

УДК621.833.002:621.9

С.Г.КИРИЧЕНКО, асп. каф. ТМ и инженерного консалтинга ВНУ им. В. Даля, Луганск

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ГИПЕРБОЛОИДНЫХ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС И ФРЕЗ НА ОДНОПОЛОСТНЫХ ГИПЕРБОЛОИДАХ

В статье рассматривается изготовление гиперболоидных зубчатых колес и фрез при помощи производящих инструментов.

Ключевые слова: однополостной гиперболоид, зубчатое колесо, фреза

Актуальность. Цилиндрические зубчатые колеса наиболее просты технологически, поэтому получили широкое распространение, в том числе и для передачи вращения между скрещивающимися валами. Эти колеса в основном получают методом обкатки при помощи цилиндрических фрез, долбяков, гребенок, резцов. Отделка цилиндрических колес ведется шевингованием, зубошлифованием, притиркой, обкаткой, хонингованием.

Нарезание зубьев колес и инструментов на цилиндрических заготовках производят копированием или обкаткой. Основное применение имеет обкатка, как наиболее точный и производительный способ обработки зубчатых колес и лезвийных инструментов, имеющих режущие зубья. По этому методу зубья нарезают инструментом в виде рейки, червячной фрезой, долбяком, обкаточным резцом.

© С.Г. Кириченко, 2014

Независимо от того, предназначены ли нарезаемые таким образом колеса для передач плоских (работающих на параллельных осях) или же пространственных (работающих на скрещивающихся осях), сам процесс нарезания во всех обычных кинематических схемах обкатки характеризуется параллельностью или скрещиванием осей нарезаемого колеса и инструмента [1, 2]. При этом режущий инструмент (червячная фреза, долбяк, обкаточный резец и др.) подается вдоль прямолинейной образующей цилиндрической заготовки для колеса или инструмента. При этом производящие поверхности имеют линейный характер касания при параллельных осях и точечный характер (кроме обработки червячной фрезой) при скрещивающихся осях при сопряженных эвольвентных зубьях.

Развитие метода обкатки привело к тому, что нарезание колес и инструментов возможно и при отступлении от указанного выше условия, требующего обязательной подачи инструмента вдоль прямолинейной образующей цилиндрической заготовки как при параллельном расположении осей, так и скрещивании осей. В этом случае получают другие колеса и инструменты, отличающиеся от колес и инструментов, полученных при движении инструмента вдоль образующей цилиндрической заготовки. При этом инструменты и колеса получают в пространственном станочном зацеплении режущим инструментом, передвигающимся вдоль прямой, скрещивающейся с осью вращения заготовки.

Для получения одинаковой высоты зуба заготовка из цилиндрической должна трансформироваться в гиперболоидную, что пока не выполнено исследователями зубчатых передач и обкатных инструментов. При этом полученные на такой заготовке зубья при движении эвольвентного инструмента вдоль прямой, скрещивающейся с осью вращения гиперболоида, становятся неэвольвентными. Дальнейшие исследования показали, что полученные гиперболоидные зубья касаются эвольвентных зубьев цилиндрических колес по линии. Поэтому при нарезании гиперболоидных инструментов по второму методу Оливье передняя грань на цилиндрическом инструментальном колесе может располагаться под любым углом, лишь бы режущая кромка имела точки по всей активной высоте зуба, участвующей в зацеплении. Изменение величины переднего угла на цилиндрическом инструментальном колесе не искажает боковые поверхности зубьев или витков искомого инструмента при условии незатылования и острой незаточки гиперболоидных заготовок.

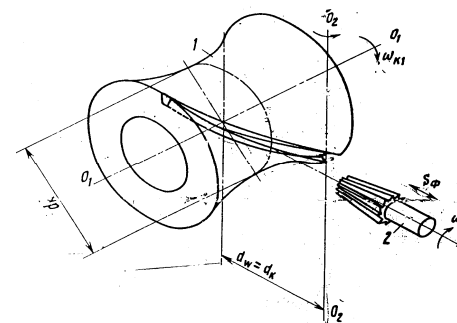


Рисунок 1 — Способ изготовления гиперболоидных колес

Способ изготовления гиперболоидных зубчатых колес и фрез на однополостных гиперболоидах. Поставленная цель достигается тем, что согласно способу изготовления гиперболоидных зубчатых колес и фрез зубообработку производят с помощью воображаемого производящего колеса, вокруг оси которого обрабатываемому изделию сообщают дополнительное вращение, при этом зубонарезание производят при различных межосевых расстояниях между ними, сначала при расстоянии, рав-

ном диаметру начальной окружности обрабатываемого колеса в горловом его сечении, а затем при расстоянии, равном сумме радиусов начальных окружностей в торцовом и горловом его сечениях [3].

