

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ

- 1 АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИИ ДЕТАЛИ
 - 2 РАЗРАБОТКА СТРУКТУРЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО
ПРОИЗВОДСТВА
 - 3 АНАЛИЗ И ВЫБОР ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ
МЕТАЛЛООБРАБОТКИ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ
ПРОИЗВОДСТВ
 - 4 ВЫБОР ПЛАНА ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ
 - 5 ВЫБОР ТИПА И ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ
 - 6 ВЫБОР ПРИСПОСОБЛЕНИЙ
 - 7 ВЫБОР РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА
 - 8 ВЫБОР СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЯ И КОНТРОЛЯ РАЗМЕРОВ
 - 9 ЦИКЛОГРАММА
- ЗАКЛЮЧЕНИЕ
- СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ
- ПРИЛОЖЕНИЕ 1 ЧЕРТЕЖ ДЕТАЛИ
- ПРИЛОЖЕНИЕ 2 СХЕМА КОМПАНОВОЧНАЯ
- ПРИЛОЖЕНИЕ 3 ЦИКЛОГРАММЫ ВРЕМЕННАЯ И ТАКТОВАЯ

ВВЕДЕНИЕ

Курсовая работа заключается в создании автоматической станочной системы механообработки и служит целью обучиться методам и принципам построения автоматических производств с элементами гибкой автоматизации, а также автоматического управления производственными процессами.

Автоматизация в промышленности является основным фактором повышения производительности труда.

Автоматизация эффективна ещё и потому, что обеспечивает стабилизацию технологического и производственного процессов.

Наибольший эффект автоматизация даёт в основном в массовом и крупносерийном производстве, однако и мелкосерийное и даже индивидуальное производство не исключает возможности использования автоматических систем.

В курсовой работе необходимо создать автоматическую станочную систему механообработки заданной детали.

1 АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИИ ИЗДЕЛИЯ

Очевидно, что внедрению нового изделия в производство на серийном предприятии или началу проектных работ по автоматизации его изготовления должен предшествовать тщательный анализ конструкции изделия и технологического процесса. Этот анализ должен дать возможность оценить степень подготовленности конструкции изделия к автоматизированному производству, а, следовательно, и целесообразность проведения проектно – конструкторских работ.

Ниже приводится способ оценки степени подготовленности конструкции изделия к автоматизированному производству. В основу способа положен принцип поэлементного анализа конструкции изделия с точки зрения возможности и технической целесообразности автоматического выполнения дискретных операций ориентации деталей в пространстве и во времени, подачи их в рабочие органы, базирования (установки) в рабочей позиции, съёма, послеоперационного транспортирования. При этом предполагается, что выполнение основных технологических операций обосновано и оправдано.

Поэлементный анализ и определение качественных характеристик отдельных деталей и изделия в целом практически не вызывают затруднений, если воспользоваться дифференцированной схемой оценки степени подготовленности детали или пригодности материала для автоматизированного производства изделия на рисунке 1.1. Параметрами оценки являются основные свойства детали. Все свойства конкретной детали взаимосвязаны, находятся в единой связи и в совокупности определяют её качественную характеристику. Для исследования деталей, сборочных компонентов или изделий в целом, характерные свойства дифференцированы на 7 ступеней. Каждая ступень качественно характеризует определённую совокупность свойств.

Ступень 1 отражает дифференциацию дискретных деталей по признакам ориентации их в пространстве:

- асимметрия наружной конфигурации;
- асимметрия центра тяжести;
- асимметрия физических свойств и поверхности.

При автоматизации процессов имеется ряд операций, например, счёт деталей, когда ориентация деталей в пространстве не является обязательной. Это дает основание выделить в отдельную рубрику данное обобщённое свойство процесса (а не свойство детали) – «не требует ориентации».

Ступень 2 характеризует свойство сцепляемости дискретных деталей, заготовок при автоматической ориентированной загрузке, при транспортировке и т. п. и подразделяет детали на несцепляемые, сопрягаемые, сцепляемые механически, сцепляемые полем, сцепляемые при действии межмолекулярных сил (адгезия). В зависимости от вида свойств сцепляемости применяют различные способы поштучного отделения деталей. Наиболее просто разделяются детали сопрягаемые (по элементам контура), сложнее разделить сцепляемые. В отдельный разряд – «саморазбирающиеся» выделяются сборочные компоненты без жёсткой фиксации материальных элементов, способные легко разбираться при выполнении последующих операций и требующие специальных защитных или предохранительных устройств при выполнении последующих операций и требующие специальных защитных или предохранительных устройств при переадресации, транспортировке, загрузке и т. д.

