

УДК 621.9

ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КВАЗИГИПЕРБОЛОИДНЫХ ОБКАТНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ И КВАЗИГИПЕРБОЛОИДНЫХ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС**Кузьменко Н.Н.****THE TECHNOLOGY OF MANUFACTURING HYPERBOLOID ROLLING TOOLS AND HYPERBOLOID GEARS****Kuzmenko N.**

В статье рассмотрены экспериментальные исследования а также технология изготовления цилиндрического колеса цилиндрико-гиперboloидной передачи с помощью гиперboloидной фрезы, совпадающей геометрически с основной гиперboloидной поверхностью, что позволяет снизить трудоемкость на их изготовление в 2-3 раза и упрощает технологию изготовления гиперboloидных червяков и гиперboloидных зубчатых колес с улучшением точности, чистоты и волнистости обрабатываемых зубьев.

Ключевые слова: гиперboloидное зубчатое колесо, станочное зацепление, эвольвентное колесо, квазигиперboloидное зубчатое колесо, формообразование.

Введение. В промышленности для нарезания зубьев цилиндрических колес в основном применяется метод обкатки в пространственном станочном зацеплении (оси скрещиваются) при помощи червячных фрез. Червячные фрезы с эвольвентным профилем из-за сложности затыловки, в настоящее время практически трудно осуществимы в промышленности, их заменяют на архимедовы и конволютные червячные фрезы. В результате нарезаемые зубья на цилиндрических заготовках получают неэвольвентными, так как архимедовы и конволютные основные червяки являются несопряженными с эвольвентными поверхностями зубьев.

Постановка проблемы. Архимедовы и конволютные червячные фрезы заменены на квазигиперboloидные червячные фрезы, изготовленные на половине однополостного гиперboloида по второму способу Оливье. Так как основные поверхности совпадают с поверхностями на которых располагаются режущие кромки и имеют линейный контакт с нарезаемыми зубьями, то это значит, что передние грани фрезы затачиваются под углом, зависящим от обрабатываемого материала и материала фрезы и их твердостей. В результате усилия и мощность могут быть уменьшены в среднем в два раза, а точность нарезаемых эвольвентных зубьев будет зави-

сеть только от величины подачи и точности механизмов станка и точности основного червяка

Анализ последних исследований и публикаций. Заготовки для инструментов и колес у которых передние режущие грани располагаются под углом, зависящим только от материалов и их твердостей как инструментов, так и квазигиперboloидного обрабатываемого инструмента (колеса). Такое положение объясняется тем, что инструменты не затылуются и остро не затачиваются. Материалом инструментов может быть технический алмаз или твердый сплав предлагаются Либукиным Л.Я., Печенкиным В.Н., Боголюбским К.А., Давыдовым Я.С., Ефименко А.Б., Матвеевым Г.А., Осиповой С.Д., фирмой "Рейсхауэр", исследователями Японии и Германии. На таких заготовках из-за интерференции нельзя получить гиперboloидные инструменты и гиперboloидные зубчатые колеса.

Результаты исследований. Зуботочение квазигиперboloидных колес и обкатных инструментов можно осуществить по аналогии с зуботочением цилиндрических колес на зубофрезерных станках моделей 5К32, 5К328, шлицевых валов – на шлицефрезерных станках моделей МШ-300 и МШ-301Т. Обработку квазигиперboloидных колес и обкатных инструментов можно осуществить на модернизированных серийных зубофрезерных станках, а также зубофрезерных станках, имеющих малую характеристику порядка $k = 4-6$. К таким станкам, например, относятся "Modul", "Pfauter".

Прежде чем нарезать зубья на квазигиперboloидном колесе и инструменте необходимо иметь квазигиперboloидную заготовку. Такие заготовки в настоящее время получают на токарных станках по копирам. Такой способ получения гиперboloидных заготовок малопроизводителен и самое главное неточен.

Квазигиперboloидные заготовки 1 могут быть изготовлены при помощи дискового резца 2 с тор-

цовой режущей поверхностью по схеме, приведенной на рис. 1. Вращение заготовки 1 и круглого резца 2 кинематически увязываются в зависимости от диаметров d_1 и d_2 (в горловом сечении) и угла наклона β по следующей зависимости $u_{21} = d_2 \cos \beta / d_1$. Вращения $\vec{\omega}_1$ и $\vec{\omega}_2$ направлены по стрелке часов, если смотреть с положительных направлений осей z_1 и z_2 . Подача S резца по стрелке зависит только от режимов резания. Что касается диаметра d_1 , то он равен диаметру впадин колеса или инструментального цилиндрического колеса, уменьшенному на удвоенный радиальный зазор в зацеплении этого колеса с квазигиперболическим инструментом.

