

РАЗРАБОТКА ОГРАНИЧЕНИЙ НА ПАРАМЕТРЫ ОРГАНОВ ЗАХВАТА И ОРИЕНТИРОВАНИЯ УСОВЕРШЕНСТВОВАННОГО УНИВЕРСАЛЬНОГО БУНКЕРНОГО ЗАГРУЗОЧНО-ОРИЕНТИРУЮЩЕГО УСТРОЙСТВА С НАКЛОННЫМ ДИСКОМ И ТАНГЕНЦИАЛЬНЫМИ КАРМАНАМИ ДЛЯ СТЕРЖНЕВЫХ СТУПЕНЧАТЫХ ЗАГОТОВОК

© 2025 С.А. Васин¹, Е.В. Пантюхина¹, А.А. Борисов², А.А. Маликов¹

¹ Тульский государственный университет, г. Тула, Россия

² ФГБУ «3 ЦНИИ» Минобороны России, г. Москва, Россия

Статья поступила в редакцию 15.06.2025

В статье приводится описание разработанной усовершенствованной конструкции механического универсального бункерного загрузочно-ориентирующего устройства с наклонным вращающимся диском и тангенциально расположенными органами захвата для стержневых цилиндрических и сложной формы ступенчатых заготовок. Рассмотрены необходимые условия правильной работоспособности универсального бункерного загрузочно-ориентирующего устройства при возможных способах западания заготовок в тангенциальный карман. Представлены разработанные диапазоны конструктивных параметров тангенциальных карманов, при которых будет обеспечиваться стабильная работоспособность усовершенствованного устройства, при соблюдении которых будет отсутствовать возможность западания в тангенциальный карман нескольких заготовок как боковой поверхностью по длине кармана, так и в положении стоя. Полученные математические зависимости в виде диапазонов параметров органов захвата и ориентирования определяют условия надежного функционирования усовершенствованного универсального бункерного загрузочно-ориентирующего устройства. *Ключевые слова:* универсальное бункерное загрузочно-ориентирующее устройство с тангенциальными карманами, органы захвата и ориентирования заготовок, стержневые ступенчатые заготовки, вероятность захвата, ориентирование заготовок.

DOI: 10.37313/1990-5378-2025-27-3-163-170

EDN: RUFLAA

ВВЕДЕНИЕ

Во многих технологических процессах массовых производств возникает необходимость ориентирования штучных изделий небольших размеров различных форм (деталей, заготовок, предметов обработки, полуфабрикатов и др.) с целью их автоматической подачи в требуемом упорядоченном положении к рабочим органам оборудования [1, 2]. Между различными технологическими переходами потребность ориентированной подачи полученного после каждой операции полуфабриката к следующему оборудованию может быть многократной. Так, например, в патронном производстве постоянно, на протяжении всего технологического процесса, возникает необходимость ориентирования различных по формам и размерам предметов перед подачей на следующую операцию, в связи с чем возникает необходимость разработки систем автоматической загрузки такими предметами современного оборудования, выполняющего различные операции технологического процесса с высокой производительностью свыше 200 шт./мин [3]. Преимущественно в патронном производстве, широко распространены стержневые ступенчатые заготовки. В рамках одного производства могут встречаться различные типы ступенчатых заготовок, не существенно отличающиеся по своим основным размерам, и для каждого из них требуется разработка бункерного загрузочно-ориентирующего устройства (БЗУ) с определенными параметрами органов захвата и ориентирования в зависимости от размеров заготовки. Проектирование такого количества БЗУ неоправданно из-за существенных затрат [4]. Поэтому становятся целесообразными разработка и внедрение в производства универсальных БЗУ, параметры которых путем регулировки могут подстраиваться под заготовки с различными геометрическими размерами широкой номенклатуры [5]. Такие БЗУ должны, стабильно функционировать и обеспечивать высокую производительность при загрузке современного оборудования автоматизированных производств, что требует разработки конструктивных и геометрических ограничений на параметры органов захвата и ориентирования [6–10].

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

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

Борисов Александр Александрович, начальник лаборатории. E-mail: boris912@mail.ru

Маликов Андрей Андреевич, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Технология машиностроения». E-mail: tppizi@yandex.ru

ОПИСАНИЕ КОНСТРУКЦИИ И ПРИНЦИП ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ УСОВЕРШЕНСТВОВАННОГО УНИВЕРСАЛЬНОГО БУНКЕРНОГО ЗАГРУЗОЧНО-ОРИЕНТИРУЮЩЕГО УСТРОЙСТВА

Для стержневых ступенчатых заготовок было предложено универсальное БЗУ с наклонным диском и тангенциально расположенными органами захвата. Усовершенствованное БЗУ с регулировкой и его основные конструктивные элементы, выполняющие все функции по захвату и ориентированию стержневых ступенчатых заготовок, представлены на рис. 1.

