

**ОПИСАНИЕ
ИЗОБРЕТЕНИЯ
К ПАТЕНТУ**
(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) **ВУ** (11) **6134**

(13) **С1**

(51)⁷ **В 23F 5/22**

(54) **СПОСОБ НАРЕЗАНИЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ЗУБЧАТЫХ КОЛЁС И
СТАНОК ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ**

(21) Номер заявки: 970165

(22) 1997.03.24

(46) 2004.06.30

(71) Заявитель: Учреждение образования
"Полоцкий государственный уни-
верситет" (ВУ)

(72) Автор: Голембиевский Анатолий Ио-
сифович (ВУ)

(73) Патентообладатель: Учреждение обра-
зования "Полоцкий государственный
университет" (ВУ)

(57)

1. Способ нарезания цилиндрических зубчатых колес, включающий продольную подачу червячной фрезы вдоль оси зубчатого колеса, **отличающийся** тем, что одновременно с продольной подачей червячной фрезе сообщают радиальную подачу перпендикулярно оси зубчатого колеса с результирующей траекторией оси фрезы, параллельной линии зуба, которая составляет по делительной окружности угол φ с осью зубчатого колеса, причем величину радиальной подачи S_p определяют из соотношения:

$$S_p = S_n \cdot \operatorname{tg} \varphi,$$

где S_n - величина продольной подачи, мм/об.

2. Станок для нарезания цилиндрических зубчатых колес, включающий инструментальный шпиндель с закрепленной в нем червячной фрезой, кинематически связанный цепью обката с делительным столом, несущим зубчатое колесо, при этом инструментальный шпиндель установлен с возможностью продольного перемещения вдоль оси делительного стола от тягового механизма продольного перемещения, кинематически связанного цепью подачи с делительным столом, и радиального перемещения перпендикулярно оси делительного стола от тягового механизма радиального перемещения, **отличающийся** тем, что тяговые механизмы радиального и продольного перемещений инструментального шпинделя соединены между собой кинематической цепью, содержащей орган настройки.

(56)

SU 1161292 A, 1985.

SU 1096056 A, 1984.

SU 961876, 1982.

GB 1442720, 1976.

DE 3809802 A1, 1989.

Заявляемые объекты относятся к станкостроению и могут быть использованы для обработки цилиндрических зубчатых колес.

Известен способ нарезания цилиндрических зубчатых колес червячной фрезой, которой сообщают вертикальную подачу параллельно линии зуба нарезаемого колеса [1] и станок для его осуществления [2].

ВУ 6134 С1

Технические возможности указанных объектов ограничены обработкой прямозубых немодифицированных цилиндрических колес.

Известен также способ нарезания цилиндрических зубчатых колес в условиях обката, включающий сообщение червячной фрезе вертикальной подачи, а обрабатываемому колесу колебательного движения вокруг его оси [3].

Станок [4] для осуществления известного способа нарезания цилиндрических зубчатых колес содержит несущий червячную фрезу инструментальный шпиндель, кинематически связанный цепью обката с делительным столом, несущим обрабатываемое колесо. Инструментальный шпиндель установлен с возможностью продольного перемещения вдоль оси делительного стола от тягового механизма продольного перемещения, кинематически связанного цепью подачи с делительным столом, и радиального перемещения перпендикулярно оси делительного стола от тягового механизма установочного радиального перемещения. Для получения бочкообразных зубьев (продольная модификация) с делительным столом через суммирующий механизм кинематически связан регулируемый электродвигатель, управляемый через однокоординатный блок числового программного управления от датчика продольного положения инструментального суппорта.

В процессе работы станка согласованными вращательными движениями инструментального шпинделя с червячной фрезой и делительного стола с заготовкой осуществляется воспроизведение профиля зубьев нарезаемого колеса. Одновременно продольная подача обеспечивает воспроизведение линии зуба колеса. При этом за счет дополнительного качательного движения делительного стола, амплитуда которого задается регулируемым электродвигателем, зубья колеса “бочки”.

В итоге указанных движений осуществляется нарезание прямозубого цилиндрического колеса с бочкообразными зубьями. При отключении регулируемого электродвигателя на станке можно нарезать прямозубые немодифицированные колеса.

