

УДК 621.867

Б.М. Гевко, проф., д-р техн. наук, А.Є. Дячун, канд. техн. наук, Р.Р. Івасечко, інж.
Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя

Відпрацювання гвинтових робочих органів машин на технологічність конструкцій

Розроблена конструкція гвинтового робочого органу підвищеної міцності експлуатаційної надійності і довговічності. Приведені шляхи підвищення міцності і експлуатаційної надійності і довговічності гвинтових механізмів машин. Виведені аналітичні залежності для визначення цих параметрів.

конструкція, гвинтові робочі органи, надійність, довговічність, підвищена міцність

Гвинтові механізми машин (ГММ) отримали широке застосування у всіх галузях народного господарства завдяки концентрації різних операцій у поєднанні з транспортуванням. До таких операцій належать транспортування, завантаження-розвантаження, подрібнення, змішування, пресування, очищення і зендрування шкіри, видавлювання соків та багато іншого.

Специфіка їх роботи зумовлена різноманітністю операцій технологічних процесів, а також регіональними властивостями транспортуючих матеріалів, номенклатурою і конструктивними параметрами.

Відпрацювання ГММ на технологічність присвячені роботи вчених Амирова Ю.Д.[1], Шатуновского Г.М.[2], Григорьева А.М. [3], Германа Х. [4], Гевко Б.М. [5] та багатьох інших. Однак цілий ряд питань пов'язаних з різними технологічними процесами, які забезпечують підвищення експлуатаційної надійності і довговічності ГММ, вимагають своїх подальших досліджень.

Метою роботи є відпрацювання ГММ на технологічність конструкції та забезпечення відповідної міцності, експлуатаційної надійності і довговічності на стадії проектування, виготовлення, експлуатації і ремонту.

Робота виконується згідно Постанови Кабінету Міністрів України “Про розвиток сільськогосподарського машинобудування і забезпечення агропромислового комплексу конкурентноздатною технікою” на 2010...2015 роки.

Технологічність конструкції гвинтових робочих органів (ГРО) машин – це сукупність властивостей, які визначають його пристосованість до досягнення оптимальних витрат у процесі виробництва, міцності, експлуатації та ремонту для заданих показників якості й умов виконання своїх функцій. Технологічність конструкцій виробу (ТКВ) – це зручність і легкість його реалізації, які дозволяють виконати процес, що забезпечує отримання заданих результатів з найменшими витратами живої та опрідметненої праці. ТКВ в основному залежить від п'яти груп факторів: властивостей виробу, заданої якості, умов виконання робіт у виробництві, експлуатації та ремонті. Загалом система показників ТКВ охоплює 9 груп факторів і описується 51 загальним і понад 100 частковими коефіцієнтами [2]. У цілому система оцінок являє собою граф-дерево показників і коефіцієнтів, яке постійно збільшується і доповнюється, бо кількість ознак предмета й умов користування ним є нескінченним.

Різноманітність вимог до технологічного формування конструктивних параметрів (ГРО) призводить до необхідності впорядкування великої кількості

варіантів технологічних процесів (ТП), серед яких існують оптимальні за відповідними критеріями якості. Вони відрізняються один від одного не лише за різновекторністю напрямлення, кількістю та конструкцією елементів (схем формотворень, конструкцій устаткування й спорядження), а також характером зв'язків між ними та іншими показниками. Однак, незважаючи на те, що ТП в основному визначаються параметрами ГРО, які виготовляються з гвинтових заготовок (ГЗ), необхідно відзначити існування спільних ознак. Це дає можливість розрізнити конструкції інструментів за типом кінематичного зв'язку системи “ГЗ – інструмент”, та виділити 8 основних ТП, які диференційовані за характерними ознаками виконання основної операції формоутворення гвинтових деталей і визначені на основі особливостей топології формозмінних та обмежуючих конструктивних параметрів робочих елементів технічних систем [2].

ГОСТ 14201-83 встановлює показники, відповідно до яких здійснюється комплекс заходів із забезпечення необхідного рівня технологічності конструкції ГРО. Найважливіші з цих показників є трудомісткість і собівартість виготовлення, коефіцієнт використання матеріалу та матеріаломісткість.

