

УДК 621.865.8

АНАЛИЗ МЕХАНИЗМОВ ПОВОРОТА ИЗДЕЛИЯ В ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩИХ СТАНКАХ С ЧПУ И ИХ ЖЕСТКОСТИ

Ведрова С.А.,

научный руководитель: д-р техн. наук, доцент Лимаренко Г.Н.

Сибирский Федеральный Университет

Введение

Создание легких беспилотных летательных аппаратов (БЛА) связано с изготовлением деревянных технологических шаблонов для основных элементов конструкций БЛА. Общий вид одного из таких шаблонов – для фюзеляжа БЛА с размерами: 1790x600x270 мм, приведен на рисунке 1. Допустимые отклонения геометрических размеров изготовленного шаблона от расчетных – не более 0,4 мм.

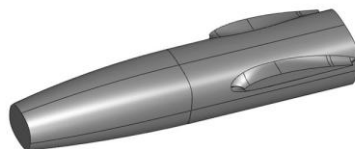


Рисунок 1- Шаблон фюзеляжа БЛА

В ходе работ по созданию БЛА в СФУ для обработки шаблонов был создан деревообрабатывающий станок с ЧПУ. В станке реализованы 3 программно управляемых координаты (X, Y, Z). Станок представляет собой рамную конструкцию (Рисунок 2). Рабочий орган – мотор-шпиндель установлен на консоли ползуна (ось Z), который перемещается с помощью шарико винтовой передачи на направляющих качения вдоль (ось X) и поперек (ось Y) основания станка. Размеры рабочего пространства станка с ЧПУ 2500x1300x850 мм.

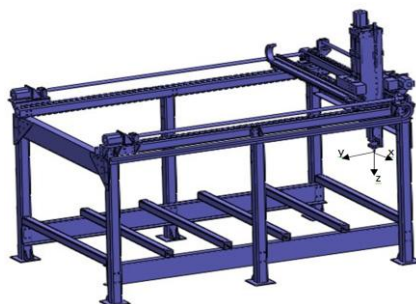


Рисунок 2 – Деревообрабатывающий станок

На ползуне станка установлен мотор-шпиндель мощностью 1,5 кВт с максимальной частотой вращения 12000 мин^{-1} . Деревянные шаблоны обрабатываются по программе с приводами от шариковых передач винт-гайка качения и шаговых двигателей твердосплавными концевыми фрезами диаметром 6 мм. Максимальные скорости перемещения рабочего органа по координатам – 5000 мм/мин.

Повышение аэродинамического качества и других летных характеристик БЛА требует усложнения геометрии элементов его конструкции, и, следовательно, для обработки шаблонов – оборудование с большим числом осей координат обработки. Для этого необходимо модернизировать станок путем оснащения его механизмом поворота

изделия вокруг продольной оси, а также двухкоординатной угловой фрезерной головкой, устанавливаемой на ползун.

О механизме поворота изделия

Анализ существующих конструкций станков с механизмами поворота изделий вокруг продольной оси показал, что в большинстве случаев изделие на станке одним концом устанавливается и закрепляется в кулачковом патроне, а другой конец изделия поджимается вращающимся центром. Один из таких станков приведен на рисунок 3

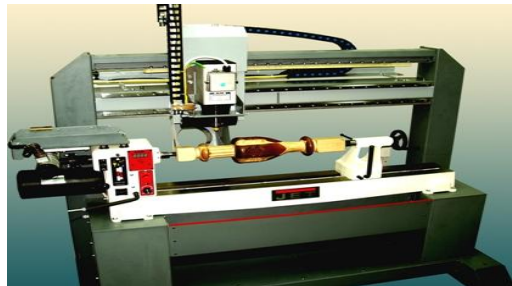


Рисунок 3 – Станок с механизмом поворота изделия

Некоторые характеристики существующих станков приведены в таблице 1. Прототипы станка рассматривались по следующим характеристикам:

- Максимальные габариты заготовки 1550x250мм;
- Подача 0,1...7,2;
- Максимальная частота вращения шпинделя 9000...23000 об/мин;
- Мощность 0,5...5,5 кВт;
- Точность позиционирования 0,1...0,03мм.

Так как представленные модели не отвечают требуемым размерам заготовки было составлено техническое задание на разработку конструкции механизма поворота изделия, устанавливаемого на основании станка по рисунок 2. В техническом задании установлены следующие требуемые характеристики:

- скорость поворота изделия (максимально); $7,5 \text{ мин}^{-1}$
- дискретность поворота изделия 0,6 угл.минуты;
- масса обрабатываемого изделия с оснасткой 100 кг; не более;
- длины обрабатываемых изделий с оснасткой 500 - 2500 мм;
- оснастка изделия должна крепиться в трехкулачковом патроне;
- задний вращающийся центр должен переустанавливаться по длине изделия;
- отклонение от соосности патрона и вращающегося центра не более 0,1 мм.

