

УДК 633.521:631.373:629.3.013

© А.С. Лімонт, к.т.н.

Житомирський агротехнічний коледж

З.А. Лімонт

Технічний ліцей при Дніпропетровському національному
університеті залізничного транспорту

DOI: <https://doi.org/10.36910/agromash.vi43.205>

ПИТОМА ВАНТАЖОПІДЙОМНІСТЬ І МАСА ТРАКТОРНИХ ПРИЧЕПІВ ЯК ЗАСОБІВ ТРАНСПОРТУВАННЯ ЛЬОНОТРЕСТИ

Досліджені розподіли номінальної і питомої вантажопідйомності тракторних причепів. Вивчена і проаналізована маса цих транспортних засобів. Висвітлено статистичний зв'язок питомої вантажопідйомності і маси тракторних причепів.

ЛЬОНОТРЕСТА, ТРАНСПОРТУВАННЯ, ТРАКТОРНІ ПРИЧЕПИ, ВАНТАЖОПІДЙОМНІСТЬ, МАСА, КОРЕЛЯЦІЯ, РЕГРЕСІЯ

Постановка проблеми. За рулонної технології збирання льонотрести [1] на перевезенні рулонів з поля до місць зберігання льоносировини чи пунктів її первинної переробки крім інших транспортних засобів використовують і тракторно-транспортні агрегати (ТТА) у складі тракторів різного класу та тракторних причепів відповідної вантажопідйомності чи тракторні поїзди. Проте в проблемі транспортного забезпечення збирання рошенцевої льонотрести поки що залишилася ще нез'ясованою низка питань. Про деякі з них і йтиметься в цьому повідомленні.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Одним із найважливіших параметрів тракторних причепів, що визначає їх споживчі властивості, є вантажопідйомність. З'ясуванню вантажопідйомності транспортних засобів на перевезенні сільськогосподарських вантажів присвячені праці акад. М.Е. Мацепуро [2] та проф. Ф.С. Завалішина [3], Н.К. Діденка [4] і А.Д. Семковича [5]. Орієнтуючись на існуючі конструкції тракторних причепів в праці [6] відшукані кореляційно-регресійні моделі парних взаємозв'язків між їхньою масою $m_{пр}$, довжиною l_n і шириною b_n платформи та її висотою h_n по основних бортах з одного боку і номінальною вантажопідйомністю q_n причепів з другого, а також зворотні зв'язки між вказаними параметрами. Доведено, що зміна $m_{пр}$ і l_n залежно від q_n та q_n від $m_{пр}$ і l_n

описується рівняннями прямих з додатними кутовими коефіцієнтами, зміна h_n від q_n – рівнянням зростаючої степеневі функції, q_n від b_n – рівнянням зростаючої експоненціальної функції, а b_n від q_n і q_n від h_n – рівняннями сповільнено зростаючих гіпербол. В праці [7] показано, що зміна l_n залежно від m_{np} і навпаки m_{np} від l_n описується рівняннями прямих з додатними кутовими коефіцієнтами, b_n від m_{np} і m_{np} від b_n – рівняннями відповідно сповільнено зростаючої гіперболи і зростаючої експоненти, а зміна h_n від m_{np} і m_{np} від h_n описуються відповідно рівняннями сповільнено і прискорено зростаючих степеневих функцій. Одержані модельні рівняння регресії можуть бути використані при розрахунках з комплектування ТТА та проектуванні організації вантажоперевезень взагалі і зокрема транспортування льонотрести.

Дослідження енергомосткості ТТА на перевезенні льонотрести залежно від вантажопідйомності причепів показало [8], що найбільш інтенсивно зменшується енергомосткість ТТА з підвищенням вантажопідйомності від 2 до 4 т, а з подальшим підвищенням вантажопідйомності до 10 т і більше енергомосткість ТТА зменшується менш сповільнено. Використання на перевезенні трести великотоннажних причепів, що перевищують $q_n = 10$ т, має бути обмеженим.

Крім з'ясованих кількісних залежностей між наведеними масовими і розмірними параметрами тракторних причепів варто мати відомості щодо оцінювання їх вантажопідйомності з урахуванням маси транспортних засобів. Для цього визначено питому вантажопідйомність як відношення її номінального значення до маси прицепа.

