

**Маруніч О.П.**

Тернопільський національний  
технічний університет  
імені Івана Пулюя,  
м. Тернопіль, Україна

**ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ  
ПРОЦЕСІВ ЗМІШУВАННЯ СИПКИХ МАТЕРІАЛІВ**

УДК 631.358.42

*У статті представлено техніко-економічне обґрунтування процесів змішування сипких матеріалів. Розроблено модель вибору конструктивних конвеєрів для змішування сільськогосподарських матеріалів з урахуванням можливих обсягів витрат, що виникають внаслідок сукупних витрат, які включають собівартість виготовлення, експлуатації, технічний огляд і ремонт. Обґрунтовано, що вибір варіанта конструкції робочих органів в першу чергу залежить від характеру виконання процесу і навантаження на робочий орган.*

**Ключові слова:** *техніко-економічне обґрунтування, процеси, змішування, експлуатаційні витрати.*

**Вступ.** На даний час проектування та розрахунок транспортно-технологічних механізмів проводиться за типовими схемами без врахування особливостей та специфіки виробництва, зокрема сільськогосподарського.

Сучасний етап розвитку транспортно-технологічних механізмів неперервної дії сільськогосподарського призначення вимагає пошуку нових шляхів покращення технологічних і експлуатаційних параметрів робочих органів, які дають змогу підвищити продуктивність та покращити якість транспортних процесів із метою зменшення травмування насінневих матеріалів.

Питанням конструювання механізмів з гвинтовими робочими органами присвячені роботи П.М. Василенка, А.А.Вайнсона, А.А. Омельченка, А.М. Григор'єва, П.А. Преображенського, Р.Л. Зенкова, В.Г. Іванова, Б.М. Гевка, Р.М. Рогатинського, І.Б. Гевко та багато інших. Проте питанню, що пов'язане з особливостями економічного обґрунтування вибору конвеєрів для транспортування-змішування сипких вантажів, не приділялось належної уваги й воно потребує подальшого дослідження.

**Постановка проблеми.** Метою статті є економічна оцінка вибору конвеєрів для транспортування-змішування сипких вантажів.

**Результати дослідження.** Для обґрунтування вибору транспортерів для транспортування-змішування сипких вантажів проведемо їх порівняльний техніко-економічний аналіз.

Механізми з гвинтовими робочими органами отримали широке застосування у всіх галузях народного господарства завдяки концентрації різних операцій у поєднанні з транспортуванням. Специфіка їх роботи зумовлена різноманітністю операцій технологічних процесів, а також регіологічними можливостями транспортуючих матеріалів, номенклатурою і конструктивними параметрами.

На рис. 1. представлена структурна схема ГК з жорстким валом з розширеними технологічними можливостями змішування, а на рис 2. гвинтові робочі органи для виконання різних технологічних операцій, з різними конструктивними елементами.

При розрахунку конструкцій конвеєрів слід враховувати, що їх собівартість залежатиме від типу виробництва, вартості купівлі чи виготовлення окремих конструктивних елементів (КЕ), (приводів, редукторів, запобіжних чи пружних муфт, передач, робочих органів, жолобів, елементів керування, розвантаження, з'єднувальних та опорно-поворотних тощо), а також вартості складання самих конвеєрів. Визначення собівартості будь-якого конвеєра можна здійснювати за формулою:

$$C_B = k_{mp-3} \cdot \sum_{n=1}^m B_n + \sum_{r=1}^l C_r + \sum_{y=1}^o C_y + k_{допл} \cdot k_{доод} \cdot k_{нар} \cdot c_3 \cdot T_h, \quad (1)$$

