

С. А. Васин, Е. В. Пантюхина

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКТИВНЫХ ОГРАНИЧЕНИЙ НА ПАРАМЕТРЫ УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫХ ДИСКОВЫХ БУНКЕРНЫХ ЗАГРУЗОЧНЫХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ДЕТАЛЕЙ С НЕЯВНОЙ АСИММЕТРИЕЙ

Аннотация. Рассмотрены основные проблемы ориентирования деталей с неявной асимметрией в традиционных механических дисковых бункерных загрузочных устройствах, при которых резко снижаются их надежность и производительность. Предложенные конструктивные решения обеспечат требуемые значения указанных показателей при захвате и ориентировании деталей формы тел вращения с неявной асимметрией. Показаны зоны допустимых значений основных конструктивных параметров захватывающих и ориентирующих органов, усовершенствованных механических дисковых бункерных загрузочных устройств. Разработанные конструктивные ограничения позволяют определить оптимальные параметры основных рабочих органов бункерных загрузочных устройств для широкой номенклатуры деталей с неявной асимметрией.

Ключевые слова: автоматическая загрузка, бункерное загрузочное устройство, ориентирование деталей с асимметрией, детали с неявной асимметрией, надежность ориентирования деталей.

Для цитирования: 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. – DOI 10.46973/0201-727X_2023_2_146.

Штучные детали, элементы, заготовки и другие предметы обработки формы тел вращения с неявной асимметрией широко используют при производстве широкой номенклатуры изделий в различных отраслях промышленности. Координата центра масс таких деталей находится практически в середине продольной оси симметрии – $x_c \approx 0,5l$, а отношение диаметров противоположных торцов находится в диапазоне $0,6 \leq d_2/d_1 \leq 0,9$. В зависимости от геометрической формы таких деталей встречаются следующие три их группы. К первой группе относятся сплошные и полые детали с торцом в виде усеченного конуса, угол при вершине которого $2\beta \leq 30^\circ$. Отношение длины и диаметра наибольшего из торцов у таких деталей может находиться в диапазоне $3 \leq l/d_1 \leq 5$. Детали этой группы с $1,5 \leq l/d_1 \leq 3$ отличаются незначительной высотой асимметричного торца, отношение которой к общей длине детали находится в диапазоне $0,25 \leq h/l \leq 0,3$. К этой же группе относятся близкие к равноразмерным детали, характеризуемые отношением $1 \leq l/d_1 \leq 0,6$. Ко второй группе относятся ступенчатые детали с различными диаметрами торцов. Для них характерно отношение основных геометрических параметров в диапазонах $3 \leq l/d_1 \leq 5$ и $0,6 \leq l/d_1 \leq 1$. К третьей группе относятся детали в форме колпачка со сферическим торцом, радиус которого больше половины диаметра цилиндрического торца, и асимметричным скругленным цилиндрическим торцом, диаметр которого приблизительно равен диаметру противоположного цилиндрического торца $d_2 \approx d_1$ [1].

Автоматическую загрузку деталей с неявной асимметрией в сборочное оборудование должны осуществлять надежные и производительные системы на базе бункерных загрузочных устройств (БЗУ), обеспечивающих захват единичной детали из общей массы, ее ориентирование и выдачу в ориентированном положении в приемный лоток. БЗУ вибрационного типа реализуют процесс ориентирования деталей посредством путевых ориентаторов, в основу функционирования которых положены принципы наличия у деталей явных признаков асимметрии формы, которые позволяют правильно захваченным деталям устойчиво располагаться на дорожке, а неправильно захваченным – ориентироваться пассивным или активным способом [2]. Использование вибрационных БЗУ для ориентирования деталей с неявной асимметрией малонадежно и неэффективно, так как появление на дорожке непра-

вильно ориентированных или заклиненных деталей вызовет необходимость применения дополнительных устройств ориентирования или блокировки. Поэтому БЗУ вибрационного типа чаще применяют для плоских деталей, у которых высота значительно меньше диаметра.

