

МИНСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Белорусский национальный технический университет

Кафедра «Технология машиностроения»

Ероховец Е.В., Кравчук М.А., Крайко С.Э., Шелег В.К.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

«БУНКЕРНЫЕ ЗАГРУЗОЧНЫЕ УСТРОЙСТВА»

МИНСК

БНТУ

2019

УДК 621.86.067 (076.5)(075.8)

ББК 39.9 Я7

Л12

Рецензент профессор кафедры «Технология металлов» БГАТУ, д.т.н. Л.М. Акулович

Лабораторная работа разработана в соответствии с образовательным стандартом и рабочей программой учебной дисциплины «Технология машиностроения» для студентов дневной и заочной форм получения образования специальности 1-36 01 01 «Технология машиностроения» и студентов дневной формы получения образования специальности 1-53 01 01 «Автоматизация технологических процессов и производств» (по направлениям). Студенты в ходе выполнения лабораторной работы изучают типы конструкций бункерных загрузочных устройств (дисковые, крючковые, секторные, трубчатые), а также вибрационные загрузочные устройства и способы ориентации заготовок в них.

Оглавление

1.Основные положения	4
1.1.Бункерная подача заготовок.....	5
1.2.Вибрационные загрузочные устройства	10
1.3.Ориентация заготовок в вибробункере.	12
2. Методические указания для расчета вибрационного загрузочного устройства.....	14
3. Порядок выполнения работы	18
4. Контрольные вопросы.....	19
ЛИТЕРАТУРА.....	19

Ранее разработанная О.В. Якубовичем и Л.В. Курчем лабораторная работа «Бункерные загрузочные устройства» (2003), переработана и дополнена основными теоретическими положениями, описанием конструкций бункерных загрузочных устройств и дана методика расчета таких устройств.

Цель работы: изучение типовых конструкций бункерных загрузочных устройств /БЗУ/ и способов ориентации деталей.

Работа рассчитана на четыре академических часа.

1. Основные положения

В машиностроении широко используются автоматические и полуавтоматические станки. Их применение возможно только при автоматизации транспортно-загрузочных операций в технологических системах, что при значительном наращивании непрерывности производственных процессов существенно повышает их технико-экономическую эффективность. Автоматизация и транспортирование тесно связаны с понятием технологическая система – это совокупность функционально взаимосвязанных средств оснащения предметов производства и исполнителей, предназначенных для выполнения в реальных условиях производства заданных технологических процессов и операций.

В состав предметов производства входят: материал, заготовка, полуфабрикат, изделие, находящиеся в соответствии с выполняемым технологическим процессом в стадии хранения, транспортирования, загрузки, формообразования, обработки, сборки, контроля и испытаний. К обязательным условиям производства относится регулярность поступления предметов производства к технологическому оборудованию. Принято различать четыре иерархических уровня технологических систем: технологические системы операций; технологические системы процессов; технологические системы производственных подразделений и технологические системы предприятий. Все системы различных иерархических уровней включают подсистемы транспортирования заготовок и загрузки технологического оборудования: транспортно-накопительные и складские комплексы, различные внутри- и межцеховые транспортирующие устройства, накопители, манипуляторы, робототехнические комплексы и т.п.

Выбор, расчет и проектирование устройств транспортирования и загрузки является ответственным этапом инженерной конструкторско-технологической подготовки машиностроительного производства, определяющим степень его автоматизации и гибкости, а также стабильности и надежности производственного процесса.

1.1. Бункерная подача заготовок.

Заготовки малых размеров и небольшой длительностью цикла обработки при производительности от 50 до 500 шт/мин загружаются навалом в бункер, в котором они автоматически ориентируются и подаются в отводящий лоток, передающий заготовки в накопитель магазина. Из магазина при помощи питателя заготовки поступают в рабочую зону полуавтоматических и автоматических станков.

Для обеспечения возможности перемещения и ориентации заготовки ее необходимо выделить из остальной массы заготовок. В зависимости от способа ориентации заготовок различают бункера:

- а) с захватными устройствами;
- б) без захватных устройств.

К наиболее распространенным типовым конструкциям бункерных устройств относятся: дисковые карманчиковые, крючковые, секторные, фрикционные, трубчатые и вибрационные.

Дисковые карманчиковые бункерные загрузочные устройства с поштучной выдачей заготовок применяются для автоматизации загрузки различного рода валиков (фасонных, ступенчатых, гладких).

Выполняются эти устройства с наклонным или вертикальным расположением диска. В зависимости от формы заготовки в диске вырезаются прямые или фасонные гнезда (карманы). Размеры карманов должны быть несколько больше размеров заготовки. Угол наклона диска к горизонту (α) обычно применяется в пределах $\alpha = 35 \dots 40^\circ$. Карманчиковые бункера просты в изготовлении, производительны, надежны и обладают необходимой плавностью в работе. Пропускная способность их достигает 5 деталей/сек.

Например, автомат для сортировки роликов по длине (рис. 1.1.1.) состоит из привода, карманчикового дискового загрузочного устройства с тремя роликосборниками и измерительного устройства. Привод состоит из электродвигателя 6, редуктора 7, цепной передачи 8, червячного редуктора 9.

