

ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ЗБИРАЛЬНО-ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСУ ДЛЯ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ

С.Г. Фришев, доктор технічних наук

Обґрунтована методика визначення раціональних параметрів збирально-транспортного комплексу для цукрових буряків при застосуванні удосконаленої потокової технології

Цукрові буряки, транспортування, мінімалізація ущільнення ґрунту, продуктивність.

Постановка проблеми. В комплексі заходів по підвищенню ефективності збирання та транспортування цукрових буряків значна роль належить розробці та впровадженню удосконалених технологій і технічних засобів, які спрямовані на зростання продуктивності, зниження собівартості продукції та вирішення проблеми екологічності у зв'язку з переущільненням ґрунту. Ущільнення ґрунту суттєво зростає під час збирання і транспортування урожаю з поля при застосуванні потужних бурякозбиральних комбайнів (далі – БК) з масою лише буряків в бункері до 25-30 тонн та великовантажних автотранспортних засобів з повною масою понад 40 тонн.

Розробка та впровадження спеціалізованих тракторних причепів-перевантажувачів (далі – ТПП) для транспортування буряків від комбайнів та перевантаження у великовантажні автомобільні транспортні засоби (далі – АТЗ) або кагати має суттєву перспективу для виробництва, оскільки значно підвищує ефективність збирально-транспортних процесів. Але відсутність методики обґрунтування параметрів машин збирально-транспортного комплексу (далі – ЗТК) для удосконаленої потокової технології значно стримує її впровадження.

Аналіз останніх досліджень. Вибір раціональних робочих параметрів збирально-транспортної технології обумовлено наявністю технічних засобів, умовами виробництва та визначенням одної з технологій: потокової, перевалочної або потоково-перевалочної.

Певне скорочення затрат праці і коштів досягається при потокової технології, яка широко застосовується в Україні [1-2]. Але для роботи бурякозбиральних комбайнів без зупинок з урахуванням великої відстані перевезення потрібна значна кількість АТЗ. В той же

час у зв'язку із значними коливаннями обороту АТЗ простої БК в очікуванні транспорту сягають 20% [3], а при переуволожнених ґрунтах неможлива робота АТЗ в полі. Великовантажні АТЗ значно ущільнюють ґрунт, що веде до його деградації та потребує додаткових витрат для розпушення.

Удосконалення потокової технології шляхом застосування на перевезенні коренеплодів від БК до краю поля ТПП с перевантаженням у великовантажні АТЗ у значному ступені ліквідує основні недоліки. В останній час з'явилися більш досконалі БК та спеціалізовані ТПП: LS 16, LS18-2 з вантажопідйомністю відповідно 16 та 18 тонн (KLEINE). Важливою перевагою таких причепів перед іншими транспортними засобами (ТЗ) є зменшений ступінь тиску на ґрунт. За останні роки в залежності від місткості бункера сформувалися два класу БК:

- 2-х вісні комбайни з бункерами невеликої місткості – 13 – 18 м³ (Agrifac WKM 9000, Kleine SF 10-2, SR 1800 та інші). Серед найбільш розповсюджених шестирядних комбайнів такі комбайни мають вигрешне положення, оскільки вони порівняно легкі і мають менший тиск на ґрунт;

- 3-х-вісні комбайни з бункерами великої місткості – 25-30 та 40 м³ (комбайни фірм Kleine, ROPA та інші).

Комбайн першого класу працює з використанням двох робочих режимів: з навантаженням буряків в причіп-перевантажувач, який йде поруч, та з накопиченням буряка в бункері при заміні ТЗ для перевантаження продукції у великовантажний АТЗ.

Представлені в цієї статті дослідження присвячено обґрунтуванню параметрів ЗТК із застосуванням 2-х вісних БК з бункерами невеликої місткості – 13–18 м³.

Мета досліджень – підвищення ефективності роботи ЗТК для цукрових буряків шляхом застосування удосконаленої потокової технології та розробки методики обґрунтування раціональних параметрів машин комплексу.

Результати досліджень. Особливість удосконаленої варіанту технології полягає в тому, що підвищення продуктивності збирання та перевезення цукрових буряків досягається за рахунок створення раціональних робочих режимів роботи БК, ТПП та АТЗ при одночасному зменшенні ущільнення ґрунту.

