

2. Босой Е.С., Верняев О.В. Смирнов И.И. и др. Теория, конструирование и расчет сельскохозяйственной техники. - М.: Машиностроение, 1978. - 567с.

3. Гевко Р.Б. Викопувально-очисні пристрої бурякозбиральних машин (Конструювання і розрахунок). – Тернопіль: Поліграфіст, 1977. - 129с.

4. Вибрации в технике. Справочник в 6-ти томах. Под ред. Левендела Э.Э. – М.: Машиностроение, 1989. - 420с.

5. Пат. 23519 Україна. Навісна коренезбиральна машина / І.Б. Гевко, В.І. Солтисюк. - Бюл. №7, 2007.

Рецензент д.т.н., проф. Б. М. Гевко

УДК 628.91

І.Б. Гевко, к.т.н., І.Г. Ткаченко, к.т.н., Г.С. Нагорняк
Тернопільський державний технічний університет імені Івана Пулюя
А.П. Драган
Бережанський агротехнічний інститут
Н.Є. Влас
Європейський університет

ОБҐРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИГОТОВЛЕННЯ ГВИНТОВИХ РОБОЧИХ ОРґАНІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН

У статті запропоновано методику визначення економічної ефективності виготовлення нежорстких гвинтових заготовок деталей сільськогосподарських машин методами холодного навивання. Виведені аналітичні залежності для визначення економічного ефекту від впровадження розробок гвинтових робочих органів сільськогосподарських машин.

Постановка проблеми. На сучасному етапі від машинобудівної галузі з виробництва сільськогосподарських машин вимагається розширення номенклатури машин, підвищення їх продуктивності за рахунок використання прогресивних технологій виготовлення деталей, застосування нових типів механізмів, до яких, зокрема, належать механізми з гвинтовими робочими органами, виготовленими на основі гвинтових гофрованих заготовок.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Такі механізми використовуються: в сільськогосподарських машинах для змішування сипких матеріалів; в порошковій металургії, у виробництві абразивних матеріалів, в інструментальному виробництві; в кондитерській промисловості; в теплообмінниках; в протруювачах посівного матеріалу, борботачієних процесах при абразивному обробленні поверхонь; в гірничо-видобувній промисловості [1, 2, 3]. В процесі проектування окремих деталей, вузлів чи машин загалом з традиційно високими вимогами до надійності, продуктивності й інших технічних факторів усе більшого значення набувають вимоги економічного характеру: зниження собівартості виготовлення та ремонтно-відновлювальних робіт за умов розширення функціональних можливостей машини. Виконання цих вимог дозволить зменшити термін окупності машин і збільшити їх конкурентноздатність на сучасному, насиченому як вітчизняними, так і закордонними машинами, ринку товарів. Для забезпечення цих вимог важливим питанням є створення заготовок, які би служили для виробництва різних типів деталей машин.

Мета дослідження. Розробити методикy визначення економічної ефективності виготовлення нежорстких гвинтових робочих органів сільськогосподарських машин методами холодного навивання та визначити економічний ефект від використання пристроїв споряджених гвинтовими робочими органами, одержаними методами навивання з одночасним профілюванням.

Результати дослідження. Гвинтова заготовка (ГЗ) є деталлю циліндричної, конічної, еліпсоїної чи профільної форми з гвинтовою поверхнею.

Оскільки в сучасному виробництві використовуються ГЗ з великим зовнішнім і малим внутрішнім діаметрами, то коефіцієнт нерівномірності витягування, що характеризує здатність стрічки до операцій пластичного деформування, досягає великих значень, тому виробництво таких гвинтових заготовок можливе тільки з високопластичних матеріалів.

Гвинтові робочі органи сільськогосподарських машин можна виготовляти методами штампування, навивання на оправу і прокатування.

У процесі утворення ГЗ методом штампування основним недоліком є значна витрата матеріалу при вирубуванні кілець. Крім цього, якість звареної з кілець ГЗ набагато нижча, ніж суцільної гвинтової поверхні; виробництво характеризується високою

трудомісткістю і вимагає значних площ; технологія ускладнює автоматизацію процесів.

Тому більш технологічними є методи, за яких формоутворення ГЗ здійснюється зі стрічкової смуги, довжина якої забезпечує одержання хоча б однієї спіралі. Основна складність зазначених методів полягає в тому, що заготовці потрібно надати необхідну величину деформації.

