

УДК 621.88

**Ів. Гевко, докт. техн. наук; О. Ляшук, канд. техн. наук; Ю.Тарасюк**

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ОБґРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ КОНВЕЄРІВ ПРИ ТРАНСПОРТУВАННІ НАСІННЄВОГО МАТЕРІАЛУ ПО КРИВОЛІНІЙНИХ ТРАСКТОРІЯХ**

*Резюме.* Запропоновано методику техніко-економічного обґрунтування транспортно-технологічних механізмів (ТТМ), що проводиться на основі їх порівняльного оцінювання з типовими представниками машин, які здійснюють однотипні операції й несуттєво відрізняються за основними параметрами. Наведено аналітичні залежності для визначення основних складових техніко-економічного оцінювання, зокрема принципи економічного розрахунку собівартості виготовлення та експлуатації ТТМ і їх елементів та економічної ефективності оцінювання нових конструкцій ТТМ.

*Ключові слова:* травмування, транспортування, трубчастий конвеєр, гвинтовий конвеєр.

**Hevko, O. Lyashuk, Y.Tarasyuk**

## **INTERPRETING OF THE ECONOMIC EFFECTIVENESS OF CONVEYORS USED FOR TRANSPORTING SEEDS ALONG THE CURVILINEAR TRACKS**

*Summary.* The main operating and loading-unloading members of most agricultural machines are their screw operating members. Their position in the transporting means is in general between 40-50% according to different sources. Their characteristic feature is that, caused by different rheological properties of cargo, which specify the nomenclature and design parameters of screws. The advantages of screw conveyors are their being easily designed and maintained, small overall dimensions loading and unloading convenience, their geometry, etc. Their disadvantages are high specific power consumption, sufficient cargo crushing and grinding, screw operating member and casing wear and their being sensible to the overloading, which result in creation of cargo blocking inside the casing.

*In spite of the fact, that the scientific papers on the screw conveyors design are available, modern requirements of the agricultural production need improvement of the available constructions and creation of totally new ones, which require certain theoretical and experimental investigations with their further technological-economic interpreting. The method of technical-economic interpreting of transporting-technological mechanisms (TTM), carried out on their comparative estimation with the conventional ones, which perform the same type operations and do not differ sufficiently in to their main operations, has been proposed in the article. Analytical dependencies for determination of main components of the technological-economic estimation, the principle of economic calculation of the manufacturing cost price, TTM and their components maintenance and operation as well as economic effectiveness of the new TTM construction estimation in particular, have been deduced.*

*The application of the tubular scraper cable conveyor for transporting seeds along the curvilinear tracks as compared with the flexible screw conveyor and flexible pneumatic conveyor was found to be very effective and makes the process be more qualitative, decrease the effect on seeds and minimize their injury.*

*Key words:* damage, transporting, tubular conveyor, screw conveyor.

### **Умовні позначення:**

$k_{mp-3}$  – коефіцієнт, що враховує транспортно-заготівельні витрати,  $k_{mp-3} = 1,05 \dots 1,15$ ;

$C_1$  – вартість привода (електродвигуна), грн.;

$C_2$  – вартість редуктора, грн.;

$C_3$  – вартість запобіжної (пружної) муфти, грн.;

$C_4$  – вартість елементів керування, грн.;

$C_5$  – вартість жолоба, грн.;

$C_6$  – вартість елементів розвантаження, грн.;

$C_7$  – вартість з'єднувальних та опорно-поворотних елементів, грн.;

$i$  – кількість передач (спеціальних зірочок з кріпленням), шт.;

