

Северин О.О.,  
Шуліка О.О.  
Харківський національний  
автомобільно-дорожній  
університет,  
м. Харків, Україна  
E-mail: s\_olga\_h@ukr.net

ВИЗНАЧЕННЯ ЗАЛЕЖНОСТІ  
ВАНТАЖНОСТІ КОЗЛОВОГО КРАНУ  
ВІД ОСНОВНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ  
НА АВТОТРАНСПОРТІ

УДК 656.073.2

*Наведені результати аналізу методик вибору раціонального засобу механізації циклічної дії в залежності від основних техніко-експлуатаційних показників виконання робіт з вантажем на автотранспорті. В дослідженні виявлено, що найбільший вплив на вантажність козлового крану здійснюють два показники – обсяг робіт і часу циклу, для яких і були визначені закони розподілу випадкових величин.*

**Ключові слова:** кран, вантажність, автомобільний транспорт, вантажні роботи.

**Вступ.** Навантажувально-розвантажувальні роботи (НРР) з тарно-штучними вантажами (ТШВ) на автотранспорті, де застосовують переважно засоби механізації циклічної дії, в багатьох випадках є недостатньо продуктивними та ефективними внаслідок нераціональності їх використання для заданих умов експлуатації. Внаслідок чого витрати на виконання НРР можуть складати майже третину загальних витрат на доставку вантажу автотранспортом [1]. Отже питання вибору раціональних засобів механізації є актуальним як для автотранспортних підприємств, так і для власників вантажу, зацікавлених у зниженні собівартості вантажних робіт.

Ефективність виконання вантажних робіт залежить від організаційних заходів, пов'язаних з вибором та застосуванням засобів механізації. Тому питання вибору ефективного засобу механізації НРР надається особлива увага. При чому, ефективність роботи залежить від технічних характеристик навантажувально-розвантажувальних машин (НРМ), таких як вантажність, висота підйому, виліт стріли, вантажний момент, проліт, швидкість підйому і опускання вантажу, колія, база та ін. Серед названих параметрів, яким надається найбільша увага при визначенні раціонального варіанту НРМ, є його вантажність, що визначається як максимальна маса вантажу, яку може підняти НРМ без порушення міцності його конструкції та втрати стійкості. Деякі фахівці у значення вантажності включають масу знімних вантажозахватних та інших пристроїв, які використовуються для переміщення ТШВ.

У джерелах науково-технічної інформації питанню вибору раціональних засобів механізації виконання НРР приділено достатньо уваги. Причому, вибір ґрунтується на різних показниках оцінки. Так, наприклад, Батіщев І. І. при виборі варіанту механізації НРР пропонує враховувати експлуатаційні витрати й капітальні вкладення, зведені в порівнянний вид з експлуатаційними витратами через нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень [2]. Іншим науковцем, Дегтеревим Г. М., запропоновано визначати раціональний варіант механізації НРР через термін окупності капітальних вкладень, що визначається розподілом суми капітальних вкладень, необхідних для введення у експлуатацію об'єкту нової техніки, на річну економію від зниження експлуатаційних витрат виявлена [3]. Однак, дана методика розглядає варіант перевезення сипких (навальних) вантажів. Пашков А.К. для визначення раціонального варіанту НРМ запропонував загальний методичний підхід, що ґрунтується на визначенні чистого дисконтного доходу або інтегрального ефекту, визначеному як сума поточних ефектів за весь розрахунковий період, зведених до початкового року [4]. Однак наведені вище методики авторів в основному зосереджені на вплив на вибір раціонального НРМ параметрів роботи автомобільного транспорту, а тому не повною мірою дозволяють врахувати технічні та технологічні характеристики роботи НРМ при виборі раціонального засобу механізації.

Питанню визначення раціональної вантажопідйомності засобів механізації НРР у джерелах науково-технічної інформації надається мало уваги. Як правило, рекомендується орієнтуватися на масу вантажу та відповідні умови експлуатації (стосується більшості стріловидних кранів, де фактична вантажність визначається в межах довжини стріли та вильоту гака) [1,5-7]. Вибір монтажного крана для спорудження будівель та споруд розглядається у роботі [8] за такими технічними параметрами, як маси елементів, що монтують; монтажне оснащення і вантажозахватні пристрої; габарити і проєктні положення елементів у повнозбірній будівлі.

Проте, запропоновані в зазначених роботах методики не дають достатньої інформації стосовно залежності вантажності НРМ від основних техніко-експлуатаційних показників (ТЕП) НРМ при роботі в заданих умовах експлуатації.

**Постановка проблеми.** Метою виконання даного дослідження є визначення впливу основних ТЕП роботи козлових кранів в заданих умовах експлуатації на їх вантажність. Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити наступні задачі: встановити перелік ТЕП, що здійснюють вплив на вантажність козлового крана, провести натурні спостереження за роботою крана, визначити закони розподілення випадкових величин вагомих показників та визначити залежність вантажності від основних ТЕП.