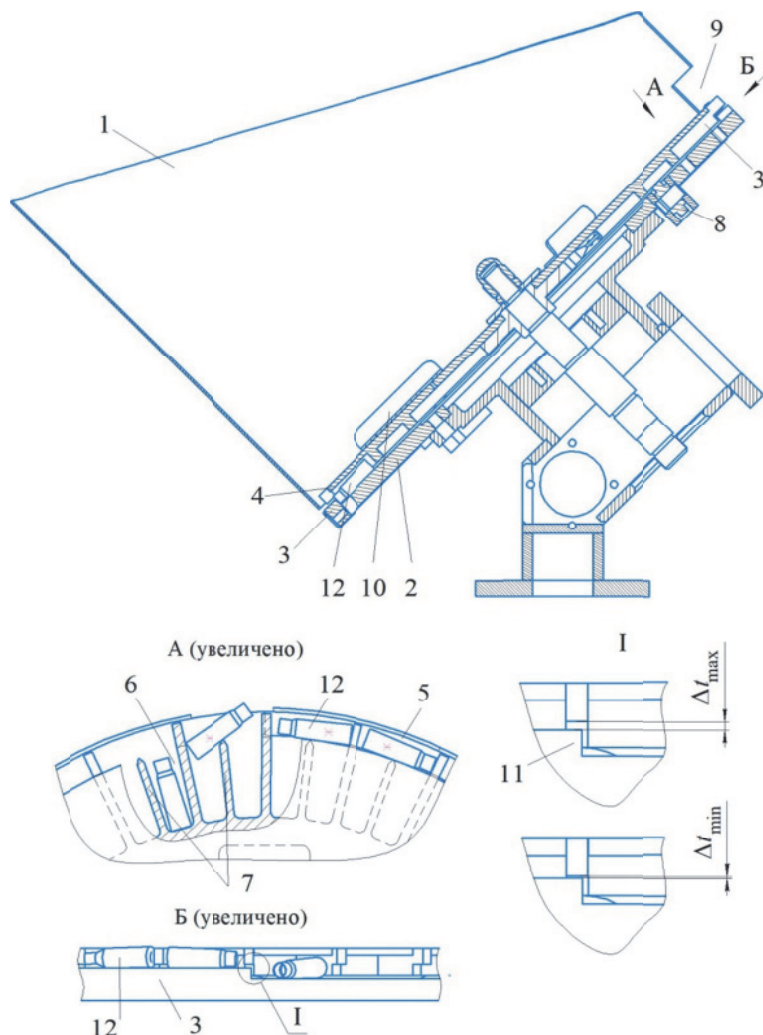


Рис. 1. Усовершенствованное БЗУ с тангенциальными карманами и схемы его функционирования, в том числе при регулировке:

- 1 – бункер; 2 – нижний неподвижный диск; 3 – буртик; 4 – вращающийся диск;
- 5 – тангенциальные карманы; 6 – внутренние карманы; 7 – ножевые опоры;
- 8 – опорные ролики; 9 – окно; 10 – лопатки; 11 – ступенька; 12 – заготовка

БЗУ включает наклонный бункер 1, нижний неподвижный диск 2 с буртиком 3. В бункере есть вращающийся диск 4 с тангенциальными карманами 5 по окружности и внутренними радиально расположенными карманами 6 с ножевыми опорами 7. Вращающийся диск 4 лежит на регулируемых опорных роликах 8, установленных на наружной поверхности нижнего неподвижного диска 2. В верхней части бункера вырезано окно 9. На наружной поверхности вращающегося расположены лопатки 10 для ворошения заготовок. На некотором удалении от верхней части бункера находится ступенька 11, образованная буртиком 3 и нижним неподвижным диском 2. Усовершенствованное регулируемое БЗУ работает следующим образом. Заготовки, засыпанные в бункер 1 на поверхность вращающегося диска 4, ворошатся лопатками 10, западают в нижнее положение вращающегося диска 4 в тангенциальные карманы 5 и при вращении диска перемещаются в верхнюю часть бункера 1, скользя по буртику 3, сваливаются со ступеньки 11 и, благодаря тому, что центр тяжести ее смещен относительно середины, западают опрокидываясь требуемым торцом в один из радиально расположенных внутренних карманов 6 или, если этого не происходит, попадают на ножевые опоры 7 и уже в верхней части бункера 1 заготовка 12 опрокидывается на опоре и западает в один из

внутренних карманов 6. Для того чтобы заготовки могли легко поворачиваться, в зоне ориентации в стенке бункера 1 сделано окно 9. При следующем обороте вращающегося диска 4 ориентированная заготовка через вырез (на рис. не показан), который выполнен в нижнем неподвижном диске 2, выкатывается в выдающий лоток (на рис. не показан).

