



ШАРКОВ

Олег Васильевич

кандидат технических наук, доцент кафедры «Теория механизмов и машин и детали машин» (Калининградский государственный технический университет)

Синтез мелкомодульных храповых зубьев эксцентриковых механизмов свободного хода нефрикционного типа

О.В. Шарков

Рассмотрены вопросы определения основных геометрических характеристик мелкомодульного храпового зацепления нового профиля для эксцентриковых механизмов свободного хода нефрикционного типа.

Ключевые слова: механизм свободного хода, храповое зацепление.

The problems of definition of basic geometrical characteristics of a new shape fine-module hook tooththing for one-way non-friction type eccentric clutches are considered.

Keywords: one-way clutch, hook tooththing.

При проектировании эксцентриковых механизмов свободного хода (МСХ) нефрикционного типа важное значение имеет вопрос синтеза профиля (расчета геометрических характеристик) мелкомодульных храповых зубьев, которые являются основными рабочими элементами данных механизмов [1].

Профиль зубьев эксцентриковых МСХ нефрикционного типа должен удовлетворять двум основным критериям — технологичности изготовления и работоспособности зубчатого зацепления при передаче больших нагрузок.

Нагрузочную способность эксцентриковых МСХ нефрикционного типа можно повысить, используя мелкомодульные храповые зубья нового профиля, обеспечивающего их контакт в зацеплении по поверхности.

Современные методы, используемые для построения профиля зубьев храповых МСХ и зубчатых соединений, не могут быть применены к храповым зубьям эксцентриковых МСХ нефрикционного типа вследствие особенности их геометрии.

В качестве исходных данных для расчета геометрии храповых зубьев (рис. 1) приняты: r_{f1} , r_{f2} — соответственно радиусы окружностей, проходящих по впадинам внешних и внутренних храповых зубьев; γ_1 — угол наклона передней кромки храповых зубьев.

Теоретическую высоту храпового зуба определяем как $H_t = r_{f2} - r_{f1}$ и принимаем равной модулю m_t . Окружной и угловой шаг определяем как $p_t = \pi m_t$ и $\tau = 180m_t / r_{f1}$.

Теоретическую длину передней L_{t1} и задней L_{t2} кромок храпового зуба определяем как

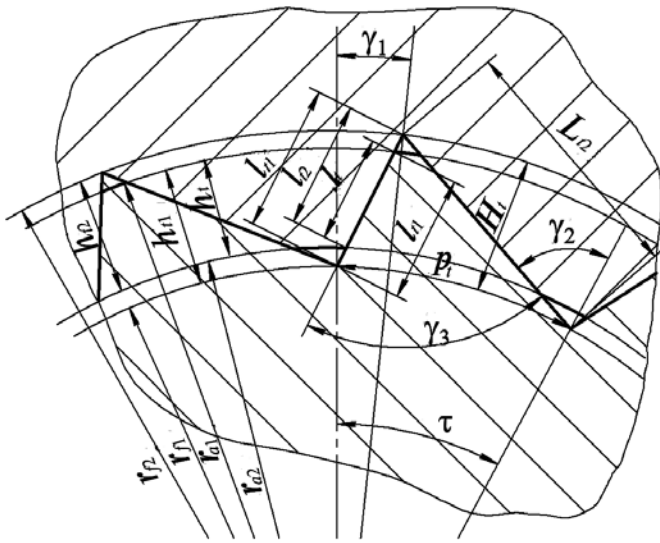


Рис. 1. Геометрические параметры мелко модульного храпового зацепления

$$L_{t1} = \sqrt{r_{f1}^2 \cos^2 \gamma_1 + 2r_{f1}m_t + m_t^2} - r_{f1} \times \cos \gamma_1, \quad (1)$$

$$L_{t2} = \sqrt{L_{t1}^2 + 2r_{f1}^2(1 - \cos \tau) + 2r_{f1} \times L_{t1} [\cos \gamma_1 - \cos(\tau - \gamma_1)]}. \quad (2)$$

Углы наклона задней кромки зуба к радиальной прямой и его заострения определяем по формулам

$$\gamma_2 = 180 - \arccos \left(\frac{L_{t2}^2 - 2r_{f1}m_t - m_t^2}{2r_{f1}L_{t2}} \right), \quad (3)$$

$$\gamma_3 = \arccos \frac{L_{t1} + r_{f1} [\cos \gamma_1 - \cos(\tau - \gamma_1)]}{L_{t1}}. \quad (4)$$

При расчете геометрии храпового зацепления следует учитывать, что в процессе нарезания мелко модульных храповых зубьев методом обкатки, кроме прямолинейных участков профиля, которые образуются как огибающая к последовательному положению контура зуба режущего инструмента, имеются участки, очерченные по переходным кривым, по которым их контакт должен быть исключен.

Для улучшения нагрузочных и кинематических характеристик зацепления храповых зубьев нужно обеспечить возможно большие длины прямолинейных участков профилей передней кромки внешнего l_{t1} и внутреннего l_{t2} храповых

зубьев по отношению к их теоретической длине L_{t1} .

