

Обеспечение переналаживаемости бункерных загрузочных устройств

77-48211/654954

09, сентябрь 2013

Малышев Е. Н., Калмыков В. В.

УДК 621.9.06

Россия, КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана

m1@bmstu-kaluga.ru

Введение

Машиностроение развивается в направлении автоматизации производства с широким внедрением гибких технологий, позволяющих быстро и эффективно перестраивать технологические процессы на изготовление новых изделий.

В настоящее время существует большое количество примеров переналаживаемых технологических систем, позволяющих эффективно автоматизировать основные процессы серийного производства [1,2].

Гибкая технологическая система должна позволять автоматизировать весь процесс производства, в том числе загрузку станков-автоматов заготовками. Впервые в России наиболее полно основные структурные схемы устройств автоматической загрузки оборудования штучными заготовками были рассмотрены в работах Малова А.Н. и Прейса В.Ф. Значительное внимание в этих работах было уделено расчету и проектированию автоматических бункерных захватно-ориентирующих устройств для штамповочного производства. Последующие исследователи вопросов автоматизации производственных процессов – Камышный Н.И., Шаумян Г.А., Волчков В.И., Ковалев М.П., Кузнецов М.М., Шишмарев В.Ю., Дашенко А.И., Белоусов А.П. и другие – рассматривали захватно-ориентирующие устройства прежде всего как средства автоматизации массового и крупносерийного производства. Сложность или невозможность переналадки таких устройств считались главными причинами ограниченного использования их в других типах производства [1,2,3,4]. В то же время современное машиностроительное производство в большей степени является многономенклатурным – более 70 % всех его предприятий относятся к предприятиям с производством серийного и мелкосерийного типа и число их непрерывно растет. Механизация и автоматизация загрузки штучных

предметов обработки в гибкой технологической системе представляет собой сложную и актуальную задачу.

Решение поставленной задачи для штыревых бункерных загрузочных устройств

Для автоматической ориентации и подачи из навала заготовок типа цилиндрических колпачков и пустотелых валов с отношением длины l_{∂} и наружного диаметра d_H : $l_{\partial} = 2,0 \dots 3,5 d_H$ часто применяются штыревые бункерно-загрузочные устройства [3] (рис.1).

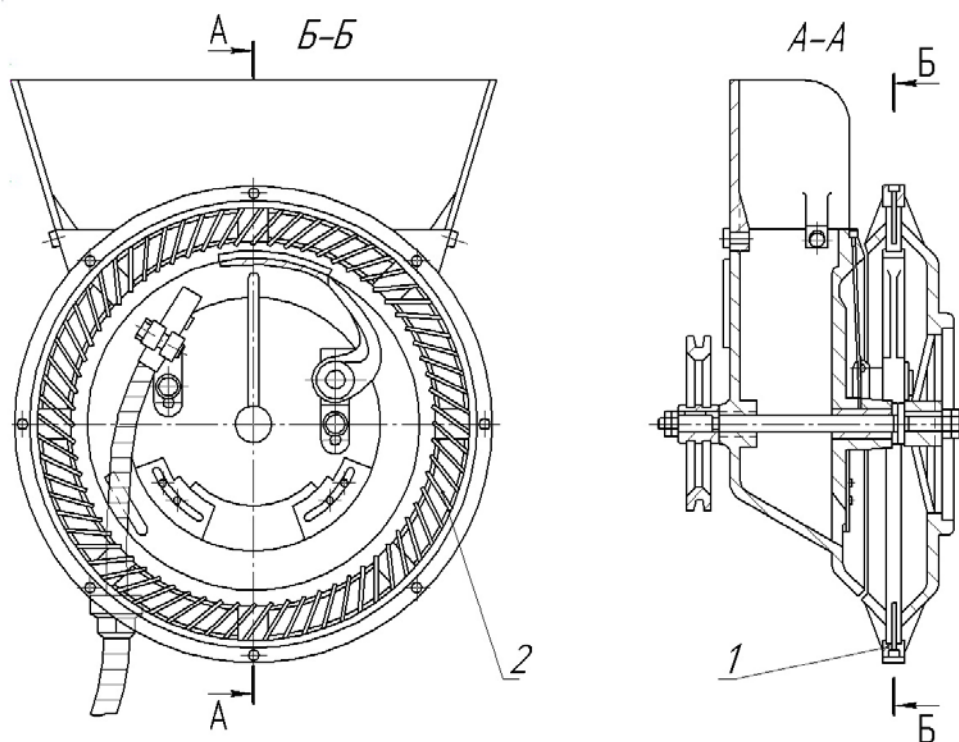


Рисунок 1 – Штыревое бункерно-загрузочное устройство

Основными рабочими элементами этих устройств являются вращающиеся кольца **1** со штырями **2** на внутренней поверхности.

