

## ПОРІВНЯЛЬНА ОЦІНКА ОРГАНІЗАЦІЇ РОБОТИ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ НА ПЕРЕВЕЗЕННІ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ

*С. Г. Фришев, доктор технічних наук*

**Анотація.** *Обґрунтована методика порівняльної оцінки роботи транспортних засобів на перевезенні цукрових буряків від комбайнів.*

**Ключові слова:** *цукрові буряки, збирання, транспортування, транспортні засоби, перевантаження, ефективність*

**Постановка проблеми.** Застосування різних способів організації перевезення коренеплодів від бурякозбиральних комбайнів (БК) передбачає різний склад машин збирально-транспортних комплексів (ЗТК). Еволюція розвитку 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 завантажопідйомністю транспортний парк, який збагатився спеціалізованою технікою. Широкий вибір машин на сучасному ринку за техніко-експлуатаційними параметрами обумовлює значну різноманітність марок БК та транспортних комплексів, які застосовуються в господарствах останнім часом. Вартісна економічна оцінка збирально-транспортних технологій (ЗТТ) ускладнена відсутністю стабільних цін на техніку у зв'язку із частою зміною валютного курсу. Тому доцільна розробка методики порівняльної оцінки, яка заснована на оцінці показників питомої трудомісткості технологічних операцій ЗТТ.

**Аналіз останніх досліджень.** 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) [1]. Для ефективного використання АМ за кожним з них закріплено по чотири двовісних причепа. При потоковому збиранні урожаю спочатку завантажується АМ, а потім 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,

© С. Г. Фришев, 2016

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.

Технологічний процес, який прийнято нами для порівняння здійснюється таким комплексом машин: бурякозбиральні комбайни, авто тягачі (АТ), автомобільні напівпричепа (НП) самоскиди та трактори. Транспортний агрегат, що містить НП з трактором, обладнаним зчіпним сидельним пристроєм, рухається по полю, під'їжджає до чергового БК, який має заповнений коренеплодами бункер і завантажується. Місткість кузова НП вибирається рівної або кратної місткості бункера БК так, щоби один або два – три НП завантажували всі коренеплоди з бункера. Після завантаження трактор перевозить НП до краю поля, відчіпляє його та причіпляє порожній НП, який знаходиться там же, і повертається в поле до комбайнів. Завантажений продукцією НП причіпляється до АТ з сидельним пристроєм, який перевозить буряки на приймальний пункт, розвантажується як самоскид, і повертає НП на край поля.

З метою кількісної оцінки вказаних способів і визначення доцільності застосування більш раціонального необхідна розробка методики порівняльної оцінки організації різних способів роботи транспортних засобів.

**Метою досліджень** є підвищення ефективності технології перевезення цукрових буряків від комбайнів шляхом її раціонального вибору на підставі обґрунтування відповідної методики порівняльної оцінки організації роботи транспортних засобів.

**Результати досліджень.** Аналіз першої схеми, що розглядаються, показує наступне. Сам АМ працює за потоковою схемою на «довгому плече» руху «комбайн – приймальний пункт» із зупинками на краю поля для відчіплення-причеплення причепів. Така схема має недоліки, які притаманні їй: простої БК та АМ в очікуванні завантаження [2]. Оборотні причепа в комплексі з трактором працюють в режимі компенсаторів за напівчовниковою схемою руху на «короткому плече» – «комбайн – край поля» із зупинками на краю поля для відчіплення-причеплення причепів. Необхідність виконання додаткових операцій відчіплення-причеплення причепів знижує ефективність такого способу.

Іншим способом (друга технологічна схема) організації перевезень є застосування одночасного напівчовникового способу руху як на «короткому» так і на «довгому» плече. В якості ТЗ використано оборотні НП, які працюють в поле з трактором, що обладнано сидельним зчіпним пристроєм, а на дорозі – з АТ [3]. Цей спосіб має позитивні складові, оскільки як на «короткому» так і на «довгому» плече ТЗ працюють як компенсатори, що виключає

простої як БК так і ТЗ, а застосування сидельного зчіпного пристрою на тракторі зменшує трудовитрати.

