

3-1-2018

## NONCONTACT SORTING IN WORLFLOW

B.A. Alimatov

O A. Nosov

Follow this and additional works at: <https://uzjournals.edu.uz/ferpi>

---

### Recommended Citation

Alimatov, B.A. and Nosov, O.A. (2018) "NONCONTACT SORTING IN WORLFLOW," *Scientific-technical journal*: Vol. 22 : Iss. 2 , Article 5.

Available at: <https://uzjournals.edu.uz/ferpi/vol22/iss2/5>

This Article is brought to you for free and open access by 2030 Uzbekistan Research Online. It has been accepted for inclusion in Scientific-technical journal by an authorized editor of 2030 Uzbekistan Research Online. For more information, please contact [brownman91@mail.ru](mailto:brownman91@mail.ru).

UDC 62-522

#### 4. NONCONTACT SORTING IN WORFLOW

B.A. Alimatov<sup>1</sup>, O.A. Nosov<sup>1</sup>, Ye.S. Tkachenko<sup>1</sup>, S.M. Tolstolutskiy<sup>1</sup><sup>1</sup> Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov

#### БЕСКОНТАКТНАЯ СОРТИРОВКА В ПРОИЗВОДСТВЕННОМ ПОТОКЕ

**Abstract.** The article deals with the problems of contactless sorting of products in the production process. The designs and operation principle of devices for contactless weighing and sorting of piece products by mass are described. The mathematical dependences for determining the main parameters are given.

**Key words:** non-contact sorting, contactless weighing, easily deformable object, gas buffer layer.

**Аннотация.** В статье рассмотрены проблемы бесконтактной сортировки изделий в процессе производства. Описаны конструкции и принцип действия устройств для бесконтактных взвешивания и сортировки штучных изделий по массе. Приведены математические зависимости для определения основных параметров оборудования.

**Ключевые слова:** бесконтактная сортировка, бесконтактное взвешивание, легкодеформируемый объект, газовый буферный слой.

**Аннотация.** Мақолада ишлаб чиқариш оқимида буюмларни контактсиз саралаш жараёни муаммолари кўрилган. Буюмларнинг массасига қараб, контактсиз вазнини ўлчаш, саралаш қурилмаларининг тузилиши ва ишлаш асослари ёритилган. Жиҳозларнинг асосий кўрсаткичларини аниқловчи тенгламалар келтирилган.

**Таянч сўзлар:** контактсиз саралаш, контактсиз тарозилаш, енгил деформацияланадиган буюм, газли оралик қатлам.

Возникающие в процессе производства задачи сортировки изделий, в особенности в поточных линиях высокой производительности, целесообразно решать на основе совмещения операции сортировки, например с перемещением. Такое совмещение особенно предпочтительно при бесконтактном транспортировании изделий, тем более, что при производстве целого ряда наименований продукции, контакт последней с какими-либо частями устройства нежелателен и даже недопустим. Примером может служить ситуация, складывающаяся на участках разделки поточных линий по производству хлебобулочных изделий.

Бесконтактное взвешивание изделий в потоке позволяет контролировать массу каждого изделия, определять на основе обработки результатов контроля тенденции в изменении массы и производить регулирование технологического оборудования [1,2]. Собственно, деление на потоки по результатам измерений может осуществляться также бесконтактно самим весовым устройством, грузонесущая часть которого сделана поворотной.

Устройство для сортировки изделий по массе, изображенное на рис. 1, содержит корпус 1, имеющий гладкую цилиндрическую и коническую, сильно шероховатую торцевую внутреннюю поверхности, дроссели для подачи сжатого газа 2 и шаровые опоры 3, промежуточную платформу-ротор 4, имеющую сильношероховатую торцевую поверхность А, оснащенную лопастями коническую поверхность Б, грузовой желоб с выходными отверстиями и кулачок, обеспечивающий гравитационную самоустановку платформы - ротора.

