

равновесия надземной и подземной части существующих зданий и не вызывает значительных дополнительных внутренних усилий в конструкциях этих зданий.

**Ключевые слова:** конструкция «стена в грунте», методы расчета, грунт, устойчивость, давление грунта, здание, фундаменты, перемещения, деформации, несущая способность грунта.

УДК 629.631.554

## **ЕКОЛОГІЧНІ ТА ЕКОНОМІЧНІ ПРОБЛЕМИ ЗБИРАЛЬНО-ТРАНСПОРТНИХ ПРОЦЕСІВ ДЛЯ КОРЕНЕПЛОДІВ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ**

**С. Г. Фришев, доктор технічних наук  
І. І. Купрейчук, студент  
e-mail: fryshev@ukr.net**

**Анотація.** Визначені підходи та шляхи вирішення екологічних та економічних проблем під час збирання та транспортування коренеплодів цукрових буряків. Екологія та економіка в сільськогосподарському виробництві знаходяться у тісному зв'язку, їх вплив друг на друга має довгостроковий характер. Для забезпечення окупності імпортованих машин необхідно раціональне збільшення виробничих обсягів на кожному збирально-транспортному комплексі.

Для підвищення ефективності технологій перевезення цукрових буряків з поля з урахуванням екологічності виробничих процесів необхідно вирішувати підбір раціонального збирально-транспортного комплексу (ЗТК) з метою якісного очищення коренеплодів, а також адаптувати параметри логістичного ланцюга для цукрових буряків та обґрунтувати раціональну технологію транспортування продукції із заміною спеціалізованих засобів на універсальні. Для поточної технології доцільним є транспортування продукції із використанням напівпричепів-самоскидів (НП) як оборотних засобів. Швидкі зміни погодних умов: осінні дощі та перезволожений грунт потребують відповідної адаптації технології та технічних засобів з переходом на перевалочний варіант із застосуванням потужного навантажувача-очищувача коренеплодів. Заміна спеціалізованих

© С. Г. Фришев, І. І. Купрейчук, 2017

*тракторних причепів на універсальні НП з відповідною доробкою дозволить зменшити приведені витрати та підвищити прибутковість виробництва.*

*Одним з варіантів зниження тиску коліс машин ЗТК на ґрунт є регулювання тиску в пневматичних шинах. Зниження тиску на ґрунт зазвичай досягається за рахунок зменшення тиску на пляму контакту. Дослідна перевірка впливу тиску на параметри роботи ходових систем в умовах України дозволить запропонувати відповідні рекомендації.*

*Теоретичний аналіз роботи ЗТК для цукрових буряків із застосуванням оборотних автомобільних напівпричепів самоскидів дозволив обґрунтувати методуку визначення складу комплексу. Застосування оборотних НП в складі автотракторних поїздів забезпечує підвищення як продуктивності БК так і підвищення продуктивності автотранспортних засобів (АТЗ). Основною проблемою впровадження такої технології, яку потрібно вирішити в наступній науково-дослідній роботі, є зменшення ущільнення ґрунту напівпричепами як за рахунок постановці додаткових коліс трактора, так і шляхом перерозподілу продукції в кузові НП під час її перевезення в полі.*

**Ключові слова:** *цукрові буряки, транспортування, транспортні засоби, ущільнення ґрунту, екологічні проблеми, ефективність*

**Постановка проблеми.** Ринкова економіка передбачає інтенсифікацію ведення сільськогосподарського виробництва, зростання обсягів продукції за рахунок підвищення продуктивності технологій та зниження витрат на кінцевий продукт. Одним з головних видів сільськогосподарської продукції є цукрові буряки – сировина для одержання цінного харчового продукту цукру.

Збирання та транспортування цукрових буряків – завершальні, та трудомісткі технологічні процеси під час виробництва коренеплодів. Затрати робочого часу (праці) на збирання цукрових буряків сягають 25% від загальних затрат. Від раціональної організації цього процесу, його своєчасності залежить прибутковість виробництва. Для виконання робочих процесів необхідно оснащення галузі високопродуктивними, надійними, довговічними і екологічно оправданими машинами. Відповідно цих вимог техніку треба обов'язково розглядати у її зв'язку з живою природою, живими організмами землі. Її родючість – одне із основних багатств, які дані людині природою. Збільшення продуктивності збиральних та транспортних агрегатів і зменшення затрат праці досягається застосуванням машин з підвищеною шириною захвату, які мають

більш потужні енергетичні засоби. Еволюція розвитку бурякозбиральних комбайнів (БК) відбувалася останнім часом в напрямку обладнання їх спочатку бункерами-компенсаторами місткістю 1,5–3,5 т, а потім, із збільшенням потужності двигунів до 250–300 кВт, місткість бункера збільшували поетапно – до 10–12, 15–18, 20–25 т. Відповідно значно зростав за вантажопідйомністю транспортний парк, який збагатився спеціалізованою технікою. Це означає суттєве збільшення маси машин та зростання тиску від їх коліс на ґрунт, що викликає його ущільнення. Як результат багатократного руху машин по полю відбувається значне переущільнення ґрунту на глибину до 100 см, машинні «сліди» покривають до 80% площі поля.

