

Поляшенко С.О.,
Єсіпов А.В.,
Харківський національний технічний
університет сільськогосподарства
імені Петра Василенка
E-mail: s.polyashenko@gmail.com
Олянич Л.В.
Харківська гуманітарно-педагогічна
академія
E-mail: larisa.olyanich26@gmail.com

ВИЗНАЧЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ТРАНСПОРТЕРІВ БУРЯКОЗБИРАЛЬНИХ МАШИН

УДК 631.356.274

DOI 10.37700/ts.2020.21.148-155

Поляшенко С.О., Єсіпов А.В., Олянич Л.В. «Визначення продуктивності транспортерів бурякозбиральних машин»

Конвеєри є складовою, невід'ємною частиною сучасного технологічного процесу, вони встановлюють і регулюють темп виробництва, забезпечують його ритмічність, сприяють підвищенню продуктивності праці і збільшення випуску продукції.

Проектування скребкових транспортерів бурякозбиральних машин ведеться головним чином на основі накопиченого досвіду і шляхом послідовних наближень (проектування, випробування, коригування конструкції і т.д.).

Однією з основних вимог, що пред'являються до конструкції транспортерів бурякозбиральних машин, є забезпечення якості продукції коренеплодів цукрового буряка при вивантаженні їх в кузов транспортного засобу. Робота транспортера залежить від десяти основних параметрів, варіювання яких дає десятки тисяч комбінацій. Траєкторія падіння коренеплодів при вивантаженні транспортером визначається конструктивними і кінематичними і розмірними характеристиками вороха коренеплодів. Траєкторія падіння коренеплодів при відриві від полотна транспортера визначалася аналітично, при цьому діаметр коренеплодів розглядався як дискретна випадкова величина.

Однією з найбільш актуальних завдань є визначення формул для обчислення продуктивності, яка залежить як від ряду конструктивних параметрів самого транспортера, так і від розмірних характеристик вороху бурякових коренеплодів.

Для дослідження були застосовані методи планування повного факторного експерименту.

Отримані регресійні залежності для великих і середніх коренеплодів, які треба враховувати для отримання максимальної продуктивності транспортерів бурякозбиральних машин.

Чисельний аналіз отриманих регресійних залежностей показує, що в дослідженому ФП величина продуктивності приблизно прямо пропорційна висоті скребка і обернено пропорційна куту нахилу полотна відносно горизонтальної площини. Величина продуктивності нелінійно залежить від швидкості транспортера, причому для фіксованих значень висоти скребка і куту нахилу полотна продуктивність має максимум при значеннях швидкості транспортера $V_m > 1,4$ м/с.

Ключові слова: продуктивність транспортера, висота скребка, кут нахилу полотна, швидкість транспортера, коренеплоди, траєкторія.

Поляшенко С.А., Єсіпов А.В., Олянич Л.В. «Определение производительности транспортеров свеклоуборочных машин»

Конвейеры являются составной, неотъемлемой частью современного технологического процесса, они устанавливаются и регулируют темп производства, обеспечивают его ритмичность, способствуют повышению производительности труда и увеличению выпуска продукции.

Проектирование скребковых транспортеров свеклоуборочных машин ведется главным образом на основе накопленного опыта и путем последовательных приближений (проектирование, испытания, корректировки конструкции и т.д.).

Одним из основных требований, предъявляемых к конструкции транспортеров свеклоуборочных машин, является обеспечение качества продукции корнеплодов сахарной свеклы при выгрузке их в кузов транспортного средства. Работа транспортера зависит от десяти основных параметров, варьирование которых дает десятки тысяч комбинаций. Траектория падения корнеплодов при выгрузке транспортером определяется конструктивными и кинематическими и размерными характеристиками вороха корнеплодов. Траектория падения корнеплодов при отрыве от полотна транспортера определялась аналитически, при этом диаметр корнеплодов рассматривался как дискретная случайная величина.

