

ных напряжений $\sigma_0^0(x)$ по графику перемещений.

Результаты расчетов показывают, что при определении остаточных напряжений в относительно тонких поверхностных слоях ($\frac{a}{b} < 0,05$) в формуле (10) с погрешностью менее 5% можно не учитывать слагаемое с интегралом.

Заключение

В статье изложена новая методика определения осевых остаточных напряжений в поверхностном слое впадин (дна) крупных резьб на вырезанных продольных образцах.

Литература

1. Остаточные напряжения/ Биргер И.А.: М.: Машгиз, 1963 г.
2. Технологическое обеспечение качества изделий машиностроения/ Овсенко А.Н., Клауч Д.Н., Кущева М.Е.: М., МГТУ «Станкин», 2006 г.
3. Технологические остаточные напряжения/ Подзей А.В., Сулима А.М., Евстигнеев М.И., Серебренников Г.З.: М.: Машиностроение. 1973 г.

Совершенствование технологии нарезания модифицированных глобоидных передач с локализованным пятном контакта

к.т.н. Федотов Б.Ф., Думилин С.В., д.т.н. Щегольков Н.Н., Беляков В.Н.
ГНЦ РФ ОАО НПО «ЦНИИТМАШ»
8(495)675-85-05 dumilin87@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрены возможности совершенствования технологии изготовления модифицированных глобоидных передач с локализованным пятном контакта. Разработана технология модифицированной глобоидной передачи, локализации пятна контакта, а так же конструкция режущего инструмента для нарезания глобоидных червяков и колес.

Ключевые слова: глобоидная передача, глобоидный редуктор, программа расчёта геометрии передачи, технология, механическая обработка

Среди червячных передач глобоидные передачи имеют неоспоримые преимущества по сравнению с червячными передачами с цилиндрическим червяком по нагрузочной способности, долговечности и к.п.д. Благодаря этим преимуществам глобоидные передачи получили широкое распространение в приводах тяжелого, энергетического, транспортного, горношахтного и другого оборудования.

Преимущества глобоидных передач связаны как с их конструктивными особенностями, так и со свойством модифицированного зацепления с локализованным пятном контакта.

Конструкция передачи имеет ряд особенностей. Благодаря вогнутой форме глобоидного червяка в зацеплении с витками находится большое число зубьев колеса. Если в червячной передаче коэффициент перекрытия обычно не превышает двух, то в глобоидной передаче число зубьев в обхвате червяком может быть от четырех и более. Соответственно, уменьшается нагрузка, приходящаяся на один зуб.

Радиус приведенной кривизны контакта в направлении, перпендикулярном контактной линии, в глобоидной передаче значительно больше, чем в червячной передаче. Это связано с тем, что в глобоидной передаче выпуклая поверхность витка червяка контактирует с вогнутой поверхностью зуба колеса, тогда как в червячной передаче обе поверхности выпуклые. Поэтому в глобоидной передаче при той же линейной нагрузке контактные напряжения меньше.

Для работы передачи важно расположение вектора скольжения относительно направления контактной линии, так называемый угол смазывания. Чем ближе угол смазывания к 90° , тем больше масла попадает в контакт, тем он лучше смазывается и тем большую нагрузку контакт может передавать при более низком коэффициенте трения. Соответственно, повышается к.п.д. передачи и привода в целом. Если угол смазывания близок или равен нулю – масло не попадает в контакт и смазывание не происходит или происходит недостаточно и

может произойти заедание, при котором материал колеса намазывается на виток червяка. Заедание сопровождается резким увеличением коэффициента трения и, соответственно, падением к.п.д. передачи. В червячных цилиндрических передачах всегда имеются точки контакта, где угол смазывания равен нулю. Поэтому в этих передачах применяют меры по переносу зон контакта на другие участки зубьев. При этом каждая контактная линия располагается поперек зуба от входного края до выходного. Зуб работает на изгиб и при перегрузке может сломаться.

Особенность расположения контактных линий в глобоидной и червячной передачах сказывается и на прочности зубьев. В глобоидной передаче контакт располагается по всей высоте средней части ширины зуба колеса, в так называемой обкатной зоне (рисунок 1).