Важливим негативним фактором є також вивіз з поля сумісно з коренеплодами під час збирання при певних умовах значної кількості ґрунту (до 10 % від всієї маси, яка вивозиться), що налипає на буряки. Тобто по мірі підвищення ролі техніки во взаємодії її з природою все більшу актуальність набувають питання екологічності.

Екологія та економіка в сільськогосподарському виробництві знаходяться у тісному зв'язку, їх вплив друг на друга має довгостроковий характер. Вартість сучасних машин, особливо імпортих, велика. Тому для забезпечення їх окупності при низькій урожайності коренеплодів необхідно убирати одним агрегатом біля 1000 га за сезон [1]. Однак особливості клімату на більшій території України не дозволяють збирати урожай тривалий час, а ранні терміни збирання загрожують значними його втратами. Таким чином наряду із збільшенням урожайності цукрових буряків необхідним є визначення раціонального високопродуктивного комплексу збиральних та транспортних машин та його робочих режимів.

**Аналіз останніх досліджень.** На сучасному ринку сільськогосподарської техніки є значний вибір БК, транспортних засобів та навантажувально-очисної техніки. Проведені дослідження по оцінці ефективності застосування окремих машин збирально-транспортного комплексу (ЗТК) не дозволяють робити висновки по раціональній організації роботи всього комплексу, не урахують різноманітність ґрунтово-кліматичних умов України. Не вирішується проблема раціонального завантаження спеціалізованих транспортних засобів, які транспортують урожай з поля.

Важливим є певні дослідні закордонні нароби по встановленню впливу тиску повітря в шинах коліс ходових систем на робочі технологічні параметри машин [2]. Вони потребують певної дослідної перевірки у виробничих умовах України та відповідної адаптації. Таким чином потрібен комплексний підхід в оцінці екологічності та економічності машинних технологій.

**Метою досліджень** є підвищення ефективності технологій перевезення цукрових буряків з поля з урахуванням екологічності виробничих процесів.

Для здійснення мети досліджень необхідно вирішувати такі завдання.

1. Підбір раціонального ЗТК для забезпечення транспортування та якісного очищення максимальної кількості коренеплодів.

2. Адаптацію параметрів логістичного ланцюга транспортно-виробничої системи для цукрових буряків та обґрунтування раціональної технології транспортування продукції із заміною спеціалізованих засобів на універсальні.

**Результати досліджень.** Підбір раціонального ЗТК виконується на підставі:

- урахування технічних характеристик основних машин комплексу;
- оцінці залежності прибутковості господарювання від обсягу виробництва.

Під час вибору марки БК потрібно ураховувати суттєві переваги самохідних машин перед причіпними: здатність працювати у важких умовах українських полів (дощі, болото); зменшення трудових ресурсів (потрібен лише один оператор за кермом комбайна) та витрат палива. Все це обумовлює необхідність використання самохідних БК. Для самохідної техніки характерна тенденція збільшення потужності двигунів, яка обумовлена ускладненням технологічності здійснюваних процесів. Так, наприклад, компанія Pora на своїх нових БК Tiger 6 збільшила потужність двигуна на 140 к.с., одержав, таким чином, звання найпотужнішого бурякозбирального комбайна в світі (768 к.с.). Більш потужний двигун в поєднанні з новим редуктором блоку розподільних гідронасосів дозволяє цілеспрямовано відключати незадіяні гілки гідропотоків, звів до мінімуму витрати палива. У порівнянні з моторами попереднього покоління економія палива досягає 20%.

Відомо [1], що коренеплоди продовжують нарощувати масу і накопичувати цукор аж до заморозків і відмирання бадилля. Дослідження багатьох вчених свідчать про значний приріст урожайності і цукристості буряків у осінній період, особливо у вересні–жовтні (рис. 1).

Практика свідчить, що для максимального отримання результату від осінніх приростів маси коренеплодів і накопичення в них цукру, масове збирання цукрових буряків у основній зоні бурякосіяння України (Лісостеп) доцільне з 20 вересня до 25 жовтня. За даними ННЦ «Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України» при розрахунку потреби у бурякозбиральній техніці

необхідно врахувати, що в цей період кількість робочих днів становить у середньому від 18 до 20 [3]. Але для цього буде потрібно одноразово багато дорогої техніки і людських ресурсів.

