DOI: 10.17117/na.2016.02.02.379

Поступила (Received): 15.02.2016

<http://ucom.ru/doc/na.2016.02.02.379.pdf>**Малышев И.Е., Федоров В.А.****Разработка программы автоматизированного
определения наладочных размеров бункерных
загрузочных устройств****Malyshev I.E., Fedorov V.A.****Development of the program of automated determination the
adjustment size of the loading pocket devices**

В статье предложен алгоритм для определения положения заготовок в бункерных устройствах расчетным методом. Представлены результаты работы компьютерной программы, разработанной на основе алгоритма

Ключевые слова: автоматизация производства, программное обеспечение, автоматизация проектирования

The article proposed an algorithm for determining the position of workpieces in the bunker devices. The algorithm uses a calculation method. The results of the work of a computer program, developed on the basis of the algorithm are presented

Key words: computer-aided manufacturing, software, design automation

Малышев Илья Евгеньевич

Студент

Калужский филиал Московского государственного
технического университета им. Н.Э. Баумана
г. Калуга, ул. Баженова, 2

Malyshev Ilia Evgenyevich

Student

Kaluga branch of Moscow state technical university
named N.E. Bauman
Kaluga, Bazenova st., 2

Федоров Валерий Анатольевич

Ассистент

Калужский филиал Московского государственного
технического университета им. Н.Э. Баумана
г. Калуга, ул. Баженова, 2

Fedorov Valery Anatolevich

Assistant

Kaluga branch of Moscow state technical university
named N.E. Bauman
Kaluga, Bazenova st., 2

Научный руководитель:
к.т.н., доцент Малышев Е.Н.

Повышение автоматизации любого производства непрерывно связано с автоматизацией транспортно-загрузочных операций. Представленное на рисунке 1 крючковое бункерно-загрузочное ориентирующее устройство (БЗОУ) используется для ориентирования и загрузки заготовок на металлорежущие станки и прессы [1]. Устройство характеризуется компактностью, надежностью в работе, высокой производительностью – до 120...180 шт./мин.

Устройство работает следующим образом. Заготовки 2, поступающие в бункер 5 из предбункера 6, размещаются хаотично в направляющем желобе 3

бункерного пространства, где их захватывают крючки 4 и передают в ориентированном виде в приемник 1.

Рис. 1. Крючковое бункерно-загрузочное устройство

Наладить крючковое БЗОУ – значит определить и установить допустимые границы вылета крючка R_{max} и R_{min} (рис. 1). Граница R_{max} – наибольшее расстояние от оси вращения крючка до поверхности отверстия в ориентируемой втулке в направлении перпендикулярно оси втулки. Граница R_{min} – расстояние от оси вращения крючка до верхней точки отверстия на торце втулки со стороны входа крючка в отверстие. Границы R_{max} и R_{min} для каждой заготовки задают так называемый «просвет» – область отверстия для размещения крючка в период захвата и ориентирования. Важным параметром для определения указанных границ является расстояние R_{BT} от оси вращения крючков до оси втулок в плоскости их торцов, где крючок входит в отверстие втулок [2].

Направляющие желоба бункера представляют собой усеченные конические поверхности (рис. 2).

Рис. 2. Геометрическое представление желоба бункера

Аналитически такие поверхности могут быть описаны в трехмерной системе координат уравнением

$$\frac{x^2}{R_B^2} + \frac{y^2}{R_B^2} - \frac{z^2}{H_B^2} = 0,$$

где (x, y, z) – координаты точки, принадлежащей поверхности конуса, образующего желоб бункера; R_B – радиус нижней точки желоба бункера (рис. 3); H_B – высота конуса, образующего бункерное пространство.

Величина угла ϑ между образующими желоба может быть определена $\vartheta = 2 \arctg \frac{H_B}{R_B}$. Очевидно, что при $H_B = R_B$ значение угла между образующими желоба $\vartheta = 90^\circ$.

Наружная поверхность ориентируемой втулки представляет собой ограниченную цилиндрическую поверхность. С учетом особенностей расположения этой поверхности в принятой системе координат (рис. 3) аналитически она может быть описана системой уравнением

$$(y - R_{BT})^2 + (z - H_B)^2 = \left(\frac{d_{BT}}{2}\right)^2,$$

где (y, z) – координаты точки, принадлежащей поверхности цилиндра, образующего наружную поверхность ориентируемой втулки; R_{BT} – координата центра расположения оси цилиндра по координатной оси y ; H_B – координата центра расположения оси цилиндра по координатной оси z ; d_{BT} – диаметр рассматриваемой цилиндрической поверхности – наружный диаметр ориентируемой втулки.