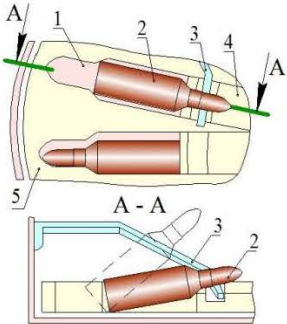
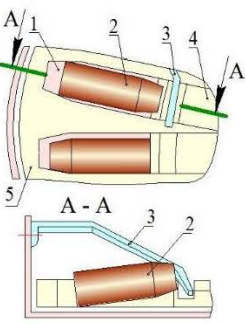
Для деталей с неявной асимметрией целесообразно использование механических БЗУ, которые можно использовать для широкой номенклатуры асимметричных деталей [3]. Однако ориентирование деталей с неявной асимметрией в традиционных конструкциях механических БЗУ, изначально используемых для явно асимметричных деталей, перестало быть надежным, так как из БЗУ в приемный лоток стали поступать неориентированные детали. Анализ данной проблемы позволил выявить основную причину снижения надежности и производительности БЗУ, заключающуюся в совмещении функций захвата и ориентирования, при котором захватывающий орган (карман) или переориентаторы, расположенные в БЗУ или приемном лотке, полностью повторяют конфигурацию детали по внешнему контуру с некоторым зазором. Рекомендованные значения этого зазора находятся в недопустимых для деталей с неявной асимметрией диапазонах, и поэтому в приемник выдаются неориентированные детали. Установление же величин зазора ниже рекомендованных приведет к значительному снижению вероятности захвата деталей и падению производительности БЗУ. Помимо этого, наличие в БЗУ повторяющихся с некоторым шагом захватывающих органов, копирующих конфигурацию загружаемых деталей, значительно повышает сложность изготовления конструкции БЗУ и, как следствие, ее стоимость, а также частоту заклиниваний при захвате деталей в неправильном положении [4].

В табл. 1 рассмотрены проблемы ориентирования деталей с неявной асимметрией в некоторых традиционных БЗУ следующих типов: I – с радиальными профильными карманами и переориентатором; тип II – с зубьями; III – с тангенциальными профильными карманами; IV – вертикальное с профильными карманами.

В конструкциях БЗУ типов I, III, IV принцип ориентирования деталей построен на их явной асимметрии внешней формы, а в БЗУ типа II – на явном смещении центра масс. На схемах обозначено: 1 – карман; 2 – деталь; 3 – переориентатор; 4 – радиальный паз; 5 – вращающийся диск; 6 – зубья; 7 – основание.

Таблица 1

**Проблемы ориентирования деталей с неявной асимметрией
в традиционных бункерных загрузочных устройствах**

Тип	Схема ориентирования деталей		Описание проблемы
	С явной асимметрией	С неявной асимметрией	
I			В отличие от детали с явной асимметрией неправильно западая в карман деталь без явной асимметрии практически полностью проникает в карман и поэтому выступает из кармана незначительно, не давая переориентатору изменить ее положение в требуемое

Окончание табл. 1

Тип	Схема ориентирования деталей		Описание проблемы
	С явной асимметрией	С неявной асимметрией	
II			В отличие от детали с явным смещением центра масс неправильно западая в карман деталь, у которой центр масс находится практически посередине, под действием силы тяжести G не выпадает из кармана, а удерживается в нем
III			В отличие от детали с явной асимметрией формы неправильно западая в карман деталь, при любом из двух возможных вариантов западания, почти полностью погружается в карман и не может из него выпасть
IV			В отличие от детали с явной асимметрией неправильно западая в карман деталь с неявной асимметрией полностью погружается в профильный карман даже асимметричным торцом, вызывая заклинивание