В глобоидной передаче угол смазывания составляет $70^\circ \dots 90^\circ$, что обеспечивает обильное поступление смазки в контакт и соответственно его высокую нагрузочную способность и к.п.д. Зуб работает на сдвиг и практически никогда не ломается. Запас прочности зубьев в глобоидной передаче на сдвиг на порядок выше ее предельной нагрузочной способности. Червяк глобоидной передачи изготавливается из стали 40Х твердостью 32 ... 35 HRC. Венец колеса глобоидной передачи изготавливается из высокооловянистой бронзы с добавкой фосфора – Бр.О10-Ф. Эта бронза используется для червячных и глобоидных передач большинством зарубежных редукторных фирм. При работе передачи в процессе естественного износа изменяется геометрия сопряженных поверхностей витков и зубьев. При этом передаваемая нагрузка, приходящаяся на каждую контактную линию вдоль витка, распределяется пропорционально ее нагрузочной способности. В зацеплении все контактные линии получают нагрузку, при которой рабочие поверхности зубьев и витков имеют одинаковый износ. Рабочие поверхности изнашиваются эквидистантно, т.е. сама геометрия поверхностей не изменяется. Скорость износа значительно уменьшается, снижаются затраты энергии на износ, что приводит к увеличению нагрузочной способности и к.п.д. передачи. Для ускорения модифицирования глобоидной передачи, червяк и колесо нарезаются с геометрией, близкой к естественной. Расчет модифицированной передачи стандартизован [1]. Линия продольной модификации витка определяется (рисунок 2) величиной модификации Δ_s , углом положения точки экстремума φ_s и величиной модификации точки экстремума относительно середины червяка Δ_{s0} .

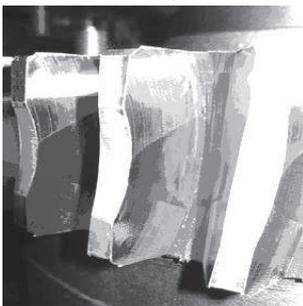


Рисунок 1. Обкатная зона

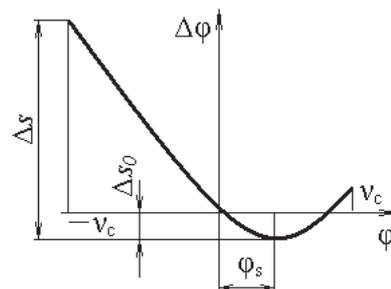


Рисунок 2. Продольная модификация витка

Для работы глобоидной передачи важно, чтобы первоначальный контакт не выходил на края зубьев (витков). Выход контакта на края возможен в результате ошибок изготовления и монтажа передачи, а также из-за деформаций элементов редуктора (корпуса, подшипников, валов). Модифицированные глобоидные передачи изготавливают с локализованным первоначальным пятном контакта, что значительно снижает вредное влияние ошибок и деформаций.

Модифицирование глобоидной передачи и локализация пятна контакта обеспечивается использованием специальных наладок станка и инструмента в процессе нарезания витков и зубьев.

Модифицирование витка в процессе изготовления червяка производят за счет использования так называемого двустороннего бескоррекционного способа *au* [2], при котором станок настраивается на межосевое расстояние a_0 и передаточное число u_0 большие a и u , чем у

глобоидной передачи. Влияние наладок показано на схеме продольной модификации (рисунок 3).

Требуемый закон продольной модификации витка показан кривой 1. При увеличении станочного межосевого расстояния линия витка имеет вид кривой 2, а при увеличении станочного передаточного числа – вид прямой линии 3. При сложении линий 2 и 3 получается требуемая модификация 1.

Обеспечение локализации пятна контакта производится в процессе нарезания зубьев колеса за счет специальной наладки инструмента и увеличения станочного межосевого расстояния [3].

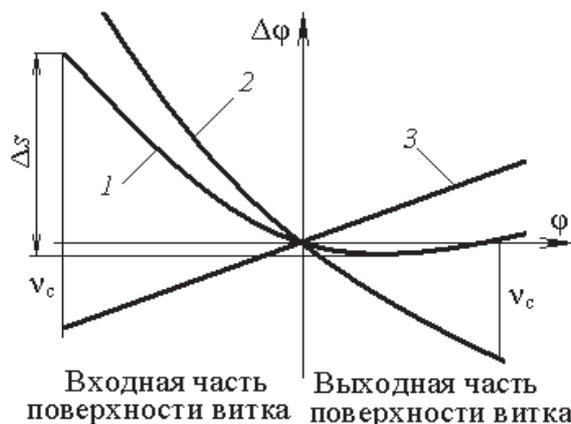


Рисунок 3. Продольная модификация

Расчет геометрии глобоидных передач, инструмента для нарезания глобоидного червяка и колеса, а также наладок станков производится по созданной в ЦНИИТМАШ программе *Glob-11*. Расчет геометрии производится по ГОСТ 17696-89, параметры исходного червяка могут приниматься по ГОСТ 24438-80 [4] или иными, если глобоидная передача имеет какую-либо особенность, что характерно для ремонтных или специальных передач, например с увеличенным делительным диаметром червяка. Программа выдает так же сведения конструктору, необходимые для оформления рабочих чертежей червяка и колеса по ГОСТ 2.407-75 [5].

