

УДК 621.9.06

МЕХАНИЧЕСКИЕ ДИСКОВЫЕ БУНКЕРНЫЕ ЗАГРУЗОЧНЫЕ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ПАТРОНОВ И ИХ ЭЛЕМЕНТОВ

© 2024 Е.В. Пантюхина¹, С.А. Васин¹, С.Н. Шевченко², С.А. Лукин³

¹Тулский государственный университет, г. Тула, Россия

²Самарский федеральный исследовательский центр Российской академии наук, г. Самара, Россия

³АО «Тулский патронный завод», г. Тула, Россия

Статья поступила в редакцию 07.06.2024

В статье рассматриваются наиболее часто встречающиеся полуфабрикаты, патроны и их элементы, которые подаются в технологическое оборудование патронного производства в ориентированном положении системами автоматической загрузки с механическими дисковыми бункерными загрузочными устройствами. Рассматриваются критерии выбора необходимого типа бункерного загрузочного устройства под заданный предмет в зависимости от его геометрических свойств и требуемой производительности технологического оборудования. Показаны области применения и схемы ориентирования предметов в усовершенствованных конструкциях механических дисковых бункерных загрузочных устройств для широкой номенклатуры предметов как с явной, так и с неявной асимметрией.

Ключевые слова: автоматическая загрузка в патронном производстве, бункерное загрузочно-ориентирующее устройство, критерии выбора ориентирующих устройств, производительность, надежность, ориентирование.

DOI: 10.37313/1990-5378-2024-26-3-110-116

EDN: ITPENF

ВВЕДЕНИЕ

Механические дисковые бункерных загрузочные устройства (БЗУ) широко применяются в патронном производстве для автоматизированной подачи штучных предметов (полуфабрикатов, элементов патронов и самих патронов) в технологическое оборудование для химической и термической обработки, на операции вытяжки, штамповки дна, обжима дульца, обточки, вставки капсуля, к оборудованию для насыпки пороха и вставки пули, а также к оборудованию для осмотра и контроля качества готовых полуфабрикатов или патронов [1]. Учитывая специфику патронного производства, в результате которого массово изготавливаются высокоточные и ответственные изделия, необходимо обеспечить требуемую надежность и высокую производительность систем автоматической загрузки патронов и их элементов в технологическое оборудование [2].

На рис. 1 представлены различные типы указанных предметов тел вращения, имеющих явную или неявную асимметрию по торцам по внешней или внутренней форме, смещению центра масс.

Основными критериями выбора необходимого типа БЗУ среди огромного разнообразия конструкций являются в первую очередь форма загружаемого предмета, его геометрические размеры и их соотношение, расположение координаты центра масс.

Предметы, имеющие форму колпачков, могут ориентироваться в БЗУ крючкового типа, основными рабочими органами которых являются крючки, равномерно расположенные на диске, вращающемся с постоянной угловой скоростью. Производительность крючковых БЗУ регулируется при необходимости повышения или уменьшения производительности путем изменения угловой скорости, а для снижения производительности – путем снятия некоторого количества крючков с диска.

Предметы с явным или неявным смещением центра масс, у которых длина в 1,5 и более раз превышает диаметр, могут ориентироваться в различных модификациях зубчатых или карманчиковых БЗУ с радиально или тангенциально расположенными на наклонном вращающемся диске карманами методами пассивного или активного ориентирования.

Предметы с явным или неявным смещением центра масс, у которых диаметр в 1,5 и бо-

Пантюхина Елена Викторовна, доктор технических наук, доцент, доцент кафедры «Промышленная автоматика и робототехника». E-mail: e.v.pant@mail.ru

Васин Сергей Александрович, доктор технических наук, профессор, профессор-консультант кафедры «Технология машиностроения». E-mail: vasin_sa53@mail.ru

