

**Министерство науки и высшего образования Российской
Федерации**

Санкт-Петербургский государственный политехнический университет
Петра Великого
Высшая школа машиностроения

**МЕХАНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В
МАШИНОСТРОЕНИИ**

Учебное пособие

Санкт-Петербург
2023

Учебное пособие к курсовому проекту по механизации и автоматизации технологических процессов в машиностроении. – СПб., 2023. – 50с.

В учебном пособии определены содержание и объем курсового проекта по дисциплине «Механизации и автоматизации технологических процессов в машиностроении», изложена направленность работы над ним.

Учебное пособие предназначено для студентов дневного и заочного обучения по направлениям 15.03.01 «Технология машиностроения» и 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»

Руководство составил доцент, канд. техн. наук Слатин В.И.

ВВЕДЕНИЕ

Механизация и автоматизация технологических процессов является одним из важнейших направлений при решении задач повышения производительности труда и культуры производства. Однако в настоящее время в промышленности еще очень много простых, монотонных и утомительных для человека операций, выполняемых вручную. Иногда для механизации и автоматизации таких операций требуется коренная перестройка технологического процесса. Но часто, за счет лишь незначительных изменений или дополнений к конструкции существующего оборудования, можно освободить человека для другой, более творческой работы или перевести его на обслуживание нескольких единиц технологического оборудования.

Успешное решение этих задач зависит в первую очередь от ИТР. Одним из этапов подготовки специалиста к такой деятельности является выполнение курсового проекта.

При подготовке этих методических указаний использованы методические указания «Реально-перспективное курсовое проектирование по металлорежущим станкам», изданные Коломенским филиалом Всесоюзного заочного политехнического института и «Методического руководство к курсовому проекту по механизации и автоматизации технологических процессов в машиностроении», изданное Псковским филиалом СПбГТУ.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Курс «Механизации и автоматизации технологических процессов в машиностроении», программа которого предусматривает выполнение проекта, является одной из профилирующих специальных дисциплин, завершающих подготовку инженеров по специальности «Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты». На базе этих дисциплин надо уметь решать задачи по механизации и автоматизации технологических процессов и, в частности, по автоматизации загрузки и разгрузки станков заготовки.

Для выполнения курсового проекта необходимы знания, полученные при изучении общенаучных, общетехнических и специальных дисциплин, таких как «Высшая математика», «Сопротивление материалов», «Теоретическая механика», «Детали машин», «Теория машин и механизмов», «Теория резания», «Металлорежущие инструменты», «Металлорежущие станки», «Технология машиностроения», «Приспособления для металлорежущих станков», «Механизация и автоматизация технологических процессов в машиностроении».

Курсовое проектирование предназначено для практического применения полученных ранее знаний для решения конкретной инженерной задачи – проектирования средств механизации и автоматизации технологических процессов.

В ходе работы над проектом студент должен решить конкретную задачу по автоматизации отдельной операции.

В процессе выполнения курсового проекта необходимо проявлять максимум самостоятельности в принятии конкретных решений.

По согласованию с консультантом из предлагаемых студентом решений намечается наиболее рациональное, устанавливается объем конструкторской разработки схем и сборочных единиц автоматизации. При выборе решений следует руководствоваться основной целью автоматизации технологических операций: повышение производительности труда, замена ручного труда машинным,

улучшение качества продукции, повышение уровня многостаночного обслуживания, улучшение уровня труда. Руководитель только направляет работу по проекту так, чтобы все вопросы, связанные с проектированием решались в соответствии с современным уровнем техники и требованиями производства.

Необходимо помнить о своей ответственности за принятие решения, правильности и обоснованность проведенных расчетов, оформления чертежей и составление расчетно-пояснительной записки.

2. ТЕМАТИКА И ЗАДАНИЕ НА КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Тематика курсового проектирования предусматривается выполнение расчетно-конструкторских работ, теоретические основы которых рассматриваются в том или ином разделе курса. Так, например, возможны варианты заданий, предусматривающие разработку:

- Загрузочных устройств к металлорежущим станкам и систем управления их работой;
- Устройств для автоматической сборки изделий;
- Устройств для дробления стружки;
- Средств автоматического удаления стружки от металлорежущих станков;
- Отдельных узлов металлорежущих станков, модернизация которых необходима для автоматизации технологического процесса;
- Контрольно-сортировочных автоматов;
- Подналадочных устройств с обратными связями;
- Автооператоров;
- Роботизированных модулей;
- Других средств автоматизации технологических процессов.

Значительное количество заданий связано с разработкой загрузочных устройств к металлорежущим станкам и систем управления

их работой. В таких заданиях исходными сведениями для проектирования могут быть:

- Чертеж заготовки, загрузка которой на станок необходимо автоматизировать;
- Материал, из которого изготовлена заготовка;
- Чертеж детали, получаемой после обработки на станке;
- Тип (модель) станка, на котором должна обрабатываться заготовка;
- Вид загрузочного устройства.

В качестве темы курсового проекта могут быть рассмотрены и утверждены предложения студентов вечернего факультета по автоматизации действующих на заводах технологических процессов, а студентов дневного – по результатам технологической практики.

3. СОДЕРЖАНИЕ И ОБЪЕМ ПРОЕКТА

Курсовой проект включает в себя следующие части:

I. Графическая часть в объеме 2...3 листов формата А1 со след. примерным распределением чертежей:

- монтажный чертеж устройств – 0,5 листа;
- циклограмма совместной работы проектируемого устройства с станком и схема системы управления – 0,5...1 лист;
- сборочный чертеж устройства – 1...1,5 листа.

II. Расчетно-пояснительная записка в объеме 12...15 страниц, построенная по след. плану:

- титульный лист;
- задание;
- оглавление;
- введение;
- технологический процесс обработки заготовки на автоматизированном станке;
- расчет элементов времени циклограмм;

- система управления работой загрузочного устройства и станка;
- описание работы проектируемого устройства;
- расчет конструктивных параметров, определяющих производительность, емкость и работоспособность загрузочного устройства;
- литература.

Содержание расчетно-пояснительной записки определяет последовательность и объем разработки курсового проекта. Сроки выполнения работ по отдельным этапам и курсового проекта в целом определяются календарным планом-графиком, утверждаемым руководителем проектирования.

4. РАДЕЛЫ ПРОЕКТА

4.1 Введение

В разделе «Введение» расчетно-пояснительной записки к курсовому проекту рекомендуется кратко изложить:

- главные задачи и направления развития современной технологии машиностроения;
- значение механизации и автоматизации технологических процессов;
- роль конкретного, разрабатываемого средства автоматизации в развитии современного производства.

4.2. Технологическая часть

4.2.1 Исходная технологическая информация

Технологическая часть курсового проекта является основной для выполнения необходимых расчетов, выбора схемы автоматизации и проектирования автоматического устройства.

Подготовка основной технологической информации ведется в следующей последовательности: анализ чертежа детали и других исходных данных, выбор метода получения заготовки, назначения припусков на обработку, выбор метода базирования и крепления

заготовки и крепления заготовки, подбор режущего и вспомогательного инструмента, выбор последовательности переходов и их содержание, назначение режимов резания, нормирование данной операции. Эти элементы технологической подготовки студент изучал в курсе «Технология машиностроения».

При этом в случае необходимости недостающие исходные данные (модель станка, стоимость оборудования, разряд рабочего и т.п.) выбирается самостоятельно.

4.2.2. Разработка технологической операции обработки заготовки.

При разработке технологической операции решается ряд вопросов, связанных с базированием и закреплением заготовки, выбором модели станка и режущего инструмента, определением последовательности и содержания переходов, расчетов режимов резания и основного (технологического) времени. Недостающие исходные данные (модель станка, стоимость оборудования, разряд рабочего и т.п.) выбираются самостоятельно.

Назначенные по справочнику режимы обработки следует уточнить по станку.

При нормировании рассчитать величину оперативного времени $T_{\text{опер}}$ и его составляющие: машинное время, не перекрываемое (Н) ручным $T_{\text{М}}^{\text{Н}}$ и ручное время $T_{\text{р}}$.

Затем определяется производительность станка $Q_{\text{ст}}$. При этом для выбора и предварительного расчета загрузочного устройства в курсовом проекте производительность станка можно определить по t_0 .

Основное время необходимо для определения типа загрузочного устройства и ориентировочного определения объема накопителя.

По результатам технологических расчетов разрабатывается операционная карта на автоматизируемую операцию.

Если в автоматическом устройстве предполагается использование зажимных механизмов, то для расчета их усилий, возникающих напряжений и деформаций необходимо определить силы и моменты сил

резания.

Расчеты по технологической части проекта со всеми обоснованиями и ссылками на использованную справочно-техническую литературу и операционная карта приводятся в пояснительной записке.

Выполненные технологические расчеты позволяют перейти к следующему этапу работы – выбору, расчету и проектированию автоматического устройства.

4.3. Конструкторская часть.

4.3.1. Выбор типа загрузочного устройства и его предварительный расчет.

Выбор типа загрузочного устройства целесообразнее производить, руководствуясь накопленным опытом проектирования.

Бункерные загрузочные устройства применяются для автоматического ориентирования и высокопроизводительной загрузки небольших по габаритам и весу заготовок сравнительно простой геометрической формы.