Расширить диапазон использования имеющихся на предприятии штыревых бункерно-загрузочных устройств, при незначительных временных и материальных затратах на переналадку, можно путем изготовления сменных комплектов колец со штырями, которые могут быть достаточно быстро перемонтированы при частичной разборке бункера. Такие комплекты должны охватывать всю номенклатуру заготовок, подаваемых на станок, но количество комплектов должно быть минимальным.

Геометрия колец и штырей (рис. 2) характеризуется следующими взаимосвязанными параметрами [3]:

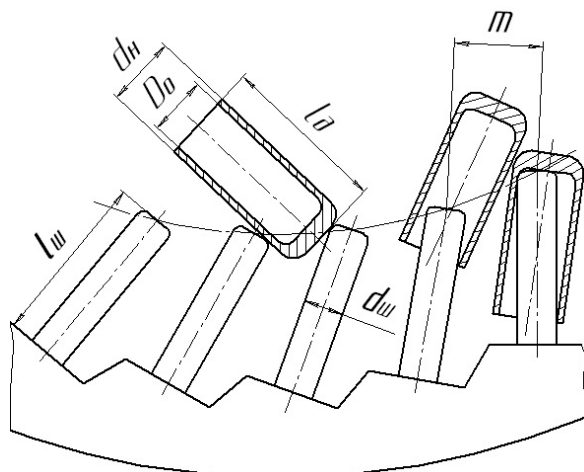


Рисунок 2 – Взаимосвязь параметров, характеризующих геометрию штырей, штыревых колец и ориентируемых заготовок

– d_H – диаметр наружной поверхности заготовки; зададим для дальнейших расчетов

$$d_H = 8...20 \text{ мм}; \quad (1)$$

– D_o – диаметр отверстия в заготовке, посредством которого заготовка устанавливается и ориентируется на штыре:

$$D_o \geq 0,8d_H \quad (2)$$

Зададим, что толщина стенки заготовки $(d_H - D_o)/2 \geq 0,3 \text{ мм}$.

– d_{III} – диаметр штыря, на который одевается ориентируемая заготовка:

$$0,6D_o \leq d_{III} \leq 0,7D_o \quad (3)$$

– m – шаг расположения штырей, который должен исключать провал заготовок между штырями и, одновременно, обеспечивать установку заготовок на каждый штырь (без пропуска штырей):

$$d_H < m < d_H + d_{III} \quad (4)$$

– l_{III} – длина штырей,

$$l_{III} = 1,1...1,2 l_o \quad (5)$$

Как видно из представленных зависимостей, определение каждого последующего параметра требует знание величины предыдущего. При значении наружного диаметра $d_H = 8...20$ мм значение диаметра отверстия может находиться в диапазоне $D_O = 6,4...19,4$ мм, значение диаметра ориентирующего штыря находится в диапазоне $d_{III} = 3,8...13,6$ мм; значение величины шага расположения штырей $m = 8,2...33,4$ мм.

Полученные диапазоны значений параметров достаточно широки, разбиение этих значений на группы можно выполнить графоаналитическим методом, предложенным в работе [5].