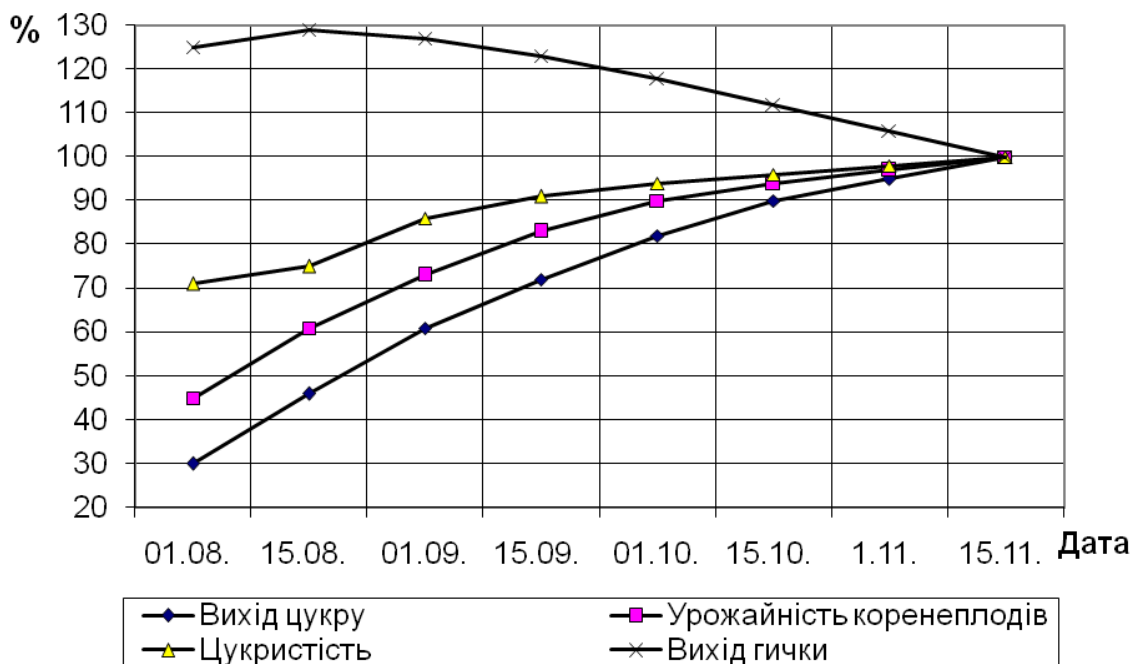


Рис. 1. Динаміка урожайності і цукристості буряків у серпні–листопаді місяцях.

Тому доцільно оптимізувати співвідношення між витратами на утримання і експлуатацію необхідної збиральної техніки і вираженими в грошовому еквіваленті втратами потенційного врожаю через ранніх строків збирання [5].

Для виробничого застосування доцільними є два варіанти збирально-транспортних технологій: 1) поточної – при відсутності налипання ґрунту; 2) перевалочної – при підвищеній вологості ґрунту и потрібному при цьому очищенні коренів від ґрунту та залишків гичкі.

Оцінка ущільнення ґрунту. Марка БК вибирається з урахуванням як екологічності так и продуктивності. За стандартом [8] максимальний тиск  $q_{max}$  кожного рушія на ґрунт при її типової вологості в період збирання більше 0,7 НВ з урахуванням можливих поправок не повинен перевищувати 100-120 кПа. Поки в світі не існує жодного самохідного БК, що забезпечує настільки низький тиск. У той же час природно доцільно застосовувати комбайни, які мають порівняно невеликий тиск.

Порівняно менший тиск на ґрунт 120-138 кПа створюють комбайни Kleine SF 20 та ROPA euro-TIGER V8-3 (табл. 1). З урахуванням більш високої продуктивності доцільним є вибір БК марки Ropa Euro-Tiger V8-3, у якому зменшення тиску при високої его масі досягається за рахунок застосування трьох мостів.

Більш точну оцінку дають комплексні узагальнені критерії  $U_1$ ,  $U_2$ ,  $UT_1$ ,  $UT_2$ , які ураховують вплив коліс во всієї толщі деформуемого ґрунту, форму отпечатка колеса и несучу здатність ґрунту.

### 1. Показники ущільнення ґрунту самохідними комбайнами.

Марка комбайна	$R$	$q$ , кПа	$H$ , см	$h$ , мм	$U_1$	$U_2$ , кН/м	$UT_1$	$UT_2$ , кН/м
Kleine SF 10-2	6	120-126	85-95	45-50	1,61-1,76	159-170	1,56	167
Holmer Terra Dos T3	6	139-148	111-127	63-71	2,69-2,84	245-265	2,69	267
ROPA euro-TIGER V8-3	6	126-138	106-122	59-66	2,17-2,50	205-244	2,36	241
Matrot M 2011 Plus	6	133-142	108-124	60-68	2,50-2,64	229-247	2,49	249
Riecam RBM 400T	6	149	111	64	2,73	249	2,61	254
Vervaet Beet Eater 617	6	143-148	111-112	63	2,63-2,69	241-245	2,53	247
Agrifac HEXA 12	12	126-132	124-160	68-93	2,43-2,81	244-302	2,56	269

Одним з варіантів зниження тиску коліс машин ЗТК на ґрунт є регулювання тиску в пневматичних шинах. Зниження тиску на ґрунт зазвичай досягається за рахунок зменшення тиску на пляму контакту. Зниження тиску в шинах означає збільшення плями контакту. Завдяки цьому навантаження розподіляється за більшою площею. Адаптоване, зниження тиску в шинах не тільки збільшує продуктивність машин в полі але і знижує витрату дизпалива та зберігає ґрунт. Якщо шина вузька і тверда, відбувається непотрібне ущільнення ґрунту. Крім того, порушується структура ґрунту і при цьому збільшується витрата палива: колія глибиною більше десяти сантиметрів подвоює витрата палива [5]. Завдяки системі регулювання тиску в шинах можна швидко адаптувати робочий режим до навколишніх умов. Підвищення тиску в шинах на дорогах зменшує опір коченню і підвищує безпеку водіння. В цих умовах до переваг можна віднести зниження витрати палива і підвищення безпеки водіння на дорогах. Це також ефективно знижує знос шин.