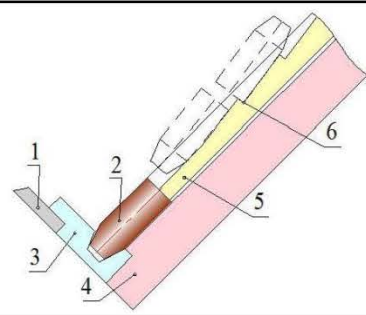
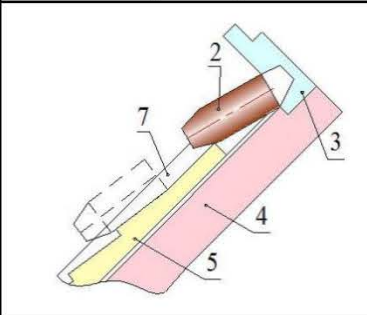
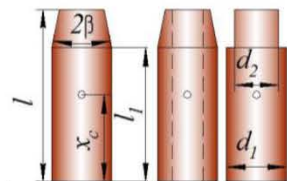
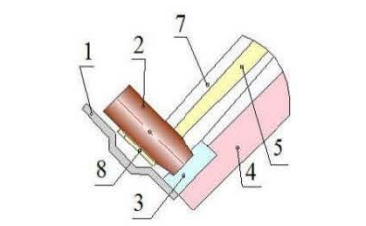
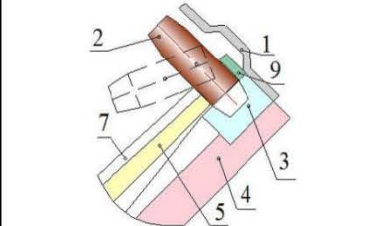
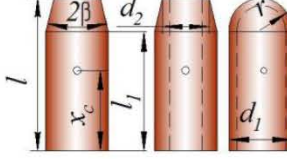
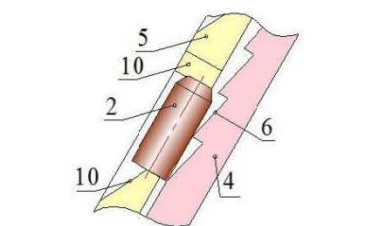
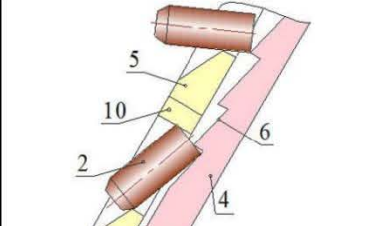
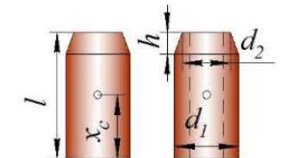
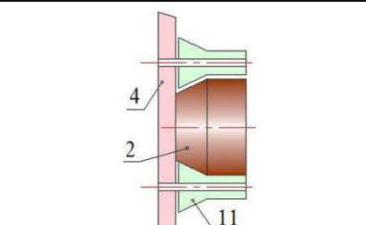
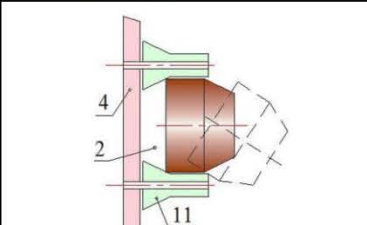
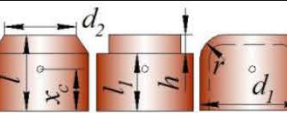
Таким образом, при загрузке деталей с неявной асимметрией традиционные конструкции механических БЗУ перестают быть эффективными, что вынуждает предприятия во многих случаях отказаться или от производства новых видов изделий, или от их автоматической загрузки с переходом на ручную. Поэтому возникает необходимость принятия новых технических решений.

На основе результатов многолетних теоретических и экспериментальных исследований с целью повышения надежности и производительности при загрузке деталей с неявной асимметрией были усовершенствованы различные типы традиционных БЗУ, этапы трансформации которых подробно описаны в работе [5].

В табл. 2 показаны схемы захвата и ориентирования деталей с неявной асимметрией широкой номенклатуры в новых технических решениях различных типов БЗУ: I – с радиальными прямоугольными карманами, кольцевым ориентатором и радиальными пазы в виде гребенки; II – с зубьями и кольцевым ориентатором; III – с тангенциальными карманами и гребенкой; IV – с вертикальным диском и профильными роликами. На схемах обозначено: 1 – стенка бункера; 2 – деталь; 3 – кольцевой ориентатор; 4 – основание; 5 – вращающийся диск; 6 – гребенка; 7 – радиальный паз; 8 – зубья; 9 – криволинейный копир; 10 – фаски; 11 – ролики.

Таблица 2

Новые технические решения традиционных бункерных загрузочных устройств

Тип	Схема захвата	Схема ориентирования	Область применения
I			 $2\beta \leq 30^\circ$, $3 \leq l/d_1 \leq 5$, $0,6 \leq d_2/d_1 \leq 0,9$
II			 $2\beta \leq 30^\circ$, $2 \leq l/d_1 \leq 3$, $r > 0,5$, $0,6 \leq d_2/d_1 \leq 0,9$
III			 $1,5 \leq l/d_1 \leq 3$, $0,25 \leq h/l \leq 0,3$
IV			 $0,6 \leq l/d_1 \leq 1$, $0,5 \leq h/l_1 \leq 0,6$, $0,6 \leq d_2/d_1 \leq 0,9$

БЗУ (тип I) имеет прямоугольные, открытые в сторону кольцевого ориентатора, захватывающие органы. Кольцевой ориентатор в сечении повторяет профиль асимметричного торца детали, выполняя тем самым функцию ориентирования. Диаметр вращающегося диска меньше внутреннего диаметра кольцевого ориентатора. радиальные пазы вращающегося диска имеют форму гребенки, высота которой уменьшается до нулевого значения в центре диска. Гребенка создает препятствие для западания в карман детали с торцом наибольшего диаметра [6].

