

LOADER WORKING BODY FOR THE SOFT-SIDED STORAGE CONTAINERS LOADING

V. Putz^{1*}, P. Meles¹, V. Martyniuk¹, A. Shymko²

¹Lutsk National Technical University, Lutsk, Ukraine

²National University of Water and Environmental Engineering, Rivne, Ukraine

AGRICULTURAL MACHINES

AM
CM

СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ МАШИНИ

ABSTRACT

Natural and climatic conditions of Ukraine are very favorable for growing berries and fruits. The development of the fruit and vegetable industry in Ukraine requires the mechanization of many production processes in order to increase the quality of products, reduce their cost by reducing manual labor. That's why technologies for harvesting berries and fruits need to be improved. Also, a new equipment, which would reduce yield losses of berries and fruits, must be developed. One of the most important problems of picking berries and fruits is the use of manual labor, which leads to an increase in the cost of finished products. It should be noted that in the technological process of picking berries and fruits, the most time-consuming operations are the operations of the loading and unloading cycle. Taking into account the above, improving the technology of picking berries and fruits due to the mechanization of work, in particular, loading and unloading, is a very urgent task. Solving this problem is possible due to the development of a new gripping mechanism of loader. During the analysis of fruit harvesting technology, it was found that loading and transport operations have a significant impact on the quality of fruit and vegetable products. Therefore, during the design development of loader working body, it is necessary to take into account a certain feature, namely, that the interaction of the loader working bodies occurs with easily deformable containers. This requires the use of special working bodies. For soft-sided storage containers with berries, the grabber design, which can be installed on a forklift and used for loading and unloading operations, is proposed in the article. For determining the holding force of soft containers, the equation was obtained. It was established that the magnitude of this force depends on the design parameters of the gripper. The proposed scheme of a variable working body is recommended for implementation at agricultural enterprises specializing in the cultivation of berries and fruits.

Key words:

loader,
gripping mechanism,
soft-sided storage container,
loading and unloading operations,
picking fruits and berries

Article history:

Received 02.09.2022

Accepted 03.10.2022

*Corresponding author:

putsvs@ukr.net

DOI: 10.36910/acm.vi48.863

To cite this article:

Putz, V., Meles, P., Martyniuk, V., & Shymko, A. (2022). Loader working body for the soft-sided storage containers loading. *Agricultural Machines*, 48, 74-80. <https://doi.org/10.36910/acm.vi48.863>

УДК 634.1-13

РОБОЧИЙ ОРГАН НАВАНТАЖУВАЧА ДЛЯ ЗАВАНТАЖЕННЯ М'ЯКИХ КОНТЕЙНЕРІВ

В.С. Пуць^{1*}, П.П. Мелесь¹, В.Л. Мартинюк¹, А.В. Шимко²¹Луцький національний технічний університет, Луцьк, Україна²Національний університет водного господарства та природокористування, Рівне, Україна

AGRICULTURAL MACHINES

**АМ
СММ**

СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ МАШИНИ

АНОТАЦІЯ

Відомі технології збирання ягід та фруктів потребують удосконалення та розроблення нових технічних засобів, які б зменшували втрати урожаю. Одна із найбільш важливих проблем збирання ягід та фруктів – це використання ручної праці і, як наслідок, зростання собівартості готової продукції. Необхідно зазначити, що в технологічному процесі збирання ягід та фруктів найбільш трудомісткими є операції навантажувально-розвантажувального циклу. Із урахуванням зазначеного, удосконалення технології збирання ягід та фруктів за рахунок механізації робіт, зокрема, навантажувально-розвантажувальних, є дуже актуальним завданням. Вирішення цієї задачі можливе внаслідок розроблення нових і удосконалення відомих завантажувачів. Під час аналізу технології збирання плодів встановлено, що значний вплив на якість плодоовочевої продукції чинять навантажувальні та транспортні операції. Це зумовлює потребу під час розроблення конструкції робочого органу навантажувача враховувати певну особливість – взаємодія робочих органів навантажувача відбувається із легко деформівними контейнерами. Це потребує використання спеціальних робочих органів. У статті запропоновано конструкцію захоплювача м'яких контейнерів із ягодами, який можна встановлювати на навантажувач та застосовувати його для виконання навантажувально-розвантажувальних робіт. Також отримано математичну залежність для визначення сили утримання контейнерів. Встановлено, що величина цієї сили залежить від конструктивних параметрів захоплювача. Запропонована схема змінного робочого органу рекомендована до запровадження на агропідприємствах, що спеціалізуються на вирощування ягід та фруктів.

