

ВОПРОСЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЗАХВАТА И ОРИЕНТИРОВАНИЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ С НЕЯВНОЙ АСИММЕТРИЕЙ В УНИВЕРСАЛЬНОМ БУНКЕРНОМ ЗАГРУЗОЧНОМ УСТРОЙСТВЕ С РАДИАЛЬНЫМИ КАРМАНАМИ И АКТИВНЫМ ОРИЕНТИРОВАНИЕМ

© 2025 И.В. Пузиков¹, Е.В. Пантюхина¹, А.Л. Бахно², С.А. Васин¹

¹ Тульский государственный университет, г. Тула, Россия

² ПАО «Императорский Тульский оружейный завод», Тула, Россия

Статья поступила в редакцию 05.10.2025

В статье рассматривается универсальное бункерное загрузочное устройство для цилиндрических многокомпонентных изделий с неявной асимметрией. Описаны конструкция и параметры захватывающих и ориентирующих органов универсального бункерного загрузочного устройства с радиальными карманами, включающими регулируемый кольцевой ориентатор, и активным ориентированием с помощью копира, расположенного в верхней части бункера устройства. Проведен анализ влияния формы и размеров цилиндрических многокомпонентных изделий на параметры захватывающих и ориентирующих органов универсального бункерного загрузочного устройства, даны рекомендации по их выбору для обеспечения надежного и стабильного функционирования. Описаны условия, при которых универсальное бункерное загрузочное устройство будет обеспечивать наибольшую производительность при захвате многокомпонентных изделий с неявной и явной асимметрией. **Ключевые слова:** универсальное бункерное загрузочное устройство, цилиндрические многокомпонентные изделия, асимметричные цилиндрические изделия.

DOI: 10.37313/1990-5378-2025-27-5-123-127

EDN: NSWPDZ

ВВЕДЕНИЕ

Среди продукции для гражданского применения широко представлены цилиндрические многокомпонентные асимметричные изделия формы тел вращения (далее – изделия), которые состоят из различных материалов, имеют полное или частичное покрытие защитными составами. К таким изделиям можно отнести спортивно-охотничьи, холостые, монтажные патроны и др., у которых основным признаком асимметрии является смещение центра масс. По форме изделия встречаются как с неявной, так и с явной асимметрией формы торцов (рис. 1).

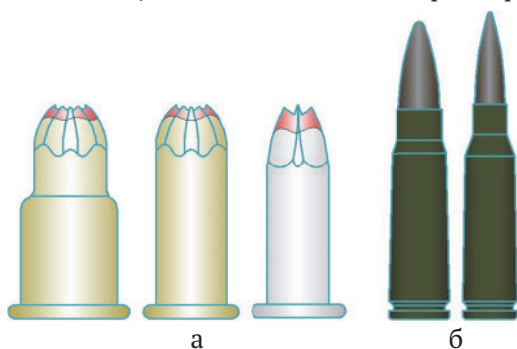


Рис. 1. Многокомпонентные изделия с неявной асимметрией по центру масс:

а – монтажные патроны с неявной асимметрией формы (три вида);

б – спортивно-охотничьи патроны с явной асимметрией формы

На различных технологических этапах массового производства этих изделий для непрерывной поштучной их подачи к рабочим органам технологических машин в ориентированном виде используют дисковые бункерные загрузочные устройства (БЗУ). Например, на завершающих этапах производства монтажных патронов готовое изделие требуется поместить в пластиковую ленту или дисковый барабан, в необходимом положении.

Современные высокопроизводительные автоматические машины имеют возможность переналадки для производства в рамках одной технологической линии, новых видов изделий или изделий, отличающихся диаметрами цилиндрической части на 20-30%. Однако, для каждого из них требуется или разработка новых

Пузиков Иван Валерьевич, аспирант. E-mail: zalesniyr@gmail.com

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

Бахно Александр Львович, кандидат технических наук, первый заместитель генерального директора. E-mail: Bahno.al@tulatoz.ru

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

захватывающих и ориентирующих органов БЗУ, или полностью нового устройства с определенными параметрами органов захвата и ориентирования в зависимости от размеров изделий. Помимо этого распространенные конструкции БЗУ для изделий с неявной асимметрией используют пассивный способ ориентирования, который не позволяет получить потенциально большую производительность [1-2]. Проектирование такого количества БЗУ требует существенных капиталовложений [3]. Поэтому целесообразными становятся разработка и внедрение в производства универсальных БЗУ с активным способом ориентирования, параметры которых, путем регулировки, могут подстраиваться под необходимые параметры изделий в некоторых пределах.

