

Фрезерование червячными фрезами цилиндрических зубчатых колёс с наклонными зубьями

А.И. ГОЛЕМБИЕВСКИЙ, канд. техн. наук, проф.
Полоцкий государственный университет

Цилиндрические колёса с наклонными по делительной окружности зубьями позволяют регулировать боковой зазор посредством осевого смещения. Это обеспечивает в пределах срока службы минимальные величины бокового зазора и, как следствие, постоянную кинематическую точность зубчатых передач. Для обработки таких колёс предлагаются новый способ зубофрезерования червячными фрезами и рациональный путь модернизации кинематической структуры зубофрезерных станков для его реализации. На рис. 1 приведена схема взаимодействия заготовки обрабатываемого колеса и червячной фрезы.

Заготовка 1 устанавливается в исходное для обработки положение относительно червячной фрезы 2. Затем определяется путь L перемещения фрезы параллельно оси заготовки и путь l её перемещения перпендикулярно к оси заготовки. Путь L складывается из высоты H зубчатого венца колеса и верхнего K_1 ниж-

него K_2 перебегов, обеспечивающих соответственно врезание фрезы и её выход из зоны резания.

Путь l определяется по формуле

$$l = L \cdot \operatorname{tg} \varphi,$$

где φ – угол наклона зубьев колеса по делительной окружности, град.

При обработке червячной фрезой сообщается вращательное движение B_1 скорости резания, а заготовке – вращательное движение B_2 , согласованное с вращательным движением фрезы. Затем фрезе сообщаются также поступательное движение Π_3 продольной подачи параллельно оси заготовки и поступательное движение Π_4 радиальной подачи перпендикулярно к оси заготовки, согласованное с её движением Π_3 .

Движение B_1 скорости резания и движение Π_3 продольной подачи являются нормируемыми характеристиками процесса обработки. Согласование движений B_2 и Π_4 с движениями B_1 и Π_3 соответственно осуществляется на основе известных в станковедении правил составления расчётных перемещений исполнительных органов кинематических цепей.

1 оборот фрезы в движении $B_1 \rightarrow \frac{k}{z}$ оборот заготовки в движении B_2 ;

L (мм) перемещения фрезы в движении $\Pi_3 \rightarrow l$ (мм) перемещения фрезы в движении Π_4 , где k – число заходов фрезы; z – число зубьев обрабатываемого колеса.

Последнее выражение можно также записать через подачи движений:

s_n (мм/об) в движении $\Pi_3 \rightarrow s_p$ (мм/об) в движении Π_4 , где s_n – продольная подача; $s_p = s_n \cdot \operatorname{tg} \varphi$ – радиальная подача.

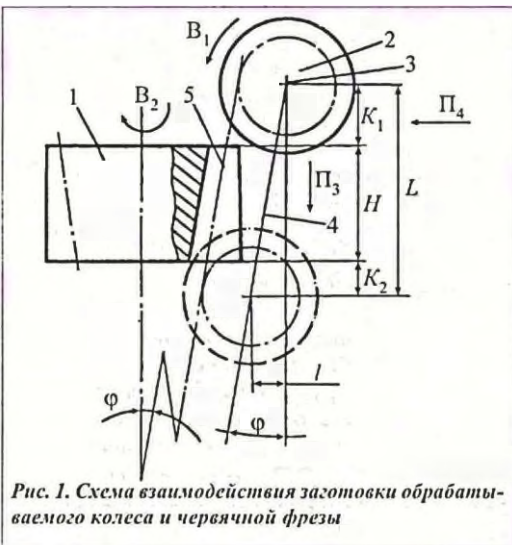
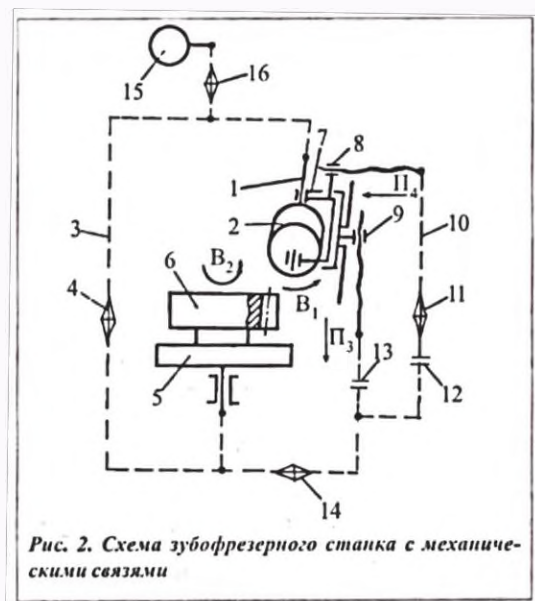