БЗУ (тип II) имеет расположенный в основании кольцевой ориентатор с переменной глубиной. Профиль кольцевого ориентатора соответствует профилю асимметричного торца детали, что позволяет деталям полностью проникать в него только в правильном положении. Захват деталей обеспечивают карманы, равномерно расположенные по периферии вращающегося диска между зубьями. Наличие в верхней части криволинейного копира позволяет удалять из карманов неправильно запавшие детали в случае их заклинивания [7].

БЗУ (тип III) содержит тангенциально расположенные карманы с направляющими фасками для захвата деталей. Расположенная в верхней части бункера гребенка способствует ориентированию неправильно запавших деталей, которые, скользя по направляющим фаскам, полностью выпадают из карманов диска [8].

БЗУ (тип IV) в отличие от предыдущих конструкций БЗУ имеет вращающийся вокруг горизонтальной оси диск, по периферии которого расположены ролики с возможностью вращения. Профиль роликов повторяет профиль детали [9].

На рис. 1 представлены расчетные схемы для разработки конструктивных ограничений на параметры органов захвата и ориентирования, усовершенствованных БЗУ.

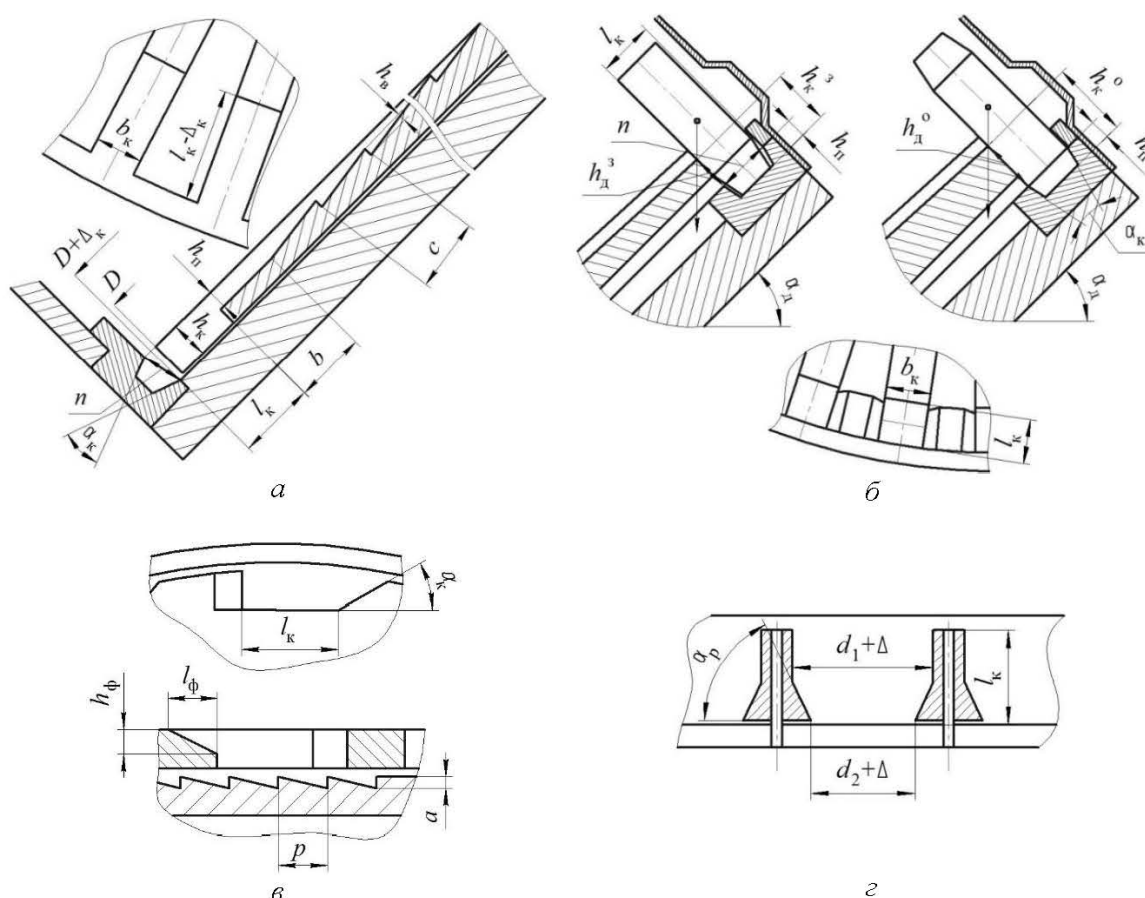


Рис. 1. Расчетные схемы для разработки конструктивных ограничений на параметры захватывающих и ориентирующих органов новых технических решений типов I (а), II (б), III (в) и IV (з)

С использованием расчетной схемы (рис. 1, а) ниже получены области допустимых значений основных параметров захватывающих и ориентирующих органов БЗУ с радиальными прямоугольными карманами, кольцевым ориентатором и радиальными пазми в виде гребенки (тип I). Ширина кармана ограничена условием, при котором будет обеспечен захват только единичной детали

$$d_1 < b_k \leq d_1 + \Delta,$$

а значение величины зазора Δ может быть значительно больше области его традиционно рекомендуемых значений, находящихся в диапазоне $(0,1-0,2)d_1$, так как захватывающий орган не осуществляет ориентирование детали. Выбор оптимальной величины зазора решается в процессе математического моделирования производительности БЗУ при параметрическом синтезе с использованием описанной в работе [10] методологии.

Длина кармана ограничена условиями полного проникновения в карман детали, движущейся в него асимметричным торцом (наименьшим диаметром), и невозможностью полного проникновения детали, движущейся в карман цилиндрическим торцом

$$l_1 < l_k \leq l - d_1 \cos \beta.$$

