

СИНТЕЗ ПОВЕРХОНЬ ГВИНТОВИХ НАРІЗОК СТАНДАРТНИХ РІЗЬБ

Розглянуто аналітичне і комп'ютерне моделювання поверхонь гвинтових нарізок взагалі і зокрема стандартних різьб.

Аналітичне і комп'ютерне моделювання поверхонь гвинтових нарізок взагалі і зокрема стандартних різьб представляє інтерес для отримання наочних зображень різьбових виробів засобами комп'ютерної графіки, а також для процесу нарізання різьб на обладнанні з ЧПК.

У формоутворенні різьбових нарізок беруть участь такі елементарні поверхні: циліндри, конуси, прямі, та косі гелікоїди, циклічні гвинтові поверхні. Оскільки поверхня гвинтової нарізки складна, проблему становить аналітичне і комп'ютерне моделювання складових відсіків та їх синтез у кінцеву поверхню.

Будемо розрізняти основний та номінальний профілі різьбової нарізки. Номінальний профіль регламентується стандартами, базується на основному і відрізняється від нього технологічними елементами, як-то: притупленнями крайок, округленнями, тощо. Як правило, первісне нарізання різьби здійснюють за неповним основним профілем. Доведення до номінального профілю здійснюють на другому етапі оброблення.

Оскільки розміри спрямлень та округлень на порядок менші за розміри елементів основного профілю, аналітичну та наочну комп'ютерну моделі різьбової нарізки складатимемо лише для основного профілю. Параметри, що входять до параметричних рівнянь ланок основного профілю, будемо визначати в залежності від стандартних розмірів, що характеризують основний чи номінальний профілі відповідної різьби.

Метрична різьба (СТ СЭВ 180-75, СТ СЭВ 181-75, СТ СЭВ 182-75, ГОСТ 9150-81). Основний профіль метричної різьби – рівносторонній трикутник (рис.1).

Будемо складати параметричні рівняння для кожної складової поверхні за поданим профілем.

Ланка **AB**:

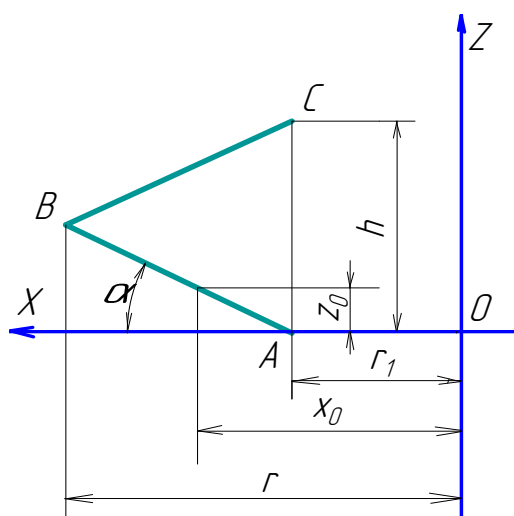


Рис. 1. Основний профіль метричної різьби

$$x_0 = r_1 + (r - r_1)w, \quad z_0 = (r - r_1)w \operatorname{tg} \alpha.$$

Визначимо w з другого рівняння і підставимо до першого. Отримаємо

$$x_0 = r_1 + \frac{z_0}{\operatorname{tg} \alpha} \quad (1)$$

і параметричні рівняння набувають вигляду

$$\begin{aligned} x &= x_0 \cos t, \\ y &= x_0 \sin t, \\ z &= z_0 + \frac{ht}{2\pi} \end{aligned} \quad (2)$$

Ланка *BC*:

$$x_0 = r - (r - r_1)w, \quad z_0 = (r - r_1)tg\alpha(1 + w).$$

Усуненням параметра *w* досягаємо:

$$x_0 = r - (z_0 - (r - r_1)tg\alpha) / tg\alpha \quad (3)$$

Параметричні рівняння косою гелікоїдою мають вигляд (2), де x_0 має вираз (3). Заміна параметра *w* на параметр z_0 виправдано тим, що гвинтову нарізку краще обмежувати площинами, перпендикулярними осі *OZ*. Нижню межу отримаємо після підстановки до третього з рівнянь (2) $z=0$, верхню – підстановкою $z=2h$. В результаті для ланки *AB* отримаємо межі

$$0 \leq z_0 \leq (r - r_1)tg\alpha, \quad -\frac{2\pi z_0}{h} \leq t \leq \frac{2\pi(2h - z_0)}{h},$$