Продуктивність БК за годину змінного часу розраховують за формулою:

$$W_K = W_{KP} \tau, \text{ т/год.}, \quad (1)$$

де W_{KP} – продуктивність БК за 1 годину основного часу, т/год.;

τ – коефіцієнт використання змінного часу, рівний

$$\tau = \delta_{3M} \tau_{Ц}, \quad (2)$$

де δ_{3M} – коефіцієнт циклового часу, що дорівнює 0,9 для сучасних машин країн ЄС;

$\tau_{Ц}$ – коефіцієнт використання циклового часу зміни:

$$\tau_{Ц} = \frac{t_{3AB.П} + t_H}{t_{3AB.П} + t_H + t_X} = \frac{t_{3AB.П} + t_H}{t_{3AB.П} + t_H + \frac{(t_{3AB.П} + t_H)(1-\varphi)}{\varphi}} = \varphi, \quad (3)$$

де $t_{3AB.П}$ – час завантаження ТПП; t_H – час завантаження проміжного бункера накопичувача; φ – коефіцієнт робочих ходів, середня величина якого за даними літератури прийнята як $\varphi = 0,9$ [4,5]; t_X – тривалість холостого ходу БК, яка приходить на 1 робочий цикл БК.

Комбайни, працюючи в невинному робочому режимі, використовуючи місткість бункера, і, роблячи довгі робочі прогони, здатні перекривати тим самим можливі транспортні затримки, коли комбайн не супроводжується рухомим поруч транспортом. Умовою потокової роботи першої ланки «БК – ТПП» [6] є рівність:

$$R_m = I_{П}, \text{ год}, \quad (4)$$

де R_m – ритм роботи групи комбайнів

$$R_m = \frac{T_{ЦК}}{m_K}, \text{ год}, \quad (5)$$

де $T_{ЦК}$ – тривалість основного часу робочого циклу БК для групи комбайнів;

m_K – кількість БК в групі;

$I_{П}$ – інтервал надходження ТПП до місця взаємодії з комбайном, год.:

$$I_{П} = \frac{T_{ЦП}}{n_{П}}, \text{ год}, \quad (6)$$

де $T_{ЦП}$ – тривалість робочого циклу ТПП; $n_{П}$ – кількість ТПП для обслуговування групи комбайнів.

Таким чином, під час роботи групи БК та ТПП маємо: $\frac{T_{ЦК}}{m_K} = \frac{T_{ЦП}}{n_{П}}$.

Звідси,

$$n_{П} = \frac{m_K T_{ЦП}}{T_{ЦК}}, \text{ од.} \quad (7)$$

Ритм роботи комбайна дорівнює тривалості його робочого циклу, який в свою чергу містить час завантаження ТПП – $t_{3AB.П}$ та бункера БК t_H :

$$T_{\text{цк}} = t_{\text{зав.п}} + t_{\text{н}}, \text{ год.} \quad (8)$$

Час завантаження ТПП містить час наповнення ТПП з бункера $t_{\text{нп}}$ та час прямого наповнення (без участі роботи бункера) $t_{\text{кп}}$:

$$t_{\text{зав.п}} = t_{\text{нп}} + t_{\text{кп}}, \text{ год.}, \quad (9)$$

де $t_{\text{нп}} = \frac{q_{\text{н}}}{W_{\text{пк}}} + \frac{W_{\text{кр}} \frac{q_{\text{н}}}{W_{\text{пк}}}}{W_{\text{пк}}} = \frac{q_{\text{н}}(1 + \frac{W_{\text{кр}}}{W_{\text{пк}}})}{W_{\text{пк}}}$; $q_{\text{н}}$ – вантажопідйомність бункера БК

– максимальна маса буряка, яка міститься у ньому: $q_{\text{н}} = V_{\text{н}} d_{\text{б}}$, т;
 $V_{\text{н}}$ – місткість бункера БК, м³; $d_{\text{б}}$ – об'ємна маса буряків, т/м³;
 $W_{\text{пк}}$ – продуктивність вивантажувального транспортера БК, т/год.