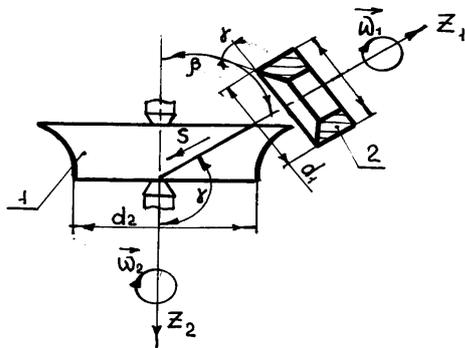


Рис. 1. Изготовление квазигиперболической заготовки

При уменьшении радиуса дискового резца, то есть цилиндра до нуля получают изделие в виде однополостного гиперболического. На этом основании можно утверждать, что искомая поверхность, получаемая обкаткой цилиндра по своему виду должна напоминать однополостной гиперболический.

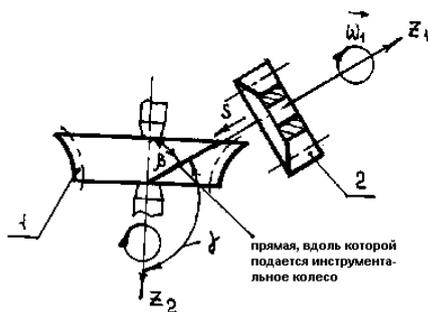


Рис. 2. Изготовление квазигиперболического колеса

Квазигиперболическая заготовка 1 (Рис.2) может шлифовать, если вместо резца 2 поставить шлифовальный круг и задать необходимые режимы резания.

После получения квазигиперболической заготовки производят нарезку зубьев методом обкатки при помощи цилиндрических обкаточных инструментов 2 (рис. 2).

Подача S в зависимости от станка, может задаваться квазигиперболической заготовке параллельно прямой, которая скрещивается с осью вращения однополостного квазигиперболического.

Этот способ нарезания квазигиперболических зубьев может быть реализован на зубофрезерных станках с протяжным суппортом

На рис. 3 приведена схема изготовления и отделки квазигиперболического колеса (обкаточного инструмента 2).

Квазигиперболическую заготовку 2 закрепляют на вращающемся шпинделе, который наклоняют на угол наклона зуба β по отношению к горизонтали. Производящее цилиндрическое колесо 1 закреплено на вращающемся столе так, чтобы его средняя плоскость проходила через диаметр стола.

Производящее цилиндрическое колесо 1, характеризующегося числом зубьев Z_1 и модулем m устанавливается, как показано на рис. 3.

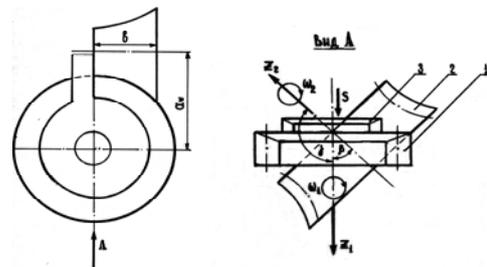


Рис. 3. Изготовление и отделка квазигиперболического колеса и обкаточного инструмента

На рис. 4 показано квазигиперболическое колесо с геометрическими параметрами $z_2 = 40$; $m = 1,5$ мм; $\beta = 60^\circ$, изготовленного при помощи цилиндрического колеса с параметрами $z_1 = 50$; $m = 1,5$ мм; $\beta = 0^\circ$.



Рис. 4. Квазигиперболическое колесо с $z_2 = 40$; $m = 1,5$ мм; $\beta = 60^\circ$

На рис. 5 изображена гиперболическая передача с количеством зубьев $z_1 = 50$ и $z_2 = 40$, то есть передача, повторяющая станочное зацепление.

Рис. 5. Гиперboloидная передача с $z_1=50$ и $z_2=40$

Вывод. Таким образом, впервые на практике квазигиперboloидный обкатной инструмент, полученный в пространственном станочном зацеплении, нарезают зубья цилиндрических колес в пространственном станочном зацеплении, когда ось нарезаемого цилиндрического колеса передвигается вдоль прямой, которая скрещивается с осью заготовки, что открывает новые направления в разработке различных машин и механизмов.