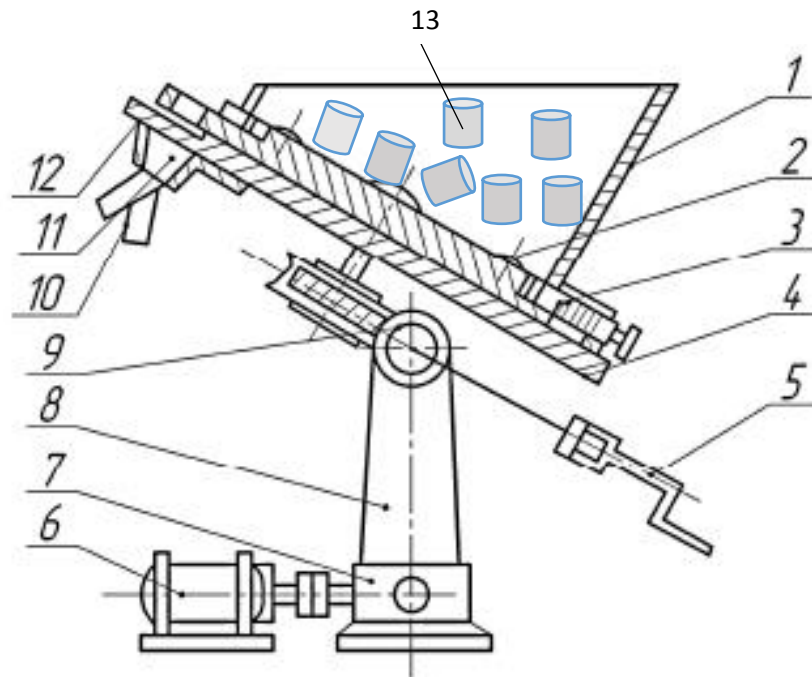


Рис. 1.1.1. Схема автомата для сортировки роликов.

(1-бункер, 2-ворошители, 3-4 диски, 5-рукоятка, 6-мотор, 7- 8-стойка, 9-червячное колесо, 10-11-12 – гибкий шланг для подачи в роликосборник, 13 – ролики)

На оси червячного колеса крепится подвижный диск 3, который обычно располагается наклонно. Диск 3 может приводиться в движение от мотора 6 и вручную от рукоятки 5 через вал червячной передачи.

Загрузочное устройство состоит из бункера 1 для приема заготовок навалом, и механизма захвата и ориентации, которое состоит из подвижного диска 3 и ворошителей 2. Диск 3 имеет два ряда карманов. Один ряд карманов расположен по радиусам, а второй ряд карманов расположен в направлении хорд. Измерительным устройством автомата служит клиновой калибр, который контролирует длину роликов.

Принцип работы бункерного устройства состоит в том, что ролики навалом засыпаются в бункер 1. При вращения диска 3 ролики западают в карманы, расположенные на хорде, и перемещаются вместе с диском. Неправильно запавшие в карманы ролики сбрасываются предохранительной пластинкой, прикрепленной к стенке бункера.

Крючковые бункерные загрузочные устройства применяются для захвата и ориентации пустотелых деталей типа полых втулок, колпачков, стаканов, у которых $(l = (1.2 \dots 1.5)d$.

Бункера крючкового типа (рис.1.1.2.) позволяют загружать заготовки с внутренними отверстиями. Бункер с крючками работает следующим образом. Засыпанные в бункер , заготовки, скатываясь по наклонному дну в корпус б,

встречают на своем пути крючки 2, установленные на вращающемся диске 4. Захваченные крючками заготовки передаются в приемник 3, а затем попадают в магазин-трубку 5. Если трубка 5 заполнена до отказа или заготовка заняла на крючке неправильное положение и не может попасть в приемник 3, то вращение диска 4 автоматически прекращается.

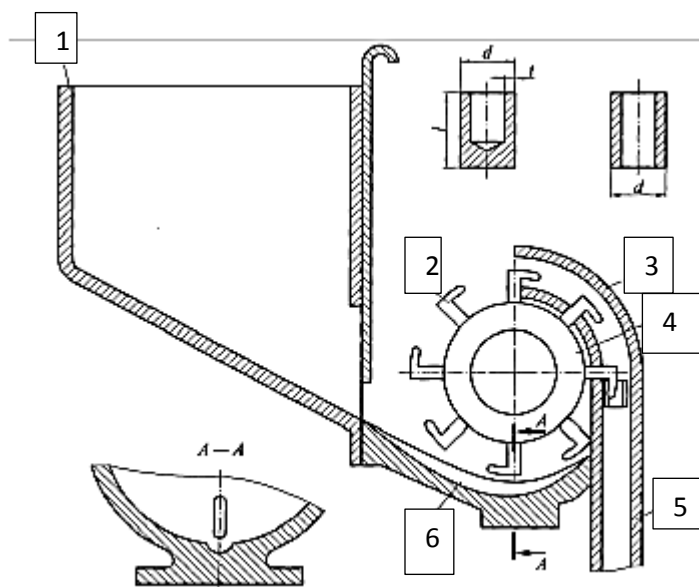


Рис. 1.1.2. Бункерное загрузочное устройство с крючковым автоматом питания.

(1-бункер; 2-крючок; 3-приемник; 4-вращающийся диск; 5-трубка; 6-корпус)

Расстояние между крючками выбирается с таким расчетом, чтобы между ними не помещались одновременно две заготовки. Средняя подача заготовок в крючковых бункерах 1-2 шт/с. Разновидностью крючковых бункеров являются бункера с пальцами или штырями на бесконечной ленте. Рациональная конструкция бункера должна обеспечивать в эксплуатации бесперебойное питание станка заготовками в заданных режимах его работы.

Секторные бункерные загрузочные устройства маятникового типа применяются для загрузки станков заготовками со шляпками (болты, винты, шурупы, заклепки) и П- и Г-образными заготовками. Принцип работы таких бункеров понятен из рис. 1.1.3.