Изделия движутся на газовом буферном слое, образованном

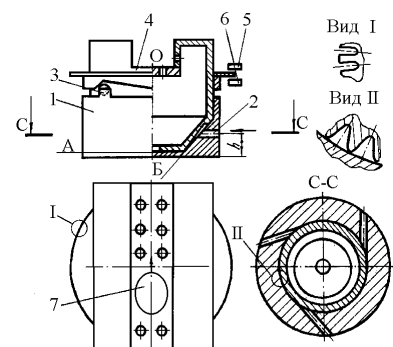


Рис. 1 Устройство для бесконтактных взвешивания и сортировки штучных изделий по массе: 1 - корпус; 2 - дроссели для подачи сжатого воздуха; 3 - шаровая опора; 4 - промежуточная платформа-ротор; 5 - световой излучатель; 6 - фотозлемент; 7 - изделие.

сжатым газом, поступающим в камеру платформы-ротора 4 [3, 4, 5].

При отсутствии контролируемого изделия газ, подаваемый из магистрали через дроссели 2, свободно проходит через каналы между лопастями, полости между торцевыми поверхностями корпуса 1 и платформы-ротора 4, входное и выпускные отверстия последней. В такие моменты значительная величина силы трения сильношероховатых поверхностей платформы - ротора и корпуса обеспечивает состояние их взаимного покоя, а давление в камере грузонесущей части имеет некоторое начальное значение.

При движении контролируемого изделия вдоль грузового желоба между нижней поверхностью изделия 7 и несущей поверхностью платформы - ротора существует газовый буферный слой. При этом давление между ее торцевой поверхностью и торцевой поверхностью корпуса повышается.

В момент, когда все изделие оказывается над несущей поверхностью, давление газа достигает величины, достаточной для образования газового буферного слоя между поверхностями корпуса и платформы-ротора. Толщина слоя при этом пропорциональна максимальной величине давления. Сохраняется также и газовый буферный слой под легкодеформируемым объектом. В этот момент прекращается действие силы трения поверхностей платформы-ротора и корпуса, начинается вращательное движение грузонесущей части вокруг оси  $O$  под действием вращающего момента, величина которого пропорциональна диаметру конической поверхности Б, находящемуся в этот момент на высоте  $h$  центральных осей дросселей 2, а следовательно, и однозначно соответствует величине массы легкодеформируемого объекта.

При этом массу легкодеформируемого объекта можно оценивать по изменению светового сигнала лампочки 5, фиксируемому фотозлементом 6, при вращении платформы-ротора 4. Сигнал, поступающий от датчика, усиливается и преобразуется в сигнал для индикатора массы и устройства поднастройки делительного оборудования.

На рис. 2 изображено устройство для сортировки по массе, где скорость вращения промежуточной платформы - ротора 4 при ее повороте можно оценивать по изменению светового сигнала лампочки 5, фиксируемому фотозлементом 6.

Изменения возникают вследствие периодического перекрывания луча лопастями вращающейся вместе с платформой - ротором крыльчатки. Сигнал, поступающий от фотозлемента, усиливается и преобразуется в сигнал для индикатора массы.

Если допустить, что до всплытия грузонесущей части давление в начальном зазоре (между торцевыми поверхностями платформы - ротора и корпуса) распределяется от периферии к оси  $O$  линейно, то справедливо выражение:

$$\int_{A_m} m dA = \frac{1}{3} (P_k - P_a) \left[ R^2 + \frac{d}{2} \frac{ex}{m} R + \frac{d^2}{4} \frac{ex^2}{m} \right], \quad (1)$$

где величина  $\int_{A_m} m dA$  характеризует суммарное давление в прослойке, Па;

$S$  – площадь торцевой поверхности,  $m^2$ ;

$P_k$  – абсолютное давление в камере платформы-ротора, Па;

$P_a$  – атмосферное давление, Па;

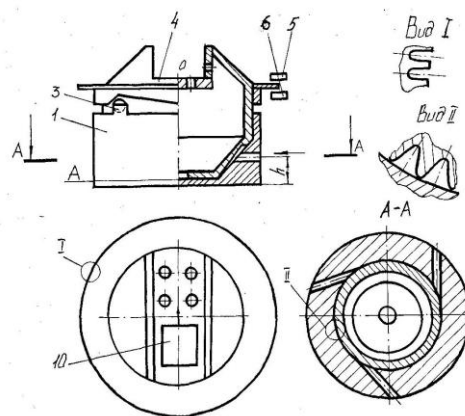


Рис. 2 Устройство для бесконтактных взвешивания и сортировки штучных изделий по массе: 1 - корпус; 2 - дроссели для подачи сжатого воздуха; 3 - шаровая опора; 4 - промежуточная платформа - ротор; 5 - источник светового сигнала; 6 - фотозлемент; 7 - изделие.