Більш продуктивним є метод прокатування.

При прокатуванні стрічки між двома формувальними валками (конічної або іншої форми), які утворюють між собою клиноподібну щілину, заготовка за внутрішнім і зовнішнім діаметрами деформується по-різному, що призводить до утворення гвинтової поверхні. Застосування цього способу порівняно із штампуванням дозволяє зменшити трудомісткість в середньому на 40-50 %, а витрату матеріалів на 30-60 %.

Прокатування гвинтових стрічок можна проводити в чотиривалкових, двовалкових станах і в пристроях з консольним розміщенням валків. За температурним станом заготовок прокатування поділяють на холодне і гаряче. За умовами формоутворення розрізняють прокатування по всій ширині смуги, з недеформованою зоною, з гальмуванням по внутрішньому ребру, з радіальним обтисканням смуги в зоні формоутворення і поза нею. За розміщенням робочих валків поділяють на прокатування з паралельним розміщенням осей валків, перехресними і осями, що перетинаються. За конструктивним виконанням валків розрізняють прокатування суцільними і складеними валками. Технологічні схеми прокатування спіралей шнеків представлені в табл. 1 [4].

До недоліків методу прокатування слід віднести складність обладнання і труднощі, пов'язані з отриманням спіралей з малим внутрішнім діаметром.

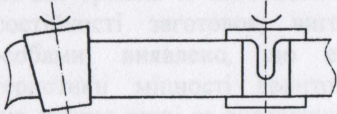
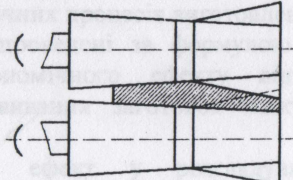
Серед методів навивання відомі такі (рис.): навивання заготовки заданого кроку на оправу; щільне навивання стрічки на оправу; навивання стрічки на оправу з безперервним її сходженням із робочої зони; профільне навивання.

Вказаними методами можна одержати гвинтові заготовки в широкому діапазоні зміни їх параметрів. Виробництво деталей з гвинтовими елементами із заготовок виготовлених навиванням більш економічним, ніж одержання їх із кільцевих штампованих заготовок за будь-яких обсягів випуску в умовах різних видів виробництва.

У зв'язку з тим, що процес згинання широких стрічок на ребро недостатньо стійкий, для їх навивання необхідно мати спеціальні

пристрої. Дослідження дискретного та неперервного щільного навивання витків із наступним їх розтягуванням показали, що вказаними методами можна отримати спіралі в широкому діапазоні зміни їх параметрів. Розрізняють такі способи навивання стрічки на оправу: дискретний (на оправу навивають гвинтову стрічку, що дорівнює довжині однієї спіралі) і неперервний (на оправу навивають спіраль, довжина якої регламентується довжиною заготовки або можливостями устаткування). Неперервний передбачає розрізання виробів на задану довжину за ходом процесу [4].

Таблиця 1. Технологічні схеми виготовлення спіралей шнеків методом холодного прокатування

№	Характеристика схеми	Схема прокатування спіралей шнеків
1	Прокатування з попереднім обтисканням за зовнішнім діаметром	
2	Прокатування з утворенням виїмок за зовнішнім діаметром	
3	Прокатування з гофруванням за внутрішнім діаметром	
4	Прокатування з гофруванням за внутрішнім діаметром	

