

Обоснование рациональных параметров транспортной системы с карманными носителями упаковочных машин

Анастасия Дереновская, Николай Масло, Валерий Захаревич

Justification of rational parameters of the transport system with pocket carriers of packaging machines: This article describes process moving tare in the pocket of transport systems packing machines. A purpose of the conducted research of process cardboard pack moving in pocket of linear and rotary transport systems of packing machine is determination of optimal value of the up-diffused loading from turning captures, which provides the reliable fixing pack and integrity the contained product.

Key words: tare, cardboard package, transport system, packing machine, pocket, capture, sending.

ВЪВЕДЕНИЕ

Для обеспечения высокопроизводительной работы упаковочной машины при перемещении упаковки внутримашинной транспортной системой нужно обеспечить совмещение выполнения максимального количества различных технологических операций. Важным совмещением является выполнение операций по перемещению пачки на всех стадиях изготовления упаковочной единицы с операциями направленными на:

- изготовление пачки: выделение единичной плоскоскладеной заготовки пачки и ее предварительное раскрытие, формообразование заготовки пачки (и ее переориентация), формирование дна (крышки) пачки и ее пошаговое размещение, позиционирование;

- упаковку продукции в пачку: фасовку продукции, формирование пачки, художественное оформление, группирование потребительских упаковок;

- позиционирование упаковочных единиц с соответствующим шагом на последующие технологические операции. [1,2,3]

Без использования внутримашинной транспортной системы специальными карманными носителями совмещения такого количества операций невозможно [4, 5].

За счет жесткостных свойств линии бигования высечки пачки, различной точности ее изготовления и соответственно разных внешних размеров пачки и внутренних размеров карманного носителя - картонная пачка не принимает форму параллелепипеда.

ИЗЛОЖЕНИЕ

При перемещении пачки в карманных носителях с фиксирующими поворотными захватами возможны два способа ее фиксации:

- с двумя фиксирующими захватами;
- с одним фиксирующим захватом (рис. 1), задней стенкой кармана и направляющей (преимущественно используются для высокопроизводительных ПМ).

Основная цель проведенного исследования заключается в определении нужного усилия для удержания пачки при перемещении в карманных носителях.

Для перемещения пачки в карманных носителях с одним фиксирующим захватом, по линейной траектории (рис.2), необходимое усилие фиксации пачки захватом $R_{\text{зах}}$ определяется:

$$R_{\text{зах}} = \frac{F_{\text{зах}}}{\cos(\alpha_R)}, \quad (1)$$

где $F_{\text{зах}}$ - необходимое усилие раскрытия пачки поворотным захватом на угол 90° ,

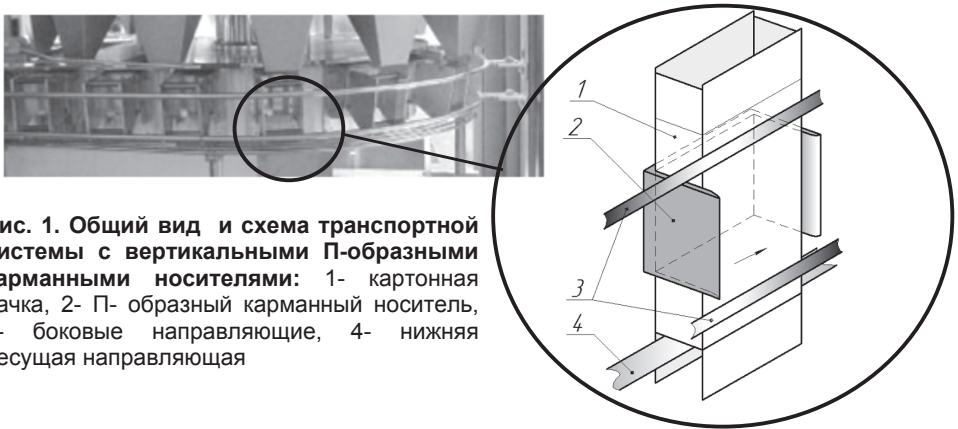


Рис. 1. Общий вид и схема транспортной системы с вертикальными П-образными карманными носителями: 1- картонная пачка, 2- П- образный карманный носитель, 3- боковые направляющие, 4- нижняя несущая направляющая

α_R - угол действия усилия поворотного захвата:

$$\alpha_R = \arctg \left(\frac{\Delta L}{B_n + L_{зax}} \right). \quad (2)$$

Усилия, действующие со стороны пачки на поворотные захваты N_1 , N_2 в карманных носителях с одним фиксирующим захватом, различные на этапе разгона, равномерного перемещения и торможения.

