

УДК 631.172:633.521

А.С. Лімонт, доц., канд. техн. наук

Житомирський національний агроекологічний університет

## Вантажно-транспортне забезпечення збирання льонотрести

Опрацьована методика розрахунку вантажно-транспортного забезпечення збирання льонотрести. Наведені розрахункові залежності для визначення тривалості навантажування снопів і рулонів трести в транспортні засоби та потреби в транспортних засобах, використання яких сприятиме реалізації потоковості технологічного процесу збирання.

**льонотреста, збирання, операція, навантажування, транспортування, проектування, розрахунок**

**Постановка проблеми.** Переважно льон-довгунець вирощують для одержання насіння і волокнистої складової урожаю. Його збирають сноповим, роздільним чи комбайновим способами або ж поєднанням двох останніх. Реалізують волокнисту складову урожаю соломною, трестом чи волокном. У разі приготування трести росіяним мочінням її піднімають і транспортують на льонопереробні підприємства. У цьому повідомленні йтиметься про вантажно-транспортне забезпечення збирання трести, яке сприятиме вирішенню проблеми механізованого виробництва льону-довгунця.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Обсяг транспортних робіт в сільськогосподарських підприємствах Полісся України займав 30...35% загальних затрат на вирощування культур, а за затратами енергії – до 45% [4]. М.К. Діденко [4] на підставі дослідження вантажопереміщення технологічного матеріалу до розвантажування, вантажопереміщення збирального і транспортного агрегатів та вантажопереміщення технологічного матеріалу до місця використання одержав математичну залежність для визначення оптимальної вантажопідйомності тракторних причепів, які обслуговують збиральні агрегати.

За дослідженнями [5, 8] на перевезеннях льонотрести варто застосовувати тракторні самоскидні причепи з вантажопідйомністю в межах 4...10 т. У праці [5] висвітлені способи піднімання льонотрести з урахуванням використання відповідних засобів механізації. Піднімання трести здійснюють переважно двома способами. За першим з них на підніманні трести використовують підбирачі ПТП-1,0 чи ПТН-1,0, що зв'язують підняту тресту в снопи, які вантажать в транспортні засоби (ТЗ) вручну або за допомогою напівначіпного підбирача-навантажувача ППС-3. За іншим способом із розстелених стрічок, використовуючи прес-підбирачі ПРП-1,6 (ПРП-1,6М) з пристроєм ПРЛ-1 чи прес-підбирачі ПР-1,2, формують рулони з відповідними параметрами. Утворені рулони вантажать в ТЗ за допомогою навантажувача ПФ-0,5 з пристроєм ППЛ-0,5. Відомі інші рулонні прес-підбирачі, випуск яких налагоджено в Україні, Росії, Білорусі та країнах далекого зарубіжжя.

Належний ефект від впровадження засобів механізації на збиранні льонотрести можна одержати за умови забезпечення ритмічного використання машин і потокового виробництва. Проте в навчальних посібниках з вантажоперевезень і навантажувальних робіт, наукових виданнях з вантажно-транспортного забезпечення льонозбирального процесу [1, 2] та виробничій літературі з механізованого збирання льону-довгунця відсутні елементи експлуатаційних розрахунків з проектування механізованого збирання льонотрести.

*Мета досліджень* полягала в опрацюванні організаційно-технологічних основ

вантажно-транспортного забезпечення збирання льонотрести. *Завдання досліджень*: 1) проаналізувати розрахункову залежність для визначення потреби в тракторно-транспортних засобах (ТТЗ) та охарактеризувати і визначитися з чисельними значеннями окремих складових рейсу ТТЗ при перевезеннях трести з поля до переробних пунктів; 2) з'ясувати розрахункові залежності для визначення тривалості навантажування різних упаковок льонотрести в ТТЗ при здійсненні навантажування вручну і з використанням відповідних засобів механізації; 3) дослідити зміну продуктивності ТТЗ залежно від відстані транспортування різних упаковок льонотрести з урахуванням способів їх навантажування і розвантажування; 4) визначити вплив швидкості руху трактора на можливість складання ТТЗ з різною кількістю причепів у їх складі; 5) опрацювати пропозиції щодо комплектування ТТЗ за різних співвідношень наявних в підприємстві відповідних тракторів та причепів, що можуть бути агреговані з такими тракторами; 6) оцінити окремі варіанти вантажно-транспортного процесу збирання льонотрести за їх енергомісткістю та затратами праці.