при выполнении курсового проекта рекомендуется использовать такие устройства для заготовок весом до 300г., основное время обработки которых не превышает 10с. Заполнение накопителей бункерных устройств заготовками производится «навалом» без соблюдения ориентации.

Магазинные загрузочные устройства применяется для заготовок относительно сложной формы, автоматическая ориентация которых затруднена, а также в тех случаях, когда заполнение загрузочного устройства «навалом» может привести к порче заготовки (например, для окончательно обработанных деталей, поступающих к контрольному автомату).

Целесообразно применение магазинных загрузочных устройств для простых форме заготовок, если основное время их обработки больше 1 мин.

Для заготовок, автоматическая ориентация которых затруднена, и на их обработку требуется сравнительно мало времени (основное время

больше 10 с., но меньше 10 мин.) применяют бункерные магазины, в накопители которых заготовки укладываются многослойно с соблюдением ориентации.

Для выбора и проектирования загрузочного устройства общего комплекса технико-экономических показателей используют следующие:

- производительность загрузочного устройства Q_3 ;
- период времени его непрерывной работы при одной заправке заготовками без вмешательства оператора T мин.;
- Ориентировочная допустимая стоимость загрузочного устройства C_3 .

Требуемая средняя производительность загрузочного устройства определяется из производительности станка $Q_{ст}$:

$$Q_3 = K * Q_{ст} \quad (4.1)$$

где:

$K = 1.15 \dots 1.25$ – коэффициент запаса для обеспечения бесперебойной работы станка с заданной производительностью.

Исходя из периода времени непрерывной работы загрузочного устройства T , определяют его емкость:

$$W_3 = Q_{ст} * T * W_{min} \quad (4.2)$$

где:

W_{min} - наименьшее необходимое для нормальной работы число заготовок в загрузочном устройстве.

Ориентировочно

$$W_{min} = (0,15 - 0,30) * W_3 \quad (4.3)$$

В курсовом проекте можно принять $T = 15 \dots 30$ мин.

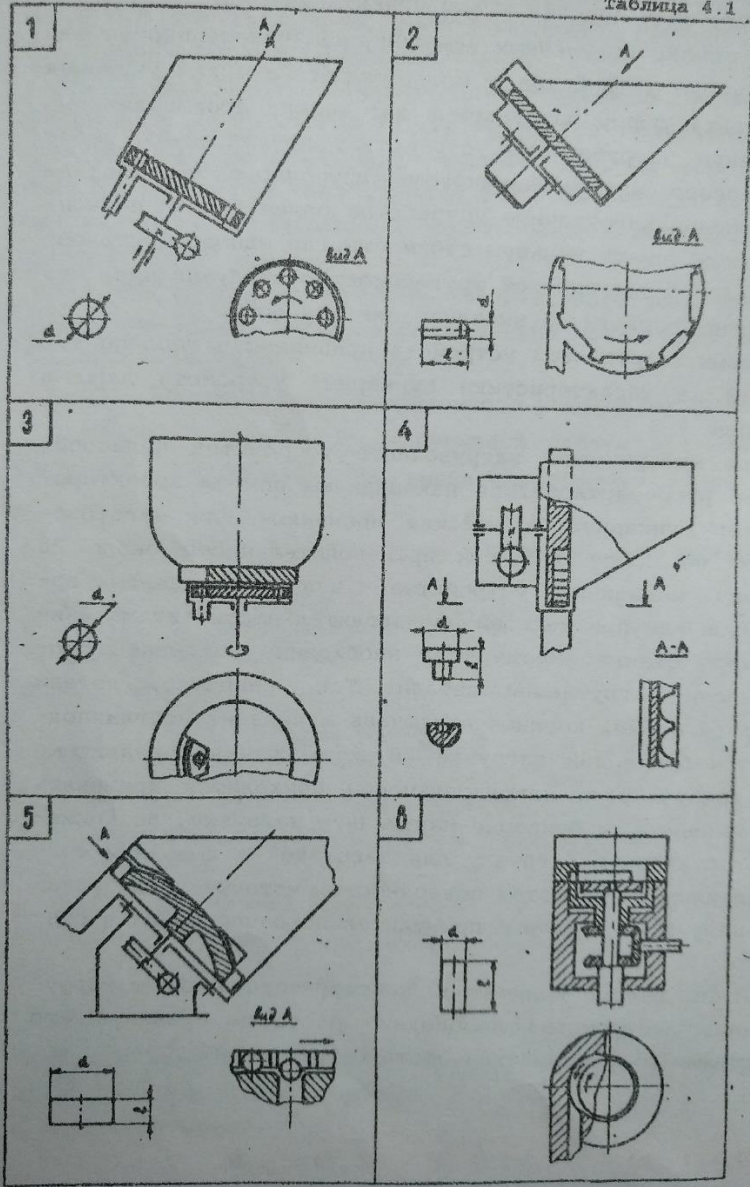
На основе полученных величин производительности загрузочного устройства и его емкости, а также учитывая размеры и форму загружаемых заготовок, производят выбор типа загрузочного устройства, прежде всего выбор бункерного или магазинного загрузочные устройства. Магазинные загрузочные устройства более

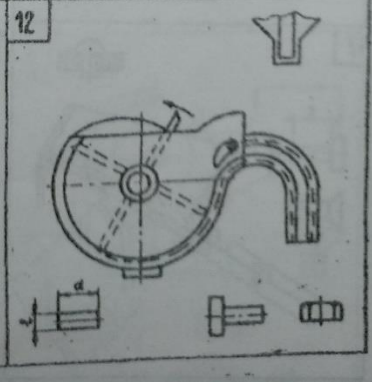
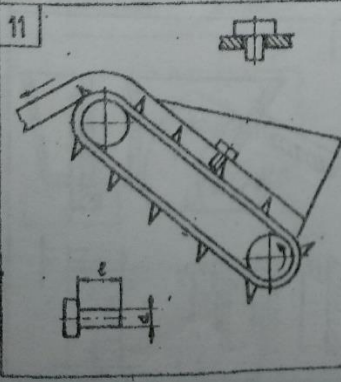
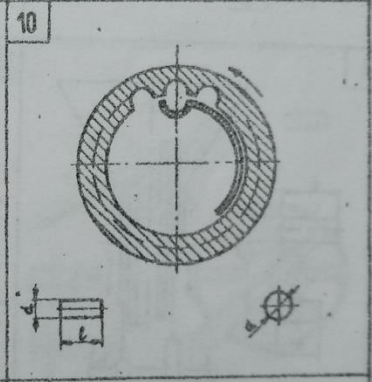
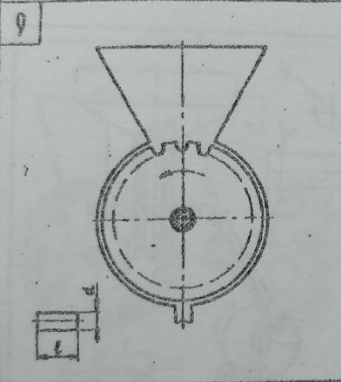
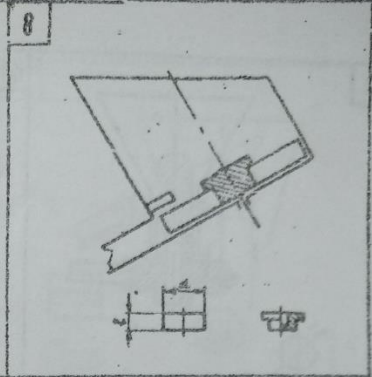
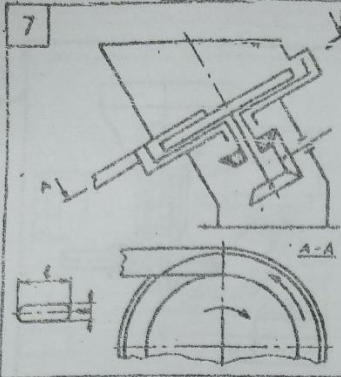
просты по конструкции, имеют меньшую стоимость, но одновременно обладают и более высокой трудоемкостью обслуживания, что повышает расходы на эксплуатацию в целом.

Схемы загрузочных устройств приведены в таблице 4.1 и 4.2, а характеристики бункерных устройств даны в таблице 4.3.

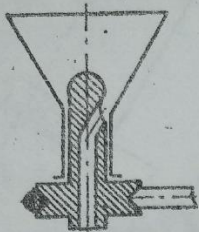
При выборе типа загрузочного устройства целесообразно руководствоваться накопленным опытом проектирования: бункерные устройства применяют для заготовок весом не более 3Н при производительности около 25 шт/мин. магазинные устройства – для более тяжелых или при меньшей производительности автоматизируемого станка. Кроме того, необходимо учитывать особенности загружаемой детали. Так, например, детали сложной формы, крупный или очень мелкие не всегда поддаются бункерной загрузке. В этих случаях независимо от требуемой производительности приходится применять магазинную или бункерно-магазинную загрузку. Не применяют бункерную загрузку для заготовок с высокими требованиями по качеству поверхности, которые не допускают загрузки навалом и принудительного ворошения в бункере.

