

УДК 633.521:631.172

© 2016

**А. С. ЛІМОНТ,**  
кандидат технічних наук

Житомирський  
агротехнічний коледж, Україна  
E-mail: redviddday@i.ua

м. Житомир, вул. Феценка-Чопівського, 29

## ЕНЕРГОМІСТКІСТЬ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ГОТУВАННЯ І ЗБИРАННЯ РОШЕНЦЕВОЇ ЛЬОНОТРЕСТИ

*Висвітлено енергомисткість льонозбирального комбайнового агрегату під час розстилання стрічки льоносоломи для її росяного мочіння. Охарактеризовано енергомисткість машинно-тракторних агрегатів у складі з ворущилкою і обертачем розстелених стрічок при готуванні рошенцевої льонотрести. Визначено енергомисткість використання подвоювачів стрічок трести і прес-підбирача на її підбиранні та формуванні рулонів льоносировини. Наведено енергомисткість навантажувача рулонів трести і тракторно-транспортних агрегатів, що здійснюють їх транспортування з поля до місць зберігання чи первинної обробки льоносировини.*

**Ключові слова:** льонотреста, готування, збирання, технічні засоби, використання, енергомисткість, продуктивність.

**Постановка проблеми.** Дослідженню енергомисткості машинно-тракторних агрегатів (МТА) різного технологічного призначення присвячені праці таких вчених, як А.Д. Гарькавий, В.Ю. Ільченко, О.В. Козаченко, І.П. Масло, О.К. Медведовський, П.І. Іваненко, А.К. Нанаско, А.Н. Никифоров, М.М. Северньов та ін. Оцінювання енергомисткості окремих льонозбиральних агрегатів і способів збирання льону-довгунцю здійснювали Г.П. Водяницький, С.Й. Корсак, Ю.Ф. Лачуга, А.Н. Зінцов і І.В. Сизов. Проте й дотепер відсутня інформація щодо енергомисткості низки МТА, що їх використовують у технологічному ланцюгу операцій з готування і збирання рошенцевої льонотрести. У цьому повідомленні і будуть з'ясовані деякі з питань означеної проблеми з виробництва льонотрести.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Виробництво рошенцевої льонотрести включає операції з її готування і збирання. За комбайнового збирання льону-довгунцю розстилання стрічок льоносоломи для її росяного мочіння здійснюють льонозбиральними комбайнами, які агрегують переважно

з тракторами класу 1,4. При цьому використовують комбайни ЛК-4Т чи ЛК-4А або комбайни сучасного виробництва в підприємствах Росії (ЛК-4Б, ЛК-4В "Русь", ЛК-4Д, "Русь", "Русич", "Русич-М", КЛП-1,5 і ГЛК-1,5 [1]). Наступною операцією може бути ворущіння стрічок з використанням МТА у складі з ворущилками, наприклад, ВЛ-2, ВЛ-3, ВРЛ-3 чи спущувачами ВЛН-2 і ВЛН-3 [2], В-1, В-1,1, ВЛ-3Т, ВЛК-3Ч, ВЛН-4,5 та ВЛЛ-3 [3]. Технологічно ефективнішим вважають обертання стрічок, яке можна здійснювати МТА у складі з обертачами ОСН-1, ОСН-1А, ОСН-1Б, ОЛН-1 [5], ОЛП-1, ОЛП-1Т, ОЛС-01 [4] та ОЛПБ-1 [6]. Для підвищення продуктивності прес-підбирачів [7] здійснюють подвоювання стрічок трести з використанням подвоювачів СД-2 [8] і ОСЛ-2 [5]. На підбиранні стрічок трести і формуванні її упаковок у вигляді рулонів використовують рулонні прес-підбирачі з пресувальними камерами змінного чи сталого об'ємів. У Росії, Білорусі, Україні, країнах Західної Європи та США опрацьовані відповідні прес-підбирачі, використання яких на збиранні льоносировини дозволяє значно зменшити затрати праці

та механiзувати виконання подальших операцiй. Навантажування рулонiв у транспортнi засоби (ТЗ) здiйснюють фронтальним навантажувачем ПФ-0,5 з пристроєм ППЛ-0,5 та навантажувачами ПРУ-0,5 i А-527. На транспортуванні рулонiв використовують вiдповiднi транспортнi вiзки, автомобiлi з причепами, причепами-платформами, самозавантажувальнi та 4-тоннi тракторнi причепаи.