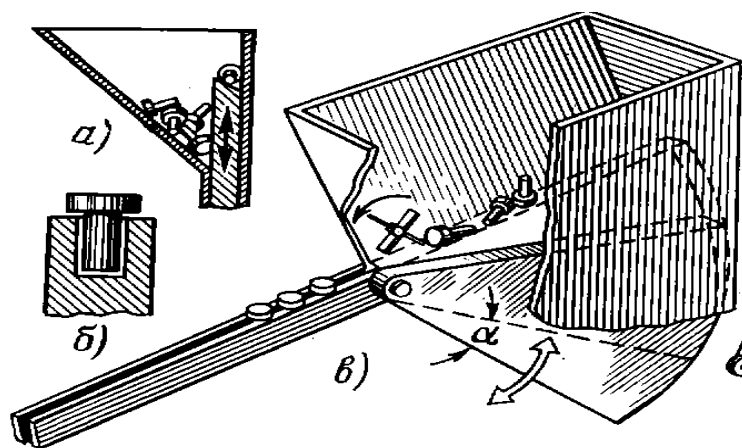


Рис. 1.1.3. Схема секторного бункера

а) винты, засыпанные в секторный бункер; б) положение винта в секторном бункере после ориентации; в) процесс ориентации винтов в секторном бункере.

Производительность секторного бункера находится в прямой зависимости от длины рабочей части сектора, числа секторов, числа двойных ходов сектора в единицу времени.

Трубчатые загрузочные устройства применяются для захвата и первичной ориентации различных видов мелких заготовок (стержни, ролики, валики, стаканчики, шарики), длина которых составляет $[1,2 \dots 1,5]d$.

Существует два типа этих устройств: центробежные с вращающейся частью – чашей и с вращающейся трубкой. Для лучшего западания заготовок в трубку верхняя часть последней делается со скосом под углом.

В трубчатых бункерах вынос деталей из навала осуществляется за счет собственного веса деталей. Трубчатые бункера не нуждаются в механизмах для сбрасывания лишних деталей. Так как переполнение трубки не вызывает никаких задержек в работе. Кроме того, они отличаются простотой конструкции и могут легко перенастраиваться на другой вид деталей.

Существует несколько конструктивных форм бункеров с ориентацией деталей западанием в трубку (рис. 1.1.4.а-ж), которые различаются по виду движения (вращательное, возвратно-поступательное) и по тому, какая часть устройства совершает эти движения – кожух или трубка.

Основной тип – бункер с вращающейся трубкой – рекомендуется применять для средних размеров деталей (рис. 1.1.4.а). Устройство с вращающимся кожухом (рис. 1.1.4.б) дает лучшие результаты на относительно малых деталях. Можно и корпус и трубку оставить неподвижными, а создать относительное перемещение (ворошение) деталей вращающимся штифтом – ворошителем, как показано на рис. 1.1.4.в. Бункер с вращающимся ворошителем обладает более высокой производительностью для относительно круп-

ных деталей. Это объясняется тем, что в бункерах с вращающимся кожухом развиваются центробежные силы, препятствующие выпаданию деталей. Это явление не имеет места в бункерах с вращающимся ворошителем.

Бункер с возвратно-поступательно движущейся разрезной трубкой (рис.1.1.4.д) пригоден для загрузки деталей типа пластин.

В бункере с возвратно-поступательно движущейся трубкой (рис.1.1.4.г) или кожухом (рис.1.1.4.е) детали западают в трубку при совпадении их осей. Если трубке, кроме возвратно-поступательного движения, придать еще и вращательное (рис.1.1.4.ж), то вероятность западания деталей в трубку значительно увеличится.