Таблица 4.1

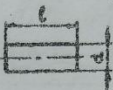
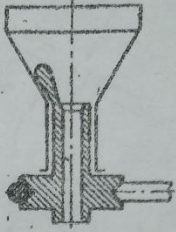




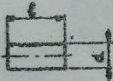
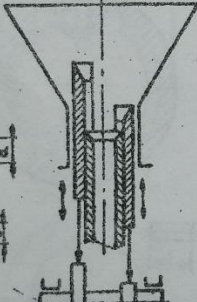
13



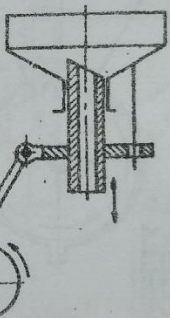
14



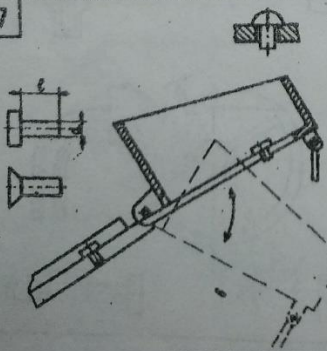
15



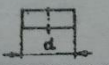
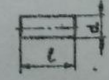
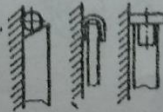
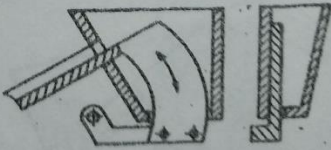
16



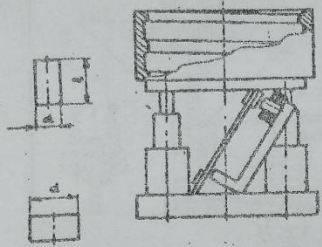
17



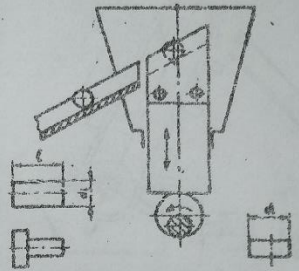
18



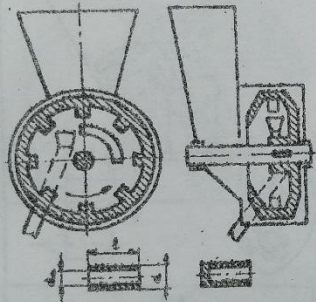
19



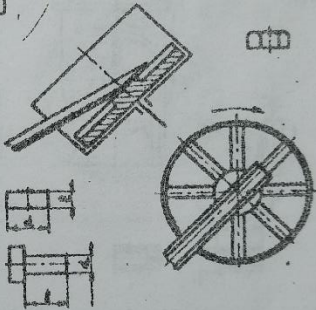
20



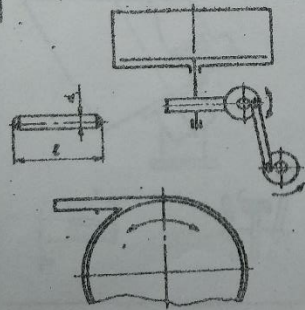
23



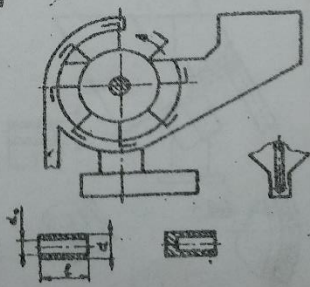
22



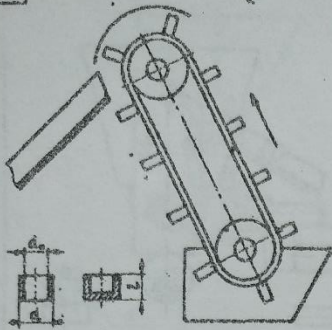
21



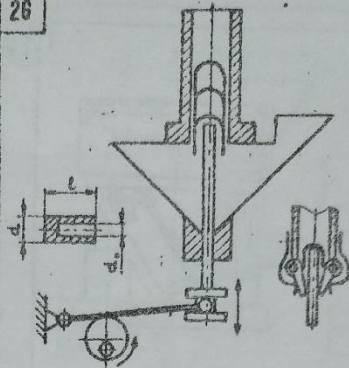
24



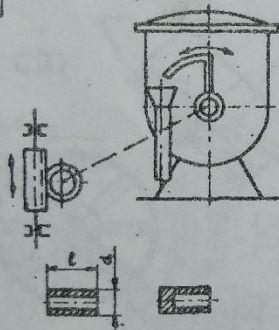
25



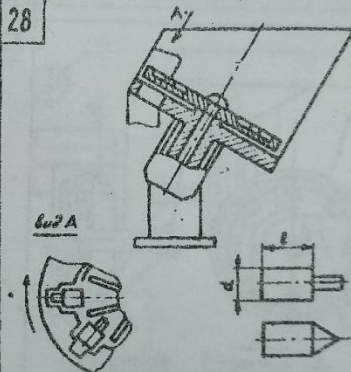
26



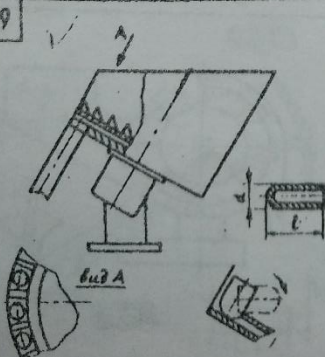
27



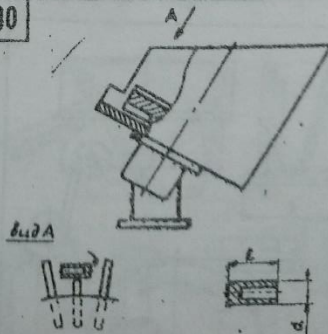
28



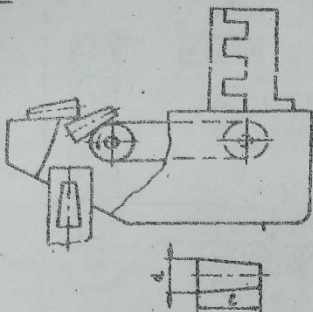
29



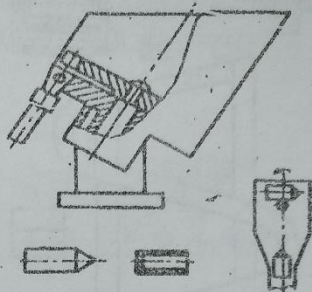
30



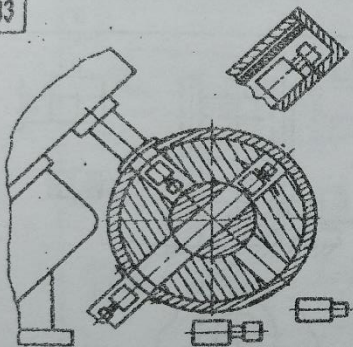
31



32



33



34

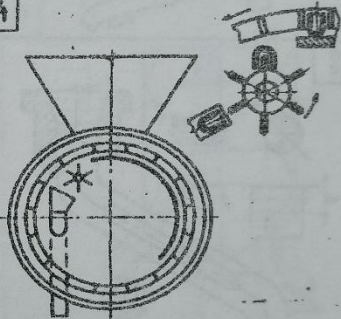
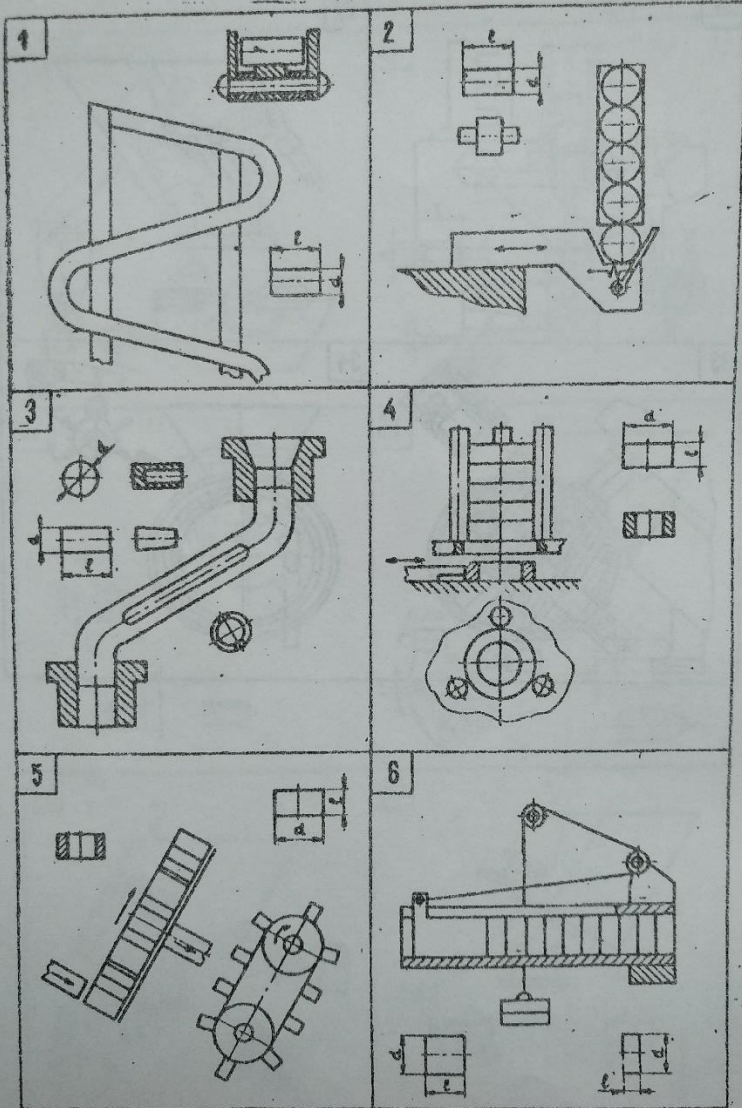