**Об'єкт та методика досліджень.** Об'єктом дослідження був процес вантажно-транспортного забезпечення піднімання трести при комбайновому збиранні льонудовгунця. Методика досліджень полягала у застосуванні розрахункових залежностей, що визначають взаємозв'язки потреби в ТТЗ та тривалості рейсу і тривалостей відповідних його складових. При визначенні тривалості складових рейсу ТТЗ використані методики розрахунку продуктивності вантажно-розвантажувальних [3] і тракторно-транспортних [14, 15] робіт та Типові норми продуктивності на кінно-ручних роботах у рослинництві [13]. Розрахунок продуктивності ТТЗ та їх тяговий розрахунок здійснені за методиками, що наведені у працях [10, 17, 18], а при визначенні швидкості руху ТТЗ використана інформація з технічного опису і інструкції по експлуатації тракторів «Беларусь» [16]. Використані тягові характеристики тракторів МТЗ-80 [18] та нормовані швидкості тракторно-транспортних агрегатів (ТТА) з урахуванням групи доріг та класу вантажів [15]. Вплив швидкості руху тракторів на можливість складання ТТЗ з різною кількістю причепів у їх складі та опрацювання пропозицій щодо комплектування ТТА за різних співвідношень наявних в підприємстві відповідних тракторів та причепів, що можуть бути агреговані з такими тракторами, здійснено за методикою С.М. Хробостова [17].

Енергомісткість навантажування трести за умови використання на здійсненні цього процесу різних засобів механізації і упаковок продукції та власне немеханізованого виконання вантажної операції визначали: а) з урахуванням прямих затрат енергії, що виражені витрачанням палива в кг на тонну навантаженої трести; б) енергозатрат живої праці людей, як становили екіпаж агрегатів або ж були допоміжними працівниками чи здійснювали навантажування упаковок трести вручну; в) енергомісткості відповідних засобів механізації. Використані [9] енергетичні еквіваленти дизельного палива, енергомісткості за 1 год використання трактора і навантажувача чи на 1 кг маси навантажувачів і пристроїв до них за 1 год та енергетичні еквіваленти праці механізаторів і допоміжних працівників. Витрату палива в кг на тонну навантаженої трести визначали з урахуванням об'ємної маси (щільності) упаковок трести [7].

**Результати досліджень.** Тресту, яку транспортують упаковками у вигляді снопів і ролонів, можна віднести до другого класу вантажів [15]. Кількість ТТЗ для забезпечення поточності транспортування льонотрести можна визначити за формулою:

$$n_{\text{ТТЗ}} = t_{\text{р}} / (t_{\text{нав}} + t_{\text{зТТЗ}}), \quad (1)$$

де  $t_{\text{р}}$  – тривалість рейсу ТТЗ, хв;

$t_{\text{нав}}$  – тривалість навантажування упаковок трести в ТТЗ, хв;

$t_{\text{зТТЗ}}$  – тривалість заміни ТТЗ в місці його завантажування трестю, хв.

За [3] витрата часу на заміну ТТЗ при їх завантажуванні різними навантажувачами з одним причепом становить 1 хв, а з двома – 1,5 хв.

Тривалість рейсу включає такі елементи часу [15]:

$$t_p = t_{\text{нав}} + t_{\text{зтз}} + t_{\text{зв}} + t_{\text{ддр}} + t_{\text{роз}} + t_{\text{бв}} + t_{\text{пто}}, \quad (2)$$

де  $t_{\text{зв}}$ ,  $t_{\text{бв}}$  – тривалість поїздки ТТЗ відповідно з вантажем (від льонища до льонопереробного пункту) і без вантажу (від льонопереробного пункту до льонища, де здійснюють навантажування трести в ТТЗ), хв;

$t_{\text{ддр}}$  – витрата часу впродовж рейсу на додаткову допоміжну роботу, хв;

$t_{\text{роз}}$  – тривалість розвантажування ТТЗ у місці зберігання чи переробки трести, хв;

$t_{\text{пто}}$  – час випадкового очікування ТТЗ впродовж рейсу, що зумовлений технологією та організацією транспортного процесу, хв (за [15] при перевезеннях вантажів другого класу  $t_{\text{пто}} = 0,6$  хв).

Витрата часу на додаткову допоміжну роботу включає такі складові [15]:

$$t_{\text{ддр}} = t_{\text{урв}} + t_{\text{за}} + t_{\text{оф}} + t_{\text{ма}} + t_{\text{ок}} + t_{\text{взб}}, \quad (3)$$

де  $t_{\text{урв}}$  – витрата часу на ув'язування і розв'язування вантажу, хв;

$t_{\text{за}}$  – витрата часу на одне зважування, хв;

$t_{\text{оф}}$  – витрата часу на оформлення документів, хв;

$t_{\text{ма}}$  – витрата часу на маневрування ТТЗ, хв;

$t_{\text{ок}}$  – витрата часу на очищення кузова після кожного розвантажування, хв;

$t_{\text{взб}}$  – витрата часу на відкривання і закривання бортів, хв.

