

3. Сулима А.М., Шулов В.А., Ягодкин Ю.Д. Поверхностный слой и эксплуатационные свойства деталей машин. М.: Машиностроение. 1988. – 240 с.

**QUALITY ANTI-FRICTION COATINGS BASED ON
COPPER**

CYLINDRICAL SURFACE HOLE CONNECTION

Haibullina L.N., Friling V.A.

Key words: *anti-friction coating, copper, felt lapping, the surface hole.*

In the paper, using electron microprobe analysis investigated coating copper base anti-friction finish to be applied by non-abrasive surface treatment on the holes with a felt lapping and process liquid containing copper salts.

УДК 621.914.6

**РАЦИОНАЛЬНАЯ ВЕЛИЧИНА ВРЕЗАНИЯ ПРИ
РАДИАЛЬНО-ОСЕВОМ ЗУБОФРЕЗЕРОВАНИИ КОЛЕС
ЧЕРВЯЧНО-МОДУЛЬНЫМИ ФРЕЗАМИ**

*Шевяков М.В., магистрант 2 курса
машиностроительного факультета*

*Научный руководитель – Демидов В.В., кандидат
технических наук, доцент*

**ФГБОУ ВПО «Ульяновский государственный технический
университет»**

Ключевые слова: *червячно-модульная фреза, величина врезания, радиально-осевое зубофрезерование, зубчатое колесо, компьютерное имитационное моделирование.*

Предложена методика определения рациональной величины врезания при радиально-осевом зубофрезеровании колес червячно-модульными фрезами, при которой обеспечивается образование требуемого профиля зубьев колеса

по всей его высоте и минимальное основное технологическое время обработки. В методике учитывается количество профилирующих зубьев фрезы, величина осевой подачи, а также основные параметры фрез и колес. Приведена методика проверки достоверности полученных результатов.

В настоящее время в справочной литературе не приводятся сведения о рекомендуемой величине врезания при радиально-осевом зубофрезеровании колес червячно-модульными фрезами (ЧМФ), использование которой обеспечивает образование требуемого профиля зубьев колеса по всей его высоте и минимальное основное технологическое время обработки. Указанное обстоятельство, а также отсутствие методики определения рациональной величины врезания при радиально-осевом зубофрезеровании колес ЧМФ сдерживает применение этого эффективного метода в производстве. Как известно, окончательное профилирование зубьев колес происходит в нормальном к винтовой линии зубьев ЧМФ и обрабатываемого колеса сечении N-N (рис.).

На рис. λ_{os} – угол скрещивания осей ЧМФ и колеса, λ_N – угол между нормалью к сечению N-N и осью колеса, ω_1 – угол подъема винтовой линии зубьев ЧМФ на делительном цилиндре в расчетном сечении, β_1 – угол наклона винтовой линии зубьев колеса на делительном цилиндре (угол λ_N равен углу β_1).

Количество профилирующих зубьев ЧМФ на входной n_{zin} и выходной n_{zout} частях фрезы определим методом компьютерного имитационного моделирования (КИМ) кинематики процесса зубофрезерования колес [1]. Для требуемого профилирования зубьев колеса каждая его впадина должна быть обработана всеми профилирующими зубьями, количество которых равно сумме n_{zin} и n_{zout} .

При зубофрезеровании прямозубых колес ($\beta_1 = 0$) сечение N-N совпадает с торцем колеса ($\lambda_N = \beta_1 = 0$). Для требуемого профилирования зубьев прямозубого колеса в его торцевом сечении перед началом обработки ЧМФ своим сечением N-N должна быть установлена от торца колеса на минимально допусаемом расстоянии Δ'_{ep} , называемом величиной врезания при радиально-осевом зубофрезеровании. При этом условии впадины колеса на его торце будут обработаны всеми профилирующими зубьями фрезы. Величину Δ'_{ep} при обработке прямозубых колес определим следующим образом. Для требуемого профилирования впадины колеса ЧМФ должна повернуться вокруг своей оси на угол φ_{fr} :

$$\varphi_{fr} = \Delta\varphi_{z01} \cdot (n_{zin} + n_{zout}),$$

где $\Delta\varphi_{z01}$ – угол поворота фрезы на угловой шаг между двумя соседними по винтовой линии зубьями.

