

## УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС НА ТОКАРНОМ СТАНКЕ С ЧПУ

*В.М. Анфалов, П.Г. Мазеин*

Предлагается устройство для изготовления мелкомодульных зубчатых колес на автоматах продольного точения с ЧПУ, которое позволяет изготавливать прямые и винтовые зубья с модулями 0,05–1 мм и шлицы на деталях приборов.

*Ключевые слова:* зубофрезерование, токарный станок с ЧПУ, мелкие модули.

В современном производстве для изготовления деталей небольшого диаметра и длины широко используются автоматы продольного точения, оснащенные системами ЧПУ. Концентрация операций на этих станках обеспечивает высокую производительность и высокую точность обработки за счет отсутствия необходимости переоборудования заготовки. На многоинструментальных автоматах продольного точения с ЧПУ имеются выдвижные инструментальные платформы, оснащенные приводными инструментами; программное обеспечение таких станков позволяет вести на них обработку зубчатых венцов и шлицев методом обката.

В практике работы Челябинского часового завода возникла необходимость в изготовлении детали «Триб» для специальных часов АЧС-1. Деталь представляет собой пустотелый вал с центральным отверстием  $\varnothing 2,3$  мм диаметром 4 мм и длиной 26,7 мм, выполненный из стали У10А. На одном из концов вала расположен прямозубый зубчатый венец с количеством зубьев  $Z = 20$ , шириной 1,7 мм. Зубья должны иметь специальный «часовой профиль» с модулем  $m = 0,365$  с требованиями по 4-й степени точности по ГОСТ 13628-75.

Для изготовления детали предполагалось использовать автомат продольного точения NOMURA NN20J (Япония), оснащенный системой ЧПУ. Анализ показал, что требования по точности изготовления профиля зубьев детали при приемлемом времени изготовления можно обеспечить при нарезании зубьев червячной фрезой. В связи с тем, что в станке NOMURA NN20J возможность установки червячных фрез отсутствовала, что характерно для базовых комплектов многих автоматов продольного точения с ЧПУ, было принято решение о разработке специального устройства, позволяющего выполнить обработку мелкомодульных зубьев деталей небольших размеров червячной фрезой.

Известны различные конструкции устройств, обеспечивающих нарезание зубчатых колес с использованием червячных фрез на токарных станках; типичным примером является устройство, описанное в патенте США US 2007/0209179 A1. Анализ этого устройства показал, что его использование при изготовлении детали «Триб» невозможно в силу его чрезмерных габаритов и отсутствия однозначности между вращением фрезы и заготовки. Большие габариты устройства определяются наличием в нем специального механизма, обеспечивающего настройку положения фрезы по одной угловой координате и трем линейным. Согласованность между вращением фрезы и заготовки нарушается из-за наличия шпоночного соединения между червячной фрезой и валом, на котором она расположена. По этой же причине в устройстве могут наблюдаться вибрации, снижающие точность обработки зубьев.

Разработанное авторами устройство предназначено для изготовления мелкомодульных зубчатых колес на автомате продольного точения NOMURA NN20J. Особенностью этого станка, относящегося к токарной группе, является возможность перемещения инструмента по трем линейным координатам. Следовательно, настройка положения червячной фрезы при зубонарезании может быть обеспечена средствами системы ЧПУ станка; в устройстве должна быть реализована возможность настройки фрезы только по угловой координате. Такой подход позволяет упростить конструкцию устройства и уменьшить его габариты.

На рис. 1 показана 3D модель устройства для изготовления мелкомодульных зубчатых колес. Более детально конструкция устройства показана на рис. 2.