$C_8$  – вартість передач, грн.;  
 $C_9$  – вартість робочого органу ТСК, грн.;  
 $k_{допл}$  – коефіцієнт доплат,  $k_{допл} = 1,25 \dots 1,3$ ;  
 $k_{доо}$  – коефіцієнт додаткової заробітної плати основних робітників,  $k_{доо} = 1,03 \dots 1,1$ ;  
 $k_{нар}$  – 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 й налагодження ТСК, нормо/год.;  
 $k_{сер}$  – коефіцієнт серійності, що враховує обсяги виготовлення КЕ, для одиничного виробництва:  $k_{сер од} = 1,25 \dots 1,5$ , для серійного виробництва:  $k_{сер с} = 1,01 \dots 1,25$ , для масового виробництва:  $k_{сер м} = 1$ ;  
 $k_{вв}$  – коефіцієнт, що враховує відношення витрат при виготовленні КЕ: виробнича собівартість / витрати на матеріали,  $k_{вв} = 1,35 \dots 2$ ;  
 $m_m$  – маса стандартного металопрокату, який використовується для виготовлення КЕ, кг;  
 $Ц_m$  – усереднена ціна стандартного металопрокату, грн.;  
 $m_e$  – маса відходів з металопрокату, кг;  
 $Ц_e$  – усереднена ціна відходів з металопрокату, грн.;  
 $k_{скл}$  – коефіцієнт, що враховує конструктивну складність виготовлення КЕ,  $k_{скл} = 1 \dots 1,5$ ;  
 $k_{дм}$  – коефіцієнт, що враховує витрати на додаткові матеріали,  $k_{дм} = 1,01 \dots 1,02$ ;  
 $l$  – кількість видів комплектуючих, які використовуються для виготовлення КЕ;  
 $n_z$  – кількість комплектуючих z-го виду, які використовуються для виготовлення КЕ;  
 $Ц_z$  – ціна комплектуючої z-го виду, грн.;  
 $q$  – кількість матеріалів, які використовуються для виготовлення КЕ;  
 $m_j$  – маса матеріалу j-го виду, який використовується для виготовлення КЕ, кг;  
 $Ц_j$  – ціна матеріалу j-го виду, який використовується для виготовлення КЕ, грн.;  
 $m_{ej}$  – маса відходів матеріалу j-го виду, кг;  
 $Ц_{ej}$  – ціна відходів матеріалу j-го виду, грн.;  
 $k_{зв}$  – коефіцієнт, що враховує загальновиробничі витрати при виготовленні КЕ,  $k_{зв} = 1,4 \dots 1,8$ ;  
 $c_1, c_2$  – середньозважена погодинна тарифна ставка основних робітників, які, відповідно, зайняті виготовленням деталей для КЕ і його складанням, грн.;  
 $w$  – кількість видів деталей, які виготовляються для КЕ;  
 $T_e$  – трудомісткість механічної обробки e-го виду деталей КЕ, нормо/год.;  
 $T_r$  – трудомісткість складання і налагодження КЕ, нормо/год.;  
 $k_{вен}$  – коефіцієнт, що враховує витрати на енергію для технологічних цілей при виготовленні КЕ,  $k_{вен} = 1,05 \dots 1,2$ .  
 $t$  – номер року використання;  
 $x$  – термін експлуатації конвеєра, роки;  
 $k_{вик}$  – коефіцієнт використання за зміну протягом року;  
 $k_{зм}$  – кількість змін використання,  $k_{зм}: 1, 2, 3$ ;  
 $k_{пот}$  – коефіцієнт використання приводів по потужності,  $k_{пот} = 0,65 \dots 0,95$ ;  
 $P_{вст}$  – сумарна потужність енергообладнання, кВт;  
 $Ц_{ен}$  – ціна одиниці енергетичних ресурсів, грн./кВт.;  
 $\Phi_{ефо}$  – ефективний фонд часу роботи на плановий період протягом зміни, год. ( $\Phi_{ефо} = 1970$  год.);  
 $c_4$  – середньозважена погодинна тарифна ставка операторів, що зайняті у виробничому процесі з використанням конвеєрів, грн.;  
 $N_{оп}$  – кількість операторів, чол.;  
 $\Phi_{ефр}$  – ефективний фонд робочого часу одного оператора, год. ( $\Phi_{ефр} = 1860$  год.);  
 $P_{пошк}$  – імовірність пошкодження частини продукції під час виконання транспортно-технологічних процесів;  
 $m_{вант}$  – маса перевантаженого вантажу протягом однієї години, кг;  
 $Ц_{ен}$  – вартість вантажу, грн./кг;  
 $N_{скл}$  – кількість працівників, що зайняті у процесі монтажу-демонтажу, чол.;  
 $N_m, N_d$  – відповідно кількість монтажів і демонтажів протягом року;  
 $T_b, T_d$  – відповідно трудомісткість одного монтажу і демонтажу, нормо/год.;  
 $u$  – ставка дисконтування,  $u = 0,2 \dots 0,4$ .  
 $k_{нс}$  – коефіцієнт переведення виробничої собівартості у повну (враховує величину адміністративних і позавиробничих витрат),  $k_{нс} = 1,1 \dots 1,7$ ;  
 $k_{нод}$  – коефіцієнт, що враховує величину податку на додану вартість;  
 $k_{нр}$  – коефіцієнт річного відрахування на технічний огляд і поточний ремонт,  $k_{нр} = 1,05 \dots 1,2$ .