За [14, 15]  $t_{\text{урв}}=8,1$  хв на один випадок незалежно від вантажопідйомності причепа,  $t_{\text{за}}=2,16$  хв при зважуванні на автовагах незалежно від вантажопідйомності причепа,  $t_{\text{оф}} = 1$  хв,  $t_{\text{ма}} = 2$  і  $3$  хв відповідно з одним і двома причепами,  $t_{\text{ок}} = 1,8$  хв на один випадок для вантажів другого класу та  $t_{\text{взб}} = 1,5$  хв для ТТЗ з одним причепом і  $t_{\text{взб}} = 2,4$  хв для ТТЗ з двома причепами.

Тривалість навантажувальних робіт в транспортному процесі збирання трести є одним із елементів, що забезпечують потоковість виробництва. Після вилежування трести її із стрічок можуть піднімати і зв'язувати в снопи за допомогою підбирачів ПТП-1,0 чи ПТН-1,0. Зв'язані снопи вантажать в ТЗ для відправлення на льонопереробні пункти. Навантажування здійснюють вручну або за допомогою підбирачів-навантажувачів. У разі навантажування вручну його тривалість  $t_{\text{нав}}$  (хв) можна визначити за формулою:

$$t_{\text{нав}} = 420 \cdot q_n \cdot \gamma_c / (H_{\text{в.зм}} \cdot m_v), \quad (4)$$

де  $q_n$  – номінальна вантажопідйомність ТЗ, т;

$\gamma_c$  – статичний коефіцієнт використання вантажопідйомності ТЗ;

$H_{\text{в.зм}}$  – норма продуктивності за зміну виконавця вантажних робіт, т;

$m_v$  – число вантажників, які здійснюють навантажування снопів в ТЗ.

Статичний коефіцієнт використання вантажопідйомності ТЗ визначають за формулою:

$$\gamma_c = (l_{\text{пл}} b_{\text{пл}} h_{\text{ув}} \rho_v) / q_n, \quad (5)$$

де  $l_{\text{пл}}$  і  $b_{\text{пл}}$  – відповідно довжина і ширина платформи кузова ТЗ, м;

$h_{\text{ув}}$  – висота укладання вантажу, рахуючи від підлоги платформи, м;

$\rho_v$  – об'ємна маса вантажу, т/м<sup>3</sup>.

Висота укладання вантажу

$$h_{\text{ув}} = h_n - h_{\text{ен}}, \quad (6)$$

де  $h_n$  – максимальна висота навантажування снопів, м,  $h_n = 3,5$  м;

$h_{\text{ен}}$  – навантажувальна висота ТЗ по підлозі платформи, м.

Чисельність вантажників при навантажуванні вантажів вручну в тракторні причепа залежить від вантажопідйомності останніх. Наприклад, при навантажуванні

вантажів на причепи вантажопідйомністю 4 т число вантажників становить 4 людини [14, 15]. Крім того, дві людини необхідно ще для укладання снопів на платформі причепа [11].

Наприклад, вантажать снопи трести з об'ємною масою  $\rho_v=0,18 \text{ т/м}^3$  в тракторний причеп 2ПТС-4М-785А. З технічної характеристики причепа знаходимо, що  $q_n=4 \text{ т}$ ,  $l_{пл}=3,71 \text{ м}$ ,  $b_{пл}=2,0 \text{ м}$ , а  $h_{вп}=1,235 \text{ м}$ . Тоді за формулою (6)  $h_{yv}=3,5-1,235=2,265 \text{ м}$ , а за формулою (5)  $\gamma_c=(3,7 \cdot 2,0 \cdot 2,265 \cdot 0,18)/4=0,76$ .

Норма продуктивності вантажника при ручному навантажуванні снопів в ТЗ за [13] становить  $H_{в.зм} = 5 \text{ т}$  за 7-годинну зміну. Тоді за формулою (4) тривалість навантажування снопів становитиме  $t_{нав} = 420 \cdot 4 \cdot 0,76 / (5 \cdot 6) = 42,6 \text{ хв}$ .

Розглянемо механізоване навантажування снопів на причеп 2ПТС-4М-785А за допомогою напівначіпного підбирача-навантажувача ППС-3 в агрегаті з трактором МТЗ-80. Тривалість навантажування снопів можна розрахувати за формулою:

$$t_{нав} = (60q_n \gamma_c) / W_{нав} \tau, \quad (7)$$

де  $W_{нав}$  – продуктивність підбирача-навантажувача за годину чистої роботи, т/год;

$\tau$  – коефіцієнт використання робочого часу підбирача-навантажувача.