Мелкие детали из ферромагнитных материалов в процессе ориентирования в вибрационном бункерном устройстве, при перемещении, фиксации (установке) могут подвергаться воздействию магнитного поля, а детали из диэлектриков – воздействию электростатического поля; такие детали могут сцепляться полем. Для их разъединения требуются специальные устройства.

Ступени 3 и 4 схемы характеризуют свойства формы деталей и подразделяют детали на стержневые, пластинчатые толстые и тонкие, равноразмерные, миниатюрные, которые в свою очередь могут быть круглыми, некруглыми, непостоянной формы и размеров.

1	Не требует ориентации Металлические 0000000 Неметаллические 1000000	Асимметрия наружной конфигурации Металлические 1000000 Неметаллические 2000000	Асимметрия центра тяжести Металлические 2000000 Неметаллические 3000000	Асимметрия внутренней конфигурации Металлические 4000000 Неметаллические 5000000	Асимметрия физических свойств Металлические 6000000 Неметаллические 7000000	Асимметрия свойств поверхности Металлические 8000000 Неметаллические 9000000		
2	Несцеplяемые 00000	Сцеplяемые 500000	Сцеplяемые механически 600000	Сцеplяемые полн 700000	Сцеplяемые 800000	Сцеplяемые (адгезия) 900000		
3	Свойства формы не учитываются 00000	Стержневые Ферромагнитные 10000 Неферромагнитные 20000	Пластмассовые Толстые Ферромагнитные 20000 Неферромагнитные 30000 Тонкие Ферромагнитные 40000 Неферромагнитные 50000		Миниатюрные и микроинструментальные Ферромагнитные 60000 Неферромагнитные 70000	Равноаxиальные Ферромагнитные 80000 Неферромагнитные 90000		
4	Свойства формы не учитываются Шаровые 0000 Прямые 1000 Изогнутые 1000		Круглые Прямые 2000 Изогнутые 4000	Некруглые Прямые 3000 Изогнутые 5000	С нежесткими элементами Прямые 6000 Изогнутые 7000	Непостоянная форма (размер, количество) Прямые 8000 Изогнутые 9000		
5	Множественность осей вращения 000	Одна ось вращения, одна плоскость симметрии 100	Одна ось вращения 200	Три и более плоскостей симметрии 400	Две плоскости симметрии 500	Одна плоскость симметрии 600	Осесимметрия 700	Асимметрия 900
6	Центральное отверстие отсутствует Шаровые 00 Гладкие 10 Ступенчатые с симметричной формой концов 30 Ступенчатые с несимметричной формой концов 60			Центральное отверстие сквозное Гладкие 20 Ступенчатые с симметричной формой концов 40 Ступенчатые с несимметричной формой концов 70			Центральное отверстие глухое Гладкие 50 Ступенчатые с симметричной формой концов 80 Ступенчатые с несимметричной формой концов 90	
7	Дополнительные признаки отсутствуют 0	Паз или выступ на образующей Сквозной 1 Глухой 3	Паз или выступ на торце, центральный С двух сторон 2 С одной стороны 4	Отверстие на образующей, поперечное Сквозное 5 Глухое 7	Паз, выступ или отверстие на торце, нецентральный С двух сторон 6 С одной стороны 8	Отверстие в детали шаровой формы 9		

Рисунок 1.1 – Схема оценки степени подготовленности деталей и заготовок для автоматизированного производства

К стержневым относят детали с соотношением размеров для круглых деталей $L_d/D > 1$ (где L_d - длина детали в направлении координатной оси X).

Если для автоматизации процессов свойства формы не играют существенной роли (например, счёт деталей фотоэлектрическим способом), то они могут не учитываться.

Степень 5 определяет свойство симметрии деталей.

В степени 6 приведены характеристики наружной формы, причём за основу дифференцирования признаков здесь принято наличие и форма или отсутствие центрального отверстия. Центральным считается отверстие, ось X которого параллельна длинной стороне детали и является осью вращения или симметрии детали.

Степень 7 характеризует дополнительные признаки элементов конструкции деталей и изделий, влияющие на сложность автоматизации технологического процесса.

Информативность схемы оценки степени подготовленности детали к автоматическому производству сравнительно высокая. В схему включено около

6 миллионов комбинаций конструктивных признаков дискретных деталей. Для удобства пользования схемой и повышения её информативности каждому разряду схемы присвоено кодовое числовое обозначение, определённое экспертным методом.