Ключові слова:

навантажувач,
захоплювальний механізм,
м'який контейнер,
навантажувально-
розвантажувальні роботи,
збирання фруктів та ягід

Історія публікації:

Отримано 02.09.2022

Затверджено 03.10.2022

*Автор для листування:

putsvs@ukr.net

DOI: 10.36910/acm.vi48.863

Цитувати цю статтю:

Пуць, В.С., Мелесь, П.П., Мартинюк, В.Л., & Шимко, А.В. (2022). Робочий орган навантажувача для завантаження м'яких контейнерів. *Сільськогосподарські машини*, 48, 74-80. <https://doi.org/10.36910/acm.vi48.863>

СТАН ПИТАННЯ ТА ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Природно-кліматичні умови на території України сприятливі для вирощування культур плодовоовочевої групи. Дослідження ринку овочів та фруктів показує, що їх вирощування є дуже привабливим та перспективним для сільськогосподарських підприємств, оскільки зростає попит на них як в Україні, так і у світі (Рожко, 2020). Розвиток плодовоовочевої галузі в Україні потребує запровадження механізації багатьох виробничих процесів із метою підвищення якості продукції, зменшення її собівартості за рахунок зменшення ручної праці. Ручна праця, передусім під час збирання урожаю та пакування продукції, сягає 50%. Цей недолік можливо усунути шляхом запровадження комплексної механізації для навантажувальних операцій. Із цією метою потрібно вирішити задачу удосконалення технології збирання, а також технічних засобів для її реалізації, зокрема для навантаження та транспортування зібраного урожаю.

Технологічний процес у плодовоовочевих господарствах містить операції збирання

урожаю, його пакування в тару, складування, завантаження та транспортування. Причому, кожна із зазначених технологічних операцій впливає на якість фруктів та ягід, і, відповідно, їх вартість.

Вплив навантажувальних і транспортних операцій на якість плодовоовочевої продукції досліджено науковцями Каверин (1976), Успенський та ін. (2015a), Успенський та ін. (2015b). Зокрема, у роботі (Каверин, 1976) визначено основні фактори, які впливають на пошкодження плодів. Серед цих факторів є тип тари і навантажувально-розвантажувальні та транспортні засоби.

Навантажувальні операції виконуються навантажувачами: самохідними фронтальними навантажувачами, електронавантажувачами, телескопічними навантажувачами (Николаев та ін., 2018; Рожко, 2020; Семашко & Петрусевич, 2011; Сметнев & Владыкина, 2006). Крім самохідних навантажувачів, зокрема у фермерських господарствах, використовують також самохідні шасі, наприклад, Т-16, Т-16М, Т-16МГ, ВТЗ-30СШ, СШ-2540, із навісними навантажувачами (рис. 1).



а



б



в

Рис. 1 – Навантажувачі для сільського господарства:

а – самохідний фронтальний навантажувач Claas; б – електронавантажувач UniCarriers TX3; в – телескопічний навантажувач Manitou

Аналіз навантажувальних засобів (Базанов & Забегалов, 1979; Вернер, 2002; Николаев та ін., 2018; Рожко, 2020; Семашко & Петрусевич, 2011; Сметнев & Владыкина, 2006) показав, що вони успішно використовуються для піднімання та транспортування вантажів у сільському господарстві, зокрема рулонів і тюків сіна, а також інших габаритних вантажів. Водночас, необхідно наголосити на особливостях вантажів у плодоовочевій галузі. Пакування овочів і фруктів проводять в безпечні та екологічно чисті упаковки: поліетиленова плівка, спеціальний папір, стружка, пластикові порційні контейнери тощо. Основне призначення упаковки – запобігти тертю і ударам плодів, оскільки ці процеси можуть у подальшому негативно вплинути на якість плодів.

Для транспортування плодів доцільно розробляти захоплювачі та використовувати маніпулятори, які встановлюються на самохідні шасі (Пындак та ін., 2016; Несмиянов та ін., 2019). Відомі наукові праці (Смелягин & Бабенко, 2011; Ширинкин та ін., 2010), які присвячені розробленню спеціальних роботів, що призначені для виконання технологічних операцій в плодоовочевій галузі (рис. 2).



а



б

Рис. 2 – Використання роботів у плодоовочевій галузі:
а – Agrobot SW6010; б – Robot Apple Harvester

Мета дослідження – розробити модель змінного захоплювального робочого органу навантажувача, який можна використовувати для піднімання та транспортування плодово-ягідної продукції, що укладена в м'яку тару.