ОПИСАНИЕ УНИВЕРСАЛЬНОГО БУНКЕРНОГО ЗАГРУЗОЧНОГО УСТРОЙСТВА С РАДИАЛЬНЫМИ КАРМАНАМИ И АКТИВНЫМ ОРИЕНТИРОВАНИЕМ ДЛЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ С НЕЯВНОЙ АСИММЕТРИЕЙ

Универсальное БЗУ состоит из бункера, основания, вращающегося диска с органами захвата, регулируемого кольцевого ориентатора с профильной проточкой в поперечном сечении, профильных карманов, образованных сквозными пазами диска и профильной проточкой кольцевого ориентатора и криволинейного копира, расположенного в верхней части бункера и частично утопленный в кольцевой паз диска [4].

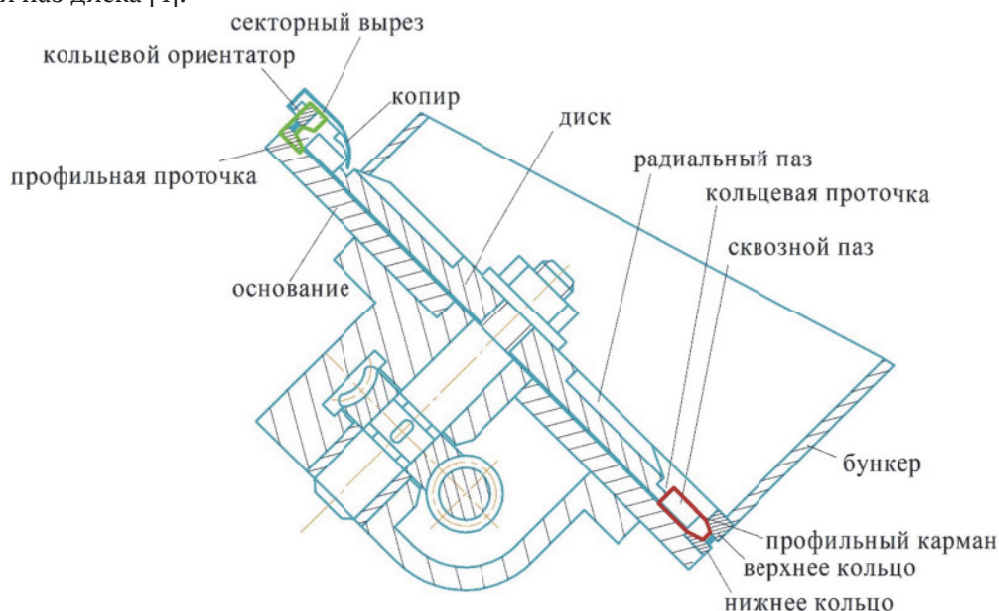


Рис. 2. Универсальное БЗУ с радиальными карманами и активным ориентированием для цилиндрических изделий с неявной асимметрией центра масс

Засыпанные в бункер изделия лежат на поверхности диска, при вращении которого, они начинают перемешиваться, меняя свою ориентацию в пространстве, с некоторой вероятностью проникают в радиальные пазы и затем движутся в сторону профильных карманов. При движении асимметричным торцом вперед изделия беспрепятственно западают в профильный карман и при дальнейшем вращении диска выпадают в выдающий лоток (на рис. не показан), в ином случае изделие частично западает в профильный карман, занимая благоприятное положение для переориентирования: второй торец упирается, а верхнюю часть профильной проточки, а асимметричным торцом опирается на край паза. При дальнейшем вращении диска деталь подхватывается криволинейным копиром, переворачивается и в правильной ориентации снова попадает в профильный карман, через секторный вырез в верхней части кольцевого ориентатора.

Таким образом обеспечивается требуемая ориентация в пространстве каждого захваченного изделия.

АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ ЗАХВАТА И ОРИЕНТИРОВАНИЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ С АСИММЕТРИЕЙ УНИВЕРСАЛЬНЫМ БУНКЕРНЫМ ЗАГРУЗОЧНЫМ УСТРОЙСТВОМ

Захватывающие органы представляют собой равномерно расположенные по окружности диска радиальные пазы, переходящие в сквозные прямоугольные карманы с открытыми торцами. За ориентирование отвечает два элемента конструкции универсального БЗУ: криволинейный копир и регулируемый кольцевой ориентатор.