Нарезание глобоидных червяков проводится на специальных зубофрезерных станках, оснащенных замедлителем, а нарезание глобоидных колес проводится на универсальных зубофрезерных станках.

Инструментом для нарезания глобоидных червяков служат сборные резцовые головки (рисунок 4). Резцы профилируют противоположные стороны витка и обрабатывают его вершины.

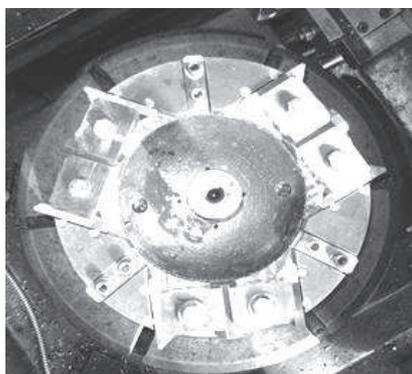


Рисунок 4. Резцовая головка



Рисунок 5. Фреза летучка

Для нарезания глобоидных колес используются многорезцовые фрезы летучки (рисунок 5), крайние резцы которых профилируют на зубьях подрезные зоны на входе и выходе витка, а средние резцы – обкатную зону.

Заключение

На основании выполненных конструкторских, технологических и исследовательских

работ разработана технология изготовления модифицированных глобоидных передач с локализованным пятном контакта. Выполнен расчет глобоидной передачи и разработан специальный инструмент для нарезания глобоидных червяков и колес.

Литература

1. ГОСТ 17696-89. Передачи глобоидные. Расчет геометрии. Издательство стандартов. 1990.
2. Способ нарезания модифицированных витков глобоидных червяков. Авт. св. № 61121/ Коган Г.И., Копф И.А., Сорокин Г.И., Федотов Б.Ф.: БИ, 1970, № 4.
3. Способ изготовления колеса модифицированной глобоидной передачи. Авт. Св. СССР, № 1328092, 24.03.86./ Федотов Б.Ф.: БИ 1987, № 29.
4. ГОСТ 24438-80. Передачи червячные глобоидные. Исходный червяк и исходный производящий червяк. Издатель стандартов. 1980.

Новые эффективные технологии и материалы для производства тяжелонагруженных редукторов

д.т.н. Овумян Г.Г., к.т.н. Клауч Д.Н., Носов Д.П., Думилин С.В., Малышева Н.Б., Мосюк А.Л.
ГНЦ РФ ОАО НПО «ЦНИИТМАШ», Москва
8(495)675-85-05 Daniil.nsv@mail.ru

Аннотация. Разработана конструкция нового редуктора очистного угольного комбайна. Разработана и внедрена технология изготовления зубчатых колёс из новых сталей 18Х2Н4МАН и 38ХНЗМФАН, обеспечивающая повышение их ресурса. Исследования и стендовые испытания редуктора горно-шахтного комбайна подтвердили преимущества конструкторских, технологических решений и новых сталей.

Ключевые слова: редуктор, горно-шахтное оборудование, стали, технология, механическая и химико-термическая обработка

Создание тяжелонагруженных зубчатых редукторов с повышенным ресурсом работы является актуальной задачей для горнодобывающей промышленности.

Специалистами ОАО НПО «ЦНИИТМАШ» и ОАО «Юргинский машиностроительный завод» с использованием разработок в области новых материалов, конструкции и технологии разработан и изготовлен опытный образец редуктора для очистного угольного комбайна и проведены его испытания.

Для увеличения ресурса работы зубчатых передач в конструкцию нового редуктора и технологию его изготовления, на основе опыта работ выполненных ОАО НПО «ЦНИИТМАШ» [1], введено следующее:

- разработана технология финишной обработки обеспечивающая повышение точности зубчатых передач с 7-8 степени точности по ГОСТ 1641-81 до 5 - 6 степени точности;
- профильная и продольная модификация зубьев;
- шлифование боковых поверхностей зубьев, исключая образование уступов и формирование остаточных напряжений растяжения на переходной поверхности у основания зубца;
- повышение точности центрирования колёс с эвольвентными шлицевыми соединениями в результате замены центрирования по боковым поверхностям зубьев на центрирование по внутреннему диаметру;
- применены новые материалы (стали 18Х2Н4МАН и 38ХНЗМФАН);
- разработана технология химико-термической обработки;
- отработка технологии проводилась по следующим направлениям;
- разработка конструкции режущего инструмента для профильной модификации зубьев модулем 8, 10 и 12 мм и способа наладки станка для модификации вершин зубьев;
- разработка расчёта копиров для продольной модификации зубьев на станке модели 5842;
- разработка конструкции режущего инструмента и контрольно-измерительных приборов