Для дослідження технологічності конструкції ГРО, яка виражається у трудомісткості та собівартості виготовлення, надійності і довговічності в роботі, необхідно проаналізувати найпрогресивніші технологічні процеси їх виготовлення, зробити порівняння і вибрати найбільш економічний і ефективний. До цього необхідно розглянути основні способи їх виготовлення із заданими конструктивними параметрами, вартість використання технологічного обладнання, трудомісткість і енергоємність. Технологія виготовлення робочих органів ГРО, і зокрема гвинтових стрічок, суттєво впливає на зміну їх конструктивних параметрів і техніко-економічні показники.

На стадії технічного проекту формується конструкція ГРО і його складальних вузлів, визначається конструктивна форма всіх деталей, завантажувальних пристроїв, робочого органу, приводу тощо. Правильний вибір конструкції механізму, форми поверхні спіралі усуває появу й утворення так званих “мертвих зон”, які можуть виникати в процесі захоплення й транспортування матеріалів у ГРО. На цьому етапі роботи вирішуються питання технологічності способів одержання заготовок, особливо у випадку їх отримання для навивання спіралей профільної форми, а також проводиться вибір ТП обробки деталей та складання вузлів і самого ГРО.

Одним з важливих недоліків ГРО полягає в тому, що вал і ГЗ мають різний запас міцності. Так вал має запас міцності в 6...15 разів більший ніж ГЗ. Тому нами розроблена конструкція ГММ, яка усуває цей недолік.

Спосіб виготовлення гвинтових спіралей підвищеної міцності [6], який включає гнуття Ω – подібної заготовки 1 поздовж осі, в простір між ребрами якої встановлюють гвинтову стрічкову заготовку 2 заданих параметрів з радіусним заокругленням по зовнішньому діаметру рівним внутрішньому радіусу при вершині Ω – подібної заготовки відомим способом із попереднім натягом із наступним навиванням витків Ω – подібної форми на оправку на певний крок. Першою операцією є виготовлення плоскої розвертки заготовки Ω – подібної форми гвинтової спіралі певної довжини, друга операція – виготовлення двох рядів отворів 3 у плоскій розвертці заготовки Ω – подібної форми на віддалі від центральної рівною довжині півкола при вершині подальшої гвинтової спіралі в шахматному порядку з розрахунку зі зміщення двох рядів на 120° гвинтової спіралі, третя операція - формування Ω – подібного прямолінійного профілю гвинтової заготовки, четверта операція – нарізання плоскої заготовки внутрішньої гвинтової спіралі товщиною рівною внутрішньому зазору між вертикальними стінками Ω – подібної заготовки, п'ята операція - формування в цій

заготовці по верхній кромці по довжині радіусного заокруглення 4 рівного внутрішньому радіусу при вершині Ω – подібної заготовки відомим способом, шоста операція - складання Ω – подібної заготовки з плоскою заготовкою внутрішньої гвинтової спіралі; сьома операція – навивання спіралі підвищеної міцності на оправку на заданий крок відомим способом, восьма операція – токарне оброблення спарених двох бокових гвинтових канавок 5 шириною більшою товщини Ω – подібної заготовки і центральної 6 шириною більшою товщини внутрішньої гвинтової спіралі; дев'ята операція – зварювання Ω – подібної заготовки до вала 7; десята операція зварювання Ω – подібної заготовки внутрішнього гвинтового між собою через отвір 3.

Зварювання ГММ проводять півавтоматом в захисному середовищі вуглекислого або інших газів. Ця операція виконується на токарному або іншому верстаті з підгрівом зон контакту трьох елементів 1, 2 і вала 7 струмами високої частоти відомої контактної зварювальної установки.