де  $k_{mp-3}$  – коефіцієнт, що враховує транспортно-заготівельні витрати,  $k_{mp-3} = 1,05 \dots 1,15$ ;  $B_n$  – вартість стандартних КЕ, що закуповуються (електродвигунів, редукторів, елементів керування тощо), грн.;  $C_r$  – собівартість типових КЕ, що виготовляються із сортового металопрокату (жолобів, елементів розвантаження, з'єднувальних та опорно-поворотних елементів тощо), грн.;  $C_y$  – собівартість оригінальних КЕ (робочих органів, спеціальних муфт тощо), грн.;  $m, l, o$  – відповідно кількість стандартних, типових і оригінальних КЕ, шт.;  $k_{допл}$  – коефіцієнт доплат,  $k_{допл} = 1,25 \dots 1,3$ ;  $k_{доод}$  – коефіцієнт додаткової заробітної плати основних робітників,  $k_{доод} = 1,03 \dots 1,1$ ;  $k_{нар}$  – коефіцієнт, що враховує відрахування на соціальне страхування,  $k_{нар} = 1,38 \dots 1,39$ ;  $c_3$  – середньозважена погодинна тарифна ставка основних робітників, які зайняті складанням конвеєра, грн.;  $T_h$  – трудомісткість складання і налагодження конвеєра, нормо/год.

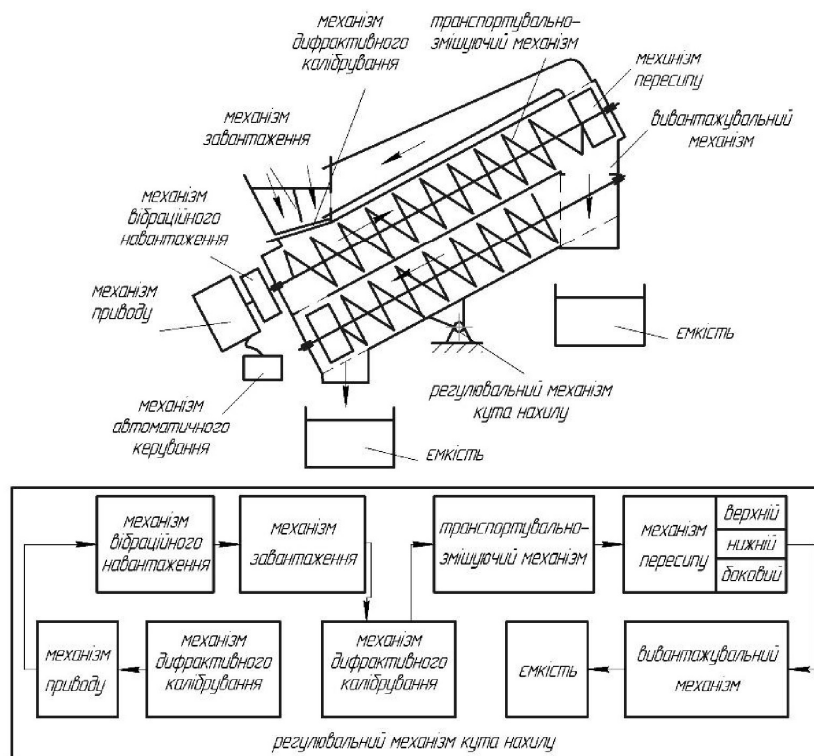


Рис. 1 – Структурна схема гвинтових конвеєрів з розширеними технологічними можливостями

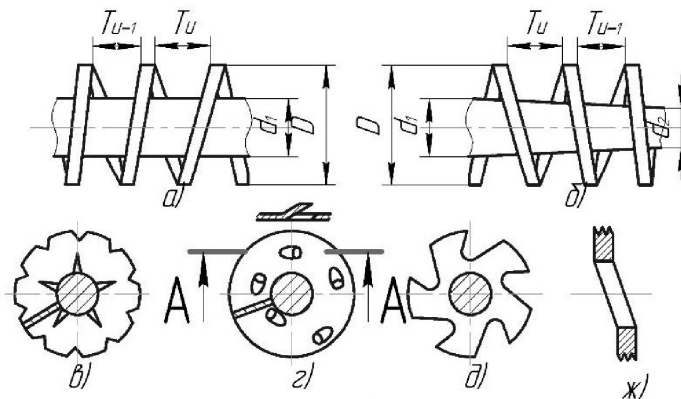


Рис. 2 – Гвинтові робочі органи

- а) циліндричні б) циліндричні з конічними валами; в) профільні; г) подрібнювачі з внутрішніми отворами; д) подрібнювачі; ж) подрібнювач із зовнішніми зубами

