УДК 621.9.06

ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ОРИЕНТИРОВАНИЯ АСИММЕТРИЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ БУНКЕРНОГО ЗАГРУЗОЧНОГО УСТРОЙСТВА С РАДИАЛЬНЫМ РАСПОЛОЖЕНИЕМ ОРГАНОВ ЗАХВАТА

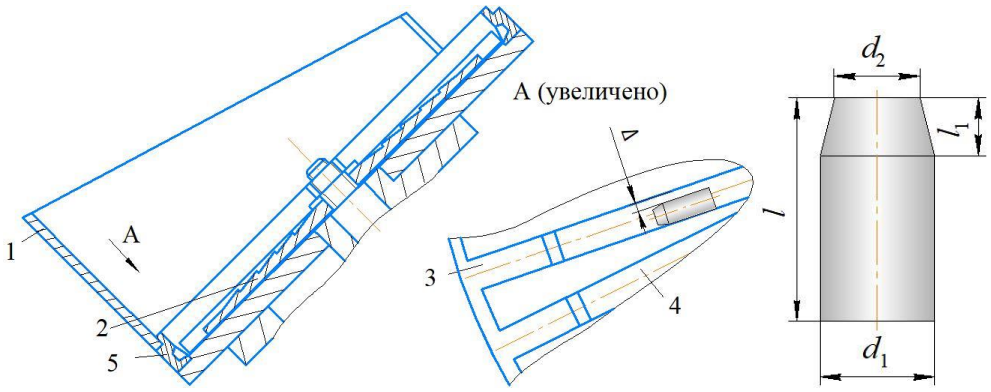
Пузиков И.В. – соискатель,
Васин С.А. – д-р техн. наук, профессор-консультант,
Тульский государственный университет
Бахно А.Л. – к.т.н., первый заместитель ген. директора,
ПАО «Императорский Тульский оружейный завод»
Россия, г. Тула

В массовой промышленности встречаются асимметричные изделия для автоматической загрузки которых применяют бункерные загрузочные устройства с радиальным расположением захватывающих и ориентирующих органов (далее БЗУ) различных модификаций [1,2].

Существует два способа ориентирования изделий в БЗУ. При пассивном способе изделия с некоторой вероятностью проникают в захватывающие органы в правильном положении, далее двигаются в ориентирующие органы и фиксируются в них, а неправильно запавшие в захватывающие органы изделия в верхней части бункера под собственным весом выпадают обратно в бункер [3]; при активном – в конструкции БЗУ предусмотрен дополнительный переориентирующий орган, который подхватывает и принудительно переворачивает неправильно запавшие детали. Рассмотрим известные конструкции БЗУ.

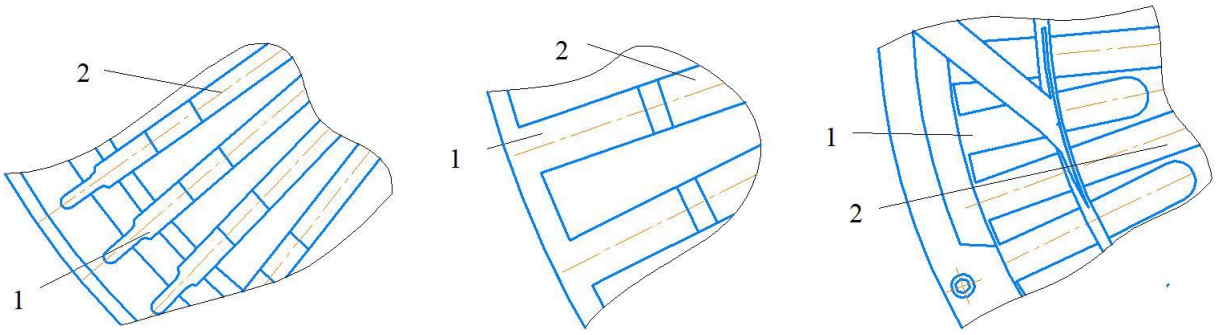
Традиционное БЗУ с радиальными профильными карманами со специальными профильными карманами, описывающие силуэт изделий и активным способом переориентирования для изделий с ярко выраженной асимметрией формы одного из торцов, за который их удобно подцепить при переориентировании.