В результате выполненного анализа сформированы следующие комплекты (табл. 1):

Таблица 1 – Сменные комплекты кольцо – штыри

Расчетные параметры кольца		Расчетные параметры штырей		Параметры заготовок	
Номер кольца	m , мм	номер комплекта штырей	d_{III} , мм	d_H , мм	D_O , мм
1	11,7 _{-0,2}	1	4,4 h7	8,0...10,6	6,4...7,5
		2	5,1 h7		7,3...8,6
2	16,0 _{-0,2}	3	5,9 h7	8,5...12,4	8,4...10,0
		4	6,8 h7	9,9...14,1	9,8...11,4
3	21,5 _{-0,2}	5	7,9 h7	11,3...16,3	11,2...13,1
		6	9,0 h7	13,0...18,9	12,9...15,1
		7	10,4 h7	15,0...20,0	14,9...17,3
		8	12,0 h7		17,1...20,0

Графо-аналитический метод позволяет находить рациональные решения для формирования сменных комплектов кольцо-штыри для любых соотношений d_H , D_O , d_{III} , l_d . Полученные в результате анализа комплекты включают сочетания трех типоразмеров колец и восьми типоразмеров штырей и позволяют путем выбора необходимого комплекта кольцо-штыри ориентировать всю установленную для расчетов номенклатуру заготовок. Применение таких комплектов предполагает время переналадки штыревых бункерно-загрузочных устройств 6...12 мин и позволяет расширить область их применения в многономенклатурном производстве.

Решение поставленной задачи для крючковых бункерных загрузочных устройств

Для ориентирования колпачков, втулок или трубок больших диаметров используют крючковые захватно-ориентирующие устройства, в которых захват и подача заготовок в загрузочном устройстве осуществляется крючками [3] (рис 3).

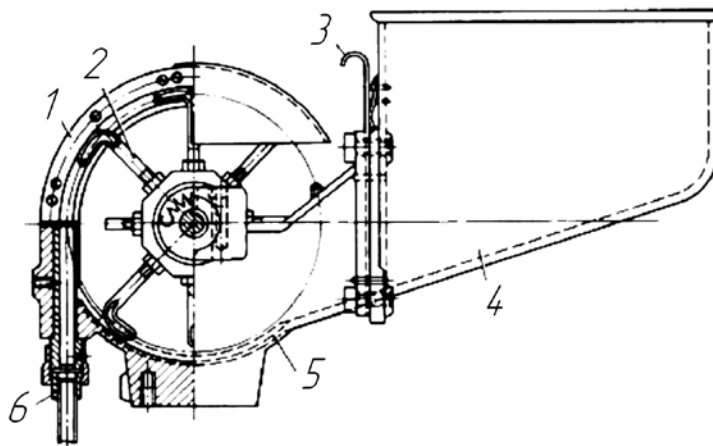


Рисунок 3 – Крючковое бункерно-загрузочное устройство

Оно состоит из предбункера 4, в котором сваливаются заготовки, корпуса механизма 5, где заготовки захватываются крючками 2, закрепленными на вращающемся диске. Захваченные крючками заготовки передаются в приемник 1 в виде трубчатого лотка с разрезом. Затем они поступают в накопитель 6, отводящий их в питатель.

Для расширения диапазона использования имеющихся на предприятиях крючковых бункерно-загрузочных устройств требуется определить возможность переналадки выявив расчетную зависимости связывающие размеры и геометрию крючков с геометрией заготовок.

На рис. 4 представлена расчетная схема, показывающая связь положения крючка в крючковых захватно-ориентирующих устройствах и геометрию соединяемых деталей.