УСЛОВИЯ НАДЕЖНОГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ УСОВЕРШЕНСТВОВАННОГО БУНКЕРНОГО ЗАГРУЗОЧНО-ОРИЕНТИРУЮЩЕГО УСТРОЙСТВА И РАЗРАБОТКА ОГРАНИЧЕНИЙ НА ОРГАНЫ ЗАХВАТА И ОРИЕНТИРОВАНИЯ

При конструировании органов тангенциальных карманов, осуществляющих захват и предварительное упорядочивание ступенчатых заготовок, и ориентирующих органов, начинающихся в зоне расположения ступеньки буртика и включающих ножевую опору во внутренних радиальных карманах, расположенных под вращающимся диском усовершенствованного БЗУ, необходимо для его стабильной работы определить диапазоны параметров органов захвата и ориентирования [11].

Первым необходимым условием правильной работоспособности усовершенствованного универсального БЗУ с наклонным диском и тангенциальными карманами является отсутствие возможного западания в тангенциальный карман нескольких заготовок. При этом западание второй заготовки может быть осуществлено несколькими возможными способами.

Во-первых, в тангенциальном направлении по отношению к карману, когда одна заготовка своей боковой поверхностью лежит на другой заготовке и вместе с ней движется в верхнюю часть бункера, где должно осуществляться переориентирование заготовок (рис. 2). Однако в данном случае процесс переориентирования нарушается, так как в радиальные карманы между ножевой опорой свалятся сразу две заготовки. При этом они могут быть не правильно сориентированы.

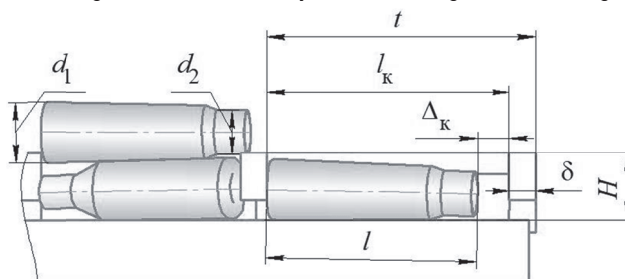


Рис. 2. Расчетная схема ограничений по высоте H тангенциального кармана БЗУ

Для того чтобы этого избежать необходимо, чтобы высота кармана для ступенчатых заготовок была выбрана в диапазоне:

$$0,8d_1 \leq H \leq d_1 + \frac{d_1 - d_2}{2}. \quad (1)$$

Выбор параметра H в данном диапазоне позволит исключить сопровождение двух единиц в одной ячейке, которое может привести к сваливанию в карман одновременно двух заготовок, в том числе в не сориентированных положениях. В разработанном универсальном БЗУ регулировка высоты H возможна благодаря опорным роликам.

Во-вторых, в тангенциальный карман при некорректно подобранном значении зазоров Δ_k По длине кармана ($l_k = l + \Delta_k$) и Δ по ширине кармана ($B = d_1 + \Delta$), представленных на рис. 3, заготовка может запасть одним из своих торцов, как меньшим, так и большим из диаметров (стоя) и, тем самым, нарушить процесс ориентирования на ножевых опорах в верхней части бункера, оказавшись в радиальном кармане не тяжелым, а легким своим торцом.

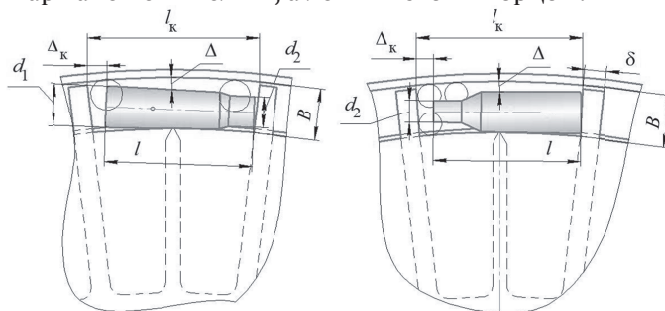


Рис. 3. Расчетная схема ограничений по длине l_k тангенциального кармана БЗУ

Так как минимальным для всех видов ступенчатых заготовок является диаметр d_2 , то именно по нему будут разрабатываться ограничения.