Німецька компанія Fendt пропонує унікальну систему з новою системою регулювання тиску в шинах VarioGrip Pro. Система дозволяє змінювати тиск в шинах в діапазоні від 0,8 бару (робота в полі) до 1,8 бару всього за 30 секунд під час руху трактора [2]. Тим самим, в залежності від типу ґрунту і погодних умов фермер може за лічені хвилини підібрати необхідний тиск для зниження пробуксовки і збільшення тягової здатності трактора. Дана розробка буде вироблятися як заводська опція. За даними німецьких дослідників факультету сільського господарства в університеті прикладних наук Південної Вестфалії при тиску 0,8 бара (вместо стандартного 1,8 бара) витрати дизпалива в полі зменшуються на 8 % на кожному

гектарі (рис. 2). Тиск 1,8 бара уявляє собою компромісний варіант як для руху по дорогам, так и для польових робіт, якщо не використовується система регулювання тиску.

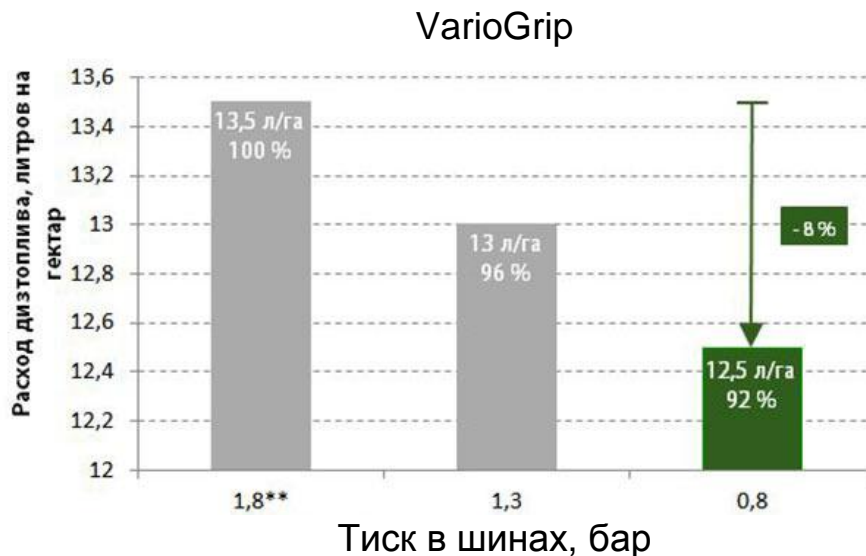


Рис. 2. Вплив тиску в шинах на витрати дизпалива.

Тиск в шинах 2,4 бара замість стандартного 1,8 бара під час руху по дорогам зменшує час в путі до трьох процентів, при цьому витрати дизпалива знижуються на два проценти. Дослідна перевірка впливу тиску на параметри роботи ходових систем в умовах України дозволить запропонувати відповідні рекомендації.

Економічні аспекти збирання і транспортування коренеплодів. У зв'язку з поставленим завданням доцільно оптимізувати співвідношення між витратами на утримання і експлуатацію необхідної збирально-транспортної техніки і вираженими в грошовому вираженні втратами потенційного врожаю через ранніх строків збирання [5]. При цьому машини ЗТК повинні підбиратися з мінімальним тиском на ґрунт для зменшення його ущільнення.

Прибутковість господарювання суттєво залежить від обсягу виробництва. Аналіз діяльності фермерських господарств США різних розмірів (не враховані дрібні фермерські господарства, що виробляють продукцію та послуги до 20 тис. доларів на 1 га оброблюваної площі), свідчить, що при зростанні середньої площі в 5,2 рази виробничі витрати зростають лише в 4,2 рази, проте чистий прибуток у розрахунку на 1 га – в 14,5 рази [5]. При цьому питома вага нафтопродуктів на технологічні і транспортно-технологічні операції у структурі виробничих витрат зменшується з 6,3 % до 5,0 %. Зазначену закономірність можна пояснити більш ефективним використанням всього комплексу транспортно-технологічних машин.

Виходячи з максимального прибутку у господарства необхідно мінімізувати сукупні витрати  $I_{зТП}$  грошових коштів на 1 тонну цукрових буряків:

$$I_{зТП} = I + C_y \rightarrow \min, \quad (1)$$

де:  $I = I_K + I_{II} + I_{HO} + I_A$ , грн/т –  $I_K, I_{II}, I_{HO}, I_A$  – прямі експлуатаційні витрати (тут – прямі експлуатаційні витрати на збирання цукрових буряків), їх перевезення по полю, навантаження з бурту та очищення, перевезення по дорогах у приймальний пункт цукрового заводу у розрахунку на 1 т зібраної продукції;  $C_y$  – збиток від зниження кількості продукції, який визначається з наступних міркувань.

$$C_y = C_c Y_{max} \eta \cdot z_p / 200, \\ \eta = 100(Y_{max} - Y_0) / (Y_{max} z_0),$$

де:  $Y_0$  – врожайність на ранню дату, наприклад на 1 вересня;

$z_0$  – число днів до отримання максимального врожаю  $Y_{max}$  (на дату закінчення збирання);

$C_c$  – приймальна ціна цукрових буряків на заводі, грн/т.

