

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.

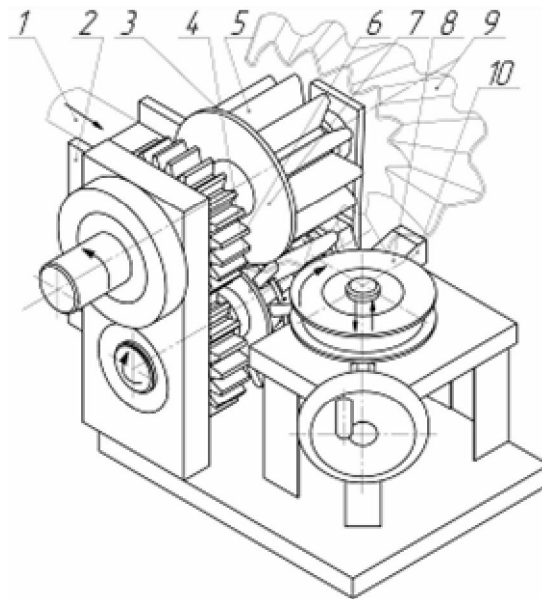


Рис. 1. Пристрій для виготовлення ГГЗ способом прокатування і завивання

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.