Ефективнiсть функцiонування перелiчених технiчних засобiв можна з'ясувати шляхом визначення їх енергомiсткостей, яка й стане критерiєм вибору вiдповiдних МТА та уможливить обгрунтування продуктивностi тих чи iнших агрегатiв або окремих машин.

Енергетичний аналіз [9, 10] показав, що максимальнi затрати енергiї на збираннi льону-довгунцю за комбайнкової технологiї та врожайностi трести 1 т/га складають 10420 МДж/т, а в розрахунку на 1 га за вказаної урожайностi трести дорiвнює такiй самiй цифрi. Застосування на збираннi трести подвоювача стрiчок сприяє, як доводить I.B. Сизов [5], зниженню сумарних затрат енергiї в розрахунку на 1 га зiбраної площi на 77 %. Подвоювач стрiчок льону за незначної маси (450 кг) забезпечує майже двократне пiдвищення продуктивностi прес-пiдбирачiв [7].

За даними В.П. Водяницького [11], пiд час збирання льону-довгунцю за роздiльною, комбайнковою i комбiнованою технологiями енергомiсткiсть збирання становить вiдповiдно 24216, 46270 та 35243 МДж/га.

**Мета нашого дослідження** полягала в полiпшеннi енергетичної ефективностi використання технiчних засобiв на готуваннi i збираннi рошенцевої льонотрести.

*Завдання дослідження:*

1) дослiдити енергомiсткiсть льонозбирального комбайнового агрегату (ЛЗКА) на розстиланнi стрiчки льоносолами для її росяного мочиння;

2) охарактеризувати енергомiсткiсть МТА у складi з ворущилкою та обертачем i подвоювачем розстелених стрiчок при готуваннi рошенцевої льонотрести;

3) визначити енергомiсткiсть МТА у складi прес-пiдбирача на пiдбираннi стрiчки трести i формуваннi її рулонiв;

4) з'ясувати енергомiсткiсть навантажувача рулонiв залежно вiд його продуктивностi;

5) проаналiзувати енергомiсткiсть ТЗ у складi з тракторами з вiдповiдними причепами залежно вiд вантажопiдйомностi останнiх.

*Об'єктом дослідження* був технологiчний процес готування i збирання рошенцевої льонотрести з вантажно-транспортним його забезпеченням та визначенням енергомiсткостi використовуваних технiчних засобiв. Визначали енергомiсткiсть ЛЗКА у складi з трактором МТЗ-80 та льонозбиральним комбайном ЛК-4Т i причепом 2ПТС-4М, МТА у складi трактора МТЗ-80 та ворущилки ВЛ-3 i обертача ОЛПБ-1, МТА у складi трактора МТЗ-80 i подвоювача стрiчок СД-2, трактора МТЗ-80 i прес-пiдбирача ППР-110, навантажувача ПФ-0,5 з пристроєм ППЛ-0,5. Дослiджували енергомiсткостi ТЗ у складi тракторiв Т-40М, МТЗ-80, Т-150К i К-701 та причепiв з номiнальною вантажопiдйомностiю 2, 4, 6, 9, 10, 12 i 13 т. Енергомiсткостi МТА визначали за методикою, що висвітлена в працi [12] та з використанням iнформацiї, яка наведена в джерелах [13, 14, 15]. Маса льонозбирального комбайна i його продуктивнiсть вибирали з вiдповiдних каталогiв та джерела [6]. Враховували, що в перспективi унiверсальний льонозбиральний комбайн матиме ширину захвату 2,8–3,0 м та продуктивнiсть за годину основного часу 2,5–3,2 га [7]. Маса ворущилки стрiчок льону ВЛ-3 становить 530 кг, а продуктивнiсть – 3 га/год [16]. Продуктивнiсть ворущилок має бути не менша 2 га/год, а продуктивнiсть обертача ОЛПБ-1 за годину основного i експлуатацiйного часу становить вiдповiдно 1,03 i 0,67 га, а його маса дорiвнює 854 кг [6]. Подвоювач стрiчок льону за маси 450 кг мав забезпечувати продуктивнiсть 2,4–3,0 га/год основного часу [7].