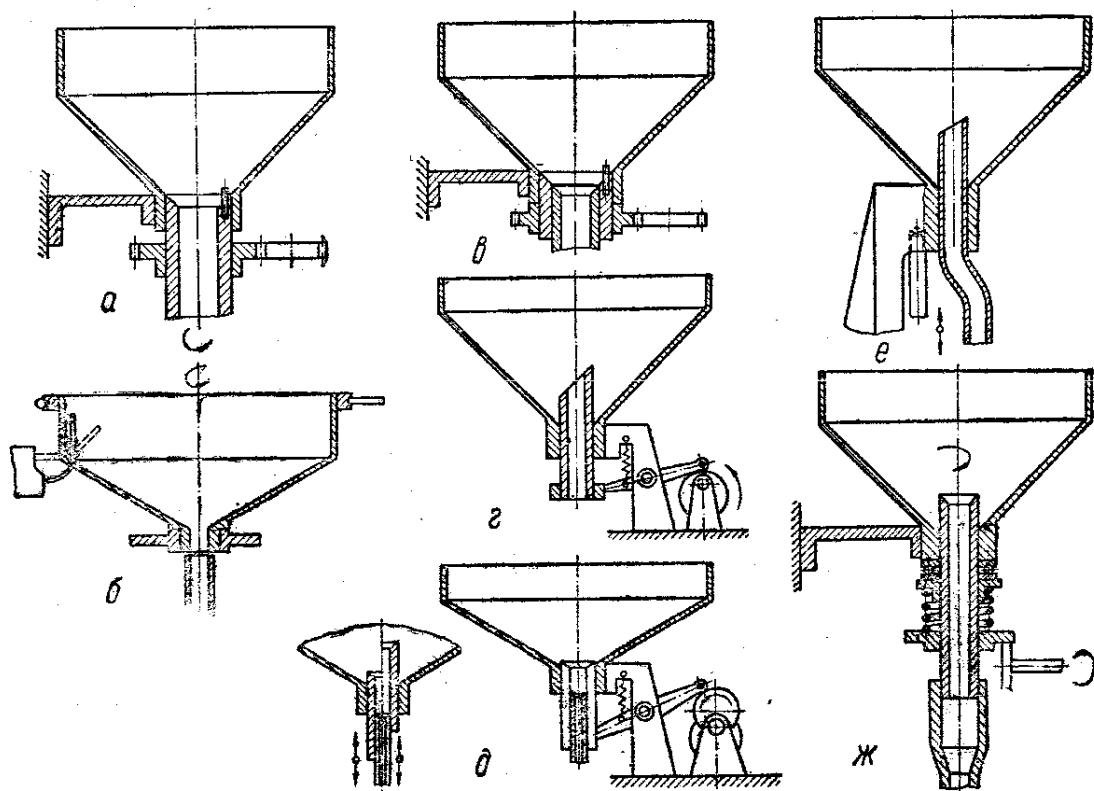


Рис. 1.1.4. Типы трубчатых загрузочных устройств

(а – бункер с вращающейся трубкой, б - бункер с вращающимся кожухом, в – бункер с вращающимся штифтом (ворошителем), г – бункер с возвратно-поступательно движущейся трубкой, д – бункер с возвратно-поступательно движущейся разрезной трубкой, е - бункер с возвратно-поступательно движущимся кожухом, ж – бункер с возвратно-поступательно и вращательно движущейся трубкой).

Загрузочные устройства с движущимся бункером приводят в движение всю массу заготовок, в связи с чем необходим привод большой мощности, кроме того, работа их сопровождается шумом, по этим причинам распространения они не получили. Наиболее надежными в работе и поэтому получившими распространение являются загрузочные устройства с вращающейся трубкой и устройства с двумя половинами трубок, движущимися возвратно-

поступательно. В отличие от других конструкций БЗУ (например, карманчиковых) в трубчатых бункерах западание заготовок в захватный орган происходит в одной позиции, через которую должны пройти все заготовки одна за другой. Этот принцип работы характерен тем, что в рассматриваемых конструкциях основное влияние на производительность оказывают условия западания заготовок в захватный орган (трубку), зависящие от конструктивных параметров бункера, а также геометрической формы и размеров заготовок. Поэтому достаточная производительность может быть достигнута только при создании определенных условий западания заготовок в трубку.

1.2. Вибрационные загрузочные устройства

Вибрационные загрузочные устройства (ВЗУ) используются для передачи деталей самой разнообразной конфигурации (шайбы, гайки, винты, радиодетали и т.д.) и из различного материала (сталь, чугун, медь, текстолит, стекло и т.д.). ВЗУ имеют прямые и спиральные (круговые) лотки. Перемещение заготовок по лоткам осуществляется за счет инерции и трения, возникающих при колебании лотков. В качестве привода ВЗУ используют электромагнитные, пневматические, гидравлические вибраторы. Наиболее широкое применение получили электромагнитные вибраторы, позволяющие производить плавное регулирование амплитуды колебаний лотка путем изменения напряжения в цепи питания электромагнита. На рис.1.2.1. представлен общий вид ВЗУ.

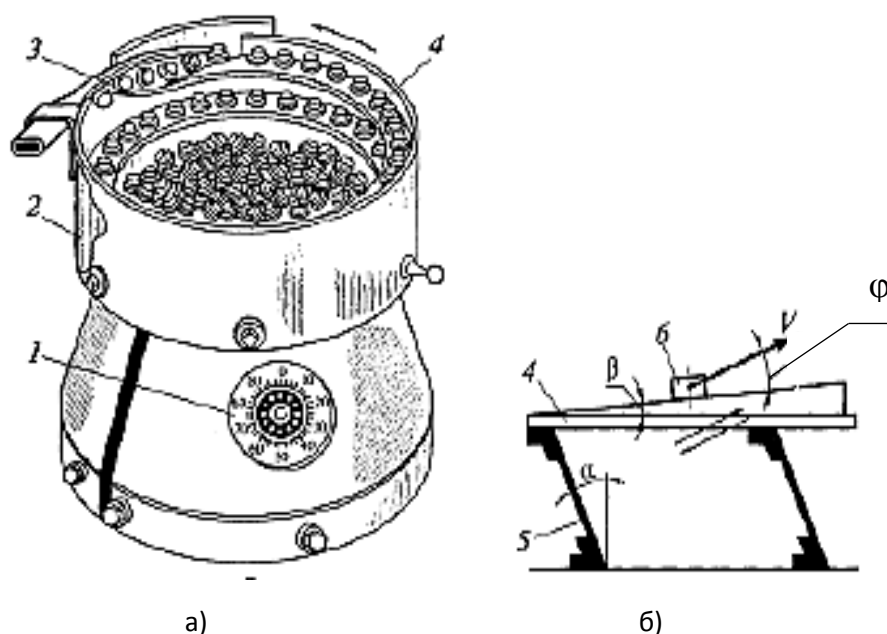


Рис. 1. 2.1. Вибрационное БЗУ

(а – общий вид, б – схема действия, 1 – вибратор, 2 – чаша (бункер), 3 - ориентирующее устройство, 4 – винтовой лоток. 5 – рессоры, 6 - деталь).

Для мелких и средних деталей широко применяются вибробункеры (рис. 1.2.1.). В чашу (бункер) 2 с коническим дном подают заготовки в навал. По винтовому лотку 4, закрепленному на чаше 2, заготовки движутся снизу вверх. Вибрации передаются лотку вибратором, расположенным в корпусе. Вибрации лотка разъединяют сцепившиеся заготовки. Схема действия вибробункера представлена на рис. 1.2.1.б. На лотке 4 с углом подъема φ находится заготовка 6. Под действием электромагнита и упругих рессор 5, расположенных под углом α к вертикали, лоток с заготовкой получает сложные колебания: вертикальные и круговые. При втягивании электромагнита рессоры сгибаются, занимая вертикальное положение ($\alpha = 0$). При этом лоток 2 с деталью 6 получает импульс движения со скоростью V , направленный под углом φ . При возврате электромагнита в исходное положение движение лотка прекращается и под действием рессор лоток начинает быстрое обратное движение. Заготовки при этом продолжают по инерции движение вперед и за счет вертикального импульса отрываются от лотка. Заготовка опускается на лоток дальше своего первоначального положения.