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ

Для розроблення конструкції механізму, що призначений для захоплення м'якої тари, використано метод аналізу науково-технічної інформації, в якій представлені технічні засоби, що використовуються для виконання навантажувально-розвантажувальних робіт під час збирання ягід у м'яку тару. Проведено також структурний синтез запропонованого механізму для навантажувача з вилами.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ОБГОВОРЕННЯ

Нині для вкладання та транспортування ягід використовується різна високоякісна тара. Ця тара (рис. 3), переважно, виготовляється із високоякісного пластику та інших матеріалів, що забезпечують належне транспортування та зберігання вантажу будь-якого характеру. Також транспортування ягід проводять у картонних ящиках.



Рис. 3 – Контейнери для ягід

Для захоплення м'яких контейнерів із ягодами пропонується використовувати навантажувач, який містить змінний робочий орган із двома вилами та захоплювальним механізмом (рис. 4). Механізм монтується на навантажувач за потреби навантаження, транспортування та розвантаження м'яких контейнерів. Механізм приводиться в рух від гідроциліндра. Захоплювачі механізму мають гумові накладки із хвилястою або рифленою поверхнею. Гума забезпечує виникнення додаткових сил тертя на поверхні контакту захоплювача та контейнерів і дозволяє дещо зменшити силу притискання, яка необхідна для утримання контейнеру. Крім того, уникнення контакту із твердою металевою поверхнею зменшує ймовірність пошкодження стінок контейнерів. Захоплювачі прикріплені до пластин із можливістю заміни за потреби. Пластина кріпиться до косинок, які шарнірно з'єднані з повзунами, що мають можливість переміщуватися в середині горизонтального стрижня (рис. 4). Переміщення повзунів відбувається у випадку зміни положення пантографоподібного стрижневого механізму.

Вантаж, який захоплюється механізмом, утримується силами P , що виникають внаслідок дії захоплювачів. Тобто має місце силове замикання, яке забезпечує утримання вантажу. Вантаж (контейнери з ягодами) має потрапити на вила навантажувача. Щоб вила не пошкодили вантаж, його потрібно дещо підняти над поверхнею, на якій вони виставлені перед завантаженням.

Для захоплення початкове положення захоплювача має бути таким, щоб відстань між зовнішніми поверхнями гумових накладок була більшою за ширину м'яких контейнерів із плодами, які встановлюються на вила навантажувача (рис. 5):

$$l > 2c + \Delta, \quad (1)$$

де l – початкова (конструктивна) відстань між зовнішніми поверхнями гумових накладок захоплювача, м; c – довжина контейнерів із плодами, м; Δ – відстань між контейнерами за умови, що вони заходять із деяким зміщенням (положення показано на рис. 5 розривною лінією) відносно осей вилок навантажувача, м.

Ширина контейнерів із ягодами для виконання умови (1) та унеможливлення значного їх перекосу має становити:

$$c \leq (a - b) / 2. \quad (2)$$

На захоплювачах необхідно передбачити виступи (рис. 4) з довжиною щонайменше $c/3$.

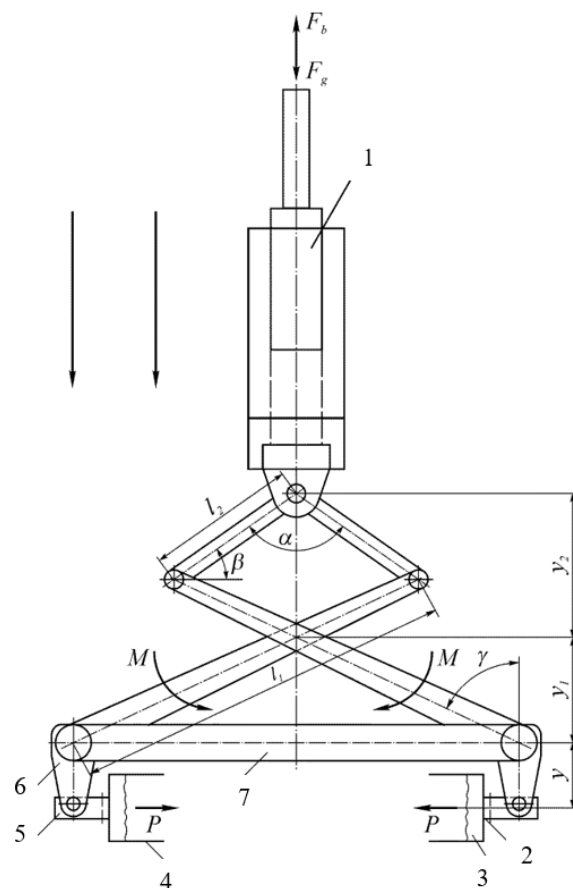


Рис. 4 – Схема захоплювального механізму: 1 – гідроциліндр; 2 – захоплювачі; 3 – гумові накладки; 4 – виступи; 5 – пластини; 6 – косинки; 7 – горизонтальний стрижень

Довжина нижньої горизонтальної ланки має становити (рис. 5):

$$L = l + 2\nabla + 2r = l + 2\nabla + d, \quad (3)$$

де ∇ – довжина пластини кріплення, м; d – діаметр шарнірів, м.