Середній приріст маси врожаю в процентах на добу становить:

$$\eta = 100(Y_{max} - Y_0) / (Y_{max} z_0), \quad \% \text{ добу} \quad (2)$$

$Y_{max}$  – урожай на дату закінчення збирання;

$z_p$  – термін збирання, днів;

$$z_p = T_p / t_D; \quad (3)$$

$T_p$  – річне завантаження техніки, год;

$t_D$  – тривалість робочого дня, год;

$Y_0$  – урожай на ранню дату збирання, т/га.

Як показник ефективності нової техніки і критерію відбору кращого варіанту застосовуються приведені витрати на одиницю напрацювання [3]. З урахуванням економічного ефекту від зміни кількості продукції на одиницю напрацювання  $C_y$  комплексні витрати постануть у вигляді:

$$K_3 = \Pi + C_T = I + E \cdot B / B_3 + C_y, \quad (4)$$

де:  $\Pi$  – приведені витрати, грн/т;  $E$  – норматив ефективності капітальних вкладень;  $B_3 = W_3 T_3$  – річне напрацювання, т (тут  $T_3$  – річне завантаження техніки ЗТК, год.);  $W_3$  – продуктивність ЗТК, за 1 годину змінного часу;

Обґрунтування раціональної поточної технології транспортування продукції із використанням напівпричепів-самоскидів (НП) як оборотних засобів. Аналіз першого варіанту *поточної схеми*, що розглядаються, показує наступне. За оцінкою спеціалістів Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України найбільш ефективною організацією вивезення



цукрових буряків з поля на приймальний пункт є застосування автопоїздів з використанням великовантажних автомобілів (АМ), при цьому АМ перевозить два причепа (традиційна технологічна схема) [3, 4]. Для ефективного використання АМ за кожним з них закріплено по чотири двовісних причепа. При потоковому збиранні урожаю спочатку завантажується АМ, а потім до нього причіплюються два причепа, які були завантажено раніше. В той час, коли автопоїзд везе буряки на приймальний пункт, при допомозі трактора два пусті причепа перевозяться до БК, де завантажуються, а потім відправляються на дорогу. При поверненні АМ з пустими причепами водій відчіпляє їх, завантажується від БК, причіпляє раніше завантажені два причепа і відвозить на приймальний пункт. Необхідність виконання додаткових операцій «відчіплення-причеплення» (В-П) збільшує трудомісткість та знижує ефективність першого технологічного варіанту.

Для усунення вказаних недоліків пропонується другий технологічний варіант поточної організації перевезень із застосуванням одночасно напівчовникового способу руху як на «короткому польовому» так і на «довгому дорожньому» плече. В якості транспортних засобів (ТЗ) використано оборотні НП, які працюють в полі з трактором, що обладнано сидельним зчіпним пристроєм, а на дорозі – з автотягачами (АТ) [6, 7]. Цей спосіб має позитивні складові, тому що як на «короткому» так і на «довгому» плече ТЗ (НП) працюють як компенсатори. Це виключає простої як БК так і ТЗ, а застосування сидельного зчіпного пристрою на тракторі зменшує трудовитрати на В-П.



а



б

Рис. 3. Трактори з сидельним пристроєм: а – Т-158; б – трактор-тягач К-703 М(А)-12-02-ССУ.

Такий варіант технології включає наступні операції. Транспортний агрегат, що містить НП з трактором, обладнаним зчіпним сидельним пристроєм, рухається по полю, під'їжджає до

чергового БК, який має заповнений буряками бункер і завантажується. В залежності від місткості кузова НП та бункера БК виконується заповнення одним, двома-трьома бункерами. Потім трактор перевозить НП до краю поля, відчіпляє його та причіпляє порожній НП, який знаходиться там же, і повертається в поле до комбайнів. Заповнений НП причіпляється до автотягача (АТ) з сидельним пристроєм, який перевозить буряки на приймальний пункт, розвантажує як самоскид, і повертає НП на край поля, де відчіпляє його. Теоретичний аналіз роботи ЗТК для цукрових буряків із застосуванням оборотних автомобільних напівпричепів самоскидів дозволив обґрунтувати методику визначення складу комплексу [6, 7].

Кількість напівпричепів з тракторами, які обслуговують групу комбайнів визначається як:

$$n_H = \text{CEILING} \frac{(0,09 + t_{B-\Pi}) m_K W_{KP}}{1,11 \omega_K \cdot d_B}, \text{ од.} \quad (5)$$

Вибір вантажопідйомності НП виконується, виходячи з умови кратності вантажопідйомності кузова НП і бункера ЗК:

$$q_H \geq \frac{q_B}{n}, \text{ Т,} \quad (6)$$

де  $q_H$  – номінальна вантажопідйомність обраного НП;

$q_B = \omega_K \cdot d_B$  – маса коренеплодів в бункері;

$n$  – ціле, натуральне число: 1, 2, 3, ... .

