработки. Для достижения максимального эффекта от ВСО необходимо учитывать требования, предъявляемые к оборудованию, инструменту и управляющей программе при данном виде обработки. Важной составляющей является подбор режимов резания, на примере БНК аппаратуры показаны оптимальные параметры для изготовления детали.

Литература

1. Высокотемпературная пайка базовых несущих конструкций бортовой аппаратуры. А.В. Бажанов, канд. техн. наук, И.Н. Горностаев, инж., В.В. Степанов, канд. техн. наук, (ОАО «НИИ ТП»), С.А. Федоров, канд. техн. наук («МАТИ»-РГТУ им. К.Э. Циолковского).
2. Серебrenицкий П.П. Высокоскоростная механическая обработка. МирПром. 2009.
3. Шепег В.К., Присевок А.Ф., Клавсутъ П.Н. Технологическое обеспечение параметров точности и качества сложнопрофильных деталей при высокоскоростной обработке. Вестник БНТУ №5. 2009.
4. Крис Виттингтон, Владимир Власов. Высокоскоростная обработка // Журнал «САПР и графика». 11/2002.

Для цитирования:

Лыосова Е.С., Свобонас Д.А., Бажанов А.В. Возможности высокоскоростной механической обработки при изготовлении базовых несущих конструкций аппаратуры для перспективных космических аппаратов с длительным сроком активного существования // *i-methods*. 2013. Т. 5. № 2. С. 8-12.

Opportunities for high-speed machining in the manufacture of basic bearing structures of instrumentation for future spacecraft with a long active lifetime.

Lykasova E. S.

Svobonas D. A.

Ph.D., associate Professor

Bazhanov A. V.

JSC "research Institute of precision instruments"

Abstract

High-speed processing machining is the most promising direction in the development of technologies of mechanical processing. However, to use it effectively, you must consider the used of equipment, tools, NC programs. In this work considers these especially, as well as an example of the use of high-speed cutting in the manufacture of this BNK-apparatuses with the selection of optimal treatment modes.

Keywords: mechanical processing; basic structure; spacecraft; active existence; high-speed processing.

References

1. Brazing basic supporting structures of the onboard equipment / A.V. Bazhanov, PhD. tech. Sciences, I. N. Ermines, ing., V.V. Stepanov, Cand. tech. Sciences, (JSC "NII TP"), S. A. Fedorov, Cand. tech. Sciences ("MATI"-Moscow state aviation technological University. K. E. Tsiolkovsky).
2. Srebrenicke P. P. high Speed machining. Microm. 2009.
3. Sebag V.K., Priselac A.F., Clavate P.N. Technological parameters ensuring the accuracy and quality of complex parts for high-speed machining. Vestnik BNTU No. 5. 2009.
4. Chris Whittington Vladimir Vlasov. High-speed machining // Journal "CAD and graphics". 11/2002.

For citation:

Lykasova E. S. Svobonas D. A. Bazhanov A. V. Opportunities for high-speed machining in the manufacture of basic bearing structures of instrumentation for future spacecraft with a long active lifetime // i-methods. 2013. Vol. 5. No. 2. Pp. 8-12.