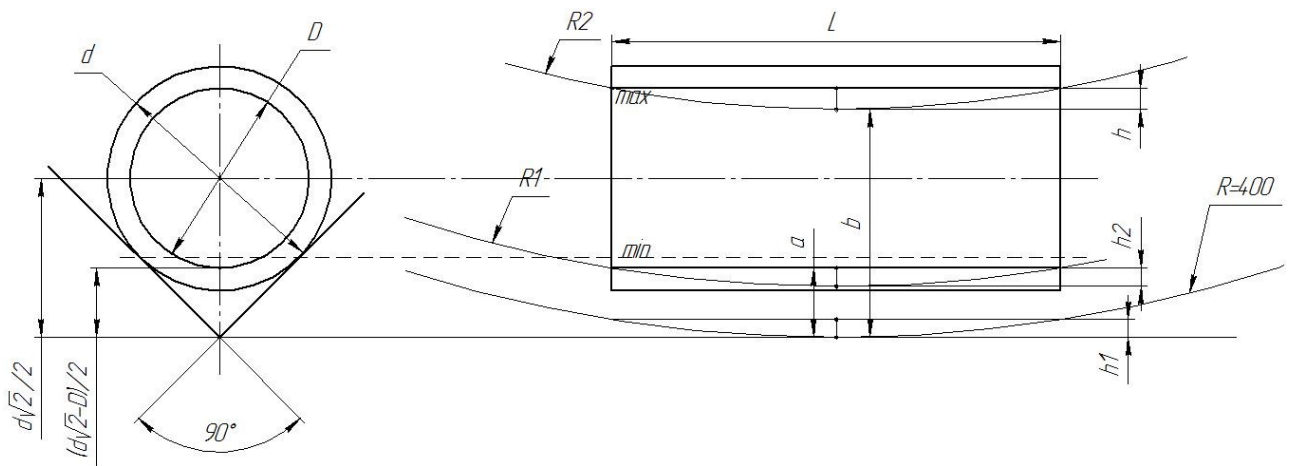


Рисунок 4 – Расчетная схема

R – радиус бункера ($R = 400$ мм);

D – диаметр отверстия в заготовке заготовки;

d – диаметр наружной поверхности заготовки: $d = \{1...1,25\}D$;

L – длина заготовки: $L = \{1,25...2\}d$;

a – расстояние от дна бункера до крайнего нижнего положения крючка:

$$a = (D\sqrt{2} - d)/2; \quad (6)$$

b – расстояние от дна бункера до крайнего верхнего положения крючка:

$$b = (D\sqrt{2} + d)/2 - h \quad (7)$$

где
$$h = \left[(R - a + h_1) - \sqrt{((R - a + h_1)^2 - L^2/4)} \right],$$

$$h_1 = R - \sqrt{(R^2 - L^2/4)}.$$

Исходными данными для расчетов являются радиус бункера R и диаметр наружной поверхности заготовки d .

Имея заданное значение диаметра отверстия заготовки D , можно определить нижнее a и верхнее положение границы отверстия b относительно дна бункера для заготовок с диаметром наружной поверхности заготовки d , находящемся в диапазоне $d = \{1...1,25\}D$ с шагом $0,05D$. Длина каждой заготовки задается из соотношения $L = \{1,25...2\}d$.

Используя формулы (6) и (7) определяются значения a и b .

На рисунке 5 проиллюстрированы значения a и b для заготовок, чей диаметр отверстия равен $D = 50$ мм, а так же показан вид заготовок с сохранением пропорций, для которых был произведен расчет значений a и b .