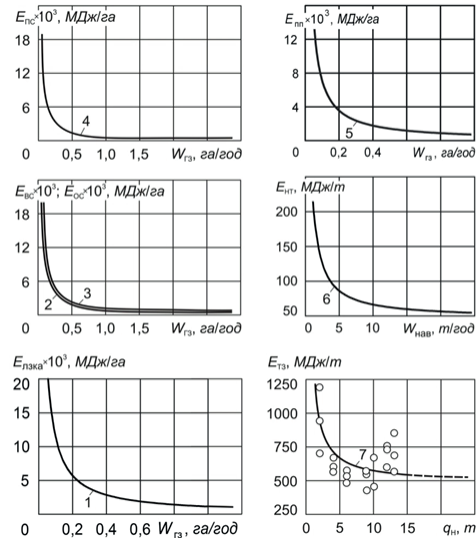
У розрахунках енергомiсткостi ТЗ певного складу продуктивнiсть тракторно-транспортного агрегату (т/год) визначали за вiдповiдними нормами продуктивностi в 7-годинну змiну [17] з урахуванням ван-

тажопiдйомностi буксированого причепа за його механiзованого навантажування i розвантажування, вiдстанi перевезення вантажу 14,1–16,0 км та коефiцiєнта статичного використання вантажопiдйомностi причепа 0,75.

Енергомiсткостi ЛЗКА, агрегатiв для ворущiння, обертання, подвоювання стрiчок та їх пiдбирання дослiджували залежно вiд продуктивностi вiдповiдних агрегатiв за годину змiнного часу, а навантажувача рулонiв i ТЗ їх перевезення – вiдповiдно вiд технiчної продуктивностi навантажувача i вантажопiдйомностi причепiв.

**Результати дослiдження та їх обговорення.** Данi, отриманi в дослiдженнi енергомiсткостi технiчних засобiв готування i збирання рошенцевої льонотрести в графiчному поданнi, наведенi на рисунку. За кривими 1, 2, 3 i 4 простежується, що найбільш iнтенсивно зменшується енергомiсткiсть ЛЗКА, агрегатiв у складi з ворущилкою i обертачем стрiчок та їх подвоювачем iз пiдвищенням продуктивностi вказаних агрегатiв за годину змiнного часу до 0,6 га. Так, за продуктивностi 0,1 га/год енергомiсткостi ЛЗКА, агрегатiв у складi з ворущилкою, обертачем i подвоювачем стрiчок становили вiдповiдно 11435,8; 10290,4; 10522,8 i 9472,4 МДж/га. Якщо ж продуктивнiсть перелiчених агрегатiв сягає 0,6 га/год, то їхня енергомiсткiсть зменшується за вказаної вище послiдовностi вiдповiдно до 1906; 1715,07; 1753,8 i 1578,73 МДж/га, тобто у 6 разiв, незалежно вiд технiчного засобу. Пiдвищення продуктивностi дослiджуваних агрегатiв вiд 0,6 до 1,0 га/год викликає зниження енергомiсткостi цих засобiв механiзацiї на 6,7 %. Пiдвищення продуктивностi анаlizованих агрегатiв вiд 1,0 до 2,5 га/год супроводжується зниженням їх енергомiсткостей на 6,0 %.

З аналізу кривої 5 (рисунок) змiни енергомiсткостi агрегату у складi прес-пiдбирача трести залежно вiд його продуктивностi за годину змiнного часу впливають певнi чинники. За продуктивностi 0,1 га/год енергомiсткiсть агрегату становила 7113,4 МДж/га, а за продуктивностi 0,6 га/год – 1185,57, тобто зменшувалася у 6 разiв. За продуктивностi агрегату в складi прес-пiдбирача 0,8 га/год порiвняно з продуктивнiстю 0,6 га/год



*Змiна енергомiсткостi льонозбирального комбайнового агрегату  $E_{лзка}$  (1), агрегатiв у складi ворущилки  $E_{вс}$  (2), обертача  $E_{об}$  (3), подвоювача  $E_{пс}$  (4) стрiчок i прес-пiдбирача  $E_{м}$  (5), що їх пiднiмає i формує рулони льоносировини, залежно вiд продуктивностi агрегатiв за годину змiнного часу  $W_{з}$  та вплив продуктивностi навантажувача трести  $W_{нав}$  на енергомiсткiсть його використання  $E_{м}$  (6) i змiна енергомiсткостi транспортних засобiв  $E_{мз}$  (7), що використовують на перевезеннi рулонiв, залежно вiд вантажопiдйомностi  $q_n$  причепiв у їх складi*

енергомiсткiсть агрегату зменшувалася на 4,2 %. З пiдвищенням продуктивностi до 1,0 га/год енергомiсткiсть агрегату використання, порiвняно з енергомiсткiстю за продуктивностi 0,8 га/год, зменшувалася на 2,5 %.