На рис. 1. изображена операция изготовления рабочих и интерферируемых участков боковой поверхности зуба, то есть получение одной зоны контакта.

Таким образом, способ изготовления гиперболических колес и фрез осуществляется методом копирования впадины с единичным делением при переходе от одной впадины к другой. Само устройство для осуществления способа нарезания фрез на однополостных гиперболических колесах показано на рис. 2. Предлагаемый способ и устройство позволяют осуществить чистовую обработку гиперболических червячных фрез и зубчатых колес и заточку фрез и шевров. Рассмотрение предложенного способа показывает, что технологическое осуществление устройства чрезвычайно сложное. Кроме того, заготовка должна быть осуществлена на половине однополостного гиперболического

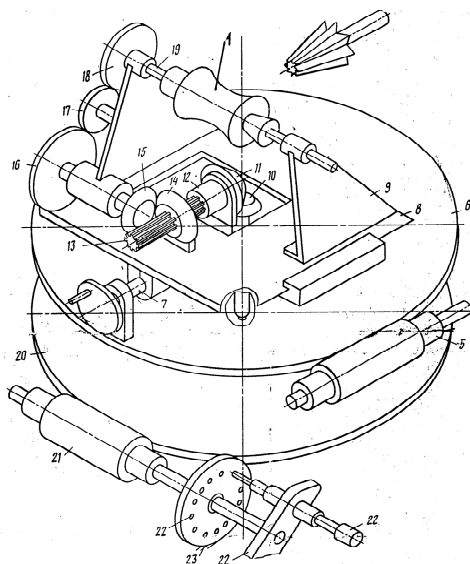


Рисунок 2 – Устройство для осуществления способа нарезания фрез на однополостных гиперболических

Окончательная обработка зубьев после закалки в крупносерийном производстве. Непрерывное шлифование профилей было разработано на фирме "РЕЙСХАУЭР" [4]. Метод шлифования при поверхностном рассмотрении выглядит очень похожим на хорошо известное непрерывное шлифование по методу обката с цилиндрическим абразивным червяком, – здесь имеются значительные различия. В традиционной технологии обрабатываемая деталь должна смещаться в осевом направлении относительно цилиндрического абразивного червяка, с тем, чтобы боковые стороны зуба шлифовались по всей ширине зубчатого колеса. В новой технологии это осевое смещение не предусмотрено, то есть профили зубьев обрабатываются по всей ширине без осевого смещения. Причина такой возможности заключается в том, что при традиционном методе теоретически между абразивным червяком и боковой стороной зуба имеется всегда точечное касание, в то время как при новом методе обработки всегда сохраняется линейное касание. Однако, в этом случае при переходе через горловое сечение огибающая цилиндрической поверхности кардинально изменится. В результате получаются несопряженные поверхности. Почему так происходит, станет ясно из следующих рассуждений. Представим зубчатое колесо с любой длиной зуба. Для большей легкости предста-

вим себе вначале зубчатое колесо без зубьев, то есть мы имеем перед собой цилиндр, который по своему диаметру соответствует диаметру окружности впадины зубчатого колеса. Теперь обрабатываем этот цилиндр с помощью шлифовального круга, ось которого скрещивается с осью заготовки и форма которого подогнана по форме цилиндра (рис. 3).

Обработка зубьев гиперболических колес и инструментов методом обкатки.

Обработка зубьев гиперболических колес методом обкатки описана в а.с. 536902. В этом способе зубья на однополостном гиперболическом колесе осуществляются параллельно прямолинейной образующей однополостного гиперболического колеса [5]. Используя относительное скольжение поверхности зубьев нарезаемого гиперболического колеса о передние грани зубцов долбяка при скрещивающихся осях заготовки и инструмента, осуществляют нарезание колеса. Для получения зубчатого колеса любой ширины долбяка сообщают дополнительное перемещение вдоль прямолинейной образующей однополостного гиперболического колеса.

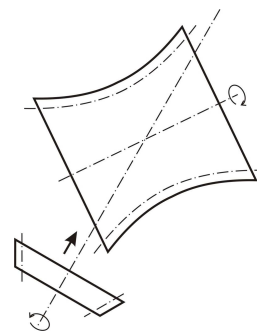


Рисунок 3 – Нарезка гиперболического колеса

Вращение долбяка и заготовки осуществляют в разные стороны при угловых скоростях, обратно пропорциональных количеству их зубьев. Подача долбяка производят со скоростью, выбранной при назначении режимов резания. Базовой поверхностью для установки глубины резания является наружная поверхность торцевого сечения гиперболического колеса.

