

УДК 621.88

Іван ГЕВКО

ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТРАНСПОРТЕРІВ ДЛЯ ПЕРЕВАНТАЖЕННЯ СИПКИХ ВАНТАЖІВ ПО КРИВОЛІНІЙНИХ ТРАЄКТОРІЯХ

Резюме. Доведено, що втрати від пошкодження цінних продуктів при їх перевантаженні бувають у десятки разів вищими за сукупну вартість транспортера. Розроблено модель відбору раціональних конструкцій конвеєрів для перевантаження сипких вантажів по криволінійних траєкторіях із урахуванням ймовірних обсягів втрат, що виникають унаслідок пошкодження транспортованого матеріалу, а також сукупних витрат, які включають собівартість виготовлення, експлуатації, технічного огляду та ремонту.

Ключові слова: обґрунтування, вибір, собівартість, розрахунок, транспортер, вантаж.

Ivan Gevko

ECONOMIC JUSTIFICATION OF CHOICE OF TRANSPORTERS FOR RELOADING OF GRANULAR CARGOES ON CURVED TRAJECTORIES

Summary. It is proved that the loss from the damage of valuable products during their overloading is ten times higher than the total cost of the conveyor. If the market value of the transporters along with the assessment of operating costs don't involve any problems, the assessment of damage of granular materials while overloading is complicated. In some cases, they are not taken into account, while in others they are quite significant. Because in many cases the consumer buys conveyor with a purpose of its universal use for a reloading of various granular cargoes, it is necessary to develop and use models of choice that are capable to provide them maximum efficiency. Therefore, a rational selection of conveyors for reloading granular cargoes on curved trajectories significantly impacts the efficiency of machine building, pharmaceuticals, construction, food processing industry, agriculture and so on.

In the article the author proposes the method of calculating the total cost of construction of various types of conveyors (drag, pneumatic, rigid and flexible spiral) that provide reloading of bulk cargoes in curved trajectories, which includes taking into account the cost of production, operation, inspection and maintenance to a certain period.

The model of selection of rationally designed transporters for the transshipment of bulk cargoes on curved trajectories considering the likely volume of loss arising from the damage of the transported material and the total cost, which includes cost of production, maintenance, inspection and mending.

Key words: reasoning, rationale, choice, cost, calculation, conveyor, cargo.

Постановка проблеми. Втрати від пошкодження цінних продуктів при перевантаженні бувають у десятки разів вищими за сукупну вартість транспортерів. Враховуючи, що в багатьох випадках споживач купує транспортер з метою його універсального використання для перевантаження різноманітних сипких вантажів, необхідно розробити й використовувати моделі вибору, які зможуть забезпечити їх максимальну ефективність. Тому раціональний підбір конвеєрів для перевантаження сипких вантажів по криволінійних траєкторіях має значний вплив на ефективність діяльності підприємств машинобудування, фармацевтики, будівельної, харчової та переробної промисловості, сільськогосподарського виробництва тощо.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблемі ефективності роботи транспортерів для перевантаження сипких вантажів приділена увага в багатьох працях. Питанням дослідження їх продуктивності присвячені наукові праці А. Григор'єва, Х. Германа, Р. Зенкова, Б. Гевка, Р. Рогатинського та інших. Техніко-економічними розрахунками таких механізмів займалися К. Іванченко, Д. Дмитрів, О. Рогатинська, О. Дудін та інші. Проте питанню, пов'язаному з особливостями економічного обґрунтування вибору транспортерів для перевантаження сипких вантажів по криволінійних траєкторіях, не приділялось належної уваги й воно потребує подальшого дослідження.

Метою статті є розроблення моделі техніко-економічного вибору транспортерів для перевантаження сипких вантажів по криволінійних траєкторіях.

