

*Матеріали III Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів.
Актуальні задачі сучасних технологій – Тернопіль 19-20 листопада 2014.*

УДК 621.81

А.Є. Дячун, канд. техн. наук, Л.О. Підгайна

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

**ДОСЛІДЖЕННЯ СИЛОВИХ ПАРАМЕТРІВ СПОСОБУ ВИГОТОВЛЕННЯ
ГВИНТОВИХ ГОФРОВАНИХ ЗАГОТОВОК**

A.Ye. Dyachun, Ph.D., L.O. Pidhayna

**RESEARCH OF PROCESS' POWER CHARACTERISTICS FOR MANUFACTURE
OF SCREW CORRUGATED BLANKS**

Гвинтові гофровані заготовки (ГГЗ) мають широке використання в агропромисловому комплексі та інших галузях народного господарства, зокрема їх використовують в теплообмінниках, в пристроях для змішування сипких речовин, в генераторах, нагрівачах тощо. Одним із основних способів виготовлення ГГЗ є навивання гофрованої стрічки на оправку. Недоліком цього способу є низька універсальність, оскільки для кожного типорозміру ГГЗ потрібно виготовляти нову оправку. Тому виникає необхідність у застосуванні нових способів виготовлення ГГЗ та у дослідженні геометричних та силових показників цих способів. Нами запропоновано новий спосіб виготовлення ГГЗ методом прокатування і завивання, що має схожі ознаки із методом навивання на оправку.

Схема способу виготовлення ГГЗ прокатуванням і завиванням, а також пристрій для його реалізації представлені на рисунку 1. Спосіб виконується наступним чином. ГГЗ виготовляється із стрічки 1 шириною B , яка подається по напрямній 2 в зазор між циліндричними формувальними колесами 3, 4 з рівномірно виконаними по колу формувальними зубами 5. Формувальні колеса 3 кінематично зв'язані між собою за допомогою зубчастих коліс 6 і обертаються в протилежні сторони із частотою обертання ω , при цьому вони деформують стрічку 1 у гофровану стрічку з кроком гофр рівним кроку розміщення формувальних зубів. При виході із зони деформації формувальними колесами 3 гофрована стрічка піддається деформації в горизонтальній площині під дією ролика 8, внаслідок чого проходить формування ГГЗ 9. Ролик 8 вільно обертається навколо своєї вісі і має можливість здійснювати зворотно-поступальний рух у горизонтальній площині. При подальшому просуванні ГГЗ піддається калібруванню на крок за допомогою клина 10, під час цього переходу відбувається деформація ГГЗ у вертикальній площині. Кут нахилу клина можна змінювати, в залежності від необхідного кроку ГГЗ. Оскільки під час виготовлення ГГЗ цим способом відбувається зміщення стрічки із зони деформування формувальними колесами у горизонтальній площині, на одному із коліс виготовлено упорне кільце 7. Для вільного виходу гофрованої стрічки із зони деформування формувальними колесами, на одному із них формувальні зуби виконані під кутом $\beta = 10-15^\circ$ відносно вісі обертання формувального колеса. Даний спосіб має перевагу, що пов'язана з можливістю виготовлення ГГЗ широкого діапазону радіусів завивання.

Основними параметрами, які розглядаються при проектуванні пристроїв для прокатування стрічки формувальними колесами, є радіальна сила деформації P_r та необхідний крутильний момент M_k на формувальних колесах. Згідно експериментальних даних радіальна сила деформації P_r досягає свого максимуму при найбільшій глибині деформування стрічки, тобто коли центральна вісь зуба проходить через центр протилежного формувального колеса, тому розрахунок ведемо для цього випадку. В даному випадку розглядаємо кромки зубів циліндричної форми, оскільки вони

найчастіше використовуються і мають найменший вплив при утворенні дефектів, пов'язаних із розривом матеріалу, чи пошкодження поверхневого шару стрічки. Остаточно радіальну силу деформації P_r знаходимо за виразом:

$$P_r = \frac{M_\delta}{4 \cdot \left(\frac{T}{2} - 2 \cdot r_1 \cdot \sin(\beta_c) \right)} \cdot \left(1 + \frac{\mu_s \cdot \operatorname{tg}(\beta_c)}{2} \right), \quad (1)$$

де M_δ – момент деформації стрічки, Н·м; T – крок розміщення зубів, мм; r_1 – радіус заокруглення кромки зубів, мм; β_c – середній кут контакту стрічки з кромкою зуба, град; μ_s – коефіцієнт тертя між стрічкою і кромкою зуба.

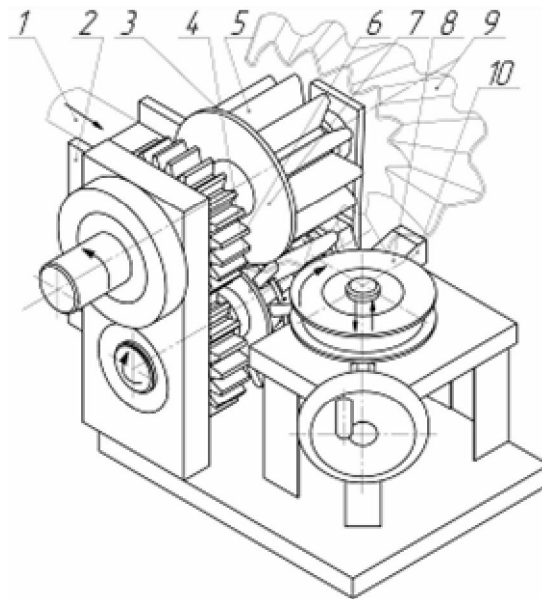


Рис. 1. Пристрій для виготовлення ГГЗ способом прокатування і завивання

Оскільки однією із основних геометричних характеристик гофрованої стрічки є висота гофри, знайдемо зв'язок середнього кута контакту стрічки з кромкою зуба β_c та середньою глибиною деформації H_c :

$$H_c = \left(\frac{T}{2} - 2 \cdot r_1 \cdot \sin(\beta_c) \right) \cdot \operatorname{tg}(\beta_c) + 2 \cdot r_1 \cdot (1 - \cos(\beta_c)) + s \cdot (\cos(\beta_c) + \sin(\beta_c) - 1). \quad (2)$$

Крутильний момент M_k визначаємо за формулою:

$$M_k = \left(N + F_{T7} + \frac{P_2 \sin\left(\beta_c + \frac{\theta}{2}\right)}{2 \cos \beta_c} \right) \cdot \left(R_1 - \frac{r_1}{2} \right), \quad (3)$$

де N – сила подачі гофрованої стрічки на завивання, Н; F_{T7} – сила тертя між гофрованою стрічкою і напрямною, Н; P_2 – сила деформації стрічки, Н; R_1 – зовнішній радіус формувальних зубів, мм.

Висновок. Виведені аналітичні залежності дають можливість визначити силові параметри виготовлення ГГЗ.