Шевченко Сергей Николаевич, академик РАН, директор. E-mail: samniish@mail.ru

Лукин Сергей Анатольевич, генеральный директор. E-mail: tpz@tulammo.ru

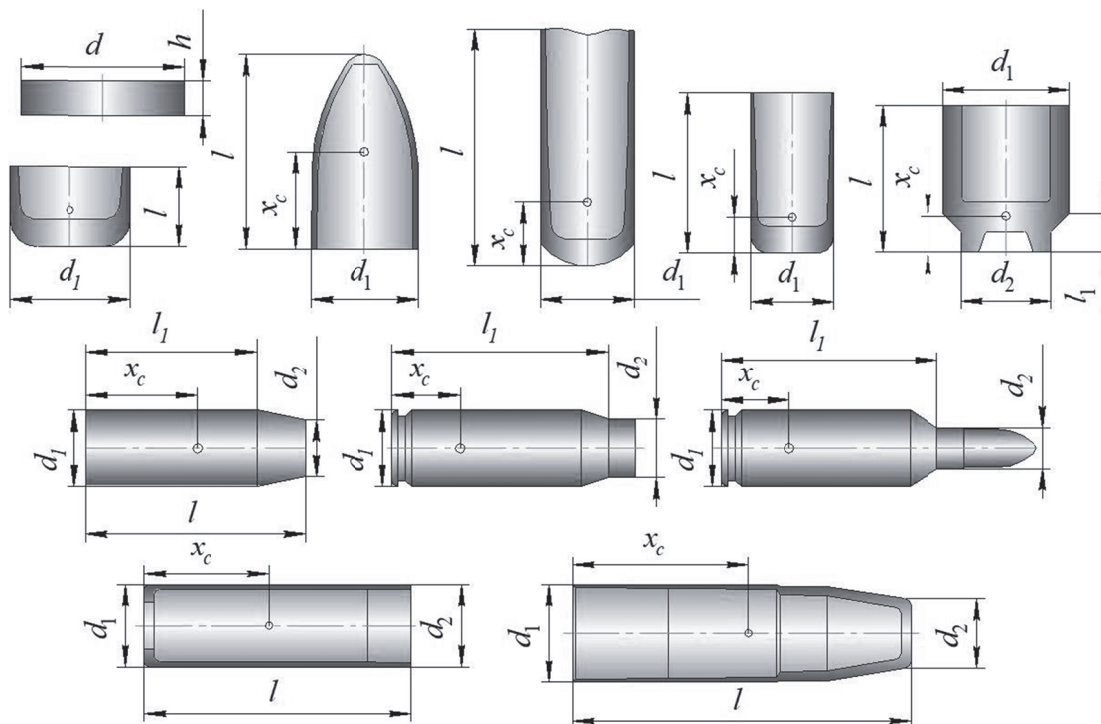


Рис. 1. Некоторые виды предметов, встречающихся в патронном производстве

лее раз меньше длины могут ориентироваться в различных типах вертикальных карманчиковых БЗУ, с различными способами ориентирования [2, 3].

Так как один и тот же предмет может загрузаться различными типами БЗУ, то другим существенным критерием выбора требуемой конструкции БЗУ является его максимально возможная производительность. В работах [2, 3] приведены диапазоны возможных значений производительности широкого типажа механических БЗУ, включая графическую визуализацию влияния на производительность БЗУ окружной скорости органов захвата. Эти значения были получены на основе результатов экспериментальных исследований и наблюдений за работой конкретных БЗУ для конкретных предметов, в том числе и патронного производства. Для оценки фактической производительности различных типов вновь создаваемых механических дисковых БЗУ при проектировании в работах [4, 5] предлагается концепция построения математических моделей производительности.

Другими немаловажными критериями выбора БЗУ является надежность при ориентировании предметов, заключающаяся в выдаче в приемник только ориентированных предметов, и трудоемкость изготовления с минимальными трудозатратами. При этом для оценки надежности функционирования БЗУ при ориентировании предметов разрабатывается комплекс математических моделей, позволяющих оценить условия данного процесса [6].

ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ ДИСКОВЫХ БУНКЕРНЫХ ЗАГРУЗОЧНЫХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ПАТРОННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Рассмотрим новые конструкторские решения последних лет в области механических дисковых БЗУ для различных предметов тел вращения, асимметричных по торцам разработанных с целью повышения производительности и надежности.