Виклад основного матеріалу. Розрахунок економічної ефективності транспортерів проводиться на основі порівняльного оцінювання конструкцій технічних засобів, що виконують схожі функції, шляхом співставлення їх ринкових цін, вартості експлуатації та втрат (пошкодження) сипких матеріалів при перевантаженні [3, 5, 6]. Якщо з оцінюванням ринкової вартості конвеєрів не виникає проблем, як і з оцінюванням експлуатаційних витрат, то з

оцінюванням втрат (пошкодженням) сипких матеріалів при перевантаженні є складності. В одних випадках, коли пошкодження транспортованого матеріалу не впливає на його подальші характеристики (наприклад пісок, крихта, комбікорм), то цих втрат не існує й вони не враховуються. В іншому випадку, коли йдеться про пошкодження цінних продуктів при перевантаженні, вони бувають у десятки разів вищими за сукупну вартість (собівартість виготовлення чи ціну, вартість експлуатації, технічного огляду (ТО) та ремонту за весь термін функціонування) обраних транспортерів. У цьому випадку вибір конвеєрів необхідно здійснювати, виходячи з найвищої якості забезпечення виконання транспортних операцій тих чи інших сипких матеріалів. Враховуючи, що в багатьох випадках споживач купує транспортер з метою його універсального використання для перевантаження різноманітних сипких вантажів, модель вибору повинна забезпечувати максимальну ефективність відібраної конструкції із загальної сукупності альтернативних варіантів.

Для обґрунтування вибору конвеєрів для перевантаження сипких вантажів по криволінійних траєкторіях проведемо їх порівняльний техніко-економічний аналіз. До таких транспортерів можна віднести трубчасті скребкові, пневматичні, жорсткі складні (складаються з двох і більше перевантажувальних вузлів) та гнучкі гвинтові конвеєри. Розробляючи дану модель, спочатку визначимо вартість цих конвеєрів.

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) вартістю від 15 тис. грн., Т – 378/1, Т – 378/2, Т – 207, Т – 207 (ПП «Алексзернотех», Україна) вартістю від 60 тис. грн., фірми August (Польща) вартістю 3950 € без ПДВ, фірми Himel (ФРН) вартістю 6350 € без ПДВ. Також на ринку широко представлені гнучкі та жорсткі гвинтові конвеєри ВАТ «Технік» (Україна) вартістю від 7,1 тис. грн., Австрійської компанії Wildfellner GmbH (представник на вітчизняному ринку компанія «Європейські транспортні системи») вартістю від 20 тис. грн., «ВК-ГШ-50-AISI» (ООО «Трибор», Росія) вартістю від 12 тис. грн., та багато інших. Трубчасті скребкові конвеєри через свою складність використовуються значно рідше. Найширше вони використовуються в США, ФРН та ряді інших країн для транспортування зернових, і, особливо, кавових зерен. В Україні на даний час лише проводяться роботи з розроблення та доведення їх окремих конструкцій до практичного використання. Собівартість трубчастого скребкового конвеєра довжиною 6 м/п (потужність електродвигуна $N = 2,2$ кВт, внутрішній діаметр дорівнює 100 мм, серійне виробництво) становить 7200 грн. (вартість матеріалів і робіт на 01.01.2014р.), а з урахуванням 15% прибутку від собівартості та витрати на податки на додану вартість і прибуток відпускна ціна такого конвеєра на ринку становитиме 10170 грн.

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 [1, 2].

Визначення собівартості будь-якого конвеєра можна здійснювати за формулою

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

де k_{mp-z} – коефіцієнт, що враховує транспортно-заготівельні витрати, $k_{mp-z} = 1,05 \dots 1,15$; 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.; $k_{донл}$ – коефіцієнт доплат, $k_{донл} = 1,25 \dots 1,3$; $k_{доод}$ – 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.