С одной стороны длина кармана должна быть больше диагонали продольного сечения заготовки. Поэтому в зависимости от типа заготовок, представленных на рис. 4, данную грани-

цу можно записать: для заготовок типов I, II, III: $\sqrt{l^2 + \left(d_2 + \frac{d_1 - d_2}{2}\right)^2}$; для заготовки типа IV:

$$\sqrt{l^2 + \left(d_2 + \frac{d_1}{2} + \frac{d_\phi - d_1}{2}\right)^2}.$$

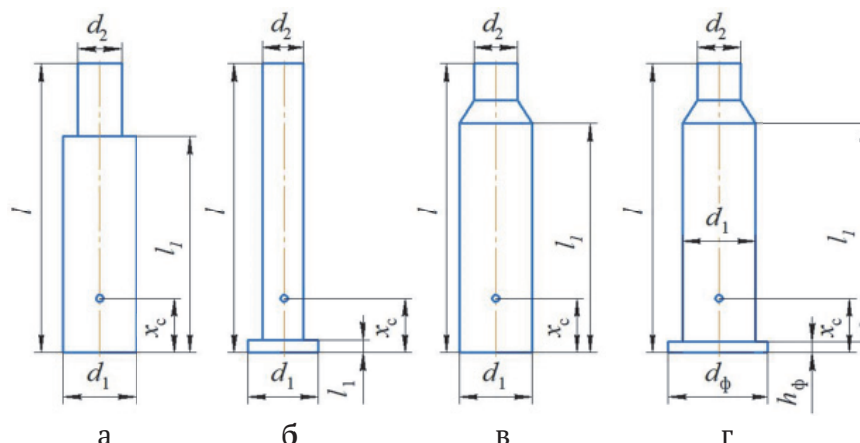


Рис. 4. Стержневые цилиндрические (а, б) и сложной формы (в, г) ступенчатые заготовки:
а – тип I; б – тип II с фланцем; в – тип III; г – тип IV

С другой стороны в карман не должна засть другая заготовка, то есть $l_{\text{к max}} = l + d_2$. Поэтому получим следующие границы длины кармана:

- для заготовок типов I, II, III:

$$l + d_2 > l_{\text{к}} > \sqrt{l^2 + \left(d_2 + \frac{d_1 - d_2}{2}\right)^2}; \quad (2)$$

- для заготовки типа IV:

$$l + d_2 > l_{\text{к}} > \sqrt{l^2 + \left(d_2 + \frac{d_1}{2} + \frac{d_\phi - d_1}{2}\right)^2}. \quad (3)$$

Чем больше величина зазора, тем больше вероятность западания заготовки в карман. Но увеличение $\Delta_{\text{к}}$ приведет к увеличению шага t тангенциальных карманов, что приведет к сокращению их количества и, тем самым, снижению производительности БЗУ. Поэтому целесообразно принимать минимальные значения зазора $\Delta_{\text{к}}$.

Толщина перемычки δ между тангенциальными карманами (см. рис. 3) выбирается в диапазоне от 0,005 до 0,01 м, что обусловлено тем, что шаг t тангенциальных карманов должен быть минимальным для более высокой производительности. Так как размер кармана ограничен длиной заготовки и шагом $\Delta_{\text{к}}$, то варьировать целесообразно параметром δ .

Учитывая то, что заготовки типов I, III и IV могут расположиться в кармане по диагонали, в кармане по его ширине может оказаться зона, куда стоя может засть заготовка своим диаметром d_2 , как показано на рис. 5.

Поэтому при определении ширины тангенциального кармана нужно учесть то, что ее минимальное значение должно быть не менее большего диаметра заготовки, то есть для заготовок типов I, II, III: $B_{\text{min}} = d_1$; для заготовки типа IV: $B_{\text{min}} = d_\phi$. Максимальное значение ширины кармана с использованием расчетной схемы на рис. 6 на примере заготовки типа I будет следующим. С одной стороны ширина кармана $B = d_1 + \Delta$. С другой стороны ширину кармана можно выразить как $B = d_2 + y$.

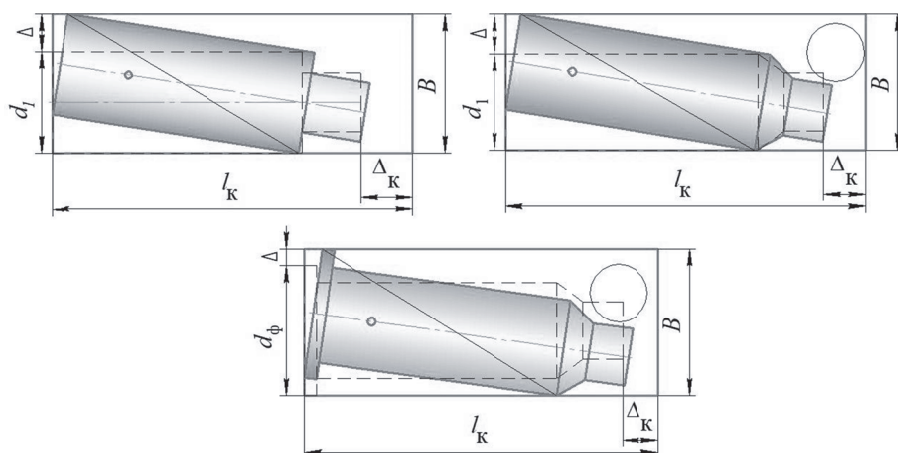


Рис. 5. Расчетная схема ограничений по ширине B кармана БЗУ для заготовок разных типов