На підставі попередніх досліджень [9] до основних ТЕП, що здійснюють вплив на вантажність козлового крана, відносяться наступні показники:

$$q=f(W; T_u, k_{см}, k_{рч}), \quad (1)$$

де  $W$  – необхідний обсяг вантажних робіт за період часу, т;  $T_u$  – час циклу роботи козлового крана при навантаженні (розвантаженні), с.;  $k_{см}$  – коефіцієнт використання вантажопідйомності крана;  $k_{рч}$  – коефіцієнт використання робочого часу.

В дослідженні прийнято припущення, що продуктивність механізму вища або дорівнює обсягу вантажних робіт за ідентичний період часу.

Також встановлено, що більш вагомими є час робочого циклу та обсяг робіт, а менш впливовими – коефіцієнт використання вантажності НРМ і коефіцієнт використання робочого часу [9].

**Результати дослідження.** Експериментальні дослідження щодо визначення впливу основних ТЕП на вантажність козлового крана проводилися з використанням регресійного аналізу, який складається з визначення загального виду рівняння регресії; побудові статистичних оцінок невідомих параметрів, що входять у рівняння регресії, і перевірці гіпотез про вид регресії та визначенні найбільш адекватної.

При цьому найскладнішою проблемою є вибір виду аналітичного виразу функції залежності. Зважаючи на те, що будь-яку функцію багатьох змінних шляхом логарифмування або заміни змінних можна звести до лінійного вигляду, рівняння множинної регресії виразимо у лінійній формі [10]:

$$q = a_0 + a_1 \cdot W + a_2 \cdot T_u, \quad (2)$$

де  $a_0, a_1, a_2$  – коефіцієнти регресійної моделі.

Для оцінки адекватності регресійної моделі був використаний критерій Фішера. Отриману модель можна вважати адекватною, так як розрахункове значення критерію Фішера більше табличного.

На наступному етапі були виконані натурні спостереження за роботою крана козлового двохконсольного. Проведений розрахунок необхідної кількості спостережень виявив, що для вантажності достатньо 15 спостережень, для часу робочого циклу – 19 од., а для обсягу робіт – 64 од.

При обробці бази отриманих даних встановлено, що для часу робочого циклу та обсягу робіт не відхиляється нормальний закон розподілу (рис. 1, 2).

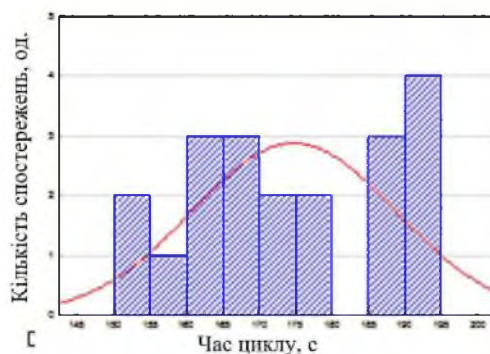


Рис. 1 – Гістограма розподілу часу робочого циклу

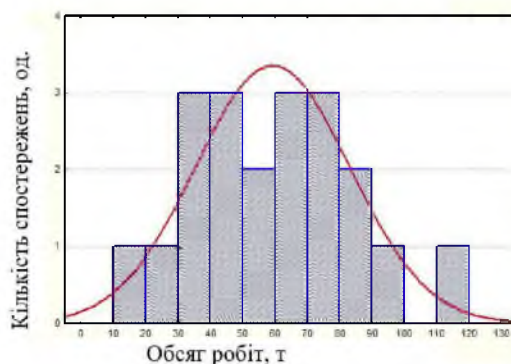


Рис. 2 – Гістограма розподілу обсягу робіт козлового крана

Для реалізованої (фактичної) вантажності не відхиляється розподіл за законом Вейбулла (рис. 3).

За допомогою коефіцієнта кореляції визначена вірогідність згоди теоретичного і статистичного розподілу. Так як ймовірність узгодженості більше прийнятої 0,05, можна стверджувати, що статистичні дані результатів спостереження узгоджуються із зазначеними вище законами розподілення.