для ланки *BC*

$$(r - r_1)tg\alpha \leq z_0 \leq 2(r - r_1)tg\alpha, \quad -\frac{2\pi z_0}{h} \leq t \leq \frac{2\pi(2h - z_0)}{h}.$$

На рис. 2 показано гвинтову нарізку метричної різьби, виконану з використанням пакета *MAPLE* за наведеною аналітичною моделлю. Вхідні дані визначались і обчислювались за таблицями і співвідношеннями, регламентованими стандартами [1, 3] для різьби номінального діаметра *60 мм* і кроку $h=5,5$ мм

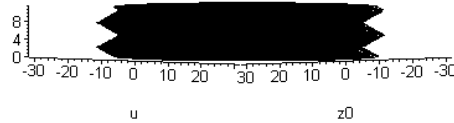


Рис. 2. Гвинтова нарізка метричної різьби

$$d = 60, \quad d_2 = 56,428, \quad p = h = 5,5, \quad H = 0,866p, \quad r = \frac{d_2 + H}{2}, \quad r_1 = \frac{d_2 - H}{2}, \quad \alpha = \frac{\pi}{6}.$$



Рис. 3. Гвинтова нарізка метричної різьби на стрижні

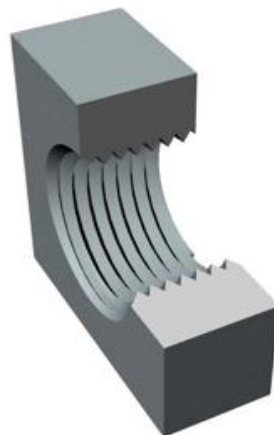


Рис. 4. Гвинтова нарізка метричної різьби в отворі

На рис. 3 з використанням пакету КОМПАС показано гвинтову нарізку метричної різьби на стрижні, на рис. 4 – в отворі.

Трапецеїдальна різьба (ГОСТ 9487-73, СТ СЭВ 146-75).

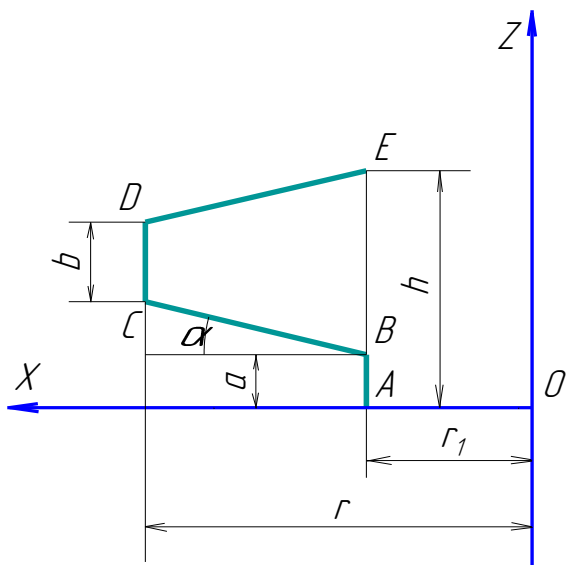


Рис. 5. Основний профіль трапецеїдальної різьби

Основним профілем трапецеїдальної різьби є рівнобічна трапеція (рис. 5).

Ланка **AB**:

$$x_0 = r_1, \quad z_0 = aw.$$

Оскільки прийдеться переходити від параметра w до параметра z_0 і межі зміни $0 \leq w \leq 1$, перехід буде забезпечено межами зміни $0 \leq z_0 \leq a$.

Поверхня, що описується ланкою AB , є циліндр, а координатними лініями на ньому згідно з (2) будуть кола у площинах $z_0 = const$ та гвинтові лінії.

Межі зміни криволінійної координати t будуть для всіх ланок однаковими, такими ж як і для ланок метричної різьби.

Ланка **BC**:

$$x_0 = r_1 + (r - r_1)w, \quad z_0 = a + (r - r_1)wtg\alpha,$$

або в результаті усунення w

$$x_0 = r_1 + \frac{z_0 - a}{tg\alpha}. \quad (4)$$

Параметричні рівняння поверхні косої гелікоїди з твірною ланкою BC – (2) при x_0 з (4). Межі зміни z_0 $a \leq z_0 \leq a + (r - r_1)tg\alpha$.