Для ориентирования изделий с неявной асимметрией традиционное БЗУ было доработано (рис. 1): захватывающие органы (карманы) стали прямоугольными и открытыми в радиальном направлении, а функцию ограничителя западания изделии в неправильном положении стал выполнять кольцевой ориентатор с профильной проточки. Для обеспечения стабильной работы устройства от активного способа ориентирования пришлось отказаться, но получилось компенсировать потерю в производительности увеличением зазора по шагу $\Delta = 0{,}3d_1$ захватывающих органов для повышения вероятности захвата изделий, в отличие от традиционной конструкции, где для стабильной работы было строгое ограничение $\Delta = 0{,}1d_1$, а для изделий с неявной асимметрией не более $\Delta = 0{,}05d_1$.



а б в

Рисунок 1 – Схемы: а – усовершенствованного БЗУ, б – органов захвата с запавшим изделием, в – изделия:
1 – бункер, 2 – вращающийся диск, 3 – прямоугольный карман,
4 – радиальные пазы, 5 – кольцевой ориентатор



а б в

Рисунок 2 - Схема захватывающих органов БЗУ:
а – традиционное БЗУ, б – усовершенствованное БЗУ,
в – универсальное БЗУ
1 – радиальный карман, 2 – радиальный паз

Рассмотренные выше конструкции БЗУ проектируются для одного изделия с определенными геометрическими размерами. Для загрузки изделий с явной и неявной асимметрией в технологические линии, которые имеют возможность переналадки для производства изделий одного типоразмера, было предложено универсальное БЗУ с регулируемым кольцевым ориентатором. Эта конструкция имеет все преимущества предыдущих БЗУ (активное ориентирование, высокая вероятность захвата из-за зазора по шагу $\Delta = 0{,}3d_1$), и возможность перенастройки для загрузки изделий отличающихся диаметром d_1 в пределах 20 – 30%[4,5].

Рассмотрим влияние способа ориентирования на производительность БЗУ. Для построения математических моделей производительности БЗУ в работах [6-9] была предложена методика определения вероятности захвата асимметричных изделий формы тел вращения для дисковых БЗУ, согласно которой модель производительности имеет вид:

$$П = 60 \cdot \frac{\upsilon}{t} \cdot p_c \cdot p_i, \quad (1)$$

$$p_i = 1 - (1 - p_{i\max})^3 (1 - p_{i\min})^k, \quad (2)$$

где t – шаг захватывающих органов (карманов), м; υ – окружная скорость захватывающих органов, p_c – вероятность того, что захвату не помешает взаимосцепляемость деталей, p_i – вероятности нахождения детали в положении по направлению к карману, $p_{i\max}, p_{i\min}$ – максимальное и минимальное значения вероятностей, которые соответствуют зоны захвата деталей, где над деталями в зоне захвата соответственно не располагаются или, наоборот, располагаются слои других деталей, k – количество деталей, способных разместиться в зоне захвата.

Полученные математические модели производительности БЗУ с радиальными карманами для изделия с неявной асимметрией при пассивном и активном способах ориентированиях представлены с зазором по шагу от $\Delta = 0{,}1d_1$ до $\Delta = 0{,}3d_1$ на рис. 3.

