9. *Omar H.M.* Control of gantry and tower cranes. PhD Dissertation. / *Omar H.M.* // Virginia Polytechnic Institute and State University. Blacksburg, Virginia. 2003.
10. *Хаджинов М.К.* Система управления подъемным краном на базе квазимодального регулятора с функцией подавления колебаний перемещаемого груза / *М.К .Хаджинов, А.С. Шмарловский* // Доклады БГУИР. – Минск. – № 7. – 2009. – С. 38–43.
11. *Singer N.* Comparison of Filtering Methods for Reducing Residual Vibration / *Singer N., Singhose W., Seering W.* // European Journal of Control. – 1999. – № 5. – P. 208–218.
12. *Терехов В.М.* Системы управления электроприводов : учебник / *В.М. Терехов, О.И. Осипов* ; под ред. *Терехова В.М.* – Саратов: Изд. центр „Академия”, 2005. – 300 с.

В статье проведен анализ современных систем управления грузоподъемных машин. Описаны интеллектуальные алгоритмы управления грузоподъемными механизмами, основанные на решении обратной задачи динамики и применении нечеткой логики. Алгоритмы управления снижают требования к квалификации операторов грузоподъемных механизмов и позволяют перенести "интеллект" обученного персонала в системе управления.

Режим движения, датчик, управление краном, привод, обратная связь

The paper analyzes modern control systems of load machines. Described intelligent control algorithms lifting devices, based on the solution of dynamics inverse problem and application of fuzzy logic. Control algorithms reduce the qualifications of lifting mechanisms operators and can move "intelligence" of trained personnel in the control system.

Mode of motion, sensor, control crane, drive, feedback.

УДК 629.631.554

ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ УДОСКОНАЛЕНОЇ ПЕРЕВАЛОЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ

С.Г. Фришев, доктор технічних наук
Л.О. Чорна, студентка

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

Цукрові буряки, збирання, транспортування, ефективність, продуктивність.

© С.Г. Фришев, Л.О. Чорна, 2015

Постановка проблеми. Важливим напрямком підвищення ефективності збирально-транспортних процесів для цукрових буряків є застосування потужних збиральних комбайнів 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 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 причепів-перевантажувачів та високопродуктивних навантажувачів-очисників.

Тому актуальна розробка методики обґрунтування раціональних параметрів удосконаленої перевалочної технології для цукрових буряків.

Аналіз останніх досліджень. Вперше в Україні перевантажувальний варіант перевалочної технології для збирання цукрових буряків в 70-х роках минулого століття був запропонований у Всесоюзному НДІ цукрових буряків (м. Київ), але впровадження у виробництво удосконаленого варіанту технології 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 м^3 (комбайни фірми Ropa, Vervaet Beet Eater 625 та інші) та причепи Ruw Hawe місткістю 40 м^3 з трактором Джон Дір 8400 (Німеччина) та ін. відбувається удосконалення перевалочної технології.

Дослідження удосконаленої потокової технології [1] з включенням в склад збирально-транспортного комплексу (ЗТК) причепа-перевантажувача показали певні її переваги в порівнянні із загально прийнятою технологією в господарствах України. .В той же час така технологія оставляє два суттєвих недоліку:

- для безперервної роботи бурякозбиральних комбайнів (БК) з урахуванням великої відстані перевезення потрібна одночасно значна кількість АТЗ, що не завжди може забезпечити господарство.
- з полів вивозиться з коренеплодами близько 3% і більше (від маси буряків) родючого шару ґрунту [2].

Як показує досвід країн ЄС, удосконалення перевалочної технології шляхом застосування потужних збиральних комбайнів з великою місткістю бункерів, на перевезенні від БК до кагатів (на краю поля) спеціалізованого тракторного перевантажувального причепа (ТПП), а також потужного навантажувача-очищувача у значному ступені ліквідує вказані недоліки.

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

Результати досліджень. Важливою перевагою спеціалізованих ТПП перед іншими транспортними засобами (ТЗ) являється зменшена ступінь впливу на ґрунт. Якщо у звичайних тракторних причепів або АТЗ питомий тиск в декілька разів перевищує допустиму норму, то у спеціалізованих ТПП, завдяки широко профільним шинам, цей показник близький до нормального.

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, а потім переїжджає на край поля до кагатів, де розвантажується та повертається до БК. За допомогою навантажувача-очищувача коренеплоди з одночасним очищуванням від ґрунту завантажуються у великовантажні АТЗ і перевозяться до приймального пункту цукрового заводу. 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 формулою:

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

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

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

$Д_Р$ – 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].

Продуктивність БК за годину змінного часу дорівнює

$$W_K = W_{KP}\tau, \text{ т/год.,} \quad (2)$$

де $W_{КР}$ – продуктивність БК за годину робочого (основного) часу;

τ – коефіцієнт використання часу зміни, визначається як

$$\tau = \delta_{ЗМ}\tau_Ц = \delta_{ЗМ}\varphi = 0,81; \quad (3)$$

$\delta_{ЗМ}$ – 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

$$W_{\text{КР}} = 0{,}1 B_P v_P U \text{, т/год.,} \quad (4)$$

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].

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]:

$$R_m = I_П , \quad (5)$$

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;

$I_П$ – інтервал надходження ТПП до місця взаємодії з комбайном:

$$I_П = \frac{T_{ЦП}}{n_П} \text{, год,} \quad (7)$$

де $T_{ЦП}$ – тривалість робочого циклу ТПП;

$n_П$ – кількість ТПП для обслуговування групи комбайнів.