Высота кармана принимается равной большему диаметру детали $h_k = d_1$, что позволит детали полностью погрузиться в карман и в случае соударений с другими деталями при их ворошении не выпасть из кармана.

Конструктивные размеры кольцевого ориентатора должны способствовать проникновению в его паз только деталей, движущихся асимметричным торцом. В связи с этим угол при вершине кольцевого ориентатора и наибольший размер его паза в сечении должны соответственно находиться в диапазонах:

$$\arccos \left(\frac{l_k - l_1}{\sqrt{(l_k - l_1)^2 + 0,25(d_k - d_1)^2}} \right) \leq \alpha_k \leq 2\beta,$$

$$d_1 \sin \beta \leq n \leq d_1.$$

Радиальные пазы, выполненные в виде гребенки, должны способствовать беспрепятственному выпадению из паза деталей, завершающих пассивное ориентирование. При этом детали не должны западать во впадины гребенки, снижая скорость своего движения и увеличивая тем самым общее время пассивного ориентирования, которое может достигнуть критических значений и нарушить тем самым работоспособность БЗУ.

Исходя из этих рассуждений были определены следующие конструктивные параметры гребенки. Начальный участок гребенки имеет размер $c = l_1$, высота ее выступа $h_b = 0,5(d_1 - d_2)$, а шаг находится в диапазоне

$$l_1 - x_c + 0,5d_1 \operatorname{tg}(\alpha_d + \beta) \leq c \leq l_1,$$

где α_d – угол наклона диска (см. рис. 1, а).

В БЗУ с зубьями и кольцевым ориентатором (тип II) ограничения на параметры захватывающего и ориентирующего органов (рис. 1, б) обусловлены тем, что деталь, запавшая в карман и кольцевой ориентатор своим асимметричным торцом, должна оставаться в кармане, а деталь, оказавшаяся в кармане своим цилиндрическим торцом, должна под действием силы тяжести выпасть из него.

Поэтому высота кармана должна находиться в диапазоне

$$l - x_c - 0,5d_1 \operatorname{ctg} \alpha_d \leq h_k \leq x_c - 0,5d_1 \operatorname{ctg} \alpha_d + h_n,$$

записав высоту кармана через высоту диска и высоту кольцевого паза как $h_k = h_d + h_n$ и выполнив преобразования, получим

$$l - x_c - 0,5d_1 \operatorname{ctg} \alpha_d - h_n \leq h_d \leq x_c - 0,5d_1 \operatorname{ctg} \alpha_d.$$

Глубина паза h_n кольцевого ориентатора может находиться в диапазоне

$$0,25(l - l_1) \leq h_n \leq l - l_1.$$

На рис. 2 представлена визуализация рабочих зон высоты кармана h_k БЗУ с зубьями и кольцевым ориентатором при различных отношениях l/d_1 и значениях глубины паза из рекомендуемого диапазона.

