

**К ВОПРОСУ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ  
ОПЕРАЦИЙ СОРТИРОВКИ ШТУЧНЫХ ДЕТАЛЕЙ  
ПО МАССЕ НА ПНЕВМАТИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВАХ**

**В. К. Битюков, И. А. Авцинов, Н. В. Суханова**

*Кафедра «Информационные и управляющие системы»,  
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет  
инженерных технологий», [Suhanovanv1971@mail.ru](mailto:Suhanovanv1971@mail.ru), г. Воронеж, Россия*

**Ключевые слова:** автоматическое захватно-ориентирующее устройство; газовая несущая прослойка; манипулирование; масса; опорная поверхность; принцип распознавания; сортировка; специфические изделия; сухое механическое трение.

**Аннотация:** Предложен принцип распознавания, основанный на использовании свойств тонкой газовой прослойки и несущей поверхности оборудования. Доказано, что газовая прослойка обладает высокой чувствительностью к изменению характерных параметров изделий, то есть способна их распознавать. Необходимо разработать устройство для автоматической сортировки и отбраковки мелких штучных изделий с неявно выраженными конструкторскими признаками, обладающих заниженными физико-механическими свойствами, поскольку к ним нельзя применить традиционные средства автоматизации, операции загрузки и ориентирования с механическими захватами, а также их взвешивание в потоке, что требует манипулирования при снижении сухого механического трения между изделием и несущими частями оборудования. Регулирование давления в пневмокамере и частоты вращения рабочей поверхности могут быть реализованы в автоматическом режиме.

---

Одно из условий эффективной работы предприятия при постоянном изменении ассортимента выпускаемой продукции – гибкость производственного оборудования. Данное обстоятельство определяет потребность в разработке принципиально новых технологических устройств автоматического действия, обладающих высоким уровнем гибкости, для сортировки (выбраковки) штучных изделий по массе.

На базе весоизмерительных приборов разработано множество устройств для сортировки штучных изделий по весу [1]. Известно устройство (рис. 1), содержащее подающий конвейер, весовую систему с коромыслом и приемным столиком, исполнительный механизм разбраковки взвешенных изделий, которое работает следующим образом. После установки контролируемого изделия на приемный

