

Створення і застосування прогресивних технологій в машинобудуванні

УДК 621.91.02: УДК 621.83

ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ГИПЕРБОЛОИДНЫХ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС

Витренко А.В.

(ВНУ им. В. Даля, г. Луганск, Украина)

Введение

Винтовые зубчатые колеса применяются на любых машиностроительных предприятиях всего мира. Существующие зубчатые колеса имеют точечный характер касания зубьев, что приводит к их преждевременному износу. Целью настоящей работы является разработка принципиально нового способа изготовления гиперболоидных зубчатых колёс, заключающегося в одновременном движении нарезаемого колеса в вертикальной и тангенциальной плоскости. В результате такой обработки получены гиперболоидные зубчатые колёса принципиально новой геометрии, имеющие линейный характер касания с цилиндрическими прямозубыми и косозубыми зубчатыми колёсами.

Основное содержание работы

Таким образом, в рассматриваемой работе применена технология и инструмент, представляющий собой огибающую поверхность обрабатываемого гиперболоидного зубчатого колеса. Инструмент будет представлять собой обкаточный резец с прямыми или косыми зубьями, расположенными на цилиндрической поверхности, а может представлять собой прямозубый, или косозубый долбяк. Исследование процесса нарезания гиперболоидных зубчатых колес при помощи долбяков показывает, что линии контакта на гиперболоидных зубьях проходят от ножки к головке зуба с одной стороны и от головки к ножке с противоположной стороны зуба, изменяя при этом угол наклона по мере удаления от горлового сечения к торцу гиперболоида. Отсюда следует, что появляется возможность реализовать зацепление с линейным контактом зубьев при перекрещивании осей зубчатых колес.

Зубонарезание гиперболоидных зубчатых колес можно осуществлять на зубофрезерных станках как с протяжным так и без протяжного суппорта. При этом в качестве главного движения резания используется не долбление, а относительное скольжение передних режущих граней инструмента о нарезаемые гиперболоидные зубья, появляющееся вследствие скрещивания валов. Инструментами в данном случае взяты долбяки как с прямыми так и с косыми зубьями. Название долбяк при рассматриваемой технологии нарезания гиперболоидных колес на зубофрезерных станках не соответствует характеру работы данного инструмента и сохраняется здесь по названию долбяк, как инструмент имеющийся на заводах всего мира. Т.е. в данном случае долбяк работает как обкаточный резец [1,2,8].

Кинематика инструмента и заготовки обеспечивается настройкой гитары деления при прямозубом долбяке и настройкой гитары деления и гитары дифференциала при косозубом долбяке. Вертикальная подача суппорта с гиперболоидной заготовкой является независимой от кинематики и осуществляется со скоростью, зависящей только от выбираемых режимов резания. Эта подача находится в пределах $S_g = 0,5$ до $S_g = 5$ мм/об.стола (рис.1). Тангенциальная подача суппорта с долбяком (прямозубым или косозубым) является независимой от кинематики и осуществляется со скоростью, зависящей

только от выбираемых режимов резания. Эта подача находится в пределах от 0,15 до 1,5 мм на 1 об. стола, например, для станка 5Е32 (рис.2).

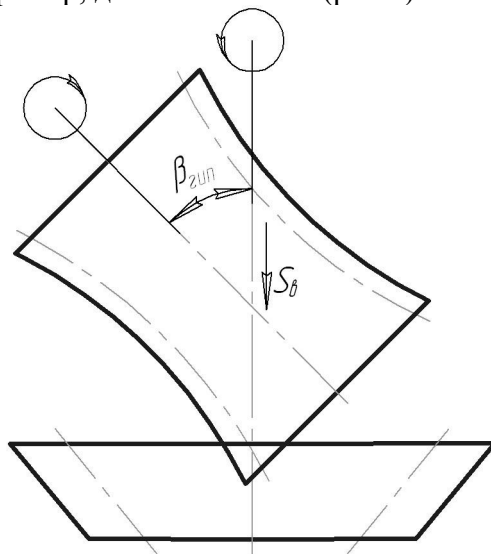


Рис. 1. Технология нарезания гиперboloидного колеса долбяком при вертикальной подаче заготовки

