

ЗАХВАТ И АВТОМАНИПУЛИРОВАНИЕ ПЛОСКИХ ДЕТАЛЕЙ

Хаджаев С.С.

(Ташкентский институт текстильной
и легкой промышленности)

В производстве обуви детали низа типа стелька, подошва, набоек и другие детали имеют определенную плоскую форму и жесткость. При этом операции выравнивания их по толщине, нанесения на поверхность клеевой пленки, загрузки их в сушильные установки осуществляются оператором стоя. Запахи и пары клея и других эмульсий при изготовлении обуви в сборочных цехах создают дискомфортные условия вредные для здоровья работающего.

В связи с этим операции захвата, отделения от пачки одну из деталей, находящихся в магазине и подачи ее в зону обработки оборудования или установок можно автоматизировать с применением промышленных роботов (ПР) с вакуум-захватом (ВЗ).

Проведенный анализ показал [1,2,3,4], что вопросы расчета системы схват-детали обуви вакуум-захватами исследованы недостаточно, в связи с этим рассмотрим захват и автоманипулирование плоских деталей обуви с ВЗ ПР. При этом надо обеспечивать такое усилие захвата, чтобы объект не деформировался и не получил смещение относительно элементов схвата ПР.

К вакуум-захватам относятся пневматические захватные устройства (ПЗУ). Расчет ПЗУ сводится к определению зависимости между необходимым давлением в нем внешними силами, противодействующими присасыванию, геометрическими размерами и количеством присосов. Для присосов находящихся в неподвижном состоянии, к внешним силам следует отнести силы веса и технологические силы, а для присосов находящихся в движении к внешним силам кроме указанных относятся силы трения, возникающие при движении объекта захвата (стельки, подошвы, набоек и др.). При движении ПЗУ, в особенности в начале и конце движения в транспортируемом объекте возникают инерционные силы, которые при известных условиях могут суммироваться, либо с силами срывающими деталь с присосов ПЗУ, либо с силами способствующими удержанию объекта. При этом равнодействующие действующих сил могут быть направлены как угодно по отношению к плоскости среза присоса (Рис. 1). Равнодействующая сила может быть разделена на следующие составляющие:

R - направленная вдоль плоскости среза присосов ПЗУ; N - нормальная сила. Силе N противодействует присасывающая сила, возникающая за счет разности давлений и атмосферного воздуха P и разрежения воздуха в присосе P_n . При этом удерживающая сила (N_y) определяется по формуле:

$N_y = \pi d^2 (P - P_n) n / 4$, где n - количество присосов, d - диаметр исходного отверстия присоса у среза присоса.

Для надежного удержания объекта присосом должно соблюдаться условие

$N_y = K N$, где $K = 1,5 - 2,0$ - коэффициент надежности удержания [3]. Рассмотрим систему ВЗ - объект при вертикальном, вращательном и поступательном движениях манипулятора ПР.

Определим вес объекта, удерживаемой ВЗ при подъеме манипулятора ПР. При этом на объект действуют силы: $N = G + R_{ин}$, $R_{ин} = m W_n$, где G - вес объекта (стельки, или подошвы, или набойки); $R_{ин}$ - сила инерции, m - масса объекта захвата; $n W_n$ - ускорение подъема объекта.

Определяем максимально допустимую силу веса объекта

$$KN < N_{yn} \quad (1)$$

После постановки вышеприведенных составляющих в (1), имеем $K(G+GWn/g) < \Pi d^2/2(P-Pn)n/4$, откуда

$$G < \Pi d^2 (P-Pn) n/4 (1 + Wn/g) \quad (2)$$

Теперь определим величину удерживающей силы захвата при повороте манипулятора ПР параллельно горизонтальной плоскости. Расчетные схемы приведены на рис. 2 и 3. При этом касательной силой R противодействует сила трения, удерживающая объект от сдвига и возникающая между срезом присоса и объектом под действием нормальной силы $F_1 = f(Ny - G)$. Для надежного удержания объекта без смещения при поворотных движениях системы ВЗ-объект должно соблюдаться следующее условие: $F_1 > R$, где $F_1 = KR$, $R = R_{ин} = (P_{ик}^2 + P_{иц}^2)^{1/2}$ - сила инерции при повороте манипулятора ПР; $R_{ик}$ - касательная сила инерции; $R_{иц}$ - центробежная сила

инерции. Так как $R_{ик} = ml \epsilon$, $R_{иц} = ml \omega^2 L$, $R_{ин} = [(ml \epsilon)^2 + (ml \omega^2 L)^2]^{1/2}$, где L - расстояние от оси вращения колонны ПР до центра объекта захвата. Тогда значение допустимой силы веса объекта при повороте манипулятора ПР вокруг вертикальной оси запишется:

$$G < fg \Pi d^2 (P - Pn) n/4 (fg + kl \sqrt{\epsilon^2 + \omega^4}) \quad (3)$$

где ϵ и ω - угловое ускорение и скорость манипулятора ПР.

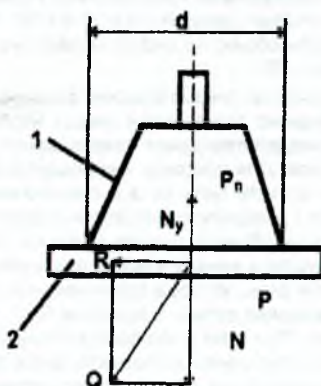


Рис.1. Схема системы объект-ПЗУ, где 1-схват, 2-объект.