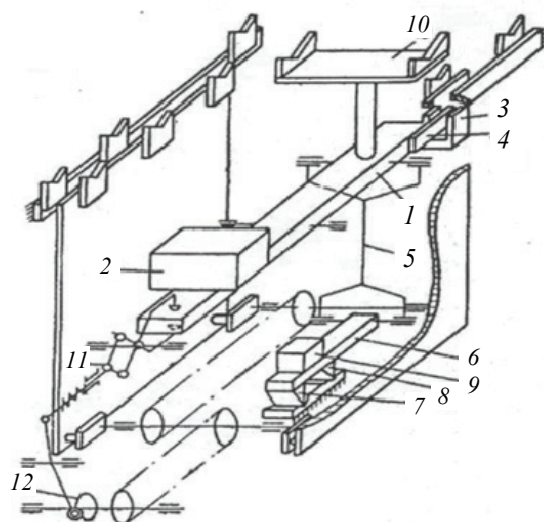


Рис. 1. Устройство для сортировки штучных изделий

столлик 10 захваты арретирующего рычажного устройства 11 разжимаются кулачком 12 и освобождают коромысло 1. Если вес изделия соответствует заданной весовой категории, то коромысло 1 удерживается в горизонтальном положении вследствие наличия противодействующего момента, создаваемого тарировочным грузом 9 и передаваемой тягой 5. Если вес изделия больше допустимого, то противодействующего момента, создаваемого грузом 9, становится недостаточно для удержания коромысла в горизонтальном положении. Коромысло поворачивается на угол, определяемый величиной зазора между коромыслом и разжатыми захватами арретирующего устройства 11. При этом двухопорный рычаг 6, установленный на опорах 7 и 8 посредством тяги 5 поворачивается. Так как ось вращения коромысла расположена ниже общего центра тяжести противовеса 2, контролируемого изделия и самого коромысла 1, то при малейшем отклонении последнего от горизонтального положения возникает дополнительный момент, способствующий повороту коромысла. В зависимости от допуска на вес изделия коромысло может занимать три фиксированных положения. В процессе контроля измерительный сигнал, зависящий от положения флажка 3 относительно бесконтактного датчика 4, поступает на исполнительный механизм. После контроля захваты арретирующего устройства сжимаются, и коромысло принимает горизонтальное положение для приема следующего контролируемого изделия [2].

Представленное устройство имеет ряд существенных недостатков: невозможность его использования для отбраковки по массе специфических изделий (например, выпуклые и вогнутые линзы, защитные стекла, защитно-декоративные корпуса высокоточных приборов, сигнальная арматура и пр.), имеющих повреждения (сколы, раковины и т.п.), при которых площадь опорной поверхности остается неизменной, а масса меняется. Анализ конструкций и принципа работы несоизмерительных устройств показал, что значительную их часть нецелесообразно использовать для специфических изделий различных отраслей промышленности.

Поэтому на *первом* этапе необходимо разработать устройство автоматической сортировки и отбраковки для класса мелких штучных изделий с неявно выраженными конструкторскими признаками, обладающих заниженными физико-механическими свойствами (хрупкостью, малой жесткостью и прочностью, ломкостью и т.п.) [3].

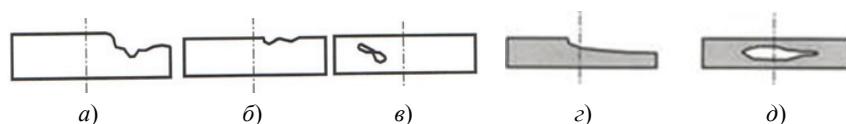
Анализ специфических мелких изделий позволил организовать их классификацию по физико-механическим свойствам, геометрическим параметрам и виду промышленности (фармацевтические изделия, парфюмерная продукция, пищевая штучная, изделия микроэлектроники, радиотехники и др.). По физико-механическим свойствам изделия классифицируются относительно свойств материала (хрупкости, ломкости, фрикционным свойствам, высокой адгезии, драгоценным минералам, дорогостоящим материалам) и особенностей опорных поверхностей (высокой чистоте обработки, сверхчистоте, зеркальности поверхности, свеженанесенности покрытия, с промежуточным покрытием, специальности покрытия). По геометрическим параметрам изделия классифицируются относительно конфигурации (колпачковый тип: вогнутый, выпуклый, низкий, фигурный, кольцевой низкий, кольцевой высокий; чашеобразный, конусный, профильный, совмещенный, таблетированный) [3, 4].

Анализ технологических операций показал, что возникают большие сложности в манипулировании (в частности выбраковке) штучных изделий, имеющих сколы, сломы, выбоины, наружные и внутренние раковины (рис. 2).

Повышение производительности контрольно-весового устройства неразрывно связано с увеличением скорости прохождения изделием участка взвешивания. Взвешиваемое изделие и измерительная платформа находятся в непосредственном контакте друг с другом, что приводит к повышенному истиранию отдельных частей весов и опорной поверхности изделий. Для штучных деталей пищевой и химической промышленности, приборостроения и ряда других отраслей характерна существенная доля изделий, к которым предъявляются повышенные санитарно-гигиенические и эстетические требования, что делает практически неприменимым традиционные весоизмерительные методы контроля.