Продуктивність за годину чистої роботи підбирача-навантажувача ППС-3  $W_{нав} = 12 \text{ т/год}$  [7]. Якщо вважати, що коефіцієнт використання часу зміни підбирача-навантажувача становить 0,74, то за формулою (7) тривалість навантажування снопів становитиме:

$$t_{нав} = (60 \cdot 4 \cdot 0,76) / (12 \cdot 0,74) = 20,5 \text{ хв}.$$

Розглянемо ще один варіант збирання і навантажування трести із стрічок. За цього варіанта із стрічок трести формують рулони за допомогою пристрою ПРЛ-1 до прес-підбирача ПРП-1,6М [12]. Залежно від регулювань робочих органів рулони можуть мати діаметр 1,00...1,80 м, висоту 0,95...1,20 м, масу 140...350 кг та об'ємну масу 0,08...0,20 т/м<sup>3</sup>. В ТЗ рулони вантажать за допомогою пристрою ППЛ-0,5 до фронтального навантажувача ПФ-0,5 в агрегаті з трактором МТЗ-80. Продуктивність пристрою за годину чистої роботи становить 12,7...15 т/год [7], а висота навантажування не перевищує 6 м. Рулони укладають на платформі ТЗ гузирями вниз у два яруси, щоб осі рулонів розміщувалися вертикально і паралельно один до іншого. Укладені рулони повинні бути розміщені симетрично щодо поздовжньої осі ТЗ, а стрижні рулонів, які знаходяться в нижньому ярусі, і тих, що лежать на них, повинні розміщуватися по можливості на одній вертикалі. На платформі рулони скріплюють між собою.

Тривалість навантажування рулонів  $t_{нав}$  (хв) в ТЗ можна визначити за формулою:

$$t_{нав} = q_n \gamma_c t_{ци} / (60m_p \tau), \quad (8)$$

де  $t_{ци}$  – тривалість навантажувального циклу навантажувача, с,  $t_{ци} = 20...71 \text{ с}$  [3];

$m_p$  – маса рулону трести, т.

Нехай рулони зібраної трести, що мають діаметр 1,00 м і масу  $m_p = 0,25 \text{ т}$ , пристроєм ППЛ-0,5 до навантажувача ПФ-0,5 вантажать у транспортні засоби у складі трактора МТЗ-80 і причепа 2ПТС-4М-785А вантажопідйомністю 4 т. Внутрішні довжина і ширина платформи причепа 3,71 і 2,0 м. Отже, з урахуванням викладеного у причіп буде завантажено 12 рулонів, загальна маса яких становитиме 3 т. З урахуванням цього статичний коефіцієнт використання вантажопідйомності ТЗ дорівнюватиме  $\gamma_c = 0,75$ . Визначимо тривалість навантажування рулонів, якщо тривалість навантажувального циклу становить 65 с, а коефіцієнт використання робочого часу зміни навантажувача дорівнює 0,74. За формулою (8) одержимо:

$$t_{нав} = 4 \cdot 0,75 \cdot 65 / (60 \cdot 0,25 \cdot 0,74) = 17,6 \text{ хв}.$$

Тривалість поїздки ТТЗ завантаженого трестом  $t_{зв}$  і без трести  $t_{бв}$  рекомендовано

визначати так. Маршрут руху ТТЗ при транспортуванні трести до льонопереробних пунктів визначає землекористування підприємства та сітка шляхів сполучень поза його межами. Зазвичай відстані руху завантаженого  $t_{зв}$  і розвантаженого  $l_{бв}$  ТТЗ однакові, тобто  $l_{зв} = l_{бв}$ . Швидкості руху ТТЗ з вантажем  $v_{зв}$  і без вантажу  $v_{бв}$  нормовані з урахуванням складу ТТЗ та класу вантажу і групи доріг при визначенні  $v_{зв}$  і тільки групи доріг при визначенні  $v_{бв}$  [15]. Для визначення швидкостей  $v_{зв}$  і  $v_{бв}$  здійснюють тяговий розрахунок ТТЗ.

Тяговий опір завантаженого трестом причепа  $R_a$  (кН) при його буксируванні від льонового поля до льонопереробного пункту крім іншого визначається умовами руху, які характеризуються коефіцієнтом опору коченню причепа і схилом місцевості. Тяговий опір визначають стосовно ділянки шляху з найгіршими дорожніми умовами за формулою:

$$R_a = [10^{-3} g(m_{np} + 10^3 q_n \gamma_c)](f_{np} \pm i), \quad (9)$$

де  $g$  – прискорення вільного падіння, м/с<sup>2</sup>;

$m_{np}$  – конструктивна маса причепа, кг;

$f_{np}$  – коефіцієнт опору коченню причепа;

$i$  – схил місцевості, соті частки одиниці.