За продуктивностi навантажувача трести 1 т/год (крива 6 на рисунку) енергомiсткiсть навантажування льоносировини становила 244,25 МДж/т, а за продуктивностi 10 т/га – 66,43 МДж/т, тобто зменшилася в 3,7 раза. Iз збiльшенням продуктивностi навантажувача до 15 т/год енергомiсткiсть навантажування становила 59,85 МДж/т, тобто зменшувалася порiвняно з енергомiсткiстю за продуктивностi навантажувача 10 т/га всього на 2,7 %. За продуктивностi навантажувача 20 т/год енергомiсткiсть навантажування трести становила

56,55 МДж/т і зменшувалася порівняно з енергомісткістю за продуктивності навантажувача 15 т/га тільки на 1,3 %. За темпом зниження енергомісткості навантажування трести продуктивність її навантажувача має бути не менша 10 т/год.

Кореляційне поле парних значень “енергомісткість транспортних засобів”  $E_{T3}$  і “номінальна вантажопідйомність причепів”  $q_n$  наведено на рисунку (позиція 7). Кореляційний аналіз наведених значень показав, що між досліджуваними ознаками існує від’ємний кореляційний зв’язок з коефіцієнтом кореляції мінус 0,327. Для з’ясування характеру досліджуваного зв’язку здійснено вирівнювання значень  $E_{T3}$  залежно від  $q_n$  рівняннями прямої з від’ємним кутовим коефіцієнтом, спадаючих степеневою, логарифмічною, експоненціальною і гіперболічною функціями. За  $R^2$ -коефіцієнтом найкраще наближення “експериментальних” даних до вирівняних забезпечила їх апроксимація рівнянням гіперболи ( $R^2 = 0,433$ ) вигляду

$$E_{T3} = 490,13 + 877,52 / q_n,$$

де  $E_{T3}$  – енергомісткість транспортного засобу, МДж/т;

$q_n$  – номінальна вантажопідйомність причепа, т.

З використанням наведеного рівняння на рисунку побудована крива 7 зміни енергомісткості ТЗ на перевезенні рулонів трести залежно від номінальної вантажопідйомності тракторних причепів. За наведеною кривою з підвищенням вантажопідйомності причепів від 2-х до 4 т енергомісткість ТЗ зменшується від 928,89 до 709,51 МДж/т, тобто в 1,31 раза, а з підвищенням вантажопідйомності причепів до 10 т порівняно з їх вантажопідйомністю 4 т енергомісткість ТЗ зменшується від 709,51 до 577,88. З подальшим підвищенням вантажопідйомності причепів енергомісткість ТЗ зменшується менш сповільнено, сягаючи за рівнянням свого асимптотичного значення 490,13 МДж/т, яке наближене до енергомісткості причепів, що мають номінальну вантажопідйомність 6 т (483,8 МДж/т), 9 т (428,0 МДж/т) і 10 т (460,9 МДж/т). Отже, за характером зміни  $E_{T3}$  залежно від  $q_n$  доходимо висновку, що використання великотоннажних причепів, що перевищують  $q_n = 10$  т, на перевезенні рулонів трести має бути обмеженим.

### Висновки

З підвищенням продуктивності льонозбирального комбайнового агрегату, агрегатів у складі ворушилки, обертача, подвоювача стрічок трести і прес-підбирача, що здійснює їх підбирання і формування рулонів, від 0,1 до 0,6 га/год енергомісткість використання агрегатів знижується на 83,3 % до 0,8 га/год – на 87,5 %, а з підвищенням продуктивності від 0,1 до 1,0 га/год і подальшим підвищенням до 2,5 га/год знижується відповідно на 90 і 96 %.

За інтенсивністю сповільнення зниження енергомісткостей досліджуваних агре-

гатів їхня продуктивність у реальних умовах готування і збирання трести має бути не нижча 0,6 га/год змінного часу, продуктивність навантажувача рулонів трести – 10 т/год, а вантажопідйомність причепів, використовуваних на перевезенні рулонів, може бути обмежена вантажопідйомністю 10 тонн.

Перспективи подальших розвідок, на нашу думку, мають бути спрямовані на пошук і з’ясування резервів підвищення продуктивності машинно-тракторних агрегатів на збиранні льону-довгуңу.

### Бібліографія

1. Ковалев М.М. Разработка и внедрение инновационных технологий и технических средств нового поколения для производства и глубокой переработки лубяных культур / М.М. Ковалев, В.А. Грищенко // Машин-

но-технологическая модернизация льняного агропромышленного комплекса на инновационной основе: науч. труды Всероссийского НИИ механизации льноводства (ВНИИМЛ). – Тверь: Твер. гос. ун-т, 2014. – С. 6–10.