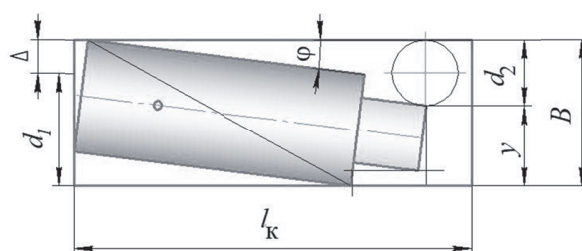


Рис. 6. Расчетная схема для определения зазора Δ по ширине тангенциального кармана

Выразив y для каждой заготовки, получим выражение для определения предельного значения зазора Δ и ширины кармана:

- для заготовок типов I и III:

$$B_{\max} = d_2 + \frac{d_1 + d_2}{2} \cos \varphi - (l - l_1) \cdot \sin \varphi, \quad (4)$$

$$\varphi = \arcsin \frac{d_1 + \Delta}{\sqrt{d_1^2 + l_1^2}} - \arccos \frac{l_1}{\sqrt{l_1^2 + d_1^2}}; \quad (5)$$

- для заготовок типа II:

$$B_{\max} = d_2 + d_2 \cos \varphi, \quad (6)$$

$$\varphi = \arcsin \frac{d_1 + \Delta}{\sqrt{0,25(d_1 + d_2)^2 + l^2}} - \arccos \frac{l}{\sqrt{0,25(d_1 + d_2)^2 + l^2}}. \quad (7)$$

- для заготовки типа IV:

$$B_{\max} = d_2 + \frac{d_1 + d_2}{2} \cos \varphi - (l - l_1 - h_{\phi}) \cdot \sin \varphi, \quad (8)$$

$$\varphi = \arcsin \frac{d_{\phi} + \Delta}{\sqrt{0,25(d_1 + d_{\phi})^2 + (l_1 + h_{\phi})^2}} - \arccos \frac{l_1 + h_{\phi}}{\sqrt{0,25(d_1 + d_{\phi})^2 + (l_1 + h_{\phi})^2}}. \quad (9)$$

Совместное решение систем (4) – (5), (6) – (7) и (8) – (9) может быть выполнено в программе Mathcad при помощи операторов Given и Find. Это позволит получить предельное значение зазора Δ . Тогда общее выражение для диапазона допустимых значений ширины кармана можно записать: для заготовок типов I, II, III – $d_1 < B < d_1 + \Delta$; типа IV – $d_{\phi} < B < d_1 + \Delta$.

Вторым необходимым условием стабильной работы усовершенствованного универсального БЗУ с наклонным диском и тангенциальными карманами при ориентировании заготовок является определение максимального значения угла расположения ступеньки буртика от вертикали, при котором начинается процесс переориентирования заготовок.

Для классического БЗУ с наклонным диском и тангенциальными карманами были представлены полученные выражения, позволяющие определить угол ψ , на котором начинается процесс опрокидывания заготовки на ножевой опоре, в зависимости от того, как она лежит в тангенциальном кармане. Преобразовав данные выражения, получим выражения для каждого варианта западания заготовки в карман:

– тяжелой частью справа (рис. 7, а) с учетом, что $\varepsilon = b - x_c - \Delta_k$, $b = 0,5l_k$, $a = \varepsilon + x_c$:

$$\psi = 90^\circ - \arctan \left(\frac{-A \cdot D + B \cdot \sqrt{A^2 + D^2 - B^2}}{B^2 - D^2} \right),$$

где $A = 2 \cdot (0,5l_k - x_c - \Delta_k) \cdot l \cdot g \cdot \sin \alpha_d$; $D = 2 \cdot l \cdot g \cdot (0,5l_k \cdot \mu - 0,5d_1) \cdot \sin \alpha_d$;

$$B = \mu g \left[(b - \Delta_k)^2 + 0,25l_k^2 \right] \cdot \cos \alpha_d + 2l(0,5l_k - x_c - \Delta_k)(R + 0,5d_1 - 0,5l_k \mu) \left(\frac{v}{R} \right)^2;$$

– тяжелой частью слева (рис. 7, б) с учетом того, что $\varepsilon = b - x_c$, $b = 0,5l_k$, $a = l - b$:

$$\psi = 90^\circ - \arctan \left(\frac{A \cdot D - B \cdot \sqrt{A^2 + D^2 - B^2}}{D^2 - B^2} \right),$$

где $A = 2 \cdot (b - x_c) \cdot l \cdot g \cdot \sin \alpha_d$; $D = 2 \cdot l \cdot g \cdot (0,5l_k \cdot \mu + 0,5d_1) \cdot \sin \alpha_d$;

$$B = \mu g \left[(l - 0,5l_k)^2 + 0,25l_k^2 \right] \cdot \cos \alpha_d + 2l(0,5l_k - x_c)(R + 0,5d_1 + 0,5l_k \mu) \left(\frac{v}{R} \right)^2,$$

где R – радиус вращающегося диска усовершенствованного БЗУ в зоне расположения тангенциальных карманов, м; μ – коэффициент трения между заготовками и поверхностями вращающегося диска; v – окружная скорость захватывающих органов, м/с.