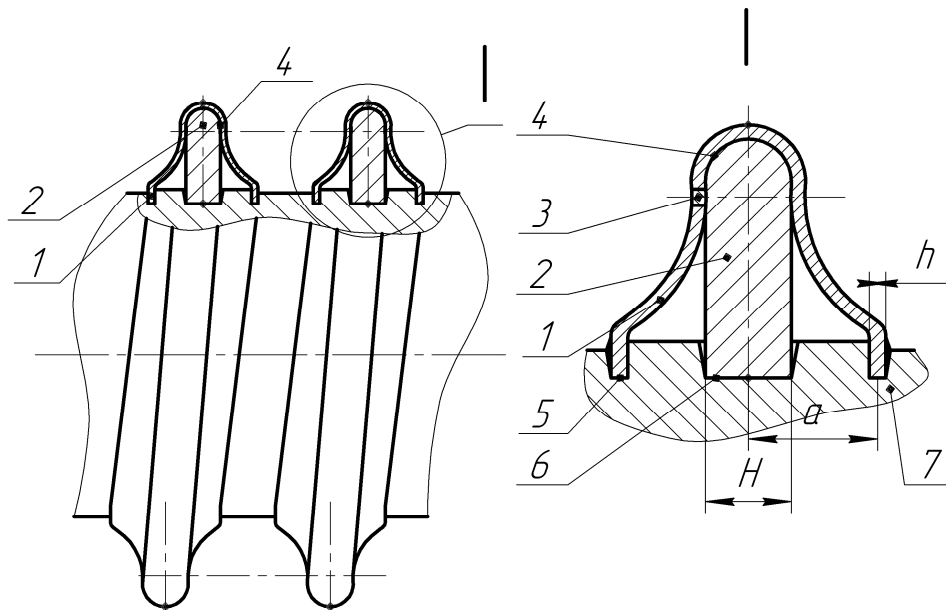


Рисунок 1 - Розрахункова схема гвинтового робочого органу підвищеної міцності, експлуатаційної надійності і довговічності для визначення коефіцієнта підсилення

Для порівняння двох варіантів конструкції існуючої і запропонованого шнека введемо коефіцієнт підсилення згідно розрахункової схеми на рисунку 1:

$$K_n = \frac{W_1}{W_2}, \quad (1)$$

де W_1 – момент опору підсиленого витка, мм^3 ;

W_2 – момент опору звичайного витка, мм^3 .

Під час роботи шнека основними є осьові навантаження, що призводять до згину витків.

Момент опору звичайного витка знаходять за формулою:

$$W_2 = \frac{L \cdot H^2}{6}, \quad (2)$$

де L – довжина робочої частини шнека, мм;

H – ширина витка шнека, мм.

Визначаємо момент опору підсиленого шнека:

$$W_1 = \frac{I_1}{a + \frac{h}{2}}, \quad (3)$$

де I_1 – момент інерції січення підсиленого витка шнека при основі, мм⁴;
 a – відстань від центральної вісі витка шнека до центральної вісі поперечного січення підсилюючого елемента, мм;

h – ширина підсилюючого елемента, мм.

Момент інерції січення підсиленого витка шнека визначають з залежності:

$$I_1 = \frac{LH^3}{12} + \frac{Lh^3}{6} + 2a^2 \cdot Lh. \quad (4)$$

Тоді момент опору підсиленого витка шнека буде рівним:

$$W_1 = \frac{L \left(\frac{H^3}{12} + \frac{h^3}{6} + 2a^2 \cdot h \right)}{a + \frac{h}{2}}. \quad (5)$$

Підставляючи формули (5) і (2) у формулу (1) після скорочень і перетворень, одержуємо залежність для визначення коефіцієнта підсилення:

$$K_n = \frac{H^3 + 2h^3 + 24a^2h}{2H^2 \left(a + \frac{h}{2} \right)}. \quad (6)$$

На основі формули (6) будуюмо графік залежності коефіцієнта підсилення від ширини підсилюючого елемента (рисунку 2).