Одной из наиболее актуальных задач является определение формул для вычисления производительности, которая зависит как от ряда конструктивных параметров самого транспортера, так и от размерных характеристик вороха корнеплодов свеклы.

Для исследования были применены методы планирования полного факторного эксперимента.

Полученные регрессионные зависимости для крупных и средних корнеплодов, которые надо учитывать для получения максимальной производительности транспортеров свеклоуборочных машин.

Численный анализ полученных регрессионных зависимостей показывает, что в исследованном ФП величина производительности примерно прямо пропорциональна высоте скребка и обратно пропорциональна углу наклона полотна относительно горизонтальной плоскости. Величина производительности нелинейно зависит от скорости транспортера, причем для фиксированных значений высоты скребка и угла наклона полотна, производительность имеет максимум при значениях скорости транспортера $V_m > 1,4$ м/с.

Ключевые слова: *производительность транспортера, высота скребка, угол наклона полотна, скорость транспортера, корнеплоды, траектория.*

S. Polyashenko, A. Yesipov, L. Olyanich "Determination of productivity of conveyors of beet harvesters"

Conveyors are an integral part of the modern technological process, they set and regulate the pace of production, ensure its rhythm, increase productivity and increase output.

The design of scraper conveyors of beet harvesters is carried out mainly on the basis of accumulated experience and by successive approximations (design, testing, design adjustments, etc.).

One of the main requirements for the design of conveyors of beet harvesters is to ensure the quality of sugar beet root products when unloading them into the body of the vehicle. The operation of the conveyor depends on ten basic parameters, the variation of which gives tens of thousands of combinations. The trajectory of the fall of root crops during unloading by the conveyor is determined by the structural and kinematic and dimensional characteristics of the heap of root crops.

One of the most urgent tasks is to determine the formulas for calculating productivity, which depends on a number of design parameters of the conveyor, and on the dimensional characteristics of the heap of beet roots.

Methods of planning a complete factorial experiment were used for the study.

Regression dependences for large and medium-sized root crops are obtained, which must be taken into account to obtain the maximum productivity of beet harvesters.

Numerical analysis of the obtained regression dependences shows that in the studied AF the value of productivity is approximately directly proportional to the height of the scraper and inversely proportional to the angle of inclination of the web relative to the horizontal plane. The value of productivity nonlinearly depends on the speed of the conveyor, and for fixed values of the height of the scraper and the angle of inclination of the web productivity has a maximum at values of the speed of the conveyor $V_m > 1.4$ m/s.

Keywords: *conveyor productivity, scraper height, canvas angle, conveyor speed, root crop, trajectory.*

Вступ

Конвеєри є складовою, невід'ємною частиною сучасного технологічного процесу, вони встановлюють і регулюють темп виробництва, забезпечують його ритмічність, сприяють підвищенню продуктивності праці і збільшення випуску продукції. Поряд з виконанням транспортно-технологічних функцій конвеєри є основними засобами комплексної механізації та автоматизації вантажно-розвантажувальних операцій.

Висока продуктивність, безперервність вантажопотоку і автоматизація управління зумовили широке застосування конвеєрів у різних галузях народного господарства. У ряді випадків одна і та ж транспортна операція може бути виконана різними конвеєрами. При вирішенні задачі раціонального вибору типу конвеєра, що забезпечує найбільший технічний і економічний ефект, необхідно враховувати такі фактори: властивості вантажів, що транспортуються; розташування пунктів завантаження і розвантаження, а також відстань між ними; потрібну продуктивність машин; необхідний ступінь автоматизації виробничого процесу, що обслуговується проекрованої транспортної установкою; спосіб зберігання вантажу в пункті завантаження [1, 2, 3] .

Актуальність проблеми

У машинах для збирання коренеклубнеплодів, наприклад коренів цукрових буряків, скребокві транспортери використовуються в основному для переміщення коренеклубнеплодів (далі коренеплодів) від робочих органів в проміжні ємності і для перевантаження їх у поруч йдучий транспортний засіб. Найбільшого поширення набули прямі, встановлені під деяким кутом α , до горизонту транспортери, а також транспортери з вигнутою верхньою частиною.