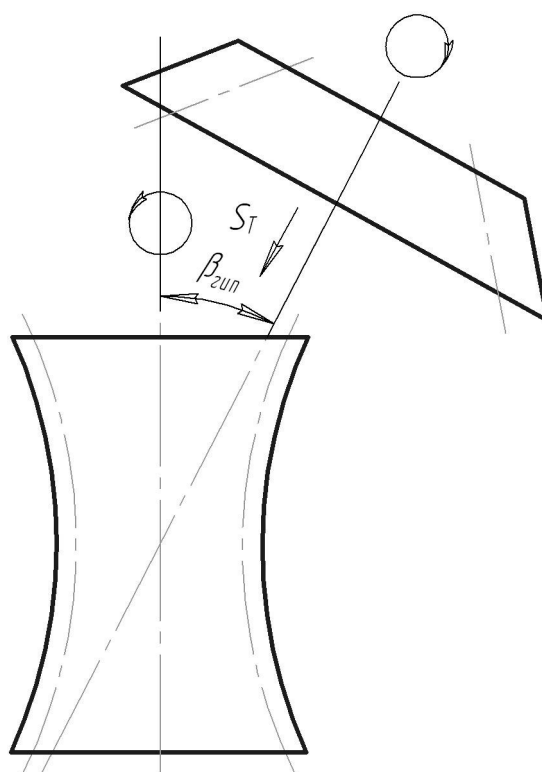


Рис. 2. Технология нарезания гиперboloидного колеса долбяком при тангенциальной подаче заготовки

Известны способы нарезания гиперboloидных колес при помощи пальцевых и дисковых фрез, а также долбяков, обкаточных резцов при скрещивании осей гиперboloидной заготовки и инструмента.

Недостатком таких способов изготовления является сложность кинематических цепей станков, а также невозможность обработки одним и тем же обкаточным резцом или долбяком гиперболоидных колес с различными диаметрами и термообработанных до твердости выше чем HB 350 [1, 2, 3].

В представленном исследовании рассмотрены вопросы обработки термообработанных гиперболоидных зубчатых колес при помощи дискового инструмента на серийных зубофрезерных станках [4, 5, 8]. Обработку гиперболоидных зубчатых колес можно осуществить дисковым инструментом, режущие лезвия которого описывают воображаемое цилиндрическое производящее колесо с требуемыми параметрами (делительный диаметр колеса, число зубьев, модуль), которые можно изменять путем крепления этого инструмента на расчетном расстоянии, т.е. делительный радиус инструментального колеса, которое зацепляется с обрабатываемым гиперболоидным зубчатым колесом заданной геометрии относительно оси вращения обрабатываемой заготовки, можно изменять.

Для осуществления предлагаемой технологии изготавливаемое гиперболоидное колесо закрепляют на вращающемся вале, который скрещается на расчетный угол, зависящий от числа зубьев, модуля и делительного диаметра в торцовом сечении однополостного гиперболоида. Дисковую фрезу или шлифовальный круг закрепляют на вращающемся столе так, чтобы они вращались вокруг своей оси, расположенной параллельно верхней поверхности стола, а средняя плоскость вращения дискового инструмента проходила через диаметр стола.

Описанную технологию изготовления и отделки гиперболоидных зубчатых колес легко реализовать на серийных зубофрезерных станках, работающих по методу огибания, а также на зубошлифовальных станках, работающих абразивными дисковыми инструментами.

На рис. 3 приведена схема изготовления гиперболоидного колеса 1. Заготовка 1 закреплена на шпинделе станка под необходимым углом, дисковая фреза или дисковый шлифовальный круг 2 закрепляется на столе 3 так, чтобы он вращался вокруг своей оси, а средняя плоскость вращения дискового инструмента проходила через ось вращения стола.

Предложенный способ обработки дает возможность изготавливать гиперболоидные колеса различной геометрии. Переточка дискового инструмента 2 не изменяет геометрию обрабатываемого гиперболоидного колеса 1. Это объясняется возможностью передвижения дискового инструмента 2 по стрелке А с целью получения необходимого диаметра d производящего цилиндрического колеса.

Для лучшего понимания процессов изготовления произведем нарезку гиперболоидного колеса со следующими параметрами: $z_{\text{зун}} = 10$; $m_n = 1,5$; $z_{\text{долбяка}} = 68$; $\beta_{\text{зун}} = 63^\circ$ в торцовом сечении. Настройку гитары деления станка 5E32 проведем по известной формуле:

$$u_{\tilde{a}\ddot{a}} = \frac{24k}{z}$$

где: $k = z_{\tilde{a}\dot{e}i} = 10$; $z_{\tilde{a}\ddot{e}\acute{u}\grave{e}\grave{a}} = 68$;

тогда:

$$u_{\tilde{a}\ddot{a}} = \frac{24 \cdot 10}{68} = 3,529412; \quad 1 : 3,529422 = 0,2833333.$$