Аналогичный метод обработки гиперболической фрезы при помощи долбяка также описан в материалах симпозиума, который состоялся в Токио в 1981 году. При этом делается вывод о том, что нарезку витков гиперболической фрезы на станке не удалось осуществить из-за сильной вибрации, природу которой не удалось раскрыть специалистам совместной германо-японской фирмы, работающей в этом направлении.

Проверочная нарезка зубьев на половине гиперболических заготовок на зубофрезерных станках при помощи прямозубых долбяков, проведенная на заводе, привела к положительным результатам.

Выводы.

1. Интерес зуборезчиков, исследователей, конструкторов, технологов к зубчатым инструментам и передачам на скрещивающихся осях не случаен: он объясняется стремлением повысить нагрузочную способность рассматриваемых передач. В одних работах исследователи пытаются доказать повышение нагрузочной способности теоретическим путем, в других – эти теоретические предпосылки стремятся подтвердить на практике.

2. Анализ работ с точки зрения задач исследования позволяет прийти к следующему выводу: первой задачей, которую ставят перед собой большинство исследователей, является задача синтеза передач и инструментов и методов ее решения. Другими словами – в большинстве работ ставится вопрос, как выбрать сопряженные поверхности для передач со скрещивающимися

валами. При этом необходимо подчеркнуть, что до настоящего времени не удастся нарезать зубья на однополостных гиперболоидах. Так, в пространственном станочном зацеплении (оси скрещиваются) основные эвольвентные поверхности имеют точечный характер касания. При создании на этой основе режущего инструмента режущая кромка должна принимать только определенную пространственную кривую, совпадающую с линией контакта контактирующих основных поверхностей. В результате, передний угол получается не таким, каким он должен быть из условия минимального усилия резания. Что касается долбяка, обкаточного резца, то эти инструменты на скрещивающихся валах при подаче их вдоль оси вращения заготовки резать впадину не будут. Поэтому стоит задача найти приемлемую для практики конструкцию режущей кромки за счет изменения боковых поверхностей зубьев (витков) гиперболоидных основных поверхностей с целью получения линейного характера касания между основными поверхностями (для увеличения нагрузочной способности).

3. Окончательная обработка зубьев после закалки в крупносерийном производстве, разработанная на фирме "Рейсхауэр", является высокопроизводительной операцией. Недостаток заключается в том, что витки гиперболоидного шлифовального круга являются геометрически другими при переходе через горловое сечение. В результате обрабатываемые поверхности получатся разные на одной длине зуба. Чтобы этого не произошло, режущий инструмент необходимо выполнить на половине однополостного гиперболоида (под любым передним углом, что снижает усилие резания).

По прямолинейной образующей однополостного гиперболоида перекачивается цилиндрическое инструментальное колесо. В результате получается гиперболоидная червячная фреза, которая не затылется.

Список литературы: 1. Дусев И.И. Новый метод исследования в теории зубчатых зацеплений // Теория передач в машинах.- Москва: Наука.- 1971.- С. 115-122. 2. Ефименко А.Б. Гиперболоидная неэвольвентная передача внутреннего зацепления: дис. на соискание ученой степени доктора техн. наук : 05.02.02 / А.Б. Ефименко. – Москва, 1969. – 290 с. 3. Ерихов М.Л. К вопросу о синтезе зацеплений с точечным касанием // Теория передач в машинах. – М.: Машиностроение, 1966. 4. Проспект фирмы «Рейсхауэр». Экономичная конечная обработка зубьев после закалки в крупносерийном производстве. 5. Витренко А.Н. Исследование геометрии и кинематики цилиндрико-гиперболоидных передач: Дисс...канд. техн. наук: 01.02.02.- Ворошиловград., 1975.- 214 с.

Надійшла до редколегії 16. 04.2014

УДК621.833.002:621.9

Изготовление гиперболоидных зубчатых колес и фрез на однополостных гиперболоидах / С.Г.Кириченко // Вісник НТУ «ХП». Серія: Машинознавство та САПР. – Х. : НТУ «ХП», 2014. – № 29 (1072). – С. 63-67. – Бібліогр.: 5 назв. ISSN 2079-0075.

В статті розглядається виготовлення гіперболоїдних зубчастих коліс та фрез за допомогою виробляючих інструментів

Ключові слова: зубчасте колесо, фреза, однополосний гіперболоїд

The article considers production of hyperboloid gears and cutters using producing tools

Keywords: hyperboloid, gear cutter