2. *Смирнов Н.А.* Пути повышения уровня механизации на уборке льнотресты / *Н.А. Смирнов, С.В. Смирнов* // Машинно-технологическая модернизация льняного агропромышленного комплекса на инновационной основе: науч. труды Всероссийского НИИ механизации льноводства (ВНИИМЛ). – Тверь: Твер. гос. ун-т, 2014. – С. 80–83.
3. *Перов Г.А.* Обоснование рабочих органов вспушвателя лент льнотресты / *Г.А. Перов, В.В. Зубанов, И.В. Сизов* // Машинно-технологическая модернизация льняного агропромышленного комплекса на инновационной основе: науч. труды Всероссийского НИИ механизации льноводства (ВНИИМЛ). – Тверь: Твер. гос. ун-т, 2014. – С. 132–137.
4. *Черников В.Г.* Состояние и основные направления приготовления и реализация льнотресты / *В.Г. Черников, Г.А. Перов* // Машинно-технологическая модернизация льняного агропромышленного комплекса на инновационной основе: науч. труды Всероссийского НИИ механизации льноводства (ВНИИМЛ). – Тверь: Твер. гос. ун-т, 2014. – С. 126–128.
5. *Сизов И.В.* Снижение энергозатрат при уборке льняной тресты / *И.В. Сизов* // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2001. – № 8. – С. 9.
6. *Машины для збирання зернових та технічних культур: посібник* / Колектив авторів; за ред. *В.І. Кравчука і Ю.Ф. Мельника*. – Дослідницьке: УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого, 2009. – 296 с.
7. *Ковалев Н.Г.* Наука и технический прогресс в льноводстве России / *Н.Г. Черников, А.А. Смирнов* // Механізація та електрифікація сільського господарства: міжвідомчий темат. наук. зб. – Глеваха: ННЦ “ІМЕСГ” УААН, 2001. – Вип. 85. – С. 56–62.
8. *Залужний В.* Перспективні напрями технологій та розробки машин для приготування і піднімання лляної трести / *В. Залужний, О. Сидорчук, Ю. Проценко* // Техніка АПК. – 2004. – № 10–11. – С. 16–18.
9. *Лачуга Ю.Ф.* Экономическая эффективность раздельной уборки льна / *Ю.Ф. Лачуга, А.Н. Зинцов* // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2008. – № 12. – С. 8–10.
10. *Зинцов А.Н.* Энергоемкость интегральной технологии комбинированной уборки льна-долгунца / *А.Н. Зинцов* // Машинно-технологическая модернизация льняного агропромышленного комплекса на инновационной основе: науч. труды Всероссийского НИИ механизации льноводства (ВНИИМЛ). – Тверь: Твер. гос. ун-т, 2014. – С. 74–76.
11. *Водяницький Г.П.* Льонарству – ресурсозберігаючу технологію / *Г.П. Водяницький, С.Й. Корсак* // Вісник держ. агроеколог. ун-ту. – Житомир, 2004. – № 2. – С. 167–172.
12. *Машиновикористання в землеробстві: підручник [для викладачів і студ. інж.-техн. спец. вищ. навч. с.-г. закл.]* / *Ільченко В.Ю., Нагірний Ю.П., Джолос П.А.* та ін.; за ред. *В.Ю. Ільченка, Ю.П. Нагірного*. – К.: Урожай, 1996. – 384 с.
13. *Медведовський О.К.* Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві / *О.К. Медведовський, П.І. Іваненко*. – К.: Урожай, 1988. – 208 с.
14. *Наукове обґрунтування повної енергоємності робіт при вирощуванні сільськогосподарських культур* / *Вітвіцький В.В., Полешук А.О., Кисляченко М.Ф., Поліщук В.М.*. – К.: НДІ “Укראгропромпродуктивність”, 2006. – 50 с.
15. *Автоматизоване моделювання енергоємності технологічних операцій при вирощуванні сільськогосподарських культур* / *В.В. Вітвіцький, В.О. Борисенко, А.О. Полешук* та ін. – К.: НДІ “Укראгропромпродуктивність”, 2007. – 39 с.
16. *Сельхозтехника: справочник-каталог предложений мирового рынка: в 2-х частях, ч. 2* / [сост. *Э. Финн, С. Бородин, П. Хоммер, Л. Погорельный*]. – К.: Изд-во “Юнивест Маркетинг”, 1999. – С. 164.
17. *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 “Укראгропромпродуктивність”, 2007. – 672 с.

Рецензент – доктор технічних наук, професор *С.С. Тищенко*