На этапе разгона:

$$\begin{cases} N_1 = F_{зax} + F_{дин} + F_n - F_c; \\ N_2 = N_1 / \cos(\alpha_R), \end{cases} \quad (3)$$

где $F_{дин}$ – сопротивление от неравномерного перемещения пачки:

$$F_{дин} = M \cdot \ddot{S}, \quad (4)$$

M – масса упаковочной единицы:

$$M = M_d + m_n, \quad (5)$$

M_d – масса дозы продукции, m_n – масса пачки, \ddot{S} - ускорение пачки, F_n – сила трения скольжения пачки по нижней несущей направляющей:

$$F_n = f_n \cdot M \cdot g, \quad (6)$$

f_n – коэффициент трения скольжения пачки по нижней несущей направляющей,

F_c – сила трения сцепления пачки с задней стенкой карманного носителя:

$$F_c = f_c \cdot R_{зax} \cdot \sin(\alpha_R), \quad (7)$$

f_c – коэффициент трения сцепления пачки с задней стенкой карманного носителя.

При равномерном перемещении $F_{дин} = 0$ и усилия, действующие со стороны пачки на поворотные захваты, определяются:

$$\begin{cases} N_1 = F_{зax} + F_n - F_c; \\ N_2 = N_1 / \cos(\alpha_R). \end{cases} \quad (8)$$

При торможении направление вектора ускорения меняется на противоположное. Пачка может нагружать каждый из поворотных захватов поочередно. Сначала нагружается поворотный захват 1:

$$\begin{cases} F_{\text{оин}} \leq F_m - F_c; \\ N_1 = F_{\text{зах}} + F_n - F_c - F_{\text{оин}}; \\ N_2 = N_1 / \cos(\alpha_R), \end{cases} \quad (9)$$

затем нагружается поворотный захват 2:

$$\begin{cases} F_{\text{оин}} > F_n + F_c; \\ N_1 = F_{\text{зах}} + F_n + F_c - F_{\text{оин}}; \\ N_2 = N_1 / \cos(\alpha_R). \end{cases} \quad (10)$$

Перемещение пачки роторной транспортной системой с карманными носителями можно описать такой математической моделью. Суммарное сопротивление W перемещению (рис. 2) в этом случае состоит из сопротивления сил трения пачки по несущей направляющей и сопротивления от неравномерного перемещения пачки:

$$\vec{W} = \vec{F}_{\text{оин}} + \vec{F}_n + \vec{F}_\sigma + \vec{F}_c. \quad (11)$$

где $F_{\text{оин}}$ – сопротивление от неравномерного перемещения пачки:

$$F_{\text{оин}} = M \cdot R \cdot \ddot{\Phi}_\kappa, \quad (12)$$

R – радиус кривизны траектории движения центра масс пачки; $\ddot{\Phi}_\kappa$ – угловое ускорение пачки;

F_σ – сила трения пачки по нижней несущей направляющей:

$$F_\sigma = F_y \cdot f_\sigma, \quad (13)$$

f_σ – коэффициент трения скольжения пачки по боковой направляющей;

F_y – центробежная сила:

$$F_y = M \cdot R \cdot (\dot{\Phi}_\kappa)^2, \quad (14)$$

$\dot{\Phi}_\kappa$ – угловая скорость пачки.

Для перемещения пачки в карманных носителях с одним фиксирующим захватом роторной транспортной системы (рис. 3), необходимое усилие фиксации пачки захватом $R_{\text{зах}}$ также определяется по формуле (1), а угол действия усилия поворотного захвата α_R – по формуле (2).

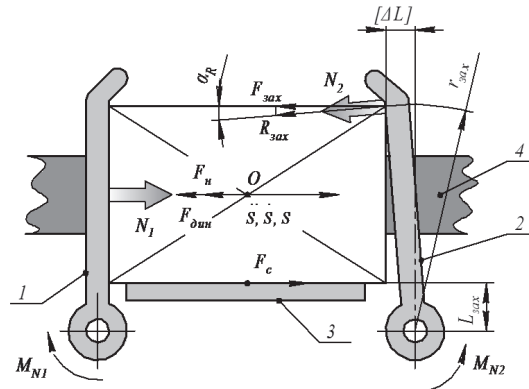


Рис. 2. Схема силовой нагрузки при перемещении заполненной картонной пачки в вертикальных карманных носителях с одним фиксирующим захватом: 1- поворотный захват, 2- фиксирующий поворотный захват, 3- задняя стенка кармана, 4- нижняя несущая направляющая

Сила трения сцепления пачки с задней стенкой карманного носителя:

$$\begin{cases} F_c = f_c \cdot (R_{\text{зад}} \cdot \sin(\alpha_R) - F_\theta), & \text{если } R_{\text{зад}} \cdot \sin(\alpha_R) > F_\theta; \\ F_c = 0, & \text{если } R_{\text{зад}} \cdot \sin(\alpha_R) \leq F_\theta. \end{cases} \quad (15)$$

На этапе разгона усилия, которые действует со стороны пачки на захваты:

$$\begin{cases} N_1 = F_{\text{дин}} + F_n + F_{\text{зад}} - F_c - F_\theta \cdot \cos(\alpha_m); \\ N_2 = N_1 / \cos(\alpha_R), \end{cases} \quad (16)$$

где α_m - угол трения пачки по боковым направляющим.