Таблица 4.2



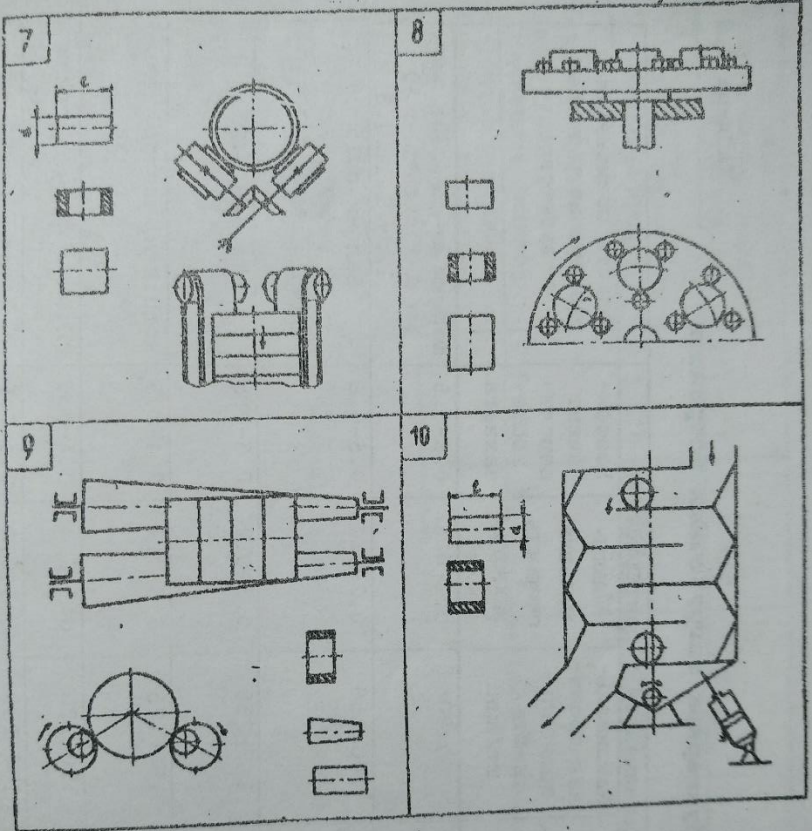


Таблица 4.3

Характеристика бункерных грузозачных устройств

№ ПП	Рисунки табл.	Наименование грузозачного бункерного устройства	Техническая характеристика			Область применения и размеры загружаемых заготовок	
			Число захватных органов	Максимальная скорость захвата, м/с	Коэффициент вероятности захвата		
1	1	Дисковое с отверстиями на захватном диске	20-40	60-90	0,3-0,4	0,3-0,5	Шарики $d = 15 \dots 20$; диски и колпачки $d < 30$, $l/d = 1, 1, \dots 1, 3$
2	2	Дисковое с вырезами по окружности диска и тангенциальной подачей деталей	25-35	100-150	0,2-0,4	0,5-0,6	Валики $d < 15$ и $l/d = 2 \dots 5$; диски $d < 50$ и $l = 3 \dots 10$
3	3	Дисковое с уменьшенной поверхностью трения	6-10	160-250	0,3-0,4	0,3-0,5	Шарики $d < 20$
4	4	Дисковое с карманами по форме деталей	20-40	120-125	0,3-0,4	0,4-0,5	Колпачки, диски, кольца, гайки $d < 30$, $l/d < 1$
5	5	Дисковое целое с карманами	12-16	150-200	0,3-0,4	0,4-0,6	Диски, кольца, гайки $d < 50$, $l = 2 \dots 10$
6	6	Устройство с двойным противозаклинивающим диском, центробежное	1	100-130	0,3-0,4	0,4-0,6	Валики, колпачки $d < 20$, $l/d = 2 \dots 10$
7	7	Дисковое фрикционное	1	600-1200	-	-	Пластины $l = 15 \dots 100$, $h/l = 0,1 \dots 0,3$
8	8	Дисковое со щетками на диске	4-6	120-180	0,2-0,25	0,7-0,8	Колпачки с фланцем, диски, кольца, гайки $d < 40$, $l/d < 0,6$
9	9	Барабанное с наружными зубьями	16-30	100-150	0,2-0,3	0,7-0,9	Валики $d < 20$, шарики $d < 25$

10	10	Барabanное с внутренними зубьями	16-30	100-150	0,2-0,3	0,7-0,9	Валики $d < 40$ и $1/d = 1, 2, \dots, 10$, шарики $d < 25$
11	11	Цепное устройство	-	60-80	0,3-0,4	0,25-0,3	Ступенчатые валики и болты $d < 15$, $1/d = 7, 5, \dots, 15$
12	12	Лопастное устройство с непрерывной подачей заготовок	4-6	80-100	0,15-0,2	0,2-0,3	Ступенчатые валики и болты $d < 10$, $1 < 60$ и кольца $d < 20$, $1 = 3, \dots, 12$
13	13	Трубчатое устройство с центральным отводом и вращающ. трубкой	1	330	-	-	Шарики $d < 20$
14	14	С вращающейся трубкой и пальцем	1	40-100	-	-	Валики и ролики $d < 20$ и $1/d = 1, 6, \dots, 3, 5$, диски, кольца с $d < 100$
15	15	С трубкой и возвратно-поступат. движущимися ползунами	2	60-100	0,5-0,9	1,25-1,5	Ролики, колпачки, кольца $0,8 < d/1 < 1,4$ валики $d < 3$, $1/d < 6$
16	16	С возвратно - поступательно движущейся трубкой	1	80-100	0,3-0,4	0,5-0,6	Ролики $d < 15$, $1/d = 1, 1, \dots, 1, 25$
17	17	С качающимся бункером	1	30-70	0,3-0,5	1,3-1,5	Ступенчат. валики, втулки, болты $d = 3-6$, $1 < 30$
18	18	Секторное устройство	1	40-70	0,6-0,9	1,4-1,6	Гладкие и ступенчат. валики, болты $d < 15$, $1 < 120$
19	19	Вибрационный бункер	1-6	100-125	-	-	Гладкие и ступенчат. валики, ролики с $d < 20$, $1 < 80$, кольца, гайки $d < 50$

20	20	Бункер с возвратно-поступат. движущимся ползуном	1	40-60	0,3-0,5	1,75-2,5	Ступенчат. валки и болты с $d=4-12$ и $l<120$, гладкие валки $d<15$, $l<50$, диски, кольца $d<40$, $l=3...15$
21	21	Устр-во с противозаклинивающим колеблющимся диском	1	50-70	-	-	Валки гладкие и ступенчатые $d<20$, $l/d=2...6$
22	22	Дисковое устройство с радиальными пазами	8-15	100-150	0,2-0,3	0,6-0,9	Колпачки, диски, кольца, гайки $d<30$, $l/d=1$. Валки гладкие и ступенчатые $d<20$, $l<60$
23	23	Роторное устройство с наклонными штырями	50-70	140-200	0,15-0,2	0,2-0,25	Колпачки гладкие $d=10...40$, $l/d>1$, $l<90$
24	24	Дисковые устройство с крючками	8-12	120-140	0,2-0,5	0,5-0,6	Колпачки гладкие, симметр. втулки, гладкие и ступенчат. $d=6...30$, $l/d>1$, $l>70$
25	25	Ленточные устройство со штырями	60-150	60-80	0,05-0,1	0,3-0,4	Диски, кольца, гайки, колпачки гладкие $d=10...150$, $l/d=0,1-0,4$, $l=3-15$
26	26	С возвратно-поступательно движущимся стержнем	1	50-70	-	0,2-0,25	Колпачки гладкие $l/d>1$, $d<20$, $d>25$
27	27	Устройство с крючком, совершающим маятниковое движение	1	20-30	-	0,15-0,2	Втулки гладкие и ступенчатые, колпачки гладкие $l/d<1$, $l/d<20$, $d<40$
28	28	Дисковое устройство двойной ориентации с	30-60	150-220	0,12-0,15	0,4-0,5	Валки $d<15$, $l<6$

29	профильными вырезами на диске	30-70	180-220	0,2-0,25	0,3-0,35	Колпачки 1/d=1,2-3,5, d<20, l<50
30	Дисковое устройство двойной ориентации с торцевыми рубцами на диске	20-30	120-160	0,15-0,2	0,6-0,65	Колпачки 1/d=3-8, d<20, l<100
31	Дисковое устройство с внутренними карманами на диске	8-16	80-100	0,25-0,3	0,55-0,6	Валики и колпачки 1/d=3-8, d=10-15, l=60-100
32	Роторное устройство с ориентирующим транспортом или лотком	16-25	90-150	0,15-0,2	0,7-0,8	Валики гладкие и ступенчатые 1/d>1, d<15, l<60
33	Дисковое устройство с дополнительным ориентирующим лотком	8-15	100	0,2-0,3	-	Ступенчатые валики и втулки, болты 1/d>1, d>15, l>30
34	Устр-во с доплнит. штыревым ориентатором	20-40	120-150	0,25-0,3	0,5-0,6	Ступенчатые втулки 1/d=0,7-1,2, d<30

После выбора конкретной конструктивной схемы загрузочного устройства необходимо расчетом сравнить его достижимую производительность с требуемой.

