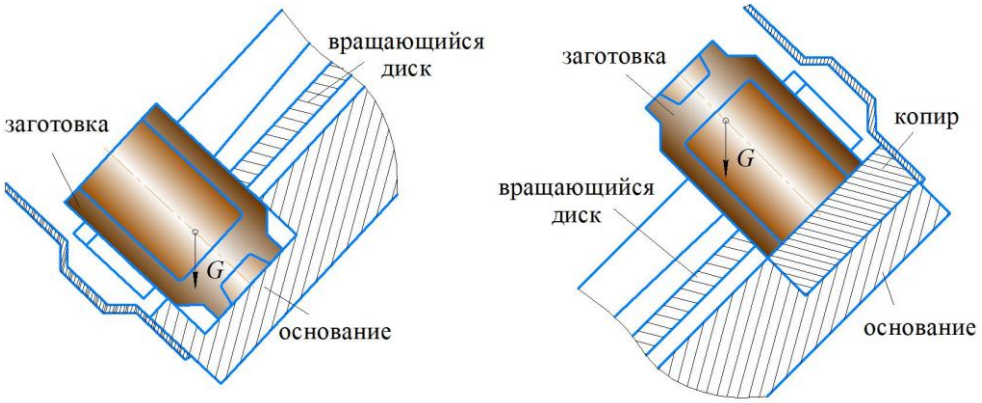
УДК 621.9.06

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ЗАГРУЗКИ ПОЛЫХ ПО ТОРЦАМ ЗАГОТОВОК В МЕХАНИЧЕСКИХ ДИСКОВЫХ БУНКЕРНЫХ ЗАГРУЗОЧНЫХ УСТРОЙСТВАХ

Богодяж А.Е. – соискатель,
Пантюхина Е.В. – д-р техн. наук, профессор,
Тульский государственный университет,
Россия, г. Тула

В некоторых массовых производствах возникают задачи автоматизированной подачи в оборудование штучных заготовок в количестве от 150 шт./мин; при этом изначально заготовки находились в разрозненном состоянии и необходимо их сориентировать, приведя в требуемое положение [1, 2]. Например, в роторные линии для нескольких ступеней вытяжки необходимо загрузить в определенном положении свыше 200 шт./мин заготовок тел вращения, полых по торцам разных наружных и внутренних диаметров, длиной в диапазоне от 15 до 30 мм и диаметром меньшим длины заготовки в 1,1…2,5 раза. При этом заготовки могут сцепляться в зависимости от соотношения диаметров торцов и их внутренних полостей, что приводит к существенным сложностям при автоматизации их загрузки [3, 4].

В работе [5] предложена усовершенствованная конструкция механического дискового бункерного загрузочно-ориентирующего устройства (БЗУ) для таких заготовок. Для захвата заготовок в устройстве предусмотрены радиально расположенные органы захвата, в которые заготовки западают в положении стоя в двух положениях (каждым из торцов), а для ориентирования в БЗУ предусмотрен криволинейный копир. Копир устанавливается наверху основания БЗУ; высота его сначала плавно изменяется от 0 до некоторой высоты, а потом – становится постоянной до тех пор, пока заготовка полностью не выпадет из кармана. Данной БЗУ универсально, так как путем замены копира изменяется в зависимости от расположения центра масс заготовки (заготовка должна выпасть из БЗУ под действием силы тяжести) общая высота кармана, в то время как традиционные БЗУ были предназначены только для одной определенной заготовки [6]. Расположение заготовки при ее захвате и пассивном ориентировании (самопроизвольном выпадении из кармана под действием силы тяжести G) показано на рисунке 1.



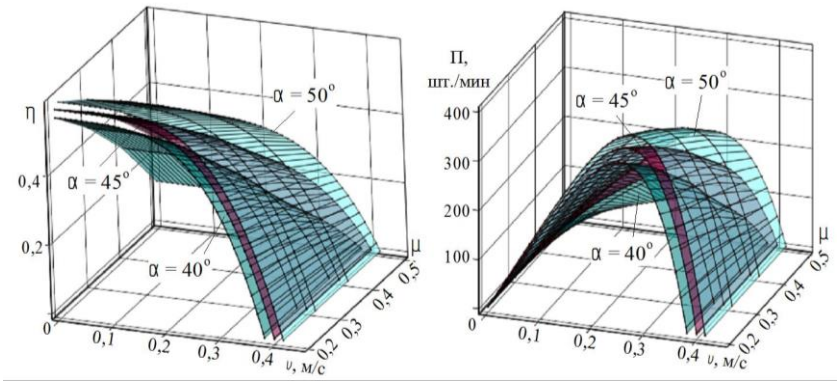
а б

Рисунок 1 - Западание заготовки в карман (а) и ее ориентирование (б) пассивным способом

При проектировании БЗУ для полых по торцам заготовок необходимо решить целый ряд взаимосвязанных и учитывающих особенности функционирования БЗУ задач.

