

УДК 681.5

DOI: 10.35211/1990-5297-2023-1-272-73-76

*М. Е. Николаев, И. А. Томарева, К. Р. Уваров, В. И. Воляник***ПОГРУЗЧИК-ШТАБЕЛЕР С РАСШИРЕННЫМИ
ФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ****Институт архитектуры и строительства****Волгоградского государственного технического университета**

E-mail: mr.maks.nikolaev.1994@mail.ru

Предложена и разработана конструкция погрузчика с расширенными функциональными возможностями, в частности, увеличенная зона обслуживания за счет использования манипулятора-трипода и двух направляющих исполнительных приводов, что позволяет уменьшить время выполнения технологической операции погрузки и разгрузки паллетов в складских работах. Посчитаны кинематические параметры механизма погрузчика. Сформирована теоретическая зона обслуживания. Проведен расчет устойчивости в продольной и поперечной плоскостях, рассчитан максимальный вес и угол поперечного уклона, при которых погрузчик потеряет устойчивость. Все расчеты произведены в программном комплексе Mathcad.

Ключевые слова: зона обслуживания, грузозахватный орган, кинематический анализ, погрузчик-штабелер, продольная устойчивость, поперечная устойчивость, манипулятор, механизм, паллет.

*М. Е. Nikolaev, I. A. Tomareva, K. R. Uvarov, V. I. Volyanik***LOADER STACKER WITH ADVANCED FUNCTIONALITY****Institute of Architecture and Construction of Volgograd State Technical University**

The loader design with expanded functionality, in particular, an increased service area due to the use of a tripod manipulator and two guide actuators, which reduces the time of the technological operation of loading and unloading pallets in warehouse work, is proposed and developed. The kinematic parameters of the loader mechanism are calculated. Formed theoretical service area. The stability in the longitudinal and transverse planes is calculated, the maximum weight and angle of the transverse slope at which the loader will lose stability is calculated. All calculations are made in the Mathcad software package

Keywords: service area, cargo handling body, kinematic analysis, loader-stacker, longitudinal stability, transverse stability, manipulator, mechanism, pallet.

В современное время на складских работах довольно широкое применение находят себе погрузчики, применяемые в технологическом процессе погрузки, разгрузки и транспортировки плитки упакованной на паллете. При выполнении такой технологической операции функцио-

нальных возможностей погрузчика-штабелера достаточно, но иногда приходится осуществлять дополнительное маневрирование погрузчиком. С целью расширения функциональных возможностей погрузчика предлагается усовершенствование манипуляционного механизма [1; 2].