**Постановка проблеми.** Ефективне використання технічних засобів у сільському господарстві впливає на позитивний розвиток як економіки держави в цілому, так і окремих господарств зокрема. Отримання добрих врожаїв і значних прибутків

господарствами напряду залежить від використання якісного насінневого матеріалу, а тому якість цих матеріалів повинна забезпечуватися на всіх етапах циклу його існування, що включають отримання насіння, його обробку, зберігання, пакування, перевантаження, транспортування та внесення в ґрунт. При цьому операції транспортування насіння (завантажувально-розвантажувальні операції) є обов'язково присутніми як допоміжні операції при виконанні усіх інших, а тому до них повинні ставитись особливі вимоги, виходячи з унеможливлення чи мінімізації пошкодження (не травмування) насінневого матеріалу.

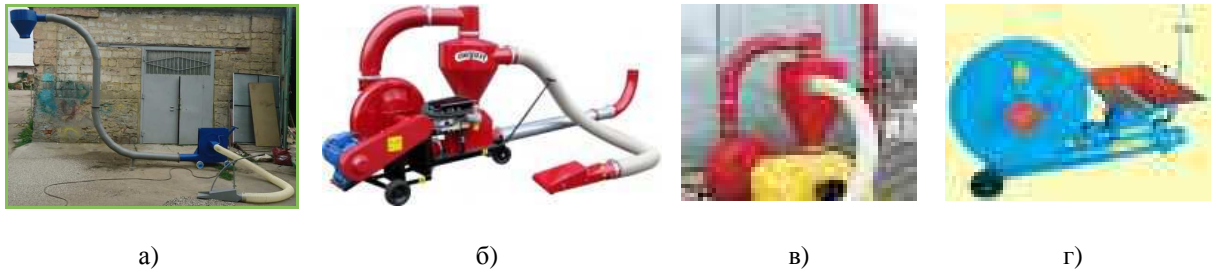
**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** У багатьох роботах розглянуто основні принципи конструювання та моделювання гвинтових конвеєрів, а саме таких авторів: П.В. Клері, Г. Хью, Г. Зарейфорус [1–3]. Роботи П.А. Преображенського, А.М. Григор'єва, С.М. Михайлова, К.Д. Вацагіна, Р.Л. Зенкова [5], Б.М. Гевка [6], Р.М. Рогатинського [6–8], О.О. Труфанова, Х.Германа, М.І. Пилипця та інші присвячені теоретичному обґрунтуванню процесу роботи гнучких гвинтових перевантажувальних механізмів, методик розрахунку їх базових параметрів, розроблення прогресивних конструкцій таких засобів механізованого транспортування сипких матеріалів по криволінійних трасах.

**Метою роботи** є розроблення методики розрахунку економічної ефективності використання сільськогосподарської техніки на основі порівняльного оцінювання конструкцій машин, що виконують подібні функції, шляхом порівняння вартості їх виготовлення, експлуатації та отриманого ефекту.