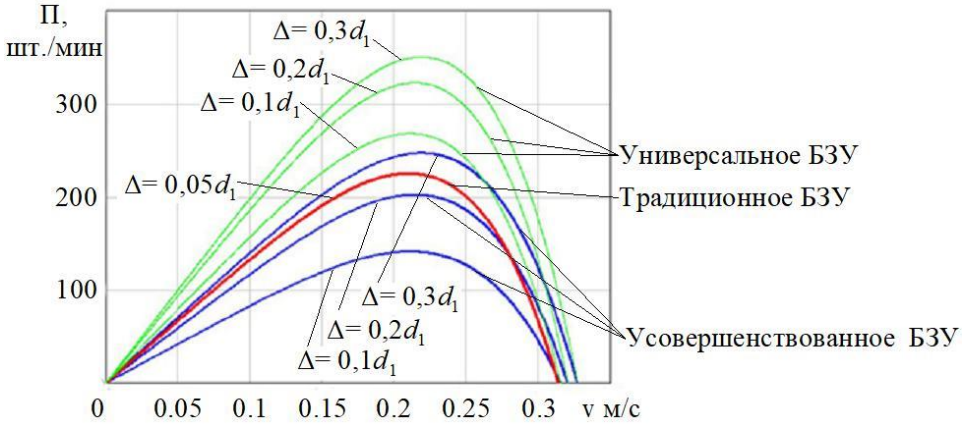


Рисунок 3 – Графики зависимости производительности БЗУ от окружной скорости вращения диска при разных значениях Δ: красный – для традиционного БЗУ, синий – для усовершенствованного БЗУ, зеленый – для универсального БЗУ

Как показывают графики, увеличение зазора по шагу с $\Delta = 0{,}1d_1$ до $\Delta = 0{,}3d_1$ позволяет увеличить производительность усовершенствованного БЗУ с пассивным ориентированием в 1,9 раза, а универсального БЗУ с активным ориентированием – в 1,3 раза.

Производительность традиционного БЗУ с активным ориентированием при зазора по шагу $\Delta = 0{,}05d_1$ в 1,6 раза выше усовершенствованного БЗУ с пассивным ориентированием. Компенсировать потерю производительности получается только при увеличении зазора по шагу Δ примерно в 6 раз, при условиях не снижения надежности.

Из-за комбинирования активного способа ориентирования и зазора по шагу $\Delta = 0{,}3d_1$ максимальная производительность универсального БЗУ в 1,5 раза выше традиционного БЗУ, и в 1,4 раза выше усовершенствованного БЗУ.

Из-за конструктивных ограничений на выбор зазора по шагу Δ максимальная производительность традиционного БЗУ при загрузке изделий с неявной асимметрией оказывается на 20% ниже минимальной производительности универсального БЗУ.

В заключение хочется отметить, что анализ математических моделей показывает, что из-за возможности комбинирования активного ориентирования и увеличения вероятности захвата путем выбора большего зазора по шагу Δ универсальное БЗУ оказывается наиболее эффективным при загрузке асимметричных изделий. Помимо этого, наличие в БЗУ захватывающих органов, не повторяющих силуэт изделий и предназначенных только для их захвата, также способствует повышению производительности БЗУ за счет возможности выбора большего зазора по шагу Δ.

Список литературы:

1. Надеждин, И.В. Загрузочные устройства с вертикальной подачей плоских деталей для автоматизированной сборки. Сборка в машиностроении, приборостроении / И.В. Надеждин. – 2007. – № 12. – С. 26–29.

2. Автоматизация загрузки прессов штучными заготовками / В.Ф. Прейс [и др.]; под ред. В.Ф. Прейса. М.: Машиностроение, 1975. 280 с.

3. Пантюхина, Е. В. Пассивное ориентирование деталей в механическом дисковом бункерном загрузочном устройстве с кольцевым ориентатором и радиальными пазами / Е. В. Пантюхина, В. В. Прейс, О. В. Пантюхин // Динамика систем, механизмов и машин. – 2020. – Т. 8. – № 2. – С. 73–83. – ISSN 2310-9793.

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. Пат. RU 183611 Российская Федерация. МПК8 6B23 Q7/02. Бункерное загрузочное устройство для предметов обработки с неявно выраженной асимметрией торцов / Прейс В.В., Токарев В.Ю., Хачатурян А.В. – № 2018123218; заявл. 26.06.2018; опубл. 27.09.2018. – Бюл. № 27

6. 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

7. Pantyukhina, E. V. Integrated approach methodology for evaluating the feed rate of mechanical disk hopper-feeding devices / E. V. Pantyukhina // IOP Conf. Series : Journal of Physics : Conference Series. – 2020. – Vol. 1546. – P. 012024. – DOI 10.1088/1742-6596/1546/1/012024.

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 машиноприборостроении. – 2018. – № 3 (3). – С. 16–25.

9. Медвидь, М.В. Автоматические ориентирующие загрузочные устройства/ М.В. Медвидь. – М.: Машгиз, 1963. – 299 с.