Числовое значение кода учитывает сложность автоматизации выполнения операции по разряду и определяет балл сложности в рассматриваемой категории. Чем сложнее автоматизировать процесс по данному признаку (параметру), тем более высокой цифрой (по разряду) характеризуется балл этого признака. Высокая цифра балла свидетельствует о недостаточной подготовленности детали к автоматизированному производству изделия, и если балл по разряду соответствует 6 и выше, то при анализе детали следует насторожиться. Однако наличие одного или даже нескольких баллов высокого порядков не даёт полной характеристики сложности детали. Более полно характеризует сложность детали сумма баллов по параметрам оценки.

Для определения суммы баллов исследуемая деталь должна быть закодирована по таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Кодирование деталей

Номер ступени	Характерный признак	Часть кода
Ступень 1	асимметрия наружной конфигурации, деталь металлическая	1000000
Ступень 2	несцепляемые	000000
Ступень 3	стержневая ферромагнитная	10000
Ступень 4	круглая прямая	2000
Ступень 5	одна ось вращения и одна плоскость симметрии	100
Ступень 6	центральное отверстие сквозное, форма ступенчатая с несимметричной формой концов	70
Ступень 7	паз, на торце нецентральный	8

В итоге получаем для вала, изображенного на рисунке 2 следующий кодовый номер – 1012183.

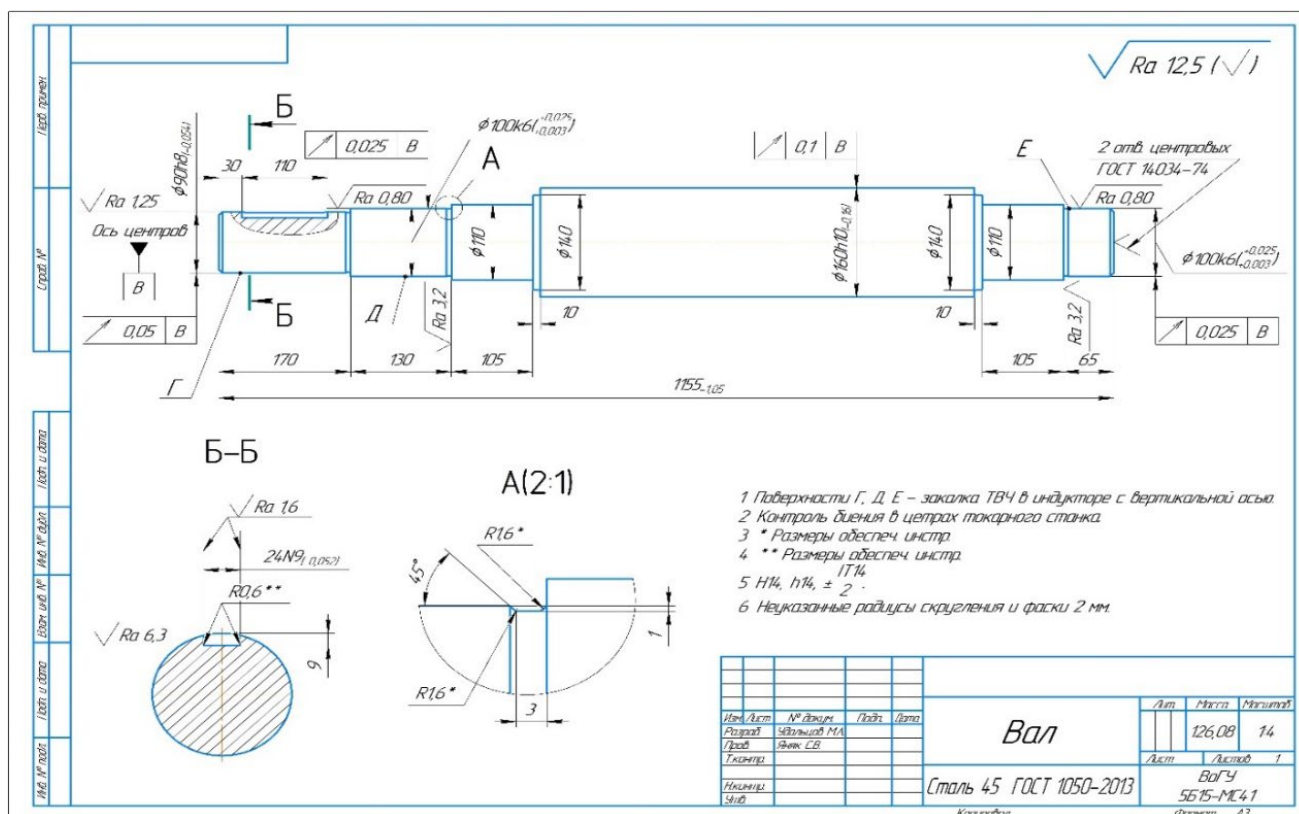


Рисунок 2.1 – Анализируемая деталь

Сумма цифр кодового номера образует сумму баллов; $b = 16$. Число, соответствующее сумме баллов, позволяет судить о степени сложности детали, а, следовательно, и подготовленности её к автоматизированному производству изделия.

