

УДК 681.5

DOI: 10.35211/1990-5297-2024-1-284-54-58

М. Е. Николаев, В. А. Перфилов, А. М. Буров, П. Ю. Чувашин
**ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПОГРУЗОЧНО-ТРАНСПОРТНОГО АГРЕГАТА
С РАСШИРЕННЫМИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ**

**Институт архитектуры и строительства
Волгоградского государственного технического университета**
E-mail: mr.maks.nikolaev.1994@mail.ru

Предложена и разработана конструкция погрузочно-транспортного агрегата на базе штабелера, увеличена зона обслуживания по отношению к базовой машине за счет использования манипуляционного механизма последовательной структуры, что позволяет уменьшить время выполнения технологической операции на автоматизированном производстве при погрузке, разгрузке и транспортировке штучных цилиндрических грузов на складских работах. Проведено кинематическое исследование механизма погрузчика. Построена теоретическая зона обслуживания. Посчитана устойчивость в продольной и поперечной плоскостях, рассчитан максимальный вес поднимаемого груза и угол уклона, при которых погрузчик потеряет устойчивость.

Ключевые слова: цилиндрический шарнир, зона обслуживания, захват, кинематическое исследование, погрузочно-транспортный агрегат, продольная устойчивость, поперечная устойчивость, манипуляционный механизм, кинематическая пара.

© Николаев М. Е., Перфилов В. А., Буров А. М., Чувашин П. Ю., 2024.

M. E. Nikolaev, V. A. Perfilov, A. M. Burov, P. Yu. Chuvashin

JUSTIFICATION OF THE PARAMETERS OF A LOADING AND TRANSPORT UNIT WITH ADVANCED FUNCTIONALITY

Institute of Architecture and Construction of Volgograd State Technical University

The design of a loading and transport unit based on a stacker is proposed and developed, the service area is increased in relation to the base machine due to the use of a sequential structure manipulation mechanism, which reduces the time of performing a technological operation in automated production during loading, unloading and transportation of piece cylindrical cargoes in warehouse operations. A kinematic study of the loader mechanism has been carried out. A theoretical service area has been built. Stability in the longitudinal and transverse planes is calculated, the maximum weight of the lifted load and the angle of inclination at which the loader will lose stability are calculated.

Keywords: cylindrical hinge, service area, capture, kinematic study, loading and transport unit, longitudinal stability, transverse stability, manipulation mechanism, kinematic pair.

В настоящее время в различных отраслях промышленности на автоматизированном производстве все больше находят себе применение погрузчики, используемые в технологическом процессе погрузки, транспортировки и разгруз-

ки цилиндрических штучных грузов. При выполнении такого технологического процесса возникает дополнительное перемещение погрузочно-транспортного агрегата, что приводит к потере его производительности [1, 2].

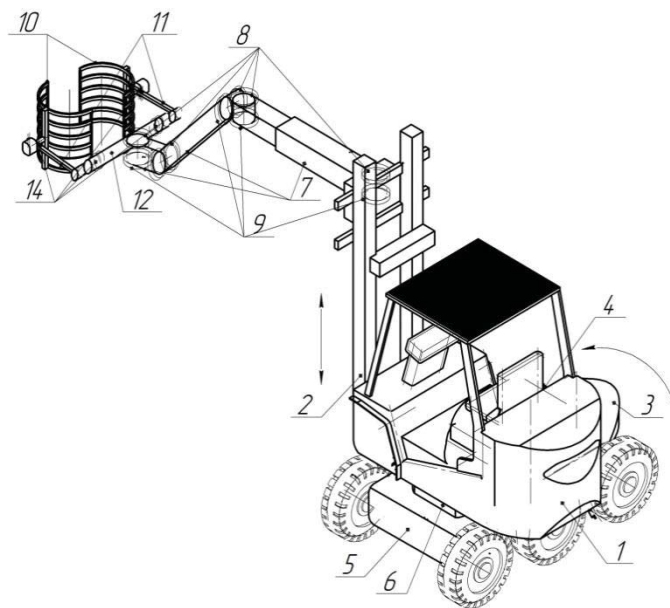


Рис. 1. Общий вид погрузочно-транспортного агрегата

Погрузчик содержит раму 1 с грузоподъемным устройством 2, противовесом 3, аккумуляторные батареи, ходовую часть 5, имеющую 6х6 колесную формулу, захватное устройство, манипуляционный механизм последовательной структуры, состоящий из, актуаторов 7, пяти электроприводов соединенных между собой вращательными цилиндрическими шарнирами 9, с кинематической парой пятого класса. Захватное устройство выполнено в виде двух клещевидных звеньев 10, тяг 11, управляющего

привода, и серводвигателей 13, которые соединяются между собой цилиндрическими шарнирами 14 имеющие кинематическую пару пятого класса (рис. 1).