**Результати дослідження.** Найчастіше на зернопунктах та токах використовують норії, а також пластинчасті та жорсткі гвинтові конвеєри. При транспортуванні норіями травмування зернового матеріалу зводиться до мінімуму. При транспортуванні насінневого зерна жорсткими гвинтовими конвеєрами відбувається пошкодження в межах 1,2...1,75% [4]. Доведено [4], що найстійкішою до динамічних навантажень є пшениця з вологістю 18...20%, а при статичному навантаженні міцніше сухе зерно. При вологості зерна 12...14% рекомендована швидкість його транспортування гвинтовими конвеєрами знаходиться в межах 2,2...2,3 м/с, а при вологості 17...19% – до 4,1 м/с [4]. Проте дані засоби перевантаження зернового матеріалу не забезпечують його транспортування по криволінійних траєкторіях, що часто є необхідним у фермерських господарствах, токах, насінневих станціях тощо. Для забезпечення такого транспортування зернових використовують пневматичні та гнучкі гвинтові конвеєри. Проте при використанні таких засобів перевантаження пошкодження (подрібнення) насіння відбувається в межах 1,4...4% (табл.1), що є вкрай негативно. Тому для забезпечення транспортування насінневого матеріалу по криволінійних траєкторіях доцільно в сільськогосподарських підприємствах використовувати трубчасті скребкові канатні конвеєри [9], при застосуванні яких травмування насіння є значно меншим 0,37...0,5% (табл.1).

Для обґрунтування економічної ефективності використання даних конвеєрів проведемо порівняльний техніко-економічний аналіз трубчастих скребкових канатних, пневматичних і гнучких гвинтових конвеєрів. Спочатку визначимо вартість цих конвеєрів, а також інші фактори.

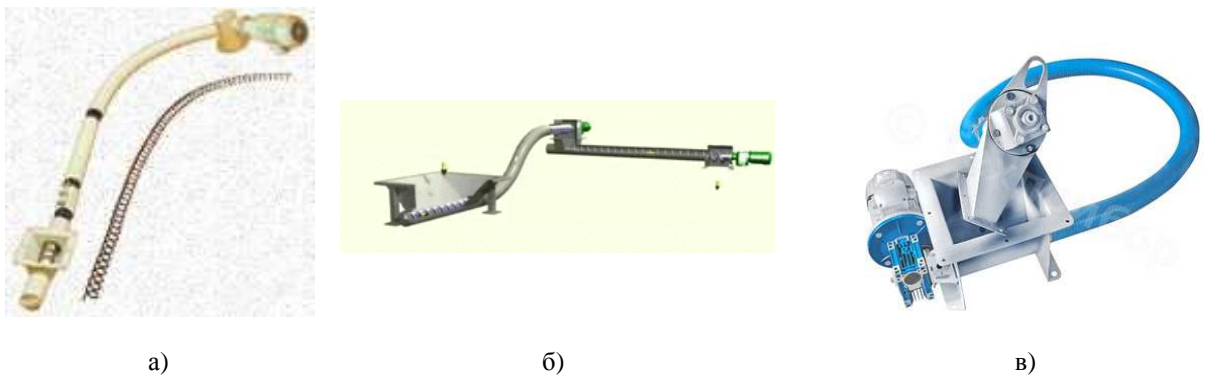
Пневматичні та гнучкі гвинтові конвеєри для транспортування зерна широко представлені на вітчизняному ринку українських та інших виробників. Зокрема на ринку реалізуються пневмотранспортери зерна ПТО-7.5, ПТО-11, ПТО-18.5, ПТО-15 (проектно-конструкторське бюро «ПромСільПроект», Україна) (рис.1,а) вартістю від 15 тис. грн., Т – 378/1, Т – 378/2, Т – 207, Т – 207 (ПП «Алексзернотех», Україна) (рис.1,б) вартістю від 60 тис. грн., фірми August (Польща) вартістю 3950 eur без ПДВ (рис.1,в), фірми Himel (ФРН) вартістю 6350 eur без ПДВ (рис.1,а) (рис.1,г).



**Рисунок 1.** Пневмотранспортери зерна

**Figure 1.** Pneumatic seeds transporters

Також на ринку широко представлені гнучкі гвинтові конвеєри ВАТ «Технік» (Україна) (рис.2,а) вартістю від 7,1 тис. грн., Австрійської компанії Wildfellner GmbH (представник на вітчизняному ринку компанія «Європейські транспортні системи») вартістю від 20 тис. грн. (рис.2,б), «ВК-ГШ-50-AISI» (ООО «Трибор», Росія) вартістю від 12 тис. грн. (рис.2,в).