Сила F_b , яка забезпечує утримання вантажу, значним чином буде залежати від відносного положення важелів механізму, тобто кутів α та β , а також довжини важелів l_1 та l_2 (рис. 4). Для утримання вантажу потрібно створити зусилля, яке буде перевищувати зусилля F_g .

Якщо припустити, що контейнери із плодами утримуються за рахунок сил тертя,

які виникають на площині контакту їхніх бічних стінок і гумових накладок, тоді має виконуватися умова:

$$P > G / (2f), \quad (4)$$

де f – коефіцієнт тертя; P – сила притискання контейнеру, Н; G – вага вантажу, Н.

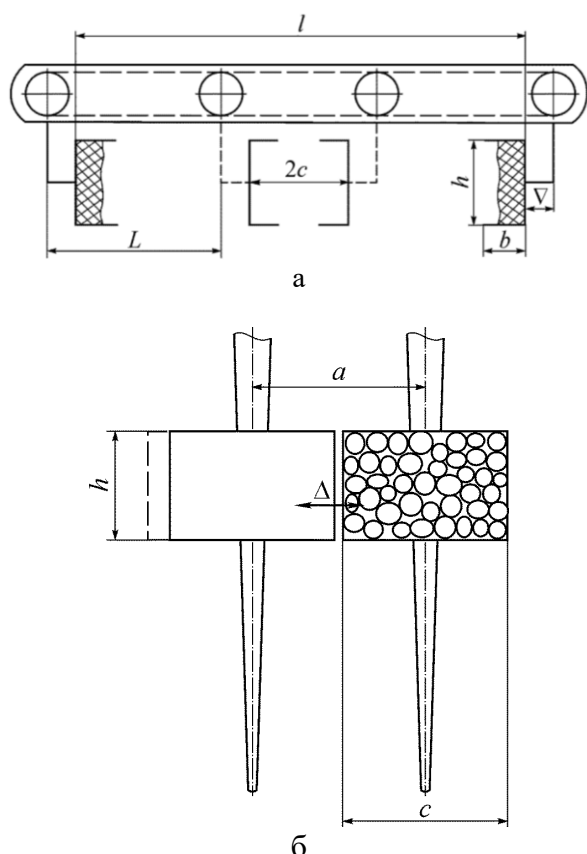


Рис. 5 – Схема встановлення контейнерів із ягодами (h – ширина контейнерів, a – відстань між осями вил):

- a – нижня ланка із захоплювачами;
- b – розташування контейнерів на вилах

Під час роботи механізму на ланки діє момент M (рис. 4), який впливає на величину сили захоплення F_E . Із урахуванням моменту M , матимемо умову для сили F_E :

$$F_E > \frac{\sum_{j=1}^2 M_j \cos \alpha}{l_1 \eta_p}, \quad (5)$$

де F_E – сила, яка утримує вантаж, Н; l_1 – довжина важеля, м; η_p – ККД, який враховує

втрати на тертя у системі важелів механізму ($\eta_p = 0,9-9,95$ (Романчук та ін., 2014)); M – момент, що прикладено до важеля, Н·м.

Визначимо момент, який прикладено до важеля механізму:

$$M_j = P_j \cdot a, \quad (6)$$

де a – відстань від накладки механізму до точки контакту з гідроциліндром (рис. 4), м.

Згідно рис. 4 маємо відстань a :

$$a = y + y_1 + y_2, \quad (7)$$

де y, y_1, y_2 – відстані між конструктивними елементами механізму (рис. 4), м.

Визначимо відстані y_1 та y_2 (рис. 4):

$$y_1 = (l_1 - l_2) \cdot \cos \gamma, \quad (8)$$

$$y_2 = 2l_2 \cdot \cos (\alpha / 2), \quad (9)$$

де l_1, l_2 – довжина важелів, м; γ – кут між віссю важеля та вертикаллю, град.

