

УДК 621.9.08

АНАЛИЗ ТОЧНОСТНЫХ ПАРАМЕТРОВ ТОКАРНО-ФРЕЗЕРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ, ИЗМЕНЯЮЩИХСЯ В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ВЫСОКОТОЧНЫХ ДЕТАЛЕЙ ГТД

© 2012 А. И. Кондратьев, А. В. Кузнецов, Н. Д. Проничев

Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королёва
(национальный исследовательский университет)

В статье произведён анализ погрешностей, возникающих в процессе эксплуатации оборудования. С использованием полученных зависимостей может быть определена величина и характер погрешности, возникающей при изготовлении продукции на высокоточных станках с ЧПУ.

Разработка, токарно-фрезерное оборудование, обработка.

В процессе эксплуатации токарно-фрезерного оборудования происходят различные нештатные ситуации, вследствие которых оборудование с течением времени теряет свою точность.

К таким факторам можно отнести следующие:

- работа в условиях прерывистого резания, вследствие которого инструмент подвергается постоянным ударным воздействиям;
- повышенный уровень усилий резания при снятии больших припусков с заготовок из труднообрабатываемых материалов;
- отклонение режимов резания от оптимальных значений при работе по специальным материалам и использование нестандартных схем обработки;
- удары органов станка, вызванные ошибками оператора.

Поэтому возникает вопрос об оценке влияния погрешностей, накопленных оборудованием в процессе эксплуатации.

Величину погрешности, возникающую в процессе работы, можно оценить на основе учёта следующих факторов:

- биения на шпинделе станка;
- смещения оси движения инструментального суппорта;
- точности настройки нулевого положения;
- точности настройки приводного инструментального блока.

Каждый из вышеперечисленных факторов будет вносить погрешность в изготовление деталей.

Рассматривая последовательно все четыре случая, можно определить тип неисправности оборудования, на котором изготавливалась продукция, так как для каждого из них характер проявления погрешности будет различным.

Погрешности, возникающие во время обработки заготовок на токарно-фрезерном оборудовании, можно разделить следующим образом:

$$\sum \Delta = \Delta_{\text{шпин}} + \Delta_{\text{инстр.маг}}$$

Если предположить, что $\Delta_{\text{шпин}} = 0$, то

$$\sum \Delta = \Delta_{\text{инстр.маг}}$$

Величина погрешности инструментального магазина при различных типах обработки может быть представлена следующим образом:

- Суммарная погрешность при токарной обработке $\sum \Delta$ будет складываться из погрешности инструментального магазина направляющих $\Delta_{\text{и.м.н}}$ и погрешность инструментального магазина смещения нулевой точки $\Delta_{\text{и.м.о}}$ (рис. 1):

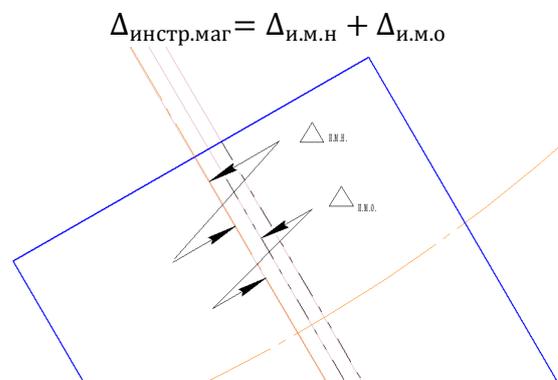


Рис. 1. Погрешности инструментального магазина при токарной обработке

- При токарно - фрезерной обработке будет добавляться погрешность инструментального магазина приводного инструмента $\Delta_{и.м.прив}$ (рис. 2):

$$\Delta_{инстр.маг} = \Delta_{и.м.н} + \Delta_{и.м.о} + \Delta_{и.м.прив}$$

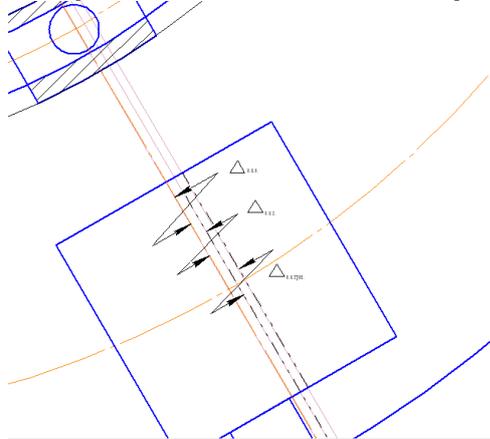


Рис. 2. Погрешности инструментального магазина при токарной обработке

Рассматривая поочередно каждую из этих погрешностей, можно видеть, что все они связаны между собой и влияют друг на друга.