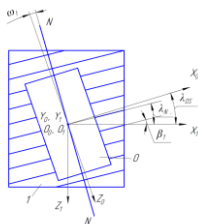


Рисунок 1 - Схема углового положения колеса: 0, 1 - соответственно ЧМФ и колесо; $X_0Y_0Z_0$, $X_1Y_1Z_1$ - соответственно системы координат ЧМФ и колеса

В общем случае для фрез с прямыми или винтовыми стружечными канавками угол $\Delta\varphi_{z01}$ (в градусах) равен:

$$\Delta\varphi_{z01} = \frac{360}{[Z_0 \cdot (tg \omega_t \cdot tg \omega_k + 1)]},$$

где Z_0 – количество стружечных канавок фрезы; ω_k – угол наклона винтовой линии стружечных канавок фрезы на делительном цилиндре в расчетном сечении.

При повороте фрезы на угол φ_{fr} колесо повернется на угол φ_k (в градусах):

$$\varphi_k = \frac{\varphi_{fr} \cdot i}{Z_1},$$

где i – число заходов витков зубьев фрезы; Z_1 – число зубьев колеса.

При повороте колеса на угол φ_k фреза переместится в осевом направлении на искомую величину Δ'_{ep} равную:

$$\Delta'_{ep} = \frac{\varphi_k \cdot S}{360},$$

где S – осевая подача фрезы в мм/об.

В итоге величина Δ'_{ep} для прямозубых колес имеет вид:

$$\Delta'_{ep} = \frac{(n_{Zin} + n_{Zout}) \cdot S \cdot i}{Z_0 \cdot (tg \omega_t \cdot tg \omega_k + 1) \cdot Z_1}.$$

Для косозубых колес ($\beta_1 \neq 0$) сечение N-N фрезы не параллельно торцу колеса и угол λ_N равен углу β_1 . В этом случае величина врезания Δ_{ep} складывается из двух величин: величины Δ'_{ep} , обусловленной осевой подачей, и величиной Δ''_{ep} , обусловленной наклоном зубьев колеса.

Величину Δ''_{ep} определим следующим образом. Длины входной L_{in} и выходной L_{out} частей ЧМФ определим методом КИМ. Тогда проекции этих длин на сечение N-N фрезы равны:

$$L_{inN} = L_{in} \cdot \cos \omega_t; \quad L_{outN} = L_{out} \cdot \cos \omega_t.$$

Расстояния от крайних профилирующих зубьев фрезы до центра её системы координат (т.О₀ на рис.) на входной Δ''_{BPin} и выходной Δ''_{BPout} ее частях равны:

$$\Delta''_{BPin} = L_{inN} \cdot \sin \beta_1, \quad \Delta''_{BPout} = L_{outN} \cdot \sin \beta_1.$$

Из этих двух величин в определении величины врезания Δ_{ep} используется та, для которой крайний профилирующий зуб расположен ближе к рассматриваемому торцу обрабатываемого колеса..

Выбор Δ''_{BPin} или Δ''_{BPout} зависит от направления винтовой линии зубьев колеса и фрезы, направления осевой подачи (встречное или попутное).

Достоверность предложенной методики определения величины врезания при радиально-осевом зубофрезеровании будет проверена путем отслеживания начала стабилизации параметров точности профиля зубьев колес [2] в направлении от рассматриваемого торца колеса вдоль его оси.

Предложенная методика позволяет рассчитать величину врезания при радиально-осевом зубофрезеровании прямозубых и косозубых колес червячно-модульными фрезами.

Библиографический список:

1. Свидетельство № 2009612706 РФ о государственной регистрации программы на ЭВМ. Подпрограмма для моделирования процесса зубофрезерования червячной фрезой с групповой схемой резания при осевой подаче в рабочей среде пакета Unigraphics NX4.0/В.В. Демидов, Н.В. Манежнов, Е.В. Демидова; УЛГТУ.–2009
2. ГОСТ 1643-81 «Передачи зубчатые цилиндрические»

MOST EFFICIENT VALUE OF RADIAL APPROACH IN RADIAL-AXIAL HOBGING COGWHEELS.

Shevyakov M.V., Demidov V.V.

Key words: *hob cutter, radial-axial of hobbing, hob cutting, radial approach value, gears, computer simulation.*

The study investigates about the development of the most effective method for a determination the radial approach in radial-

axial cutting by hobs, at which forming is provided completely suitable profile of gear teeth along its height and with a minimum core technological processing time. Method take into account a number of profiling cutter teeth, an amount of axial feed, also a main parameters of hob cutters and wheels. Given a method to check a reliability of the results.