Л и т е р а т у р а

1. Журавлев В. Л. Технология изготовления глобоидных передач. – М.: Машиностроение, 1995.
2. Кириченко И.А. Гиперboloидная зубчатая передача, полученная цилиндрической производящей поверхностью: Зб. научных праць.- Краматорськ: Вид-цтво ДДМА, вип.№11, 2001.- С.129-133.
3. Kuzmenko N., Кузьменко Н. Н., Кузьменко Н. М. Анализ станочного зацепления, в котором цилиндрическое колесо является эвольвентным. – 2016.
4. Патент № 1.980.237, кл. 74-427, автор Nikola Trobojevich.
5. Патент США № 1.972.544, кл. 90-4.
6. Кузьменко Н.Н. Экспериментальные исследования по изготовлению квазиглобоидных зубчатых колес // Вестник НТУ «ХПИ». – Харьков. – 2015. –Выпуск №34. – С. 75-79
7. Кузьменко Н.Н. Формообразование глобоидного станочного зацепления // Вестник НТУ «ХПИ». – Харьков. – 2014. –Выпуск №31. – С. 84-88
8. Litvin, F.L. Development of Gear Technology and Theory of Gearing. NASA RP-1406, 1998. – 113 p.
9. Pekrun:Hohleistungs.-Globoidschnecken-Getriebe/Maschinenfabrik Pekrun Getriebebau GmbH/s.n., 1983. Katalog G 303/ - 34 s. (ФРГ).
10. Olivier T. Theorie geometrical des enqrenages, Paris, 1842.- 111 p

References

1. Zhuravlev V.L. Technology of globo-idnyh gear. - M.: Mechanical Engineering, 1995.
2. Kirichenko I. A. Hyperboloid gear transmission obtained producing cylindrical surface: SC. scientific works. - Crum-torsk: Type-tstvo DDMA, VIP. № 11, 2001. - P.129-133.
3. Kirichenko I.A., Vitrenko V. A., Vitrenko A.V., Gears on the shafts of mating // International collection of scientific papers "of progressive technologies and systems engineering industry." - Donetsk: DSTU. - 2002.-№ 19. - P. 83-88.

4. Patent № 1.980.237, кл. 74-427, author Nikola Trobojevich.
5. Patent of the USA № 1.972.544, кл. 90-4.
6. Kuzmenko N. Experimental studies on the production of quasi-globoid gears //Bulletin of NTU "KhPI"/ - Kharkiv/ - 2015. – 34 / P. 75-79
7. Kuzmenko N. Forming of the globoid machine tooling//Bulletin of NTU "KhPI"/ - Kharkiv/ - 2014. – 31 / P. 84-88
8. Litvin, F.L. Development of Gear Technology and Theory of Gearing. NASA RP-1406, 1998. – 113 p.
9. Pekrun:Hohleistungs.-Globoidschnecken-Getriebe/Maschinenfabrik Pekrun Getriebebau GmbH/s.n., 1983. Katalog G 303/ - 34 s. (ФРГ).
10. Olivier T. Theorie geometrical des enqrenages, Paris, 1842.- 111 p

Кузьменко Н.М. Технологія виготовлення квазі-гіперboloидних обкатних інструментів і квазігіперboloидних зубчастих коліс.

У статті розглянуті експериментальні дослідження а також технологія виготовлення циліндричного колеса циліндро-гіперboloидної передачі циліндричних зубчастих коліс за допомогою гіперboloидної фрези (виробляє поверхні), що збігається геометрично з основною гіперboloидної поверхню, що дозволяє знизити трудомісткість на їх виготовлення в 2-3 рази і спрощує технологію виготовлення гіперboloидних черв'яків і гіперboloидних зубчастих коліс з поліпшенням точності, чистоти і хвилястості оброблюваних зубів.

Ключові слова: гіперboloидне зубчасте колесо, евольвентне колесо, глобоїдне зубчасте колесо, квазіглобоїдне зубчасте колесо, формоутворення.

Kuzmenko N. The technology of manufacturing hyperboloidrolling tools and hyperboloid gears.

In the article development of theory of receipt is considered in the analytical type of the machine-tool kvazigloboidnogo toothed hooking with a linear contact between a cylindrical evol'ventnym wheel and cut kvazigloboidnym neevol'ventnym wheel, at the offered chart of formoobrazovaniya of kvazigloboidnykh coils (points) a linear contact will turn out at any gear-ratio, that will allow to cut prime cost making of gear-wheels on 20%. Major geometric and kinematic parameters of produced globoid teeth wheels are as follows: relative sliding speed; total speed of contacting surfaces displacement; angle between vector of relative speed and direction of contact lines; transformed curvature of contacting surfaces; specific slides at the instrument tooth and teeth wheel being treated; the length of contact line. Analysis of these parameters allowed to increase precision of globoid teeth wheel due to perfection of their shape formation scheme.

Estimation of precision of globoid teeth wheels treatment by the suggested method of shape formation has been investigated in comparison with existing shape formation schemes.

Keywords: kvazigloboidnoe gear-wheel, instrumental wheel, zubonarezanie, formoobrazovanie.

Кузьменко Н.М. – к.т.н., доцент кафедри електричної інженерії ЧНУ ім. В. Даля.

Рецензент: д.т.н., проф. Горбунов М.І.