Средняя производительность бункерных загрузочных устройств определяется:

при поштучной выдаче заготовок

$$Q_3 = z * n * \eta = \frac{V}{l+d} * \eta \quad (4.3)$$

при выдаче заготовок порциями

$$Q_3 = z * n * \eta * t \quad (4.4)$$

с непрерывной выдачей заготовок

$$Q_3 = \frac{V}{l} * \eta \quad (4.5)$$

где:

z – число захватных органов (крючков, карманов, и т.п.) принимающих участие в одном цикле работы (один оборот, один двойной ход) см. табл. 4.3;

n – число циклов работы (оборотов, двойных ходов) в 1 мин.;

V – линейная скорость движения заготовок (наиболее допускаемые значения приведены в табл. 4.3) ;

l - длина заготовки (кармана) ;

d – расстояние между карманами, из конструктивных соображений = 5-10 мм;

t - число одновременно захватываемых заготовок;

η - Коэффициент вероятности захвата заготовки захватным органом (см. табл. 4.3).

В бункерных загрузочных устройствах с поштучной выдачей заготовок относятся, например, дисковые крючковые, дисковые карманчиковые. Заготовки порциями подаются дисковыми (щелевыми и с радиальными пазами), лопастными, шиберным и секторными бункерными загрузочными устройствами. Непрерывная подача заготовок обеспечивается дисковым со щетками, трубчатыми и вибробункерами.

Выражения (4.3) – (4.5) связывают производительность загрузочного

устройства с его конструктивным (z, m, d, l) и эксплуатационными параметрами (n, v, η). По этим выражениям нужно оценить необходимую величину указанных параметров для получения требуемой производительности Q_3 и сравнить ее с предельными значениями, приведенными в таблице 4.3. Этим проверяется возможность практического выполнения загрузочного органа с требуемой производительностью.

При использовании ограничений по производительности и размерам загружаемых заготовок, приведенных в таблице 4.3, следует иметь в виду, что они определены на основе эксплуатации реальных загрузочных устройств и, следовательно, даются приближенными. Поэтому можно использовать бункерное устройство и ха пределами этих ограничений, если это не противоречит данным более подробного расчета конструкций.

4.4. КОМПАНОВКА (МОНТАЖ) ЗАГРУЗОЧНОГО УСТРОЙСТВА

В процессе компоновки (монтаж) загрузочного устройства решаются вопросы, связанные с определением размеров и размещением его отдельных узлов относительно станка, выбираются приводы для подвижных элементов и выполняется ряд ориентировочных расчетов. Прежде всего необходимо определить требуемые объем и производительность загрузочного устройства. Однако на рассматриваемом этапе проектирования они могут быть определены только ориентировочно, так как пока неизвестны времена действия отдельных механизмов, неизвестно время цикла (оперативное время обработки одной заготовки). Поэтому в известных формулах /5/ для определения объема накопителя и производительности загрузочного устройства следует использовать вместо штучного основное время, увеличенное на $2 \dots 3$ с. (Ориентировочное суммарное время действия механизмов для снятия обработанной детали в установки новой заготовки). Определив объем накопителя и задавшись его формой,

можно рассчитать ориентировочные размеры накопителя и оценить его реальную выполнимость.

На габаритные размеры бункерного загрузочного устройства может оказать существенное влияние привод его захватный орган. Тип этого привода и передаточный механизм (редуктор, кривошипно-шатунный механизм, винтовая пара, зубчатое колесо-рейка и т.п.) зависят от выбранного (или заданного) вида бункерного устройства и определяются его кинематикой. Используя ориентировочное значение требуемой производительности, можно определить необходимое количество захватных органов, скорость действия, и, следовательно, мощность и размеры привода и передаточных механизмов.

Одновременно выбирают приводы и для других подвижных элементов загрузочного устройства (а иногда и элементы станка). При этом критерием выбора привода является простота его конструкции и возможность обеспечить требуемые функции /3/.

Определяя место установки накопителя, необходимо стремиться располагать его возможно ближе к зоне обработки для того, чтобы обеспечить возможно более простое транспортирование заготовок в рабочую зону. С этой точки зрения целесообразно расположение накопителя непосредственно на станке, используя в качестве опорных элементов станину, бабку станка и т.п. При этом необходимо искать такое конструктивное решение, чтобы монтаж загрузочного устройства не приводил к значительным переделкам станка. После снятия проектируемого загрузочного устройства со станка, его технологические возможности должны оставаться прежними.

В тех случаях, когда загрузочное устройство трудно установить непосредственно на станке, его можно расположить рядом со станком на специальной площадке, стойке и т.п.

Независимо от места установки загрузочного устройства должны быть обеспечены:

- возможность и удобство заполнения устройства заготовками;
- возможность регулирования конечного положения питателя;

- гарантированная установка заготовок на базирующие элементы станка или приспособления;
- возможность автоматического удаления обработанных деталей из рабочей зоны;
- безопасность работы оператора.

Целесообразно использовать, где это возможно, в качестве узлов загрузочного устройства существующие узлы станка. Например, пиноль задней бабки токарного станка можно использовать в качестве питателя. В некоторых случаях, возможно, совмещения функций отдельных узлов загрузочного устройства. Например, отделитель может быть одновременно и питателем.

Результатом работы, описанной в этом разделе, является предварительный монтажный чертеж, содержащий контурное (упрощенное) изображение станка и загрузочного устройства, а также данные необходимые для его установки (монтаж) на станке или рядом с ним.

4.5. ПОСТРОЕНИЕ ЦИКЛОГРАММЫ

В общем случае за время цикла работы автоматического устройства осуществляется ряд действий: отсекание отделителем и перемещение заранее ориентированной (вручную или автоматически) заготовки питателю; перемещению заготовки питателем в рабочую позицию закрепление заготовки зажимным механизмом; холостые (ускоренные) перемещения рабочих органов станка; обработка заготовки; удаление обработанной детали из рабочей позиции.

В процессе курсового проектирования необходимо определить наиболее рациональные последовательность и время действия отдельных механизмов. Для этого необходимо разработать циклограмму. Ее надо составлять так, чтобы с одной стороны время цикла было минимальным, а с другой – узлы загрузочного устройства и станка не подвергались бы воздействию недопустимо больших инерционных сил. При этом для назначения средней скорости движения подвижных элементов, можно ориентироваться на максимально

возможные скорости холостых перемещений узлов автоматизированного станка.

На основании этих скоростей рассчитываются времена движения отдельных звеньев.

В этом разделе рассчитываются все составляющие времени цикла.

При составлении циклограммы следует тщательно проанализировать работу всех механизмов загрузочного устройства и станка для того, чтобы правильно выбрать последовательность их движений. Сумма не совмещенных движений составит один цикл работы. От его длительности зависит производительность операции. Поэтому при разработке циклограммы необходимо стремиться к уменьшению времени цикла, что можно достигнуть путем сокращения длины ходов, а также за счет совмещения движений.

При расчете времени быстрого подвода и отвода исполнительных механизмов станка (суппорта, стола, силовой головки и т.п.) можно принять скорость 6 м/мин, а длину ходу определить из компоновки станка и загрузочного устройства. Кроме того, время на зажим заготовок в механизированных патронах, на поворот револьверной головки в токарно-револьверных станках можно взять равным 0,5-1 с, а время на поворот и фиксацию делительных столов многопозиционных станков 3-4 с.

Время работы суппорта (силовой головки и т.п.) определялось в технологических расчетах, а время срабатывания отсекаелей, питателей и других механизмов загрузочного устройства – в конструкторских расчетах.

Циклограмму представляют на сборочном чертеже загрузочного устройства или в расчетно-пояснительной записке. Примеры оформления циклограмм даны в /12/.

На основании циклограммы (для автоматизированной операции) и оперативного времени (для не автоматизируемой операции) рассчитывают и сравнивают цикловые производительности

$$Q = \frac{1}{T_{\text{ц}}} \text{ шт/мин,}$$

где:

$T_{ц}$ - длительность рабочего цикла. Для неавтоматизированной операции $T_{ц} = t_{опер} = t_o + t_{всп}$.

Конструкторские расчеты следует закончить расчетом уровня автоматизации технологической операции по формуле

$$K = t_m / t_{шт},$$

где:

t_m - машинное время на операцию,

$t_{шт}$ - штучное время на операцию.

По коэффициенту K необходимо определить категорию уровня механизации и автоматизации операции. По ГОСТ 14.309-74 установлены следующие категории:

нулевая	$K=0$
низшая	$K=0.01 \dots 0.25$
малая	$K=0.25 \dots 0.45$
средняя	$K=0.45 \dots 0.60$
большая	$K=0.60 \dots 0.75$
повышенная	$K=0.75 \dots 0.90$
высокая	$K=0.90 \dots 0.99$
полная	$K=1.0$

4.6 РАСЧЕТ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЗАГРУЗОЧНОГО УСТРОЙСТВА

4.6.1. Конструктивные расчеты загрузочного устройства

При конструктивных расчетах уточняются некоторые параметры, найденные ранее ориентировочно, и определяются дополнительные параметры, влияющие на производительность, объем накопителя и общую работоспособность загрузочных устройств.