Часткові рішення при визначенні собівартості окремих видів конвеєрів є наступними (у приведених формулах вартість запобіжних чи пружних муфт є стандартними, але слід враховувати, що вони можуть бути також і типовими чи оригінальними КЕ):

- визначення собівартості жорсткого складного гвинтового конвеєра (ГК) можна проводити за формулою:

$$C_{ГК} = k_{mp-3} \cdot (B_{nГ1} + B_{nГ2} + B_{nГ3} + B_{nГ4}) + i_{ГК} \cdot C_{rГ5} + C_{rГ6} + C_{rГ7} + i_{ГК} \cdot C_{yГ8} + k_{донл} \cdot k_{дод} \cdot k_{нар} \cdot c_3 \cdot T_h, \quad (2)$$

де  $B_{nГ1}$  – вартість приводу (електродвигуна), грн.;  $B_{nГ2}$  – вартість передачі чи редуктора, грн.;  $B_{nГ3}$  – вартість запобіжної (пружної) муфти, грн.;  $B_{nГ4}$  – вартість елементів керування, грн.;  $i_{ГК}$  – кількість жолобів (шнеків), шт.;  $C_{rГ5}$  – собівартість жолоба, грн.;  $C_{rГ6}$  – собівартість елементів завантаження, пересипу і розвантаження, грн.;  $C_{rГ7}$  – собівартість з'єднувальних та опорно-поворотних елементів, грн.;  $C_{yГ8}$  – собівартість жорсткого шнека ГК, грн.;

Витрати на технічний огляд і ремонт конвеєрів за весь термін експлуатації укрупнено визначаються за формулою [1-2]:

$$C_{ТО} = \sum_{t=1}^x (C_B \cdot k_{nc} \cdot k_{нод} \cdot k_{нр}) / (1+u)^t, \quad (3)$$

де  $k_{nc}$  – коефіцієнт переводу виробничої собівартості у повну (враховує величину адміністративних і позавиробничих витрат),  $k_{nc} = 1,1 \dots 1,7$ ;  $k_{нод}$  – коефіцієнт, що враховує величину податку на додану вартість;  $k_{нр}$  – коефіцієнт річного відрахування на ТО і ремонт,  $k_{нр} = 1,05 \dots 1,2$ .

Економічний ефект від застосування нової конструкції змішувача сипких матеріалів визначається за формулою [2, 4]

$$E = (C_1 - C_2)A - E_n \hat{E}, \quad (4)$$

де  $C_1$  - наявна технологічна собівартість виготовлення однієї деталі;  $A$  - річна програма випуску деталей із застосуванням нового технологічного процесу;  $C_2$  - технологічна собівартість виготовлення однієї деталі методом навивання на оправу;  $E_n$  - нормативний коефіцієнт економічної ефективності технологічного процесу;  $K$  - грошові витрати, пов'язані із впровадженням нової технології.

Остаточне рішення про впровадження як запропонованого, так і будь-якого іншого механізму або машини 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. Очевидно, що прогресивніші технологічні процеси вимагають підвищення поточних витрат, які компенсуються покращенням експлуатаційних та якісних параметрів.

