

**Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas  
Institute of Engineering Mechanics**



**Lviv Polytechnic National University  
Institute of Engineering Mechanics  
and Transport**



# **C O N F E R E N C E P R O C E E D I N G S**

**VIII INTERNATIONAL  
SCIENTIFIC AND TECHNICAL CONFERENCE**

# **PROGRESSIVE TECHNOLOGIES IN MECHANICAL ENGINEERING**

**4 - 8 February 2019  
Ivano-Frankivsk – Yaremche**

## ВИЗНАЧЕННЯ ПРОФІЛЮ ЗУБІВ ОБКАТНОГО РОЛИКА ДЛЯ ОДЕРЖАННЯ БАГАТОЗАХІДНОЇ РІЗЬБИ ХОДОВОГО ГВИНТА БУРОВОГО ОБЛАДНАННЯ

Кіяновський М.В., *д.т.н., професор*, Цвінда Н.І., *к.т.н., доцент*,  
Чернявська О.В. *ст.викладач*  
Криворізький національний університет

Складні гірничотехнічні умови розробки руди на Криворіжжі визначають застосування різноманітних за конструктивним виконанням і технологій систем розробки, а вони, в свою чергу, визначають широту діапазону необхідних конструкцій і типорозмірів машин та технологій їх отримання [1].

Вимоги підвищення надійності та довговічності деталей бурового обладнання, які стоять перед сучасною конструкторсько-технологічною підготовкою, незмінно зростають у зв'язку з постійним збільшенням швидкостей та питомих навантажень.

Використання високоміцних матеріалів для відповідальних деталей конструкцій забезпечують зменшення маси та підвищення техніко-економічних показників сучасних машин. Але досягнення високої міцності металів супроводжується різким уповільненням зростання їх межі витривалості. Руїнування деталі при експлуатуванні, як правило, починається з поверхні. Це пояснюється тим, що поверхневі шари виявляються найбільш напруженими, являються межею розподілу фаз і піддаються активному впливу зовнішнього середовища. Звідси витікає необхідність поліпшення фізико-механічних характеристик металу і геометрії робочих поверхонь деталей [2].

Одним з найбільш економічних та ефективних видів зміцнення є поверхнево-пластичне деформування (ППД). Це дозволяє повніше реалізувати потенційні властивості конструкційних матеріалів в реальних деталях, особливо складної форми (з концентраторами напружень). До таких деталей відноситься ходовий гвинт бурового обладнання.

Незважаючи на велику кількість досліджень в цьому напрямі, враховуючи складність профілю різьби ходового гвинта питання забезпечення довговічності та експлуатаційної надійності бурового обладнання залишається достатньо актуальним, тому метою роботи є вибір раціонального способу різьбоформування та розрахунок основних параметрів різьби та обкатного ролика.

Визначаємо профіль зубів обкатного ролика аналітичним методом (за допомогою координат). Креслимо картину сполучення (дотику) двох профілів при довільному положенні обробки. Визначення профілю виконується в прямокутній системі координат  $x O_u Y$ . В початковий момент обкатування профіль нарізі і профіль ролика торкаються в полюсі  $P$ . При повороті деталі на деякий кут  $\varphi$  ролик повернеться на кут  $\varphi_u = \lambda \varphi_1$ , (де  $\lambda = r_1 / r_n$  - коефіцієнт співвідношення розмірів виробу і ролика) (рис.1).

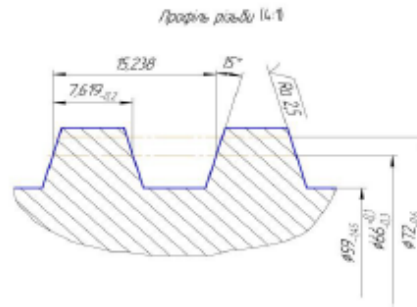


Рис.1. Профіль різьби ходового гвинта

Для побудови профілю визначаємо координати  $X$  та  $Y$  декількох точок на профілі зуба при різних значеннях  $\varphi$  – кута повороту ролика і виробу в межах від  $\varphi_{min}$  до  $\varphi_{max}$ .

Рівняння профілю ролика в прямокутній системі координат з початку в центрі ролика  $O_u$  та віссю  $O_u Y$ , яка проходить через точку перетину профілю з його початковим колом:

$$x = r_u \times \left\{ \sin \varphi_u - \lambda \left[ \sin \left( \frac{\varphi_u}{\lambda} + \gamma \right) - \sin \gamma \right] \times \cos \left( \frac{1 + \lambda}{\lambda} \varphi_u + \gamma \right) \right\}$$

$$y = r_u \times \left\{ \cos \varphi_u + \lambda \left[ \sin \left( \frac{\varphi_u}{\lambda} + \gamma \right) - \sin \gamma \right] \times \sin \left( \frac{1 + \lambda}{\lambda} \varphi_u + \gamma \right) \right\}$$

де  $\gamma = 15^\circ$  – кут профілю нарізи;

$$\lambda = \frac{r_1}{r_u} = \frac{35,1036}{59,90635} = 0,5859746$$

де  $\varphi_u$  – кут повороту ролика від початкового положення.