Установлены 4 категории сложности автоматизации. Характеристики этих категорий приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Характеристики категорий сложности автоматизации

Категория сложности K_i	Сумма баллов b	Характеристика
1	До 10	Детали и сборочные компоненты достаточно простой формы. Операции ориентации, загрузки рабочих органов, базирования, транспортировки, съёма легко автоматизируются. Известны технические решения.
2	10-20	Автоматизация средней сложности. Требуется отработка системы ориентации и загрузки детали в рабочие органы. Целесообразна экспериментальная проверка.

Продолжение таблицы 2.1

3	20-25	Высокая сложность автоматизации. Требуется тщательный анализ детали по отдельным параметрам элементов конструкции с учётом сложности технологического процесса и создания средств автоматизации и с обоснованием экономической целесообразности проектно – конструкторских работ
4	Свыше 25	Из – за сложности автоматической загрузки деталей в рабочие органы машин – автоматов и линий автоматизация нецелесообразна

По данному анализу получаем, что автоматизация средней сложности. Требуется отработка системы ориентации и загрузки детали в рабочие органы. Целесообразна экспериментальная проверка.

Методика оценки технологичности деталей для автоматизированных производств.

Оценка и отработка конструкций изделий на технологичность - один из важнейших этапов технологической подготовки производства, особенно автоматизированного. Конструкция изделия считается технологичной, если для его изготовления и эксплуатации требуются минимальные затраты материалов, времени и средств. Оценка технологичности проводится по качественным и количественным критериям отдельно для заготовок, обрабатываемых деталей, сборочных единиц. Технологичность детали оценивается коэффициентом технологичности, определяемым по формуле (1.1):

$$K_T = \sum (K_{Ti} \cdot b_{Ti}), \quad (1.1)$$

где K_{Ti} – частные коэффициенты технологичности;

b_{Ti} – весомость частных коэффициентов.

По формуле (2.1) найдем коэффициент технологичности:

$$K_{Ti} = K_{им} \cdot K_{ом} \cdot K_{уэ} \cdot K_{ш} \cdot K_{сф} \cdot K_{сп} \cdot K_{ао} \cdot K_{аб} \cdot K_{сд}, \quad (2.1)$$

где $K_{им}$ – коэффициент использования материала, 1 ($b = 0,2$);

$K_{ом}$ – коэффициент обрабатываемости материала, 0,7 ($b = 0,1$);

$K_{уэ}$ – коэффициент унификации элементов, 0,733 ($b = 0,3$);

$K_{ш}$ – коэффициент шероховатости, 0,85 ($b = 0,2$);

$K_{сф}$ – коэффициент сохранения формы, 1 ($b = 1$);

$K_{сп}$ – коэффициент сохранения положения детали, 1 ($b = 0,9$);

$K_{ао}$ – коэффициент автоматизированного ориентирования, 0,8 ($b = 0,8$);

$K_{аб}$ – коэффициент автоматизированного базирования, 0,9 ($b = 0,8$);

$K_{сд}$ – коэффициент сцепляемости деталей, 1 ($b = 0,6$).

Коэффициент унификации элементов находим по формуле (3.1):

$$K_{уэ} = \frac{N_{уэ}}{N} - 0,1N_{нет}, \quad (3.1)$$

где $N_{уэ}$ – количество унифицированных элементов;

N – общее количество элементов;

$N_{нет}$ – количество нетехнологичных элементов.

$$K_{уэ} = \frac{28}{30} - 0,1 \cdot 2 = 0,733$$

$$K_T = \sum (1 \cdot 0,2 + 0,7 \cdot 0,1 + 1 \cdot 0,733 + 0,85 \cdot 0,2 + 1 \cdot 1 + 1 \cdot 0,9 + 0,8 \cdot 0,8 + 0,9 \cdot 0,8 + 1 \cdot 0,6) = 5,033$$

Коэффициент автоматизации сборки определяется по формуле (4.1):

$$K_{асб} = \frac{\sum K_{асб} \cdot b_{сбi}}{\sum b_{сбi}}, \quad (4.1)$$

$$K_{асб} = \frac{1 \cdot 1 + 1 \cdot 0,9 + 0,8 \cdot 0,8 + 0,9 \cdot 0,8 + 1 \cdot 0,6}{5} = 0,772$$

По данному виду оценки технологичности детали для автоматизированных производств, можно сделать вывод, что вал отвечает необходимым требованиям.