Мета дослідження полягала у з'ясуванні питомої вантажопідйомності тракторних причепів як передумови щодо їх проектування і розрахунку основних параметрів. Завдання дослідження: 1) сформувати статистичні вибірки вантажопідйомності і маси тракторних причепів виробництва підприємствами в межах колишнього СРСР і підприємствами поза межами колишнього СРСР та розрахувати їх питому вантажопідйомність; 2) проаналізувати питому вантажопідйомність тракторних причепів; 3) оцінити зв'язок питомої вантажопідйомності і маси тракторних причепів та виявити кількісну зміну питомої вантажопідйомності тракторних причепів залежно від їх маси.

Об'єкт дослідження – технологічний процес транспортування льонотрести з оцінюванням масових параметрів тракторних причепів. В якості масових параметрів причепів

прийнятті їх номінальна і питома вантажопідйомність та маса досліджуваних транспортних засобів. Методика пошуку вихідних даних щодо визначення масових параметрів тракторних причепів та методика опрацювання зібраних статистичних даних наведені в попередніх публікаціях одного з авторів цього повідомлення.

Результати дослідження. Досліджувані причепа були розділені на дві групи (статистичні вибірки), в першу з яких входили причепа виробництва підприємствами колишнього СРСР, а в другу – підприємствами поза його межами. Перша вибірка включала 15 марок причепів, а друга – 21. Розподіли номінальної вантажопідйомності причепів першої і другої груп характеризувалися розмахом варіювання відповідно 2–13 і 5–24 т, а їхні середні арифметичні значення і середні квадратичні відхилення дорівнювали в тій же послідовності 6,0 і 3,3 та 13,2 і 6,0 т. Розмах варіювання маси причепів першої і другої груп становив відповідно 0,7 – 6,34 і 1,2 – 7,1 т за середніх арифметичних значень і середніх квадратичних відхилень 2,8 і 3,6 та 2,1 і 1,6 т.

Питома вантажопідйомність причепів першої групи коливалася в межах 1,85 – 2,83, а другої від 3,38 до 5,50. Середнє арифметичне значення та середнє квадратичне відхилення розподілу питомої вантажопідйомності причепів першої групи дорівнювали відповідно 2,27 та 0,30, а причепів другої – 4,29 та 0,58. Порівняння середніх арифметичних значень питомої вантажопідйомності двох груп вибірок причепів здійснили з використанням t -критерію Стьюдента [9]. Виявилось, що розрахований t -критерій з урахуванням помилок середніх арифметичних значень питомої вантажопідйомності відповідних вибірок дорівнював $t_p = 13,48$. Табличний t -критерій за числа степенів вільності $\nu = 30$ на рівні значущості $\alpha = 0,05$ становив $t_T = 2,08$. Оскільки $t_p = 13,48 > t_T = 2,08$ при $\nu = 30$ і $\alpha = 0,05$, то середні арифметичні значення питомої вантажопідйомності 2,27 і 4,29 значущо відмінні на рівні ймовірності 0,95.

Проаналізуємо досліджувані сукупності за їх мінливістю з використанням визначених середніх квадратичних відхилень відповідних розподілів за F -критерієм Фішера [9], що являє відношення більшої дисперсії до меншої. За розрахунками спостережуваний (розрахунковий) F -критерій становив $F_p = 3,7$, а табличне значення F -критерію при числі степенів вільності чисельника $\nu_1 = 20$ і знаменника $\nu_2 = 14$ на рівні ймовірності $P = 0,95$ дорівнює $F_T = 2,4$ [9]. Оскільки $F_p = 3,7 > F_T = 2,4$ при $\nu_1 = 20$ і $\nu_2 = 14$ на $P = 0,95$, то дисперсії досліджуваних сукупностей питомої вантажопідйомності причепів відрізняються значущо і

відмінні з ймовірністю, що перевищує $P = 0,95$. Отже, порівнювані дві сукупності питомої вантажопідйомності тракторних причепів виробництва підприємствами колишнього СРСР і що знаходяться за його межами відрізняються одна від іншої не тільки середніми арифметичними значеннями, але і середніми квадратичними відхиленнями.