Тяговий опір незавантаженого причепа  $R_{ax}$  (кН) знаходять за формулою:

$$R_{ax} = 10^{-3} m_{np} g(f_{np} \pm i), \quad (10)$$

Звикористанням таблиць тягової характеристики трактора у складі ТТЗ при роботі на відповідному агрофоні (наприклад, стерні) будують графік зміни буксування  $\delta$  рушіїв залежно від тягового зусилля  $P_T$ . За графіком зміни  $\delta$  залежно від  $P_T$  з використанням обчислених  $R_a$  і  $R_{ax}$  визначають буксування рушіїв, що відповідає розрахованому тяговому завантаженню трактора. За технічною характеристикою трактора вибирають можливу робочу передачу, що забезпечує реалізацію нормованої швидкості руху з урахуванням буксування рушіїв та тягового опору причепа.

Вибір передачі здійснюють за умови, що швидкості руху агрегату із трестом  $v_{зв}$  і без трести  $v_{бв}$  дорівнюють

$$v_{зв} = v_T (1 - \delta_{R_a}), \quad (11)$$

і

$$v_{бв} = v_T (1 - \delta_{R_{ax}}), \quad (12)$$

де  $v_T$  – теоретична (розрахункова) швидкість трактора на вибраній передачі, що наведена в технічній характеристиці трактора, км/год;

$\delta_{R_a}$  і  $\delta_{R_{ax}}$  – буксування рушіїв трактора, що відповідає тяговому завантаженню трактора відповідно  $P_T = R_a$  і  $P_T = R_{ax}$ , соті частки одиниці.

При цьому слід дотримуватися таких співвідношень:

$$v_{зв} \leq v_{p,нор} \text{ і } v_{бв} \leq v_{x,нор}, \quad (13)$$

де  $v_{p,нор}$  і  $v_{x,нор}$  – нормовані швидкості руху ТТЗ відповідно із завантаженим і розвантаженим причепом, що їх вибирають за Типовими нормами [19].

Вибравши передачу трактора і з'ясувавши чисельні значення швидкостей руху  $v_{зв}$  і  $v_{бв}$ , визначають час руху ТТЗ завантаженого трестом  $t_{зв}$  і розвантаженого  $t_{бв}$ :

$$t_{зв} = 60l_B/v_{зв} \text{ і } t_{бв} = 60l_B/v_{бв}, \quad )$$

де  $l_B$  – відстань від місця навантажування трести на льонищі до льонопереробного пункту, км.

Тривалість розвантажування ТЗ  $t_{роз}$  шляхом перекидання кузова причепа за здійсненими узагальненнями [6] можна приймати в межах 1,5...4,0 хв. Якщо ж на розвантажуванні рулонів використовувати навантажувач ПФ-0,5 з пристроєм ППЛ-0,5, то тривалість розвантажування можна приймати такою, що дорівнює тривалості навантажування рулонів цим навантажувачем.

Робота на транспортних швидкостях не завжди забезпечує максимальну продуктивність, оскільки перехід на нижчі передачі дозволяє збільшити загальну вантажопідйомність буксированих причепів [17]. Розглянемо транспортування трести ТТА у складі трактора МТЗ-80 і причепа 2ПТС-4М-785А. Льонище при збиранні трести як середовище руху ТТЗ віднесемо до другої групи доріг [15], для якої стосовно колісних тракторів коефіцієнт зчеплення рушіїв з ґрунтом можна прийняти  $\mu = 0,7$  [18], коефіцієнт опору коченню трактора прийняли  $f = 0,04$  і тракторного причепа з урахуванням інформації [15, 18] –  $f_{пр} = 0,08$ . Значення коефіцієнтів підвищення опору руху при рушанні з місця ТТА приймемо для льонища з урахуванням рекомендацій [10, 17, 18] такі: трактора  $a_{тр} = 2,0$  і причепа  $a_{пр} = 1,8$ .

Із джерела [15] знаходимо, що стосовно другої групи доріг і для другого класу вантажу нормована швидкість руху трактора МТЗ-80 з причепом вантажопідйомністю 4 т при русі з вантажем становить 19 км/год, а без вантажу – 20 км/год. При агрегуванні трактора з двома причепами відповідні швидкості дорівнюють 18 і 14 км/год. З технічної характеристики трактора [16] останнім значенням нормованих швидкостей орієнтовно відповідають розрахункові швидкості, що можуть бути забезпечені на VII передачі при включеному чи виключеному понижувальному редукторі без ходозменшувача і з ним. З тягової характеристики трактора МТЗ-80, знятої на стерні, знаходимо [18], що в режимі експлуатації найбільшої тягової потужності швидкість руху на сьомій передачі становить 13,2 км/год, а на четвертій – 6,95 км/год. Визначимо можливий склад ТТА при його використанні зі швидкістю руху 13,2 і 6,95 км/год. Розраховано, що можлива кількість буксированих причепів становитиме: при використанні трактора на IV передачі – 2,04 (приймаємо 2) і на VII – 1,08 (приймаємо 1).