Як правило, стандартні КЕ закуповуються на ринку чи напряму в заводів-виготовлювачів (електродвигуни, редуктори, елементи керування, силові кабелі тощо). Розрахунок виробничої собівартості типових КЕ напряму пов'язаний із матеріальними витратами на їх виготовлення й угрупнено визначається за формулою

$$C_r = k_{сер} \cdot k_{вв} \cdot k_{мп-з} \cdot m_m \cdot C_m - m_в \cdot C_в, \quad (2)$$

де $k_{сер}$ – 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 сортового металопрокату, який використовується для виготовлення КЕ, кг; C_m – усереднена ціна сортового металопрокату, грн.; $m_в$ – маса відходів з металопрокату, кг; $C_в$ – усереднена ціна відходів з металопрокату, грн.

При розрахунку виробничої собівартості оригінальних КЕ слід враховувати витрати на основні й 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 та матеріальними витратами на їх виготовлення, й може бути проведений за формулою

$$C_y = k_{сер} \cdot k_{скл} \cdot ((k_{мп-з} \cdot k_{дм} \cdot (\sum_{z=1}^l n_z \cdot C_z + \sum_{j=1}^q m_j \cdot C_j - \sum_{j=1}^q m_{вj} \cdot C_{вj})) + (k_{допл} \cdot k_{доод} \cdot k_{нар} + k_{зв}) \cdot (c_1 \cdot \sum_{e=1}^w T_e + c_2 \cdot T_r) + k_{вен} \cdot \sum_{j=1}^q m_j \cdot C_j), \quad (3)$$

де $k_{скл}$ – коефіцієнт, що враховує конструктивну складність виготовлення КЕ; $k_{скл} = 1 \dots 1,5$; $k_{дм}$ – коефіцієнт, що враховує витрати на додаткові матеріали, $k_{дм} = 1,01 \dots 1,05$; l – кількість видів комплектуючих, які використовуються для виготовлення КЕ; n_z – кількість комплектуючих z -го виду, які використовуються для виготовлення КЕ; C_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; C_j – ціна матеріалу j -го виду, який використовується для виготовлення КЕ, грн.; $m_{вj}$ – маса відходів матеріалу j -го виду, кг; $C_{вj}$ – 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 й налагодження КЕ, нормо/год.; $k_{вен}$ – коефіцієнт, що враховує витрати на енергію для технологічних цілей при виготовленні КЕ, $k_{вен} = 1,05 \dots 1,2$.

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 трубчастого скребкового конвеєра (ТСК) можна проводити за формулою

$$C_{ТСК} = k_{мп-з} \cdot (B_{нТСК1} + B_{нТСК2} + B_{нТСК3} + B_{нТСК4}) + C_{рТСК5} + C_{рТСК6} + C_{рТСК7} + i_{ТСК} \cdot C_{уТСК8} + C_{уТСК9} + k_{допл} \cdot k_{доод} \cdot k_{нар} \cdot c_3 \cdot T_h, \quad (4)$$

де $B_{нТСК1}$ – вартість приводу (електродвигуна), грн.; $B_{нТСК2}$ – вартість редуктора, грн.; $B_{нТСК3}$ – вартість запобіжної (пружної) муфти, грн.; $B_{нТСК4}$ – вартість елементів керування, грн.; $C_{рТСК5}$ – собівартість жолоба, грн.; $C_{рТСК6}$ – собівартість елементів розвантаження, грн.; $C_{рТСК7}$ – собівартість з'єднувальних та опорно-поворотних елементів, грн.; $i_{ТСК}$ – кількість передач

(спеціальних зірочок з кріпленням), шт.; C_{yTCK8} – собівартість передач, грн.; C_{yTCK9} – собівартість робочого органу ТСК, грн.;

- визначення собівартості гнучкого гвинтового конвеєра (ГГК) можна проводити за формулою

$$C_{ГГК} = k_{mp-3} \cdot (B_{nГГК1} + B_{nГГК2} + B_{nГГК3} + B_{nГГК4} + B_{nГГК5}) + C_{rГГК6} + C_{rГГК7} + C_{yГГК8} + k_{допл} \cdot k_{доод} \cdot k_{нар} \cdot c_3 \cdot T_h \quad (5)$$