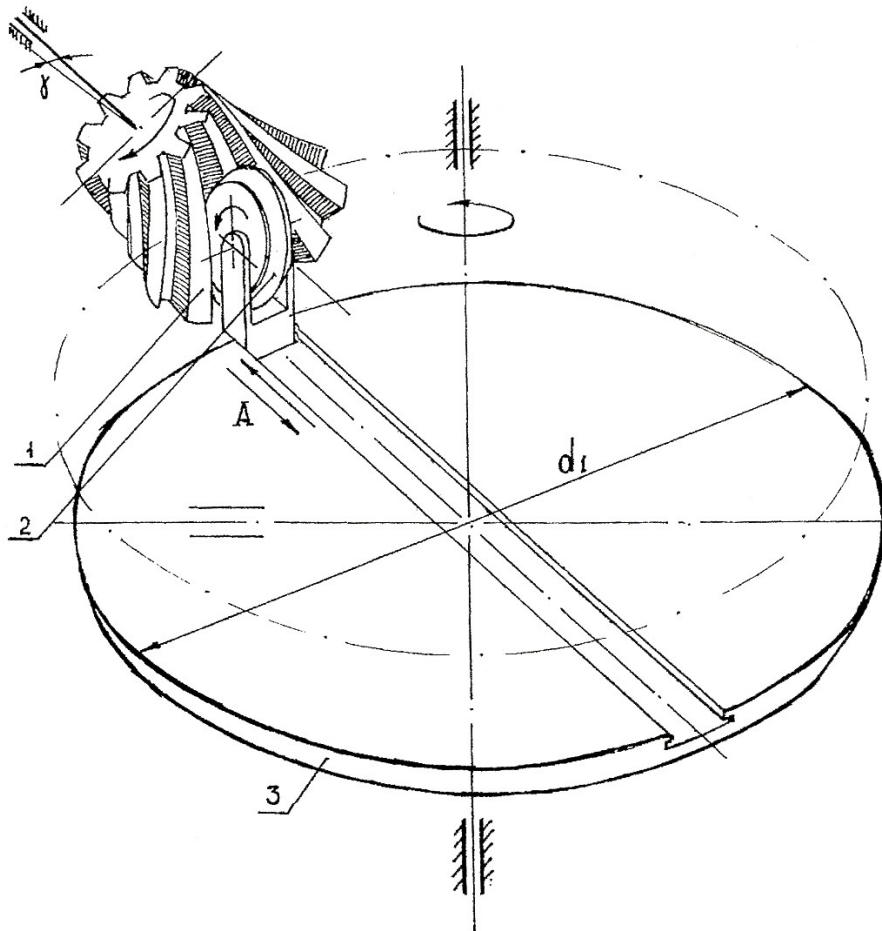


Рис. 3. Способ изготовления гиперболоидных зубчатых колес

Это соответствует следующей гитаре деления:

$$u_{\tilde{a}\tilde{a}} = \frac{75 \cdot 100}{85 \cdot 25}$$

Число оборотов стола определим по формуле:

$$n_{\tilde{n}\tilde{o}} = \frac{\hat{e} \cdot \tilde{i}_{\tilde{o}}}{z} = \frac{10 \cdot 53,5}{68} = 7,86 \text{ об/мин} < 12.$$

Вертикальная подача рассчитывается по следующей формуле:

$$x_2 = 0,3 \cdot S_{\hat{a}};$$

где: минимальная подача из таблицы $S_{\hat{e}} = 0,5$ мм/оборот стола.

Тогда:

$$x_2 = 0,3 \cdot 0,5 = 0,15;$$

отсюда гитара подач:

$$x_2 = \frac{30 \cdot 40}{100 \cdot 80}$$

Полученное гиперboloидное колесо может правильно зацепляться с любым косозубым колесом с $\beta = 27^\circ$. На рис. 4 показано зацепление со следующими параметрами: $z_{гит} = 10$; $z_{косозубое} = 29$.