На рис. 1.2.2. представлена конструкция вибрационного загрузочного устройства с подвеской чаши на цилиндрических стержнях.

К внутренней цилиндрической поверхности чаши 1 крепится спиральный лоток. Чаша 1 своим днищем крепится к корпусу 2. Корпус 2 смонтирован на трех наклонных цилиндрических стержнях 7, закрепленных зажимами 8 и 9. Стержни расположены таким образом, что проекция их на горизонтальную плоскость перпендикулярна к радиусу в точках крепления их к корпусу 2. Привод питателя осуществляется от вертикального электромагнита 5, установленного в центре плиты 10 на фланце 6. Якорь 3 электромагнита жестко связан с корпусом 2 и чашей 1 бункера. Сердечник 4 электромагнита и якорь 3 состоят из пакета пластин, электротехнической стали. Зазор между якорем 3 и сердечником 4 электромагнита может регулироваться винтами 14, закрепляющими наклонные стержни 7.

Вертикальные колебания якоря вибратора за счет изгиба наклонных стержней 7 преобразуются в колебания чаши бункера по спирали. Такое колебательное движение чаши заставляет детали, лежащие на поверхности конуса днища чаши I, сползать к спиральной канавке и подниматься по ней.

Для виброизоляции бункера массивная плита 10 базируется своим отверстием на пальце 11 и лежит свободно на трех цилиндрических пружинах 12, которые поглощают колебания и не передают их основанию 13.

Спиральный лоток выполняет не только роль направляющего лотка, по которому перемещаются детали, но и служит ориентирующим устройством. За счет различных отсекателей, упоров, вырезов в лотке детали удаляются с

лотка детали, не соответствующие требованиям по размерам и геометрическим формам, а также детали, неправильно сориентированные в пространстве.

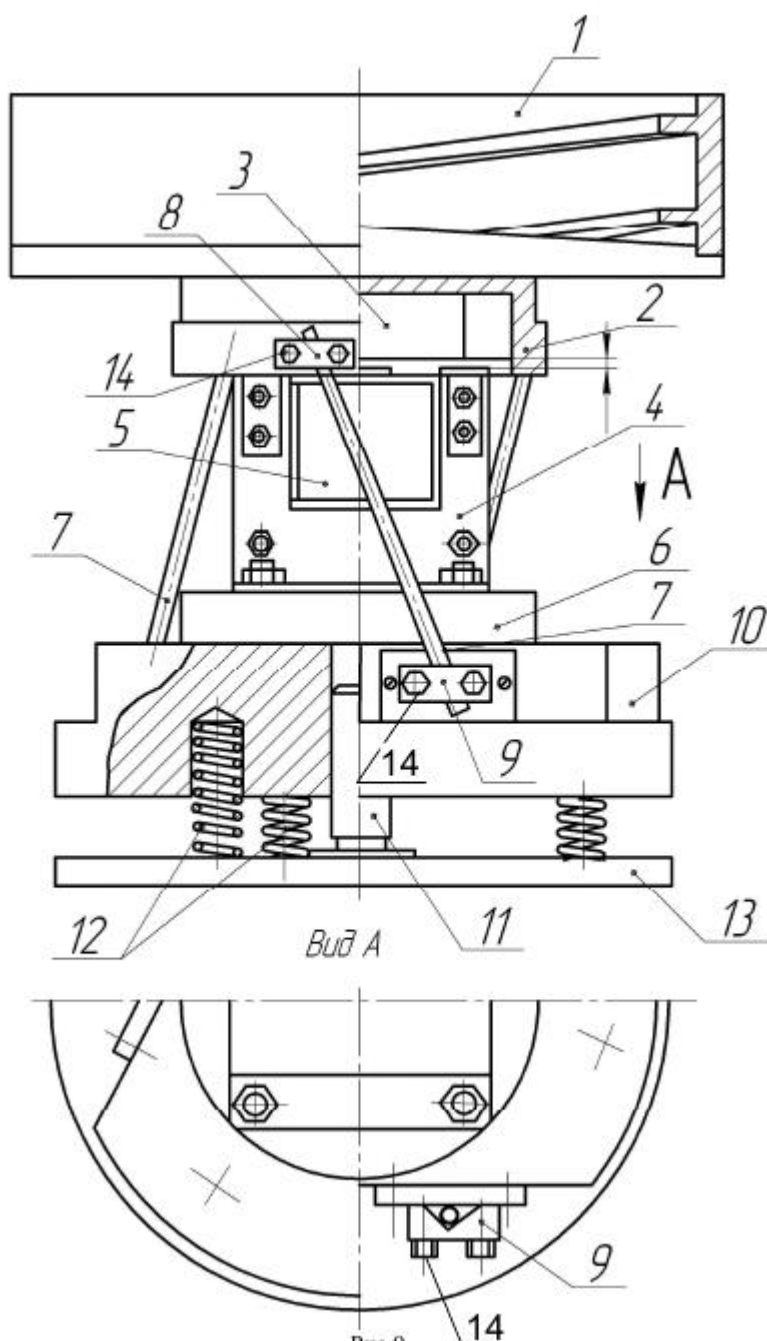


Рис.1. 2.2. Принципиальная схема вибрационного загрузочного устройства.

1.3.Ориентация заготовок в вибробункере.

В автоматических станках для механической обработки или сборки детали должны быть ориентированы в строго определенном положении без участия человека. Такую ориентацию детали могут получить в бункерно-загрузочном устройстве или вне его, в специальных устройствах, на

пути транспортирования к рабочей зоне станка, где они окончательно устанавливаются и фиксируются. Решение задач автоматического ориентирования деталей представляет собой один из важнейших и сложных вопросов осуществления автоматизации производственных процессов.