2 РАЗРАБОТКА СТРУКТУРЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Определяются основные технологические операции изготовления детали.

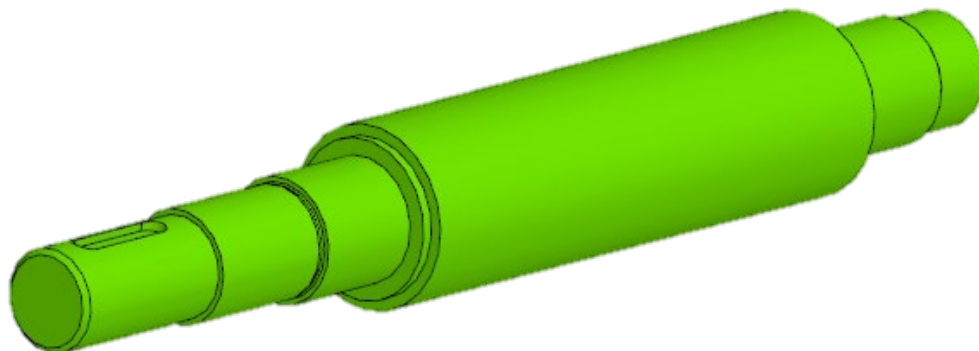


Рисунок 2.1 – 3D-модель готового изделия

В таблице 2.1 размещен технологический процесс и нормирование операции для вала.

Таблица 2.1 – Технологические операции и их длительность

№п/п	Наименование технологической операции	Время основное операции, ч.
005	Заготовительная	-
010	Горизонтально-расточная	0,1
015	Токарная	0,3
020	Токарная	0,2
025	Фрезерная	0,1
030	Закалка ТВЧ	
035	Круглошлифовальная	0,1

Структура автоматического производства дает представление о пространственном расположении станочного и вспомогательного оборудования и связи всех рабочих позиций единой транспортной системой потока деталей. Каждое рабочее место, на котором деталь готовится, обрабатывается, очищается, измеряется, складывается, зажимается (разжимается) и консервируется, является вместе с соответствующим оборудованием рабочей позицией. В состав комплекса должны войти станки, автоматический склад заготовок и готовой продукции, промежуточные накопители, устройства загрузки оборудования, транспортирующие устройства.

В задачу транспортирования потока деталей входит такое перемещение деталей через рабочие позиции, при котором достигается минимум среднего времени цикла обработки всех деталей. Транспортная система потока деталей состоит из загрузочных устройств и внутреннего транспорта. Загрузочные устройства обеспечивают снабжение деталями, взятыми с позиций подготовки всех станков, измерительных и других устройств, а внутренний транспорт обеспечивает перемещение деталей между внутренними накопителями, складом, перегружателями. Для внутренних накопителей обычно становится условие, чтобы их емкость обеспечивала как минимум одну смену работы без пополнения деталями.

Следует иметь в виду, что проектирование автоматических производственных систем – итерационная процедура: в ходе проектирования нередко приходится возвращаться к пересмотру ранее принятых решений после выявления их несоответствия тем или иным новым требованиям или решениям.

При разработке структуры автоматического производственного комплекса необходимо знать потребное количество основного и вспомогательного оборудования для обеспечения заданной программы выпуска деталей.

Определить количество основного оборудования, включаемого в автоматический комплекс, можно, исходя из среднего такта выпуска деталей на комплексе.

Средний такт выпуска деталей рассчитываем по формуле (2.1):

$$T = \frac{T_{\text{ном}} \cdot K}{N_r}, \quad (2.1)$$

где $T_{\text{ном}}$ – номинальный фонд времени работы оборудования, час. 2000ч.;

K – коэффициент использования оборудования, равный 0,9;

N_r – годовая программа выпуска деталей, 20 шт.