В табл. 1 представлены схемы процессов ориентирования в четырех типах усовершенствованных механических БЗУ изначально разработанных для предметов тел вращения с неявной асимметрией, но которые могут использоваться и для предметов с явной асимметрией следующих видов:

I – с радиальными прямоугольными карманами, кольцевым ориентатором и радиальными пазами в виде гребенки (для $l / d_1 = 2,5...5$);

II – с зубьями и кольцевым ориентатором (для $l / d_1 = 2...3$);

III – с тангенциальными карманами и гребенкой (для $l / d_1 = 1,5...3$);

IV – с вертикальным диском и профильными роликами (для $l / d_1 = 0,6...1$).

На схемах следующие обозначения: 1 – стенка бункера; 2 – предмет; 3 – кольцевой ориентатор; 4 – основание; 5 – вращающийся диск; 6 – гребенка; 7 – радиальный паз; 8 – зубья; 9 – копир; 10 – фаски; 11 – ролики [7, 8].

Таблица 1. Области применения усовершенствованных конструкций БЗУ, разработанных для предметов с неявной асимметрией

Тип	Схемы предметов	Схема ориентирования	Тип	Схемы предметов	Схема ориентирования
I			III		
II			IV		

Во всех рассматриваемых усовершенствованных БЗУ реализовано пассивное ориентирование предметов, при котором неправильно захваченные органами захвата предметы выпадают из них под действием собственного веса. Однако, для компенсации потерь производительности, в том числе в связи с переходом в некоторых случаях с активного ориентирования на пассивное, реализован новый принцип конструирования органов захвата: они перестают быть профильными. Органы захвата обеспечивают исключительно захвата предметов, а ориентирующий элемент – их ориентирование. Это позволяет существенно повысить вероятность захвата предметов обработки в усовершенствованных БЗУ путем значительного увеличения их размера по сравнению с традиционными конструкциями БЗУ.

На параметры органов захвата и ориентирования усовершенствованных БЗУ был разработан комплекс конструктивных ограничений, включающий выражения для определения основных конструктивных параметров и диапазоны их оптимальных значений с графической визуализацией в зависимости от типа предмета [9]. Это позволило обеспечить надежное функционирование БЗУ, что подтверждается результатами их экспериментальных исследований.

С помощью предлагаемой концепции были получены математические модели производительности четырех типов БЗУ для различ-

ных предметов с диапазоном их параметров $l/d_1 = 0,6...5$ от различных конструктивных и кинематических параметров БЗУ и для различных соотношений геометрических размеров зажимаемых предметов.

На рис. 2 представлены графики зависимостей производительности усовершенствованных БЗУ от окружной скорости органов захвата и коэффициентов трения между предметами и элементами конструкции БЗУ.

Математическое моделирование производительности всех рассмотренных типов БЗУ показало, что ее максимальные значения находятся в диапазонах от 200 до 225 шт./мин для БЗУ типа I, от 250 до 350 шт./мин для БЗУ типа II, от 300 до 320 шт./мин для БЗУ типа III и от 280 до 310 шт./мин для БЗУ типа IV.

Для полуфабрикатов двухстороннего полугорячего выдавливания с отношением $l/d_1 = 1,1...1,5$ была разработана конструкция усовершенствованного БЗУ с криволинейным копиром [10], схема ориентирования предметов в котором, основанная на наличии у предметов обработки смещения координаты центра масс относительно центра, показана на рис. 3.

