

УДК 629.631.554

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗБИРАЛЬНО- ТРАНСПОРТНИХ ПРОЦЕСІВ ДЛЯ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ

С.Г. Фришев, доктор технічних наук,

Сірик А. А., студент гр. МА-171.НАТІ

Пропонується методика визначення раціональних параметрів удосконаленої перевалочної технології для цукрових буряків.

Цукрові буряки, збирання, транспортування, ефективність, продуктивність.

Постановка проблеми. Цукрові буряки збирають потоковим, перевалочним та потоко-перевалочним способами. Вибір способу збирання буряка і відповідних технічних засобів залежить від особливостей ґрунтово-кліматичних зон бурякосіяння. Так, в районах достатнього зволоження буряки переважно збирають перевалочним та потоко-перевалочним способами. У районах нестійкого зволоження, де спостерігається чергування посушливих і помірно зволжених років, потрібно застосувати поточковий спосіб.

Важливим напрямком підвищення ефективності збирально-транспортних процесів для цукрових буряків є застосування потужних збиральних комбайнів (БК) з великою місткістю бункерів в поєднанні з великовантажними транспортними засобами та потужною навантажувально-очисною технікою. Цей напрямок необхідно розглядати в тісному взаємозв'язку з проблемою зменшення ущільнення ґрунту під час транспортування коренеплодів з поля.

Саме про такий напрямок свідчить зарубіжний досвід господарств з великим обсягом виробництва [1], де набуває широкого розповсюдження перевалочна технологія, яка удосконалена застосуванням спеціалізованих великовантажних тракторних причепів (СВТП) та високопродуктивних навантажувачів-очисників. Тому актуальна розробка методики обґрунтування раціональних параметрів удосконаленої перевалочної технології для цукрових буряків.

Аналіз останніх досліджень. Вперше в Україні удосконалений варіант перевалочної технології для збирання цукрових буряків в 70-х

роках минулого століття був запропонований у Всесоюзному НДІ цукрових буряків (м. Київ), але його впровадження у виробництво не відбулося у зв'язку з недостатньо високим технічним рівнем розробки як причепів так і збиральних комбайнів. В останній час у країнах ЄС, коли з'явилися більш досконалі БК з бункерами великої місткості – 40 м³ (комбайни фірми ROPA, , Vervaet Beet Eater 625 та інші та причепа RUW HAWE місткістю 40 м³ з трактором Джон Дір 8400 та ін.), відбувається виробниче застосування удосконаленої перевалочної технології.

Метою дослідження є підвищення ефективності перевалочної технології для цукрових буряків шляхом розробки методики обґрунтування раціональних її параметрів.

Результати досліджень. Удосконалений збирально-транспортний перевалочний технологічний процес полягає в наступному. Група з 3-4-х БК працює в одному полі, але кожний у своїй загінці [3], при цьому гичка подрібнюється та розкидається як органічне добриво. За групою БК закріплюється група ТПП. Трактор з причепом під час завершення заповнення бункера комбайна під'їжджає до нього і на ходу завантажується коренеплодами (рис. 1), а потім переїжджає на край поля до кагатів, де розвантажується та повертається до БК. За допомогою навантажувача-очищувача (НО) коренеплоди завантажуються у великовантажні АТЗ (рис.2) і перевозяться до приймального пункту цукрового заводу.

Включення в склад збирально-транспортного комплексу спеціалізованих причепів та потужного навантажувача-очищувача ліквідує такі суттєві технологічні недоліки:

- прості БК в очікуванні розвантаження бункера із-за несвоєчасної подачі транспорту виключаються роботою певної кількості СВТП. Причепа працюють як міжопераційні компенсатори і з урахуванням невеликої відстані перевезення буряків до кагатів гарантують безперервну роботу БК;
- важливою перевагою спеціалізованих причепів перед іншими транспортними засобами (ТЗ) являється зменшена ступінь тиску на ґрунт. Якщо у звичайних тракторних причепів або АТЗ, які застосовують при перевезенні буряків від БК, питомий тиск в декілька разів перевищує допустиму норму, то у спеціалізованих, завдяки широкопрофільним шинам, цей показник близький до нормального;

- з полів вивозиться з коренеплодами більше 3% (від маси буряків) родючого шару ґрунту [2]. Наявність потужного навантажувача-очищувача дозволяє залишити ґрунт в полі.