Друга умова вибору марки НП: місткість  $\omega_H$  обраного НП повинна бути кратною місткості бункера комбайна:

$$\omega_H \geq \frac{\omega_K}{n}, \text{ м}^3. \quad (7)$$

Кількість автотягачів для перевезення коренеплодів з рівняння [9]:

$$n_{AT} = \text{CEILING} \frac{n_H (t_{B-\Pi} + \frac{2l_{ij}}{v_T} + t_{ВИБ})}{0,09 + \frac{q_B}{W_H} + t_{B-\Pi}} \text{ од.}, \quad (8)$$

Загальна кількість НП, які потрібні для роботи ЗТК (рухаються, знаходяться в очікуванні та під навантаженням), визначається за формулою [9]:

$$\Pi = \text{CEILING} n_{AT} \left( 1 + \frac{n_{\Pi} (t_H + t_{B-\Pi})}{t_{B-\Pi} + \frac{2l_{ij}}{v_T} + t_{ВИБ}} \right) \text{ од.}, \quad (9)$$

де:  $t_H$  – середня тривалість навантажувальних операцій:

$$t_H = 0,09 + \frac{q_B}{W_H} \text{ год.}, \quad (10)$$

$n_{\Pi}$  – кількість навантажувальних пунктів в полі,  $n_{\Pi} = n_H$ .

Адаптація параметрів логістичного ланцюга транспортно-виробничої системи для цукрових буряків. Швидкі зміни погодних умов: осінні дощі та перезволожений ґрунт потребують відповідної адаптації технології та технічних засобів.

Доцільним шляхом такої адаптації є перехід до перевалочної технології, яка передбачає застосування тракторних причепів для перевезення буряків від БК до кагатів на краю поля та їх вивантаження для тимчасового зберігання, а також використання навантажувача-очищувача (НО).

Роль причепів можуть виконувати спеціалізовані тракторні причепи-перевантажувачі (ПП) з шинами низького тиску типу Hawe Ruw з вантажністю 26 т і продуктивністю вивантажувального транспортера 850 т/год, або автомобільні напівпричепи-самоскиди типу НПС 2150 з вантажністю 25 т з тракторами, що обладнані автоматичними зчипними пристроями сидельного типу. Перевага застосування НП в полі в їх універсальності. Трактор з НП під час завершення заповнення бункера БК під'їжджає до нього, і на ходу завантажується коренеплодами, а потім переїжджає на край поля до кагатів, де розвантажується та повертається до БК. За допомогою навантажувача-очищувача коренеплоди з одночасним очищенням від ґрунту завантажуються у великовантажні АТЗ, в тому числі у НП і перевозяться до приймального пункту цукрового заводу.

Коренеплоди з кагатів навантажуються в транспортні засоби високопродуктивними навантажувачами-очищувачами Euro-Maus 3 або Euro-Maus 4 (Ropa) (рис. 4), які відповідають основним агротехнічним вимогам: засміченість ґрунтом – не більше 1,0%, а втрати в результаті пошкодження коренеплодів не повинні перевищувати 3–4%.



Рис. 4. Завантаження коренеплодів з бурта в АТЗ з використанням навантажувача-очищувача Ropa euro-Maus.

Розгляд потокової роботи машин першої ланки дозволив встановити кількість ТПП для обслуговування групи комбайнів [6, 7]:

$$n_{II} = CEILING 0,9m_K W_{KP} \left( \frac{1}{W_{ПК}} + \frac{1}{W_{II}} + \frac{0,09}{q_B} \right), \text{ од.} \quad (11)$$

де:  $m_K$  – кількість БК в групі;

$W_{KP}$   $W_{ПК}$   $W_{II}$  – продуктивність відповідно БК, вивантажувального транспортера БК, розвантаження ТПП, т/год.;

$q_B$  – маса буряків в бункере БК, т.

Кількість АТЗ для обслуговування НО визначена як:

$$n_A = CEILING \frac{1,23W_{НО} \tau_H \left( \frac{K_M \cdot q_A}{\tau_H W_{НО}} + \frac{2l_{ij}}{v_T} + t_{АВІВ} \right)}{q_A}, \text{ од.} \quad (12)$$

де  $W_{НО}$  – продуктивність НО, т/год.;

$\tau_H$  – коефіцієнт використання робочого часу зміни НО;

$q_A$  – вантажопідйомність АТЗ, т., яка визначається з виразу:

$$q_A \geq q_B \quad (13)$$

$t_{АВІВ}$  – тривалість розвантаження АТЗ в приймальному пункті, год;

$l_{ij}$  – відстань перевезення у приймальній пункт, км;

$v_T$  – технічна швидкість АТЗ, км/год.

Можливість зменшення кількості АТЗ, які одночасно застосовуються, визначається зміною коефіцієнта використання робочого часу зміни НО.