Між питомою вантажопідйомністю тракторних причепів першої та другої груп і їхньою масою виявлений від'ємний кореляційний зв'язок з коефіцієнтами кореляції r відповідно мінус 0,701 і мінус 0,434 за кореляційних відношень η результативної ознаки по факторіальній в попередній послідовності 0,725 і 0,434. За розрахованими показниками кореляційного зв'язку із збільшенням маси тракторних причепів їхня питома вантажопідйомність зменшується. Для з'ясування характеру цього зменшення здійснили перевірку прямолінійності за t -критерієм Стьюдента [10]. Перевірка показала, що при визначених коефіцієнтах кореляції і розмірах статистичних вибірок спостережувані (розрахункові) значення t -критеріїв стосовно причепів першої і другої груп становили відповідно 3,54 і 2,10 тоді як табличні t -критерії для вказаних груп причепів за таблицями квантилів t -розподілу [10] становили в тій же послідовності 2,16 і 2,09. Оскільки для досліджуваних розподілів витримується умова $t_p > t_\alpha$, то лінійні моделі регресії питомої вантажопідйомності обох груп причепів на їхню масу узгоджуються з експериментальними даними. З використанням стандартних комп'ютерних програм здійснено вирівнювання експериментальних значень питомої вантажопідйомності причепів залежно від їх маси рівняннями прямих з від'ємними кутовими коефіцієнтами, рівняннями спадних степеневих, логарифмічних і експоненціальних функцій та гіперболічних залежностей. За R^2 -коефіцієнтами найкраще наближення експериментальних значень питомої вантажопідйомності до вирівняних забезпечила їх апроксимація рівняннями прямих з від'ємними кутовими коефіцієнтами. На рисунку наведені кореляційні поля «питома вантажопідйомність λ_q тракторних причепів – маса $m_{пр}$ тракторних причепів» виробництва різними підприємствами та модельні лінії прямолінійної регресії λ_q на $m_{пр}$.

Модельні лінії прямолінійної регресії, що наведені на рисунку, побудовані за такими рівняннями, які кількісно списують зміну λ_q від $m_{пр}$ для причепів виробництва підприємствами:

– колишнього СРСР:

$$\lambda_q = 2,63 - 0,133 m_{np} \quad (1)$$

при $r = -0,701$; $\eta = 0,725$; $R^2 = 0,492$; $\lambda_{пв} = 0,10$; $S_y = 0,22$ і $k_d = 0,492$;

– за межами колишнього СРСР:

$$\lambda_q = 4,78 - 0,153 m_{np} \quad (2)$$

при $r = -0,434$; $\eta = 0,434$; $R^2 = 0,188$; $\lambda_{пв} = 0,12$; $S_y = 0,53$ і $k_d = 0,188$,

де $\lambda_{пв}$ – показник оцінювання вирівнювання експериментальних значень результативної ознаки, що являє відношення основної помилки вирівнювання до середнього значення результативної ознаки;

S_y – помилка рівнянь (1) і (2) прямої лінійної залежності, яку визначали за значеннями коефіцієнтів кореляції між λ_q і m_{np} та середніми квадратичними відхиленнями відповідних розподілів λ_q ; k_d – коефіцієнт детермінації, що визначає силу впливу маси причепів m_{np} на їхню питому вантажопідйомність λ_q .

Показник оцінювання вирівнювання $\lambda_{пв}$ експериментальних значень λ_q першого розподілу причепів залежно від m_{np} рівнянням прямої за розрахунками не перевищував 0,10, що характеризує задовільне вирівнювання. Дещо більшим було значення показника $\lambda_{пв}$, який дорівнював 0,12 і характеризував вирівнювання експериментальних значень λ_q стосовно другого розподілу причепів.

Середні арифметичні значення питомої вантажопідйомності причепів першої і другої груп перевищують помилки відповідних рівнянь регресії відповідно у 10,3 і 8,1 раза. За значеннями коефіцієнтів детермінації маса причепів першої і другої груп відповідно майже на 50 і близько на 20% причинно зумовлює варіацію вантажопідйомності досліджуваних транспортних засобів.