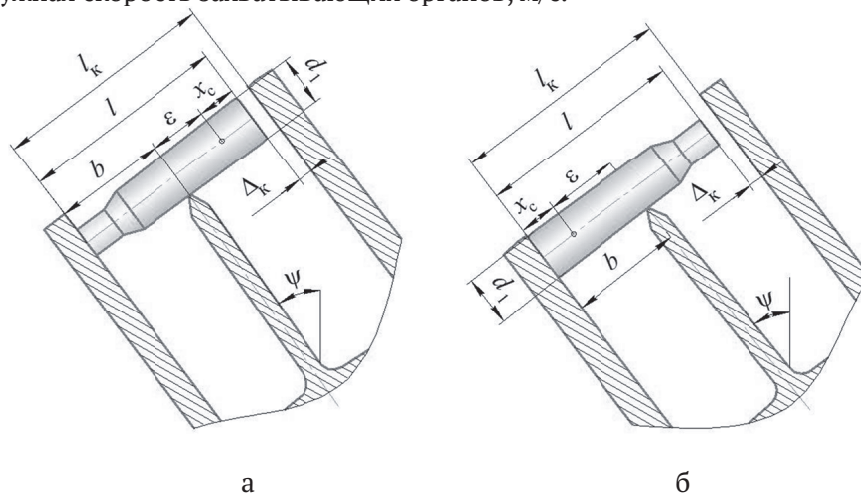


Рис. 7. Расчетные схемы для определения угла ψ для сложных стержневых ступенчатых заготовок в зависимости от их расположения в кармане: центр масс справа (а) и слева (б)

Таким образом, полученные из условий обеспечения процесса переориентирования заготовок на ножевой опоре в зависимости от ее расположения в тангенциальном кармане после захвата выражения используем для определения граничного расположения ступеньки буртика относительно вертикальной оси, характеризуемого углом ψ .

В качестве примера на рис. 8 представлены графики, позволяющие оценить граничное значение угла ψ в зависимости от расположения стержневой ступенчатой заготовки в тангенциальном кармане усовершенствованного универсального БЗУ для заготовок с параметрами $d_1 = 0,01$ м, $l = 0,03$ м, $\mu = 0,5$, $l_k = 0,033$ м, $x_c = 0,0075$ м.

Графики (1) и (2) иллюстрируют величину угла ψ в зависимости от окружной скорости карманов и расположения заготовки.

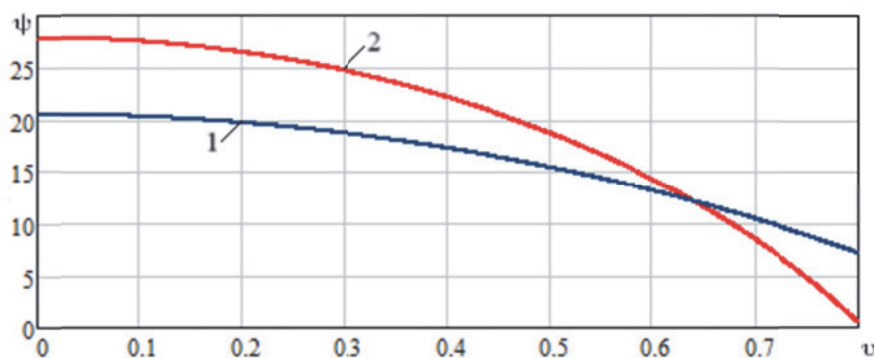


Рис. 8. Графики для определения граничного значения угла ψ (град.) при расположении заготовки в тангенциальном кармане тяжелой частью справа (1) и слева (2)

В зависимости от диапазонов рабочих окружных скоростей органов захвата необходимо выбирать такой фактический угол расположения ступеньки буртика, чтобы было соблюдено условие $\psi_{\phi} \leq \psi_{\min}$. Например, если БЗУ работает на рабочих окружных скоростях от 0,1 до 0,3 м/с, то на данном значении окружной скорости по графикам на рис. 8 получаем, что $\psi_1 = 18^\circ$, а $\psi_2 = 25^\circ$. Согласно условию ступенька буртика должна располагаться не более чем на угле $\psi_{\phi} = 18^\circ$ – угол, при котором начинается переориентирование заготовок на опоре.