Вивчення впливу різних технологічних і конструктивних параметрів на процеси змішування дозволило розробити нові конструкції деяких вузлів змішувачів що забезпечить змішування з необхідною якістю. У зв'язку з цим річний економічний ефект від впровадження запропонованого змішувача порівняно з іншими можна визначити за аналогічною (4) формулою

$$E = [(I_1 - I_2)A - A_i (\hat{E}_1 - \hat{E}_2)], \quad (5)$$

де  $I_1, I_2$  - прибуток на одиницю продукції відповідно до і після впровадження нового технологічного процесу виготовлення навивних заготовок;  $K_1, K_2$  - питомі грошові вкладення на одиницю продукції відповідно до і після впровадження нового технологічного процесу.

Переваги показника прибутку, який використовується у розрахунках річного економічного ефекту, полягають у тому, що він порівняно із собівартістю продукції повніше відображає результати ефективності нових видів продукції.

Проте, розрахунки, проведені за даною формулою, показують, що сума економічного ефекту від впровадження запропонованого змішувача нижча в рівнянні з іншими методами.

Тому, економічний ефект у даному випадку проявляється в покращанні виробничих та експлуатаційних характеристик процесу змішування і становить частину народногосподарського ефекту, створеного від використання таких змішувачів.

Так, наприклад, економічна ефективність від експлуатації змішувача з гвинтовим робочим органом визначається за формулою [4]

$$\dot{A}_\delta = \ddot{O}_1 \left( Q \frac{1/T_1 + E_i}{1/\dot{O}_2 + \dot{A}_i} - 1 \right) + \Delta^2 + \Delta \hat{E}_{\bar{n}}, \quad (6)$$

де  $C_1$  - оптова ціна змішувача з гвинтовим робочим органом,  $C_1=42675$  грн;  $Q$  - узагальнений показник технічного рівня нового змішувача, приймаємо  $Q=1,06$ ;  $T_1, T_2$  - терміни служби (до капітального ремонту) відповідно базового й нового виробу, років;  $T_1=2$  роки;  $T_2=3$  роки;  $E_n$  - нормативний коефіцієнт ефективності,  $E_n=0,15$ ;  $\Delta I$  - зміна потокових експлуатаційних витрат споживача, грн;  $\Delta K_c$  - зміна відрахувань від супутніх капітальних вкладень споживача

$$\Delta I = \frac{I_1 - I_2}{1/T_2 - E_n}; \quad (7)$$

де  $I_1$  і  $I_2$  - річні експлуатаційні витрати споживача при використанні ним відповідно базового й нового виробу.

Річні експлуатаційні витрати охоплюють затрати трудових, матеріальних, енергетичних ресурсів і витрати на утримання устаткування й спорядження. Оскільки при впровадженні нового виробу зменшуються лише витрати на утримання змішувача з гвинтовим робочим органом, а всі інші витрати не змінюються, то  $I_1$  і  $I_2$  можна замінити  $I_{об1}$  і  $I_{об2}$ , де  $I_{об1}$  і  $I_{об2}$  - відповідно витрати на утримання базового нового змішувача, значення яких наведені в табл. 1.

Таблиця 1

**Витрати на утримання устаткування**

Статті витрат	$I_{об1}$ , грн	$I_{об2}$ , грн
На технічне обслуговування	180	160
Біжучий ремонт	200	140
Капітальний ремонт	180	150
Усього:	560	450

Згідно з табличними даними

$$\Delta^2 = \frac{560 - 450}{0,48} = 229,17$$

$$\Delta \hat{E}_{\bar{n}} = \frac{E_i (\hat{E}_{\bar{n}1} - \hat{E}_{\bar{n}2})}{1/\dot{O}_2 + \dot{A}_i}, \quad (8)$$

де  $K_{c1}$  і  $K_{c2}$  - супровідні капіталовкладення споживача при використанні ним відповідно базового і нового змішувача,  $K_c = K - C(1 + k_{mm})$ ; де  $K$  - повні капіталовкладення, грн;

$C$  - оптова вартість виробу, для нового робочого органу  $C_2=44010$  грн;  $K_{mm}$  - коефіцієнт транспортно-монтажних витрат,  $K_{mm} = 0,1$ .