В работе [11] представлены разработанные конструктивные ограничения на параметры органов захвата и ориентирования усовершенствованного БЗУ, при котором оно будет надежно функционировать при ориентировании предметов. Были получены зависимости для

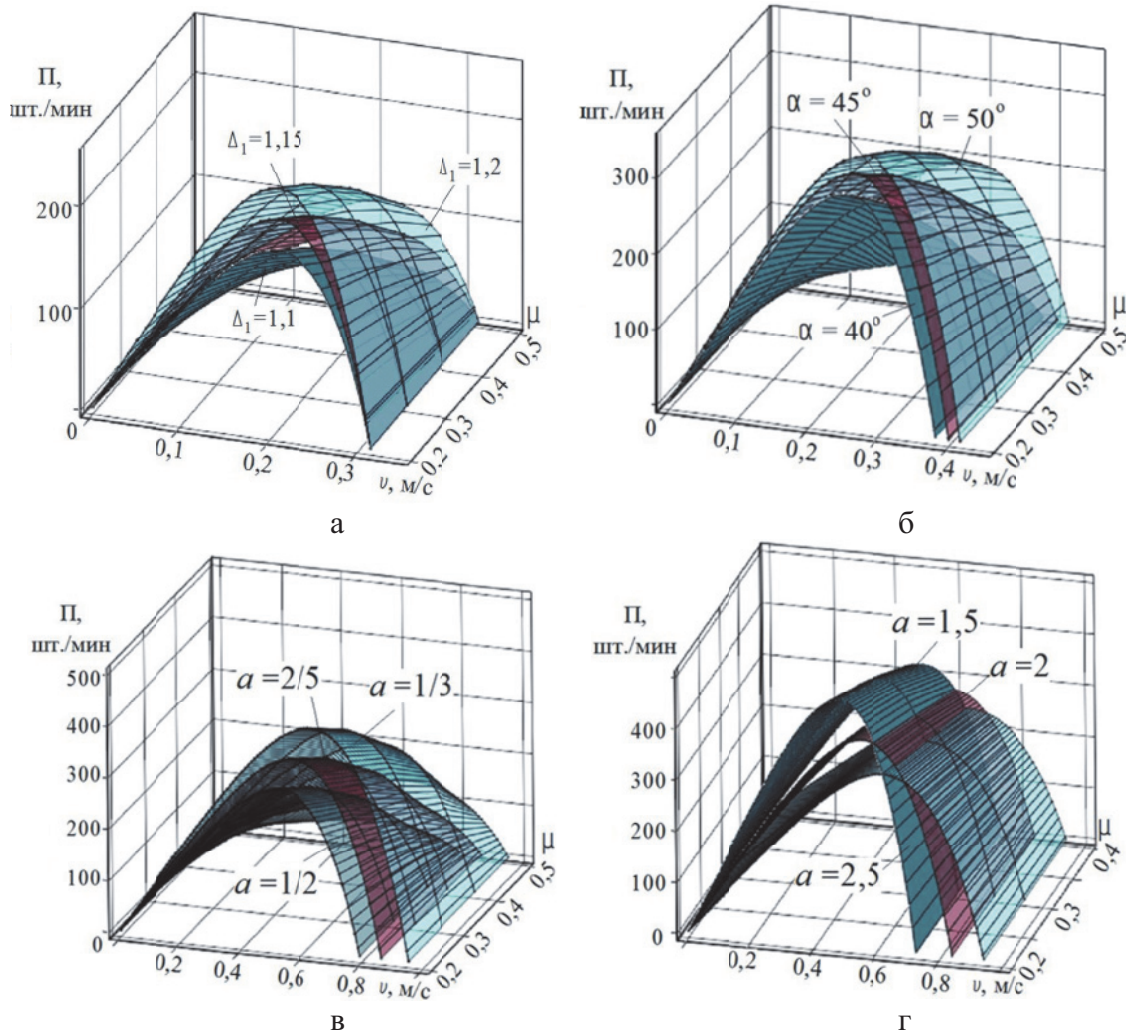


Рис. 2. Трехмерные графики зависимостей производительности от окружной скорости захватывающих органов и коэффициентов трения для БЗУ типов I при различных отношениях Δ_1 ширины кармана к диаметру предмета (а), II при различных значениях угла наклона диска α (б); III (в) и IV (г) при различных отношениях $a = d_1 / l$