**Рисунок 2.** Гнучкі гвинтові конвеєри

**Figure 2.** Flexible screw conveyors

Визначення собівартості трубчастого скребкового конвеєра (ТСК) можна здійснювати за формулою

$$C_{ТСК} = k_{мп-з} \cdot (C_1 + C_2 + C_3 + C_4) + C_5 + C_6 + C_7 + i \cdot C_8 + C_9 + k_{допл} \cdot k_{доод} \cdot k_{нар} \cdot c_3 \cdot T_h. \quad (1)$$

При розрахунку конструкції ТСК слід враховувати, що собівартість виготовлення кожної залежатиме від типу виробництва, вартості купівлі чи виготовлення конструктивних елементів (КЕ), (привода, редуктора, запобіжної чи пружної муфти, передач, робочого органу, жолоба, елементів керування, розвантаження, з'єднувальних та опорно-поворотних), а також вартості складання робочого органу та й самого ТСК.

Для визначення собівартості конструкцій ТСК слід відзначити, що елементи:

- 1, 2, 3, 4 – стандартні й мають визначену ціну (закуповуються);
- 5, 6, 7 – виготовляються зі стандартного металопрокату (кутники, листи, труби, смуги, швелери тощо);
- 8, 9 (передачі та робочий орган) – оригінальні і потребують відповідної технології виготовлення.

Тому запишемо формули для розрахунку витрат на окремі елементи конструкції ТСК. Конструктивні елементи 5, 6, 7 нескладні й виготовляються зі стандартного металопрокату. Розрахунок їх виробничої собівартості напряму пов'язаний із матеріальними витратами на їх виготовлення й укрупнено визначається за формулою

$$C_5, C_6, C_7 = k_{сер} \cdot k_{ев} \cdot k_{mp-з} \cdot m_m \cdot \Pi_m - m_e \cdot \Pi_e. \quad (2)$$

При розрахунку виробничої собівартості КЕ 8, 9 слід враховувати витрати на основні та допоміжні матеріали, основну й допоміжну заробітну плату й нарахування на них, а також енергію для технологічних цілей та загальновиробничі витрати. Розрахунок їх виробничої собівартості напряму пов'язаний із типом виробництва, технологією виготовлення й матеріальними витратами на їх виготовлення та орієнтовно може бути визначений за формулою

$$C_8, C_9 = k_{сер} \cdot k_{скл} \cdot ((k_{mp-з} \cdot k_{ом} \cdot (\sum_{z=1}^l n_z \cdot \Pi_z + \sum_{j=1}^q m_j \cdot \Pi_j - \sum_{j=1}^q m_{ej} \cdot \Pi_{ej})) + (k_{допл} \cdot k_{дод} \cdot k_{нар} + k_{зб}) \cdot (c_1 \cdot \sum_{e=1}^w T_e + c_2 \cdot T_r) + k_{вен} \cdot \sum_{j=1}^q m_j \cdot \Pi_j). \quad (3)$$

Провівши відповідні розрахунки, встановлено, що витрати на виготовлення трубчастого скребкового конвеєра довжиною 5 м/п (потужність електродвигуна  $N = 2,2$  кВт, внутрішній діаметр ТСК дорівнює 100 мм, серійне виробництво) становлять 4670 грн. (вартість матеріалів і робіт на 01.01.2014р.). Враховуючи необхідність отримання 15% прибутку від собівартості та витрати на податки на додану вартість і прибуток відпускна ціна такого ТСК на ринку становитиме 6377 грн.