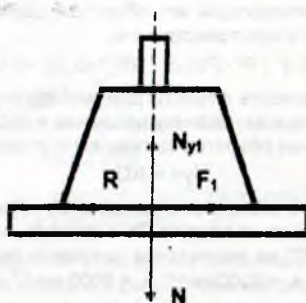


Рис. 2. Система объект-ПЗУ в период подъема и удержания объекта

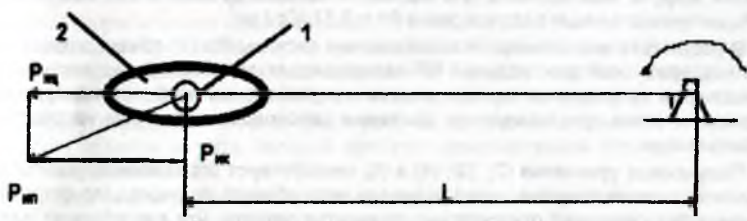


Рис. 3. Система объект-ПЗУ в период поворота;

где 1- схват ПР, 2- объект захвата.

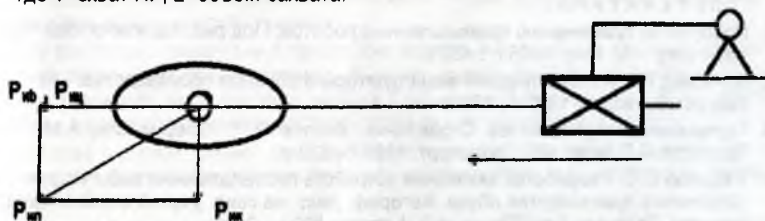


Рис. 4. Система объект - ПЗУ в период выдвигения манипулятора ПР.

Теперь определим величину допустимой силы веса объекта при выдвигении манипулятора ПР (Рис.2). На объект действуют следующие силы:

$$N = G, R = R_b, P_i = m a_b = G a_b/g, F_1 = f(Ny - G) = K R.$$

Где N - нормальная сила, R - касательная сила, противодействующая силе трения F_1 ; R_{ib} - сила инерции при выдвигении.

Допустимая сила веса объекта при выдвигении манипулятора определяется из условия $F_1 > K R_{ib}$, после подстановки значений в последнее неравенство получим: $f(Ny - G) = K G a_b/g$, откуда выражение для определения допустимой силы веса объекта при выдвигении манипулятора ПР запишется:

$$G < [fg \Pi d^2 (P - P_n) n/4 (fg + ka_b)] \quad (4)$$

Обычно, на практике манипулятор ПР при автоманипулировании с объектом совершает все движения в совмещенном состоянии, поэтому после ряда преобразований

получено выражение учитывающий вес объекта, удерживаемой схватом ПР при совмещении трех движений в пространстве, т.е.

$$G = [\Pi d^2 (P - P_n) n] / 4K\{1 + a_n/g + [(\epsilon L)^2 + (a_b + L\omega^2)^2]^{1/2}/fg\} \quad (5)$$

С учетом (5) можно записать формулу для расчета усилия присоса $N_{уп}$ объекта вакуум-захватом при захвате и автоманипулировании в пространстве, которая обеспечивает надежность удержания объекта без смещения относительно деталей ПЗУ,

$$N_{уп} = KG \quad (6)$$

Пример. Для надежного захвата стельки детской обуви весом $G = 40$ гр каким должен быть давление разрежения воздуха P_n в присосе, если известны $n = 1$ шт, $d = 40$ мм, $P = 1$ кгс / см², $f = 0,57$; из результатов поисковых экспериментов для промышленного робота марки МП-4, $a_n = 5000$ мм/с², $a_b = 6000$ мм/с², $\epsilon = 60$ с⁻², $\omega = 12$ с⁻¹, $L = 600$ мм, $K = 2$.

Из уравнений (5) и (6) после некоторых преобразований находим величину разрежения воздуха необходимого для надежного захвата детской обуви вакуум-захватом ПР, которая для нашего случая равна $P_n = 0,87$ кгс / см².

В результате аналитического исследования системы ВЗ-ПР-объект захвата получены ряд уравнений для модулей ПР совершающих самостоятельно поступательные движения в направлении горизонтальных и вертикальных осей, при поворотных движениях, а также при совместном движении одновременно по трем направлениям в пространстве.

Полученные уравнения (2), (3), (4) и (5) способствуют определению усилий захвата объекта, а также рационального значения веса объекта подлежащего оптимальному захвату без смещений относительно элементов захвата, что способствует автоматизации процессов выделения из пачки или магазина объекта и подачи его к позиции обработки или сборки обувных машин и установок непроходного и проходного типов.

ЛИТЕРАТУРА :

1. Пособие по применению промышленных роботов. Под ред. Кацухико Нода Пер. с японского. - М: Мир, 1975 г., 450 с.
2. Тонковид Л.А. Автоматические манипуляторы в обувном производстве. - М: Легпромбытиздат. 1987 г., 176 с.
3. Грузозахватные устройства. Справочник / Козлов Ю.Т. Обермейстер А.М., Протасов Л.П. и др. - М: Транспорт. 1980 г., 223 с.
4. Хаджаев С.С. Разработка захватных устройств промышленных роботов для сборочного производства обуви. Автореф. дисс. на соис. ученой степени канд. тех. наук, Ташкент, ТашГТУ им. А.Р. Беруни, 1992. - 24 с.