В разрабатываемой конструкции механизма поворота изделия предполагается установка привода от шагового двигателя с зубчатой реечной передачей

К механизму поворота изделия предъявляются высокие требования к его динамическим характеристикам: собственная поворотная и поступательная частота колебаний изделия должна быть не менее 50 Гц, а амплитуда колебаний в зоне обработки – не более 0,05 мм.

Известно, что в качестве главного параметра динамической системы станка выступает жесткость упругой системы СПИД: станок – приспособление – инструмент – деталь. Жесткость системы определяет виброактивность и виброустойчивость станка. В общем случае жесткость – это отношение силы резания к упругому перемещению в направлении этой силы. Под коэффициентом жесткости понимается отношение:

$$k=F/y,$$

где F – действующая сила, y – упругое перемещение.

Упругое перемещение в системе обусловлено деформацией звеньев конструкции, контактными деформациями в стыках и силами трения. Собственная жесткость деталей и жесткость стыков определяется экспериментально или расчетом. И силовые смещения и жесткость используют для оценки точности. Но в первом случае точность определяют с учетом упругих и неупругих свойств системы, то во втором случае – только с учетом упругих свойств.

Для обеспечения требуемого качества обработки изделий расчетно-экспериментальным путем были установлены стандарты на нормы жесткости станков.

Из данных стандартов следует, что нормы жесткости, устанавливаемые для металлорежущих станков, выше норм для деревообрабатывающих станков в 5 – 25 раз. Лишь для плоскошлифовальных станков они отличаются в 2 – 3,5 раза. Такое отличие объясняется различием характеристик прочности обрабатываемых материалов: на металлорежущих станках обрабатывается сталь с $\sigma_B = 600 – 900$ МПа, а прочность древесины лежит в пределах $\sigma_B = 41 – 100$ МПа для сосны, $\sigma_B = 55 – 122$ МПа для лиственницы и $\sigma_B = 47 – 161$ МПа для березы.

На динамику системы станка влияют массово-инерционные и упругие характеристики его суппортной и шпиндельной групп и динамическая характеристика процесса резания.

Для нашего случая – деревообработки изделия на модернизируемом станке с установочным поворотом заготовки параллельно продольной оси станка, упрощенная динамическая модель может быть представлена в виде системы, изображенной на рисунок 4.

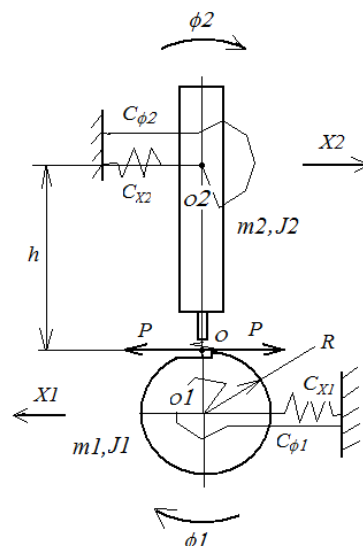


Рисунок 4 - Динамическая модель фрезерной обработки шаблона

В системе взаимодействуют две подсистемы, каждая представленная двумя координатами: подсистема обрабатываемого изделия и подсистема инструментального шпинделя. Обе подсистемы нагружены усилием резания P .

В подсистеме изделия учитываются масса и момент инерции заготовки, радиальная жесткость опор механизма вращения заготовки и крутильная жесткость системы привода вращения заготовки.

В подсистеме инструментального шпинделя рассматриваются приведенные масса и момент инерции ползуна и мотор-шпинделя (координата Z станка), жесткость направляющих и механизма перемещения ползуна по оси Y станка, поворотная жесткость направляющих ползуна.

Сила резания определяется характеристиками материала заготовки и режимами ее обработки.

Заключение

Выполнен обзор фрезерных станков с механизмами поворота обрабатываемого изделия и стандартов на нормы их жесткости, рассмотрены требования к механизму поворота изделия в деревообрабатывающем станке с ЧПУ, предназначенного для обработки шаблонов сборных конструкций беспилотного летательного аппарата. Разработана упрощенная динамическая модель системы поворота изделия в модернизируемом станке.

В настоящее время введется разработка конструкции механизма поворота изделия. В дальнейшем планируется расчет динамических характеристик механизма поворота изделия и оптимизация его упругих параметров.