Важным условием надежного прохождения деталей в загрузочных устройствах является соблюдение технологической процедуры изготовления заготовок и разработка таких конструкций, которые позволяли бы легко удалять некачественные заготовки из лотка и других функциональных механизмов. Имеется сравнительно небольшое и четко определенное число классификационных категорий деталей по пригодности к автоматическому ориентированию (рис. 1.2.3.).

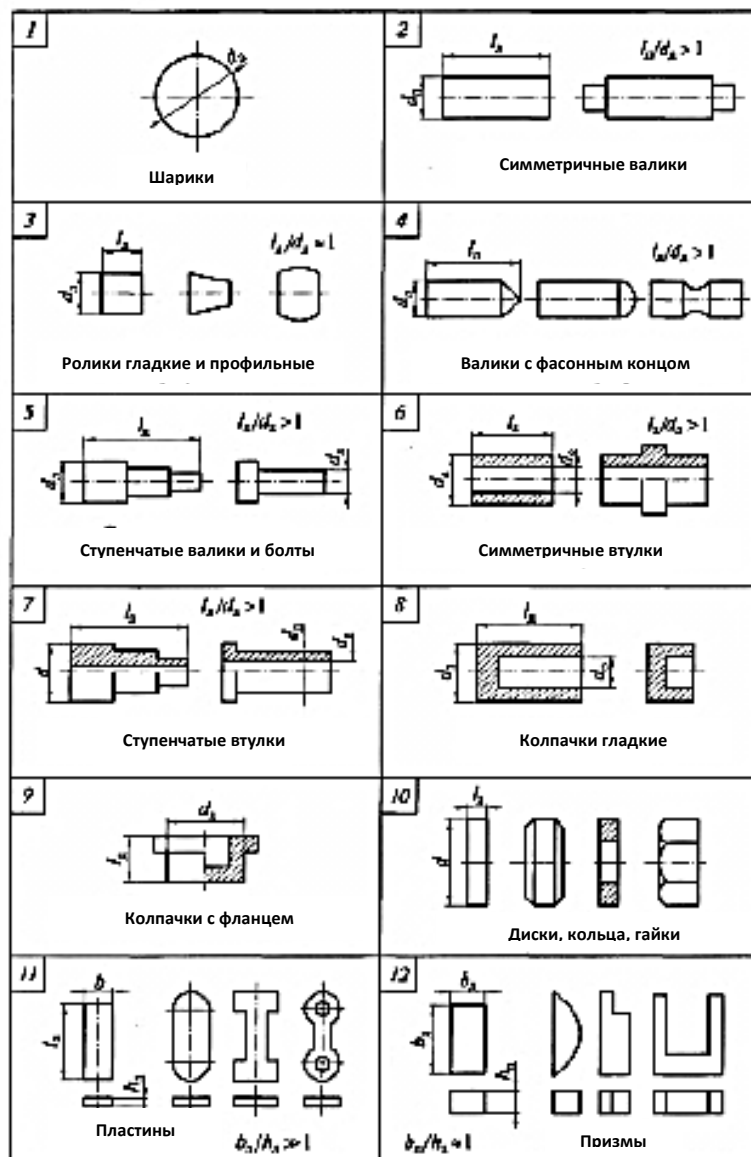


Рис. 1.2.3. Классификация деталей по их пригодности к автоматическому ориентированию.

Ориентация заготовок может производиться в одной позиции, которую проходят все заготовки, или на многих позициях внутри бункера. Ориентация заготовок производится также в процессе перемещения их по вибрирующему лотку. Способ ориентации зависит от формы перемещаемых заготовок (рис. 1.2.4).

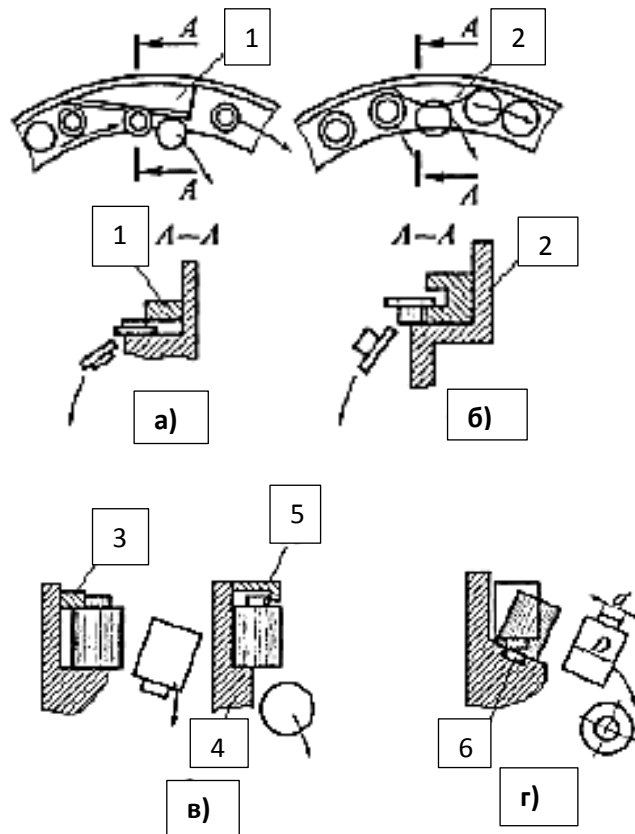


Рис. 1.2.4. Способы ориентации заготовок в вибробункере

(а-г – ориентирующие устройства; 1 – косой отсекатель; 2, 3, 6 – отсекатели; 4 – лоток; 5 – удерживатель).

2. Методические указания для расчета вибрационного загрузочного устройства.