У зв'язку з незначною величиною виразу $\frac{W_{\text{кр}} \frac{q_{\text{н}}}{W_{\text{пк}}}}{W_{\text{пк}}}$ нехтуємо ним, спрощуємо вираз, після чого $t_{\text{нп}} = \frac{q_{\text{н}}}{W_{\text{пк}}}$. Час прямого наповнення бункера:

$$t_{\text{кп}} = \frac{q_{\text{п}} - q_{\text{н}}(1 + \frac{W_{\text{кр}}}{W_{\text{пк}}})}{W_{\text{кр}}},$$

де $q_{\text{п}}$ – вантажопідйомність ТПП, т.

Після підстановці в (9) значень складових отримаємо:

$$t_{\text{зав.п}} = \frac{q_{\text{п}} - q_{\text{н}}}{W_{\text{кр}}}, \text{ год.} \quad (10)$$

Тривалість завантаження бункера дорівнює $t_{\text{н}} = \frac{q_{\text{н}}}{W_{\text{кр}}}$.

З урахуванням цих значень складових та (8) робочий цикл БК визначиться як

$$T_{\text{цк}} = \frac{q_{\text{п}}}{W_{\text{кр}}}, \text{ год.} \quad (11)$$

Із (7) знайдемо кількість ТПП для обслуговування групи комбайнів як

$$n_{\text{п}} = \frac{m_{\text{к}} T_{\text{цк}} W_{\text{кр}}}{q_{\text{п}}}, \text{ од.} \quad (12)$$

Робочий цикл ТПП містить наступні складові: час руху його поряд з БК для завантаження буряками – $t_{\text{зав.п}}$; тривалість руху до краю поля, де знаходиться АТЗ та повернення його до БК час після перевантаження буряків в кузов(и) АТЗ – $t_{\text{пвх}}$; тривалість перевантаження буряків у кузов АТЗ – $t_{\text{пер}}$ з урахуванням

необхідного при цьому часу на маневрування ТПП; $t_{Оч}$ – запас часу на очікування причепом-перевантажувачем заповнення бункера БК:

$$I_1 = T_{ЦП} = t_{Заб.П} + t_{ПВХ} + t_{ПЕР} + t_{Оч}, \text{ год.} \quad (13)$$

де $t_{ПЕР} = \frac{K_M q_{П}}{W_{П}}$ – тривалість перевантаження буряків у кузов АТЗ;

$W_{П}$ – продуктивність вивантажувального транспортера ТПП, т/год;

K_M – коефіцієнт, який урахує маневрування ТПП під час завантаження АТЗ ($K_M = 1,5$).

За даними досліджень [7–8] $t_{ПВХ} = 0,09$ год.

З урахуванням значень окремих складових та рівняння (13) робочий цикл ТПП дорівнює:

$$T_{ЦП} = \frac{q_{П} - q_{Н}}{W_{КР}} + t_{ПВХ} + \frac{K_M q_{П}}{W_{П}} + t_{Оч} = \frac{T_{ЦК} n_{П}}{m_K} = \frac{n_{П} q_{П}}{m_K W_{КР}}, \text{ год.} \quad (14)$$

Звідси одержимо:

$$t_{Оч} = \frac{q_{П}}{W_{КР}} \left(\frac{n_{П}}{m_K} - 1 \right) + \frac{q_{Н}}{W_{КР}} - t_{ПВХ} - \frac{K_M q_{П}}{W_{П}}, \text{ год.} \quad (15)$$

Оскільки тривалість $T_{ЦП}$ залежить від кількості ТПП в ЗТК, яка невідома, для визначення $n_{П}$ застосуємо величину мінімальної тривалості циклу $T_{ЦП}^{MIN}$ при $t_{Оч} = 0$:

$$T_{ЦП}^{MIN} = \frac{q_{П} - q_{Н}}{W_{КР}} + t_{ПВХ} + \frac{K_M q_{П}}{W_{П}}, \text{ год.} \quad (16)$$

$$n_{П} = CEILING \frac{m_K T_{ЦП} W_{КР}}{q_{П}} = CEILING \frac{m_K T_{ЦП}^{MIN} W_{КР}}{q_{П}} =$$

$$= CEILING \frac{m_K W_{КР} \left(\frac{q_{П} - q_{Н}}{W_{КР}} + t_{ПВХ} + \frac{K_M q_{П}}{W_{П}} \right)}{q_{П}} \text{ од.} \quad (17)$$

При розрахунках кількості АТЗ з метою забезпечення раціональних умов перевантаження буряків доцільно, щоби вантажопідйомність АТЗ дорівнювала або була кратною вантажопідйомності ТПП q_A , тобто:

$$q_A = \frac{q_{П}}{n}, \text{ т,} \quad (18)$$

де n – натуральне додатне число; доцільне його значення $n = 1$.