Проектування скребкових транспортерів бурякозбиральних машин ведеться головним чином на основі накопиченого досвіду і шляхом послідовних наближень (проектування, випробування, коригування конструкції і т.д.).

Аналіз останніх досліджень

Однією з основних вимог, що пред'являються до конструкції транспортерів бурякозбиральних машин, є забезпечення якості продукції коренеплодів цукрового буряка при вивантаженні їх в кузов транспортного засобу. Робота транспортера залежить від десяти основних параметрів, варіювання яких дає десятки тисяч комбінацій. Траєкторія падіння коренеплодів при вивантаженні транспортером визначається конструктивними і кінематичними і розмірними характеристиками вороха коренеплодів. Для аналізу процесу вивантаження коренеплодів транспортером в роботах [6, 7, 8, 9, 10] були створені математичні моделі руху коренеплодів цукрового буряка по транспортеру з урахуванням конструктивних параметрів транспортера. Траєкторія падіння коренеплодів при відриві від полотна транспортера визначалася аналітично, при цьому діаметр коренеплодів розглядався як дискретна випадкова величина.

Тим часом багато питань можуть бути вивчені заздалегідь. Однією з найбільш актуальних завдань є визначення формул для обчислення продуктивності, яка залежить як від ряду конструктивних параметрів самого транспортера, так і від розмірних характеристик вороху бурякових коренеплодів [11].

Формулювання мети дослідження

Метою роботи є проведення теоретичних і експериментальних досліджень продуктивності транспортерів бурякозбиральних машин. Для дослідження були застосовані методи планування експерименту.

Результати досліджень

Розрахунок продуктивності Q можна проводити за формулою [4]:

$$Q = \frac{PV}{t}, \quad (1)$$

де P - середня маса коренеплодів, що транспортуються одним скребком, t - крок скребків, V - лінійна швидкість полотна транспортера.

З огляду на, що визначення середньої маси коренеплодів P аналітичними методами дає дуже грубе наближення, нами виконано експериментальне дослідження цієї величини.

Із загальних міркувань і досвіду відомо, що середня маса коренеплодів P залежить від ширини транспортера B , висоти скребка h , його швидкості V та кута нахилу полотна відносно горизонтальної площини α . В деякій області зміни чинників P залежать також і від величини t .

Дослідження проводилися на стаціонарній установці із використанням транспортера коренезбиральної машини КС-6. Конструкція установки дозволяла змінювати параметри, α , V і h .

Завантаження скребків буряковими корінням здійснювалася окремим живильником у вигляді горизонтального стрічкового полотна, який після включення приводу і досягнення сталого режиму забезпечував подачу коренеплодів на нижню частину скребкового полотна транспортера з надлишком, тобто так, щоб зайві коренеплоди в процесі заповнення скребків скочувалися назад. Потім привід відключався і вироблялося зважування коренів з 5 скребків в верхній частині транспортера.

Було виконано дві серії дослідів з великими (діаметр більше 0,08 м) і середніми (з діаметром 0,04 ... 0,08 м) коренеплодами.

З огляду на, що число можливих поєднань параметрів, їх окремих значень і повторностей дослідів занадто велике, щоб виробляти досвід з повним перебором, були застосовані методи планування експерименту [2]. Наявні можливості дозволили здійснити повний факторний експеримент (ПФЕ) і отримати досить надійні результати.

Відповідно до поставленим завданням функцією мети в експерименті є завантаження скребка P . Позначивши наближене значення її через V , знайдемо залежність цієї величини від змінних факторів у формі лінійної частини розкладання в ряд функції відгуку і членів, що містять твори чинників в першого ступеня:

$$V = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_{12}X_1X_2 + b_{13}X_1X_3 + b_{23}X_2X_3 + b_{123}X_1X_2X_3. \quad (2)$$

де b_0, b_1, b_2 , - коефіцієнти регресії при лінійних членах,

b_{12}, b_{13}, b_{123} - при взаємодіях чинників;

X_1, X_2, X_3 - позначення, відповідно, величин V, h і α .