Рис. 1. Схема взаимодействия заготовки обрабатываемого колеса и червячной фрезы



В результате сообщения фрезе и заготовке согласованных между собой движений V_1 и V_2 фреза воспроизводит на заготовке профиль зубьев. Согласованными поступательными движениями Π_3 и Π_4 ось 3 фрезы перемещается по результирующей траектории 4, эквидистантной линии зуба 5 по делительной окружности колеса. В итоге на заготовке воспроизводится зубчатый венец цилиндрического прямоугольного колеса с наклонными по делительной окружности зубьями.

На рис. 2 приведена структурная схема зубофрезерного станка с механическими связями, реализующая описанный способ обработки. Шпиндель 1, несущий червячную фрезу 2, кинематически связан цепью обката 3, содержащей гитару сменных зубчатых колёс 4 с делительным столом 5, на котором устанавливаются обрабатываемые заготовки 6. Шпиндель установлен в инструментальном суппорте 7, смонтированном с возможностью продольного перемещения вдоль оси делительного стола от тягового механизма 9 и радиального перемещения перпендикулярно к оси делительного стола от тягового механизма 8. Тяговые механизмы 8 и 9 выполнены в виде передач винт-гайка и соединены между собой кинематической цепью 10, содержащей гитару сменных зубчатых колёс 11 и муфты 12 и 13. Кинематическая цепь посред-

ством гитары сменных зубчатых колёс 14 соединена с делительным столом. Привод движений исполнительных органов обеспечивается электродвигателем 15, кинематически связанным посредством гитары сменных зубчатых колёс 16 с цепью обката.

При наладке станка гитарами сменных зубчатых колёс 14 и 16 устанавливают соответственно продольную подачу и скорость резания. Функциональную связь движений V_1 и V_2 устанавливают посредством гитары сменных зубчатых колёс 4, а аналогичную связь движений Π_3 и Π_4 – гитарой сменных зубчатых колёс 11.

Станок работает следующим образом. После включения электродвигателя получает вращательное движение V_1 со скоростью резания шпиндель с червячной фрезой. Одновременно по цепи обката через гитару сменных зубчатых колёс 4 получает вращательное движение V_2 делительный стол с обрабатываемой заготовкой, согласованное с движением V_1 . Согласованные движения V_1 и V_2 воспроизводят профиль зубчатого колеса. Затем после включения муфт по цепи обката через гитару сменных зубчатых колёс 14 посредством тягового механизма 9 инструментальному суппорту сообщается продольная подача Π_3 и параллельно через гитару сменных зубчатых колёс 11 и тяговый механизм 8 – радиальная подача Π_4 , согласованная с продольной подачей Π_3 . В итоге профиль зуба будет воспроизводиться по линии зуба, представляющей собой результирующую траекторию движений Π_3 и Π_4 наклонённой к оси заготовки на заданный при наладке угол наклона по делительной окружности. Таким образом осуществляется обработка цилиндрических прямоугольных колёс с наклонными по делительной окружности зубьями.

На станке можно обрабатывать также зубчатые колёса с линией зуба, параллельной оси заготовки. В этом случае муфтой 12 отключается цепь, обеспечивающая радиальную подачу Π_4 инструментального суппорта.

Описанный способ обработки зубчатых колёс можно использовать также на зубофрезерных станках с ЧПУ. Для этого приводы тяговых механизмов инструментального суппорта необходимо оснастить отдельными управляемыми электродвигателями, а для согласования их круговых частот вращения в вычислительно-логическое устройство управляющей машины встроить двухкоординатный интерполятор.