Регулируемый кольцевой ориентатор разделен в продольной плоскости на нижнее и верхнее кольцо, скреплены таким образом, чтобы была возможность регулирования высоты кольцевого паза в поперечном сечении.

Обеспечение стабильной и бесперебойной работы БЗУ в первую очередь достигается благодаря оптимальному подбору конструктивных параметров захватывающих и ориентирующих органов. В работах [5-10] приведена теория подбора этих параметров и описаны факторы, оказывающие влияние на работоспособность устройства для одной конкретной детали, имеющей постоянные геометрические параметры.

Концепция универсального БЗУ предлагает возможность переналадки устройства для ориентирования и загрузки изделий, отличающихся диаметром цилиндрических частей на 20-30% в пределах размерного ряда. Также такие изделия, как правило, имеют незначительные отличия длины и уникальные особенности формы, что вносит новые переменные в подбор оптимальных параметров захватывающих и ориентирующих органов. Рассмотрим несколько примеров.

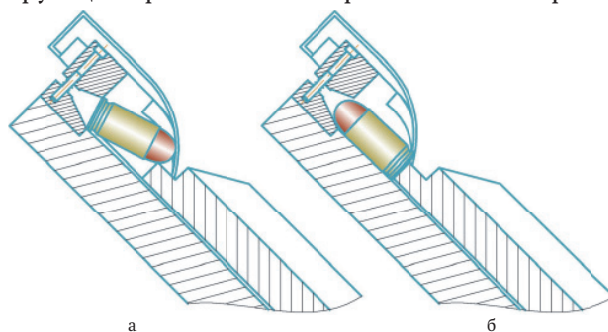


Рис. 3. Пример неправильного подбора параметров копира для изделий с неявной асимметрией формы:
а – отсутствие подхвата изделия для переориентирования;
б – столкновение копира с полностью запавшим изделием

Во-первых, неправильно запавшие изделия с неявной асимметрией формы могут занимать такое положение в кармане, при котором копир не сможет подхватить его для переворота (см. рис. 3, а). Изменение вылета копира приведет к столкновению с полностью запавшими изделиями (рис. 3, б), а изменение формы копира – к отсутствию (невозможности) переориентирования.

Во-вторых, основным параметром, влияющим на производительность БЗУ, является вероятность проникновения изделий в захватывающие органы. Для повышения этой вероятности в классических (не универсальных) конструкциях БЗУ необходимо выбирать максимально широкий зазор между пазом кармана и изделием. В случае универсального БЗУ при загрузке изделий с явной асимметрией формы существует высокий риск частичного западания при захвате второго изделия, расклинившего уже находящееся в пазу изделие и мешающего свободному движению изделия в сторону профильных карманов (рис. 4, а).

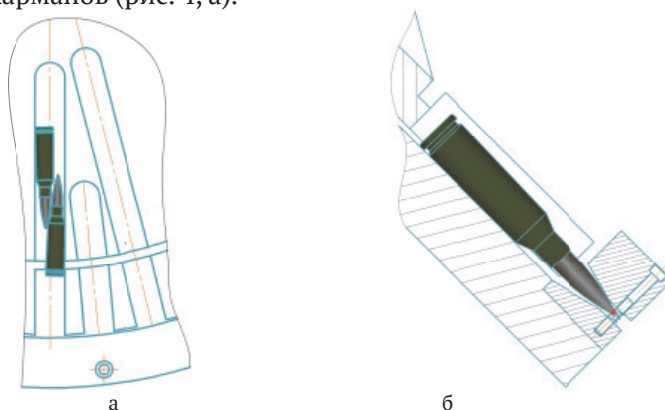


Рис. 4. Пример неправильного подбора параметров копира для изделий с явной асимметрией (патрон спортивно-охотничий):
а – два изделия запали в паз; б – изделие проникло в зазор кольцевого ориентатора

В-третьих, изделия с явной асимметрией формы, имеющие или большое отличие значений диаметров торцов, или длинную остроконечную форму асимметричного торца, могут частично проникать в зазор между колец (рис. 4, б), при вращении цеплять за крепежные элементы и, тем самым нарушать и процесс захвата, и процесс ориентирования.