З огляду на найбільш цікаві для практики межі зміни факторів (факторний простір Φ_{II}) -

$V(X_1) = 0,8 \dots 1,4$ м/с;

$h(X_2) = 0,05 \dots 0,165$ м; $\alpha(X_3) = 35 \dots 55^\circ$, для плану першочергових експериментів були прийняті наступні характеристики:

Таблиця 1

Характеристики експериментів

Характеристики	Фактори		
	X_1 , м/с	X_2 , м	X_3 , град
Основний (нульовий) рівень	1,1	0,1075	45
Інтервал варіювання	0,3	0,0575	10
Нижній рівень	0,8	0,05	35
Верхній рівень	1,4	0,165	55

Ширина транспортера b і крок скребків t в експерименті залишалися незмінними і рівними, відповідно, 0,9 м і 0,35 м; величина середньої маси коренеплодів P пропорційна ширині транспортера b , а зміна величини кроку скребків t менш актуально для практики.

Перехід від дійсних значень факторів до кодованих здійснюється за формулою:

$$x_i = \frac{X_i - X_{i0}}{\delta_i}, \quad (3)$$

де x_i і X_i - відповідно, кодоване і натуральне значення фактора;

X_{i0} - натуральне значення фактора i на нульовому рівні;

δ - натуральне значення інтервалу варіювання i - го фактора.

Тоді в кодованому вигляді вираз для завантаження скребка матиме вигляд:

$$V = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{23}x_2x_3 + b_{123}x_1x_2x_3, \quad (4)$$

де $b_0 \dots b_{123}$ - відповідні коефіцієнти при кодованих членах.

Матриця планування і отримані результати повного факторного експерименту представлені в табл.2.

Для підвищення точності кожен досвід проводився в 3 повторах. У таблиці 2 присвоюються значення функції відповіді для кожного Y_{j1} , Y_{j2} , Y_{j3} повторення та їх середні значення \bar{V}_j . Тут j - кількість досвіду.

Перевірка однорідності дисперсії за критерієм Кокрана [2]:

$$G = \frac{\sigma_{j\max}^2}{\sum_{j=1}^N \sigma_j^2} < G^*(0,05; f_N; f_u), \quad (5)$$

показала досить хорошу відтворюваність дослідів.

Матриця планування і отримані результати повного факторного експерименту представлені в табл. 2.

Таблиця 2

Матриця планування повного факторного експерименту

№ досліду	Змінні та їх взаємодії							Великі коренеплоди					Середні коренеплоди				
	x_1	x_2	x_3	x_1 x_2	x_1 x_3	x_2 x_3	x_1 x_2 x_3	Y_{j1}	Y_{j2}	Y_{j3}	\bar{Y}_j	Y_{ip}	Y_{j1}	Y_{j2}	Y_{j3}	\bar{Y}_j	Y_{ip}
1	-	-	-	+	+	+	-	17,3	18,1	15,1	16,8	16,8	14,3	19,9	16,0	16,7	17,1
2	+	-	-	-	-	+	+	14,5	12,9	11,5	13,0	13,1	15,1	14,2	12,4	13,9	13,3
3	-	+	-	-	+	-	+	20,5	18,0	16,8	18,3	17,0	19,8	21,5	18,0	19,8	18,5
4	+	+	-	+	-	-	-	11,9	12,2	11,9	12,0	13,3	15,1	12,0	13,3	13,5	14,7
5	-	-	+	+	-	-	+	8,0	7,4	5,1	6,8	8,8	6,6	7,5	6,0	6,7	8,43
6	+	-	+	-	+	-	-	8,1	7,8	5,2	7,0	5,1	7,5	6,0	5,7	6,4	4,65
7	-	+	+	-	-	+	-	14,9	17,0	17,9	16,6	16,0	18,2	19,0	17,0	18,1	17,0
8	+	+	+	+	+	+	+	10,6	12,7	11,8	11,7	12,3	12,8	12,3	11,8	12,3	13,3

У формулі (5) σ_j^2 - дисперсія значень Y в кожному j досвіді, і

$\sigma_{j\max}$ - її максимальне значення.