Для порівняльної оцінки двох технологічних варіантів застосуємо питому тривалість збирально-транспортних операцій (ПТО) у вигляді часу, який віднесено до 1 тонни перевезеної продукції, год/т. Для технологічного варіанту використання автопоїзда з двома причепами ПТО визначається за рівнянням:

$$t_{П1} = \frac{T_{О1}}{q_A \gamma_A (q_A \gamma_A + q_{П} \gamma_{П})} = \frac{t_{ПЕР1} + t_{ОЧ1} + t_{ЗАВ1} + t_{П-В}}{q_A \gamma_A} + \frac{t_{ОЧП} + t_{РВХ} + t_{РА}}{q_A \gamma_A + q_{П} \gamma_{П}}, \text{ год} / \text{ т}, \quad (1)$$

$$t_{П2} = \frac{T_{П2}}{q_{П} \gamma_{П}} = \frac{t_{ПЕР2} + t_{ОЧ2} + t_{ЗАВ2} + t_{П-В}}{q_{П} \gamma_{П}}, \text{ год} / \text{ т}, \quad (2)$$

де:  $t_{П1}$ ,  $t_{П2}$  – питома тривалість збирально-транспортних операцій відповідно автомобіля і причепів з трактором;  $T_{О1}$ ,  $t_{ПЕР1}$ ,  $t_{ОЧ1}$ ,  $t_{ЗАВ1}$ ,  $t_{П-В}$ ,  $t_{ОЧП}$ ,  $t_{РВХ}$ ,  $t_{РА}$  – тривалість (в годинах) збирально-транспортних операцій автомобіля, відповідно загальна, переїзду по полю, очікування завантаження, завантаження, відчіплення-причеплення причепів, очікування подачі причепів, руху на приймальний пункт і назад, розвантаження коренеплідів на приймальному пункті;  $q_A$ ,  $q_{П}$  – вантажопідйомність автомобіля і причепа, т;  $\gamma_A$ ,  $\gamma_{П}$  – коефіцієнти статичного використання вантажопідйомності автомобіля і причепа;  $T_{П2}$ ,  $t_{ПЕР2}$ ,  $t_{ОЧ2}$ ,  $t_{ЗАВ2}$ ,  $t_{П-В}$  – тривалість (в годинах) збирально-транспортних операцій причепа з трактором, відповідно загальна, переїзду по полю, очікування завантаження, завантаження, відчіплення-причеплення причепів відносно трактора.

Згідно експериментальних даних [4–6] тривалість переїзду автомобіля по полю, очікування завантаження, завантаження дорівнює:

$$t_{ПЕР1} + t_{ОЧ1} + t_{ЗАВ1} = 0,09 + \frac{q_A \gamma_A}{W_H}, \text{ год}, \quad (3)$$

де:  $W_H$  – продуктивність вивантажувального транспортера бункера комбайна, т/год.

Відповідно тривалість переїзду причепів з трактором по полю, очікування завантаження, завантаження дорівнює:

$$t_{ПЕР2} + t_{ОЧ2} + t_{ЗАВ2} = 0,09 + \frac{q_{П} \gamma_{П}}{W_H}, \text{ год}, \quad (4)$$

Загальна питома тривалість збирально-транспортних операцій для технологічного варіанту застосування автопоїзда з двома причепами з урахуванням (3) і (4) визначиться як:

$$T_{\Pi} = t_{\Pi 1} + t_{\Pi 2} = \frac{t_{\text{ПЕР}1} + t_{\text{ОЧ}1} + t_{\text{ЗАБ}1} + t_{\Pi-B}}{q_A \gamma_A} + \frac{t_{\text{ОЧ}1} + t_{\text{ПУХ}} + t_{\text{РА}}}{q_A \gamma_A + q_{\Pi} \gamma_{\Pi}} + \frac{t_{\text{ПЕР}2} + t_{\text{ОЧ}2} + t_{\text{ЗАБ}2} + t_{\Pi-B}}{q_{\Pi} \gamma_{\Pi}} =$$

$$= \frac{0,09 + \frac{q_A \gamma_A}{W} + t_{\Pi-B}}{q_A \gamma_A} + \frac{t_{\text{ОЧ}1} + t_{\text{ПУХ}} + t_{\text{РА}}}{q_A \gamma_A + q_{\Pi} \gamma_{\Pi}} + \frac{0,09 + \frac{q_{\Pi} \gamma_{\Pi}}{W} + t_{\Pi-B}}{q_{\Pi} \gamma_{\Pi}}, \text{ год} / \text{ м} \quad (5)$$

Для другого технологічного варіанту – застосування напівпричепів складові ПТО визначаються з рівнянь:

$$t_{H1} = \frac{t_{\Pi-BH} + t_{\text{ПУХ}} + t_{\text{РА}}}{q_B} = \frac{t_{\Pi-BH} + \frac{2l_{ij}}{v_T} + t_{\text{РА}}}{q_B}, \text{ год} / \text{ м}, \quad (6)$$

$$t_{H2} = \frac{t_{\text{ПЕР}3} + t_{\text{ОЧ}3} + t_{\text{ЗАБ}3} + t_{\Pi-BH}}{q_B} = \frac{0,09 + \frac{q_B}{W_H} + t_{\Pi-BH}}{q_B}, \text{ год} / \text{ м}, \quad (7)$$