На *втором* этапе рассмотрен один из вариантов решения поставленной задачи с использованием эффектов, возникающих в тонкой газовой несущей прослойке (ТГНП), создаваемой между рабочей поверхностью (РП) автоматического загрузочно-ориентирующего устройства (АЗОУ) и опорной поверхностью транспортируемого изделия, а также создание устройств, использующих тонкую газовую прослойку в качестве транспортирующего и распознающего элемента конструкции. Такие устройства надежны, просты по конструктивному исполнению, удобны при использовании в автоматизированной системе управления технологическим процессом (АСУ ТП) и эксплуатации и наладке в производственных условиях.

Увеличение скорости движения изделий требует от контрольного автомата практически мгновенного определения веса. Проблема взвешивания изделий на воздушной прослойке сводится к изучению истечения газа через сопла под изделие и движения газа между двумя жесткими поверхностями (опорной поверхностью изделия и рабочей поверхностью устройства). Вопросы распределения давления и определения его главного вектора сил большинство авторов решает исходя из уравнений движения вязких сжимаемых жидкостей с использованием уравнений неразрывности, состояния и энергии. Разработан новый метод распознавания по обобщенному критерию (удельной нагрузке), на основании чего получены два новых критерия распознавания (площадь опорной поверхности изделия и его масса). Доказано, что газовая прослойка обладает высокой чувствительностью к изменению представленных параметров изделий [3, 5].



**Рис. 2. Примеры специфических изделий, имеющих сколы (а, б, с), внутренние раковины (в, д)**

Идея метода заключается в следующем. На движущуюся РП поступает поток изделий, для которых необходимо выполнить первичное пассивное ориентирование с рассортировкой по массе. Для этого движущаяся рабочая поверхность АЗОУ полностью перфорирована соплами. Сжатый газ, истекая из них, создает между поверхностями (опорной изделия и рабочей устройства) ТГНП с направлением движения газа, независимым от перемещения последних. В результате этого при различной массе изделий, расположенных на рабочей поверхности АЗОУ, одни перемещаются совместно с ней, а другие всплывают на ТГНП и уносятся в ином направлении, независимо от движения рабочей поверхности. Поэтому основными управляемыми параметрами представленного процесса являются характеристики ТГНП [4].

В настоящее время существует большое число различных устройств и оборудования с ТГНП, выполняющих различные операции манипулирования в широком диапазоне типоразмеров изделий. Форма рабочей поверхности устройств отличается по геометрическому признаку и выполняется в виде разнообразных геометрических фигур: плоскости, параболоида, цилиндра, конуса и их комбинированных вариантов с дополнительным устройством кольцом или камерой. В зависимости от конструкции рабочих поверхностей на устройствах реализуются различные операции: СК – сортировка, классификация; КМ – контроль массы и др.

Также РП делятся по подвижным признакам. Поверхность может быть подвижная и неподвижная (конфигурация РП: плоскость – СК, КМ; плоскость со вставкой сверху – СК, КМ; плоскость со вставкой – КМ; плоскость со вставкой в пневмокамере – КМ; усеченный конус – КМ), а по виду движения: колебательно-го (конфигурация РП: подвижная плоскость – КМ; часть усеченного конуса с цилиндрической вставкой – СК), поступательного (конфигурация РП: плоское ленточное полотно – СК, КМ; параболоид – СК, КМ) и вращательного типов (конфигурация РП: полый цилиндр – СК) [3].

На рисунке 3 представлено характерное дозирующее устройство с сортировкой по массе. На данном оборудовании реализуется автоматическое дозирование по массе продукта.

Устройство работает следующим образом (см. рис. 3). Пневмокамера 2 приводится во вращение двигателем 11. Через дроссель 12 в нее подается сжатый воздух. Несущая поверхность пневмокамеры 2 имеет центральный участок 3 и периферийный наклонный участок 4 с углом наклона  $3 \dots 5^\circ$ . Горизонтальный участок расположен эксцентрично оси вращения пневмокамеры и смещен на величину  $l$ . Изделие поступает на несущую поверхность диска. Воздух, проходя через перфорированные отверстия, создает воздушную прослойку под изделием. Последнее всплывает