Одной из основных задач при исследовании механизма, является кинематический анализ.

Главной задачей кинематического анализа является определение зоны обслуживания погрузчика, которая зависит от пространственного перемещения грузозахватного органа выходного звена, точки *E* агрегата (рис. 2).

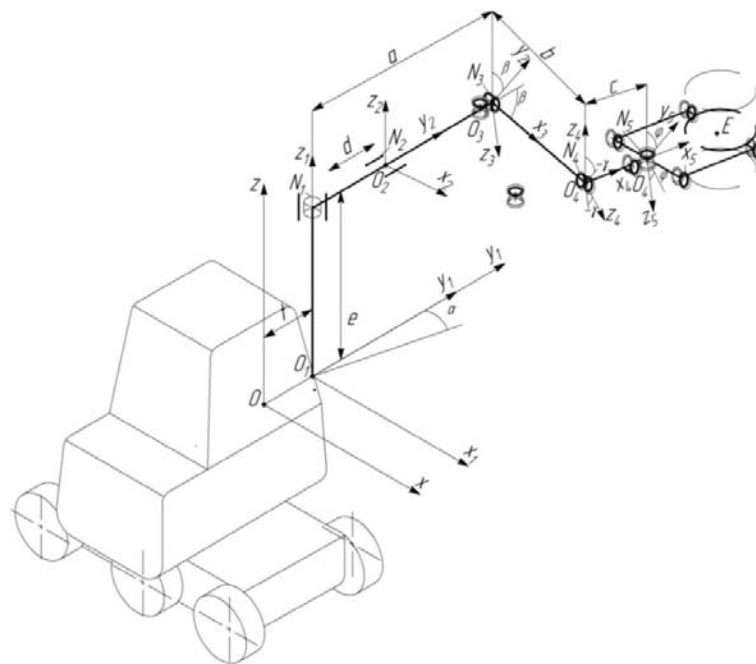


Рис. 2. Кинематическая схема погрузчика

При изменении углов поворота α , β , γ , φ и длин исполнительных звеньев a , b , c , формируется рабочая зона обслуживания погрузочно-транспортного

Теоретическая рабочая зона обслуживания манипуляционного механизма строится из полученных уравнения связей.

$$\begin{cases} x_E = \sin\alpha(d-a+\Delta y_2)+c(\sin\beta\sin\alpha^2+\cos\gamma\cos\beta\sin\alpha)-b\cos\beta\sin\alpha \\ y_E = f-\cos\alpha(d-a+\Delta y_2)+\cos\alpha(d+\Delta y_2)-c(\cos\alpha\sin\beta\sin\alpha+\cos\gamma\cos\beta\cos\alpha)+b\cos\beta\cos\alpha \\ z_E = \Delta z_1+e-c(\cos\gamma\sin\beta-\cos\beta\sin\alpha+b\sin\beta \end{cases}, \quad (1)$$

Полученная зона обслуживания ограничивается следующими пределами, минимальные значения по осям $x = -2002$ мм, $y = -748$ мм, $z = -748.528$ мм, и максимальные значения по осям $x = 2000$ мм, $y = 1320$ мм, $z = 1320$ мм;

При перемещении погрузочно-транспортного

агрегата, с грузом или без, по объекту и позиционировании захватного устройства в пределах сформированной зоны обслуживания, возникает вопрос о расчете погрузчика на устойчивость, в продольной и поперечной плоскостях [3, 4].

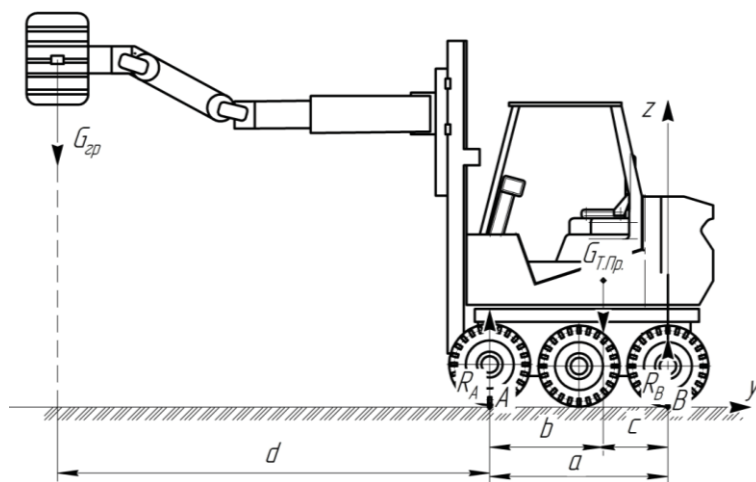


Рис. 3. Схема погрузочно-транспортного агрегата по расчету устойчивости в продольной плоскости

Условие продольной устойчивости механизма погрузчика зависит от массы поднимаемого груза, при максимальном выдвижении стрелы манипуляционного механизма (рис.3).