Рис. 3. Расчетная схема

Втулка контактирует с поверхностью желоба бункера в четырех точках, расположенных симметрично относительно плоскостей симметрии втулки и желоба. В силу симметричного расположения точек контакта они могут быть заданы координатами (x_K, y_K, z_K) , при этом $x_K = \frac{L_{BT}}{2}$ (рис. 3). Для определения значений координат точек контакта необходимо решить систему уравнений

Рис. 4. Блок-схема алгоритма направленного поиска решения

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{x_k^2}{R_B^2} + \frac{y_k^2}{R_B^2} - \frac{z_k^2}{H_B^2} = 0 \\ (y_k - R_{BT})^2 + (z_k - H_B)^2 = \left(\frac{d_{BT}}{2}\right)^2 \text{ или} \\ x_k = \frac{L_{BT}}{2} \end{array} \right. \left\{ \begin{array}{l} \frac{L_{BT}^2}{4R_B^2} + \frac{y_k^2}{R_B^2} - \frac{z_k^2}{H_B^2} = 0 \\ (y_k - R_{BT})^2 + (z_k - H_B)^2 = \left(\frac{d_{BT}}{2}\right)^2 \end{array} \right.$$

Полученные системы уравнений имеют три неизвестных: x_k , y_k и R_{BT} и для ее решения предложен численный метод направленного поиска, реализованный на основе разработанного алгоритма (рис. 4).

Алгоритм реализован в виде программы для ЭВМ. Для работы программы необходимо ввести следующие величины: высоту конуса бункера (h_b), диаметр бункера (db), наружный диаметр втулки (dc), длину втулки (lv) и точность производимых вычислений (v). В начале координата z_k точки контакта (zk) принимается равной высоте конуса бункера. Далее вводится вспомогательная переменная (d), которая принимает значение расстояние от оси конуса до оси втулки. Координату оси втулки примем равной расстоянию от оси конуса до оси втулки минус точность вычислений (uc). Далее начинается цикл, в котором на первом этапе начальное значение координаты оси втулки ($uc1$) становится равным значению вспомогательной переменной – расстоянию от оси конуса до оси втулки. Далее выводится на экран координата оси втулки (uc). После чего координата z точки контакта начинает уменьшаться на величину равную точности вычислений (v). Координата y_k точки касания конуса и втулки (yk) пересчитывается по формуле. Далее пересчитывается значение координаты оси втулки (uc), исходя из нового значения координаты точки касания. После этого вспомогательная переменная принимает значение координаты оси втулки (uc). Если оно оказывается больше начального значения координаты оси втулки, то программа останавливается.

Рис. 4. Зависимость положения втулок в бункере (R_{BT}) от значений диаметра втулок d_{BT} и отношения k_L длины втулок к их наружному диаметру

Если нет, то цикл повторяется, вследствие чего начально значение оси цилиндра ($yc1$) становится равной текущему значению координаты оси цилиндра (yc) и т.д. Принцип работы программы заключается в сравнении начального значения координаты оси цилиндра ($yc1$) с текущим (yc), которое на последнем этапе выполнения программы должно оказаться больше начального.

На рисунке 5 представлена полученная с помощью разработанной программы зависимость R_{BT} от значений диаметра втулок d_{BT} и отношения k_L длины втулок к их наружному диаметру ($k_L = L_{BT}/d_{BT}$). В расчетах принимались следующие значения параметров: радиус впадины желоба бункера $R_B = 200$ мм, угол между образующими желоба $\vartheta = 90^\circ$, наружный диаметр втулок $d_{BT} = 10 \dots 50$ мм, отношение $k_L = 1,25 \dots 2,30$.

Вывод. Разработанная программа вычисления позволяет создавать человеко-машинные программные комплексы для автоматизированного поиска наладочных размеров и обеспечить эффективное использование ключевых БЗУ на основе минимизации количество переналадок и затрат на их осуществление.

Список используемых источников:

1. Капустин Н.М. Автоматизация производственных процессов в машиностроении. М.: Высшая школа, 2004. 416 с.
2. Малышев Е.Н., Калмыков В.В. Обеспечение переналаживаемости бункерных загрузочных устройств // Инженерный вестник: Электронный научно-технический журнал. 2013. № 9. URL: <http://engbul.bmstu.ru/doc/654954.html>

© 2016, Малышев И.Е., Федоров В.А.
Разработка программы автоматизированного
определения наладочных размеров бункерных
загрузочных устройств

© 2016, Malyshev I.E., Fedorov V.A.
Development of the program of automated
determination the adjustment size of the loading
pocket devices