Рис..1 Завантаження коренеплодів з бункера комбайна ROPA euro-Tiger в причіп RUW HAWE

Для визначення робочих параметрів технологічних ланок в інженерної практиці найбільш поширені детерміновані розрахункові моделі з використанням аналітичних залежностей.

Кількість комбайнів, що необхідні для збирання урожаю з площі S , га при урожайності зерна U , т/га, знаходиться за відомою формулою:

$$m_K = CEILING \frac{S \cdot U}{W_K T_{3M} K_{3M} D_P}, \text{ од.}, \quad (1)$$

де $CEILING$ – функція, яка повертає найближче більшає ціле значення;

K_{3M} – коефіцієнт змінності ($K_{3M} = 3$), який показує кількість змін ($T_{3M}=8$ год.), що працює комбайн за добу;

D_P – кількість робочих днів для збирання зерна за агровимогами - 30 робочих днів – за умовами погоди з 35 календарних днів (з 20 вересня по 25 жовтня) [4].



Рис. 2 Завантаження та очищення коренеплодів з кагатів в АТЗ з використанням навантажувача-очищувача Rora eigo-Maus.

Продуктивність БК за годину змінного часу дорівнює

$$W_K = W_{KP} \tau, \text{ т/год.},$$

(2)

де W_{KP} - продуктивність БК за годину робочого (основного) часу;

τ - коефіцієнт використання часу зміни, визначається як

$$\tau = \delta_{3M} \tau_{Ц} = \delta_{3M} \varphi = 0,81; \quad (3)$$

δ_{3M} - коефіцієнт циклового часу зміни, приймається 0,9 [5];

$\tau_{Ц}$ - коефіцієнт використання циклового часу зміни дорівнює коефіцієнту робочих ходів, середня величина якого за даними літератури прийнята як $\varphi = 0,9$ [5,6].

Продуктивність БК за годину робочого (основного) часу знаходиться як

$$W_{KP} = 0,1 B_p v_p U, \text{ т/год.}, \quad (4)$$

де B_p - робоча ширина захвату БК, м; v_p - робоча швидкість БК, км/год.;

U - урожайність, т/га.

Робоча швидкість руху комбайна v_p обумовлюється урожайністю коренеплодів. Для бурякозбиральних комбайнів виробництва провідних європейських фірм орієнтовно можна прийняти такі швидкості руху (Табл. 1) [4].

Таблиця 1. – Робоча швидкість БК

Урожайність коренеплодів, т/га	Робоча швидкість руху комбайна, км/год.
30-50	11-8
50-70	8-6
70-90	6-5

Умовою потокової роботи першої ланки ЗТК «БК – ТПП» є рівність [7]:

$$R_m = I_{II}, \quad (5)$$

де R_m - ритм роботи групи комбайнів:

$$R_m = \frac{T_{цк}}{m_k}, \text{ год.}, \quad (6)$$

$T_{цк}$ - тривалість робочого циклу БК; m_k - кількість БК в групі;

I_{II} - інтервал надходження СВТП до місця взаємодії з комбайном:

$$I_{II} = \frac{T_{цп}}{n_{II}}, \text{ год.}, \quad (7)$$

де $T_{цп}$ - тривалість робочого циклу СВТП;

n_{II} - кількість СВТП для обслуговування групи комбайнів.

З урахуванням (6-7) з рівняння (5) отримаємо

$$n_{II} = \frac{m_k T_{цп}}{T_{цк}}, \text{ од.} \quad (8)$$

Доцільно, щоби вантажопідйомність СВТП дорівнювала вантажопідйомності бункера БК, тобто

$$q_{II} = q_B, \quad (9)$$

Ритм роботи одного комбайна дорівнює тривалості робочого циклу БК - $T_{цк}$, який в свою чергу містить час завантаження бункера t_B та тривалість холостих ходів на поворотах t_X , що припадає на 1 цикл роботи комбайна, і визначається як [4]:

$$R_1 = T_{цк} = t_B + t_X = 1,11t_B. \quad (10)$$

Тривалість робочого циклу СВТП $T_{цп}$ складається з наступних складових: $t_{зав}$ - час завантаження СВТП з бункера БК, $t_{рух}$ - час руху по полю за 1 оборот для розвантаження та назад до БК, $t_{роз}$ - час

розвантаження в кагати та $t_{оч}$ - час очікування на завантаження, і подана у вигляді рівняння:

$$T_{шт} = t_{зав} + t_{пvh} + t_{роз} + t_{оч}, \quad (11)$$

де $t_{зав} = \frac{q_B}{W_{ПК}}$, год.;

q_B - вантажопідйомність бункера БК - максимальна маса буряка, яка міститься у ньому, т:

$$q_B = V_H d_B,$$

V_H - місткість бункера, м³;

d_B - об'ємна маса буряків, т/м³;

$W_{ПК}$ - продуктивність вивантажувального транспортера БК, т/год.