Длины прямолинейных участков l_{t1} и l_{t2} зависят от геометрических параметров зацепления и режущих инструментов для их изготовления [2]. Длину участка контакта внешнего и внутреннего храповых зубьев определяем как

$$l_t = l_{t1} + l_{t2} - L_{t1}. \quad (5)$$

Радиусы окружностей вершин внешнего и внутреннего храповых зубьев определяем как

$$r_{a1} = \sqrt{r_{f1}^2 + l_{t1}^2 - 2r_{f1}l_{t1} \cos(180 - \gamma_1)}, \quad (6)$$

$$r_{a2} = \sqrt{r_{f1}^2 + (L_{t1} - l_{t2})^2 - 2r_{f1} \times (L_{t1} - l_{t2}) \cos(180 - \gamma_1)}. \quad (7)$$

Высоту внешнего и внутреннего храповых зубьев определяем по формулам

$$h_{t1} = r_{a1} - r_{f1} \quad (8)$$

и

$$h_{t2} = r_{f2} - r_{a2}. \quad (9)$$

Их рабочая высота равна

$$h_t = r_{a1} - r_{a2}. \quad (10)$$

Оптимальным для работы эксцентриковых МСХ нефрикционного типа является зацепление, у которого линия профиля передней кромки храповых зубьев представляет собой радиальную прямую, что обеспечивает их максимальную нагрузочную способность. Однако такие храповые зубья можно изготовить только трудоемким методом копирования.

Если линию профиля наклонить на некоторый угол γ_1 к радиальной прямой, то, начиная с его определенной величины, храповые зубья можно изготовить высокопроизводительным методом обкатки. Для обеспечения наибольшей нагрузочной способности зацепления его храповые зубья необходимо проектировать с минимально допустимой величиной угла γ_1 .

Качественные показатели мелко модульного храпового зацепления целесообразно оценивать коэффициентами рабочей длины внешнего и внутреннего храповых зубьев $\epsilon_{t1} = l_{t1} / L_{t1}$ и $\epsilon_{t2} = l_{t2} / L_{t1}$.

Расчет коэффициентов ε_{t1} и ε_{t2} для храпового зацепления ($r = 30$ мм, $m_t = 0,5$ мм и $\tau = 3^\circ$) показал (рис. 2), что прямолинейный участок для внутреннего зуба существует, начиная с определенного угла γ_1 , который для принятых параметров равен $\gamma_1 = 9^\circ 27'$. При его дальнейшем увеличении коэффициент ε_{t2} резко возрастает. Для внешнего зуба прямолинейный участок существует при всех значениях угла γ_1 .

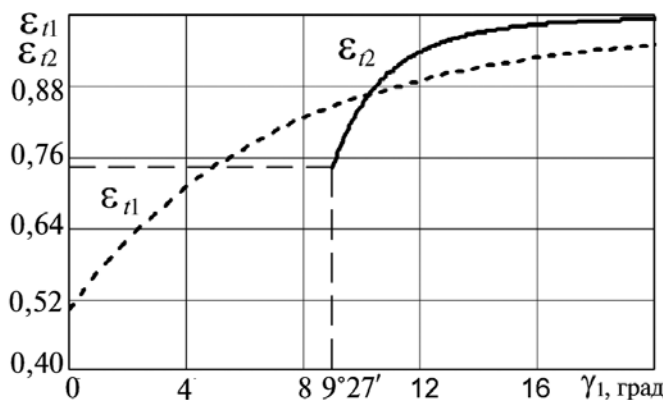


Рис. 2. Влияние угла наклона передней кромки зубьев на величину коэффициентов их рабочей длины

Начиная с $\gamma_1 \approx 12^\circ$, коэффициенты ε_{t1} и ε_{t2} незначительно монотонно возрастают и становятся приблизительно одинаковыми по величине. Для принятых параметров храпового зацепления рациональной величиной можно считать $\gamma_1 = 10...11^\circ$. Минимально допустимым углом наклона является $\gamma_1 = 9^\circ 30'$.

Дополнительным качественным показателем мелко модульного храпового зацепления является коэффициент рабочей высоты зубьев, который представляет отношение их рабочей высоты h_t к теоретической H_t : $\varepsilon_{t3} = h_t / H_t = h_t / m_t$. Для храпового зацепления с принятыми параметрами коэффициент рабочей высоты зуба будет $\varepsilon_{t3} = 0,8487$ (теоретическая высота зуба используется почти на 85%).

Литература

1. Горин М.П. Эксцентрикковые механизмы свободного хода. СПб.: Политехника, 1992. 272 с.
2. Шарков О.В., Калинин А.В. Производство эксцентрикковых механизмов свободного хода зацеплением с мелко модульными зубьями // Современные проблемы проектирования и производства зубчатых передач: Сб. науч. тр. междунар. науч.-техн. конфер. Тула: ТГУ, 2000. С. 79—81.

Статья поступила в редакцию 26.01.2011 г.