Мінімальне значення цього кутового параметра  $\varphi_{u min} = \lambda \varphi_{1 min}$

$$\sin(\varphi_{1 min} + \gamma) = \frac{r_1 + r_u}{r_1 + 2r_u} \sin \gamma = \frac{35,1036 + 59,90635}{35,1036 + 2 \times 59,90635} \sin 15^\circ = 0,1587333$$

Максимальне значення кутового параметра  $\varphi_{u max} = \lambda \varphi_{1 max}$

$$\sin(\varphi_{1 max} + \gamma) = \frac{(1 + \lambda) \sin \gamma + \sqrt{\sin^2 \gamma + \eta(\lambda + 2)(2 + \eta\lambda)}}{2 + 0,5859746} =$$

$$= \frac{(1 + 0,5859746) \sin 15^\circ +}{2 + 0,5859746}$$

$$+ \frac{\sqrt{\sin^2 15^\circ + 0,1596304(0,5859746 + 2)(2 + 0,1596304 \times 0,5859746)}}{2 + 0,5859746} = 0,531$$

де  $\eta$  – коефіцієнт висоти ніжки профілю виробу

$$\eta = 1 - \frac{R_{r1}}{r_1} = 1 - \frac{59}{2 \times 35,1036} = 0,1596304$$

де  $R_{il}$  – внутрішній радіус різьби.

Маємо:

$$d_{1\min} = 9,133377^0 - 15^0 = - 5,866623$$

$$d_{1\max} = 32,1336^0 - 15^0 = 17,1336$$

Таблиця 1. Визначення координат точок в залежності від кута повороту ролика та виробу

$\varphi_1$	$\varphi_u$	X, мм	Y, мм
$-5,866623^0$	$- 3,437692^0$	$- 0,0961377$	$59,449899$
$0^0$	$0^0$	$0^0$	$59,90635$
$5^0$	$2,929873^0$	$0,3721262$	$60,965949$
$10^0$	$5,859746^0$	$1,180191$	$62,542696$
$15^0$	$8,789619^0$	$2,5550237$	$64,506636$
$17,1336^0$	$10,039854^0$	$3,3393596$	$65,4247875$

За знайденими координатами X та Y будемо профіль зуба ролика (рис.2).

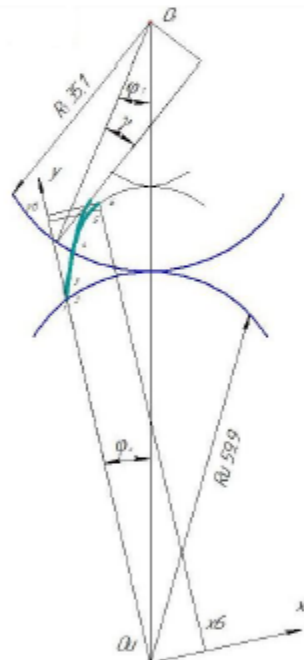


Рис.2. Визначення профілю зуба ролика М 2.5:1

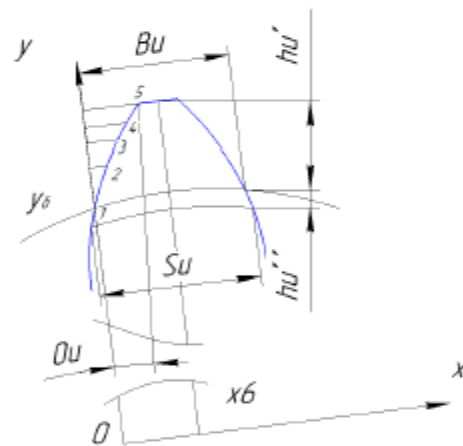


Рис.3. Профіль зуба ролика в нормальному перерізі М 2.5:1

Визначаємо розміри зуба ролика:

Висота головки зуба

$$h'_u = h''_1 = 5,6 \text{ мм,}$$

$$\text{де } h''_1 = \frac{70,2 - 59}{2} = 5,6 \text{ мм}$$

Висота ніжки зуба

$$h''_u = h_1 + (0,1 \dots 0,15) = 1 \text{ мм,}$$

$$\text{де } h'_1 = \frac{72 - 70,2}{2} = 0,9 \text{ мм}$$

Ширина зуба по дузі початкового кола

$$S_u = S_{em1} = 5,4422442 \text{ мм}$$

Ширина зуба по хорді початкового кола

$$B_u = 2r_u \sin \theta_u / 2 = 259,90635 \sin 0,0908458 / 2 = 5,4403352 \text{ мм},$$

де  $\theta_u$  – центральний кут зуба ролика за початковим колом:

$$\theta_u = \frac{S_u}{r_u} = \frac{5,4422442}{59,90635} = 0,0908458 \text{ рад}$$

Висновок: Отриманий теоретичний профіль зуба ролика дозволить спростити виготовлення ролика шляхом заміни теоретичного профіля зуба дугою кола. В результаті будуть отримані геометричні розміри обкатного ролика.

#### Література:

1. Равская Н.С. Основы формообразования поверхностей при механической обработке / Н.С.Равська, П.Р.Родін, Т.П.Николаєнко, П.П.Мельничук. – Житомир: ЖИТИ, 2000. – 169 с
2. Бегагоен И.А. Повышение точности и долговечности буровых машин / И.А.Бегагоен, А.И. Бойко М.: Недра, 1986 – 213с.
3. Цивінда Н.І., Чернявська О.В., Лаухіна Л.І., Пікільняк А.В., Чумаченко О.О. Забезпечення довговічності та експлуатаційної надійності бурового обладнання методами інноваційної технології/ Качество минерального сырья. Сборник научных трудов. Т2. - Кривой Рог, 2017, м. Кривий Ріг, С.67-74