де $B_{nГГК1}$ – вартість привода (електродвигуна), грн.; $B_{nГГК2}$ – вартість передачі чи редуктора, грн.; $B_{nГГК3}$ – вартість запобіжної (пружно-запобіжної) муфти, грн.; $B_{nГГК4}$ – вартість елементів керування, грн.; $B_{nГГК5}$ – вартість гнучкого трубопроводу, грн.; $C_{rГГК6}$ – собівартість елементів завантаження, пересипу й розвантаження, грн.; $C_{rГГК7}$ – собівартість з'єднувальних та опорно-поворотних елементів, грн.; $C_{yГГК8}$ – собівартість гнучкого гвинтового робочого органу ГГК, грн.;

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

$$C_{ГК} = k_{mp-3} \cdot (B_{nГ1} + B_{nГ2} + B_{nГ3} + B_{nГ4}) + i_{ГК} \cdot C_{rГ5} + C_{rГ6} + C_{rГ7} + i_{ГК} \cdot C_{yГ8} + k_{допл} \cdot k_{доод} \cdot k_{нар} \cdot c_3 \cdot T_h \quad (6)$$

де $B_{nГ1}$ – вартість привода (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.;

- визначення собівартості гнучкого пневматичного конвеєра (ПК) можна проводити за формулою

$$C_{ПК} = k_{mp-3} \cdot (B_{nП1} + B_{nП2} + B_{nП3}) + C_{rП4} + C_{rП5} + C_{yП6} + C_{yП7} + k_{допл} \cdot k_{доод} \cdot k_{нар} \cdot c_3 \cdot T_h \quad (7)$$

де $B_{nП1}$ – вартість компресора (турбомашини, вакуум-насоса), грн.; $B_{nП2}$ – вартість гнучкого трубопроводу, грн.; $B_{nП3}$ – вартість елементів керування, грн.; $C_{rП4}$ – собівартість з'єднувальних та опорно-поворотних елементів, грн.; $C_{rП5}$ – собівартість жорсткого трубопроводу, грн.; $C_{yП6}$ – собівартість елементів завантаження (всмоктувального наконечника, живильника, шлюзового затвору тощо), грн.; $C_{yП7}$ – собівартість елементів пересипу (вантажовідділювача, фільтрів тощо), грн.

Експлуатаційні витрати при використанні трубчастих скребкових, пневматичних і гнучких та жорстких складних гвинтових конвеєрів за весь термін складатимуться із 4-х видів витрат: енергетичних; на основну і допоміжну заробітну плату операторів і нарахування на них; пов'язаних із пошкодженням частини продукції під час виконання транспортно-технологічних процесів; на монтаж-демонтаж. Усі зазначені види експлуатаційних витрат для об'єктивності розрахунків (враховуючи фактор зміни вартості грошей у часі) доцільно звести за весь період до 1-го року. Експлуатаційні витрати укрупнено визначаються за формулою [5]

$$C_E = \sum_{t=1}^x (k_{вук} \cdot k_{зм} \cdot k_{ном} \cdot P_{вст} \cdot C_{ен} \cdot \Phi_{efo} + k_{вук} \cdot k_{зм} \cdot c_4 \cdot N_{он} \cdot k_{допл} \cdot k_{доод} \cdot k_{нар} \cdot \Phi_{efp} + k_{вук} \cdot k_{зм} \cdot P_{пощк} \cdot m_{ваит} \cdot C_{ен} \cdot \Phi_{efo} + N_{скл} \cdot c_5 \cdot k_{допл} \cdot k_{доод} \cdot k_{нар} \cdot (N_m \cdot T_b + N_d \cdot T_d)) / (1+u)^t \quad (8)$$