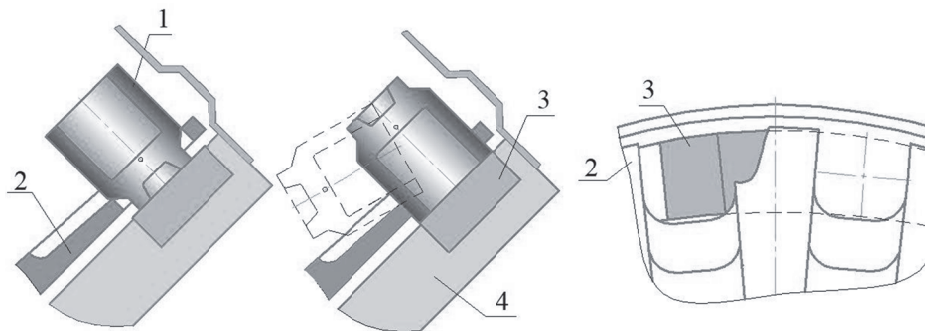


Рис. 3. Схема ориентирования предметов в БЗУ с криволинейным копиром: 1 – предмет; 2 – диск с органами захвата; 3 – криволинейный копир; 4 – основание

определения диапазонов допустимых высот кармана с их дальнейшим графическим представлением. Было получено, что высота кармана в верхней части бункера, где осуществляется ориентирование предметов, при наклоне бункера $\alpha = 45^\circ$ находится в диапазоне 0,3-5 мм, при $\alpha = 50^\circ$ – 1,5...6 мм, при $\alpha = 55^\circ$ – 2,3...7 мм.

Целью дальнейших исследований БЗУ с криволинейным копиром является разработка математических моделей производительности и их теоретическое исследование, что позволит определить те параметры органов захвата, при которых производительность усовершенствованного БЗУ будет максимальной.

На рис. 4 представлена схема усовершенствованного БЗУ типа I – БЗУ с ориентатором, выполненным в виде двух соответствующих профилю асимметричного торца предмета колец соединенных между собой с возможностью регулировки винтами с упругими элементами [12]. БЗУ позволяет путем легкой переналадки ориентировать предметы одной длины, но с разными диаметрами торца. Кроме этого в БЗУ в верхней части установлен копир, который переворачивает неправильно запавшие предметы с целью придания им требуемой ориентации. реализуя активное их ориентирование. Это также позволяет существенно повысить производительность БЗУ, для определения фактических значений которой с учетом активного ориентирования предметов будет использована ранее предложенная концепция [4, 5].

Дальнейшие задачи повышения универсальности БЗУ с целью расширения технических возможностей, снижения сроков изготовления новых БЗУ при переходе на другие типоразмеры предметов, были реализованы в усовершенствованном БЗУ с зубьями и регулируемым ориентатором для загрузки предметов различной длины, преимущественно в форме колпачка со смещением центра масс (рис. 5).

Универсальные усовершенствованные БЗУ с регулируемыми ориентаторами требуют разработки конструктивных ограничений на параметры органов захвата и ориентирования в совокупности с математическими моделями вероятности захвата, что позволит обеспечить наилучшие качественные показатели – производительность и надежность.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проектирование механических дисковых БЗУ для патронов и их элементов, учитывая особенности их функционирования на патронных предприятиях, должно быть направлено на разработку универсальных БЗУ, способных переналаживаться с одного типа предметов на другой, опираться на научно обоснованный подход исследования взаимосвязанного влияния параметров предметов на конструктивные и кинематические параметры БЗУ, а также их совокупного влияния на производительность и надежность функционирования БЗУ, включающий совокупность математических моделей, описывающих данные процессы.