де:  $t_{H1}, t_{H2}$  – тривалість питомих збирально-транспортних операцій відповідно напівпричепа з автотягачем та напівпричепа з трактором;  $t_{\Pi-BH}, t_{\text{ПУХ}}, t_{\text{РА}}, t_{\text{ПЕР}3}, t_{\text{ОЧ}3}, t_{\text{ЗАБ}3}$  – тривалість збирально-транспортних операцій, відповідно: відчиплення-причеплення напівпричепів із застосуванням сидельних пристроїв, руху автотягача з напівпричепом на приймальний пункт і назад, розвантаження коренеплодів, переїзду по полю НП з трактором, очікування завантаження, завантаження НП;  $l_{ij}$  – відстань перевезення зерна з поля (пункту і) в пункт розвантаження (пункт j), км;  $v_T$  – середня технічна швидкість автомобіля на шляху від поля на тік, км/год;  $t_{\text{РА}}$  – тривалість перебування АТ в пункті розвантаження, яка залежить від рівня механізації і організації робіт;  $q_B$  – маса коренеплодів в бункері комбайна:  $q_B = \omega_K d_B$ , т (де:  $\omega_K$  – місткість бункера БК, м<sup>3</sup>;  $d_B$  – об'ємна вага цукрових буряків, т/м<sup>3</sup>).

Вантажопідйомність напівпричепа визначається як:

$$q_H = \frac{q_B}{\gamma_H},$$

де:  $\gamma_H$  – коефіцієнт статичного використання вантажопідйомності НП.

Загальна питома тривалість збирально-транспортних операцій для застосування напівпричепів з урахуванням (3) і (4) визначиться як:

$$T_H = t_{H1} + t_{H2} =$$

$$\frac{t_{\Pi-BH} + \frac{2l_{ij}}{v_T} + t_{\text{РА}}}{q_H \gamma_H} + \frac{0,09 + \frac{q_B}{W_H} + t_{\Pi-BH}}{q_H \gamma_H} = \frac{2t_{\Pi-BH} + \frac{2l_{ij}}{v_T} + t_{\text{РА}} + 0,09 + \frac{q_B}{W_H}}{q_B}, \text{ год} / \text{ м} \quad (8)$$

Економія питомих витрат часу визначиться як різниця ПТО між технологічними варіантами і становить:

$$\Delta T = T_{\Pi} - T_{\text{H}} = \frac{0,09 + \frac{q_A \gamma_A}{W_{\text{H}}} + t_{\Pi-B}}{q_A \gamma_A} + \frac{t_{\text{OчП}} + t_{\text{PXX}} + t_{\text{PA}}}{q_A \gamma_A + q_{\Pi} \gamma_{\Pi}} + \frac{0,09 + \frac{q_{\Pi} \gamma_{\Pi}}{W_{\text{H}}} + t_{\Pi-B}}{q_{\Pi} \gamma_{\Pi}} - \frac{2t_{\Pi-BH} + t_{\text{PXX}} + t_{\text{PA}} + 0,09 + \frac{q_B}{W_{\text{H}}}}{q_B}, \text{ год} / m. \quad (9)$$

Одержане рівняння показує, що збільшення економії питомих витрат досягається за рахунок збільшення обсягу бункера БК та зменшення величини витрат часу на відчіплення-причеплення із застосуванням пристрою сидельного зчеплення. Для порівняння одержаних залежностей зробимо наступні припущення:

- маса вантажу, яка перевозиться автомобілем з причепами, дорівнює масі вантажу в напівпричепі і дорівнює масі цукрового буряка в бункері БК:  $q_A \gamma_A + q_{\Pi} \gamma_{\Pi} = q_{\text{H}} \gamma_{\text{H}} = q_B$ ;

- маса вантажу, яка перевозиться автомобілем дорівнює масі вантажу в кожному із двох причепів:

$$q_A \gamma_A = \frac{1}{3} q_B, \quad q_{\Pi} \gamma_{\Pi} = \frac{2}{3} q_B;$$

- тривалість відчіплення-причеплення причепів в 2 рази більше тривалості відчіплення – причеплення напівпричепів із застосуванням сидельних пристроїв:  $t_{\Pi-B} = 2 t_{\Pi-BH}$ ;

- тривалість очікування подачі причепів до автомобіля при високої організації виконання черговості операцій мінімальна і прийнята  $t_{\text{OчП}} = 0$ .