Прежде всего уточняется значение требуемой производительности. Для этого используется время цикла, определенной по циклограмме. Затем определяются конструктивные параметры, обеспечивающие эту производительность.

Для бункерных загрузочных устройств такими параметрами являются:

- количество захватных органов;
- скорость движения захватных органов;
- размеры, обеспечивающие требуемое число захватных органов (например, диаметр захватного диска в дисковом бункерном загрузочном устройстве);
- кинематические параметры, обеспечивающие требуемую скорость движения захватных органов.

В формулах, связывающих эти параметры с производительностью, как правило, присутствуют коэффициенты вероятности захвата загружаемых заготовок. Значение этих коэффициентов для различных бункерных устройств приведены в /6/.

И для бункерных, и для магазинных устройств необходимо также произвести расчет параметров, обеспечивающих работу загрузочного устройства и станка в соответствии с построенной циклограммой. К таким расчетам относятся, например, расчет скорости вращения вала командоаппарата площади проходных селений дросселей пневматических или гидравлических приводов и т.п.

Далее надо уточнить размеры, обеспечивающие требуемый объем накопителя загрузочного устройства.

В этом же разделе выполняются расчеты, подтверждающие общую работоспособность загрузочного устройства. Производятся расчеты размеров захватных органов, проверочные расчеты на не заклинивание заготовок при их движении по лотку, определяются минимально допустимые: радиусы закругления труб, выполняющих назначение лотка и т.п. Наиболее ответственные и нагруженные детали рассчитываются на прочность, а если необходимо, то и на жесткость. Затем надо уточнить требуемую мощность и параметры передаточных механизмов.

Все эти сведения используют при требуемую мощность сборочных чертежей загрузочного устройства.

Кроме того, с учетом конструктивных и эксплуатационных соображений оцениваются приемлемость полученных параметров и возможность конструктивного осуществления загрузочного устройства с расчетными размерами.

Поскольку коэффициент вероятности захвата заготовки колеблется в некоторых пределах, то происходит колебание производительности загрузочного устройства Q_3 . Поэтому, одним из путей синхронизации производительности бункерного загрузочного устройства и станка является установка после накопителя вспомогательного магазина.

Его размер можно определить по формуле

$$L = q * d * T, \quad (4.6)$$

где:

L - длина вспомогательного магазина в мм;

q - диаметр или длина заготовки в мм;

d - период изменения производительности загрузочного устройства в мин. В данном случае T=1 мин;

T - отклонение производительности загрузочного устройства от средней в шт/мин;

$$q = \pm \left(\frac{Q_{ст}}{\eta_{сред}} - Q_{ст} \right) * 0,5, \quad (4.7)$$

где

$$\eta_{сред} = \frac{\eta_{max} + \eta_{min}}{2}, \quad (4.8)$$

В случае выбора магазинного или бункерномагазинного загрузочного устройства проверку производительности производят по формуле

$$Q_3 = \frac{1}{t_3}, \quad (4.9)$$

где

Q_3 — производительность магазинного (бункерномагазинного) загрузочного устройства в шт/мин;

t_3 - время для перемещения заготовки из ее исходного в накопителе заготовки из ее исходного положения в накопителе в питатель в мин.

В самотечных магазинах это время определяется:

а) при перемещении заготовки вертикально (падает)

$$t_3 = K * \sqrt{\frac{2H}{g}}, \quad (4.10)$$

где:

H – высота падения заготовки при загрузке;

g - ускорение свободного падения;

K - коэффициент, учитывающий трение заготовки о боковые стенки магазина, $K=2\dots4$;

б) при движении детали по наклонной плоскости

$$t_3 = K * \sqrt{\frac{2H}{d_g * \sin\alpha}}, \quad (4.11)$$

α - угол наклона плоскости к горизонту;

d_g - ускорение движения заготовки.

Если заготовка катится без проскальзывания, то

$$d_g = \frac{g * \sin\alpha}{\lambda}, \quad (4.12)$$

где

λ - коэффициент, учитывающий кинетическую энергию вращения детали: $\lambda=1.4$ для шара, $\lambda=1.5$ для сплошного цилиндра, $\lambda=2.0$ для тонкостенного цилиндра.

Если деталь при загрузке скользит по наклонной поверхности, то

$$d_g = g * (\sin\alpha - \mu * \cos\alpha), \quad (4.13)$$

где

μ - коэффициент трения изделия по наклонной поверхности.

В магазинах-транспортерах время для перемещения заготовки будет определяться кинематикой привода, усилиями, прикладываемыми к детали, трением ее по направляющим магазина, ее скоростью перемещения. В случае перемещения заготовок под действием постоянно приложенной силы от груза или пружины (горизонтальные трубчатые или лотковые магазины) это время определяется

$$t_3 = \sqrt{\frac{2S_g}{\frac{F_{вн} - \mu * g}{M_{\Sigma}}}}, \quad (4.14)$$

где:

S_g - путь, проходимый заготовкой при загрузке;

$F_{вн}$ - внешняя сила, перемещающая заготовки в магазине;

M_{Σ} - суммарная масса перемещаемых деталей.

Если перемещение заготовок в магазине осуществляется с постоянной скоростью (Ленточные и валковые магазины), то

$$t_3 = \frac{S_g}{v_3} \quad (4.15)$$

где:

v_3 - линейная (окружная) скорость перемещения заготовок при загрузке. При выполнении курсового проекта ее рекомендуется принять (30...50) см/с.

Если перемещение заготовки в магазине осуществляется с постоянным ускорением (например, некоторые типы дисковых и барабанных магазинов), причем в первой половине пути деталь движется равноускоренно, а во второй – равнозамедленно (такой режим целесообразнее для наименьших динамических нагрузок и вибраций), то

$$t_3 = 2\sqrt{\frac{s_g}{a_3}} \quad (4.16)$$

где:

d_3 - допустимая величина линейного ускорения заготовки при загрузке. Рекомендуется $d_3 \leq (2...3) \text{ g}$.

Когда заготовка при магазинной загрузке на отдельных участках движется под действием веса, а на других участках перемещается внешним приводом (например, конвейерные и секционные магазины), необходимо, разбив общее время загрузки на элементы, определить его составляющие для каждого участка пути и затем определить суммарную величину.

Пользуясь соотношениями (4.3...4.16), можно по требуемой производительности загрузочного устройства определить его основные параметры. Кроме того, при наличии тех или иных конструктивных и эксплуатационных ограничений, рассчитать достижимую величину производительности загрузки и сравнив ее с требуемой величиной, можно проверить правильности выбора загрузочного устройства.

Далее следует обосновать выбор загрузочного устройства с точки зрения обеспечения требуемой емкости.

Объем бункера бункерного загрузочного устройства определятся по формуле

$$V_6 = \frac{V_{\text{заг}} * T * Q_3}{K_v} \quad (4.17)$$

где:

$V_{\text{заг}}$ - объем одной заготовки в см^3 ;

T - период времени непрерывной работы загрузочного устройства при одной заправке бункера в мин;

K_v - коэффициент объемного заполнения.

Коэффициент объемного заполнения зависит от формы заготовок и их состояния (статического или вибрационного в бункере /5/. Особенно большое значение на заполнение объема оказывает отношение длины заготовок к их диаметру. Для цилиндрических и конических заготовок шариков, шайб и некоторых других коэффициент заполнения $K_v = 0.5 \dots 0.65$.

Этот коэффициент следует брать по нижнему пределу ($K_v = 0.5$) для заготовки, у которых $l \geq d$, а по верхнему пределу ($K_v = 0.65$) для заготовок, у которых $l < d$.

Полный объем бункера V_6 должен быть в 1.5...2 раза больше полезного, поскольку для нормальной работы бункер не должен загружаться заготовками полностью. Определив полный объем бункера и задавшись его формой, можно определить размеры бункера и оценить его реальную выполнимость.

Далее следует сравнить массу заготовок при максимальной загрузке бункера M_Σ с допустимой

$$M_\Sigma = W_3 * m_g \leq 6,0 \dots 10,0, \quad (4.18)$$

где:

W_3 - количество загружаемых заготовок;

m_g - масса одной заготовки в кг.

Если ограничения (4.18) существенно нарушается, то следует уменьшить W_3 или установить несколько параллельно работающих загрузочных устройств.

Для магазинных загрузочных устройств следует рассчитать длину магазина L_m и сравнить ее с допустимой

$$L_m = W_3 * l_g \leq 500 \dots 2000 \text{ мм}, \quad (4.18)$$

Верхний предел допускается для более крупных заготовок при $L_g \geq 30$ мм.

Если используется не лотковый, а дисковый магазин, то L_m будет означать длину окружности диска, на которой располагаются заготовки. Из этой длины окружности можно рассчитать диаметр диска и оценить его выполнимость. На этом выбор загрузочного устройства можно считать законченным.

ПРИМЕР

Требуется выбрать тип загрузочного устройства и произвести его предварительный расчет для загрузки стальных колпачков $\phi_{\text{НАР}} 8 \times 25$, $\phi_{\text{ВН}} 4 \times 20$ на сверлильный станок, $Q_{\text{СТ}} = 20$ шт/мин, время работы станка с одной загрузкой $T = 30$ мин.

