

transport]. Federal'nyj zakon Rossijskoj Federacii ot 8 nojabrja 2007. № 259-FZ.

12. Vorkut A.I. *Gruzovye avtomobil'nye perevozki* [Trucking]. Kiev, Vishha shkola, 1986. 447 p.

13. Rassokha, V.I. *Situacionnoe upravlenie avtotransportnymi sistemami*. Ch. 1. Sistemnaja jeffektivnost' jekspluatacii avtomobil'nogo transporta [Situational management of transport systems. Part 1. System operational efficiency of road transport]. Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta, 2009, №9, pp. 148-153.

14. Transportnaja strategija Rossijskoj Federacii na period do 2030 goda [Transport strategy of the Russian Federation for the period till 2030]. 2008.

15. Proekt Federal'nogo zakona N 90063164-3 "Ob obespečenii jekologičeskoj bezopasnosti avtomobil'nogo transporta" (red., vnesennaja v GD FS RF) – 24 p.

Войтенков Сергей Сергеевич (Россия, Омск) – кандидат технических наук, доцент кафедры «Организация перевозок и управление на транспорте» ФГБОУ ВПО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: kaf_oput@sibadi.org).

Шаповал Дмитрий Владимирович (Россия, Омск) – кандидат технических наук, доцент кафедры «Организация перевозок и управление на транспорте» ФГБОУ ВПО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: kaf_oput@sibadi.org).

Витвицкий Евгений Евгеньевич (Россия, Омск) – доктор технических наук, профессор кафедры «Организация перевозок и управление на транспорте» ФГБОУ ВПО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: kaf_oput@sibadi.org).

Voitenkov Sergei Sergeevich (Russian Federation, Omsk) – candidate of technical sciences, associate professor of the department "Organization of transportation and transport management", The Siberian State Automobile and Highway academy (SibADI) (644080, 5 Mira st., Omsk, Russian Federation, e-mail: kaf_oput@sibadi.org).

Shapoval Dmitriy Vladimirovich (Russian Federation, Omsk) – candidate of technical sciences, associate professor of the department "Organization of transportation and transport management", The Siberian State Automobile and Highway academy (SibADI) (644080, 5 Mira st., Omsk, Russian Federation, e-mail: kaf_oput@sibadi.org).

Vitvitskiy Evgeniy Evgenievich (Russian Federation, Omsk) – doctor of technical sciences, professor of the department "Organization of transportation and transport management", The Siberian State Automobile and Highway academy (SibADI) (644080, 5 Mira st., Omsk, Russian Federation, e-mail: kaf_oput@sibadi.org).

УДК 621.87:681.5

ВЛИЯНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ МЕХАНИЗМОВ МОСТОВОГО КРАНА НА ЕГО ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ

Н.С. Галдин, О.В. Курбацкая, С.В. Ерёмина
ФГБОУ ВПО «СибАДИ», Россия, г. Омск.

Аннотация. Производительность мостовых кранов зависит от эффективности работы механизмов передвижения и подъема грузов мостовых кранов. Приведены сведения о влиянии скоростей передвижения крана, грузовой тележки, скорости подъема груза, а также путей передвижения крана, грузовой тележки, высоты подъема груза и других факторов на его производительность. Представлены функциональные зависимости производительности мостовых кранов от влияющих факторов.

Ключевые слова: мостовой кран, производительность, механизмы, скорость передвижения крана, скорость подъема груза.

Введение

При проведении тяжелых трудоемких работ по перегрузке, транспортировке и складированию большая роль в процессе автоматизации принадлежит мостовым кранам, включению их в различные технологические операции и циклы. Мостовые (балочные) краны общего назначения, снабженные в основном грузовым крюком, предназначены для выполнения массовых погрузочно-

разгрузочных работ по перемещению различных грузов [1-4].

Большое значение имеет совершенствование мостовых кранов, направленное на повышение их основных параметров: грузоподъемности; производительности и точности выполнения работ; расширение номенклатуры по грузоподъемности; использование различных видов приводов; улучшение их технических характеристик и качества.

Определение производительности мостовых кранов

От эффективности работы механизмов кранов зависит их производительность, безопасность производства работ, надежность крана в целом. Механизм передвижения мостового крана (тележки) предназначен для передвижения крана (тележки) по рельсовому пути с заданной скоростью [5-7].