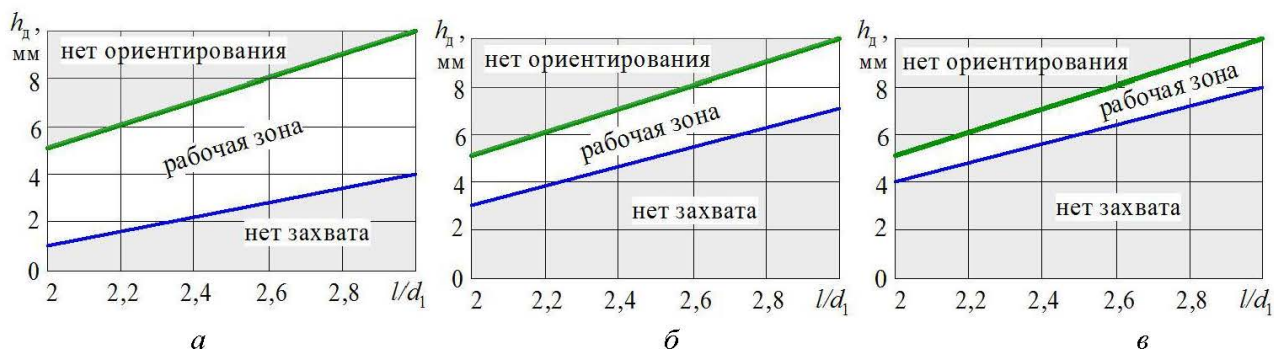


Рис. 2. Графики визуализации рабочей зоны бункерного загрузочного устройства типа II при различных значениях глубины паза кольцевого ориентатора:

$$a - h_n = l - l_1; \quad б - h_n = 0,5(l - l_1); \quad в - h_n = 0,25(l - l_1)$$

По аналогии с предыдущим техническим решением в БЗУ типа II ширина кармана ограничена лишь условием, при котором будет обеспечен захват единичной детали. Карман выполнен равносторонним ($l_k = b_k$), каждая из сторон которого находится в диапазоне значений

$$d_1 < b_k \leq d_1 + \Delta,$$

а значение величины зазора может быть значительно больше области его традиционно рекомендуемых значений, так как захватывающий орган не осуществляет ориентирование детали (см. рис. 1, б).

В БЗУ с тангенциальными карманами и гребенкой (тип III), расчетная схема которого показана на рис. 1, в, захватывающий орган имеет длину, находящуюся в диапазоне

$$l_1 < l_k \leq l_1 + \Delta.$$

Для направления движения деталей в процессе захвата и ориентирования в кармане предусмотрены фаски, размеры которых должны соответствовать выражению $l_\phi : h_\phi = 1 : 2$. Большая грань фаски расположена со стороны западания детали в карман и имеет длину $l_\phi = 0,5l$.

Гребенка БЗУ обеспечивает выброс неправильно захваченных деталей, поэтому для ее надежного функционирования она должна иметь следующие параметры: высота $a = 0,5d_1$, шаг $p = 0,5l$ (см. рис. 1, в).

В БЗУ с вертикальным диском и профильными роликами (тип IV), карман, образованный роликами, имеет следующие рекомендуемые параметры в соответствии с расчетной схемой (рис. 1, г). Диаметры каждого торца ролика превышают диаметры торцов детали на величину Δ . Угол скоса ролика определяется как $\alpha_p = 90^\circ - \beta$, а высота кармана равна длине детали: $l_k = l$.

Таким образом, разработанные конструктивные ограничения на захватывающие и ориентирующие органы усовершенствованных БЗУ позволят обеспечить их надежное функционирование с требуемой производительностью при загрузке сборочного оборудования широкой номенклатурой деталей с неявной асимметрией. Предложенные технические решения в совокупности с разработанными конструктивными параметрами могут применяться и для деталей с явно выраженной асимметрией.