Сумма моментов относительно передних колес шасси погрузчик, точки A .

$$\sum M(A)$$

$$d \cdot G_{гп} - b \cdot G_{т.п.р.} + a \cdot R_B = 0 \quad (2)$$

по условию, опора задних колес равно нулю, поэтому формула (2), принимает вид

$$G_{гп} = \frac{b \cdot G_{т.п.р.}}{d} = \frac{1,3 \cdot 1700}{2,4} = 920 \text{ кг} \quad (3)$$

a – колесная база шасси погрузчика; b – расстояние от центра тяжести погрузочно-транспортного агрегата до передней оси колес; $G_{т.п.р.}$ – центр тяжести механизма погрузочно-транспортного агрегата; $G_{гп}$ – масса поднимаемого груза.

Масса груза при котором произойдет опрокидывание механизма составил 920 кг.

При выполнении технологической операции погрузчиком в поперечной плоскости, возможно перемещение шасси по поверхностям, имеющим уклон, поэтому может произойти разгрузка одной из опор и механизм погрузчика опрокинется (рис. 4) [5, 6].

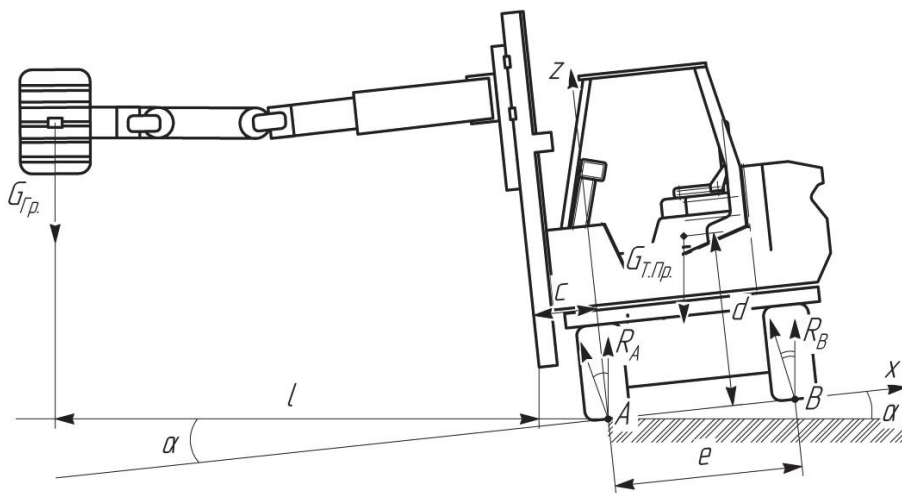


Рис. 4. Схема погрузчика-штабелера по определению устойчивости в поперечной плоскости:

e – колея шасси погрузочно-транспортного агрегата (плоскость xz); d – расстояние от плоскости xy перемещения до центра тяжести погрузочно-транспортного агрегата; α – угол поперечного уклона

Сумма моментов относительно неподвижной опоры, точки A .

$$\sum M(A)$$

$$G_{т.п.р.} \cos \alpha \cdot e - G_{гп} (l \cos \alpha + c) = 0 \quad (4)$$

$$542 \cos \alpha - 480 \cos \alpha - 60 = 0 \quad (5)$$

$$\cos \alpha = \frac{60}{62} \quad (6)$$

$$\arccos(0,97) = 14,069^\circ \quad (7)$$

Проведенный расчет на устойчивость показал, что максимальный вес груза составил 9200 Н и угол, при котором произойдет опрокидывание механизма в поперечной плоскости равен $\alpha \leq 14,069^\circ$.

Результаты полученных исследований соответствуют нормам погрузчиков при работе

в складских помещениях ГОСТ 18962–86 и ISO 3691–80. Поведено кинематическое исследование механизма погрузочно-транспортного агрегата. Посчитана и сформирована зона обслуживания погрузчика [7].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Жадановский, Б. В. Организация строительно-монтажных и погрузочно-разгрузочных работ в строительстве автомобильными кранами / Б. В. Жадановский, С. А. Синенко, И. М. Мирошникова // Системные технологии. – 2018. – № 2 (27). – С. 41–48.
2. Лагерева, А. В. Влияние анкерной выносных опор на устойчивость мобильных транспортно-технологических машин, оснащенных стреловыми манипуляционными системами / А. В. Лагерева, И. А. Лагерева // 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. Definition of service area of agricultural loading robot with manipu-

lator 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.