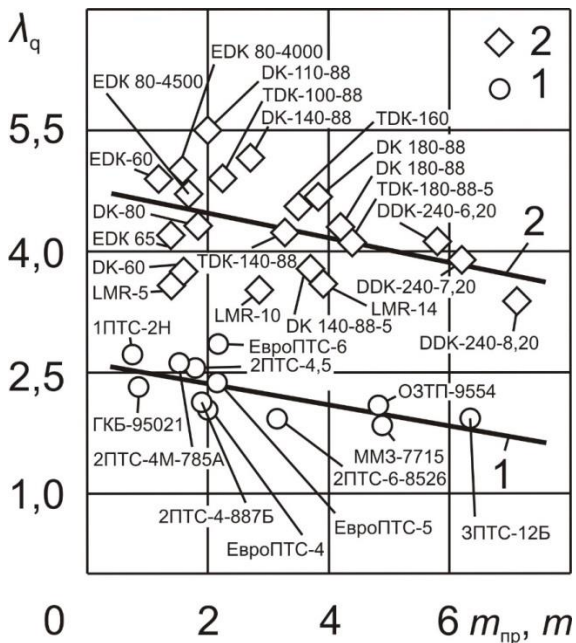


Рис. – Зміна питомої вантажопідйомності λ_q тракторних причепів залежно від їх маси $m_{пр}$: 1 – причепи виробництва підприємства колишнього СРСР; 2 – причепи виробництва підприємства поза межами колишнього СРСР.

Висновки. За вільними членами опрацьованих рівнянь регресії опосередковано можна вважати, що усереднено причепи зарубіжного виробництва у порівнянні з «вітчизняними» мають в 1,82 раза більшу питому вантажопідйомність. За значеннями кутових коефіцієнтів рівнянь і за їх графічним поданням можна зробити і такий висновок, що інтенсивність зменшення питомої вантажопідйомності залежно від маси причепів майже однакова для транспортних засобів, що їх виготовляють різні виробники. Це слід враховувати при проектуванні та виробництві тракторних причепів з метою зменшення їхньої матеріало- і металомісткості, що сприятиме екологоспрямованому їх використанню на перевезенні вантажів і в тому числі льонотрести.

Література

1. Дідух В.Ф. Збирання та первинна переробка льону-

довгунця: монографія / Дідух В.Ф., Дударев І.М., Кірчук Р.В. – Луцьк: РВВ Луцького НТУ, 2008. – 215 с.

2. Мацепуро М.Е. К вопросу разработки подвижного состава сельскохозяйственного транспорта / М.Е. Мацепуро // Вопросы земледельческой механики. – Минск: Гос. изд-во БССР (Редакция с.-х. литературы), 1959. – Т.1. – С. 230 – 283.

3. Завалишин Ф.С. Основы расчета механизированных процессов в растениеводстве / Завалишин Ф.С. – М.: Колос, 1973. – 319 с.

4. Диденко Н.К. Обоснование грузоподъемности транспортных средств / Н.К. Диденко // Математические методы прогнозирования сельскохозяйственного производства: прогнозирование развития материально-технической базы. – К.: УкрНИИНТИ, 1970. – Вып. 3. – С. 31 – 33.

5. Семкович А.Д. Об определении оптимальной грузоподъемности транспортных средств для снабжения удобрителей жидкими удобрениями / А.Д. Семкович // Оптимальное проектирование сельскохозяйственных производственных процессов: науч. труды; под ред. В.А. Желиговского. – М.: Колос, 1971. – С. 162 – 178.

6. Лімонт А.С. Вантажопідйомність і розміри кузовів тракторних причепів / А.С. Лімонт // Вісн. Харків. нац. техн. ун-ту с. г. ім. Петра Василенка: механізація с.-г. виробництва. – Х., 2012. – Вип. 124, Т.1. – С. 110 – 120.

7. Лимонт А.С. Прогнозирование массово-размерных параметров тракторных процесов // А.С. Лимонт // Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве: сб. науч. ст. Междунар. науч.-практ. конф. (Минск, 21–23 ноября 2018 г.) / Мин-во сельского хозяйства и продовольствия республики Беларусь, Белорусский гос. аграр. техн. ун-т / ред. кол.: В.П. Чеботарев [и др.]. – Минск: БГАТУ, 2018. – С. 396 – 399.

8. Лімонт А.С. Енергомісткість технічних засобів готування і збирання рошенцевої льонотрести / А.С. Лімонт // Вісн. Дніпропетр. держ. аграр.-економ. ун-ту. – Дніпропетровськ, 2016. – № 2 (40). – С. 44 – 46.

9. Дмитриев Е.А. Математическая статистика в почвоведении: учеб. пособ. / Дмитриев Е.А. – М.: Изд-во Москов. ун-та, 1972. – 292 с.

10. Герасимович А.И. Математическая статистика: [учеб. пособ. для инж.-техн. и эконом. спец. вузов] / Герасимович А.И. – Минск: Вышэйш. шк., 1983. – 279 с.