Механизм передвижения мостового крана (тележки) состоит, как правило, из электродвигателя, редуктора, тормозного устройства и колес (приводных и неприводных). Элементы механизма передвижения соединены муфтами. Механизм подъема груза является наиболее нагруженным крановым механизмом, определяющим степень интенсивности эксплуатации крана. Механизм подъема груза в общем случае состоит из полиспаста, гибкого элемента, электродвигателя, редуктора, муфты, тормоза, барабана.

При использовании кранов для перегрузочных и транспортных работ и известном грузопотоке количество кранов определяют расчетным путем, исходя из их производительности и протяженности участка, обслуживаемого одним краном [8].

Суточная (т/сут) производительность мостовых кранов определяется по формуле [8]:

$$P = Q_{cp} n_u m / 1000, \quad (1)$$

где P – суточная производительность мостового крана, т/сутки ; Q_{cp} – средняя масса транспортируемого груза, кг; n_u – число подъемов, необходимых для выполнения транспортных операций, в смену; m – число рабочих смен.

Число подъемов, необходимых для выполнения транспортных операций, в смену определяется следующим образом [8]:

$$n_u = \frac{3600n}{t_u} K_c K_n K_p K_{m.n}, \quad (2)$$

где n_u – число подъемов, необходимых для выполнения транспортных операций, в смену; n – число рабочих часов в смену; t_u – расчетное время цикла работы крана, с; K_c – коэффициент неравномерности использования крана во времени в течение смены, обычно $K_c = 0,5...0,8$; K_n – коэффициент простоев по организационным причинам; при отсутствии дополнительных

данных допускается принимать $K_n = 0,9$; K_p – коэффициент ремонта (учитываются все виды простоев крана при техническом обслуживании и ремонте); при отсутствии местных нормативов и других данных допускается принимать $K_p = 0,95$; $K_{m.n}$ – коэффициент технологических простоев (учитываются неизбежные при принятой технологии простои, например, на переналадку технологического оборудования, подачу транспортных средств и др.), можно принять $K_{m.n} = 0,9...0,8$.

При определении производительности за месяц или год следует учитывать коэффициент неравномерности использования крана в различное время года.

Для определения часовой (пиковой) производительности можно принимать $K_c K_n K_p K_{m.n} = 0,85...0,90$ [8].

Расчетное время цикла работы крана t_u определяют, исходя из фактических затрат времени на перемещение груза и возвращение грузозахватного органа к месту загрузки. При отсутствии дополнительных требований [8]:

$$t_u = \frac{2 \cdot k_{ck} (h + h_1)}{v_n} + k_{co} \left(\frac{S_k}{v_k} + \frac{S_m}{v_m} \right) + t_p, \quad (3)$$

где t_u – расчетное время цикла работы крана, с; S_k – путь передвижения крана, м; S_m – путь передвижения тележки, м; h – высота подъема и опускания груза в начале цикла, м; h_1 – высота подъема и опускания груза в конце цикла, м; v_n – скорость подъема груза, м/с; v_k и v_m – соответственно средние скорости передвижения крана и тележки, м/с; k_{co} – коэффициент совмещения операций, учитывающий совместное перемещение крана и тележки при рабочем и холостом пробеге; k_{ck} – коэффициент, учитывающий снижение скорости при подъеме и опускании груза в начале и конце цикла; t_p – время ручных операций, с, значение t_p определяют с учетом технологических особенностей перегрузочного процесса.

После подстановки выражений (2) и (3) в формулу (1), получим выражение для определения суточной производительности мостового крана:

$$\Pi = 3,6Q_{cp}nmK_cK_nK_pK_{m,n} / \left(\frac{2k_{ck}(h+h_1)}{v_n} + k_{co} \left(\frac{S_k}{v_k} + \frac{S_m}{v_m} \right) + t_p \right) \cdot \quad (4)$$

Как видно из формул (1) – (4), основными факторами, влияющими на производительность мостового крана являются средняя масса транспортируемого груза, протяженность путей передвижения крана и тележки, высота подъема груза, а также скорости передвижения крана (тележки) и подъема груза. Регулирование рабочих скоростей механизмов передвижения и подъема грузов позволяет влиять на производительность мостового крана при прочих равных условиях.