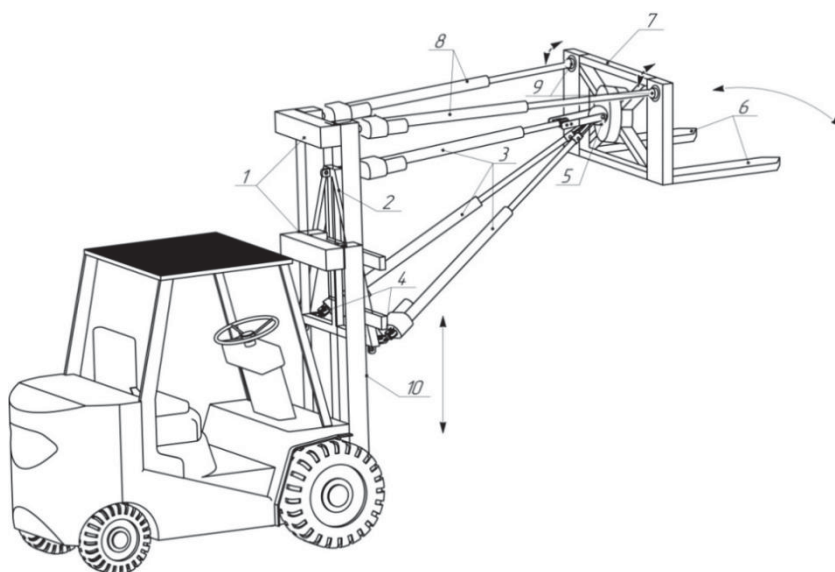


Рис. 1. Общий вид погрузчика-штабелера

Погрузочно-транспортный агрегат (рис. 1) с расширенными функциональными возможностями, содержит механизм подъема 1, треугольное основание 2 три исполнительный привода 3, цилиндрические шарниры 4. Сферический шарнир 5, два жестко закрепленных звена 6 и прямоугольной платформы 7, актуаторов 8, сферических шарниров 9 платформы 10.

Одной из главных задач исследования является кинематический анализ погрузочно-транспортного агрегата.

Определение рабочей зоны обслуживания,

манипулятора погрузчика, является одной из главных задач кинематического анализа, которая строится пространственным перемещением выходного звена точки D .

Зона обслуживания манипуляционного механизма, зависит от изменения длин линейных приводов механизма манипулятора $l_3=BD$, $l_4=CD$, $l_5=KD$, и перемещением S подъемного механизма погрузчика в вертикальной плоскости (рис. 2). Ориентация линейных приводов механизма манипулятора задается с помощью углов α_k и β_k ($k=1\div3$).

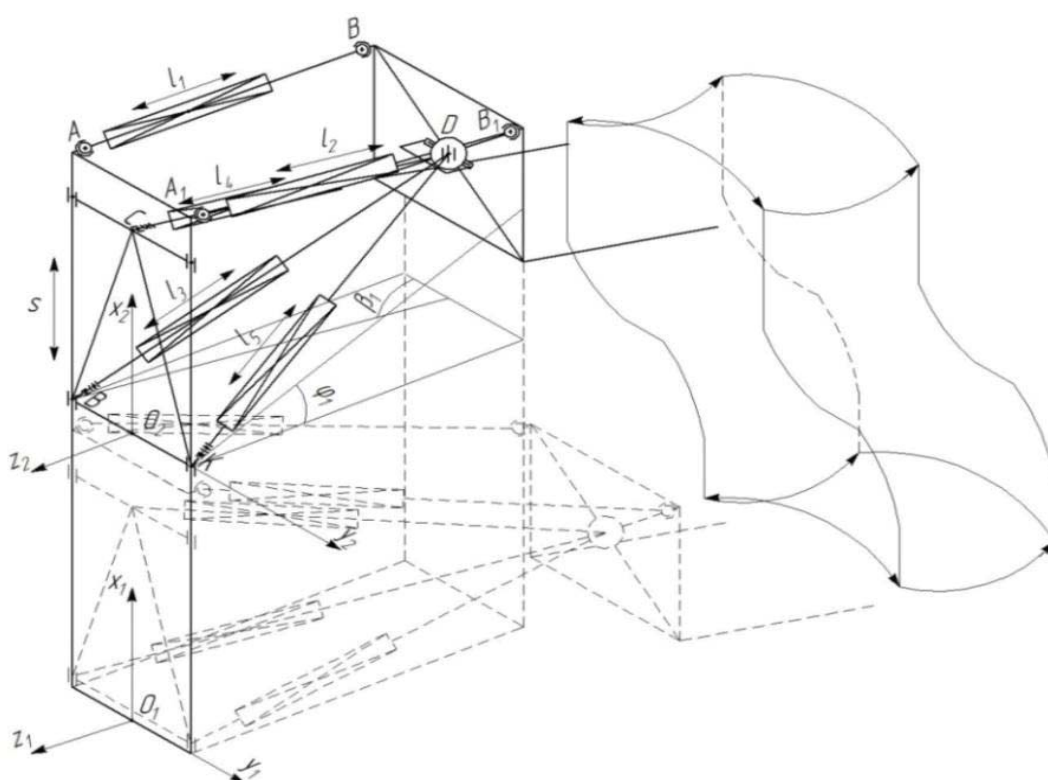


Рис. 2. Кинематическая схема погрузчика-штабелера

Теоретическая зона обслуживания манипулятора погрузчика формируется с помощью полученных уравнений связи (1):

$$\begin{cases} x = \frac{l_3^2 - l_5^2}{4O_2B} + s \\ y = \frac{A}{2O_2B} \\ z = \left(-l_4^2 - \frac{(l_5^2 - l_3^2)^2}{16O_2B^2} - \frac{A^4}{4OC} \right) \end{cases} \quad (1)$$