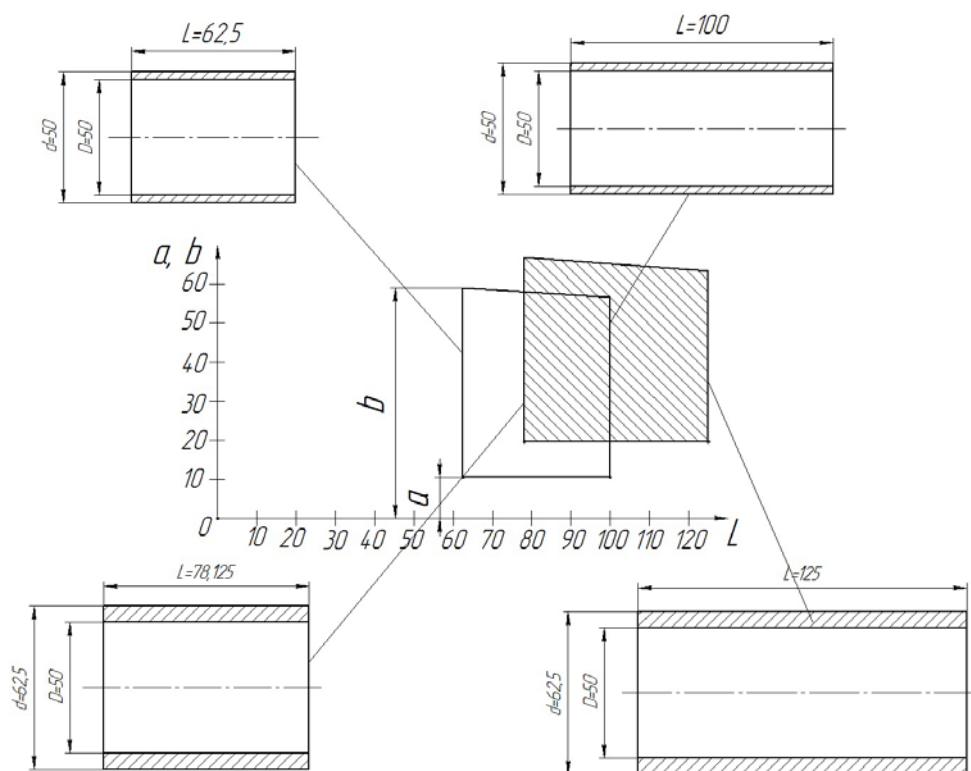


Рисунок 5 – Графическая иллюстрация определения границ положения отверстия

В таблице 2 приведены результаты расчетов при значении радиуса бункера $R = 400$ мм и диаметра отверстия во втулке $D = 50$ мм.

Таблица 2 – Результаты расчетов

Диаметр отверстия D , мм	Диаметр вала d , мм	Верхнее положение границы отверстия a , мм	Длина вала L , мм	Верхнее положение границы отверстия b , мм
50	55	63,890	68,75	62,136
50	55	63,890	82,5	61,366
50	55	63,890	96,25	60,457
50	55	63,890	110	59,411
50	57,5	65,658	71,875	63,730
50	57,5	65,658	86,25	62,885
50	57,5	65,658	100,625	61,887
50	57,5	65,658	115	60,739
50	60	67,426	75	65,316
50	60	67,426	90	64,391
50	60	67,426	105	63,299
50	60	67,426	120	62,043
50	62,5	69,194	78,125	66,893
50	62,5	69,194	93,75	65,884
50	62,5	69,194	109,375	64,694
50	62,5	69,194	125	63,325

На основе выполненных расчетов можно сформировать сменные комплекты крючков для заданных значений диаметров D , в диапазоне от 10÷50 мм. В этом диапазоне определены значения a и b , которые на рисунке 6 образуют верхнюю и нижнюю прямые. Для первого значения диаметра $d = 10$ вычисляется разность $b - a$. Диаметр крючка принимаем равным $d_k = k(b - a)$, где k – коэффициент запаса равный $k = 0,8$.