Тривалість руху СВТП за один його оборот, за даними експериментальних досліджень [8-9] $t_{пvh} = 0,09$ год.

Тривалість розвантаження коренеплодів з СВТП в кагати знаходиться як

$$t_{роз} = \frac{q_B}{W_{П}}, \text{ год.}$$

$W_{П}$ - продуктивність вивантажувального транспортера СВТП, т/год.

Після підстановки в (8) всіх значень його складових отримаємо кількість ТПП для обслуговування групи комбайнів як

$$n_{П} = \text{CEILING } 0,9m_K W_{КР} \left(\frac{1}{W_{ПК}} + \frac{1}{W_{П}} + \frac{0,09}{q_B} \right), \text{ од.} \quad (12)$$

Кількість АТЗ, яка необхідна для безперервної роботи навантажувача-очишувача (НО). знаходиться з умови ритмічної роботи другої ланки «СВТП – АТЗ», де маємо

$$R_2 = I_2, \quad (13)$$

де R_2 - ритм роботи одного НО дорівнює тривалості часу $T_{НО}$ його циклу :

$$R_2 = T_{НО} = \frac{q_A}{W_H \tau_H}, \quad (14)$$

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

τ_H - коефіцієнт використання робочого часу зміни НО; при належній організації робіт $\tau_H = 0,8$ [10].

q_A - вантажопідйомність АТЗ, т., яка визначається з виразу:

$$q_A \geq q_B \quad (15)$$

I_2 - інтервал надходження АТЗ:

$$I_2 = \frac{T_{\text{ца}}}{n_A} = \frac{1,23 \left(\frac{K_M \cdot q_A}{W_{\text{НО}}} + \frac{2l_{ij}}{v_T} + t_{\text{АВНВ}} \right)}{n_A}, \quad (16)$$

де n_A - кількість транспортних засобів у групі;

$T_{\text{ца}}$ - тривалість обороту одного АТЗ;

K_M - коефіцієнт, який ураховує витрати часу АТЗ на маневрування [5] ($K_M=1,5$);

l_{ij} - віддаль перевезення, км;

v_T - середня технічна швидкість руху АТЗ, км/год.;

$t_{\text{АВНВ}}$ - тривалість вивантаження буряків на приймальному пункті.

Після підстановки в (13) всіх значень його складових отримаємо кількість АТЗ для обслуговування НО як

$$n_A = \text{CEILING} \frac{1,23 W_{\text{НО}} \tau_H \left(\frac{K_M \cdot q_A}{\tau_H W_{\text{НО}}} + \frac{2l_{ij}}{v_T} + t_{\text{АВНВ}} \right)}{q_A}, \text{ од.} \quad (17)$$

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

Як показують дослідження [1], застосування СВТП як компенсатора, дозволяє виключити простой АТЗ, які сягають при прямих перевезеннях 36%.

Приклад розрахунку параметрів ЗТК. Цукровий буряк збирається комбайнами Ropa Euro Tiger (9 рядний) з місткістю бункера 40 м³ (25,6 т) і продуктивністю транспортера на вивантаженні буряків з бункера $W_{\text{БК}} = 720$ т/год., та перевозиться на край поля в кагати тракторним причепом-перевантажувачем HAWE RUW з вантажністю $q_{\text{П}} = 26$ т і продуктивністю вивантажувального транспортера $W_{\text{П}} = 850$ т/год. З кагатів коренеплоди завантажуються навантажувачем-очищувачем ROPA EURO MAUS з продуктивністю $W_{\text{НО}} = 350$ т/год. в автомобілі КамАЗ-45144 з причепом ГКБ 83500, загальною вантажопідйомністю 25 т, якими їх вивозять за межі поля на приймальний пункт. Виконуємо розрахунок для умов, коли середня відстань перевезення - 25 км, технічна швидкість автомобіля - 40

км/год., час перебування автомобіля на приймальному пункті - 0,1 год.

Визначити: площу, з якої збирається урожай ($U = 60$ т/га) групою з трьох комбайнів за 30 робочих днів, кількість СВТП для обслуговування групи комбайнів, кількість АТЗ для вивезення буряків з кагатів при повному завантаженні НО.