Оцінювання ефективності використання ТТЗ, що складені з різної кількості причепів, передбачено здійснити за продуктивністю ТТА  $W_T$  (т/год), яку визначатимемо за формулою:

$$W_T = (q_n \gamma_c \beta v_p) / (l_s + \beta v_p t_{пр}), \quad (15)$$

де  $\beta$  – коефіцієнт використання пробігу ТТЗ;

$v_p$  – швидкість руху ТТЗ завантаженого трестом, км/год;

$l_s$  – відстань перевезення трести, км;

$t_{пр}$  – час простою ТТЗ під навантажуванням і розвантажуванням за одну поїздку, год.

Час простою ТТЗ під навантажуванням і розвантажуванням за одну поїздку визначатимемо за формулою:

$$t_{пр} = (t'_{млт} \psi) / 60, \quad (16)$$

де  $t'_{млт}$  – норматив часу на навантажування та розвантажування (НЧНР) сільськогосподарських вантажів, хв/т;

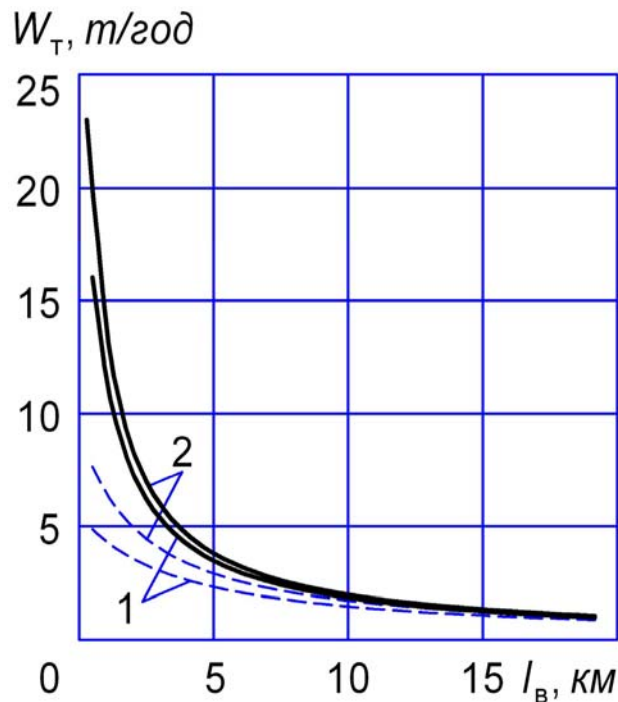
$m_{лт}$  – маса льонотрести, яку перевозять за одну поїздку, т;

$\psi$  – коефіцієнт заповнення кузова причепа.

Оцінимо ефективність використання ТТЗ, складених з одного і двох причепів 2ПТС-4М-785А, якщо перший транспортну роботу здійснює на швидкості руху 13,20 км/год, а другий – 6,95 км/год. За статичного коефіцієнта використання вантажопідйомності 0,76 тресту можна віднести до II класу вантажів, яку в снопах на ТТЗ вантажать вручну, а розвантажують механізовано. При таких способах навантажування і розвантажування вантажів II класу та використання причепа вантажопідйомністю 4 т і двох спарених такої ж вантажопідйомності НЧНР становлять відповідно 10,9 і 6,5 хв/т [15]. Визначено, що одним причепом перевозять 3,02 т трести, а двома – відповідно 6,04 т. Коефіцієнт заповнення кузова причепа дорівнює 1. За формулою (16) отримуємо, що при агрегуванні з трактором одного причепа  $t_{пр} = 0,55$

год, а двох –  $t_{np} = 0,65$  год. Коефіцієнт використання пробігу  $\beta = 0,5$ .

З використанням наведених вихідних даних за формулою (15) обчислили продуктивності порівнюваних ТТЗ залежно від відстані перевезення трести. Результати розрахунків подані графіками на рисунку.



- 1 – агрегат в складі трактора МТЗ-80 і одного причепа 2ПТС-4М-785А;  
 2 – агрегат в складі трактора МТЗ-80 і двох причепів 2ПТС-4М-785А

Рисунок 1 – Зміна продуктивності  $W_T$  тракторно-транспортних агрегатів залежно від відстані перевезення  $l_B$  (снопів – пунктирна лінія і рулонів – суцільна)

Аналіз графіків свідчить, що зменшення швидкості в 1,9 рази при одночасному збільшенні вантажопідйомності ТТЗ у 2 рази сприяє підвищенню продуктивності. При цьому ефективність збільшення вантажопідйомності в міру зростання відстані перевезень зменшується. Так, при відстані перевезень 1 км продуктивність зростає на 49,6%, при 5 км – на 25,4%, при 10 км – на 17,05%, при 15 км – на 13,6%, а при 20 км – на 11,8%.