Кількість АТЗ, яка необхідна для безперервної роботи ЗТК знаходиться з аналізу взаємодії машин другої ланки «ТПП – АТЗ»:

$$R_{П} = I_A, \text{ год.} \quad (19)$$

де $R_{П}$ – ритм роботи групи ТПП дорівнює:

$$R_{II} = \frac{T_{III}}{n_{II}}, \text{ год.}; \quad (20)$$

I_A – інтервал надходження АТЗ:

$$I_A = \frac{T_{IIA}}{n_A}, \text{ год.}, \quad (21)$$

де n_A – кількість транспортних засобів у ланці;

T_{IIA} – тривалість обороту (робочого циклу) одного АТЗ.

Із рівняння (19) з урахуванням (20), (21) отримаємо необхідну кількість АТЗ:

$$n_A = \text{CEILING} \frac{m_K T_{IIA} W_{KP}}{q_{II}}, \text{ авт.}, \quad (22)$$

де T_{IIA} – тривалість обороту АТЗ [4, 6]:

$$T_{IIA} = 1,23 \left(\frac{K_M \cdot q_{II}}{W_{II}} + \frac{2l_{ij}}{v_T} + t_{ABIB} \right), \text{ год.}; \quad (23)$$

де l_{ij} – віддаль перевезення, км; v_T – середня технічна швидкість руху АТЗ, км/год.; t_{ABIB} – тривалість вивантаження на приймальному пункті, год.

Застосування даної методики розглянемо на прикладі.

Приклад. Цукровий буряк збирається групою з двох комбайнів SF 10-2 (Kleine) з технічною характеристикою: продуктивність БК $W_{KP} = 108$ т/год., бункер з $q_H = 10$ т та продуктивністю транспортера на вивантаженні буряків $W_{IK} = 720$ т/год. Перевезення з поля на дорогу виконується причепом-перевантажувачем LS 18-2 з $q_{II} = 18$ т та продуктивністю вивантажувального транспортера $W_{II} = 850$ т/год, а також автомобілями – з межі поля на приймальний пункт. Відстань перевезення – 10 км; технічна швидкість автомобіля – 40 км/год., час перебування автомобіля на приймальному пункті – 0,1 години. Визначити: продуктивність БК за годину змінного часу, необхідну кількість ТПП; запас часу для причепа-перевантажувача на очікування заповнення бункера БК; вантажопідйомність та кількість АТЗ. Рішення:

1. Продуктивність БК за годину змінного часу знаходиться за формулою (1):

$$W_K = W_{KP} \tau = 108 \cdot 0,81 = 87,48, \text{ т/год, де } \tau = \delta_{3M} \tau_{II} = 0,9 \cdot 0,9 = 0,81.$$

2. Необхідна кількість ТПП згідно (17):

$$n_{II} = \text{CEILING} \frac{2 \cdot 108 \left(\frac{18-10}{108} + 0,09 + \frac{1,5 \cdot 18}{850} \right)}{18} = 3 \text{ од.}$$

3. Запас часу для причепа-перевантажувача на очікування заповнення бункера згідно (15):

$$t_{оч} = \frac{18}{108} \left(\frac{3}{2} - 1 \right) + \frac{10}{108} - 0,09 - \frac{1,5 \cdot 18}{850} = 0,054 \text{ год.}$$

4. Вантажопідйомність АТЗ з (18):

$$q_A = \frac{q_{II}}{n} = 18 \text{ Т.}$$

5. Необхідна кількість АТЗ визначається з (22) як

$$n_A = \text{CEILING} \frac{2 \cdot 0,784 \cdot 108}{18} = 10 \text{ авт.}$$

де $T_{цц} = 1,23 \left(\frac{1,5 \cdot 18}{850} + \frac{2 \cdot 10}{40} + 0,1 \right) = 0,784 \text{ год.}$

Висновок. Обґрунтована методика визначення раціональних параметрів збирально-транспортного комплексу для цукрових буряків, що здійснює удосконалену потокову технологію із забезпеченням роботи комбайнів без зупинок, з мінімальною кількістю транспортних засобів та зі зменшенням ущільнення ґрунту.