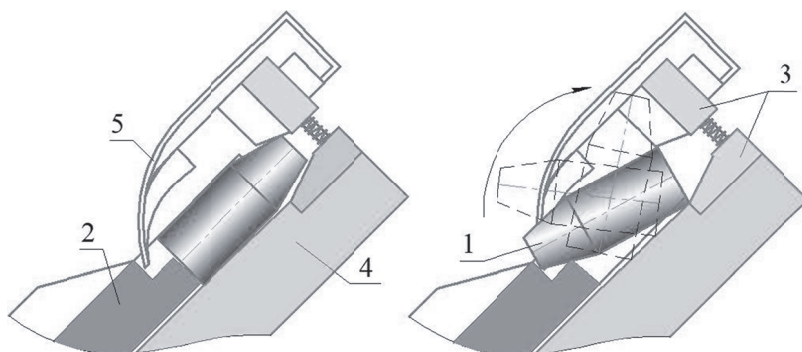


Рис. 4. Схема ориентирования в усовершенствованном БЗУ с регулируемым ориентатором и копиром для переориентирования предметов:

1 – предмет; 2 – диск с органами захвата; 3 – кольца ориентатора; 4 – основание; 5 – копир

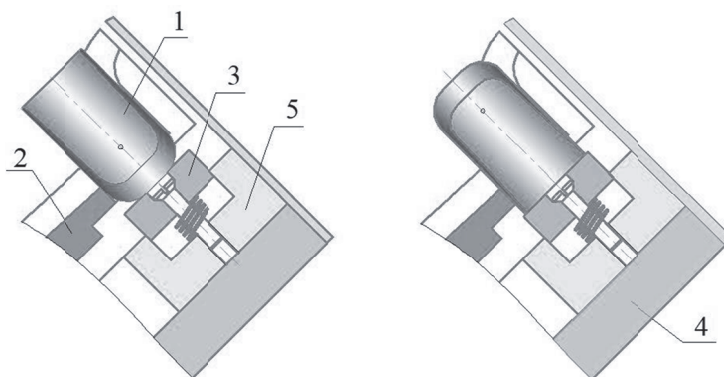


Рис. 5. Схема ориентирования предметов в усовершенствованном БЗУ с зубьями и регулируемым ориентатором:

1 – предмет; 2 – диск с органами захвата; 3 – регулируемый ориентатор; 4 – основание; 5 – кольцо для установки ориентатора

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лукин, С.А. Автоматическая загрузка штучных заготовок в патронном производстве / С.А. Лукин, С.А. Васин // Сборник докладов 60-й Научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава ТулГУ с всероссийским участием: в 2 ч. Ч. 2 [под ред. д-ра техн. наук М.С. Воротилина]. – Тула, 2024. С. 143-148.
2. Прейс, В.Ф. Автоматизация загрузки прессов штучными заготовками / В.Ф. Прейс и др. [под ред. В.Ф. Прейса]. – М.: Машиностроение, 1975. – 280 с.
3. Малов, А.Н. Загрузочные устройства для металлорежущих станков / А.Н. Малов. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1972. – 400 с.
4. Пантюхина, Е.В. Методология комплексного подхода для оценки производительности механических дисковых бункерных загрузочных устройств / Е.В. Пантюхина // Материалы IV Международной научно-технической конференции в г. Омск; науч. ред. П.Д. Балакин. – 2020. – С. 380–388.
5. Васин, С.А. Методика определения вероятности захвата асимметричных деталей формы тел вращения в дисковых бункерных загрузочно-ориентирующих устройствах / С.А. Васин, Е.В. Пантюхина // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. Машиностроение. – 2023. – № 3. – С. 64–88.
6. Пантюхина, Е.В. Обеспечение надежного ориентирования асимметричных деталей формы тел вращения в дисковых бункерных загрузочно-ориентирующих устройствах / Е.В. Пантюхина, С.А. Васин, О.В. Пантюхин // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. – 2024. – Т. 22. – № 1. – С. 132–142.
7. Пантюхина, Е.В. Механические бункерные загрузочные устройства для элементов патронов стрелкового оружия с неявной асимметрией / Е.В. Пантюхина, В.В. Прейс // Инновационные технологии и технические средства специального назначения: тр. XII общероссийской научно-практической конференции: в 3 т. Сер. «Библиотека журнала «ВОЕНМЕХ. Вестник БГТУ». – Санкт-Петербург. – 2020. – С.79–85.
8. Пантюхина, Е.В. Механические дисковые бункерные загрузочные устройства для стержневых деталей с неявно выраженными ключами ориентации / Е.В. Пантюхина, В.В. Прейс, А.В. Хачатурян // Автоматизация и измерения в машиностроении. – 2018. – № 3 (3). – С. 16–25.
9. Васин, С.А. Разработка конструктивных ограничений на параметры усовершенствованных дисковых бункерных загрузочных устройств для деталей с неявной асимметрией / С.А. Васин, Е.В. Пантюхина // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2023. – № 2. – С. 146–154.
10. Патент на полезную модель № 221163 РФ. Бункерное загрузочно-ориентирующее устройство для объемных заготовок с асимметрией по торцам / В.В. Прейс, Е.В. Пантюхина, Э.В. Дьякова. – Заявка № 2023108057 от 30.03.2023; опубл. 23.10.2023, Бюл. № 30.
11. Дьякова, Э.В. Разработка конструктивных ограничений на параметры захватывающих и ориентирующих органов дискового бункерного загрузочного устройства для асимметричных деталей, близких к равномерным / Э.В. Дьякова, Е.В. Пантюхина // Транспортное, горное и строительное машиностроение: наука и производство. – Санкт-Петербург: НИЦ МС. – 2023. – № 20. – С. 125-130.
12. Патент на полезную модель № 220505 РФ. Бункерное загрузочное устройство для цилиндрических заготовок с цилиндрической формой одного из торцов и конической формой другого / В.В. Прейс, Е.В. Пантюхина, И. В. Пузиков. – Заявка № 2023108055 от 30.03.2023; опубл. 18.09.2023, Бюл. № 26.