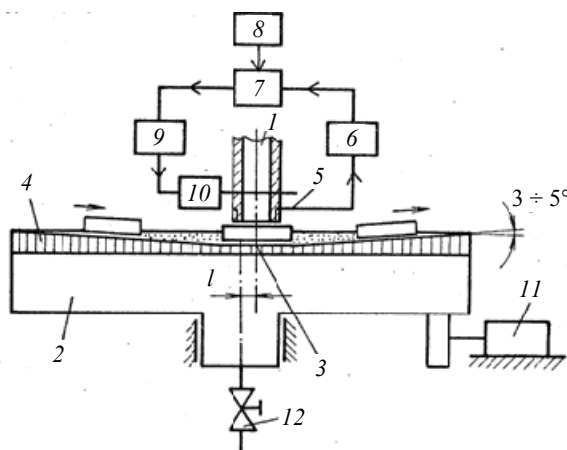


Рис. 3. Схема устройства сортировки по массе

по ТГНП, вращение рабочей поверхности 4 на тару не передается, и оно за счет составляющей силы тяжести движется к центральному горизонтальному лотку 3, где останавливается под наполнительным патрубком 1. В соплах 5 изменяется давление, так как изделие перекрывает отверстие в центре. Данное изменение фиксирует датчик 6 и передает сигнал на устройство 7, сравнивающее последний с задающим сигналом от датчика 8 и подающее его через усилитель 9 на исполнительный механизм 10, открывающий заслонку, и материал поступает в тару (изделие). Как только вес материала в таре достигает определенного значения, происходит продавливание воздушной прослойки. Заполненная тара (изделие) касается вращающегося диска и начинает вместе с ним вращаться. За счет того, что центр диска смещен относительно оси вращения рабочей поверхности и пневмокамеры, на тару с материалом действует центробежная сила от центра к краю, которая транспортирует тару на периферию диска, откуда она (тара, изделие) поступает на подающее устройство для дальнейших операций. Как только тара (изделие) с материалом касается вращающегося диска, она сразу начинает двигаться из его центра. Перекрытые тарой отверстия открываются, и давление в соплах 5 сразу возрастает. Последнее фиксирует датчик 6. Он подает сигнал на усилитель через сравнивающее устройство 7, которое сравнивает его с сигналом от датчика 8. Сигнал от усилителя поступает на исполнительный механизм 10, перекрывающий подачу материала. Как только тара с материалом (изделие) освобождает центр диска, на ее место поступает свободная тара (изделие), и процесс повторяется [4, 6 – 10].

Еще одна из типовых схем сортировки по массе представлена на рис. 4. Форма рабочей поверхности – параболоид (конус), движение – вращательное вокруг вертикальной оси. Устройство состоит из перфорированного диска 1, имеющего форму параболоида (конуса), обращенного вниз. Диск 1 выполнен с возможностью вращения вокруг оси симметрии. Под диском 1 располагается кольцевая пневмокамера 3 и подающий канал 2. Перфорированный диск 1 приводится во вращательное движение, а в кольцевую камеру 3 подается сжатый воздух, который затем проходит через перфорированную поверхность диска 1. На поверхность диска 1 поступает изделие [11].

В случае сортировки (выбраковки) по массе при нарушении симметричности относительно оси вращения изделия (см. рис. 2, а, б, з), оно не всплывает, а касается рабочей поверхности (перфорированного диска 1).

В случае сортировки (выбраковки, классификации) по массе изделий, имеющих сколы (см. рис. 2, а, б, з) или внутренние раковины, пузыри (см. рис. 2, в, д), они будут легче, чем стандартные. В результате чего, изделия будут всплывать на ТГНП, вращение рабочей поверхности (перфорированного диска 1) на детали не передается, и реализуется движение их к центру диска 1 за счет составляющей силы тяжести. Если на рабочую поверхность подается изделие стандартной массы, то есть оно обладает большим весом, деталь продавливает ТГНП, касается диска 1, и реализуется их совместное вращение. Распознаваемый объект перемещается на периферию рабочей поверхности под действием центробежной силы. Таким образом, бракованные изделия (более легкие) перемещаются в центр рабочей поверхности 1 по подающему каналу 2 на доработку, а стандартные – забираются с периферии диска 1 на дальнейшие операции.