Номинальный (режимный) фонд времени работы оборудования $T_{\text{ном}}$ зависит от количества календарных дней и количества нерабочих дней в году, а также от принятого режима сменности работы в сутки по формуле (2.2):

$$T_{\text{НОМ}} = (D_{\text{к}} - D_{\text{вых}}) \cdot t, \quad (2.2)$$

где t – среднее количество часов работы оборудования в сутки, 8 часов;

$D_{\text{к}}$ – количество дней в году, 365 дней;

$D_{\text{вых}}$ – количество выходных дней в году, 118 дней.

$$T_{\text{НОМ}} = (365 - 118) \cdot 8 = 1976 \text{ ч}$$

$$T = \frac{1976 \cdot 0,9}{20} = 88,92 \text{ ч/шт}$$

Расчетное число оборудования N_i определяется как отношение времени обработки детали на станке к среднему такту выпуска деталей по формуле (2.3).

$$N_i = \frac{T_i}{T}, \text{ шт}, \quad (2.3)$$

где T_i - время для обработки детали на конкретной технологической операции.

$$N_1 = \frac{0,1}{88,92} = 0,0011 \text{ станков},$$

$$N_2 = \frac{0,3}{88,92} = 0,0033 \text{ станков},$$

$$N_3 = \frac{0,2}{88,92} = 0,0022 \text{ станков},$$

$$N_4 = \frac{0,1}{88,92} = 0,0011 \text{ станков},$$

$$N_5 = \frac{0,1}{88,92} = 0,0011 \text{ станков}.$$

Для обеспечения загрузки станков, поднимем количество станков до 1 в первой механической операции и пересчитаем количество остальных 3, 2, 1 и 1 для токарной с одной стороны, токарной с другой стороны, фрезерной и круглошлифовальной соответственно.

Работа автоматизированного комплекса во многом зависит от работы его транспортной системы, которая может состоять только из системы транспортирования деталей или включать в себя еще и систему

транспортирования инструмента. Транспортная система располагается вдоль станков с одной стороны или вокруг них, а транспортирование заготовок и обработанных деталей осуществляется либо с помощью роликовых конвейеров (непрерывный транспорт), либо подвижных механизмов, штабелеров, промышленных роботов и т.д. (дискретный транспорт).

При проектировании роботизированных технологических комплексов для определения их структуры можно использовать системы автоматизированного проектирования. Для работы по определению структуры необходимо задать следующую информацию: количество единиц основного оборудования, время изготовления одной детали, время перемещения робота между оборудованием, машинное время каждой единицы основного оборудования, вид техпроцесса.

3 АНАЛИЗ И ВЫБОР ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ
МЕТАЛЛООБРАБОТКИ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ПРОИЗВОДСТВ

В прошлой работе были определены операции, теперь подбираем конкретное оборудование. На рисунке 1 изображена 3D-модель готового изделия.

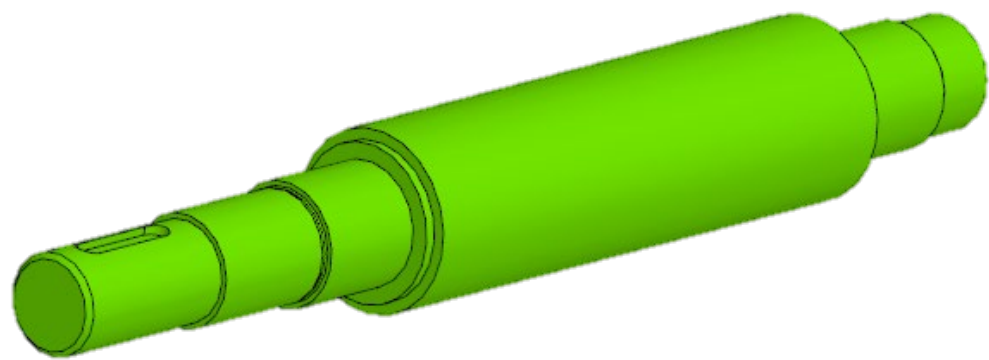

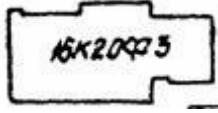
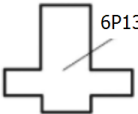
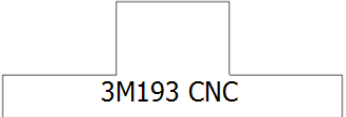


Рисунок 3.1 – 3D-модель готового изделия

В таблице 3.1 размещен технологический процесс и модели станков для соответствующих операций.

Таблица 3.1 – Технологические операции и их длительность

№п/п	Наименование технологической операции	Модель станка
005	Заготовительная	-
010	Горизонтально-расточная	2620ВФ1 
015	Токарная	16K20Ф3 
020	Токарная	
025	Фрезерная	6P13Ф3 
030	Закалка ТВЧ	-
035	Круглошлифовальная	3M193 CNC 

Теперь о каждом станке подробнее.