Расчет ВЗУ связан с определением оптимальных режимов движения заготовок по вибrolотку, амплитуды колебания лотка и таких параметров устройства, как углов наклона подвесок и подъема лотка, геометрических размеров пружин подвесок, соотношении масс основания и колеблющихся частей и т.д.

Рассмотрим порядок расчета ВЗУ со спиральным лотком.

1. Рассчитываем диаметр чаши бункера (D) по формуле:

$$D = 3 \cdot \sqrt{\frac{V \cdot \Pi_{\text{ц}} \cdot T}{\pi \cdot h_p}} + 2\delta ,$$

где δ – толщина стенки бункера, мм; (как правило $\delta = 3$ мм)

V – объем детали, мм³;

$\Pi_{\text{ц}}$ – цикловая производительность оборудования, мин⁻¹; (100 шт/мин);

T – регламентированный период времени между пополнениями бункера деталями, мин.; (принимается 5 мин);

h_p – расчетная высота заполнения бункера деталями, мм (2-3)d.

Полученный расчетный диаметр чаши вибробункера округляем в большую сторону до стандартного значения, соответствующему ряду:

60, 100, 120, 160, 200, 250, 320, 400, 450, 500 мм.

2. Определяем шаг подъема спирального лотка t (мм) из выражения:

$$t = \pi D_{\text{ср}} \cdot \operatorname{tg} \alpha ,$$

где α – угол подъема спирального лотка (выбираем в пределах 0,5 – 3°);

$D_{\text{ср}}$ – средний диаметр движения детали по лотку, мм, определяем по формуле:

$$D_{\text{ср}} = D_{\text{вн}} - d_{\text{дет}};$$

где $D_{\text{вн}}$ – внутренний диаметр чаши бункера, мм, определяем по формуле:

$$D_{\text{вн}} = D - 2 \cdot \delta;$$

3. Рассчитываем среднюю скорость движения детали по лотку (v) по формуле:

$$v = \Pi_{\text{ц}} \left[\frac{(l_{\text{мм}} + S)}{(1 - k_{\text{н}}) \cdot P(l_0)} \right] ,$$

где S – среднее значение зазора между движущимися по лотку деталями, мм;

(S принимаем 1 мм);

$l_{\text{мм}}$ – длина детали;

$k_{\text{н}}$ – коэффициент неустойчивости работы вибробункера; ($k_{\text{н}} = 0,2 - 0,3$);

$P(l_0)$ – вероятность ориентированного положения деталей по лотку. Для круглых стержневых деталей она равна:

$$P(l_0) \approx \frac{a}{\sqrt{1 + \frac{d^2}{l_{\text{ММ}}^2}}},$$

где d – диаметр детали, мм ($a = 1$ – для симметричных валиков и втулок при пассивном ориентировании и валиков и втулок с несимметричными концами при активном ориентировании; $a = 0.5$ – для несимметричных валиков и втулок при пассивном ориентировании).

4. Из условия обеспечения необходимой плавности движения детали по лотку выбираем коэффициент режима R_0 :
 $R_0 < 1$ – безотрывное движение;
 $1 \leq R_0 \leq 1.16$ – плавное движение без заметного отрыва;
 $R_0 = 1.16 - 1.7$ – движение с подбрасыванием.
5. Определяем коэффициент k_v , учитывающий снижение скорости движения детали относительно амплитудного значения скорости лотка по одной из формул в зависимости от выбранного значения R_0 :

$$k_v \approx 0,185R_0 \left(1 - \frac{tga}{f}\right) \text{ при } R_0 < 1;$$

$$k_v \approx 0,185R_0 \left(1 - \frac{tga}{f} \left[1 + \left(1 - \frac{1}{R_0^2}\right)^2\right]\right) \text{ при } 1 \leq R_0 \leq 1,16;$$

$$k_v \approx 0,75 \left(1 - \frac{1}{R_0^2}\right) \left(1 - R_0^2 \frac{tga}{f}\right) \text{ при } 1,16 \leq R_0 \leq 1,7,$$

где f – эффективный коэффициент трения; ($f = 0,25$).

6. Для ВЗУ определяем угол направления колебаний (угол бросания):

$$\beta = \alpha + \arctg \frac{R_0 g \cdot k_v \cos \alpha}{2\pi v \cdot v},$$

где v – собственная частота колебания вибратора (50 и 100 Гц). Частоту 100 Гц целесообразно применять для мелких заготовок с диаметром $D \leq 200$ мм;

v – скорость движения детали по лотку, м/с;

α – угол подъема спирального лотка (выбирают в пределах $0,5 - 3^\circ$);

g – ускорение свободного падения = $9,8 \text{ м/с}^2$.

7. Определяем требуемый угол φ наклона пружин подвесок из выражения:

$$tg \varphi = tg \beta \frac{R_{\text{ср}}}{r},$$

где $R_{\text{ср}}$ – средний радиус движения деталей диаметром d по лотку, определяется из выражения:

$$R_{\text{ср}} = \frac{D_{\text{ср}}}{2} = \frac{D_{\text{вн}} - d_{\text{дет}}}{2};$$

где $r = 0,75R_{cp}$ – радиус верхней заделки пружин подвесок;

8. Определяем амплитуду колебаний A вибробункера. Для устройств с гармоническим законом колебаний:

$$A = \frac{v}{2\pi v \cdot \cos(\beta - \alpha) k_v};$$

где v – скорость движения детали по лотку.

9. Определяем параметры пружин подвесок (рис.2.1.)

Для получения требуемых амплитуд колебаний при малых силах, создаваемых электромагнитом, необходимо, чтобы вибрационная система работала в режиме, близком к резонансу (рациональный режим работы ВЗУ). Рекомендуется, чтобы собственная частота колебаний системы была на 10% больше частоты колебаний возмущающей силы.