Разработанные ограничения на параметры усовершенствованного универсального БЗУ с наклонным диском и тангенциальными карманами позволяют определить диапазоны его параметров, при которых оно будет надежно и стабильно функционировать.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Усовершенствованное универсальное БЗУ с наклонным диском и тангенциальными карманами для стержневых ступенчатых заготовок различных типов будет стабильно функционировать, обеспечивая максимальную вероятность захвата заготовок и высокую производительность при разработанных конструктивных ограничениях на органы захвата и ориентирования. При соблюдении полученных граничных условий будет отсутствовать возможность западания в тангенциальный карман нескольких заготовок как боковой поверхностью по длине кармана, так и в положении стоя, то есть одним из диаметров оснований. Представленные графики зависимостей значений начального угла, при котором начинается переориентирование, в зависимости от окружной скорости карманов для одного из типоразмеров заготовок, соответствующего расположению ступеньки буртика, позволят обеспечить требуемое ориентированное положение заготовок на выходе из устройства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лукин, С.А. Автоматическая загрузка штучных заготовок в патронном производстве / С.А. Лукин, С.А. Васин // В сборнике: 60-я Научно-практическая конференция профессорско-преподавательского состава ТулГУ с всероссийским участием. Сборник докладов. В 2-х частях: ч.2. – Тула, 2024. – С. 143–148.
2. Пантюхина, Е.В. Механические дисковые бункерные загрузочные устройства для стержневых деталей с явно выраженными ключами ориентации / Е.В. Пантюхина, В.В. Преис, А.В. Хачатурян // Автоматизация и измерения в машино- приборостроении. – 2018. – № 3 (3). – С. 16–25.
3. Васин, С.А. Основные направления проектирования механических дисковых бункерных загрузочных устройств для асимметричных по торцам заготовок тел вращения / С.А. Васин, Е.В. Пантюхина // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2023. – № 1. – С. 8–15.
4. Клентак, А.С. Техно-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. – № 10. – С. 9–13.
5. Борисов, А.А. Универсальные конструкции механических дисковых бункерных загрузочно-ориентирующих устройств для асимметричных по торцам заготовок тел вращения / А.А. Борисов, Е.В. Пантюхина, С.А. Васин, А.С. Клентак // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2024. – Т. 26. – № 6 (122). – С. 109–117.
6. Лукин, С.А. Особенности разработки конструктивных ограничений на органы захвата и ориентирования универсальных механических дисковых бункерных загрузочных устройств / С.А. Лукин, А.А. Борисов // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2024. – № 10. – С. 19–24.
7. 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.
8. Дьякова, Э.В. Конструктивные ограничения на параметры бункерного загрузочного устройства для полуфабрикатов двухстороннего выдавливания / Э.В. Дьякова, Е.В. Пантюхина // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2022. – № 4. – С. 65–69.

9. 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.
10. Прејс, В.В. Надежность автоматических роторно-конвейерных линий для сборки многоэлементных изделий / В.В. Прејс // Сборка в машиностроении, приборостроении. – 2003. – № 10. – С. 17–22.
11. Пантюхина, Е.В. Проектирование механических дисковых бункерных загрузочных устройств для предметов обработки формы тел вращения с неявной асимметрией / Е.В. Пантюхина. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2024. – 228 с.

DEVELOPMENT OF RESTRICTIONS ON PARAMETERS OF GRIPPING AND ORIENTING MEMBERS OF IMPROVED UNIVERSAL HOPPER FEEDING-ORIENTING DEVICE WITH INCLINED DISK AND TANGENTIAL POCKETS FOR ROD STEPPED BILLETS

© 2025 S.A. Vasin¹, E.V. Pantyukhina¹, A.A. Borisov², A.A. Malikov¹

¹ Tula State University, Tula, Russia

² FSBI «3 CRI of the Ministry of Defense of the RF», Moscow, Russia

The article describes the developed improved design of a mechanical universal hopper feeding-orienting device with an inclined rotating disk and tangentially arranged gripping members for rod cylindrical and complex shaped stepped blanks. The necessary conditions for correct operability of the universal hopper feeding-orienting device with possible methods of lowering the workpieces into the tangential pocket are considered. The developed ranges of design parameters of tangential pockets are presented, at which stable serviceability of the improved device will be ensured, subject to which there will be no possibility of several blanks falling into the tangential pocket both by the side surface along the length of the pocket and in a standing position. Obtained mathematical dependences in form of ranges of parameters of gripping and orienting members determine conditions of reliable functioning of improved universal hopper feeding-orienting device.

Keywords: universal hopper feeding-orienting device with tangential pockets, workpiece gripping and orienting members, rod stepped workpieces, gripping probability, workpiece orienting.