Полученная зона обслуживания имеет следующие пределы в прямоугольной системе координат по оси X от $\min(X) = -375$ мм до $\max(X) = 4028$ мм; по оси Y от $\min(Y) = -499$ мм до $\max(Y) = 499$ мм; по оси Z от $\min(Z) = 0$ мм до $\max(Z) = 889$ мм.

При движении погрузчика по складскому помещению с грузом в пределах полученной теоретической зоны обслуживания, возникает вопрос о расчете на устойчивость погрузчика-штабелера в продольной и поперечной плоскостях [2; 3].

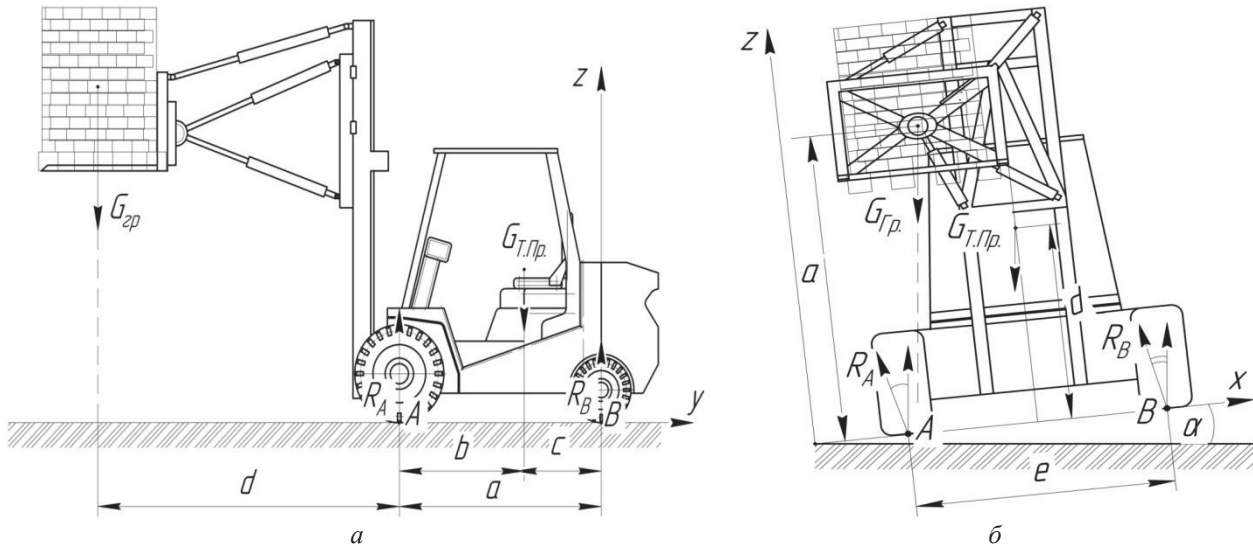


Рис. 3. Схема погрузчика-штабелера по определению устойчивости:
а – в продольной плоскости; б – в поперечной плоскости

Устойчивость погрузчика-штабелера в продольной плоскости, зависит от веса поднимаемого груза, при максимальном вылете стрелы манипулятора рис. (3, а).