Требуемая производительность загрузочного устройства из (4.1)

$$Q_{\text{СТ}} = 1,15 * Q_{\text{СТ}} = 1,15 * 20 = 23 \text{ шт/мин.}$$

Ёмкость загрузочного устройства из (4.2)

$$Q_{\text{СТ}} = \frac{20 * 30}{1 - 0,15} = \frac{600}{0,85} = 706 \text{ шт.}$$

Масса одной заготовки

$$m_g = \frac{3,14 * (0,8^2 * 2,5 - 0,4^2 * 2,0) * 7,7}{4} = 7,7 \text{ г.}$$

Наибольшая масса заготовок в накопителе

$$M_{\Sigma} = W_3 * m_g = 7,7 * 706 = 5440 \text{ г.} = 5,44 \text{ кг.}$$

Руководствуясь рекомендациями раздела 4.3.1 выбираем бункерный тип загрузочного устройства. Далее производим выбор конкретной схемы бункерного устройства. Для загрузки колпачков с заданными размерами и требуемой производительностью могут быть использованы (см. табл. 4.3) устройства 6,24,27,30. Из них устройства 24 и 30 более просты по сравнению с другими. Примем, например, устройства 30 (дисковое с внутренними карманами на диске).

Проверим возможность обеспечения требуемой производительности загрузки 23 шт/мин при приемлемых размерах выбранного бункера.

$23 \geq (0,6 \dots 0,65) * z * n$, откуда $z * n = (36 \dots 39) \text{ 1/мин}$.

Для выбранного типа бункера число захватных органов $Z=20 \dots 30$. Следовательно, для обеспечения требуемой производительности загрузки частота вращения диска должна быть

$$n = \frac{36 \dots 39}{20 \dots 30} = 1,2 \dots 1,95 \text{ об/мин}$$

Если использовать электродвигатели с частотой вращения 700 об/мин, то потребуются кинематическая передача с передаточным отношением

$$i = \frac{n_{\text{ДВ}}}{n} = \frac{700}{1,2 \dots 1,95} = 360 \dots 584.$$

Шаг карманов на диске $m=(1.7 \dots 2.0) L_g \approx 43 \dots 50 \text{ мм}$, при этом диаметр захватного диска

$$D \geq \frac{(43 \dots 50) * 23}{3.14} = 274 \dots 318 \text{ мм}.$$

Анализируя полученные данные, можно отметить, что требуемая производительность бункерного устройства обеспечиваются при малых числах оборотов захватного диска, которые можно увеличить сравнительно простыми кинематическими передачами от двигателя к диску. Для этого требуются реально достижимые передаточные отношения.

Размеры диска также осуществимы.

Окружная скорость вращения диска

$$\begin{aligned} V_{\text{в}} &= \pi * D * n = 3,14 * (1,2 * 274 \dots 1,95 * 318) \\ &= 1030 \dots 1950 \frac{\text{мм}}{\text{мин}} = 0,017 \dots 0,032 \text{ м/с} \end{aligned}$$

Полученная $V_{\text{в}}$ не превышает максимальную скорость

$$V_{\text{max}} = 0,15 \dots 0,2 \frac{\text{м}}{\text{с}} \text{ (см. табл. 4.3)}$$

По (4.17) требуемый объем бункера

$$V'_6 = (1,5 \dots 2,0) \frac{\pi * 8^2 * 25 * 706}{4 * 0,5} = (2,66 \dots 3,55) * 10^6 \text{ мм}^3$$

$$= 0,0027 \dots 0,0036 \text{ м}^3$$

Рассчитанный объем накопителя и суммарная масса заготовок в нем не превосходят допускаемых на практике значений (4.18).

По результатам проверочных расчетов можно сделать вывод о технической осуществимости выбранного загрузочного устройства.

Определим объем вспомогательного магазина по (4,6...4,8)

$$\eta_{max} = 0,6$$

$$\eta_{min} = 0,65 \text{ (см. табл. 4.3)}$$

$$\eta_{cp} = 0,625$$

$$q = \pm \left(\frac{23}{0,625} - 23 \right) * 0,5 = 7 \text{ шт.}$$

При проектировании вспомогательного магазина рекомендуется увеличить его емкость на 30/50 %.

Принимаем $q = 10$ шт, тогда $L = 10 * 8 * 1 = 80$ мм.

Таким образом, для обеспечения требуемой производительности загрузки мы выбрали дисковый бункер с внутренними карманами. Предварительный расчет показал, что его конструктивные размеры не выходят за допустимые границы.

После предварительного расчета следует провести конструктивный расчет элементов устройства, при котором уточняют и определяют дополнительные параметры, влияющие на:

1) производительность:

- количество захватных органов;

- скорость движения захватных органов;

- размеры, обеспечивающие требуемое число хватных органов;

- кинематические параметры, обеспечивающие требуемую скорость;

2) емкость:

- геометрические размеры, обеспечивающие требуемую емкость;

- размерные параметры, обеспечивающие прочность устройства при его максимальной загрузке;

3) работоспособность:

- размерные параметры основных элементов;

- размерные параметры приемных лотков;

- потребная мощность привода;

параметры, обеспечивающие прочность и жёсткость конструкции.

Каждое конкретное грузочное устройство имеет специфику таких расчетов. В то же время можно наметить общие принципы конструктивных расчетов для каждого типа грузочных устройств.

4.6.2. Расчет некоторых элементов грузочных устройств

4.6.2.1. Расчет отсекателей

В качестве примера рассмотрим расчет механизма поштучной выдачи для случая загрузки цилиндрических деталей.

Для расчета отсекателей на жесткость и прочность необходимо установить усилие, которым действует на него задержанные заготовки. Сила действующая на отсекатель (рис. 4.1)

$$F = G * n * \text{Sin}\alpha \quad (4.20)$$

где:

G – вес одной заготовки;

n – наибольшее число задержанных отсекателем заготовок;

α – угол наклона магазина-накопителя к горизонту.

Сила F вызывает изгиб отсекаателя горизонтальной составляющей

$$N = F * \cos\alpha \quad (4.21)$$

и отжимает отсекаатель в осевом направлении вертикальной составляющей

$$P = F * \cos \left[\arccos \left(\frac{2r}{d} \right) - \alpha \right] * \sin \left[\arccos \left(\frac{2r}{d} \right) \right] \quad (4.22)$$

где:

r – расстояние от центра тяжести заготовки до края отсекаателя.

Отсекаатель должен иметь такую конструкцию, чтобы сила N не могла вызвать его изгиб или защемление в направляющих, а сила P отжим отсекаателя.

После выдачи одной заготовки оставшиеся в лотке заготовки смещаются на некоторую величину в направлении подачи. Поэтому отсекаатель должен сдвинуть их, для чего он должен перемещаться с усилием P' (рис. 4.3) иметь угол γ , образованный нормалью к поверхности заготовки в точке касания B (радиусом заготовки в точке B) и направлением силы P' , больше угла трения детали и отсекаателя

$$\operatorname{tg} \left[\arcsin \left(\frac{2r_{\min}}{d} \right) \right] \geq \mu \quad (4.23)$$

где:

r_{\min} – минимальное расстояние от вертикальной оси детали до края отсекаателя.

Если условие (4.23) не соблюдается, то механизм поштучной выдачи работать не будет.

Усилие привода отсекаателя P' должно быть таким, чтобы

$$A > F, \text{ или } A = (1.5 \dots 2) F.$$

Или

$$P' = \frac{A}{\cos \left[\arcsin \left(\frac{2r_{min}}{d} \right) \right] * \sin \left[\arccos \left(\frac{2r_{min}}{d} \right) + \alpha \right]} \quad (4.24)$$

При проектировании отсекаателя необходимо рассчитать время срабатывания отсекаателя. Оно рассчитывается исходя из времени транспортирования над ним одной заготовки

$$T_{от} = \sqrt{\frac{2S}{g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)'}} \quad (4.25)$$

где:

S – путь одной детали по наклонной поверхности. Из рис 4.1

$$S = b + \iota$$

По приведенным зависимостям проектируют отсекаатель и привод для него. В случае загрузки других по форме заготовок используют полученные зависимости с учетом конкретной расчетной схемы.

4.6.2.2 Расчет силового привода

Конструкции привода загрузочных устройств весьма разнообразны. Они зависят от высоты расположения накопителя с учетом удобства обслуживания, расстояния между питателем и шпинделем, числа захватных органов, расположения заготовок в лотке и др.

В качестве приводов в питателях, отсекаателях и других механизмах загрузочных устройств широко применяются пневмо- и гидроприводы.

Проектирование пневмопривода заключается в определении размера цилиндра, сечений воздухопроводов, времени срабатывания, расхода воздуха.

Исходными данными для расчета пневмоцилиндров служат: требуемое усилие на штоке Р и Н, давление сжатого воздуха в сети $P = 30 - 50 \text{ Н/см}^2$, ход поршня l в см, число двойных ходов h поршня в час.

Требуемое усилие на штоке определяется из силового расчета механизма. По этому усилию определяют действия (при расчете по толкающему усилию)

$$D = 2 \sqrt{\frac{P}{p * \pi * \eta}} \quad (4.26)$$

где:

D – диаметр пневмоцилиндра в см;

η - к.п.д. пневмоцилиндра, $\eta = 0,85$.

По рассчитанному диаметру D подбирается ближайший большой стандартный цилиндр.