З урахуванням з'ясованих залежностей та посилаючись на [17], можна зробити такі узагальнення щодо комплектування та агрегування ТТЗ залежно від наявності та співвідношення кількості тракторів і причепів. Якщо підприємство для кожного трактора забезпечене достатньою кількістю причепів, то ТТЗ слід комплектувати за умови максимальної їх вантажопідйомності. Наприклад, в підприємстві є вісім причепів 2ПТС-4М-785А і чотири трактори МТЗ-80. З рисунка видно, що при відстані перевезень 5 км годинна продуктивність агрегату з одним причепом становить 2,32 т, а з двома – 2,91 т. Якщо кожен з чотирьох тракторів буксируватиме два причепа, то змінна продуктивність чотирьох тракторів становитиме 81,48 т. Якщо ж кожен з чотирьох тракторів буде працювати з одним причепом, то змінна продуктивність чотирьох тракторів становитиме 64,96 т, що на 25,4% менше, ніж при роботі з двома причепами.

На рисунку наведені також криві зміни продуктивності ТТА при перевезенні трести в рулонах. За таких упаковок статичний коефіцієнт використання вантажопідйомності причепа становив 0,75. Навантажування і розвантажування рулонів здійснювалось механізовано. При цьому норматив часу на навантажування і

розвантажування одного причепа становив 2,1 хв/т, а двох – 1,4 хв/т [15].

За розрахунками енергомiсткiсть ручного навантажування снопiв трести становила 75,64 МДж/т, а з використанням пiдбирача-навантажувача ППС-3 – 73,13 МДж/т. Впровадження рулонної технологiї збирання трести та використання для навантажування рулонiв навантажувача ПФ-0,5 з пристроєм ППЛ-0,5 забезпечило зниження енергомiсткостi навантажування до 65,74 МДж/т. При цьому затрати працi становили вiдповiдно 1,62 та 0,34 i 0,10 люд.-год/т.

**Висновки.** Опрацьована методика розрахунку вантажно-транспортного забезпечення збирання льонотрести. Реалiзацiя методики сприятиме ритмiчнiй органiзацiї навантажування упаковок трести на льонищi та їх транспортування на льонопереробнi пункти. Наведенi розрахунковi залежностi для визначення тривалостi навантажування снопiв i рулонiв трести в транспортнi засоби та обґрунтування потреби в останнiх, що забезпечують потоковiсть льонозбирального процесу. Дослiджена енергомiсткiсть порiвнюваних варiантiв вантажного забезпечення транспортного процесу збирання льонотрести. Енергомiсткiсть навантажування трести коливається в межах 65,74...75,64 МДж/т.

**Перспективи подальших розвiдок** мають бути зосередженi на вивченнi i дослiдженнi складових транспортного процесу, що супроводжує використання льонозбиральних комбайнових агрегатiв i пов'язаний iз наповненням кузовiв тракторних причепiв льоноворохом.