При равномерном перемещении усилия, которые действуют со стороны пачки на захваты:

$$\begin{cases} N_1 = F_n + F_{\text{зад}} - F_c - F_\theta \cdot \cos(\alpha_m); \\ N_2 = N_1 / \cos(\alpha_R). \end{cases} \quad (17)$$

При торможении упаковочная единица может нагружать каждый из поворотных захватов поочередно.

Нагружается поворотный захват 1:

$$\begin{cases} F_{\text{дин}} \leq F_n - F_c - F_\theta \cdot \cos(\alpha_m); \\ N_1 = F_{\text{зад}} + F_n - F_c - F_{\text{дин}} - F_\theta \cdot \cos(\alpha_m); \\ N_2 = N_1 / \cos(\alpha_R). \end{cases} \quad (18)$$

Нагружается поворотный захват 2:

$$\begin{cases} F_{\text{дин}} > F_n + F_c - F_\theta \cdot \cos(\alpha_m); \\ N_1 = F_{\text{зад}} + F_n + F_c - F_{\text{дин}} - F_\theta \cdot \cos(\alpha_m); \\ N_2 = N_1 / \cos(\alpha_R). \end{cases} \quad (19)$$

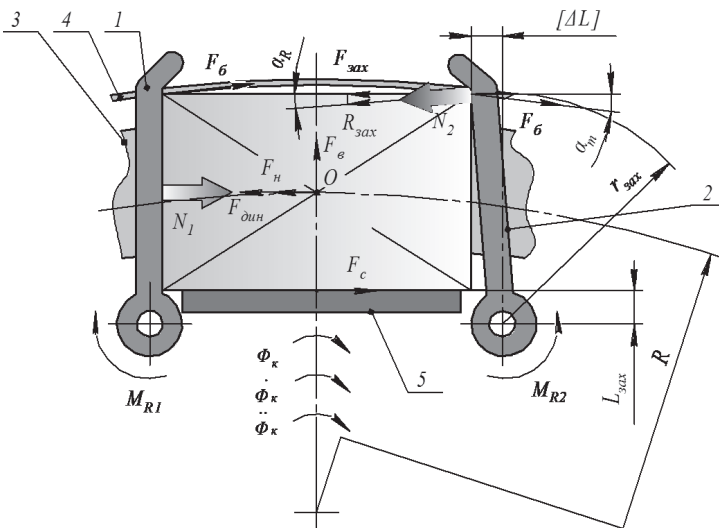


Рис. 3. Схема силовой нагрузки при перемещении картонной пачки с продукцией роторной транспортной системы в вертикальных карманных носителях с фиксирующим поворотным захватом: 1- поворотный захват, 2- фиксирующий поворотный захват, 3- нижняя несущая направляющая, 4 - боковая направляющая, 5- задняя стенка кармана

Минимальная величина момента в шарнирах M_R , который необходимый для замыкания захватов карманного носителя с одним фиксирующим захватом:

$$\begin{cases} M_{N_1} \geq N_1 \cdot r_{зах} ; \\ M_{N_2} \geq N_2 \cdot r_{зах} . \end{cases} \quad (20)$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное математическое моделирование перемещения пачки в карманных носителях линейной и роторной транспортной системы позволило сделать вывод, что захват 1 воспринимает максимальную нагрузку при перемещении пачки с продукцией на этапе разгона, а захват 2 – на этапе торможения. В этих условиях определяются рациональные значения параметров фиксирования пачки и ее формоустойчивости.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Upakovka iz kartona/V.L. Shreder, S.F. Pilipenko. – Kiev: AIC «Upakovka», 2004. – 560 s.
- [2] Chernov M.E. Upakovka syuchih produktov: Uchebnoe posobie. – M.: DeLi, 2000. – 163 s.
- [3] O.M. Gavva, A.P. Bepal'ko, A.I. Volchko . Pakuval'ne obladnannja v 3 kn. – Kiyv: IAC «Upakovka».
- [4] Spivakovskij A.O., Djachkov V.K. Transportirujushhie mashiny: Uchebnoe posobie dlja mashinostroitel'nyh vuzov. – 3-e izd. pererab.– M.: Mashinostroenie, 1983. – 487 s.
- [5] Maslo, M. A. Konstruktivni elementi transportnih sistem pakuval'nogo obladnannja / M. A. Maslo, O. M. Gavva // Upakovka. – 2006. – № 2. – S. 44–46.

Для контактов:

асист., Анастасия Дереновская, кафедра технической механики и упаковочной техники, Национальный университет пищевых технологий, тел. 287-92-45, anastasya.d@gmail.com

доц., к.т.н. Николай Масло, кафедра теоретической механики и ресурсосберегающих технологий, Национальный университет пищевых технологий, тел. 289-11-10.

доц., к.т.н. Валерий Захаревич, кафедра технической механики и упаковочной техники, Национальный университет пищевых технологий, тел. 287-92-45.

Доклад был рецензирован