Список літератури

1. Курило В.Л. Збиранню цукрових буряків – високу якість / [В.Л. Курило, В.М. Сінченко, В.І. Пиркін та ін.] // Цукрові буряки. – 2012. – №4. – С. 12.
2. Гречкосій В.Д. Комплексна механізація буряківництва / [В.Д. Гречкосій, М.Я. Дмитришак, Р.В. Шатров та ін.]. – К.: ТОВ «Нілан», 2013. – 358 с.
3. Измайлов А.Ю. Технологии и технические решения по повышению эффективности транспортных систем АПК / А.Ю. Измайлов. — М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2007. – 200 с.
4. Фришев С.Г. Аналіз пропускної здатності транспортно-технологічного комплексу з безбукерними комбайнами / С.Г. Фришев // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. – К., 2014. – Вип. 196, ч. 1. – С. 134–139.
5. Мухин А.А. Основы эксплуатации машинно-тракторного парка / А.А. Мухин. – М.: Высшая школа, 1973. – 432 с.
6. Бурьянов А.И. Технология, организация и планирование перевозок грузов на сельскохозяйственных предприятиях : монография / А.И. Бурьянов. – зерноград: ФГОУ ВПО АЧГАА, 2010. – 268 с.
7. Зязев В.А. Перевозки сельскохозяйственных грузов автомобильным транспортом / Зязев В.А., Капланович М.С., Петров В.И. – М.: Транспорт, 1979. – 253 с.
8. Гоberman В.А. Автомобильный транспорт в сельскохозяйственном производстве / В.А. Гоberman. – М.: Транспорт, 1986. – 287 с.

Обоснованая методика определения рациональных параметров уборочно-транспортного комплекса для сахарной свеклы при применении усовершенствованной поточной технологии.

Сахарная свекла, транспортировка, минимизация уплотнения почвы, производительность.

The technique of definition of rational parameters of harvesting and transport complex for sugar beet in application of advanced flow technology.

Sugar beet, transportation, minimizing soil compaction, productivity.

УДК 631.55

ТЕОРЕТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ДО СТВОРЕННЯ ПЕРЕВЕРСТУВАЧА СТРІЧОК КОНОПЕЛЬ

***В.О. Гридякін, кандидат технічних наук
ГНПУ імені Олександра Довженка***

Представлені теоретичні обґрунтування перевертування стебел конопель, конструкція і технологічний процес перевертувача стрічок довгостебельних культур.

Стланцева треста, технологічний процес, збирання конопель, перевертувач стрічок.

Постановка проблеми. В даний час все більшого поширення набуває технологія приготування конопляної трести способом росяною мочки, яка поєднується з процесом збирання і включає операції: зрізання, розстилання стебел в стрічку і подальшого їх підбору.

Аналіз останніх досліджень. Однак рівномірність росяної мочки стебел і якість одержуваного з них волокна залишаються невисокими через порівняно великої товщини шару стебел у стрічці. При готовності трести у верхній частині шару стрічки, стебла в нижній частині шару, найчастіше, залишаються ще у вигляді соломи, при досягненні готовності трести в нижній частині шару, стебла у верхній частині шару сильно перележуються і втрачають міцність. Треста виходить неоднорідною за фізико-механічними властивостями з невисокими показниками. Крім того, сам процес росяної мочки протікає тривалий час, в результаті чого терміни підбору трести відсуваються на осінній період з несприятливими погодними умовами.

Отже, для отримання конопляної трести кращої якості з більш однорідними фізико-механічними властивостями і для скорочення термінів приготування в технологічний процес росяної мочки

© В.О. Гридякін, 2014