Погрешность инструментального магазина направляющих можно оценить с помощью угла и длины перемещения (рис. 3):

$$\Delta_{и.м.н} = l \sin \alpha .$$

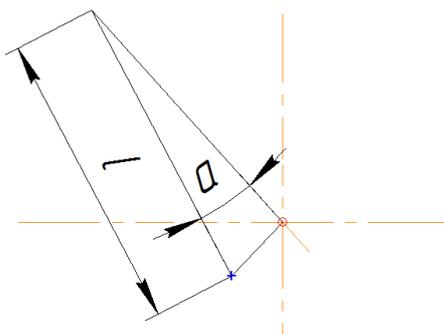


Рис. 3. Погрешность инструментального магазина направляющих

Возникновение рассматриваемой погрешности можно рассмотреть на примере изготовления фланца с 4 отверстиями. На рис. 4 представлено положение отверстий до и после смещения инструментального магазина на угол α с учётом величины его перемещения относительно оси шпинделя.

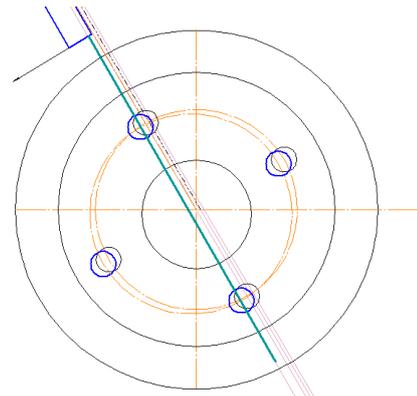


Рис. 4. Смещение отверстий при изменении угла движения инструментального магазина

Погрешность инструментального магазина при смещении нулевой точки можно оценить перемещениями по оси OX и OY (рис.5).

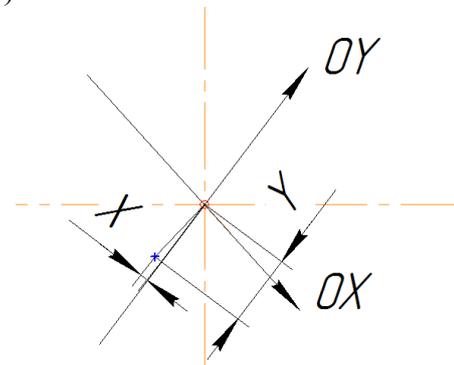


Рис. 5. Смещение нулевой точки

В данном случае, рассматривая положения отверстий на ранее представленном фланце, можно видеть, что имеют место два случая (рис.4):

1. Смещение нулевой точки без искажения угла движения по направляющим.
2. Смещение нулевой точки и искажение угла движения по направляющим.

Для первого случая можно видеть смещение начала координат относительно нулевого положения (рис. 6).

На рис. 7 показан характер перемещения нулевой точки инструментального магазина, начальное положение показано круглой точкой. Крестиком обозначено положение нулевой точки при смещении по оси OX и OY. В данном случае «X» точкой обозначена финальная точка положения нуля при смещении инструментального магазина на угол α .

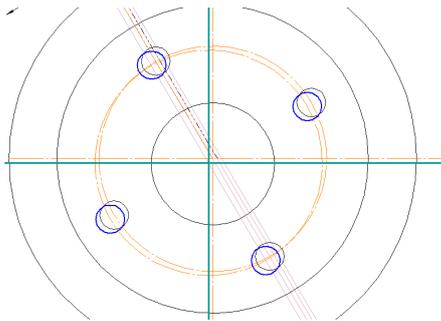


Рис. 6. Смещение нулевой точки без искажения угла движения по направляющим

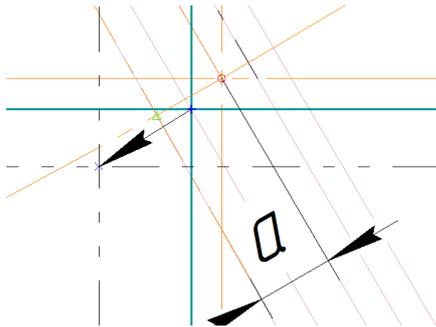


Рис. 7. Смещение нулевой точки и искажение угла движения по направляющим

Погрешность инструментального магазина приводного инструмента, так же как и погрешность направляющих, можно оценить с помощью длины и угла (рис. 8):