Експлуатаційні витрати при використанні трубчастих скребкових канатних, пневматичних і гнучких гвинтових конвеєрів за весь термін складатимуться із 4-х видів витрат: енергетичних; на основну й допоміжну заробітну плату операторів і нарахування на них; пов'язаних із пошкодженням (травмуванням) частини продукції під час виконання транспортно-технологічних процесів; на монтаж-демонтаж. Усі зазначені види експлуатаційних витрат для об'єктивності розрахунків (враховуючи фактор зміни коштів у часі) доцільно звести за весь період до 1-го року. Експлуатаційні витрати укрупнено визначають за формулою [7]

$$C_E = \sum_{t=0}^x (k_{вик} \cdot k_{зм} \cdot k_{ном} \cdot P_{вст} \cdot \Pi_{ен} \cdot \Phi_{ефо} + k_{вик} \cdot k_{зм} \cdot c_4 \cdot N_{оп} \cdot k_{допл} \cdot k_{дод} \cdot k_{нар} \cdot \Phi_{ефр} + k_{вик} \cdot k_{зм} \cdot P_{пошк} \cdot m_{вант} \cdot \Pi_{ен} \cdot \Phi_{ефо} + N_{скл} \cdot c_5 \cdot k_{допл} \cdot k_{дод} \cdot k_{нар} \cdot (N_m \cdot T_b + N_d \cdot T_d)) / (1+u)^t. \quad (4)$$

Витрати на технічний огляд і ремонт конвеєрів за весь термін експлуатації укрупнено визначають за формулою [8]

$$C_{ГКЗ} = \sum_{t=0}^x (C_{ГК1} \cdot k_{нс} \cdot k_{ндв} \cdot k_{нр}) / (1+u)^t. \quad (5)$$

Результати укрупнених розрахунків втрат насіння при транспортуванні пов'язаних із травмуванням (пошкодженням) із урахуванням їх усередненої ціни (на 01.01.2014 р.: пшениця – 1980 грн./т; соя – 4050 грн./т; кукурудза – 1440 грн./т.) наведено в табл.1.

**Таблиця 1**

Втрати насіння при його транспортуванні по криволінійних траєкторіях різними видами конвеєрів

Тип конвеєра	Продуктивність конвеєра, т/год.			Травмування (пошкодження) насіння при транспортув., %			Втрати насіння при транспортуванні, пов'язані з травмуванням (пошкодженням), грн.					
							Годинні			Річні (одна зміна)		
	Пше-ниця	Куку-рудза	Соє	Пше-ниця	Куку-рудза	Соє	Пше-ниця	Куку-рудза	Соє	Пше-ниця	Куку-рудза	Соє
Трубчастий скребковий канатний	3,97	4,2	5,2	0,37	0,41	0,5	29,08	24,80	105,3	57296	48850	207441
Гнучкий гвинтовий	6,1	8,05	12,9	1,96	1,41	2,18	236,73	163,45	1138,9	466356	321991	2243714
Гнучкий пневматичний	5,31	5,69	6,2	2,02	1,2	4,03	212,38	98,32	1011,9	418386	193697	1993508

Враховуючи в подальшому недоотримання врожаю, що пов'язано із внесенням у ґрунт травмованого (пошкодженого) насіння, ці втрати будуть більшими в кілька разів.

Укрупнені сукупні витрати (собівартість виготовлення, експлуатації, технічного огляду (ТО) та ремонту) при застосуванні конвеєрів для транспортування по криволінійних траєкторіях насіння наведено в табл.2. При цьому розрахунок річних сукупних витрат проводився з врахуванням того, що термін експлуатації усіх конвеєрів становить 5 років і в розрахунках приймалася п'ята частина початкової вартості конвеєрів.

Економічний ефект від використання трубчастого скребкового канатного конвеєра в порівнянні з використанням гнучкого гвинтового конвеєра та гнучкого пневматичного конвеєра при транспортуванні по криволінійних траєкторіях насіння, без урахування подальших втрат, пов'язаних з його сходженням, за весь термін експлуатації відповідно становитиме:  $E_1$  – від 635597,6 до 7200477,6 грн.;  $E_2$  – від 1109304 до 8161832 грн.