В представленных конструкциях устройств регулируемые параметры – избыточное давление сжатого газа в пневмокамере и частота вращения рабочей поверхности оборудования, могут быть реализованы в автоматическом режиме.

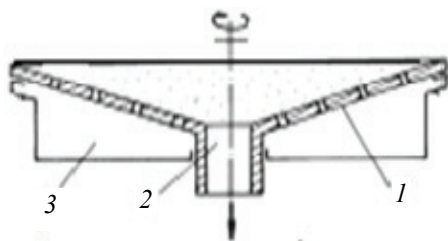


Рис. 4. Схема устройства с рабочей поверхностью в виде конуса

Рассмотрим систему регулирования избыточного давления в пневмокамере (рис. 5). Давление в пневмокамере преобразуется преобразователем избыточного давления РТ 1 в унифицированный пневматический сигнал и передается на пневматический ПИ-регулятор РС 2, который в зависимости от сигнала рассогласования (ошибки) вырабатывает управляющее воздействие на исполнительный механизм 3 с регулирующим клапаном, установленным на трубопроводе подачи сжатого газа в пневмокамеру и изменяющим его расход [1].

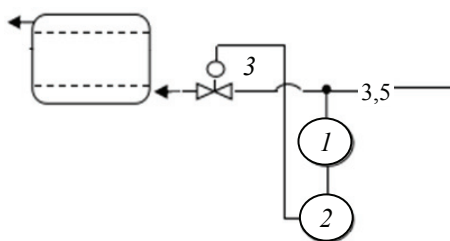


Рис. 5. Схема регулирования давления в пневмокамере

Частоту вращения двигателя 11 (см. рис. 3) можно изменять частотным преобразователем (рис. 6). Частотные преобразователи позволяют осуществлять мягкий пуск электрических машин, ограничивать пусковые токи, синхронизировать момент силы на валу с моментом нагрузки, осуществлять точную регулировку скорости вращения, подключать трехфазные двигатели в однофазную сеть без конденсаторов.

Входное сетевое трехфазное напряжение подается через опциональный входной фильтр на клеммы диодного моста выпрямителя В. Неуправляемый диодный (или управляемый тиристорный) мост преобразует переменное напряжение сети в постоянное пульсирующее напряжение. Для фильтрации пульсаций служит звено постоянного тока Ф из одного (или нескольких) конденсаторов С и дросселя Др, который позволяет дополнительно сгладить пульсации напряжения после диодного моста и выполняет функции снижения гармоник выпрямителя, инжектируемых в питающую сеть.

Транзисторы инвертора ИН с помощью специального алгоритма системы управления БУ генерируют на клеммы электродвигателя 3 пакета импульсов, разнесенных по трем фазам на 120 градусов во времени. Это позволяет осуществлять плавную регулировку частоты вращения двигателя.

Таким образом, можно сделать вывод, что разрабатываемые устройства на базе системы вида «изделие – рабочая поверхность – пневмокамера» обладают следующими преимуществами:

- 1) универсальностью, так как на рабочей поверхности можно манипулировать различными типоразмерами изделий, в результате того, что конструкция рабочей поверхности не зависит от конкретной конфигурации предмета производства;
- 2) возможностью манипулирования специфическими изделиями за счет исключения или снижения сухого трения между деталями и рабочей поверхностью;