$R$  – радиус торцевой поверхности, м;

$d$  – диаметр входного отверстия платформы-ротора, м;

Условие всплывания грузонесущей части имеет вид:

$$\left[ m_u + m_2 \right] g \leq \int_A P dA_m, \quad (2)$$

где  $m_u$  – масса самого тяжелого из подлежащих сортировке изделий, кг;

$m_2$  – масса грузонесущей части, кг;

$g$  – ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>.

Из выражения (2) легко найти величину суммарного давления воздуха в момент, предшествующий всплыванию грузонесущей части, и, подставив его значение в выражение (1), получим величину максимального давления в камере платформы - ротора.

Величину необходимого расхода воздуха, подаваемого через дроссели, можно получить из выражения:

$$Q_n = Q'_1 + Q'_2 + \dots + Q'_n = \left[ \alpha'_1 \cdot f_1 + \alpha'_2 \cdot f_2 + \dots + \alpha'_n \cdot f_n \right] \times \sqrt{\frac{2}{\rho} \cdot [P_k - P_0]}, \quad (3)$$

где  $Q'_1, Q'_2, \dots, Q'_n$  значение расходов воздуха через выпускные клапаны отверстия грузонесущей части, м<sup>3</sup>/с;

$\alpha'_1, \alpha'_2, \dots, \alpha'_n$  – коэффициенты истечения воздуха через выпускные отверстия;

$f_1, f_2, \dots, f_n$  – величины площадей выпускных отверстий, м<sup>2</sup>;

$\rho$  – плотность воздуха, кг/м<sup>3</sup>;

$P_0$  – среднее давление в прослойке под изделием определяется из условия, Па.

$$P_0 - P_a = \frac{m_u g}{A_u}, \quad (4)$$

где  $A_u$  – площадь нижней поверхности изделия, м<sup>2</sup>.

Так как величина давления воздуха во входном отверстии платформы - ротора равна величине  $P_k$ , а на периферии начального зазора - величине давления воздуха, поступающего через питающее отверстие и дроссели  $P$ , уравнение Бернулли для начального зазора имеет вид:

$$P + \frac{\rho \cdot V^2}{2} = P_k + \frac{\rho \cdot V_k^2}{2} + \Delta P, \quad (5)$$

где  $V, V_k$  – скорости воздуха на входе и выходе начального зазора, рассматриваемого как канал, м/с;

$\Delta P$  – величина, характеризующая сопротивление движению воздуха по начальному зазору, связанная с размером и характером неровностей соприкасающихся поверхностей, Па.

$$V = \frac{Q}{2\pi R_m [\delta_1 + \delta_2]}, \quad (6)$$

$$V_k = \frac{Q_n}{\pi d_{ex} [\delta_1 + \delta_2]}, \quad (7)$$

где  $\delta_1$  и  $\delta_2$  – характеристики величины неровностей соприкасающихся поверхностей.

Зная величину давления воздуха в питающей магистрали, из выражения (4) легко получить величины  $[\delta_1 + \delta_2]$  и  $\Delta P$ .

Условие невсплывания в случае, когда изделие не перекрыло одно из выходных отверстий желоба:

$$\left[ m_u + m_z \right] g > \int_A P dA_m \quad (8)$$

При этом  $P_k$  в выражении (1) определяется из условия:

$$Q_n = Q'_1 + Q'_2 + \dots + Q'_n = [a'_1 \cdot f_1 + a'_2 \cdot f_2 + \dots + a'_{n-1} \cdot f_{n-1}] \cdot \sqrt{\frac{2}{\rho} \cdot [P_k - P_0]}, \quad (9)$$

где  $Q_n$  – расход воздуха через «открытое» отверстие, м<sup>3</sup>/с;