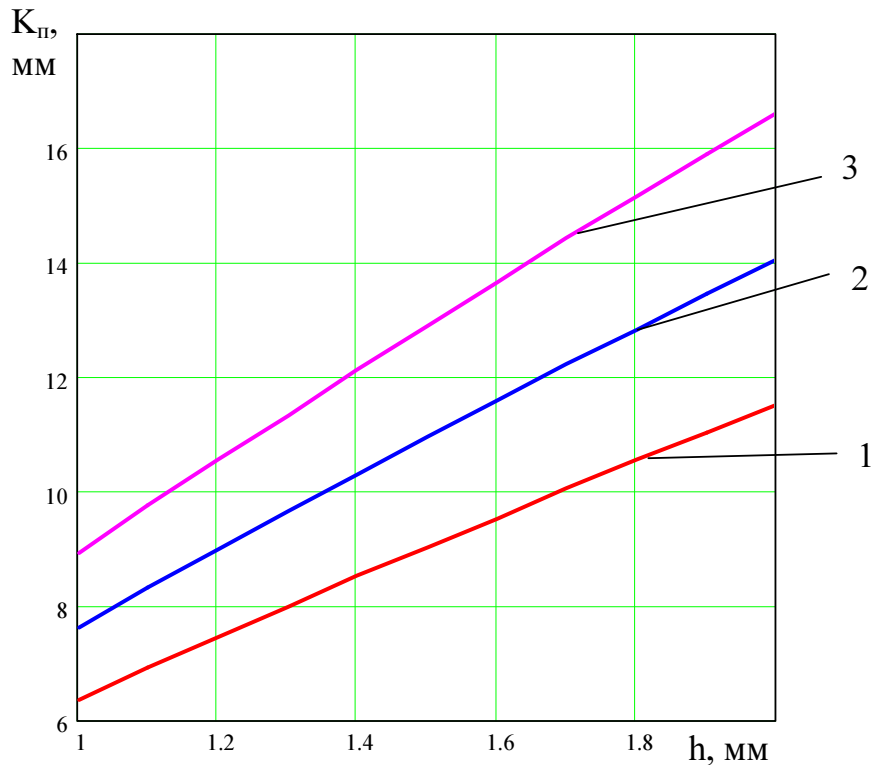


Рисунок 2 – Графік залежності коефіцієнта підсилення від ширини підсилюючого елемента:
 1 – $a=5$ мм; 2 – $a=6$ мм; 3 – $a=7$ мм

На основі проведених досліджень, можна зробити наступні висновки:

1. Приведені технологічні передумови підвищення експлуатаційної надійності і довговічності гвинтових робочих органів машин.
2. Розроблена конструкція ГММ підвищеної міцності, експлуатаційної надійності і довговічності.

Список літератури

1. Технологичность конструкции изделий. Справочник / Амиров Ю.Д. и др. – М.: Машиностроение, 1985. – 217 с.
2. Шатуновский Г.М. Технологичность конструкции и экономическая эффективность сельскохозяйственных машин / Шатуновский Г.М. – М.: Машгиз, 1963. – 328 с.
3. Григорьев А.М. Винтовые конвейеры / Григорьев А.М. – М.: Машиностроение, 1972. – 148 с.
4. Герман Х. Шнековые механизмы в технологиях ФРГ / Герман Х. - Л.: Машгиз, 1975. – 212с.
5. Механізми з гвинтовими пристроями / Гевко Б.М., Рогатинський Р.М. та інші. – Львів: Світ, 1993. – 207 с.
6. Пат. №61354 Україна, МПК В21D 11/06. Спосіб виготовлення гвинтових стрічкових робочих органів/ Гевко І.Б.; Ляшук О.Л.; заявник і патентовласник Тернопільський національний технічний університет. – №2 u2003010130; заявл. 03.01.2003; опубл. 17.11.2003, Бюл. №11.

Б. Гевко, А. Дячун, Р. Ивасечко

Обработка винтовых рабочих органов машин на технологичность конструкций

Разработана конструкция винтового рабочего органа повышенной прочности эксплуатационной надежности и долговечности. Приведены пути повышения прочности и эксплуатационной надежности и долговечности винтовых механизмов машин. Выведены аналитические зависимости для определения этих параметров.

B. Hewko, A. Dyachun, R. Ivasechko

Working screw bodies working on machines constructions manufacturability

A helical structure of the working body with increased strength of operational reliability and durability. The ways of improving durability and reliability and durability of screw machines mechanisms. The derived analytical dependences for determining these parameters.

Одержано 20.01.12