$$\Delta_{\text{и.м.прив}} = l_1 \sin \beta.$$

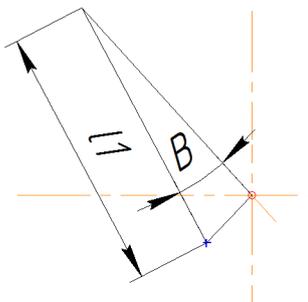


Рис. 8. Погрешность, вызванная ненастроенным приводным инструментом

При возникновении данных искажений будет проявляться их влияние на распределение усилий резания на режущей грани пластины, а также будет происходить неправильное резание при фрезеровании.

Усилия резания, возникающие на кромке, будут воздействовать на характер износа режущей кромки.

Именно величины геометрической и кинематической точностей станка являются определяющими при многоинструментальной обработке точных деталей.

Создание технологической модели, характеризующей изменение геометрической точности оборудования, позволит оценить факторы, влияющие на конечный результат.

Разработчики оборудования предусматривают возможность поддержания точностных характеристик в процессе эксплуатации. Наиболее ответственным элементом станка является шпиндель, поэтому его геометрические характеристики являются наиболее важными. Другие элементы станка имеют механизмы защиты в виде «слабых звеньев». В данной работе анализируется станок, в котором так называемым «слабым звеном» является инструментальный суппорт станка, который при столкновении с заготовкой имеет возможность смещения, чтобы не было деформации наиболее важных узлов станка.

Исследование величин усилия и вибрации, с течением времени приводящих к изменению характеристик геометрической точности, являются важнейшими параметрами, так как во время работы станка сложно оценить влияние данных погрешностей.

Рассматривая кинематическую схему токарно-фрезерного обрабатывающего центра, можно отметить, что основным параметром является плоскость обработки XZ. Именно перемещение по оси, совпадающей с осью X, проходящей через центр оси главного шпинделя, определяет правильную плоскость движения. Регулировкой расположения барабана вокруг оси его вращения настраивается нулевое положение (рис. 9).

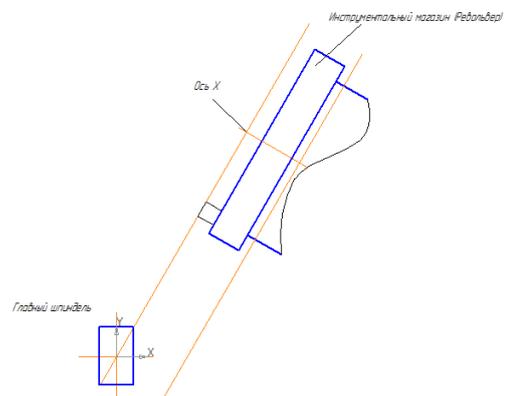


Рис. 9. Схема плоскости движения инструментального магазина

Если рассмотреть конструкцию токарно-фрезерного центра, то можно видеть, что позиционирование и крепление магазина, в который устанавливается инструмент, осу-

ществляется восемью шпонками. Схема такого крепления приведена на рис. 10.

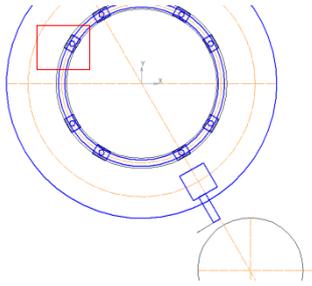


Рис. 10. Схема крепления инструментального магазина

Именно за счёт сил трения на площадках контакта данных шпонок, расположенных в Т-образном пазу, осуществляется возможность смещения инструментального магазина вокруг своей оси (рис. 11).

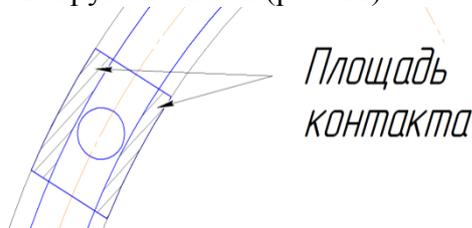


Рис. 11. Схема площади контактных поверхностей

Перемещение магазина вокруг своей оси даёт искажение геометрии при обработке заготовок, получаемых с помощью приводных инструментальных головок.