Ланка **CD**:

$$x_0 = r, \quad z_0 = a + (r - r_1)tg\alpha + bw.$$

Як і у випадку ланки AB w вплине на межі зміни параметра z_0 . Параметричні рівняння поверхні (циліндричної) утвореної ланкою CD – (2) при межах зміни z_0 $a + (r - r_1)tg\alpha \leq z_0 \leq a + (r - r_1)tg\alpha + b$.

Ланка **DE**:

$$x_0 = r_1 - (r - r_1)w, \quad z_0 = a + b + (r - r_1)tg\alpha(1 + w),$$

або в результаті усунення w

$$x_0 = r - \frac{z_0 - a - b - (r - r_1)tg\alpha}{tg\alpha}. \quad (5)$$

Параметричні рівняння косої гелікоїди, який описує ланка DE , – (2) при x_0 згідно з (5). Інтервал зміни z_0 $a + b + (r - r_1)tg\alpha \leq z_0 \leq a + b + 2(r - r_1)tg\alpha$.

На рис. 6. показано гвинтову нарізку трапецеїдальної різьби номінального діаметра $d=60$ мм, кроку $p=h=12$ мм. Решта розмірів, що характеризують профіль

різьби, визначено із співвідношень, регламентованих ГОСТ 9484-73 та СТ СЭВ 146-75 [2, 3]:

$$H_1 = 0,5p, \quad a_c = 0,5, \quad H = 1,866p,$$

$$r = \frac{d}{2}, \quad \alpha = \frac{\pi}{12}, \quad r_1 = 0,5(d - 2H_1 - 2a_c),$$

$$b_c = H \operatorname{tg} \frac{\pi}{12}, \quad b = b_c \frac{H - H_1}{H},$$

$$a = b_c \frac{H - H_1 - 2a_c}{H}.$$

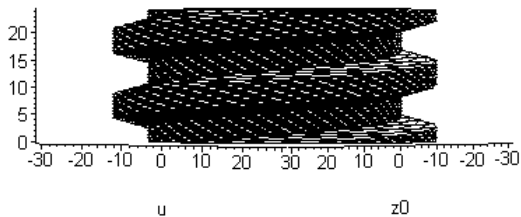


Рис. 6. Гвинтова нарізка трапецеїдальної різьби

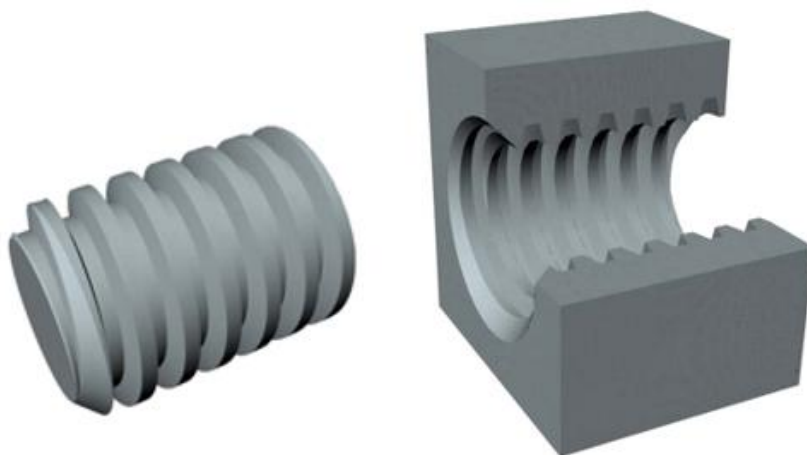


Рис. 7. Гвинтова нарізка трапецеїдальної різьби на стрижні

Рис. 8. Гвинтова нарізка трапецеїдальної різьби в отворі

На рис. 7 представлено зображення гвинтової нарізки на стрижні, на рис. 8 – в отворі. Зображення отримані застосуванням пакета КОМПАС.

Література

1. ГОСТ 9150-81 (СТ СЭВ 180-75). Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба метрическая. Профиль. – Взамен ГОСТ 9150-59. Введен с 01.01.1982. – М.: Изд-во стандартов. 1981. – 4 с.
2. Стандарт СЭВ СТ СЭВ 146-75. Единая система допусков и посадок СЭВ. Резьба трапецеидальная. Профили. – Взамен РС 3643-72. Введен 01.01.1977. М.: Изд-во стандартов. 1976. – 4 с.
3. Федоренко В.А., Шошин А.И. Справочник по машиностроительному черчению. М.: Машиностроение. – 1981. – 416 с.