В-четвертых, чем длиннее изделие, тем большую разность длин и отличия формы между однотипными изделиями позволяют компенсировать регулировки, реализуемые в конструкции универсального БЗУ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, на производительность и стабильность работы универсального БЗУ оказывают влияние огромное количество факторов, большая часть которых оцениваются при разработке конструктивных ограничений на параметры захватывающих и ориентирующих органов БЗУ. Однако, некоторые параметры, которые зависят от конфигурации формы изделия, могут быть ключевыми в вопросе работоспособности БЗУ с конкретными типами изделий, признаками явности или неявности асимметрии формы и т.д. Такие параметры должны стать новыми переменными в концепции разработки диапазонов оптимальных значений параметров рабочих органов универсального БЗУ и математических моделей вероятности захвата и производительности, и в дальнейшем подтверждены теоретическими и экспериментальными исследованиями.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Пантюхина, Е.В.* Сравнительный анализ производительности механических дисковых бункерных загрузочных устройств при активном и пассивном способах ориентирования асимметричных деталей / Е.В. Пантюхина, И.В. Пузиков // В сборнике: Механика, оборудование, материалы и технологии. Электронный сборник научных статей по материалам шестой международной научно-практической конференции. – Краснодар, 2024. – С. 157–165.
2. *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.
3. *Клентак, А.С.* Техничко-экономический анализ автоматической загрузки универсальными дисковыми бункерными загрузочно-ориентирующими устройствами изделий патронного производства/ А.С. Клентак, Е.В. Пантюхина, И.В. Пузиков // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2024. – Вып. 10. – С. 9–13.
4. Пат. RU 220505 U1 Российская Федерация. МПК B23Q 7/02. 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 – № 2023108055; заявл. 30.03.2023; опубл. 18.09.2023. – Бюл. № 26.
5. *Пантюхина, Е.В.* Факторы, влияющие на производительность механических дисковых бункерных загрузочно-ориентирующих устройств / Пантюхина Е.В., Васин С.А., Шевченко С.Н., Борисов А.А. // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2024. – Т. 26. № 3 (119). – С. 99–104.
6. *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.
7. *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.
8. *Лукин, С.А.* Разработка и математическое моделирование конструктивных ограничений на органы захвата и ориентирования бункерного загрузочного устройства с зубьями и регулируемым ориентатором / С.А. Лукин, Е.В. Пантюхина // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2024. – № 7. – С. 98–103.
9. *Пантюхина, Е.В.* Варианты расчета вероятности отсутствия помех от взаимосцепляемости деталей при захвате / Е.В. Пантюхина, И.В. Пузиков // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2022. – № 8. – С. 348–352.
10. *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 (90). – С. 146–154.

ISSUES OF ENSURING GRIPPING AND ORIENTATION OF CYLINDRICAL PRODUCTS WITH IMPLICIT ASYMMETRY IN A UNIVERSAL HOPPER FEEDER WITH RADIAL POCKETS AND ACTIVE ORIENTATION

© 2025 I.V. Puzikov¹, E.V. Pantyukhina¹, A.L. Bakhno², S.A. Vasin¹

¹ Tula State University, Tula, Russia

² PJSC "Imperial Tula Arms Plant", Tula, Russia

The article discusses a universal hopper feeder for cylindrical multicomponent products with implicit asymmetry. Described are design and parameters of gripping and orienting members of universal hopper feeding device with radial pockets including adjustable circular orientator and active orientation by means of cam located in upper part of device hopper. The effect of the shape and dimensions of cylindrical multicomponent products on the parameters of the gripping and orienting organs of the universal bunker feeder was analyzed, recommendations were given for their selection to ensure reliable and stable functioning. Described are conditions under which a universal hopper feeding device will provide the highest feed rate when gripping multicomponent products with implicit and explicit asymmetry.

Keywords: universal hopper feeding device, cylindrical multicomponent products, asymmetric cylindrical products.