Результаты расчетов времени цикла работы мостового крана представлены на рисунке 1. Расчеты проводились для высоты подъема груза 7,5 м, путь перемещения крана составлял 15 м, а перемещение тележки было равно 10 м. Из графика (см. рис. 1) видно, что наибольшее влияние на время цикла оказывает скорость подъема груза: с увеличением скорости подъема груза значение времени цикла уменьшается. Графические зависимости суточной производительности мостового крана от скорости подъема груза и скорости перемещения крана показаны на рисунках 2, 3, при этом скорость перемещения тележки принималась постоянной и составляла 0,15 м/с.

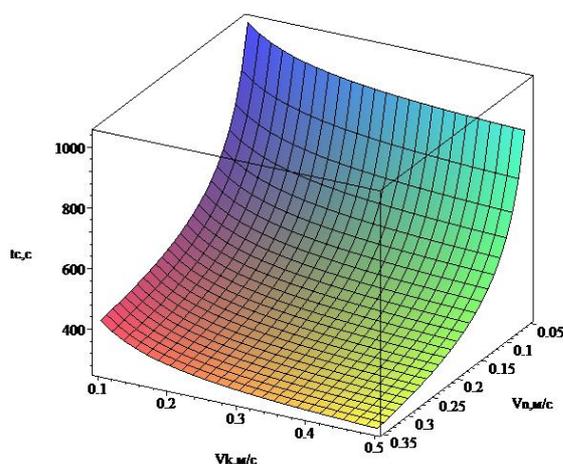


Рис. 1. Зависимость времени цикла работы мостового крана t_c от скорости подъема груза V_n и скорости перемещения крана V_k

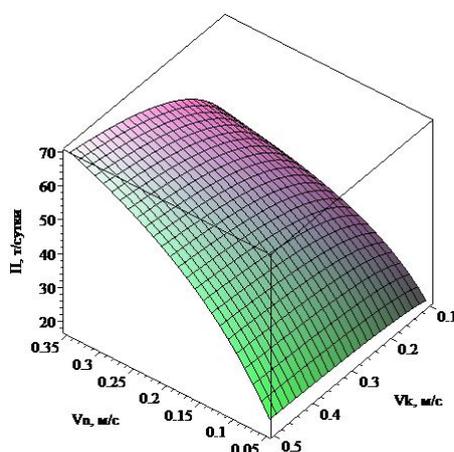


Рис. 2. Зависимость суточной производительности мостового крана Π от скорости подъема груза V_n и скорости перемещения крана V_k ($Q_{cp} = 500$ кг)

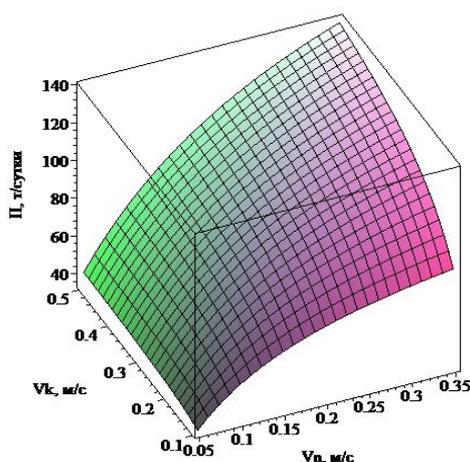


Рис. 3. Зависимость суточной производительности мостового крана Π от скорости подъема груза V_n и скорости перемещения крана V_k ($Q_{cp} = 1000$ кг)

Зависимость суточной производительности мостового крана от скорости перемещения крана и скорости перемещения тележки показана на рисунке 4 (скорость подъема груза принималась постоянной и составляла 0,1 м/с). Расчеты проводились при тех же условиях: высота подъема и опускания груза равнялась 7,5 м, перемещение крана принималось равным 15 м, а перемещение тележки составляло 10 м.