Із урахуванням виразів (8) і (9), матимемо:

$$M = P \cdot (y + (l_1 - l_2) \cdot \cos \gamma + 2l_2 \cdot \cos (\alpha / 2)). \quad (10)$$

Тоді сила, яка необхідна для утримання вантажу, визначається з умови:

$$F_E > \frac{2Pa \cos \alpha}{l_1 \eta_p}. \quad (11)$$

ВИСНОВКИ

Для навантаження та транспортування ягід у м'якій тарі розроблено схему змінного робочого органу, який містить дві вилки та захоплювальний механізм. Також отримано умову для визначення сили утримання м'яких контейнерів розробленим механізмом. Запропонований змінний робочий орган рекомендується до використання разом із навантажувачами для виконання широкого спектру завдань в агропідприємствах.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

- Базанов, А. Ф., & Забегалов, Г. В. (1979). *Самоходные погрузчики (Self propelled loaders)*. Москва: Машиностроение.
- Вернер, Е. А. (2002). Краткое описание конструкции, результаты испытаний и техническая характеристика четырех новых

- навесных телескопических погрузчиков (*Brief description of the design, test results and technical characteristics of four new mounted telehandlers*). *AgroBonus*, 53(1), 64-73.
- Каверин, В. А. (1976). О причинах механических повреждений плодов и овощей при транспортировании (*On the causes of mechanical damage to fruits and vegetables during transportation*). *Консервная и овощесушильная промышленность*, 9, 17-19.
- Несмиянов, И. А., Николаев, М. Е., Захаров, Е. Н., & Карева, Н. В. (2019). Статическая устойчивость погрузочно-транспортного агрегата на базе самоходного шасси (*Static stability of a loading and transport unit based on a self-propelled chassis*). *Сельский механизатор*, 7, 28-29.
- Николаев, М. Е., Несмиянов, И. А., & Дяшкин, А. В. (2018). Погрузочно-транспортный робот для сбора упаковок с овощами (*Loading and transport robot for picking up packages of vegetables*). В: *Материалы международной научно-практической конференции «Прогресс транспортных средств и систем»* (с. 127-128). Волгоград, Россия.
- Пындак, В. И., Воробьева, Н. С., & Фомин, С. Д. (2016). Кинематические возможности погрузочных манипуляторов на базе пространственных механизмов (*Kinematic capabilities of loading manipulators based on spatial mechanisms*). *Известия НВ АУК*, 1(41), 190-194.
- Рожко, Н. Я. (2020). Розвиток ринку овочів та фруктів на засадах симбіозу конфронтації та кооперації (*Development of the vegetable and fruit market based on the symbiosis of confrontation and cooperation*). *Економіка та управління підприємствами*, 39, 219-225. <https://doi.org/10.32843/infrastructure39-36>
- Романчук, С. И., Сухоцкий, П. Г., Фролов, И. С., & Курч, Л. В. (2014). Автоматизация производственных процессов в машиностроении (*Automation of production processes in mechanical engineering*). Белорусский национальный технический университет, Минск.
- Семашко, В. Ю., & Петрусевич, В. Ю. (2011). Сельскохозяйственные погрузчики (*Agricultural loaders*). *Техника и оборудование для села*, 11(173), 22-23.
- Смелягин, А. И., & Бабенко, Е. В. (2011). Моделирование структуры роботов и манипуляторов (*Modeling the structure of robots and manipulators*). *Вестник Нижегородского университета им. Н. И. Лобачевского*, 4(2), 315-317.
- Сметнев, А. С., & Владыкина, И. В. (2006). Классификация погрузчиков сельскохозяйственного назначения (*Classification of agricultural loaders*). *Вестник российского государственного аграрного заочного университета*, 1(6), 221-223.
- Успенский, И. А., Юхин, И. А., Жуков, К. А., Зейналов, Э. А., & Шафоростов, В. А. (2015а). Перспективы развития транспортной техники для внутрихозяйственных перевозок плодовоовощной продукции в агропромышленном комплексе (*Prospects for the development of transport equipment for on-farm transportation of fruits and vegetables in the agro-industrial complex*). Рязань: Изд. ФГБОУ ВПО РГАТУ.
- Успенский, И. А., Юхин, И. А., Шафоростов, В. А., & Воронкин, Н. М. (2015б). Техника, технологии и оборудование для вывозки плодов из сада (*Machinery, technologies and equipment for the removal of fruits from the garden*). *Научный журнал КубГАУ*, 3(107), 459-472.
- Ширинкин, М. А., Глазунов, В. А., & Палочкин, С. В. (2010). Разработка манипуляционного механизма параллельной структуры с четырьмя степенями свободы (*Development of a manipulation mechanism for a parallel structure with four degrees of freedom*). *Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности*, 1, 102-107.