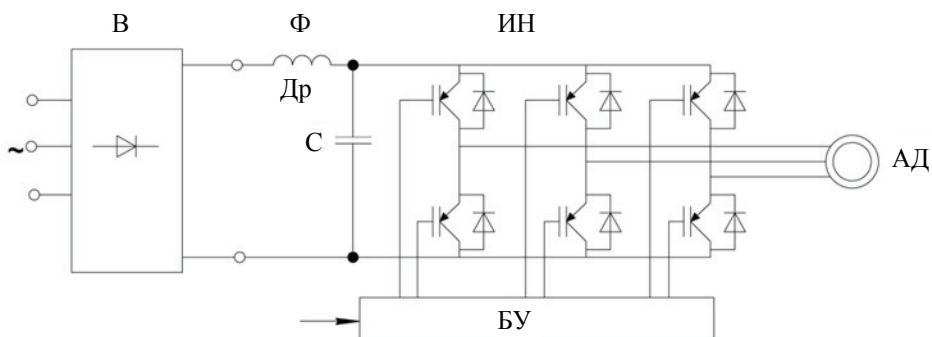


Рис. 6. Схема регулирования частоты вращения рабочей поверхности

3) многофункциональностью, так как на каждом из устройств реализуется несколько операций;

4) способностью к переналадке при переходе от одних типоразмеров к другим за счет изменения расхода сжатого газа под изделия и скорости движения рабочей поверхности. Приведенная классификация является первым шагом для кодирования системы «изделие – рабочая поверхность – пневмокамера» и разработки программного продукта в целях автоматизированного конструирования современного оборудования с заданными технологическими параметрами [3].

#### Список литературы

1. Датчики : справ. пособие / Под общ. ред. В. М. Шарапова, Е. С. Полищука. – М. : Техносфера, 2012. – 624 с.

2. А. с. 469505 СССР, МПК В07С 5/16, G01G 19/00. Устройство для сортировки штучных изделий по весу / А. А. Герасименко, В. Х. Плетень, А. И. Приходько, В. С. Кувшинов (СССР). – № 1919950 ; заявл. 08.05.1973 ; опубл. 05.05.1975, Бюл. № 17. – 5 с.

3. Основы структурной типологизации конструирования устройств с газовой несущей прослойкой / И. А. Авцинов [и др.] // Вестн. Воронежского гос. ун-та инженерных технологий. – 2015. – № 4 (66). – С. 53 – 60.

4. Авцинов, И. А. Загрузочно-ориентирующие устройства для мелких деталей / И. А. Авцинов // Сборка в машиностроении, приборостроении. – 2015. – № 6. – С. 8 – 9.

5. Intelligent Image-Activated Cell Sorting / N. Nitta [et al.] // Cell. – 2018. – Vol. 175, Issue 1. – P. 266 – 276.

6. Пат. № 2147942 Российская Федерация, МПК В07В 7/08. Устройство для сортировки изделий / И. А. Авцинов, В. К. Битюков, Д. Ю. Новиков ; заявитель и патентообладатель Воронежская государственная технологическая академия. – № 99111898 ; заявл. 07.06.1999 ; опубл. 27.04.2000, Бюл. № 12. – 5 с.

7. Битюков, В. К. Решение технологических задач манипулирования штучными специфическими изделиями на устройствах с газовой смазкой / В. К. Битюков, И. А. Авцинов, Н. В. Суханова // Материалы Междунар. науч.-техн. конф. «Инженерия техники будущего пищевых технологий», 13 – 15 июня 2018 г., Воронеж. – Воронеж, 2018. – С. 186 – 189.

8. Авцинов, И. А. Классификация устройств с газовой несущей прослойкой / И. А. Авцинов, М. Г. Кристаль, Д. Ю. Маликов // Сборка в машиностроении, приборостроении. – 2014. – № 2. – С. 9 – 11.

9. Авцинов, И. А. К вопросу конструирования пневматических устройств для сортировки специфических штучных изделий / И. А. Авцинов, В. К. Битюков, Н. В. Суханова // Сборка в машиностроении, приборостроении. – 2019. – № 4. – С. 172 – 176.