Главной из таких особенностей является вероятностный принцип работы, что требует разработки математических моделей процесса захвата одной заготовки из общей массы и определения степени влияния всех параметров БЗУ на данный процесс. Это позволит добиться требуемых значений производительности БЗУ при его эксплуатации путем варьирования наиболее влияющих факторов на процесс захвата.

На рисунке 2 представлены графики в виде 3D визуализации вероятности захвата η и производительности БЗУ П от окружной скорости органов захвата υ и коэффициента трения μ между заготовками и вращающимся диском БЗУ при различных углах его наклона α. Построение математических зависимостей η и П от υ и других параметров позволят выявить наиболее влияющие факторы, оценить степень их влияния, скорректировать в связи с этим значения производительности для обеспечения требуемого производственным процессом значения.



а б

Рисунок 2 – Трехмерные графики зависимостей вероятности захвата (а) и производительности (б) БЗУ от окружной скорости при различных углах наклона диска

Вероятность захвата заготовок из общей массы при условии, что все они в результате пассивного или активного ориентирования (в зависимости от конструкции устройства) будут приведены в требуемое положение и выданы в этом положении в приемник, определяет производительность БЗУ. Вероятность η при увеличении коэффициента трения снижается, а при увеличении зазора в захватывающем органе увеличивается. На вероятность η оказывают влияние также способы подготовки заготовок к захвату, степень заполнения бункера заготовками, все геометрические и физико-механические параметры заготовок (размеры, координата центра масс, коэффициент трения). К параметрам БЗУ, влияющих на вероятность η заготовок, относятся геометрические размеры его захватывающих и ориентирующих органов, угол наклона бункера, радиус вращающегося диска, окружная скорость органов захвата, коэффициент трения. Степень влияния каждого из указанных параметров зависит от типа БЗУ, способа захвата в нем заготовок [7].

Для обеспечения стабильной и надежной работы БЗУ (из устройства выдаются только правильно сориентированные штучные заготовки) необходимо путем прорисовки возможных положений заготовки при ее западании в карман и выпадения из него разработать выражения для описания допустимых диапазонов значений как конструктивных, так и кинематических параметров, участвующих в процессе ориентирования органов БЗУ, при которых не будет нарушено функционирование БЗУ.

Кроме процессов захвата и ориентирования необходимо при выдаче заготовок в вертикальном положении определить условия, при которых все захваченные и правильно сориентированные заготовки будут выданы из БЗУ в накопитель в случае его незаполненности, что обеспечивается подбором оптимального значения окружной скорости.

Таким образом, эффективность работы БЗУ оценивается тремя основными показателями: надежностью (стабильностью) при выполнении захвата, ориентирования и выдачи заготовок; универсальностью (в БЗУ имеется возможность ориентирования заготовок различных размеров и форм путем регулировки захватывающих и ориентирующих органов); высокой производительностью (в БЗУ создаются условия, при которых будет обеспечен с наибольшей вероятностью захват заготовок в требуемом ориентированном положении, все захваченные заготовки будут сориентированы в БЗУ и выданы из него). Все эти факторы должны учитываться при проектировании БЗУ, что позволить обеспечить все необходимые условия для надежной и производительной загрузки заготовок в технологическое оборудование.

Список литературы:

1. Автоматическая загрузка технологических машин: Справочник / И.С. Бляхеров [и др.]; под общ. ред. И.А. Клусова. – М.: Машиностроение, 1990. – 400 с.

2. Прейс, В.В. Надежность автоматических роторно-конвейерных линий для сборки многоэлементных изделий / В.В. Прейс // Сборка в машиностроении, приборостроении. – 2003, – № 10. – С. 17–22.

3. Прейс, В.В. Технологичность штучных предметов обработки для автоматической загрузки в роторные и роторно-конвейерные линии / В.В. Прейс // Теория, технология, оборудование и автоматизация обработки металлов давлением и резанием: сборник статей. Вып. 1. – Тула: «Гриф и Ко», 1999. – С. 208–214.

4. Дьякова, Э.В. Автоматизация загрузки асимметричных деталей, близких к равноразмерным / Э.В. Дьякова // Молодёжный вестник Политехнического института: сборник статей. Тула: Изд-во ТулГУ. – 2023. – С. 322-326.

5. 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.

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

7. Пантюхина, Е.В. Факторы, влияющие на производительность механических дисковых бункерных загрузочно-ориентирующих устройств / Е.В. Пантюхина, С.А. Васин, С.Н. Шевченко, А.А. Борисов // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2024. – Т. 26. – № 3 (119). – С. 99-104.