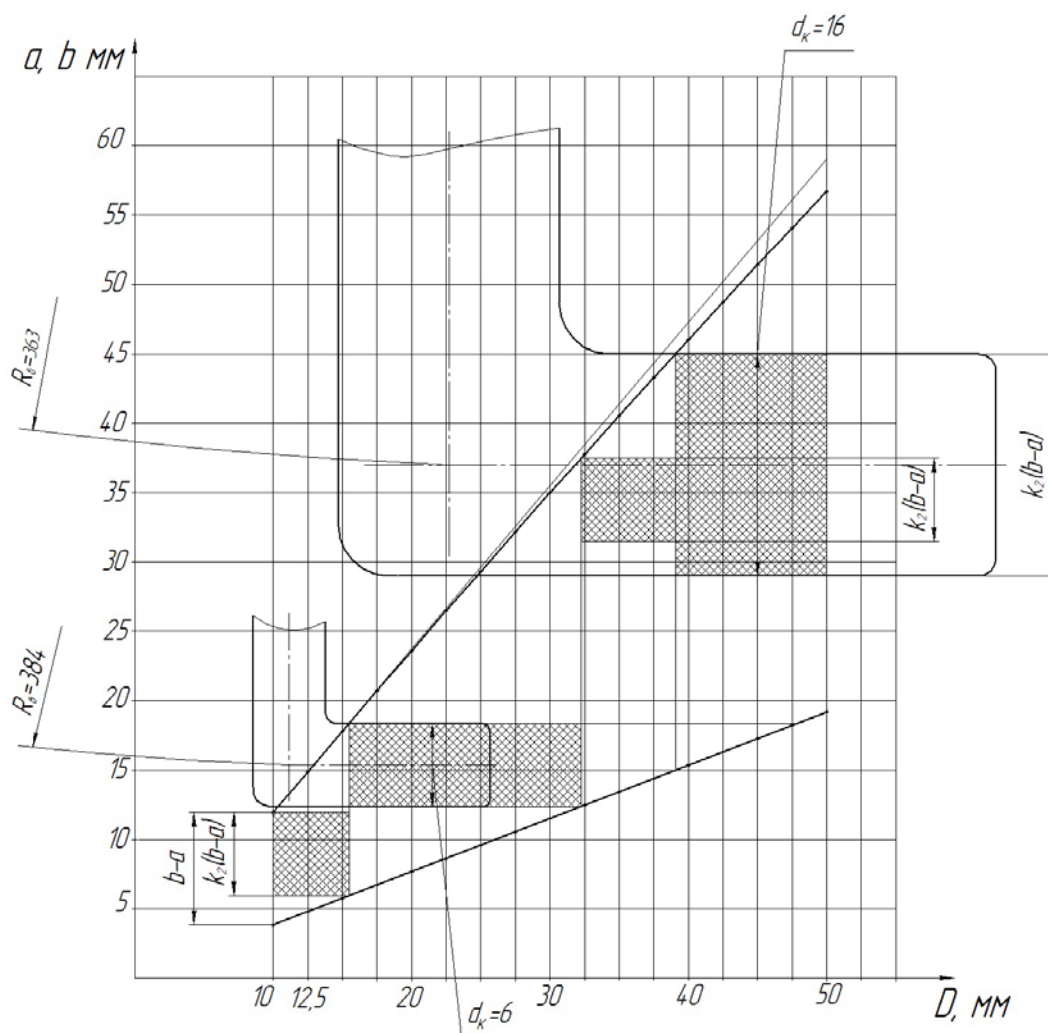


Рисунок 6 – Графоаналитическое представление расчетных зависимостей

Полученные результаты включают в себя два типоразмера крючков (заштрихованные области на рис. 6), которые позволяют ориентировать всю заданную для расчетов номенклатуру заготовок.

В результате работы расчетов было сформировано два комплекта сменных крючков диаметрами заборной части 6 и 16 мм и вылетом 384 и 363 мм соответственно.

Можно определить такое положение крючка в захватно-ориентирующем устройстве, при котором ориентируются детали нескольких типоразмеров без переналадки захватно-

ориентирующего устройства, причем подача втулок, входящих в одну группу, осуществляется без переналадки устройства (табл. 3).

Таблица 3 – Результаты расчетов

номер втулки	d , мм	D , мм	L , мм
1	18	10	36
2	14	8	32
3	22	12	40
4	36	14	55

Для втулок № 1,2,3 максимально допустимый $d_k = 3,66$ мм; $R_g = 192,77$ мм. Для втулки № 4 максимально допустимый $d_k = 11,75$ мм; $R_g = 187,42$ мм.

Время переналадки крючковых бункерно-загрузочных устройств составляет 8...10 минут.

Заключение

Использование разработанного авторами графо-аналитического метода и приведенные расчетные зависимости позволяют находить рациональные решения для формирования сменных комплектов кольцо-штыри и назначения вылета крючка для штыревых и крючковых бункерно-загрузочных устройств соответственно.

Полученные научные результаты и предложенные практические мероприятия позволяют расширить область применения бункерных крючковых и штыревых устройств для загрузки станков-автоматов с целью комплексного решения задачи автоматизации многономенклатурных производств. Так для штыревых устройств переналадка заключается в замене заранее собранных комплектов кольцо-штыри. Время замены 6...12 минут в зависимости от типоразмеров колец. Для крючковых устройств переналадка заключается в регулировке вылета крючков. Трудоемкость – 8...10 минут.

Список литературы

1. Капустин Н.М. Автоматизация производственных процессов в машиностроении. М.: Высшая школа, 2004. – 416 с.
2. Шишмарев В.Ю. Автоматизация технологических процессов. М.: Издательский центр «Академия». 2005. 352 с.
3. Малов А.Н. Загрузочные устройства для металлорежущих станков. М.: Машиностроение, 1972. 400 с.
4. Камышный Н.И. Автоматизация загрузки станков. М.: Машиностроение, 1977. 288 с.

5. Малышев Е.Н., Калмыков В.В., Федоров В.А. Графоаналитический метод формирования сменных комплектов рабочих элементов штыревых бункерно-загрузочных устройств // Инженерный вестник: Электронный научно-технический журнал. URL. <http://engbul.bmstu.ru/doc/480037.html> . 2012. № 10.