Соотношение усилий резания, возникающих при механической обработке материалов, и вибраций, возникающих в процессе работы, можно связать с величиной смещения оси инструментального магазина.

Усилия, появляющиеся на режущей пластине, должны быть меньше усилий, возникающих при монтаже инструментального барабана.

В производственных условиях очень сложно постоянно проверять оборудование на точность, однако необходимо с учётом накопленного опыта разрабатывать методики определения возникающих погрешностей. Одним из признаков является повышенный износ металлорежущего инструмента, харак-

теризующийся не стандартным износом режущей грани, а появлением на её поверхности сколов, свидетельствующих о неправильной настройке геометрической точности станка.

Необходимо разрабатывать методы анализа искажения кинематической и геометрической схем оборудования в процессе эксплуатации, с помощью которых можно будет оценить величину погрешности, вносимую оборудованием в изготавливаемую продукцию, определить характер износа инструмента и способы возможного уменьшения данных воздействий.

Библиографический список

1. Крымов, В.В. Производство газотурбинных двигателей [Текст] / В.В. Крымов, Ю.С. Елисеев, К.И. Зудин; под. ред. В.В. Крымова. - М.: Машиностроение, 2002. - 376 с.
2. Хаймович, А.И. Аналитическое моделирование силового режима высокоскоростного фрезерования материала с вязкопластическим [Текст] / А.И. Хаймович, А.В. Кузнецов // Тез. докл. симпозиума с международным участием «Самолетостроение. Проблемы и перспективы». - 2011. - С. 402.
3. Повышение эффективности технологической подготовки производства при использовании обратных постпроцессоров (виртуальных станков) [Текст] / А.И. Кондратьев, В.Г. Смелов, Н.Д.Проничев [и др.] // Материалы докл. Междунар. науч.-техн. конф. «Проблемы и перспективы развития двигателестроения». - Самара: Самар. гос аэрокосм. ун-т, 2011. - Ч.2. - С. 320-322.
4. Кондратьев, А.И. Анализ проблем, возникающих при создании технологий токарно-фрезерной обработки в аэрокосмической отрасли [Текст] / А.И. Кондратьев, А.И. Кузнецов, Н.Д. Проничев // Симпозиум с международным участием «Самолетостроение. Проблемы и перспективы» - 2011. - С. 320.

**THE ANALYSIS TOCHNOSTNYKH OF PARAMETERS OF THE TURNING
AND MILLING EQUIPMENT CHANGING IN THE OPERATION PROCESSION WHEN
MANUFACTURING HIGH-PRECISION GTE**

© 2012 A. I. Kondratyev, A. V. Kyznetsov, N. D. Pronichev

Samara State Aerospace University named after academician S.P. Korolyov
(National Research University)

In the conditions of modernization of the enterprises of space branch the turning and milling equipment widely takes root. Its productive use when manufacturing high-precision low-rigid details from materials demands the deep analysis of features of behavior of difficult technological system taking into account operational factors.

Информация об авторах

Кондратьев Александр Игоревич, ассистент кафедры производства двигателей летательных аппаратов, Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет). E-mail: kondalexigor1987@mail.ru. Область научных интересов: технологии производства авиадвигателей.

Кузнецов Антон Владимирович, ассистент кафедры производства двигателей летательных аппаратов, Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет). E-mail: a.v_kuznetsov@bk.ru. Область научных интересов: технологии авиадвигателестроения.

Пronichev Николай Дмитриевич, доктор технических наук, профессор кафедры производства двигателей летательных аппаратов, Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика Н.Д. Кузнецова (национальный исследовательский университет). E-mail: pdla@ssau.ru. Область научных интересов: технологии производства двигателей.

Kondratev Aleksandr Igorevich, Assistant Professor of Production of aircraft engines, Samara State Aerospace University named after academician S.P. Korolyov (National Research University). E-mail: kondalexigor1987@mail.ru. Area of research: Technology of aeroengine.

Kuznetsov Anton Vladimirovich, Assistant Professor of Production of aircraft engines, Samara State Aerospace University named after academician S.P. Korolyov (National Research University). E-mail: a.v.kuznetsov@bk.ru. Area of research: Technology of aeroengine.

Pronichev Nikolai Dmitrievich, Doctor of Technical Sciences, Professor of Production of aircraft engines, Samara State Aerospace University named after academician S.P. Korolyov (National Research University). E-mail: pdla@ssau.ru. Area of research: Technology of aeroengine.