$a_n$  и  $f_n$  – соответственно коэффициент истечения воздуха через «открытое» отверстие и его площадь, м<sup>2</sup>;

Линейная скорость движения изделия по грузовому желобу, м/с:

$$V_u = \left[ l_u + \Delta l \right] \Pi \rho, \quad (10)$$

где  $l_u$  – длина груза, м;  $\Delta l$  – расстояние между грузами в потоке, м;

$\Pi$  – производительность поточной линии, шт/с; Длина грузового желоба устройства, м:

$$L \geq V_u \left[ \frac{\phi_{\max}}{\omega_{\min}} + \Delta t \right], \quad (11)$$

где  $\phi_{\max}$  – максимальный угол поворота грузонесущей части (при взвешивании самого легкого из подлежащих сортировке образцов), рад;

$\omega_{\min}$  – минимальная угловая скорость грузонесущей части (при взвешивании самого тяжелого из подлежащих сортировке образцов), рад/с;

$\Delta t$  – максимальное время запаздывания срабатывания устройства, с.

Расстояние между грузами в потоке должно отвечать условию:

$$\Delta l \geq L. \quad (12)$$

Следует отметить, что если в качестве контролируемой массы выступает тесто из пшеничной муки, пневможелоб платформы-ротора является, по сути, пневмотранспортером для бесконтактного перемещения нетвердого пищевого полуфабриката.

#### References:

- [1] Bityukov V.K. i dr. Pnevmaticheskie konveyeri. - Voronej: Izd. - VGU, 1984. - 164 s.
- [2] Kolodejnov, V.N. Ob odnom podxode k resheniyu zadach gidrodinamiki v tonkix nesushix prosloykax. Voronej: Izd-vo VGU. 1988. S. 85 – 89.
- [3] Nosov, O.A. i dr. K raschetu gidrodinamicheskogo koeffitsienta soprotivleniya pri padenii jestkoy sferi vo vstrechnom potoke. Modernizatsiya sushestvuyushego i razrabotka novix vidov oborudovaniya dlya pishevoy promishlennosti. Sb. nauch. trudov. Vipusk 12 – Voronej: VGTA, 2002 g., S. 36 - 39.
- [4] Nosov, O.A. i dr. Effekt pnevmozaxvata v nesushey gazovoy prosloyke. Tez.dok. XL otchetnoy nauchnoy konferentsii. CH.2 – Voronej: VGTA, 2002 g., S. 42 – 44.
- [5] CHertov, Ye.D., Nosov O.A., Vasechkin M.A. Primenenie metodov mnogokriterialnoy kvadrachnoy optimizatsii vzaimodeystviya vozduшной strui s opornoй poverxnostyu vyazko-uprugо-plastichnogo tela Materiali III Vserossiyskoy nauchno-texnicheskoy konferentsii. – Voronej: VGTA, 1999 g., S. 43 - 45.

#### Список литературы:

- [1] Битюков В.К. и др. Пневматические конвейеры. - Воронеж: Изд. - ВГУ, 1984. - 164 с.
- [2] Колодежнов, В.Н. Об одном подходе к решению задач гидродинамики в тонких несущих прослойках. Воронеж: Изд-во ВГУ. 1988. С. 85 – 89.
- [3] Носов, О.А. и др. К расчету гидродинамического коэффициента сопротивления при падении жесткой сферы во встречном потоке. Модернизация существующего и разработка новых видов оборудования для пищевой промышленности. Сб. науч. трудов. Выпуск 12 – Воронеж: ВГТА, 2002 г., С. 36 - 39.
- [4] Носов, О.А. и др. Эффект пневмозахвата в несущей газовой прослойке. Тез.док. XL отчетной научной конференции. Ч.2 – Воронеж: ВГТА, 2002 г., С. 42 – 44.
- [5] Чертов, Е.Д., Носов О.А., Васечкин М.А. Применение методов многокритериальной квадратичной оптимизации взаимодействия воздушной струи с опорной поверхностью вязко-упруго-пластичного тела Материалы III Всероссийской научно-технической конференции. – Воронеж: ВГТА, 1999 г., С. 43 - 45.