Дисперсія обчислювалася за формулою:

$$\sigma_j^2 = \frac{\sum_{i=1}^m (Y_i - \bar{Y}_j)^2}{m-1}. \quad (6)$$

Тут i - номер повторності, m - їх загальне число, \bar{Y}_j - середнє значення Y в j -м досвіді. При числі незалежних оцінок дисперсії $f_N = N = 8$ і числі ступенів свободи кожної оцінки $f_u = m - 1 = 2$ отримані значення: для великих коренеплодів 0,21 і для середніх - 0,44, що суттєво менше табличного значення $G^* = 0,5157$.

Коефіцієнти регресії обчислювалися за формулами:

$$b_o = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N \bar{Y}_j, \quad (7)$$

$$b_q = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N \bar{Y}_j \Pi^q x_{qj}, \quad (8)$$

де N - число дослідів,

q - номери сполучень факторів по 1,2,3.

З огляду на, що деякі з коефіцієнтів регресії виявилися незкінчено малими і ними можна знехтувати, була проведена перевірка їх значимості за умовою

$$|b| \geq \sigma_b t^*(0,05; f_y), \quad (9)$$

де $\sigma_b^2 = \frac{\sigma_y^2}{N}$ - дисперсія коефіцієнтів b (план ПФЕ забезпечує однаковість дисперсій для всіх коефіцієнтів),

$$\sigma_y^2 = \sum_{j=1}^N \frac{\sigma_j^2}{N}, \quad (10)$$

– дисперсія відтворюваності;

$t^*(0,05; f_y)$ – значення критерія Стюдента при рівні значимості 0,05 і числі ступенів свободи $f_y = N(m-1)$, з яким визначалася σ_y^2 .

У нашому експерименті $t^* = 2,12$ (для $f_y = 16$); для великих коренеплодів $\sigma_b^2 = 2,13$ і для середніх $\sigma_b^2 = 2,36$, тому коефіцієнти b_{12} , b_{13} і b_{123} були виключені з регресійного рівняння, тому що вони не задовольняють умові (9). Після підстановки залишилися значущі коефіцієнти у формулу (4) отримані в кодованому вигляді шукані вирази:

$$Y_{кр} = 12,8 - 1,85x_1 + 1,88x_2 - 2,24x_3 + 1,74x_2x_3, \quad (11)$$

для середніх коренеплодів

$$Y_{ср} = 13,4 - 1,89x_1 + 2,5x_2 - 2,54x_3 + 1,82x_2x_3, \quad (12)$$

Регресивні рівняння (11) і (12) були перевірені на адекватність (тобто на здатність досить добре описувати поверхню відгуку) за критерієм Фішера:

$$F = \frac{\sigma_{aq}^2}{\sigma_y^2} \leq F(0,05; f_{aq}; f_y), \quad (13)$$

де

$$\sigma_{aq}^2 = \frac{\sum_{j=1}^N (\bar{Y}_j - Y_{jp})^2}{N-l}, \quad (14)$$

l – число значущих коефіцієнтів регресії;

Y_{jp} – значення Y , обчислене за допомогою отриманих регресійних рівнянь для відповідного j – го досвіду (наведені в табл.2);

f_{aq} – число ступенів свободи дисперсії відтворюваності;

$$f_{aq} = N - l = 4.$$

Обчислення дали: для великих коренеплодів = 1,36 і для середніх = 1,27, що значно менше табличного значення 3,8378. Отже, прийнята лінійна модель адекватна експериментальним даним.