## Список лiтератури

1. Быков Н.Н. Тенденции развития льнокомбайнов / Н.Н. Быков // Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства. – 1977. – № 9. – С. 14 – 17.
2. Быков Н.Н. Расчет транспортных средств для перевозки продукции от уборочных агрегатов / Н.Н. Быков // Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства. – 1981. – № 1. – С. 33 – 35.
3. Вантажно-розвантажувальнi роботи: методика розрахунку та типовi норми виробiтку, часу та витрат палива на вантажно-розвантажувальнi роботи / [Вiтвицький В.В., Глонь П.Н., Семененко Н.М. та iн.]; за ред. В.В. Вiтвицького. – К.: ТОВ «Комплекс Вiта», 1998. – Кн. 5, Ч. 2. – 352 с.
4. Диденко Н.К. Обоснование грузоподъемности транспортных средств / Н.К. Диденко // Математические методы прогнозирования сельскохозяйственного производства. – К.: УкрНИИНТИ, 1970. – Вып. 3. – С. 31 – 33.
5. Лiмонт А.С. Дослiдження i прогнозування продуктивностi навантажувача льонотрести / А.С. Лiмонт // Конструювання, виробництво та експлуатацiя с.-г. машин: загальнодерж. мiжвiдомчий наук.-технiч. зб. / Кiровоград. нац. технiч. ун-т. – Кiровоград, 2010. – Вип. 40, Ч. 2. – С. 48 – 52.
6. Лiмонт А.С. Дослiдження i розрахунок транспортування вороху в льонозбиральному комбайновому комплексi / А.С. Лiмонт, В.О. Ломакин // Вiсн. Житомир. держ. технолог. ун-ту: технiчнi науки. – Житомир, 2010. – № 2 (53), Т. 2. – С. 91 – 95.
7. Лiмонт А.С. Енергомiсткiсть навантажування льонотрести / А.С. Лiмонт // Наук. вiсн. Нац. ун-ту бiоресурсiв i природокористування України / Редкол.: Д.О. Мельничук (вiдп. ред.) та iн. – К., 2010. – Вип. 145. – С. 329 – 337.
8. Лiмонт А.С. Тракторнi причепи як засоби транспортування упаковок льонотрести / А.С. Лiмонт, В.О. Ломакин // Конструювання, виробництво та експлуатацiя с.-г. машин: загальнодерж. мiжвiдомчий наук.-технiч. зб. / Кiровоград. нац. технiч. ун-т. – Кiровоград, 2009. – Вип. 39. – С. 151 – 155.
9. Медведовський О.К. Енергетичний аналіз iнтенсивних технологiй в сiльськогосподарському виробництвi / О.К. Медведовський, П.І. Иваненко. – К.: Урожай, 1988. – 208 с.
10. Пильщиков Л.М. Практикум по эксплуатации машинно-тракторного парка: [учеб. пособ. для студ. высш. с.-х. учеб. завед. по специальностям «Механизация с. х.» и «Сельское хозяйство»] / Пильщиков Л.М. – М.: Колос, 1976. – 272 с.
11. Разработка и испытания комплекса машин для полумеханизированного подъема и погрузки льняной тресты / М.Н. Шрейдер, Н.Н. Быков, В.Е. Логинов [и др.] // Тр. Всесоюз. ордена Трудового Красного Знамени НИИ льна: экономика, механизация льноводства, первичная обработка льна. – Торжок, 1972. – Вып. 10. – С. 74 – 79.
12. Справочник льновода / [Труш М.М., Сергеев И.П., Марченков А.Н. и др.]; сост. М.М. Труш и Ф.М. Карпунин. – Л.: Агропромиздат, Ленингр. отд-ие, 1985. – 240 с.



13. Типові норми продуктивності на кінно-ручних роботах у рослинництві: економічні нормативи / [В.В. Вітвіцький, І.В. Лобастов, М.Ф. Кисляченко та ін.]. – К.: НДІ «Укргропромпродуктивність», 2005. – 736 с.
14. Типові норми продуктивності та витрати палива на тракторно-транспортних роботах: економічні нормативи / [В.В. Вітвіцький, Ю.Я. Лузан, Л.І. Кучеренко та ін.]. – К.: НДІ «Укргропромпродуктивність», 2007. – 672 с.
15. Тракторно-транспортні роботи: методика розрахунку та норми виробітку і витрати пального / [Вітвіцький В.В., Семенко Н.М., Лобастов І.В. та ін.]; за ред. В.В. Вітвіцького. – К.: ТОВ «Комплекс Віта», 1995. – Кн. 5. – 486 с.
16. Тракторы «Беларусь» МТЗ-80, МТЗ-80Л, МТЗ-82, МТЗ-82Л, МТЗ-82Н, МТЗ-82ЛН: техническое описание и инструкция по эксплуатации / [Бруенков И.Ф., Михайлов Г.В., Бомберов Э.А. и др.]; отв. ред. П.А. Амелеченко. – Минск: Ураджай, 1984. – 352 с.
17. Хробостов С.Н. Эксплуатация машинно-тракторного парка: [учеб. пособ. для средних с.х. учеб. завед. по спец. «Механизация с. х.»] / Хробостов С.Н. – М.: Колос, 1973. – 607 с.
18. Эксплуатация машинно-тракторного парка: [учеб. пособ. для студ. факультетов механизации с.-х. вузов по спец. «Механизация с. х.»] / [Ляхов А.П., Новиков А.В., Будько Ю.В. и др.]; под ред. Ю.В. Будько. – Минск: Ураджай, 1991. – 336 с.

*А. Лимонт*

#### **Погрузочно-транспортное обеспечение уборки льнотресты**

Разработана методика расчета погрузочно-транспортного обеспечения уборки льнотресты. Приведены расчетные зависимости для определения длительности погрузки снопов и рулонов тресты в транспортные средства и потребности в транспортных средствах, использование которых способствует реализации поточности технологического процесса уборки.

*А. Limont*

#### **Loading and transport support of broken flax harvesting**

The paper develops the methods of calculating the loading and transport support of broken flax harvesting. It presents calculation relationships for determining the time needed for loading broken flax sheafs and rolls into a transport vehicle and the demand for transportation facilities the use of which will facilitate the continuity of the technological process of harvesting.

Одержано 05.06.11