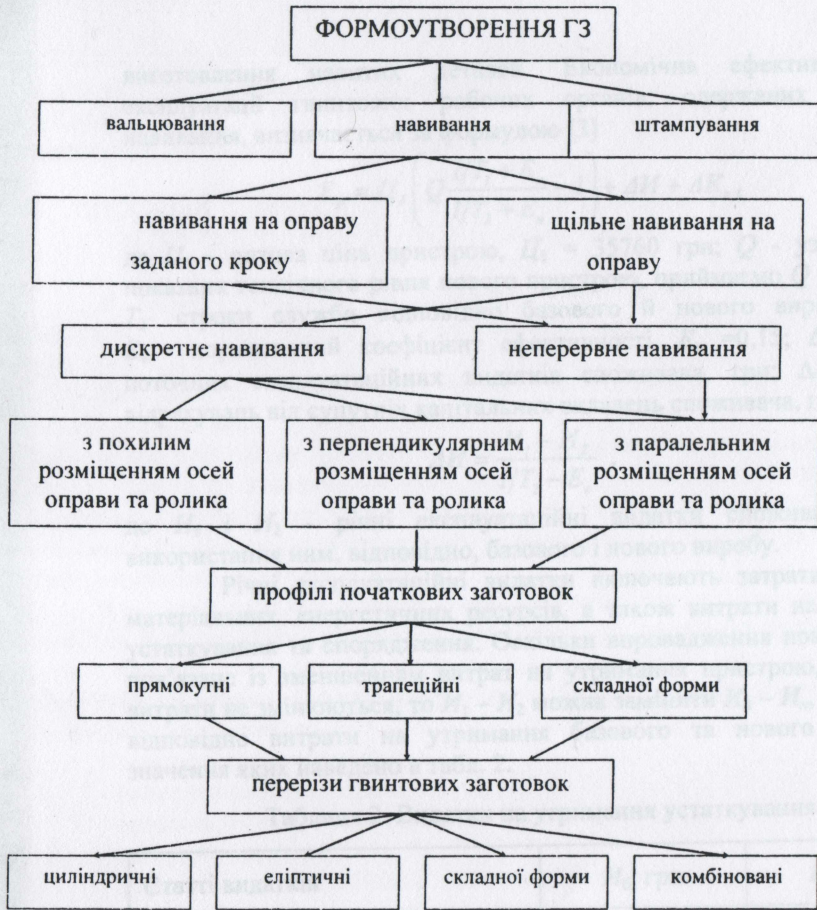


Рис. Методи навивання гвинтових заготовок на оправу

Економічний ефект від застосування технологічних процесів виготовлення нежорстких гвинтових сільськогосподарських деталей машин методами холодного навивання визначається за формулою [3]:

$$E = (C_1 - C_2)A - E_n K, \quad (1)$$

де C_1 - наявна технологічна собівартість виготовлення однієї деталі; A - річна програма випуску деталей; C_2 - технологічна собівартість виготовлення однієї деталі методом навивання на оправу;

E_n - нормативний коефіцієнт економічної ефективності технології;
 K - грошові витрати, пов'язані із впровадженням нової технології.

Остаточне рішення про впровадження як запропонованого, так і будь-якого іншого технологічного процесу виготовлення деталей приймають на основі розрахунків економічної ефективності. Важливим показником є річний економічний ефект. Проте, відомий порядок його визначення, що базується на різниці наведених витрат, не завжди забезпечує об'єктивність результатів. Адже прогресивніші технологічні процеси вимагають збільшення поточних витрат, які компенсуються поліпшенням експлуатаційних та якісних параметрів.

Вивчення впливу різних технологічних і конструктивних параметрів на процеси навівання дозволило розробити нові конструкції окремих вузлів та пристроїв для безперервного навівання, розточування гвинтових робочих органів із необхідною точністю. У процесі дослідження зносостійкості заготовок, виготовлених за різними схемами й способами, виявлено, що експлуатаційні характеристики та характеристики міцності гвинтових деталей, одержані методами навівання значно вищі за аналогічні, виготовлені методами литва. У зв'язку з цим річний економічний ефект від впровадження навівання НГЗ на оправу можна визначити за залежністю подібною до (4)

$$E = [(P_1 - P_2)A - E_n(K_1 - K_2)], \quad (2)$$

де P_1, P_2 - прибуток на одиницю продукції відповідно до і після впровадження нового технологічного процесу виготовлення гвинтових заготовок; K_1, K_2 - питомі грошові капіталовкладення на одиницю продукції, відповідно, до і після впровадження нового технологічного процесу.

Переваги показника прибутку, який використовується в розрахунках річного економічного ефекту, полягають у тому, що він порівняно із собівартістю продукції повніше відображає економічну ефективність нових технологічних процесів виготовлення продукції.

Проте розрахунки, проведені за формулою (2) показують, наприклад, що сума економічного ефекту від впровадження технологічного процесу навівання заготовок нижча порівняно з литвом.