Економія питомих витрат часу з урахуванням припущень визначиться як:

$$\begin{aligned} \Delta T &= \frac{0,09 + \frac{\frac{1}{3} q_B}{W_{\text{H}}} + 2t_{\Pi-BH}}{\frac{1}{3} q_B} + \frac{t_{\text{PXX}} + t_{\text{PA}}}{q_B} \\ &+ \frac{0,09 + \frac{\frac{2}{3} q_B}{W_{\text{H}}} + 2t_{\Pi-BH}}{\frac{2}{3} q_B} - \frac{2t_{\Pi-BH} + t_{\text{PXX}} + t_{\text{PA}} + 0,09 + \frac{q_B}{W_{\text{H}}}}{q_B} = \\ &= \frac{0,315 + \frac{q_B}{W_{\text{H}}} + 7t_{\Pi-BH}}{q_B}, \text{ год} / m \end{aligned} \quad (10)$$

Отриманий вираз дозволяє визначити ефективність перевезень цукрових буряків від комбайнів у питомих трудовитратах під час використання напівпричепів самоскидів як компенсаторів в порівнянні с традиційним варіантом перевезень.

*Приклад розрахунку.* Цукровий буряк збирають комбайни Rora Euro Tiger (9 рядний) з продуктивністю за годину робочого (основного) часу  $W_{KP} = 170$  т/год, місткістю бункера  $40 \text{ м}^3$  (25,6 т) і продуктивністю транспортера на вивантаженні буряків з бункера  $W_H = 720$  т/год. Коефіцієнт використання часу зміни для БК за технологічним варіантом застосування оборотних напівпричепів  $\tau = 0,81$ ; тривалість робочого дня  $t = 12 \text{ год}$ . Для вивезення коренеплодів від комбайна застосовують оборотні НП як компенсатори. Прийнята  $t_{B-ПН} = 0,05$  год, час перебування автомобіля на приймальному пункті – 0,1 год.

Визначити ефективність перевезень цукрових буряків від комбайнів у питомих трудовитратах під час використання напівпричепів самоскидів як компенсаторів в порівнянні с традиційним варіантом перевезень, а також загальну економію часу на перевезенні від одного БК за робочий день.

*Рішення.* Економія питомих трудовитрат під час використання напівпричепів самоскидів як компенсаторів в порівнянні с традиційним варіантом перевезень дорівнює:

$$\Delta T = \frac{0,315 + \frac{q_B}{W_H} + 7t_{П-ВН}}{q_B} = \frac{0,315 + \frac{25,6}{720} + 7 \cdot 0,05}{25,6} = 0,027 \text{ м / год.}$$

Обсяг коренеплодів, які збираються та перевозяться за робочий день дорівнює:

$$Q = W_{KP} \cdot t \cdot \tau = 170 \cdot 12 \cdot 0,81 = 1652 \text{ т.}$$

Економія часу на перевезення за робочий день визначиться як:

$$T = \Delta T \cdot Q = 0,027 \cdot 1652 = 44,6 \text{ год.}$$

**Висновок.** Теоретичний аналіз роботи збирально-транспортного комплексу для цукрових буряків із застосуванням оборотних автомобільних напівпричепів самоскидів та за традиційною технологією із використанням автопоїздів з причепами дозволив обґрунтувати методику порівняльної оцінки роботи транспортних засобів на перевезенні цукрових буряків від комбайнів.

### 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. 14–18.
- 2 Измайлов А. Ю. Технологии и технические решения по повышению эффективности транспортных систем АПК / А. Ю. Измайлов. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2007. – 200 с.

- 3 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.
- 4 Зязев В. А. Перевозки сельскохозяйственных грузов автомобильным транспортом / В. А. Зязев, М. С. Капланович, В. И. Петров. – М.: Транспорт, 1979. – 253 с.
- 5 Капланович М. С. Справочник по сельскохозяйственным транспортным работам / М. С. Капланович. – М.: Россельхозиздат, 1982. – 315 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.

**Аннотация.** *Обоснована методика сравнительной оценки работы транспортных средств на перевозке сахарной свеклы от комбайнов.*

**Ключевые слова:** *сахарная свекла, уборка, транспортировка, транспортные средства, перегрузка, эффективность*

**Annotation.** *The technique of a comparative assessment of works of transport facilities on conveyance of a sugar beet from combines is proved.*

**Key words:** *sugar beets, harvesting, transportation vehicles, overloading, efficiency*

УДК 631:372

## **ДО ПИТАННЯ ВИВЧЕННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ МАЛОГАБАРИТНИХ МЕЗ З КОЛІСНОЮ ФОРМУЛОЮ 2К2**

***Р. Г. Шкарівський, магістр***

***Г. В. Шкарівський, кандидат технічних наук***

**Анотація.** *Викладено результати аналізу доцільності використання в сільськогосподарському виробництві енергозасобів з колісною формулою 2К2 з урахуванням характеристик господарств, їх матеріально-технічного оснащення та вкладу у валову продукцію сільського господарства.*

**Ключові слова:** *мобільний енергетичний засіб, малогабаритний, колісна формула 2К2, використання, доцільність, сільськогосподарське виробництво*

**Постановка проблеми.** *Продовольча безпека держави визначається її здатністю забезпечити населення продуктами*

*© Р. Г. Шкарівський, Г. В. Шкарівський, 2016*