10. Андерсон, Дж. А. Дискретная математика и комбинаторика / Дж. А. Андерсон ; пер. с англ. Н. Н. Беловой. – М. : Изд. дом «Вильямс», 2004. – 960 с.

11. Пат. № 2056122 Российская Федерация, МПК В01D 15/00. Тарелка массообменного аппарата / И. А. Авцинов, В. К. Битюков, В. Л. Мурзинов ; заявитель и патентообладатель Воронежский технологический институт. – № 925030518 ; заявл. 03.03.1992 ; опубл. 20.03.1996, Бюл. № 3. – 5 с.

#### References

1. Sharapov V.M., Polishchuk Ye.S. [Eds.] *Datchiki: spravochnoye posobiye* [Sensors: reference manual], Moscow: Tekhnosfera, 2012, 624 p. (In Russ.)

2. Gerasimenko A.A., Pleten' V.Kh., Prikhod'ko A.I., Kuvshinov V.S. *Ustroystvo dlya sortirovki shtuchnykh izdeliy po vesu* [Device for sorting piece goods by weight], USSR, 1975, A. p. 469505. (In Russ.)

3. Avtsinov I.A., Bityukov V.K., Malikov D.Yu., Ivashin A.L. [Fundamentals of structural typologization of the design of devices with a gas carrier layer], *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernykh tekhnologiy* [Bulletin of the Voronezh State University of Engineering Technologies], 2015, no. 4 (66), pp. 53-60. (In Russ., abstract in Eng.)
  4. Avtsinov I.A. [Loading-orienting devices for small parts], *Sborka v mashinostroyenii, priborostroyenii* [Assembly in mechanical engineering, instrument making], 2015, no. 6, pp. 8-9. (In Russ., abstract in Eng.)
  5. Nitta N., Sugimura T., Isozaki A., Mikami H. [et al.]. Intelligent Image-Activated Cell Sorting, *Cell*, 2018, vol. 175, issue 1, pp. 266-276.
  6. Avtsinov I.A., Bityukov V.K., Novikov D.Yu. *Ustroystvo dlya sortirovki izdeliy* [Device for sorting products], Russian Federation, 2000, Pat. 2147942. (In Russ.)
  7. Bityukov V.K., Avtsinov I.A., Sukhanova N.V. *Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii "Inzheneriya tekhniki budushchego pishchevykh tekhnologiy"* [Materials of the International scientific and technical conference "Engineering of the future technology of food technologies"], 13-15 June, 2018, Voronezh, 2018, pp. 186-189. (In Russ.)
  8. Avtsinov I.A., Kristal' M.G., Malikov D.Yu. [Classification of devices with a gas carrier layer], *Sborka v mashinostroyenii, priborostroyenii* [Assembly in mechanical engineering, instrument making], 2014, no. 2, pp. 9-11. (In Russ., abstract in Eng.)
  9. Avtsinov I.A., Bityukov V.K., Sukhanova N.V. [On the design of pneumatic devices for sorting specific piece products], *Sborka v mashinostroyenii, priborostroyenii* [Assembly in mechanical engineering, instrument making], 2019, no. 4, pp. 172-176. (In Russ., abstract in Eng.)
  10. Anderson Dzh.A. *Diskretnaya matematika i kombinatorika* [Discrete mathematics and combinatorics], Moscow: Vil'yams, 2004, 960 p. (In Russ.)
  11. Avtsinov I.A., Bityukov V.K., Murzinov V.L. *Tarelka massoobmennogo apparata* [Plate of mass exchange apparatus], Russian Federation, 1996, Pat. 2056122. (In Russ.)
- 

## **Developing Control Systems for Sorting Piece Parts by Weight on Pneumatic Devices**

**V. K. Bityukov, I. A. Avtsinov, N. V. Sukhanova**

*Department of Information and Control Systems, Suhanovanv1971@mail.ru;  
Voronezh State University of Engineering Technologies, Voronezh, Russia*

**Keywords:** automatic gripping and orienting device; gas carrier layer; manipulation; weight; supporting surface; recognition principle; sorting; specific products; dry mechanical friction.