MECHANICAL DISK HOPPER FEEDERS FOR CARTRIDGES AND THEIR ELEMENTS

© 2024 E.V. Pantyukhina¹, S.A. Vasin¹, S.N. Shevchenko², S.A. Lukin³¹ Tula State University, Tula, Russia² Samara Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Samara, Russia³ Joint Stock Company «Tula Cartridge Plant», Tula, Russia

The article discusses the most common semi-finished products, cartridges and their elements, which are supplied to the technological equipment of cartridge production in an oriented position by automatic feeding systems with mechanical disk bunker feeders. The criteria for selecting the required type of hopper feeding device for a given object are considered, depending on its geometric properties and the required feed rate of the process equipment. Application areas and object orientations are shown in improved designs of mechanical disk hopper feeders for a wide variety of objects with both explicit and implicit asymmetry.

Keywords: automatic feeding in cartridge production, hopper feeding-orienting device, criteria for selection of orienting devices, productivity, reliability, orientation.

DOI: 10.37313/1990-5378-2024-26-3-110-116

EDN: ITPENF

REFERENCES

1. Lukin S.A. Avtomaticheskaya zagruzka shtuchnyh zagotovok v patronnom proizvodstve / S.A. Lukin, S.A. Vasin // Sbornik dokladov 60-j Nauchno-prakticheskoy konferencii professorsko-prepodavatel'skogo sostava TulGU s vserossijskim uchastiem: v 2 ch. CH. 2 / pod red. d-ra tekhn. nauk M.S. Vorotilina. – Tula, 2024. p. 143-148.
2. Prejs, V.F. Avtomatizaciya zagruzki pressov