DOI: 10.37313/1990-5378-2025-27-3-163-170

EDN: RUFLAA

REFERENCES

1. Lukin, S.A. Avtomaticheskaya zagruzka shtuchnyh zagotovok v patronnom proizvodstve / S.A. Lukin, S.A. Vasin // V sbornike: 60-ya Nauchno-prakticheskaya konferenciya professorsko-prepodavatel'skogo sostava TulGU s vsrossijskim uchastiem. Sbornik dokladov. V 2-h chastyah: ch.2. – Tula, 2024. – pp. 143–148.
2. Pantyuhina, E.V. Mekhanicheskie diskovye bunkernye zagruzochnye ustrojstva dlya sterzhnevyyh detaley s neyavno vyrazhennymi klyuchami orientatsii / E.V. Pantyuhina, V.V. Prejs, A.V. Hachaturyan // Avtomatizatsiya i izmereniya v mashino- priborostroenii. – 2018. – № 3 (3). – pp. 16–25.
3. Vasin, S.A. Osnovnye napravleniya proektirovaniya mekhanicheskikh diskovyh bunkernykh zagruzochnykh ustrojstv dlya asimmetrichnykh detaley formy tel vrashcheniya / S.A. Vasin, E.V. Pantyuhina // Vestnik Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putej soobshcheniya. – 2023. – № 1. – pp. 8–15.
4. Klentak, A.S. Tekhniko-ekonomicheskij analiz avtomaticheskoy zagruzki universal'nymi diskovymi bunkernymi zagruzochno-orientiruyushchimi ustrojstvami izdelij patronnogo proizvodstva / A.S. Klentak, E.V. Pantyuhina, I.V. Puzikov // Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Tekhnicheskie nauki. – 2024. – № 10. – pp. 9–13.
5. Borisov, A.A. Universal'nye konstrukcii mekhanicheskikh diskovyh bunkernykh zagruzochno-orientiruyushchih ustrojstv dlya asimmetrichnykh po torcam zagotovok tel vrashcheniya / A.A. Borisov, E.V. Pantyuhina, S.A. Vasin, A.S. Klentak // Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoy akademii nauk. – 2024. – Т. 26. – № 6 (122). – pp. 109–117.
6. Lukin, S.A. Osobennosti razrabotki konstruktivnykh ogranicenij na organy zahvata i orientirovaniya universal'nykh mekhanicheskikh diskovyh bunkernykh zagruzochnykh ustrojstv / S.A. Lukin, A.A. Borisov // Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Tekhnicheskie nauki. – 2024. – № 10. – pp. 19–24.
7. Lukin, S.A. Razrabotka i matematicheskoe modelirovanie konstruktivnykh ogranicenij na organy zahvata i orientirovaniya bunkernogo zagruzochnogo ustrojstva s zub'yami i reguliruемым orientatorom / S.A. Lukin, E.V. Pantyuhina // Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Tekhnicheskie nauki. – 2024. – № 7. – pp. 98–103.
8. D'yakova, E.V. Konstruktivnye ograniceniya na parametry bunkernogo zagruzochnogo ustrojstva dlya polufabrikatov dvuhstoronnego vydavlivaniya / E.V. D'yakova, E.V. Pantyuhina // Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Tekhnicheskie nauki. – 2022. – № 4. – pp. 65–69.
9. Pantyuhina, E.V. Obespechenie nadezhnogo orientirovaniya asimmetrichnykh detaley formy tel vrashcheniya v diskovyh bunkernykh zagruzochno-orientiruyushchih ustrojstvakh / E.V. Pantyuhina, S.A. Vasin, O.V. Pantyuhin // Vestnik Magnitogorskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta im. G.I. Nosova. – 2024. – Т. 22. – №1. – pp. 132–142.
10. Prejs, V.V. Nadezhnost' avtomaticheskikh rotno-konveyernykh liniy dlya sborki mnogielementnykh izdelij / V.V. Prejs // Sbornik v mashinostroenii, priborostroenii. – 2003. – № 10. – pp. 17–22.
11. Pantyuhina, E.V. Proektirovanie mekhanicheskikh diskovyh bunkernykh zagruzochnykh ustrojstv dlya predmetov obrabotki formy tel vrashcheniya s neyavnoj asimmetriey / E.V. Pantyuhina. – Tula: Izd-vo TulGU, 2024. – 228 p.

Sergey Vasin, Doctor of Technical, Professor, Professor-Consultant of the Department of Engineering Technology.

E-mail: vasin_sa53@mail.ru

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

Alexander Borisov, Chief of Laboratory. E-mail: boris912@mail.ru

Andrey Malikov, Doctor of Technical, Professor, Head of the Department of Engineering Technology. E-mail: tppizi@yandex.ru