Як показують дослідження для зернового виробництва [10], застосування ТПП як компенсатора, дозволяє виключити простої АТЗ, які сягають при прямих перевезеннях 36%. Природно, що такі ж показники трансформуються і у ЗТК для цукрових буряків.

Раціональні параметри перевалочної технології для цукрових буряків, які визначаються розробленою методикою, забезпечують роботу комбайнів без простою, зменшують ущільнення ґрунту, виключають його вивезення з поля, а також дають можливість оптимізувати терміни транспортування коренеплодів та кількість АТЗ, які одночасно застосовуються [6, 7].

### Висновки

Визначені основні підходи та шляхи вирішення екологічних та економічних проблем під час збирання та транспортування коренеплодів цукрових буряків.

Застосування оборотних НП в складі автотракторних поїздів забезпечує підвищення як продуктивності БК так і підвищення

продуктивності АТЗ. Основною проблемою впровадження такої технології, яку потрібно вирішити в наступній науково-дослідній роботі, є зменшення ущільнення ґрунту напівпричепами як за рахунок постановці додаткових коліс трактора так і шляхом перерозподілу продукції в кузові НП під час її перевезення в полі.

### Список літератури

1. *Сайт*. Аграрний сектор України. agroua.net.
2. South Westphalia University of Applied Sciences, Soest, Германия.
3. *Курило В. Л., Сінченко В. М., Пиркін В. І.* Збиранню цукрових буряків – високу якість // Цукрові буряки. 2012. №4. 24—32.
4. *Гречкосій В. Д., Дмитришак М. Я., Шатров Р. В.* Комплексна механізація буряківництва. Вінниця. Нілан. 2013. 358 с.
5. *Мартынов В. М.* Проектирование рабочих органов и машин для уборки корнеплодов. Уфа. Башкирский ГАУ. 2011. 250 с.
6. *Фришев С. Г.* Аналіз пропускну здатності транспортно-технологічного комплексу з без букерними комбайнами // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. 2014. Вип. 196. Ч. 2. С. 286—293.
7. *Фришев С. Г., Чорна Л. О.* Обґрунтування параметрів удосконаленої перевалочної технології для цукрових буряків // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. 2014. Вип. 196. Ч. 2. С. 293—301.
8. *ГОСТ 26955-86.* Техника сельскохозяйственная мобильная. Нормы воздействия движителей на почву. Введ. 01.01.87.
9. *Воркут А. И.* Грузовые автомобильные перевозки. Київ. Вища школа. 1986. 447 с.
10. *Измайлов А. Ю.* Технологии и технические решения по повышению эффективности транспортных систем АПК. Москва. ФГНУ «Росинформагротех». 2007. 200 с.

### References

1. *Site.* (2017). The agricultural sector of Ukraine. agroua.net.
2. South Westphalia University of Applied Sciences. (2017). Soest. Germany.
3. *Kurylo V. L., Zinchenko V. M., Perkin V. I.* (2012). Collection of sugar beet – high quality. Sugar beet. No. 4. 24-32.
4. *Grechkosiy V. D., Dmitryak J. M., Shatrov G. V.* (2013). Complex mechanization of sugar beet. Vinnitsa. Nlan. 358.
5. *Martynov V. M.* (2011). Design of working organs of machines for harvesting root crops. Ufa. Bashkir State Agricultural University. 250.
6. *Frishev S. G.* (2014). Analysis of the bandwidth of the transport-technological complex with no busname harvesters // Scientific Bulletin of National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. Series: electronics and energetics, agriculture. Vol. 196. Part 2. 286-293.
7. *Frishev S. G., Chorna L. A.* (2014). Substantiation of the parameters of the advanced transit technologies for sugar beet production // Scientific Bulletin of National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. Series: electronics and energetics, agriculture. Vol. 196. Part 2. 293-301.
8. *GOST 26955-86.* (1987). Agricultural mobile equipment. The exposure of the movers on the ground. Enter. 01.01.87.

9. Vorkuta A. S. (1986). Goods transport by road. Kiev. High school. 447.
10. Izmailov A. Y. (2007). Technologies and technical solutions to improve the efficiency of transport systems APK. Moscow. FGNU "ROS-informagrotekh". 200.

## **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СБОРОЧНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОЦЕССОВ ДЛЯ КОРНЕПЛОДОВ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ**

**С. Г. Фришев, И. И. Купрейчук**

**Аннотация.** Определены подходы и пути решения экологических и экономических проблем во время сбора и транспортировки корнеплодов сахарной свеклы. Экология и экономика в сельскохозяйственном производстве находятся в тесной связи, их влияние друг на друга носит долгосрочный характер. Для обеспечения окупаемости импортных машин необходимо рациональное увеличение производственных объемов на каждый уборочно-транспортный комплекс.