DOI: 10.37313/1990-5378-2025-27-5-123-127

EDN: NSWPDZ

REFERENCES

1. *Pantyukhina, E.V.* Sravnitel'nyj analiz proizvoditel'nosti mekhanicheskikh diskovykh bunkernykh zagruzochnykh ustroystv pri aktivnom i passivnom sposobah orientirovaniya asimmetrichnykh detalej / E.V. Pantyukhina, I.V. Puzikov // V sbornike: Mekhanika, oborudovanie, materialy i tehnologii. Elektronnyj sbornik nauchnykh statej po materialam shestoj mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. – Krasnodar, 2024. – pp. 157–165.
2. *Pantyukhina, E.V.* Mekhanicheskie bunkernye zagruzochnye ustrojstva dlya elementov patronov strelkovogo oruzhiya s nejavnoj asimmetriey / E.V. Pantyukhina, V.V. Prejs // Innovacionnye tehnologii i tehnicheckie sredstva spetsial'nogo naznacheniya: tr. XII obshcherossiyskoj nauchno-prakticheskoy konferencii: v 3 t. Ser. «Biblioteka zhurnala «Voenmeh. Vestnik BGTU». – Sankt-Peterburg. – 2020. – pp.79–85.
3. *Klentak, A.S.* Tekhniko-ekonomicheskij analiz avtomaticheskoy zagruzki universal'nymi diskovymi bunkernymi zagruzochno-orientiruyushchimi ustrojstvami izdelij patronnogo proizvodstva/ A.S. Klentak, E.V., Pantyukhina, I.V.Puzikov // Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Tekhnicheskie nauki. 2024. Vyp. 10. – pp. 9–13.
4. Pat. RU 220505 U1 Rossiyskaya Federaciya. MPK B23Q 7/02. Bunkernoe zagruzochnoe ustrojstvo dlya tsilindricheskikh zagotovok s tsilindricheskoy formoj odnogo iz torcov i konicheskoy formoj drugogo/ V.V. Prejs, E. V. Pantyukhina, I. V. Puzikov – № 2023108055; yayavl. 30.03.2023; opubl. 18.09.2023. – Byul. № 26.
5. *Pantyukhina, E.V.* Faktory, vliyayushchie na proizvoditel'nost' mekhanicheskikh diskovykh bunkernykh zagruzochno-orientiruyushchih ustroystv / Pantyukhina E.V., Vasin S.A., Shevchenko S.N., Borisov A.A. // Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra Rossiyskoj akademii nauk. 2024. T. 26. № 3 (119). pp. 99–104.
6. *Pantyukhina, E.V.* Metodologiya kompleksnogo podhoda dlya ocenki proizvoditel'nosti mekhanicheskikh diskovykh bunkernykh zagruzochnykh ustroystv / E.V. Pantyukhina // Materialy IV Mezhdunarodnoj nauchno-tehnicheskoy konferencii v g. Omsk; nauch. red. P.D. Balakin. – 2020. – pp. 380–388.
7. *Vasin, S.A.* Metodika opredeleniya veroyatnosti zahvata asimmetrichnykh detalej formy tel vrascheniya v diskovykh bunkernykh zagruzochno-orientiruyushchih ustrojstvakh / S.A. Vasin, E.V. Pantyukhina // Vestnik MGTU im. N.E. Bauman. Ser. Mashinostroenie. – 2023. – № 3. – pp. 64–88.
8. *Lukin, S.A.* Razrabotka i matematicheskoe modelirovanie konstruktivny`x ogranichenij na organy` zahvata i orientirovaniya bunkernogo zagruzochnogo ustrojstva s zub`yami i reguliruemym orientatorom / S.A. Lukin, E.V. Pantyukhina // Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Texnicheckie nauki. – 2024. – № 7. – pp. 98–103.
9. *Pantyukhina, E.V.* Varianty rascheta veroyatnosti otsutstviya pomeh ot vzaimocceplyaemosti detalej pri zahvate / E.V. Pantyukhina, I.V. Puzikov // Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Tekhnicheskie nauki. – 2022. – № 8. – pp. 348–352.
10. *Vasin, S.A.* Razrabotka konstruktivny`x ogranichenij na parametry` usovershenstvovanny`x diskovy`x bunkerny`x zagruzochny`x ustroystv dlya detalej s nejavnoj asimmetriey / S.A. Vasin, E.V. Pantyukhina // Vestnik Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putej soobshheniya. – 2023. – № 2 (90). – pp. 146–154.

Ivan Puzikov, Graduate Student. E-mail: zalesniyr@gmail.com

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

Alexander Bakhno, Candidate of Technical Sciences, First Deputy General Director. E-mail: Bahno.al@tulatoz.ru

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