- shtuchnymi zagotovkami / V.F. Prejs i dr. [pod red. V.F. Prejsa]. – M.: Mashinostroenie, 1975. – 280 p.
3. Malov, A.N. Zagruzochnye ustrojstva dlya metallorazhreshchih stankov / A.N. Malov. 2-e izd., pererab. i dop. – M.: Mashinostroenie, 1972. – 400 s.
 4. Pantyuhina, E.V. Metodologiya kompleksnogo podhoda dlya ocenki proizvoditel'nosti mekhanicheskikh diskovykh bunkernykh zagruzochnykh ustrojstv / E.V. Pantyuhina // Materialy IV Mezhdunarodnoj nauchno-tekhnicheskoy konferencii v g. Omsk; nauch. red. P.D. Balakin. – 2020. – pp. 380–388.
 5. Vasin, S.A. Metodika opredeleniya veroyatnosti zahvata asimmetrichnykh detalej formy tel vrashcheniya v diskovykh bunkernykh zagruzochno-orientiruyushchih ustrojstvakh / S.A. Vasin, E.V. Pantyuhina // Vestnik MGTU im. N.E. Bauman. Ser. Mashinostroenie. – 2023. – № 3. – p. 64–88.
 6. Pantyuhina, E.V. Obespechenie nadezhnogo orientirovaniya asimmetrichnykh detalej formy tel vrashcheniya v diskovykh bunkernykh zagruzochno-orientiruyushchih ustrojstvakh / E.V. Pantyuhina, S.A. Vasin, O.V. Pantyuhin // Vestnik Magnitogorskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta im. G.I. Nosova. – 2024. – T. 22. – №1. – p. 132–142.
 7. Pantyuhina, E.V. Mekhanicheskie bunkernye zagruzochnye ustrojstva dlya elementov patronov strelkovogo oruzhiya s neyavnoj asimmetriey / E.V. Pantyuhina, V.V. Prejs // Innovacionnye tekhnologii i tekhnicheskie sredstva special'nogo naznacheniya: tr. XII obshcherossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferencii: v 3 t. Ser. «Biblioteka zhurnala «VOENMEKH. Vestnik BGTU». – Sankt-Peterburg. – 2020. – p.79–85.
 8. Pantyuhina, E.V. Mekhanicheskie diskovye bunkernye zagruzochnye ustrojstva dlya sterzhnevyykh detalej s neyavno vyrazhennymi klyuchami orientacii / E.V. Pantyuhina, V.V. Prejs, A.V. Hachaturyan // Avtomatizatsiya i izmereniya v mashinopriborostroenii. – 2018. – № 3 (3). – p. 16–25.
 9. Vasin, S.A. Razrabotka konstruktivnykh ogranicenij na parametry usovershenstvovannykh diskovykh bunkernykh zagruzochnykh ustrojstv dlya detalej s neyavnoj asimmetriey / S.A. Vasin, E.V. Pantyuhina // Vestnik Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putej soobshcheniya. – 2023. – № 2. – pp. 146–154.
 10. Patent na poleznuyu model' № 221163 RF. Bunkernoe zagruzochno-orientiruyushchee ustrojstvo dlya ob'emnykh zagotovok s asimmetriey po torcam / V.V. Prejs, E.V. Pantyuhina, E. V. D'yakova. – Zayavka № 2023108057 30.03.2023; publ. 23.10.2023, Byul. № 30.
 11. D'yakova, E.V. Razrabotka konstruktivnykh ogranicenij na parametry zahvatyvayushchih i orientiruyushchih organov diskovogo bunkernogo zagruzochnogo ustrojstva dlya asimmetrichnykh detalej, blizkih k ravnorazmernym / E.V. D'yakova, E.V. Pantyuhina // Transportnoe, gornoe i stroitel'noe mashinostroenie: nauka i proizvodstvo. – Sankt-Peterburg: NIC MS. – 2023. – № 20. – pp. 125–130.
 12. Patent na poleznuyu model' № 220505 RF. Bunkernoe zagruzochnoe ustrojstvo dlya cilindricheskikh zagotovok s cilindricheskoy formoj odnogo iz torcov i konicheskoy formoj drugogo / V.V. Prejs, E.V. Pantyuhina, I. V. Puzikov. – Zayavka № 2023108055 ot 30.03.2023; publ. 18.09.2023, Byul. № 26.

Elena Pantyukhina, Doctor of Technical, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Industrial Automation and Robotics. E-mail: e.v.pant@mail.ru

Sergey Vasin, Doctor of Technical, Professor, Professor-Consultant of the Department of Engineering Technology. E-mail: vasin_sa53@mail.ru

Sergey Shevchenko, Academician of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Agricultural, Director.

E-mail: samniish@mail.ru

Sergey Lukin, General Director. E-mail: tpz@tulammo.ru