Нарешті, взявши до уваги вираз (1), зробивши перерахунок коефіцієнтів для натуральних одиниць змінних і повертаючись до фізичних їх позначенням, отримаємо шукані формули для розрахунку продуктивності скребкових транспортерів:

$$Q_{кр} = \frac{BV}{t} (45,3 - 6,9V - 115,0h - 35,0\alpha + 192,7h\alpha), \quad (15)$$

для середніх коренів

$$Q_{ср} = \frac{BV}{t} (47,1 - 7,0V - 109,9h - 37,8\alpha + 201,5h\alpha). \quad (16)$$

Тут величини виражені: B в м; V - в м/с; t і h в м;

α - в радіанах.

Слід зауважити, що застосування формул (15) і (16) необхідно обмежувати тими межами змінних V , h і α , та значенням t , які були використані при їх виведенні. При занадто далекою екстраполяцією за вказані межі можливі суттєві похибки.

Зрозуміло, область застосовності регресійних рівнянь може бути скільки завгодно розширена (якщо в цьому виникне необхідність) шляхом додавання наступних нелінійних членів ряду Тейлора і проведення ПФЕ при відповідно розширеній області факторного простору.

Висновки

Чисельний аналіз отриманих регресійних залежностей показує, що в дослідженому ФП величина продуктивності Q приблизно прямо пропорційна висоті скребка h і обернено пропорційна куту нахилу полотна відносно горизонтальної площини α . Величина продуктивності Q нелінійно залежить від швидкості транспортера V , причому для фіксованих значень висоти скребка h і куту нахилу полотна α продуктивність Q має максимум при значеннях швидкості транспортера:

$$V_m = 3,3 - 8,3h - 2,5\alpha + 14h\alpha \text{ - для великих коренеплодів і}$$

$$V_m = 3,4 - 7,9h - 2,7\alpha + 14,4h\alpha \text{ - для середніх.}$$

Однак розрахунки показують, що для всіх комбінацій висоти скребка h і кута нахилу полотна α лежачих в межах обраного ФП, значення швидкості V_m лежать за межами ФП ($V_m > 1,4$ м/с).

На практиці для отримання максимальної продуктивності транспортерів слід прагнути (в межах дослідженого тут ФП) вибирати найбільші значення швидкості V і висоти скребка h та мінімальні значення кута нахилу полотна відносно горизонтальної площини α , при цьому, треба враховувати і інші обмежувальні фактори - пошкодження і розсіювання коренеплодів, компонування та інші.

Список використаних джерел

1. Зенков, Р. Л., Ивашков, И.И., Колобов, Л.Н. Машины непрерывного транспорта.- М.: Машиностроение, 1987.- 432 с.
2. Конвейеры Справочник /Под ред. Пертена, Ю.А.-Л.: Машиностроение, 1984.-366 с.
3. Мартыненко А.Т. К вопросу об определении производительности скребковых конвейеров // Сб. научн. тр. Известия Томского политехнического университета., том 62 вып. №4 Томск, 1945, С.111-121.
4. Татьянако Н.В., Золотарева Т.С. Определение эмпирических. формул производительности скребковых транспортеров для свекловичных корней // Сб. научн.тр. Исследование и изыскание новых схем и конструкций рабочих органов сельскохозяйственных машин: ВИСХОМ, вып. XVI. М., 1980, С. 96
5. Ивоботенко Б.А., Ильинский Н.Ф., Коплов И.П. Планирование эксперимента в электромеханике. М., "Энергия", 1975.
6. Поляшенко С.О., Поляшенко В.С., Оболенцев А.В. Вплив лінійної швидкості полотна транспортера бурякозбиральних машин на пошкодження і розсівання коренеплодів цукрового буряка при його навантаженні в транспортний засіб Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства // Зб. наук. пр. Вип. 60, - Харків, ХДТУСГ- 2007
7. Поляшенко С.О., Калінін Є.І., Завантаження кузова транспортного засобу транспортером мобільної сільськогосподарської машини Зб. наук. пр. Вісник ХНТУСГ// Технічні системи і технології тваринництва № 170 2016 - с.70-76