В якості основного інструменту для визначення коефіцієнтів регресійних моделей при обробці результатів експериментальних досліджень використано функції пакету аналізу MS Excel (Data Analysis – Regression). На підставі більшого значення коефіцієнта детермінації для лінійної регресійної моделі було визначено, що більш адекватною є лінійна функція, згідно якої залежність вантажності козлового крана від обсягів роботи (3) та від часу циклу (4) наступні:

$$q=0,2127+0,0442 \cdot W, \quad (3)$$

$$q=6,259-0,0197 \cdot T_{\text{ц}}. \quad (4)$$

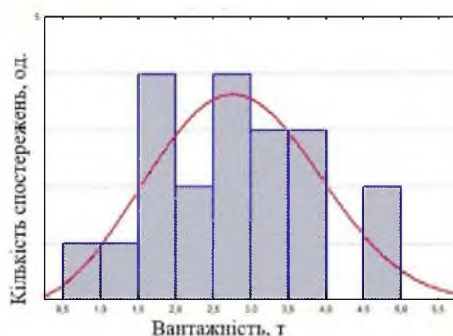


Рис. 3 – Гістограма розподілу вантажності козлового крана

Графік залежності вантажопідйомності від обсягів роботи крана наведений на рис. 4, а графік залежності вантажопідйомності від часу циклу крана наведений на рис. 5.

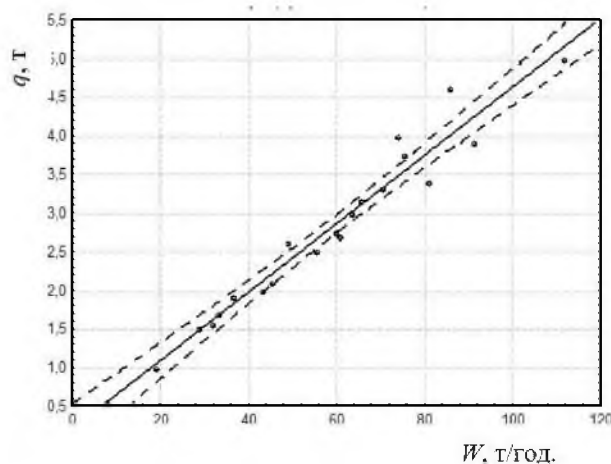


Рис. 4 – Графік залежності вантажопідйомності від обсягів роботи крана

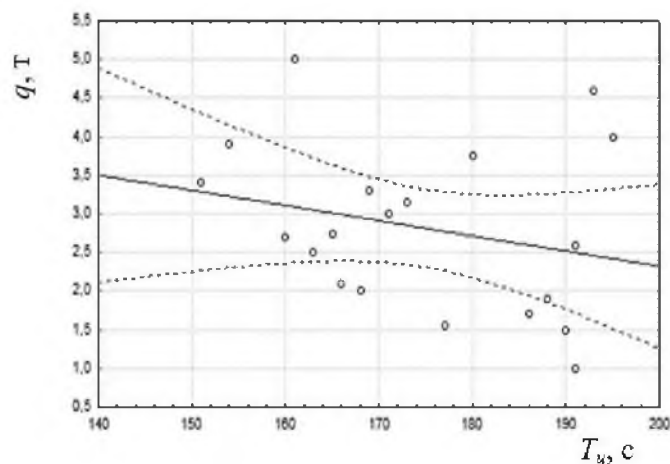


Рис. 5 – Графік залежності вантажопідйомності часу циклу

Рівняння залежності вантажопідйомності крана від основних технічно-експлуатаційних показників його роботи наступне:

$$q = -3,324591 + 0,049138 \cdot W + 0,0186 \cdot T_u. \quad (5)$$

Таким чином, отримана залежність відображає лінійний характер залежності вантажності від визначених показників і ступінь їх впливу на вантажність.

**Висновки.** Таким чином, проведені дослідження впливу основних технічно-експлуатаційних показників оцінки роботи крана на його вантажопідйомність показали, що більш вагомими є час робочого циклу та обсяг робіт, а менш вагомими – коефіцієнт використання вантажності крана і коефіцієнт використання робочого часу.

В ході виконання дослідження були встановлені закони розподілення випадкових величин для часу робочого циклу і обсягу робіт не відхиляється нормальний закон розподілу, а для вантажності – закон Вейбулла.

Отримана залежність вантажності крана від обсягів роботи і часу робочого циклу носить лінійний характер і може бути використана у подальшому при визначенні раціональної вантажності засобів механізації НРР для заданих умов експлуатації.

Впровадження запропонованого підходу дозволило знизити собівартість виконання вантажних робіт в середньому на 2,5%.

#### Література:

1. Северин О.О. Вантажні роботи на автомобільному транспорті: організація і технологія: підруч.[для студ. вищ. навч. закл.] / О.О. Северин. – Харків: ХНАДУ, 2007. – 384 с.