де t – номер року використання; x – термін експлуатації конвеєра, роки; $k_{вук}$ – коефіцієнт використання за зміну протягом року; $k_{зм}$ – кількість змін використання, $k_{зм}$: 1, 2, 3; $k_{ном}$ – коефіцієнт використання приводів по потужності, $k_{ном} = 0,65 \dots 0,95$; $P_{вст}$ – сумарна потужність энергообладнання, кВт; $C_{ен}$ – ціна одиниці енергетичних ресурсів, грн./кВт.; Φ_{efo} – ефективний

фонд часу роботи на плановий період протягом зміни, год. ($\Phi_{efo} = 1970$ год.); c_4 – середньозважена погодинна тарифна ставка операторів, що зайняті у виробничому процесі з використанням конвеєрів, грн.; N_{on} – кількість операторів, чол.; Φ_{efp} – ефективний фонд робочого часу одного оператора, год. ($\Phi_{efp} = 1860$ год.); $P_{пошк}$ – імовірність пошкодження частини продукції під час виконання транспортно-технологічних процесів; $m_{вант}$ – маса перевантаженого вантажу протягом однієї години, кг; $C_{ен}$ – вартість вантажу, грн./кг; $N_{скл}$ – кількість працівників, що зайняті у процесі монтажу-демонтажу, чол.; c_4 – середньозважена погодинна тарифна ставка працівників, які зайняті процесом монтажу-демонтажу, грн.; 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, $u = 0,2 \dots 0,4$.

Витрати на технічний огляд і ремонт конвеєрів за весь термін експлуатації укрупнено визначаються за формулою [5]

$$C_{ТО} = \sum_{t=1}^x (C_B \cdot k_{nc} \cdot k_{нод} \cdot k_{np}) / (1+u)^t, \quad (9)$$

де k_{nc} – коефіцієнт переведення 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_{np} – коефіцієнт річного відрахування на ТО і ремонт, $k_{np} = 1,05 \dots 1,2$.

Тепер обґрунтуємо обсяги втрат, викликаних пошкодженням цінних продуктів при перевантаженні. Для прикладу, розглянемо насіннєвий зерновий матеріал. При транспортуванні насіння жорсткими гвинтовими конвеєрами відбувається пошкодження (травмування) в межах $1,2 \dots 1,75\%$ [4]. При використанні пневматичних та гнучких гвинтових конвеєрів для перевантаження насіння його пошкодження відбувається в межах $1,4 \dots 4\%$ (табл.1). Найменше травмування насіннєвого матеріалу відбувається при його перевантаженні по криволінійних траєкторіях трубчастими скребковими конвеєрами – $0,37 \dots 0,5\%$ (табл.1). При розрахунках ми нехтуємо подальшими втратами, які будуть викликані недоотриманням врожаю, що пов'язано з внесенням у ґрунт пошкодженого насіння. Результати укрупнених розрахунків втрат насіння при транспортуванні, які пов'язані з травмуванням, з урахуванням їх усередненої ціни (на 01.01.2014 р.: пшениця – 1980 грн./т; соя – 4050 грн./т; кукурудза – 1440 грн./т) представлено в табл.1.

Таблиця 1

Втрати насіння при його транспортуванні по криволінійних траєкторіях різними видами конвеєрів

Table 1

The loss of seeds during transportation by curved trajectories different types of conveyors

Тип конвеєра	Продуктивність конвеєра, т/год.			Пошкодження насіння при транспортуванні, %			Втрати насіння, пов'язані з його пошкодженням, грн.					
							годинні			річні (одна зміна)		
	Пше-ниця	Куку-рудза	Соя	Пше-ниця	Куку-рудза	Соя	Пше-ниця	Куку-рудза	Соя	Пше-ниця	Куку-рудза	Соя
Грубчастий скребковий	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
Жорсткий гвинтовий	7,4	8,73	13,4	1,53	1,2	1,75	224,18	150,85	949,73	441625	297183	1870958
Гнучкий пневматич.	5,31	5,69	6,2	2,02	1,2	4,03	212,38	98,32	1011,9	418386	193697	1993508