8. Поляшенко С.О., Антипенко А.М. Підвищення якості збирання цукрових буряків і продуктивності вивантажувального транспортера самохідної коренезбиральної машини // Тракторная энергетика в растениеводстве // Сб. науч. тр. Вып.6 - Харьков, ХГТУСХ, 2003

9. Поляшенко С.О., Кисіль В. С. Пошкодження коренеплодів цукрового буряку при виконанні навантажувально-розвантажувальних робіт // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства Вип. 119, – Харків, ХНТУСГ – 2011 – с. 394-400

10. Поляшенко С.О., Роляк О.А., Ю.О. Цикалюк, Вплив лінійної швидкості полотна транспортера бурякозбиральних машин на пошкодження і розсівання коренеплодів цукрового буряка // Зб. наук. пр. ЛНТУ // Механізація с-г виробництва Вип. № 24 Луцьк - 2013 –с.202-211

11. Polyashenko S., Iesipov O., Kalinin E., Manoylo V., Dissipation of the root vegetables of the sugar beet depending on speed of a transporter belt // Dynamics of the development of world science. Abstracts of the 6th International scientific and practical conference. Perfect Publishing. Vancouver, Canada. 2020. Pp. 256-265.

References

1. Zenkov, R.L., Ivashkov, I.I., Kolobov, L.N. Continuous transport machines.-М .: Mashinostroenie, 1987.- 432 p.

2. Conveyors Handbook / Ed. Pertena, Yu.A.-L .: Mechanical Engineering, 1984.-366 p.

3. Martynenko A.T. On the question of determining the performance of scraper conveyors // Sb. scientific. tr. Bulletin of the Tomsk Polytechnic University., Volume 62 issue. No. 4 Tomsk, 1945, p. 111-121.

4. Tatyanko N.V., Zolotareva T.S. Definition of empirical. formulas of productivity of scraper conveyors for beet roots // Sb. scientific tr. Research and research of new schemes and designs of working bodies of agricultural machines: VISKHOM, vol. XVI. M., 1980, p. 96

5. Ivobotenko B.A., Ilinsky N.F., Kopllov I.P. Planning an experiment in electromechanics. M., "Energy", 1975.

6. Polyashenko S.O., Polyashenko V.S., Obolentsev A.V. The infusion of a line of the conveyor belt of beet picking machines for the production and development of root crops of the beetle beet when it is installed in the transport service. sciences. Ave Vip. 60, - Kharkiv, KhNTUSG -2007

7. Polyashenko SO, Kalinin Y.I., Sealing the body of the transport vehicle using the transporter of the mobile silskogospodarskoy car Zb. sciences. Visnyk ave. KhNTUSG // Technical systems and technologies no. 170 2016 - pp. 70-76

8. Polyashenko SO, Antipenko A.M. Adjusting the quality of picking up red beets and productivity of the vivantage conveyor of self-contained rootless machines // Tractor energy in crop production // Sat. scientific. tr. Issue 6 - Kharkiv, KhGTUSH, 2003

9. Polyashenko S.O., Kisil V.S. 119, - Kharkiv, KhNTUSG - 2011 - p. 394-400

10. Polyashenko S.O., Roliak O.A., Yu.O. Tsikalyuk, Injection of the line shipment of the conveyor belt of the beet picking machines for the production and development of root crops of the red beet // Zb. sciences. pr. LNTU // Mechanization s-g virobnitstva VIP. No. 24 Lutsk - 2013 –p.202-211

11. Polyashenko S., Iesipov O., Kalinin E., Manoylo V., Dissipation of the root vegetables of the sugar beet depending on speed of a transporter belt // Dynamics of the development of world science. Abstracts of the 6th International scientific and practical conference. Perfect Publishing. Vancouver, Canada. 2020. Pp. 256-265.