Таким образом, технические возможности известного способа и станка для его осуществления ограничены нарезанием прямозубых цилиндрических колес как с бочкообразным, так и с прямым зубом.

Задача, решаемая изобретением, - расширение технических возможностей известных объектов за счет нарезания цилиндрических прямозубых колес с наклонным по делительной окружности зубом.

Цилиндрические прямозубые колеса с наклонным по делительной окружности зубом позволяют регулировать боковой зазор посредством их осевого смещения. Это обеспечивает в пределах срока службы получение минимального бокового зазора и минимальной циклической ошибки. Область применения таких колес - передачи, от которых требуется высокая точность, например реверсируемые и отсчетные передачи металлорежущих станков.

Решение поставленной задачи достигается тем, что в известном способе нарезания цилиндрических зубчатых колес, включающем продольную подачу червячной фрезы вдоль оси зубчатого колеса, одновременно с продольной подачей червячной фрезе сообщают радиальную подачу перпендикулярно оси зубчатого колеса с результирующей траекторией оси фрезы, параллельной линии зуба, которая составляет по делительной окружности угол φ с осью зубчатого колеса, причем величину радиальной подачи S_p определяют из соотношения:

$$S_p = S_n \cdot \operatorname{tg} \varphi,$$

где S_n - продольная подача, мм/об.

Решение поставленной задачи достигается также тем, что в известном станке для нарезания цилиндрических зубчатых колес, включающем инструментальный шпиндель с закрепленной в нем червячной фрезой, кинематически связанный цепью обката с делительным столом, несущим зубчатое колесо, при этом инструментальный шпиндель установлен с возможностью продольного перемещения вдоль оси делительного стола от тягового механизма продольного перемещения, кинематически связанного цепью подачи с делительным столом, и радиального перемещения, перпендикулярно оси делительного

ВУ 6134 С1

стола от тягового механизма радиального перемещения, тяговые механизмы радиального и продольного перемещений инструментального шпинделя соединены между собой кинематической цепью, содержащей орган настройки.

При описанном выполнении изобретений инструментальный шпиндель при воспроизведении линии зуба обрабатываемого колеса будет одновременно перемещаться в двух взаимоперпендикулярных направлениях - продольном и радиальном по отношению к делительному столу с заготовкой. При геометрическом сложении подач обоих движений фреза будет перемещаться под углом к оси заготовки. В итоге результирующая траектория движения фрезы будет параллельной линии зуба колеса с наклонными по делительной окружности зубьями. Движением обката линия зуба переносится по профилю нарезаемого колеса.

Таким образом, осуществляется способ нарезания цилиндрических зубчатых колес с наклонным зубом червячной фрезой.

При анализе известных технических решений в области зубофрезерования цилиндрических колес червячной фрезой не обнаружены объекты, имеющие признаки, отличающие заявляемые изобретения от прототипа. Это позволяет сделать вывод о том, что эти изобретения обладают существенными отличиями.

На фиг. 1 приведена схема взаимодействия червячной фрезы и заготовки; на фиг. 2 - структурная схема станка.

Способ нарезания цилиндрических зубчатых колес осуществляется следующим образом. Заготовку нарезаемого колеса I устанавливают в исходное положение относительно червячной фрезы 2. Затем устанавливают режимы обработки: круговую частоту вращения V_1 фрезы 2, выражаемую через скорость резания и диаметр фрезы, круговую частоту V_2 заготовки I, продольную P_3 и радиальную P_4 подачи фрезы 2.

Круговая частота вращения V_2 заготовки I функционально связана с вращением V_1 фрезы 2. Поэтому

$$n_3 = \frac{n_{фр}}{Z},$$

где n_3 - круговая частота заготовки, сек^{-1} ;

$n_{фр}$ - круговая частота фрезы, сек^{-1} ;

Z - число нарезаемых зубьев.

Продольная подача P_3 фрезы 2, как и скорость резания, является нормируемой характеристикой процесса обработки.

В процессе обработки ось 3 фрезы 2 перемещается из верхнего положения в нижнее 4 по результирующей траектории 5, параллельной линии зуба, составляющей по делительной окружности 6 угол φ с осью заготовки I. Для осуществления такой траектории фреза 2 в движении P_3 должна пройти путь H , а в движении P_4 - путь h .