Сумма моментов относительно точки A

$$\sum M(A)$$

$$d \cdot G_{zp} - b \cdot G_{T.Pr.} + a \cdot R_B = 0, \quad (2)$$

так как опора задних колес механизма погрузчика по условию равна 0, то формула (2), принимает вид

$$G_{zp} = \frac{b \cdot G_{T.Pr.}}{d} = \frac{1,3 \cdot 1700}{1,8} = 1228 \text{ кг}, \quad (3)$$

где a – расстояние между колесами в продольной плоскости; b – расстояние от центра тяжести механизма, до передней оси колес шасси погрузчика; $G_{T.Pr.}$ – центр тяжести погрузочно-транспортного агрегата; G_{zp} – максимальная масса поднимаемого груза.

В результате расчетов получили, что при поднятии груза весом 12034 Н произойдет опрокидывание механизма.

При движении погрузочно-транспортного агрегата поперек склона, может произойти разгружение одной из сторон, в результате чего механизм погрузчик потеряет устойчивость и опрокинется. Поэтому необходимо определить угол поперечного уклона рис. (3, б) [4; 5].

Сумма моментов все сил относительно неподвижной точки A

$$\sum M(A)$$

$$G_{zp} \cdot a \cdot \sin \alpha - G_{T.Pr.} \left(\frac{e}{2} \cdot \cos \alpha - d \cdot \sin \alpha \right) = 0, \quad (4)$$

где a – расстояние от центра поднимаемого груза до плоскости xy движения погрузчика; e – расстояние между колесами шасси погрузчика в поперечной плоскости; d – расстояние от плоскости xy движения погрузчика до центра тяжести; α – угол поперечного уклона.

$$1758 \sin^2 \alpha - 1020 + 1020 \sin^2 \alpha + 1360 \sin^2 \alpha = 0; \quad (5)$$

$$\sin^2 \alpha = \frac{1020}{4165}; \quad (6)$$

$$\arcsin(0,245) = 15,75^\circ. \quad (7)$$

Произведен расчет устойчивости механизма в продольной и поперечной плоскостях, посчитан максимальный вес 12034 Н поднимаемого груза и угол $\alpha \leq 15,75$ поперечного уклона. В результате исследований можно сделать вывод, что устойчивость погрузочно-транспортного агрегата соответствует федеральным нормам погрузчиков при работе в складских помещениях ГОСТ 18962-86 и ISO 3691-80. Проведено кинематическое исследование механизма. Посчитана и сформирована теоретическая зона обслуживания, выходного звена манипулятора погрузчика [6; 7].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Жадановский, Б. В. Организация строительно-монтажных и погрузочно-разгрузочных работ в строительстве автомобильными кранами / Б. В. Жадановский, С. А. Силенко, И. М. Мирошникова // Системные технологии. – 2018. – № 2 (27). – С. 41–48.
2. Лагерева, А. В. Влияние анкерки выносных опор на устойчивость мобильных транспортно-технологических машин, оснащенных стреловыми манипуляционными

системами / А. В. Лагереv, И. А. Лагереv // Научно-технический вестник Брянского государственного университета. – 2018. – № 2. – С. 152–169.

3. Ковалева, Т. Е. Сравнительный анализ вил погрузчика компьютерным моделированием / Т. Е. Ковалева // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2022. – № 3. – С. 316–318.

4. Потахов, Е. А. Методика контроля местной и общей устойчивости телескопической стрелы грузоподъемного крана / Е. А. Потахов // Вестник Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета. – 2019. – Т. 16. – № 2 (66). – С. 110–121.

5. Nikolaev M. E., Nesmianov I. A., Zaharov E. N. Defini-

tion of service area of agricultural loading robot with manipulator of parallel-serial structure // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2020. 747(1). doi: 10.1088/1757-899X/747/1/012125

6. Nikolaev, M., Nesmianov, I., Zhoga, V., Ivanov, A. Justification Parameters and Planning Capture Trajectories for Robotic Loading and Transport // Smart Innovation, Systems and Technologies 2022. 245. doi: 10.1007/978-981-16-3349-2_20

7. Zhoga V. V., Skakunov V. N., Terekhov S. E., Belikov V. A. The architecture of the control system for the mobile process robot with walking movers International Review of Mechanical Engineering. 2017. T. 11. № 5. pp.337-342.