2. Батищев И.И. Организация и механизация погрузочно - разгрузочных работ на автомобильном транспорте / И.И. Батищев. - М.: Транспорт, 1988. - 367 с.
3. Дегтерев Г.Н. Организация и механизация погрузочно-разгрузочных работ на автомобильном транспорте / Г.Н. Дегтерев. - М.: Транспорт, 1980. - 264 с.
4. Пашков А. К. Складское хозяйство и складские работы / А.К. Пашков, Ю. Н. Полярин. - М.: ИКЦ «Академкнига», 2003. - 366 с.
5. Організація будівництва: підруч. для студ. вищ. навч. закл./ [С. А. Ушацький, Ю. П. Шейко, Г. М. Тригер та ін.]; за редакцією С. А. Ушацького. - К.: Кондор, 2007. - 521 с.
6. Осипенко А. И. Транспортное перегрузочное оборудование / А. И. Осипенко. [консп. лекций]. - Красноярск: Енисейский филиал ФГОУ ВПО НГАВТ, 2009. - 88 с.
7. Игумнов С. Г. Стропальщик. Грузоподъемные краны и грузозахватные приспособления: учеб. пособие/ С. Г. Игумнов. - М.: Издательский центр «Академия», 2007. - 64 с.
8. Золотова Н. М. Технологія будівельного виробництва. Режим доступу: <http://www.googleadservices.com/pagead/vuzlib.org/articles/511>
9. Северин О. О. До визначення раціональної вантажності засобів механізації виконання навантажувально-розвантажувальних робіт/ О. О. Северин // Матеріали міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «П'ять економіко-правові дискусії (економічне спрямування)».- Львів, 2014. - С. 105-108.
10. Галушко В. Г. Вероятностно-статистические методы на автотранспорте / В. Г. Галушко. - К.: Вища шк., 1976. - 232 с.

## Summary

**Severin O., Shulika O.** Determination of the dependence of load capacity of the gantry crane on the main performance indicators on motor transport

*In this paper, we propose the analysis of methods for determination of rational cyclical mechanization depending on the technical and operational parameters of loading and unloading on the motor transport. The greatest influence on the load carrying capacity of a crane by two indicators - the volume of work and the cycle time has been carried out. The distribution laws and characteristics of technical and operational parameters have been grounded: the normal distribution law is not rejected for the time of the work cycle and the work volume, the Weibull law is not rejected for the load capacity.*

*The obtained dependence of the crane's load capacity on the work value and the working cycle time is linear and can be used later in determining the rational load-carrying capacity of the mechanization of cargo operations for the specified operating conditions.*

*Implementation of the proposed approach allowed reducing the cost of carrying out cargo operations by an average of 2.5%.*

**Keywords:** crane, load capacity, motor transport, efficiency, parameters of loading and unloading.

## References

1. Severin O.O. Vantazhni roboti na avtomobil'nomu transporti: organizacija i tehnologija: pidruch.[dlja stud. vishh. navch. zakl.] / O.O. Severin. - Harkiv: HNADU, 2007. - 384 s.
2. Batishhev I.I. Organizacija i mehanizacija pogruzochno - razgruzochnyh rabot na avtomobil'nom transporte / I.I. Batishhev. - M.: Transport, 1988. - 367 s.
3. Degterev G.N. Organizacija i mehanizacija pogruzochno-razgruzochnyh rabot na avtomobil'nom transporte / G.N. Degterev. - M.: Transport, 1980. - 264 s.

4. Pashkov A.K. Skladscoe hazjajstvo i skladskie raboty / A.K. Pashkov, Ju. N. Poljarin. – M.: IKC «Akademkniga», 2003. – 366 s.
5. Organizacija budivnictva: pidruch. dlja stud. vishh. navch. zakl./ [S. A. Ushac'kij, Ju. P. Shejko, G. M. Triger ta in.]; za redakciju S.A. Ushac'kogo. - K.: Kondor, 2007. – 521 s.
6. Osipenko A. I. Transportnoe peregruzochnoe oborudovanie / A.I. Osipenko. [konsp. lekcij]. – Krasnojarsk: Enisejskij filial FGOU VPO NGAVT, 2009. – 88 s.
7. Igumnov S. G. Stropal'shhik. Gruzopod#emnye krany i gruzozahvatnye prispoblenija: ucheb. posobie/ S. G. Igumnov. – M.: Izdatel'skij centr «Akademija», 2007. – 64 s.
8. Zolotova N. M. Tehnologija\_budivel'nogo virobnictva. Rezhim dostupu: <http://www.googleadservices.com/pagead/vuzlib.org/articles/511>
9. Severin O. O. Do viznachennja racional'noї vantazhnosti zasobiv mehanizacii vikonannja navantazhuval'no-rozvantazhuval'nih robit/ O. O. Severin // Materiali mizhnarodnoї naukovo-praktichnoї internet-konferencii «P'jati ekonomiko-pravovi diskusii (ekonomichne sprjamuvannja)».- L'viv, 2014. – S. 105-108.
10. Galushko V. G. Verojatnostno-statisticheskie metody na avtotransporte / V.G. Galushko. – K.: Vishha shk, 1976. – 232 s.