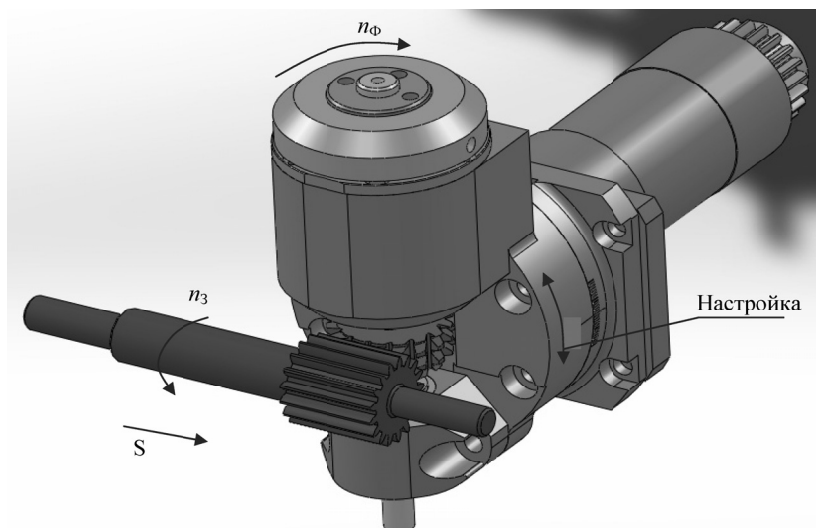


Рис. 1. Общий вид устройства

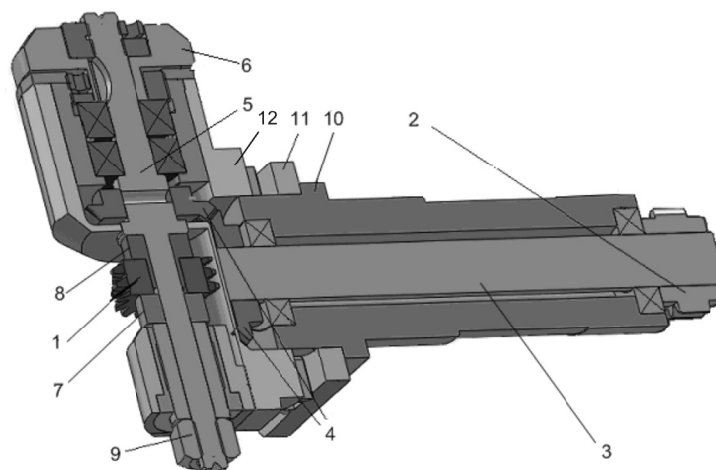


Рис. 2. Конструкция устройства

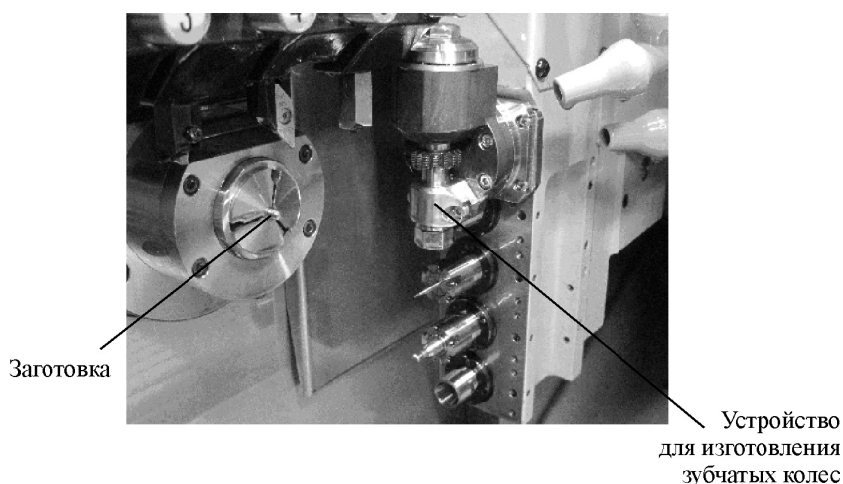


Рис. 3. Устройство для изготовления зубчатых колес, установленное на станок

Устройство для изготовления мелко модульных зубчатых колес предназначено для установки в позицию приводного инструмента станка NOMURA NN20J. Вращающий момент на червячную фрезу 1 от привода станка передается через шестерню 2, вал 3, конические шестерни 4 и оправку 5. Для обеспечения плавности вращения конические шестерни 4 выполнены с круговым

зубом. С этой же целью в устройство введен маховик 6, закрепленный на оправке 5. Для уменьшения габаритов устройства нижняя опора оправки 5 выполнена в виде подшипника скольжения.

Крепление червячной фрезы 1 на оправке 5 выполнено с помощью фрикционного бесшпоночного соединения, элементами которого являются дистанционные втулки 1, 7 и 8; усилие зажима фрезы создается гайкой 9.

Согласованность скорости фрезы  $n_f$  со скоростью заготовки  $n_3$  и подачей  $S$  (см. рис. 1), необходимая для осуществления зубонарезания, обеспечивается штатными средствами (подпрограммами) системы ЧПУ станка NOMURA NN20J. Отказ от использования шпонки позволил устранить одну из причин возможной несогласованности между этими параметрами. Помимо этого, отсутствие шпоночного паза увеличило жесткость оправки 7, что положительно сказалось на точности обработки зубьев.

Настройка червячной фрезы по угловой координате осуществляется за счет поворота корпуса 12 относительно переходного фланца 11 на требуемый угол (от  $-15$  до  $+50$  градусов) с последующей фиксацией. Других «ручных» настроек в устройстве не предусмотрено; настроечные перемещения фрезы по линейным координатам осуществляются приводами подачи станка под управлением его системы ЧПУ.

Разработанное авторами устройство для изготовления зубчатых колес было внедрено на Челябинском часовом заводе; на рис. 3 это устройство показано установленным на станок NOMURA NN20J. Конструкция устройства позволила осуществлять с его помощью нарезку зубьев с модулем  $0,05 \dots 1$  мм с высокой точностью и высокой производительностью. Штучное время изготовления детали «Триб» составило 4,5 мин.

Описанное в статье устройство может быть использовано и на других станках с ЧПУ, имеющих приводные позиции инструментов и соответствующее программное обеспечение.

**Анфалов Владимир Михайлович.** Руководитель центра НИОКР URALCO (г. Челябинск). Область научных интересов – моделирование конструкции и технологии изготовления винтов моделей кораблей, применение станков с ЧПУ. E-mail: acvaanfalov@mail.ru

**Мазеин Петр Германович.** Доктор технических наук, профессор кафедры «Технология машиностроения», Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск). Область научных интересов – моделирование напряженно-деформированного состояния, формируемого процессами поверхностного пластического деформирования, моделирование оборудования с ЧПУ, подготовка кадров по станкам с ЧПУ. E-mail: mpg2@mail.ru

---

## THE GEAR MILLING DEVICE FOR CNC LATHE

*V.M. Anfalov, P.G. Mazein*

The paper outlines the gear milling device for manufacture of fine pitch gears using CNC lathe. The device can be applied in any metal working and intended for expansion of CNC lathe technological possibilities. It allows to make 0,05–1 mm module straight and helical teeth and splines using any CNC lathe.

*Keywords: gear milling, CNC lathe, fine pitch gears.*

**Vladimir M. Anfalov.** Head of the R&D department, URALCO (Chelyabinsk). Area of scientific interests – boat models screws design and manufacture, CNC machines. E-mail: acvaanfalov@mail.ru

**Petr G. Mazein.** Doctor of technical science, professor of Manufacturing engineering department, South Urals State University (Chelyabinsk). Area of scientific interests – stress-deformed state, plastic deforming, CNC machines design and modeling, CNC machines staff training. E-mail: mpg2@mail.ru

*Поступила в редакцию 22 января 2013 г.*