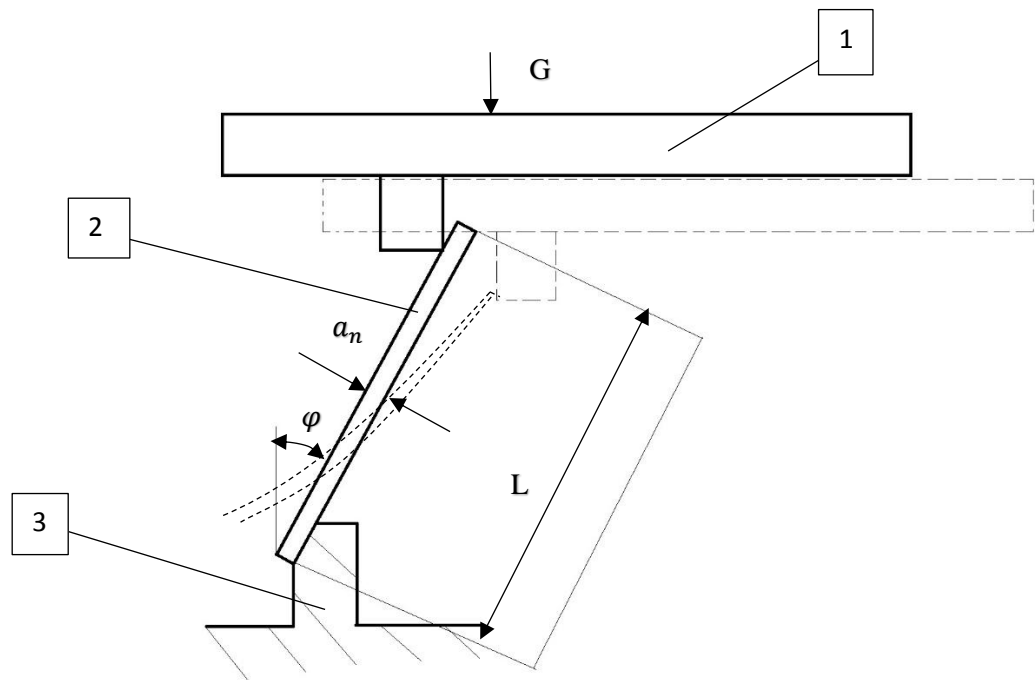


Рис. 2.1. Схема установки пружин в БЗУ

(1- чаша, 2 –цилиндрическая пружина, 3 – основание).

Конструктивно подвески могут быть выполнены круглыми или плоскими (набранными из пластин). Длину L и ширину b плоских пружин задают, а толщину определяем по формуле:

$$a_n = \frac{L}{372} \sqrt[3]{\frac{G \cdot v^2}{n \cdot i \cdot b}},$$

где G – вес колеблющихся частей подвесок и загруженных в бункер заготовок, кг ($G=1\text{кг}$);

ν – собственная частота колебания системы, с^{-1} ;

n – число подвесок (4 шт.);

L – длина плоских пружин (мм); ($L=0,5 \cdot D$);

b – ширина плоских пружин, мм; (20 мм);

i – число пружин в подвеске (1 шт).

Определяем требуемую силу P одного электромагнита по формуле:

$$P = \frac{AEba_n^3 i}{L^3 \mu \cos \varphi} ,$$

где $\mu = \frac{1}{1-(\nu/\psi)^2}$ – динамический коэффициент;

E – модуль упругости, $E = 2 \cdot 10^5 \text{МПа}$;

ψ - вынужденная частота, $\psi = \nu + 10\%(\nu)$

3. Порядок выполнения работы

1. Изучить типовые конструкции бункерных загрузочных устройств.
2. Изучить способы ориентации заготовок в ВЗУ.
3. Для варианта, заданного преподавателем (таблица 3.1.), рассчитать параметры ВЗУ со спиральным лотком.

Таблица 3.1. Варианты заданий для расчета параметров ВЗУ.

вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Эскизы деталей
l	15	20	25	30	35	40	10	20	30	40	
l_1	4	5	5	0	10	32	8	17	28	37	
l_2	11	10	10	20	20	8	-	-	-	-	
l_3	0	5	10	10	5	5	-	-	-	-	
l_4	0	5	10	10	5	5	-	-	-	-	
d	8	12	14	10	15	12	20	30	10	15	
d_1	4	6	8	10	5	8	16	24	6	9	
d_2	8	6	8	10	10	12	-	-	-	-	

4. Контрольные вопросы

1. Назначение бункерных загрузочных устройств.
2. Принцип действия дискового (крючкового, секторного, трубчатого) бункера.
3. Из каких основных узлов состоит ВЗУ?
4. Назначение основных узлов ВЗУ.
5. Какие существуют способы ориентации заготовок в вибробункере.

ЛИТЕРАТУРА

1. Основы автоматизации машиностроительного производства / Е.Р.Ковальчук, М.Г.Косов, В.Г.Митрофанов и др. М.: Высшая школа, 2001. 312 с.
2. Рогов В.А. Средства автоматизации производственных систем машиностроения / В.А.Рогов, А.Д.Чудаков. М.: Высшая школа, 2005. 399 с.
3. Соломенцев Ю. М., Теория автоматического управления [Текст] : учебник для студентов машиностроительных специальностей вузов / ред. Ю. М. Соломенцев. - 3-е изд., стереотип. - М. : Высшая школа, 2000. - 268 с.
4. Шишмарев, В. Ю., Автоматизация технологических процессов [Текст] : учебное пособие для студентов образовательных учреждений среднего профессионального образования / В. Ю. Шишмарев. - 2-е изд., стер. - М. : Академия, 2006. - 352 с.