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

$$\hat{E}_{\bar{n}1} - \hat{E}_{\bar{n}2} = \hat{E} - 1,1\ddot{O}_1 - \hat{E} + 1,1\ddot{O}_2 = 1,1(\ddot{O}_2 - \ddot{O}_1) = 1,1 \cdot 1335 = 1468,5 \text{ грн.}$$

$$\Delta \hat{E}_{\bar{n}} = \left( \frac{0,15 \cdot 1468,5}{0,48} \right) = 458,9 \text{ грн.}$$

Річний економічний ефект від використання змішувачів оснащених гвинтовими робочими органами, виготовленими із заготовок одержаних методами навивання, становить

$$A_{\delta} = 42675 \left( 1,06 \cdot \frac{0,65}{0,483} - 1 \right) + 229,17 + 458,9 = 18889 \text{ грн.}$$

**Висновок.** Приведено техніко-економічне обґрунтування процесів змішування матеріалів. При цьому враховували повні капіталовкладення виробника для базового та нового виробу з технологічного обслуговування, біжучого і капітального ремонтів. Розрахунковий річний ефект від використання змішувачів оснащених гвинтовими робочими органами, виготовлених із заготовок одержаних методом навивання становить 18889 грн.

### Література:

1. Гевко І. Б. Організація виробництва: теорія і практика: підручник / І. Б. Гевко, А. О. Оксентюк, М.П. Галушак. – К.: Кондор, 2008. – 178 с.
2. Гевко І. Б. Управління процесом розробки і освоєння виробництва нових виробів: підручник / І. Б. Гевко, Б. М. Гевко. – Тернопіль: ТДГУ імені Івана Пулюя, 2010. – 199 с.
3. Рогатинський Р. Модель конструювання і вибору гвинтових конвеєрів з розширеними технологічними можливостями / Р. Рогатинський, І. Гевко // Вісник ТНТУ. – 2012. – № 3 (67). – С.197–210.
4. Расчеты экономической эффективности новой техники. Справочник. / Подред. К.М.Великанова. Л.: Машиностроение, 1990. -488 с.

### Summary

#### Marunych O.P. Feasibility study of mixing bulk materials

*The model of choosing construction conveyers for transporting agricultural cargo along the curvilinear trajectory taking into account possible expenditures caused by the damage of cargo and total expenditures, which include manufacturing, operation. Maintenance and repair cost price has been developed.*

*The synthesis of conveyer operating members taking advantage of the hierarchic groups method and using morphological analyses has been carried out. It was interpreted, that the choice of option of the operating members desing depends first of all on the nature of the performed process and loading on the operating member. That is why for the purpose to provide the desing of the operation members, the number of construction solution options can be reduced and one may develop a great number of conveyer designs capable to operate officiently for the transporting of bulk cargo along the curvilinear trajectory.*

*It was revealed, that damage losses while transporting and transferring are in ten times greater than those of the conveyer total cost.*

**Keywords:** *feasibility study, processes, mixing, operating costs.*

**References**

1. Gevko I. B. Organizatsiya virobnitstva: teoriya i praktika: pidruchnik / I. B. Gevko, A. O. Oksentyuk, M. P. Galushchak. – K.: Kondor, 2008. – 178 s.
2. Gevko I. B. Upravlinnya protsesom rozrobki i osvoennya virobnitstva novikh virobiv: pidruchnik / I. B. Gevko, B. M. Gevko. – Ternopil': TDTU imeni Ivana Pulyuya, 2010. – 199 s.
3. Rogatins'kii R. Model' konstruyuvannya i vioru gvintovikh konveeriv z rozshirenimi tekhnologichnimi mozhlivostyami / R. Rogatins'kii, I. Gevko // Visnik TNTU. – 2012. – № 3 (67). – S.197–210.
4. Raschety ekonomicheskoi effektivnosti novoi tekhniki. Spravochnik. / Podred. K.M. Velikanova. L.: Mashinostroenie, 1990. -488 s.