Объемный расход сжатого воздуха за один рабочий ход

$$Q = \frac{\pi * D^2}{4} * l \text{ см}^3 \quad (4.27)$$

где:

l - ход поршня в см.

По расходу Q и скорости потока воздуха V ($V = 1500 - 2500 \text{ см/с}$) определяют диаметр воздухопровода

$$d = 20 * \sqrt{\frac{Q}{\pi * V * t'}} \quad (4.28)$$

где:

t' - время, необходимое для заполнения полости пневмопривода в с. (следует задавать).

Практикой установлены следующие значения диаметров воздухопровода для поршневых пневмоприводов:

Диаметр поршня в мм	50-100	150	200	250
Внутренний диаметр воздухопровода в мм.	4-6	6-8	8-10	10-13
Время срабатывания пневмопривода				

$$t = \frac{D^2 * l}{d^2 * V} \text{ с.} \quad (4.29)$$

Гидроцилиндры применяют в качестве силовых приводов на гидрофицированных станках.

Исходными данными для расчёта служат: требуемое усилие на штоке Р и Н, ход штока l в см, скорость хода V в см/с.

Диаметр гидроцилиндра рассчитывается по формуле (по толкающему усилию)

$$D = 2 * \sqrt{\frac{P}{\pi * p * \eta}} \text{ см} \quad (4.30)$$

где:

p – давление масла в гидросистеме в Н/см² по ГОСТ 14063-68 даются следующие номинальные давления: 250, 630, 1000, 1600 Н/см² и т.д.;

η – к.п.д. гидроцилиндра. При уплотнении манжетами $\eta = 0,90 \dots 0,95$, при уплотнении кольцами $\eta = 0,97$.

По наибольшей скорости хода поршня V см/с и площади поршня f см² подсчитывается производительность насоса

$$Q = 0.06 * f * V \text{ л/мин} \quad (4.31)$$

По производительности Q подбираем насос /2/, а затем находим максимальную скорость поршня

$$V_{max} = \frac{Q}{0.06 * f} = 16.7 * \frac{Q}{f} \text{ см/сек.} \quad (4.32)$$

Время срабатывания в секундах

$$t = \frac{\pi * D^2 * l}{4 * 10^3 * Q} \quad (4.33)$$

Внутренний диаметр трубопровода

$$d_0 = 4.6 * \sqrt{\frac{Q}{V}} \text{ мм}, \quad (4.34)$$

где:

V – скорость перемещения масла по трубопроводу в м/с (для нагнетающих трубопроводов $V = 4$ м/с, для всасывающих $V = 1,5$ м/с).

Для привода рабочих органов, требующих периодического поворота используются кулачково-роликовые, храповые и мальтийские механизмы.

Расчет этих механизмов дан в /6/. Кроме того подробный расчет мальтийских и кулачково-рычажных механизмов приведен также в /3/.

5. ОФОРМЛЕНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Расчетно-пояснительная записка представляется в рукописном или машинописном виде на листах стандартного формата А4 (210*297мм).

По всем четырем сторонам листа следует оставлять поле: размер левого поля – 35 мм, правого – не менее 10 мм, верхнего и нижнего полей не менее 20 мм.

Записка должна иметь плотную обложку в виде титульного листа.

Количество иллюстраций (схем, чертежей и т.п.) в записке должно быть достаточным для того, чтобы придать излагаемому тексту ясность и конкретность.

Основные формулы, приводимые в тексте, должны быть пронумерованы, а символы, входящие в них пояснены. Единицы физических величин необходимо выражать в системе СИ.

Таблицы сопровождаются заголовками, раскрывающими ее содержание.

Описание принципа действия устройства необходимо иллюстрировать кинематической или полуконструктивной схемой.

Схемы, диаграммы и графики вычерчивают в произвольном масштабе, обеспечивающем четкое представление об объекте. Рекомендуется использование миллиметровой бумаги для выполнения графиков и диаграмм.

Графическая часть выполняется на стандартных листах ватмана желательнее в масштабе 1:1 с соблюдением всех правил технического черчения и ГОСТов. Число видов, разрезов и сечений, а также надписи должны давать полное представление о конструкции автоматического устройства. Кроме того, чертежи должны содержать частичное изображение автоматизируемого

станка (места крепления устройства к станку); габаритные размеры; присоединительные и монтажные размеры (размеры опорных поверхностей, диаметр и координаты крепежных отверстий, расстояние между осями сборочных: единиц и др.); технические требования на монтаж, регулировку, испытание (допускаемые радиальные, угловые и осевые смещения валов и др.) устройства; техническую характеристику устройства (производительность, скорость движений, диапазон диаметров и длин подаваемых заготовок, число одновременно загружаемых заготовок, передаточное отношение, наибольший вращающий момент и т.п.). На сборочном чертеже в учебных целях следует нанести такие сопряжённые размеры; диаметры и посадки на валах зубчатых и червячных колес, шкивов, муфт, подшипников, обозначение шлицевых, шпоночных и резьбовых сопряжений и др.

Спецификацию на сборочный чертеж составляют в соответствии с ГОСТ 2.104-68 и 2.106-68. В общем случае они состоят из разделов, располагаемых в такой последовательности: 1) документация (общий вид, схемы, сборочный чертеж, пояснительная записка); 2) сборочные единицы (редуктор, муфта, корпус сварной и т.п.); 3) детали; 4) стандартные изделия (подшипники, крепежные изделия, штифты и т.п.); 5) материалы (прокладки и т.п.).

Наименование каждого раздела указывают в виде заголовка в графе «Наименование» и подчеркивают.

Спецификация подшивается к расчетно-пояснительной записке.

В конце расчетно-пояснительной записки надо привести список литературы, в который помещаются все источники использованные при выполнении проекта. При ссылке на какой-

либо источник в тексте ставится его порядковый номер из списка литературы, заключенный в квадратные скобки. Список литературы должен быть оформлен в соответствии с современными требованиями. С этими требованиями можно ознакомиться по какой-либо книге, изданной за последние годы.

Оформленный курсовой проект представляется на проверку руководителю, а после исправления всех замечаний защищается студентом в установленные сроки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Азаров А.С. Механизации и автоматизация технологических процессов в машиностроении. Л.:Машгиз,1963.
2. Бобров В.П. Проектирование загрузочно-транспортных устройств к станкам и автоматическим линиям. М.: Машиностроение, 1964.
3. Волчкевич Л.И., Кузнецов М.М., Усов Б.А. Автоматы и автоматические линии. т.2. Системы управления и целевые механизмы. М.: Высшая школа, 1976.
4. Волчкевич Л.И. и др. Автоматические линии в машиностроении. Справочник в 3-х томах. М.: Машиностроение, 1984.
5. Волчкевич Л.И., Усов Б.А. Гибкие производственные системы, промышленные роботы, робототехнические комплексы. М.: Высшая школа, 1989. 312с.
6. Гаврилов А.Н., Ковалев П.И., Ушаков Н.Н. Автоматизация производственных процессов в приборостроении и агрегатостроении. М.: Высшая школа, 1968. 416с.
7. Камышный Н.И. Автоматизации загрузки станков. М.: Машиностроение, 1977. 288с.
8. Клусов И.А. Автоматическая загрузка технологических машин. Справочник. М.: Машиностроение, 1990. 400с.
9. Клусов И.А. Проектирование роторных машин и линий /Учебное пособие для машиностроительных вузов/. М.: Машиностроение, 1990. 318с.
10. Кузнецов М.М., Усов Б.А. и др. Проектирование автоматизированного производственного оборудования (Учебное пособие для вузов). М.: Машиностроение, 1987. 287с.
11. Малов А.Н. Загрузочные устройства для металлорежущих станков. М.: Машиностроение, 1972. 400с.
12. Мансырев И.Г. Основы автоматизации технологических процессов. Конспект лекций: В 3-х вып. Л.:ЛПИ, 1970, 1971, 1972.
13. Рувинов Д.Я. Автоматизация загрузки бесцентрово-шлифовальных станков. М.: Машгиз, 1963.
14. Теория и проектирование контрольных автоматов/ Воронцов Л.Н. и др. Учебное пособие для вузов ВУЗов. М.: Высшая школа, 1980.
15. Технологические расчеты при проектировании процессов механической обработки заготовок /В.Л. Акимов, Э.Л. Жуков, Б.Я. Розовский, В.А. Скраган. Учеб. пособие. Л.: ЛПИ, 1980, 76с.

Содержание

ВВЕДЕНИЕ	3
1. Цели задачи проектирования	4
2. Тематика и задание на курсовое проектирование	5
3. Содержание и объем проекта	6
4. Разделы проекта	7
4.1. Введение.....	7
4.2. Технологическая часть	7
4.2.1. Исходная технологическая информация	7
4.2.2. Разработка технологической операции обработки заготовки	8
4.3. Конструкторская часть	9
4.3.1. Выбор типа загрузочного устройства и его предварительный расчет	9
4.4. Компоновка (монтаж) загрузочного устройства	25
4.5. Построение циклограммы.....	27
4.6. Расчет конструктивных параметров загрузочного устройства	30
4.6.1. Конструктивные расчеты загрузочного устройства.....	30
4.6.2. Расчет некоторых элементов загрузочных устройств	40
4.6.2.1. Расчет отсекателей	40
4.6.2.2. Расчет силового привода	43
5. Оформление курсового проекта.....	46
ЛИТЕРАТУРА	48