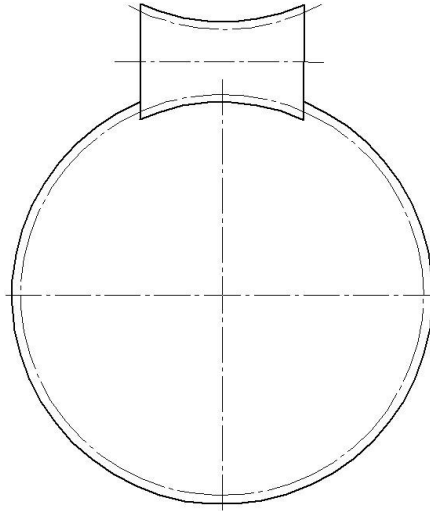


Рис. 4. Зацепление гиперboloидного колеса с цилиндрическим косозубым зубчатым колесом

Нарезание косозубого колеса производится при помощи двух гитар: гитары деления и гитары дифференциала. Гитара дифференциала рассчитывается по известной зависимости:

$$x_3 = \frac{7,95775 \cdot \sin \beta}{m_n \cdot k}$$

тогда косозубое колесо нарезаем обыкновенной червячной фрезой при настройке всех гитар:

$$u_{\tilde{a}\tilde{a}} = \frac{24 \cdot k}{z_k} = \frac{24 \cdot 1}{29} = 0,8275862,$$

тогда:

$$u_{\tilde{a}\tilde{a}} = \frac{53 \cdot 73}{55 \cdot 85};$$

$$u_{\tilde{a}\tilde{a}\tilde{a}\tilde{a}} = \frac{7,95775 \cdot \sin 27^\circ}{1,5 \cdot 1} = 2,408546;$$

$$1:2,408546 = 0,4151883;$$

$$u_{гит.дифф.} = \frac{50 \cdot 79}{40 \cdot 41}$$

Выводы

Разработан принципиально новый способ изготовления гиперболоидных зубчатых колёс с линейным характером касания, заключающийся в движении гиперболоидного зубчатого колеса за счёт двух подач (вертикальной и тангенциальной одновременно) вдоль прямолинейной образующей однополостного гиперболоида.

Получены гиперболоидные зубчатые колёса которые могут зацепляться с цилиндрическим зубчатым колесом любой геометрии, в результате этого зацепления характер касания зубьев будет линейный.

Список литературы: 1. Родин П.Р. Проектирование и производство режущего инструмента. – К., 1968. – 358 с. 2. Цвис Ю.В. Профилирование режущего обкаточного инструмента. – М., Машгиз, 1968. – 156 с. 3. Давыдов Я.С. Неэвольвентное зацепление. – М., Машгиз, 1950. – 121 с. 4. Севрюк В.Н., Шишов В.П., Витренко А.Н. Исследование зубчатых передач на скрещивающихся валах, когда одно из колес пары является прямозубым цилиндрическим. – В кн.: Проблемы исследования, проектирования и изготовления зубчатых передач: Тез. докл. 5-й зональн. конфер. – Хабаровск, 1974. – С. 92-96. 5. Севрюк В.Н., Шишов В.П., Витренко А.Н. Исследование цилиндрико-гиперболоидной передачи. – В.кн.: Повышение технического уровня, совершенствование методов расчета и конструирования зубчатых передач, редукторов и их узлов. Тез. докл. республ. научно-техн. конфер. – Харьков, 1974. – С. 87-91. 6. Инструмент для современных технологий. Справочник / Под общей редакцией А.Р. Маслова. – М. Изд-во «ИТО». 2005. – 248 с. 7. Воронцов Б.С. Компьютерное формообразование твердотельных моделей гиперболоидного инструмента. Тезисы докладов международной научно-технической конференции «Надійність інструменту та оптимізація технологічних систем», Краматорск, 2007, вып. 21. – С. 298-302. 8. Витренко А.В., Орлов А.Ю. Технологические особенности обработки зубчатых колес при помощи гиперболоидного инструмента. Тезисы докладов международной научно-технической конференции «Надійність інструменту та оптимізація технологічних систем», Краматорск, 2007, вып. 21. – С. 214-217.

ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ГІПЕРБОЛОЇДНИХ ЗУБЧАСТИХ КОЛІС

Вітренко О.В.

Запропоновано новий спосіб одержання зубців гіперболоїдних прямозубих та косозубих зубчастих коліс. Описані методи наладження зубооброблюючих верстатів для виготовлення різноманітних гіперболоїдних зубчастих коліс.

ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ГИПЕРБОЛОИДНЫХ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС

Витренко А.В.

Предложен новый способ получения зубьев гиперболоидных прямозубых и косозубых зубчатых колес. Описаны методы настройки зубообрабатывающих станков для изготовления разнообразных гиперболоидных зубчатых колес.

TECHNOLOGY OF HYPERBOLA GEAR WHEELS PRODUCTION

Vitrenko A.V.

A new method of hyperbola spur and helical gears teeth production was proposed. Methods of tooth-cutting machines setting up for production of different hyperbola gear wheels have been described.

Рецензент: д.т.н., проф. Оніщенко В.П.