Таблиця 2

Витрати при застосуванні конвеєрів для транспортування по криволінійних траєкторіях насіння

Тип конвеєра	Витрати, грн.					Витрати при транспортуванні з урахуванням травмування (пошкодження) насіння, грн.					
	Ціна	Експлуатаційні		На ТО і ремонт		Годинні			Річні (одна зміна)		
		Год.	Річні	Год.	Річні	Пшениця	Кукурудза	Соя	Пшениця	Кукурудза	Соя
Трубчастий скребковий канатний	6380	2,51	4941,9	0,49	957	32,73	28,44	108,94	64470,9	56024,9	214615,9
Гнучкий гвинтовий	7100	4,51	8874,9	0,54	1065	242,5	169,21	1144,71	477715,9	333350,9	2255073,9
Гнучкий пневматичний	15000	8,11	15977,3	1,14	2250	223,15	109,1	1022,71	439613,3	214924,3	2014735,3

Економічний ефект від використання трубчастого скребкового канатного конвеєра в порівнянні з використанням гнучкого гвинтового конвеєра та гнучкого пневматичного конвеєра при транспортуванні по криволінійних траєкторіях інших сільськогосподарських матеріалів, пошкодження яких не є важливим, за весь термін експлуатації відповідно становитиме  $E_1 = 70264$  грн.;  $E_2 = 20925$  грн.

Різне коливання економічного ефекту пов'язане з різною величиною травмування різних сільськогосподарських культур (насіння) при їх перевантаженні та різницею їх ринкової вартості.

**Висновки.** Використання трубчастого скребкового канатного конвеєра в порівнянні з використанням гнучкого гвинтового конвеєра та гнучкого пневматичного конвеєра для транспортування по криволінійних траєкторіях насіння є надзвичайно ефективним і дозволяє домогтися значно вищої якості протікання процесу, мінімізуючи вплив на насіннєвий матеріал.

**Conclusions.** The use of tubular scraper conveyor cable over using the flexible screw conveyor and flexible the pneumatic conveyor for transportation of to of curvilinear trajectories seed is extremely efficient and allows to obtain much higher quality percolation process while minimizing impact on the seeds material.

#### Список використаної літератури

- Owen, P.J. «Prediction of screw conveyor performance using the Discrete Element Method (DEM)» / P.J. Owen, P.W. Cleary// Powder Technology, – 2009. 193(3), P. 274-288.;
- Fernandez J.W. «Effect of screw design on hopper draw down by a horizontal screw feeder» / J. W Fernandez, P.W. Cleary, W. Bride// Seventh international conference on CFD in the minerals and process industries CSIRO, Melbourne, 2009. – Australia 9-11 December.;
- Zareiforush, H. Effect of crop-screw parameters on rough rice grain damage in handling with a horizontal screw conveyor./ H.Zareiforush, M.H.Komarizadeh, M.R. Alizadeh// Journal of Food, Agriculture and Environment Volume 8, Issue 3-4 PART 1, July, 2010. – P. 494-499.
- Кроп Л. И. Обработка и хранение семенного зерна. / Л.И. Кроп. - Москва: "Колос", 1974. – 176 с.
- Зенков Р.Л. Машины непрерывного транспорта / Р.Л. Зенков, И. И. Ивашков, Л. Н. Колобов. – М.: Машиностроение, 1987. – 320 с.
- Гевко, Б.М. Винтовые подающие механизмы сельскохозяйственных машин [Текст] / Б.М. Гевко, Р.М. Рогатинський. – Львов: Выща шк. Изд-во при Львов. ун-те, 1989. – 256 с.
- Гевко І. Б. Методи прийняття управлінських рішень : підручник / І. Б. Гевко. – К.: Кондор, 2009. – 187 с.

8. Рогатинський Р. Модель конструювання і вибору гвинтових конвєсєрів з розширеними технологічними можливостями / Р. Рогатинський, І. Гєвко // Вісник ТНТУ. – 2012. – № 3 (67). – С.197–210.
9. LYASHUK O. Results of Experimental Research of Granular Materials Transportation by Tubular Scraper Conveyors / O. LYASHUK, A. DYACHUN, R. ZOLOTUY, O. OLEKSYSHYN, Y. ZAMORA, Z. TKÁČ// In acta technologica agriculturae. – 2013. – no. 4. – p.101-105, Nitra, Slovak Republic. ISBN 1335-2555.

*Отримано 10.04.2014*