Список литературы

- 1 **Васин, С. А.** Основные направления проектирования механических дисковых бункерных загрузочных устройств для асимметричных деталей формы тел вращения / С. А. Васин, Е. В. Пантюхина // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2023. – № 1 (89). – С. 8–15. – DOI 10.46973/0201-727X_2023_1_8.
- 2 **Давыдова, Е. В.** Автоматическая загрузка стержневых предметов обработки с неявно выраженной асимметрией по торцам /

References

- 1 **Vasin, S. A.** The main design directions of mechanical disk hopper feeding devices for asymmetric parts of the shape of rotation bodies / S. A. Vasin, E. V. Pantyukhina // Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putey Soobshcheniya. – 2023. – No. 1(89). – P. 8–15. – DOI 10.46973/0201-727X_2023_1_8.
- 2 **Davydova, E. V.** Automatic feeding of rod processing objects with implicitly expressed asymmetry at the ends / E. V. Davydova,

Е. В. Давыдова, В. В. Прейс / под научной редакцией В. В. Прейса. – Тула : Издательство ТулГУ, 2009. – 112 с. – ISBN 978-5-7679-1538-5.

3 **Прейс, В. В.** Автоматические загрузочно-ориентирующие устройства. Ч. 1 : Механические бункерные загрузочные устройства / В. В. Прейс, Н. А. Усенко, Е. В. Давыдова. – Тула : Издательство ТулГУ, 2006. – 125 с. – ISBN 5-7679-0869-9.

4 **Пантюхина, Е. В.** Проблемы автоматической загрузки деталей формы тел вращения с неявной асимметрией традиционными загрузочными устройствами / Е. В. Пантюхина // Современные технологии в науке и образовании – СТНО-2021 : сборник трудов IV Международного научно-технического форума. В 10 т. Т. 6. – Рязань, 2021. – С. 95–101. – ISBN 978-5-7722-0327-9.

5 **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 : труды Двенадцатой общероссийской научно-практической конференции. В 3 т. Т. 2. – Санкт-Петербург, 2020. – С. 79–85. – ISBN 978-5-94652-656-2.

6 **Патент 2720017** Российская Федерация. МПК В23Q 7/02. Бункерное загрузочное устройство для цилиндрических заготовок с конической формой одной из концевых частей / В. В. Прейс, Е. В. Пантюхина. – № 2019119579 ; заявл. 21.06.2019 ; опубл. 23.04.2020, Бюл. № 12.

7 **Патент 159403** Российская Федерация. МПК В23Q 7/02. Бункерное загрузочное устройство / Е. В. Давыдова, В. В. Прейс, А. В. Хачатурян. – № 2015127299/02 ; заявл. 07.07.2015 ; опубл. 10.02.2016, Бюл. № 4.

8 **Патент 158620** Российская Федерация. МПК В23Q 7/02. Бункерное загрузочное устройство для стержневых заготовок с цилиндрической формой одного из торцов и конической формой другого / В. В. Прейс, Е. В. Давыдова, Д. А. Провоторов, К. Н. Провоторова. – № 2014152435/02 ; заявл. 23.12.2014 ; опубл. 20.01.2016, Бюл. № 2.

V. V. Preys / under scientific edition of V. V. Preys. – Tula : Publishing House of TulSU, 2009. – 112 p. – ISBN 978-5-7679-1538-5.

3 **Preys, V. V.** Automatic feeding and orienting devices. Part 1: Mechanical hopper feeding devices / V. V. Preys, N. A. Usenko, E. V. Davydova. – Tula : Publishing House of TulSU, 2006. – 125 p. – ISBN 5-7679-0869-9.

4 **Pantuykhina, E. V.** Problems of automatic feeding of parts of the shape of rotation bodies with implicit asymmetry with traditional feeding devices / E. V. Pantuykhina // Modern technologies in science and education – MTSE-2021: Proceedings of the IV International Scientific and Technical Forum. In 10 vols. Vol. 6. – Ryazan, 2021. – P. 95–101. – ISBN 978-5-7722-0327-9.

5 **Pantuykhina, E. V.** Mechanical bunker loading devices for small arms cartridge elements with implicit asymmetry / E. V. Pantuykhina, V. V. Preys // Innovative technologies and technical means of special purpose : Proceedings of the Twelfth All-Russian Scientific and Practical Conference. In 3 vols. Vol. 2. – Saint-Petersburg, 2020. – P. 79–85. – ISBN 978-5-94652-656-2.