Тогда,

$$h = H \cdot \text{tg}\varphi.$$

Подача является первой производной пути по времени. Следовательно радиальная подача определяется по зависимости:

$$S_p = S_n \cdot \text{tg}\varphi,$$

где S_p - радиальная подача, мм/об;

S_n - продольная подача, мм/об.

При обработке заготовке I и фрезе 2 сообщают движения V_1 , V_2 , P_3 , P_4 . Согласованные (функционально связанные) вращения V_1 фрезы 2 и V_2 заготовки I воспроизводят профиль зубьев нарезаемого колеса. Функционально связанными движениями P_3 продольной подачи и P_4 радиальной подачи профиль зубьев переносится по линии зуба, образующей с осью обрабатываемой заготовки по делительной окружности угол φ . В итоге на заготовке воспроизводится прямозубое цилиндрическое колесо с наклонным зубом.

Станок для осуществления предлагаемого способа содержит инструментальный шпиндель 7 с закрепленной в нем червячной фрезой 2, кинематически связанный цепью

ВУ 6134 С1

обката 8, содержащей орган 9 настройки (гитара сменных колес), с делительным столом 10, на котором закрепляют заготовку I нарезаемого колеса.

Инструментальный шпиндель 7 и делительный стол 10 установлены с возможностью вращения вокруг своих осей, а инструментальный шпиндель установлен также с возможностью продольного перемещения вдоль оси делительного стола от тягового механизма 11 и радиального перемещения перпендикулярно оси делительного стола от тягового механизма 12. Тяговые механизмы продольного перемещения 11 и радиального перемещения 12 выполнены в виде передач винт-гайка.

Тяговые механизмы 11 и 12 соединены между собой кинематической цепью 13, включающей орган 14 настройки (гитара сменных колес).

Для подключения и отключения тяговых механизмов используются муфты 15 и 16.

Кинематическая цепь 13, соединяющая тяговые механизмы 11 и 12 через орган 17 (гитара сменных колес или коробка подач) настройки, кинематически соединена с делительным столом 10.

Инструментальный шпиндель 7 связан через орган 18 (гитара сменных колес или коробка скоростей) настройки с электродвигателем 19, являющимся источником энергии для всех движений.

При нарезании цилиндрических колес с наклонным зубом станок работает следующим образом.

От электродвигателя 19 получает вращательное движение V_1 инструментальный шпиндель 7 с фрезой 2 и одновременно по цепи обката 8 вращательное движение V_2 получает делительный стол 10 с заготовкой I.

Согласованные посредством органа 9 настройки движения V_1 фрезы и V_2 заготовки обеспечивают получение профиля обрабатываемого колеса.

При вращении делительного стола 10 по кинематической цепи, содержащей орган 17 настройки продольной подачи, посредством тягового механизма 11 инструментальный шпиндель с фрезой 2 получает продольное перемещение P_3 вдоль оси делительного стола 10 с заготовкой I. Одновременно по кинематической цепи 13 посредством тягового механизма 12 инструментальный шпиндель получает радиальное перемещение P_4 .

Согласованные посредством органа 14 настройки движения P_3 и P_4 обеспечивают перемещение инструментального шпинделя по результирующей траектории, наклоненной к оси делительного стола. В результате осуществляется профилирование колеса вдоль линии зубьев, наклоненных к его оси. Таким образом, осуществляется обработка прямозубых цилиндрических колес с наклонным зубом.

На станке можно также нарезать обычные прямозубые колеса. Для этого муфтой 16 отключается цепь, обеспечивающая перемещение P_4 инструментального шпинделя.

Заявляемые изобретения по сравнению с прототипами имеют более широкие технические возможности за счет нарезания зубчатых колес с наклонным зубом. Достигается это тем, что благодаря одновременному согласованному поступательному движению червячной фрезы в двух взаимоперпендикулярных плоскостях линия зуба колеса воспроизводится под углом к оси заготовки.

Источники информации:

1. Металлорежущие станки / Под ред. В.К. Тепинкичева. - Машиностроение, 1973. - С. 133, рис. 98 в.
2. Металлорежущие станки / Под ред. В.К. Тепинкичева. - Машиностроение, 1973. - С. 144.
3. SU 1161292 А, 1985.
4. SU 1096056 А, 1984.