Станок горизонтально-расточный 2620ВФ1 изображен на рисунке 1. Он имеет неподвижную переднюю стойку, поворотный стол с продольным и поперечным перемещением относительно оси шпинделя и планшайбу с радиальным суппортом. На станке можно производить сверление, зенкерование, растачивание и развертывание отверстий, связанных между собой точными координатами, обтачивание торцов, протачивание канавок и выступов радиальным суппортом при подаче стола, а также непрерывным фрезерованием с обходом по прямолинейному контуру при помощи переключателя на пульте управления. Станок характеризуется повышенной жесткостью и виброустойчивостью шпиндельной системы.

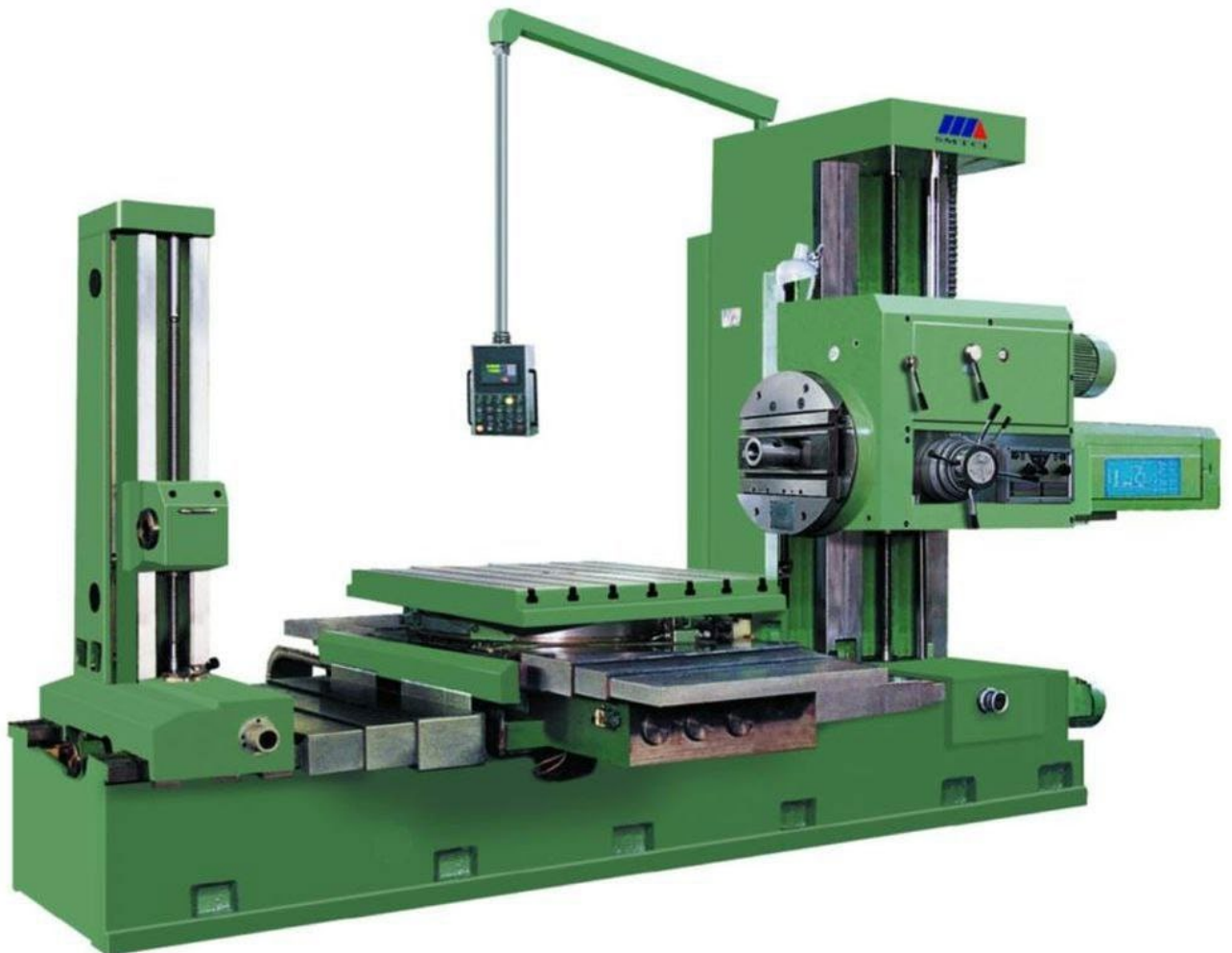


Рисунок 3.2 – 2620ВФ1

В таблице 3.2 показаны технические характеристики 2620ВФ1.