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

Таблиця 2

Витрати при застосуванні конвеєрів для транспортування по криволінійних траєкторіях насіння

Table 2

Costs for using pipelines to transport in curved trajectories seed

Тип конвеєра	Витрати, грн.					Витрати з урахуванням пошкодження, грн.					
	Ціна	Експлуатаційні		На ТО і ремонт		Годинні			Річні (одна зміна)		
		Год.	Річні	Год.	Річні	Пшениця	Кукурудза	Соя	Пшениця	Кукурудза	Соя
Грубчастий скребковий	10170	2,51	4941,9	0,77	1526	33,11	28,82	109,33	65229	56783	215374
Гнучкий гвинтовий	7100	4,51	8874,9	0,54	1065	242,5	169,21	1144,71	477716	333351	2255074
Жорсткий гвинтовий	9800	2,49	4900,5	0,75	1470	228,4	155,08	953,96	449956	305514	1879289
Гнучкий пневматич.	15000	8,11	15977,3	1,14	2250	223,15	109,1	1022,71	439613	214924	2014735

Як бачимо з таблиць 1 та 2, втрати насіння при перевантаженні, пов'язані з його пошкодженням, в кілька разів (від 2 до 45) є вищими, аніж сукупна вартість (купівельна ціна, вартість експлуатації, технічний огляд та ремонту за весь термін функціонування) транспортерів.

Кінцевий вибір конвеєра для перевантаження сипких вантажів по криволінійних траєкторіях з наявних альтернатив можна здійснювати за формулою

$$A = C_B + C_E + C_{TO} + \sum_{t=1}^x (B_M \cdot k_{tm}) / (1+u)^t, \quad (10)$$

де B_M – ймовірний річний обсяг втрат, що виникають унаслідок пошкодження транспортованого матеріалу; k_{tm} – коефіцієнт, що враховує обсяг перевантажених цінних продуктів, у яких виникають втрати при транспортуванні, в загальному обсязі перевантажених сипких матеріалів протягом року, $k_{tm} = 0 \dots 1$.

Висновки. Встановлено, що втрати від пошкодження цінних продуктів при їх перевантаженні бувають у десятки разів вищими за сукупну вартість транспортера. Тому розроблена та інші моделі раціонального відбору конвеєрів для перевантаження сипких вантажів по криволінійних траєкторіях повинні широко використовуватися при їх виборі.

Conclusions. It is established that the loss from damage of valuable products during their reloading is ten times higher than the total cost of the conveyor. Therefore, other models are developed for efficient selection of conveyors for bulk cargoes reloading on curved trajectories and they should be widely used for the selection.

Використана література

1. Гевко, І.Б. Організація виробництва: теорія і практика: підручник [Текст] / 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 [Текст] / І.Б. Гевко, Б.М. Гевко. – Тернопіль: ТДТУ імені Івана Пулюя, 2010. – 199 с.

3. Гевко, І.Б. Науково-прикладні основи створення гвинтових транспортно-технологічних механізмів : автореф. дис. ... доктора техн. наук: спец. 05. 02.02 «Машинознавство» [Текст] / І.Б. Гевко. – Львів, 2013. – 42 с.
4. Кроп, Л.И. Обработка и хранение семенного зерна [Текст] / Л. И. Кроп. – Москва: Колос, 1974. – 176 с.
5. Рогатинський, Р. Модель конструювання і вибору гвинтових конвеєрів з розширеними технологічними можливостями [Текст] / Р. Рогатинський, І. Гевко // Вісник ТНТУ. – 2012. – № 3 (67). – С.197–210.
6. Техніко-економічне обґрунтування вибору структури транспортера неперервної дії [Текст] / І.Б. Гевко, Д.В. Дмитрів, О. В. Дудін та ін. // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка: «Механізація сільськогосподарського виробництва». – 2004. – Вип. 29. – С.350–356.