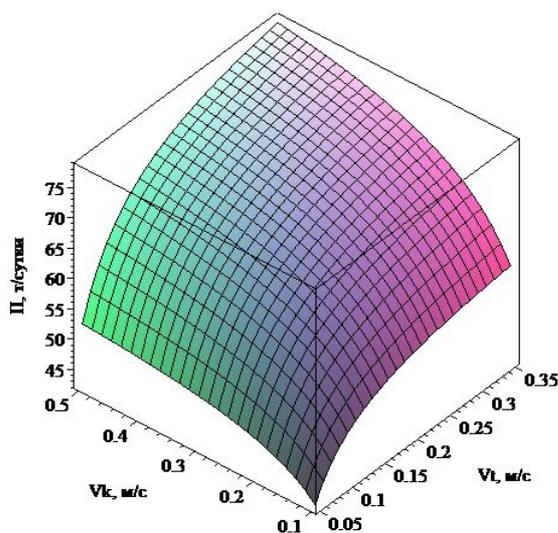


Рис. 4. Зависимость суточной производительности мостового крана P от скорости перемещения тележки V_t и скорости перемещения крана V_k ($Q_{cp} = 1000$ кг)

Как видно из графиков, представленных на рисунке 2, 3, суточная производительность мостовых кранов существенным образом зависит от скоростей передвижения крана и подъема груза. При этом наибольшее влияние на суточную производительность крана оказывает скорость подъема груза. При изменении скорости подъема груза от 0,05 м/с до 0,35 м/с суточная производительность крана изменяется в несколько раз (при одной и той же скорости перемещения крана). Из графика (см. рис. 4) видно, что скорости перемещения тележки и крана практически одинаково влияют на суточную производительность крана: с увеличением этих скоростей производительность мостового крана повышается.

Выводы

Повышение производительности, эффективности работы мостовых кранов во многом определяется условиями применения

и назначения мостового крана, выбором оптимальных конструктивных, энергетических и рабочих параметров мостовых кранов. Основными факторами, влияющими на производительность мостового крана, являются масса груза, протяженность путей передвижения крана и тележки, высота подъема груза, а также скорости передвижения крана (тележки) и подъема груза. От эффективности работы механизмов кранов зависит производительность мостовых кранов, безопасность производства работ, надежность крана в целом.

Важное значение для повышения эффективности работы мостовых кранов имеет совершенствование механизмов передвижения и подъема грузов, обеспечение возможности регулирования рабочих скоростей механизмов передвижения и подъема грузов.

Библиографический список

1. Александров, М.П. Подъемно-транспортные машины: Учеб. для машиностроит. спец. вузов / М.П.Александров. – М.: Высш. шк., 1985. – 520 с.
2. Гохберг, М.М. Справочник по кранам: В 2 т. Т. 2. Характеристики и конструктивные схемы кранов. Крановые механизмы, их детали и узлы. Техническая эксплуатация кранов / М.П. Александров, М.М. Гохберг, А.А. Ковин и др.; Под общ. ред. М.М. Гохберга. – М.: Машиностроение, 1988. – 559 с.
3. Курсовое проектирование грузоподъемных машин / С.А. Казак, В.Е. Дусье, Е.С.Кузнецов и др.: Под ред. С.А. Казака. – М.: Высш. школа, 1989. – 319 с.
4. Ремизович, Ю.В. Транспортно-технологические машины / Ю.В. Ремизович. – Омск: СибАДИ, 2011. – 160 с.
5. Галдин, Н.С. Критерии эффективности основных механизмов мостовых кранов / Н.С. Галдин, С.В. Ерёмкина, О.В. Курбацкая // Вестник СибАДИ. – Омск: СибАДИ, 2014. – № 1 (35). – С. 7 – 11.
6. Галдин, Н.С. Особенности проектирования основных механизмов мостовых кранов / Н.С. Галдин, С.В. Ерёмкина, О.В. Курбацкая // Вестник СибАДИ. – Омск: СибАДИ, 2012. – № 5 (27). – С. 21 – 25.
7. Галдин, Н.С. Компьютерное моделирование основных механизмов мостовых кранов / Н.С. Галдин, С.В. Ерёмкина, О.В. Курбацкая // Вестник СибАДИ. – Омск: СибАДИ, 2015. – № 2 (42). – С. 68 – 75.
8. Абрамович, И.И. Грузоподъемные краны промышленных предприятий: Справочник / И.И. Абрамович, В.Н. Березин, А.Г. Яуре. – М.: Машиностроение, 1989. – 360 с.