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

$$n_П = \frac{m_K T_{ЦП}}{T_{ЦК}} \text{, од.} \quad (8)$$

Доцільно, щоби вантажопідйомність ТПП дорівнювала вантажопідйомності бункера БК, тобто:

$$q_П = q_Б , \quad (9)$$

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

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

Тривалість робочого циклу ТПП $T_{ЦП}$ складається з наступних складових: $t_{ЗАВ}$ – час завантаження ТПП 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:

$$T_{ЦП} = t_{ЗАВ} + t_{РУХ} + t_{РОЗ} + t_{ОЧ}\,, \qquad (11)$$

де: $t_{ЗАВ} = \frac{q_Б}{W_{ПК}}$, год;

$q_Б$ – вантажопідйомність бункера БК – максимальна маса буряка, яка міститься у ньому, т:

$$q_Б = V_H d_B\,,$$

V_H – місткість бункера, м^3;

d_B – об'ємна маса буряків, т/м^3;

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

Тривалість руху ТПП за один його оборот, за даними експериментальних досліджень [8–9] $t_{РУХ} = 0,09$ год.

Тривалість розвантаження коренеплодів з ТПП в кагати знаходиться як

$$t_{РОЗ} = \frac{q_Б}{W_П}\text{, год.}$$

де: $W_П$ – продуктивність вивантажувального транспортера ТПП, т/год.

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

$$n_П = CEILING\ 0,9 m_K W_{KP}\left(\frac{1}{W_{ПК}} + \frac{1}{W_П} + \frac{0,09}{q_Б}\right)\text{, од.} \qquad (12)$$

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

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

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

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

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

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

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

$$q_A \geq q_Б \tag{15}$$

I_2 – інтервал надходження АТЗ:

$$I_2 = \frac{T_{ЦА}}{n_A} = \frac{1,23(\frac{K_M \cdot q_A}{W_{НО}} + \frac{2l_{ij}}{v_T} + t_{АВИВ})}{n_A}, \tag{16}$$

де: n_A – кількість транспортних засобів у групі;

$T_{ЦА}$ – 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;

$t_{АВИВ}$ – тривалість вивантаження буряків на приймальному пункті.

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

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

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

Як показують дослідження для зернового виробництва [1], застосування ТПП як компенсатора, дозволяє виключити простої АТЗ, які сягають при прямих перевезеннях 36%. Природно, що таки ж показники трансформуються і у ЗТК для цукрових буряків.

Приклад розрахунку. Цукровий буряк збирається комбайнами Ropa Euro Tiger (9 рядний) з місткістю бункера 40 м^3 (25,6 т) і продуктивністю транспортера на вивантаженні буряків з бункера $W_{ПК}$ = = 720 т/год, та перевозиться на край поля в кагати тракторним причепом-перевантажувачем Hawe Ruw з вантажністю $q_П$ = 26 т і продуктивністю вивантажувального транспортера $W_П$ =850 т/год. З кагатів коренеплоди завантажуються навантажувачем-очищувачем Ropa Euro Maus з продуктивністю $W_{НО}$=350 т/год. на автомобілі КамАЗ-45144 з причепом ГКБ 83500, загальною вантажопідйомністю 25 т, якими їх вивозять за межі поля на приймальний пункт. 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 ТПП 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):

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

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):

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

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 / *А.Ю. Измайлов*. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2007. – 200 с.

2. *Труханська О.О.* Аналіз конструктивних особливостей комбінованих очисних систем вороху коренеплодів / *О.О. Труханська*, *Л.П. Середа, І.Є. Кравченко* //Збірник наукових праць Вінницького аграрного університету. – 2011. – № 9. – С. 144–152.

3. *Курило В.Л.* Збиранню цукрових буряків – високу якість / *В.Л. Курило, В.М. Сінченко, В.І. Пиркін* та ін. // Цукрові буряки. – 2012. – №4. – С. 20–22.

4. *Гречкосій В.Д.* Комплексна механізація буряківництва / *В.Д. Гречкосій, М.Я. Дмитришак, Р.В. Шатров* та ін. – К.: 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. Козупиця* // Науковий вісник Національного університету

біоресурсів і природокористування 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* // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. – К., 2014. – Вип. 196, ч. 2. – С. 203–211.
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.С. Капланович*. – М.: Россельхозиздат, 1982. – 315 с.
9 *Зязев В.А.* Перевозки сельскохозяйственных грузов автомобильным транспортом / *В.А. Зязев, М.С. Капланович, В.И. Петров*. – 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.

УДК 631.879.4

ОГЛЯД ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕРОБКИ ЗАЛИШКІВ КОРМУ ТА ПРОДУКТІВ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТВАРИН

В.С. Хмельовський, кандидат технічних наук

У статті проведено аналіз переробки залишків корму при годівлі тварин та утилізації гною на тваринницьких фермах та комплексах.

Залишки корму, утилізація, компост, зворушувач, гній, зниження затрат.

Постановка проблеми. Дослідженнями доведено, що підвищення перетравності корму на 1% дає змогу збільшити щоденні надої на корову в середньому на 250 г. Найскладніше організм ВРХ

© В.С. Хмельовський, 2015