**Abstract:** The recognition principle based on the use of the properties of a thin gas layer and the bearing surface of the equipment is proposed. It is proved that the gas layer is highly sensitive to changes in the characteristic parameters of products, i.e., it is able to recognize them. There is a need to develop automatic sorting and rejection devices for the class of small piece products with implicit design features that have underestimated physical and mechanical properties, since traditional automation tools, loading and orientation operations with mechanical grips cannot be applied to them weighing in a stream. This requires manipulation while reducing dry mechanical friction



between the product and the bearing parts of the equipment. Regulation of the pressure in the pneumatic chamber and the rotational speed of the working surface can be implemented in an automatic mode.

---

### **Zur Frage der Entwicklung von Steuerungssystemen für das Sortieren von Stückerzeugnissen nach Masse auf pneumatischen Geräten**

**Zusammenfassung:** Es ist das Erkennungsprinzip anhand der Eigenschaften einer dünnen Gasschicht und der Auflagefläche des Gerätes vorgeschlagen. Es ist nachgewiesen, dass die Gasschicht sehr empfindlich auf Änderungen der charakteristischen Parameter von Produkten reagiert, d.h. diese erkennen kann. Es besteht die Notwendigkeit, automatische Sortier- und Auswerfvorrichtungen für die Klasse der Kleinteileprodukte mit implizit ausgedrückten Konstruktionsmerkmalen zu entwickeln, die unterschätzte physikalisch-mechanische Eigenschaften haben, da Sie nicht mit herkömmlichen Mitteln der Automatisierung, des Ladevorgangs und der Orientierung mit mechanischen Greifern, Gewichtung in der Strömung verwendet werden können. Dies erfordert Manipulationen, während die mechanische Trockenreibung zwischen dem Produkt und den Lagerteilen der Ausrüstung verringert wird. Die Regelung des Druckes in der Luftkammer und der Drehzahl der Arbeitsfläche kann im automatischen Betrieb realisiert werden.

---

### **Sur la question de l'élaboration des systèmes de la commande des opérations de tri des pièces unitaires sur des dispositifs pneumatiques**

**Résumé:** Est proposé un principe de la reconnaissance basé sur l'utilisation des propriétés de la couche mince de gaz et de la surface portante de l'équipement. Il est prouvé que la couche de gaz a une sensibilité élevée à la modification des paramètres caractéristiques des produits, c'est-à-dire qu'elle est capable de les reconnaître. Il est nécessaire d'élaborer des périphériques de triage et de rejet pour une classe de petites unités de produits avec les caractéristiques de construction pas clairement montrées et ayant des propriétés physiques et mécaniques décotées puisqu'il est impossible d'appliquer les outils traditionnels de l'automatisation, de l'opération du chargement et de l'orientation avec des mécanismes de captage et de pesage dans le flux. Cela nécessite une manipulation lors de la réduction du frottement mécanique à sec entre le produit et les pièces porteuses de l'équipement. La régulation de la pression dans la chambre à air et de la fréquence de rotation de la surface de travail peuvent être réalisées en mode automatique.

---

**Авторы:** *Битюков Виталий Ксенофонтович* – доктор технических наук, профессор кафедры «Информационные и управляющие системы»; *Авцинов Игорь Алексеевич* – доктор технических наук, профессор кафедры «Информационные и управляющие системы»; *Суханова Наталья Валентиновна* – доцент кафедры «Информационные и управляющие системы», ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», г. Воронеж, Россия.

**Рецензент:** *Скрынников Алексей Васильевич* – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Информационная безопасность», ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», г. Воронеж, Россия.