Тому економічний ефект у розглядуваному випадку проявляється в покращенні виробничих та експлуатаційних характеристик нежорстких гвинтових заготовок деталей сільськогосподарських машин, а відповідно пристроїв і механізмів, ними споряджених і становить частину господарського ефекту, одержаного в результаті застосування прогресивних технологій

виготовлення навитих деталей. Економічна ефективність від експлуатації гвинтових робочих органів, одержаних методами навивання, визначається за формулою [3]

$$E_p = C_1 \left(Q \frac{1/T_1 + E_n}{1/T_2 + E_n} - 1 \right) + \Delta И + \Delta K_c, \quad (3)$$

де C_1 - оптова ціна пристрою, $C_1 = 35760$ грн; Q - узагальнений показник технічного рівня нового пристрою, приймаємо $Q = 1,06$; T_1 і T_2 - строки служби відповідно базового й нового виробу, років; E_n - нормативний коефіцієнт ефективності, $E_n = 0,15$; $\Delta И$ - зміна поточних експлуатаційних видатків споживача, грн; ΔK_c - зміна відрхувань від супутніх капітальних вкладень споживача, грн.

$$\Delta И = \frac{И_1 - И_2}{1/T_2 - E_n}, \quad (4)$$

де $И_1$ і $И_2$ - річні експлуатаційні видатки споживача у разі використання ним, відповідно, базового і нового виробу.

Річні експлуатаційні видатки включають затрати трудових, матеріальних, енергетичних ресурсів, а також витрати на утримання устаткування та спорядження. Оскільки впровадження нового виробу пов'язане із зменшенням витрат на утримання пристрою, а всі інші витрати не змінюються, то $И_1 - И_2$ можна замінити $И_б - И_n$, де $И_б$ і $И_n$ - відповідно витрати на утримання базового та нового пристрою, значення яких наведено в табл. 2.

Таблиця 2. Видатки на утримання устаткування

Статті видатків	$И_б$, грн	$И_n$, грн
Технічне обслуговування	120	120
Поточний ремонт	160	80
Капітальний ремонт	80	130
Усього:	340	230

Згідно даних таблиці $\Delta И = 257,42$ грн.

Зміна відрхувань рівна

$$\Delta K_c = \frac{E_n (K_{c1} - K_{c2})}{1/T_2 + E_n}, \quad (5)$$

де K_{c1} і K_{c2} - супутні капіталовкладення споживача, пов'язані з використанням відповідно базового й нового пристрою.

$$K_c = K - C(1 + k_{mv}), \quad (6)$$

де K - загальні капіталовкладення, грн;

Π - оптова ціна виробу, для нового робочого органу $\Pi = 39710$ грн;

$k_{\text{тм}}$ - коефіцієнт транспортно-монтажних витрат, $k_{\text{тм}} = 0,1$.

Враховуючи, що повні капіталовкладення виробника для базового та нового виробу однакові, отримаємо:

$$K_{c_1} - K_{c_2} = K - 1,1\Pi_1 - K + 1,1\Pi_2 = 1,1(\Pi_2 - \Pi_1) = 1,1 \cdot 3950 = 4345 \text{ грн};$$

$$\Delta K_c = \left(\frac{0,15 \cdot 4345}{0,65} \right) = 1002 \text{ грн.}$$

Підставимо всі знайдені значення у формулу (3) і отримаємо річний економічний (експлуатаційний) ефект від використання пристроїв споряджених гвинтовими робочими органами, одержаними методами навивання з одночасним профілюванням, який становить

$$E_p = 35760 \cdot \left(1,06 \frac{1,15}{0,65} - 1 \right) + 257,42 + 1002 = 3256,2 \text{ грн.}$$

Висновки. 1. Проаналізовано технології виготовлення гвинтових гофрованих заготовок для робочих органів сільськогосподарських машин.

2. Запропоновано методику визначення економічної ефективності виготовлення гвинтових робочих органів сільськогосподарських машин методами холодного навивання.

3. Визначено річний економічний ефект від використання пристроїв споряджених гвинтовими робочими органами, одержаними методами навивання з одночасним профілюванням.

Література

1. Барташев Л.В. Техничко-экономические расчеты при проектировании производстве машин. - М.: Машиностроение, 1973. - 354с.

2. Шатуновський Г.М. Технологические конструкции и экономическая эффективность сельскохозяйственного машиностроения. - М.: Машгиз, 1962. - 328с.

3. Гевко Б.М. Технологические основы выбора конструктивных параметров шнеков // Изв. вузов. Машиностроение, 1982. - № 5. - С. 148 - 151.

4. Драган А.П. Технологічне забезпечення виготовлення гвинтових гофрованих заготовок. Дис... канд. тех. наук: 05.02.08. - Тернопіль, 2007.- 183с.

Рецензент д.т.н., проф. Б. М. Гевко