INFLUENCE OF KEY PARAMETRES OF BRIDGE CRANE'S MECHANISMS ON ITS PRODUCTIVITY

N.S. Galdin, O.V. Kurbatskaya, S.V. Eremina

Abstract. Productivity of bridge cranes depends on performance of mechanisms of moving and lifting loads of bridge cranes. The article contains data on influencing speeds of crane's movement, cargo cart, speed of loads lifting, and also ways of crane's movement, cargo cart, height of lifting load and other factors on its productivity. There are presented functional dependences of bridge cranes' productivity on influencing factors.

Keywords: bridge crane, productivity, mechanisms, speed of crane's movement, speed of lifting loads.

References

1. Aleksandrov M.P. *Pod'emno-transportnye mashiny: Ucheb. dlja mashinostroit. spec. vuzov* [Lifting and transport machines]. Moscow, Vyssh. shk., 1985. 520 p.
2. Gohberg M.M. *Spravochnik po kranam: V 2 t. T. 2. Harakteristiki i konstruktivnye shemy kranov. Kranovye mehanizmy, ih detali i uzly. Tehnicheskaja jekspluatacija kranov* [Reference book on cranes: In 2 t. T. 2. Characteristics and constructive schemes of cranes. Crane mechanisms, their parts and components. Technical operation of cranes]. Moscow, Mashinostroenie, 1988. 559 p.
3. *Kursovoe proektirovanie gruzopod'emnyh mashin* [Course design of lifting machines]. S.A. Kazak, V.E. Dus'e, E.S.Kuznecov. Moscow, Vyssh. shkola, 1989. 319 p.
4. Remizovich Ju.V. *Transportno-tehnologicheskie mashiny* [Transport and technological machines]. Omsk, SibADI, 2011. 160 p.
5. Galdin N.S., Erjomina S.V., Kurbackaja O.V. Kriterii jeffektivnosti osnovnyh mehanizmov mostovyh kranov [Criteria of efficiency of the basic mechanisms of bridge cranes]. *Vestnik SibADI*, 2014, no 1 (35). pp. 7 – 11.
6. Galdin N.S., Erjomina S.V., Kurbackaja O.V. Osobennosti proektirovanija osnovnyh mehanizmov mostovyh [Peculiarities of designing basic mechanisms of bridge cranes]. *Vestnik SibADI*, 2012, no 5 (27). pp. 21 – 25.
7. Galdin N.S., Erjomina S.V., Kurbackaja O.V. Komp'juternoe modelirovanie osnovnyh mehanizmov mostovyh kranov [Computer modeling of the basic mechanisms of bridge cranes]. *Vestnik SibADI*, 2015, no 2 (42). – pp. 68 – 75.
8. Abramovich I.I., Berezin V.N., Jaure A.G. *Gruzopod'emnye kranu promyshlennyh predpriyatij: Spravochnik* [Tower cranes of the industrial enterprises: reference book]. Moscow, Mashinostroenie, 1989. 360 p.

Галдин Николай Семенович (Россия, г. Омск) – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Подъемно-транспортные, тяговые машины и гидропривод» ФГБОУ ВПО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: galdin_ns@sibadi.org).

Курбацкая Ольга Владимировна (Россия, г. Омск) – инженер кафедры «Подъемно-транспортные, тяговые машины и гидропривод» ФГБОУ ВПО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5).

Ерёмина Светлана Владимировна (Россия, г. Омск) – инженер кафедры «Компьютерные информационные автоматизированные системы» ФГБОУ ВПО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5).

Galdin Nikolay Semenovich (Russian Federation, Omsk) – doctor of technical sciences, professor, head of the department "Lifting, carrying and tractive machines and hydraulic circuit" of The Siberian state automobile and highway academy (SibADI) (644080 Russia, Omsk, 5 Mira st., e-mail: galdin_ns@sibadi.org).

Kurbatskaya Olga Vladimirovna (Russian Federation, Omsk) – engineer of the department "Lifting, carrying and tractive machines and hydraulic circuit" of The Siberian state automobile and highway academy (SibADI) (644080, Omsk, 5 Mira st.).

Eryomina Svetlana Vladimirovna (Russian Federation, Omsk) – engineer of the department «Computer information automated systems» of The Siberian state automobile and highway academy (SibADI) (644080, Omsk, 5 Mira st.).