Рішення. При повному завантаженні комбайнів та згідно агротерміну площа, з якої збирається урожай групою з трьох комбайнів (відповідно рекомендацій [3]) знаходимо з рівняння (1):

$$S_{3mk} = \frac{m_K W_K T_{3M} K_{3M} D}{U} = \frac{3 \cdot 138 \cdot 8 \cdot 3 \cdot 30}{60} = 4968 \text{ га},$$

де продуктивність БК за годину змінного часу визначається відповідно рівняння (2):

$$W_K = 170 \cdot 0,81 = 138 \text{ т/год.}$$

при продуктивності БК за годину робочого (основного) часу (4):

$$W_{KP} = 0,1 \cdot 4,05 \cdot 7 \cdot 60 = 170 \text{ т/год.}$$

Кількість ТПП для обслуговування групи 3-х комбайнів дорівнює (11)

$$n_{II} = CEILING \ 0,9 \cdot 3 \cdot 170 \left(\frac{1}{720} + \frac{1}{850} + \frac{0,09}{25,6} \right) = 3 \text{ од.}$$

Кількість АТЗ для вивезення буряків з кагатів при повному завантаженні НО визначається як (16):

$$n_A = CEILING \frac{1,23 \cdot 350 \cdot 0,8 \left(\frac{1,5 \cdot 25,6}{0,8 \cdot 350} + \frac{2 \cdot 25}{40} + 0,1 \right)}{25,6} = 20 \text{ од.}$$

Висновок. Обґрунтована методика визначення раціональних параметрів удосконаленої перевалочної технології для цукрових буряків, яка забезпечує роботу комбайнів без простою, зменшує ущільнення ґрунту, виключає його вивезення з поля, а також дає можливість оптимізувати терміни транспортування коренеплодів та кількість АТЗ, які одночасно застосовуються.

Список літератури

1 Измайлов А. Ю. Технологии и технические решения по повышению эффективности транспортных систем АПК. /Измайлов А. Ю. — М.: ФГНУ «Рос-информагротех», 2007. — 200 с.

- 2 Труханська О.О., Серета Л.П., Кравченко І.Є. Аналіз конструктивних особливостей комбінованих очисних систем вороху коренеплодів. /О.О.Труханська //Збірник наукових праць Вінницького аграрного університету. № 9, 2011.
- 3 Курило В.Л. Збиранню цукрових буряків – високу якість. /Курило ., Сінченко В.М., Пиркін В.І. та ін.// «Цукрові буряки». - №4, 2012.
- 4 Гречкосій В.Д. Комплексна механізація буряківництва./ Гречкосій В.Д., Дмитришак М.Я., Шатров Р. та ін.. - В.: ТОВ. «Нілан» 2013. 358 с.
- 5 Фришев С.Г. Визначення раціональних параметрів технологічного ланцюга “зернові комбайни – причепи-перевантажувачі – автомобільні транспортні засоби” / С.Г. Фришев, С.І. Козуниця // Вісник НУБіП України. — К.: 2011. — Вип. 166 ч. 3. — С. 203—211.
- 6 Фришев С.Г., Аналіз пропускної здатності транспортно-технологічного комплексу з без букерними комбайнами /С.Г. Фришев С.Г. //Науковий вісник НУБіП України №196 ч.2 . К.:, 2014.
- 7 Бурьянов А.И. Технология, организация и планирование перевозок грузов на сельскохозяйственных предприятиях: монография. /А.И.Бурьянов –Зерноград: ФГОУ ВПО АЧГАА, 2010. — 268 с
- 8 Капланович М.С. Справочник по сельскохозяйственным транспортным работам. – М.:Россельхозиздат, 1982, - 315 с.
- 9 Зязев В. А., Капланович М. С., Петров В. И. Перевозки сельскохозяйственных грузов автомобильным транспортом. – М.:Транспорт, 1979. – 253 с
- 10 Ільченко В.Ю. Машино-використання в землеробстві./В.Ю. Ільченко, Ю.П.Нагірний , П.А. Джолос та ін. – К.: «Урожай», 1996. – 382 с.

Предлагается методика определения рациональных параметров усовершенствованной перевалочной технологии для сахарной свеклы.

Сахарная свекла, уборка, транспортировка, эффективность, производительность.

The technique of definition of rational parameters of advanced technologies for transshipment of sugar beet.

Sugar beet, cleaning, transportation, efficiency, productivity..