Для повышения эффективности технологий перевозки сахарной свеклы с поля с учетом экологичности производственных процессов необходимо решать подбор рационального уборочно-транспортного комплекса (ЗТК) с целью качественной очистки корнеплодов, а также адаптировать параметры логистической цепи для сахарной свеклы и обосновать рациональную технологию транспортировки продукции с заменой специализированных средств на универсальные. Для поточной технологии целесообразна транспортировка продукции с использованием полуприцепов-самосвалов (ПП) как оборотных средств. Быстрые изменения погодных условий: осенние дожди и переувлажненная почва требуют соответствующей адаптации технологии и технических средств с переходом на перевалочный вариант с использованием высокопроизводительного погрузчика-очистителя корнеплодов. Замена специализированных тракторных прицепов на универсальные ПП с соответствующей доработкой позволит уменьшить приведенные затраты и повысить прибыльность производства.

Одним из вариантов снижения давления колес машин ЗТК на грунт является регулирование давления в пневматических шинах. Снижение давления на грунт обычно достигается за счет уменьшения давления на пятно контакта. Опытная проверка влияния давления на параметры работы ходовых систем в условиях Украины позволит предложить соответствующие рекомендации.

Теоретический анализ работы ЗТК для сахарной свеклы с применением оборотных автомобильных полуприцепов самосвалов позволил обосновать методику определения состава комплекса.

Применение оборотных ПП в составе автотракторных поездов повышает как производительность БК так и АТЗ. Основной проблемой внедрения такой технологии, которую нужно решить в следующей научно-исследовательской работе, является уменьшение уплотнения почвы полуприцепами как за счет постановки дополнительных колес трактора так и путем перераспределения массы продукции в кузове ПП во время ее перевозки в поле.

**Ключевые слова:** сахарная свекла, транспортировка, транспортные средства, уплотнение почвы, экологические проблемы, эффективность

## **ENVIRONMENTAL AND ECONOMIC PROBLEMS OF ASSEMBLY AND TRANSPORTATION PROCESSES FOR ROOT SUGAR BEET**

**S. G. Fryshev, I. I. Kupreychuk**

**Abstract.** Approaches and ways of the solution of ecological and economic problems are specified during harvesting and transporting of root crops of sugar beet. The ecology and economy in farming industry are in a close connection, their effect against each other has long-term character. For provision of pay-back of import machines the rational magnification of production volumes at each harvesting-transport complex is necessary.

For raise of efficiency of production engineering of conveyance of a sugar beet from a field taking into account ecological compatibility of flow processes (productions) it is necessary to solve matching of a rational harvester-transport complex (HTC) for the purpose of qualitative cleaning of root crops, and also to adapt parameters of a logistic circuit for a sugar beet and to prove rational production engineering of transporting (transportation) of products with changeover of specialised means by the general-purpose (universal). For continuous production engineering transporting (transportation) of products with usage of semitripping-trailers (ST) as circulating assets is reasonable. Sweeping changes of weather conditions: autumn rains and water-logged soil demand appropriate adaptation of production engineering and means with passage to transshipment alternative with usage of a high-efficiency (highly-productive) lift truck-cleaner of root crops. Changeover of specialised tractor trailers by general-purpose (universal) НП with appropriate finishing allows to reduce the resulted (brought) costs and to raise (increase) profitableness of production.

One of alternatives of pressure decrease of wheels of machines HTC on a ground (soil) is pressure control in air tyres. Pressure decrease on a ground (soil) is usual reached at the expense of decrease of pressure by a contact piece stain. Experimental check of agency (effect)

of pressure on parameters of operation of tradable(running) systems in the conditions of Ukraine allows to offer corresponding recommendations.

The theoretical analysis of operation HTC for a sugar beet with application of reverse automobile semitrailers of dump trucks allowed to prove a technique of determination(definition) of composition of a complex. Application reverse ST as a part of automotive trains raises as efficiency(productivity) harvesting combines and auto transport equipments ATE. The basic problem of a heading of such production engineering which needs to be solved in the following research work, decrease of soil compaction by semitrailers both at the expense of setting of additional wheels of a tractor and by disproportionation mass products in body ST is during its(her) conveyance in the field.

**Key words: sugar beet, transporting, transport facilities, soil compaction, environmental problems, efficiency**

УДК 656.078

## **ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ МУЛЬТИМОДАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ МІЖНАРОДНИХ КОНТЕЙНЕРНИХ ПЕРЕВЕЗЕННЯХ**

**Н. Ю. Шраменко, доктор технічних наук  
Харківський національний технічний університет сільського  
господарства імені Петра Василенка  
e-mail: t\_t\_1@i.ua**

**Анотація.** Визначено передумови розвитку контейнерних перевезень, які пов'язані, передусім, з глобалізацією економіки, використанням інноваційних технологій і підвищенням рівня інформатизації. В результаті аналізу особливостей створення мультимодальної транспортної системи в Україні виявлено наявність комплексу правових, технічних та технологічних проблем, вирішення яких потребує значних інвестицій.

Визначено основні тенденції розвитку мультимодальних технологій при організації перевезень вантажів у контейнерах, які базуються на кооперації учасників процесу доставки та формуванні єдиного організаційно-економічного, фінансового, інформаційного, кадрового й нормативно-правового забезпечення.

Перспективним напрямком дослідження є розробка методології формування раціональних технологій в мультимодальних системах доставки вантажів.

© Н. Ю. Шраменко, 2017