6 **Patent 2720017** Russian Federation. IPC В23Q 7/02. Bunker loading device for cylindrical billets with a conical shape of one of the end parts / V. V. Preys, E. V. Pantuykhina. – No. 2019119579 ; appl. 21.06.2019 ; publ. 23.04.2020, Bull. № 12.

7 **Patent 159403** Russian Federation. IPC В23Q 7/02. Bunker loading device / E. V. Davydova, V. V. Preys, A. V. Khachaturian. – No. 2015127299/02 ; appl. 07.07.2015 ; publ. 10.02.2016, Bull. No. 4.

8 **Patent 158620** Russian Federation. IPC В23Q 7/02. Hopper feeding device for rod billets with cylindrical shape of one of ends and conical shape of the other / V. V. Preys, E. V. Davydova, D. A. Provotorov, K. N. Provotorova. – No. 2014152435/02 ; appl. 23.12.2014 ; publ. 20.01.2016, Bull. No. 2.

9 Патент 170000 РФ Российская Федерация. МПК В23Q 7/02. Бункерное загрузочное устройство / Е. В. Давыдова, В. В. Прейс, А. В. Чурочкин. – № 2016121520 ; заявл. 31.05.2016 ; опубл. 11.04.2017, Бюл. № 11.

10 Пантюхина, Е. В. Методология комплексного подхода для оценки производительности механических дисковых бункерных загрузочных устройств / Е. В. Пантюхина // Проблемы машиноведения : материалы IV Международной научно-технической конференции / научный редактор П. Д. Балакин. – Омск : ОмГТУ, 2020. – С. 380–388. – ISBN 978-5-8149-3011-8.

9 Patent 170000 RF Russian Federation. IPC B23Q 7/02. Bunker loading device / E. V. Davydova, V. V. Preys, A. V. Churochkin. – No. 2016121520 ; appl. 31.05.2016 ; publ. 11.04.2017, Bull. No. 11.

10 Pantyukhina, E. V. Methodology of a comprehensive approach for assessing the load rate of mechanical disk hopper loading devices / E. V. Pantyukhina // Problems of Machine Science : materials of the IV International Scientific and Technical Conference / scientific editor P. D. Balakin. – Omsk : OmSTU, 2020. – P. 380–388. – ISBN 978-5-8149-3011-8.

S. A. Vasin, E. V. Pantyukhina

DEVELOPMENT OF DESIGN LIMITS ON PARAMETERS OF THE IMPROVED DISK HOPPER LOADING DEVICES FOR PARTS WITH IMPLICIT ASYMMETRY

Abstract. The paper considers the main problems of the parts` orientation with implicit asymmetry in traditional mechanical disk hopper loading device where its reliability and load rate are sharply reduced. The proposed design solutions will provide the required values of the specified indicators when gripping and orienting parts of the shape of rotation bodies with implicit asymmetry. It is shown that there are zones of permissible values of the main design parameters of the gripping and orienting bodies of improved mechanical disk hopper loading devices. The developed design constraints make it possible to determine the optimal parameters of the main working bodies of bunker loading devices for a wide range of parts with implicit asymmetry.

Keywords: automatic loading, bunker loading device, orientation of parts with asymmetry, parts with implicit asymmetry, reliability of parts orientation.

For citation: Vasin, S. A. Development of design limits on parameters of the improved disk hopper loading devices for parts with implicit asymmetry / S. A. Vasin, E. V. Pantyukhina // Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putey Soobshcheniya. – 2023. – No. 2. – P. 146–154. – DOI 10.46973/0201–727X_2023_2_146.

Сведения об авторах

Васин Сергей Александрович

Тульский государственный университет (ТулГУ),
кафедра «Городское строительство, архитектура
и дизайн»,

доктор технических наук, профессор,
e-mail: vasin_sa53@mail.ru

Пантюхина Елена Викторовна

Тульский государственный университет (ТулГУ),
кафедра «Промышленная автоматика и
робототехника»,

кандидат технических наук, доцент,
e-mail: e.v.pant@mail.ru

Information about the authors

Vasin Sergey Alexandrovich

Tula State University (TulSU),
Chair «Urban Construction, Architecture
and Design»,

Doctor of Engineering Sciences, Professor,
e-mail: vasin_sa53@mail.ru

Pantyukhina Elena Viktorovna

Tula State University (TulSU),
Chair «Industrial Automation and Robotics»,
Candidate of Engineering Sciences,

Associate Professor,
e-mail: e.v.pant@mail.ru