Таблица 3.2 – Технологические характеристики 2620ВФ1

Характеристика	Значение
Рабочая поверхность стола, мм	1250x1120
Пределы рабочих подач стола (вдоль и поперек), мм/мин	1,4...1110
Наибольшее усиление подачи стола (вдоль и поперек), кгс	2000
Деление шкалы лимба, мм	0,025
Скорость быстрых перемещений, м/мин	2,2
Частота вращения шпинделя, об/мин	12,5...1600
Пределы рабочих подач шпинделя, мм/мин	2,2...1760
Пределы рабочих подач радиального суппорта, мм/мин	0,88...700
Пределы рабочих подач шпиндельной бабки, мм/мин	1,4...1100
Конус шпинделя	Морзе 5
Электродвигатель привода главного движения, кВт	10
Габариты станка, включая ход стола и салазок, мм	5700 x 3400 x 3000
Масса станка, кг	12500

16К20ФЗ: 1 - токарный станок; 6– номер группы по классификации ЭНИМС (6 - токарно-винторезный); К – поколение станка; 2 – высота центров над станиной (2 - высота центров 220 мм). Этот станок изображен на рисунке 2.



Рисунок 2 – 16К20ФЗ

Токарно-винторезный станок 16К20ФЗ - предназначен для выполнения операций обработки наружных и внутренних цилиндрических, конических,

фасонных и торцовых поверхностей, совмещая функции нарезания наружной и внутренней резьбы с возможностью обрезки, сверления, зенкерования, и развёртывания отверстий.

В таблице 2 показаны технические характеристики 16K20Ф3.

Таблица 2 – Технологические характеристики 16K20Ф3

Характеристика	Значение
Расстояние между центрами, мм	1400
Наибольший диаметр над суппортом, мм	210
Наибольшее сечение державки резца, мм	25x25
Количество инструмента, шт	6
Число координат системы ЧПУ	2
Частота вращения шпинделя, об/мин	12,5...2000
Диапазон скоростей продольных подач, мм/мин	3...1200
Диапазон скоростей поперечных подач, мм/мин	1,5...600
Скорость быстрых продольных ходов, мм/мин	4800
Скорость быстрых поперечных ходов, мм/мин	2400
Конус шпинделя	Морзе 6
Электродвигатель привода главного движения, кВт	11
Габариты станка, мм	3195 x 1190 x 1500
Масса станка, кг	5000

Вертикальный фрезерный станок 6P13Ф3 предназначен для обработки разнообразных деталей сложного профиля из стали, чугуна, труднообрабатываемых цветных металлов, главным образом торцовыми и концевыми фрезами, сверлами в среднесерийном и мелкосерийном производстве.

Фрезерный станок модели 6P13Ф3-37 оснащен, позволяющим вести обработку изделий в режиме программного управления одновременно по трем координатам: продольной и поперечной (перемещение стола и салазок с обрабатываемой деталью) и вертикальной (перемещение ползуна с инструментом). Этот станок изображен на рисунке 3.

На станке можно обрабатывать вертикальные и горизонтальные плоскости, пазы, углы, рамки, зубчатые колеса и т. д. Технологические

возможности станка могут быть расширены с применением делительной головки, поворотного круглого стола, накладной универсальной головки и других приспособлений.



Рисунок 3 – 6Р13Ф3

В таблице 3 показаны технические характеристики 6Р13Ф3.

Таблица 3 – Технологические характеристики 6Р13Ф3

Характеристика	Значение
Размеры стола, мм	1600x400
Число Т-образных пазов	3
Наибольшее угол поворота стола, град	+45
Количество шпинделей, шт	6
Перемещение стола на одно деление лимба, мм	0,05
Частота вращения шпинделя, об/мин	40...2000
Пределы рабочих продольных и поперечных подач, мм/мин	20...1200
Конус шпинделя	50
Тип ЧПУ	Н33-1М
Электродвигатель привода главного движения, кВт	7,5
Габариты станка, мм	3200 x 2500 x 2450
Масса станка, кг	6900

Тяжелый круглошлифовальный станок 3М193 CNC предназначен для наружного шлифования цилиндрических изделий и пологих конусов. 3М193 CNC изображен на рисунке 4.

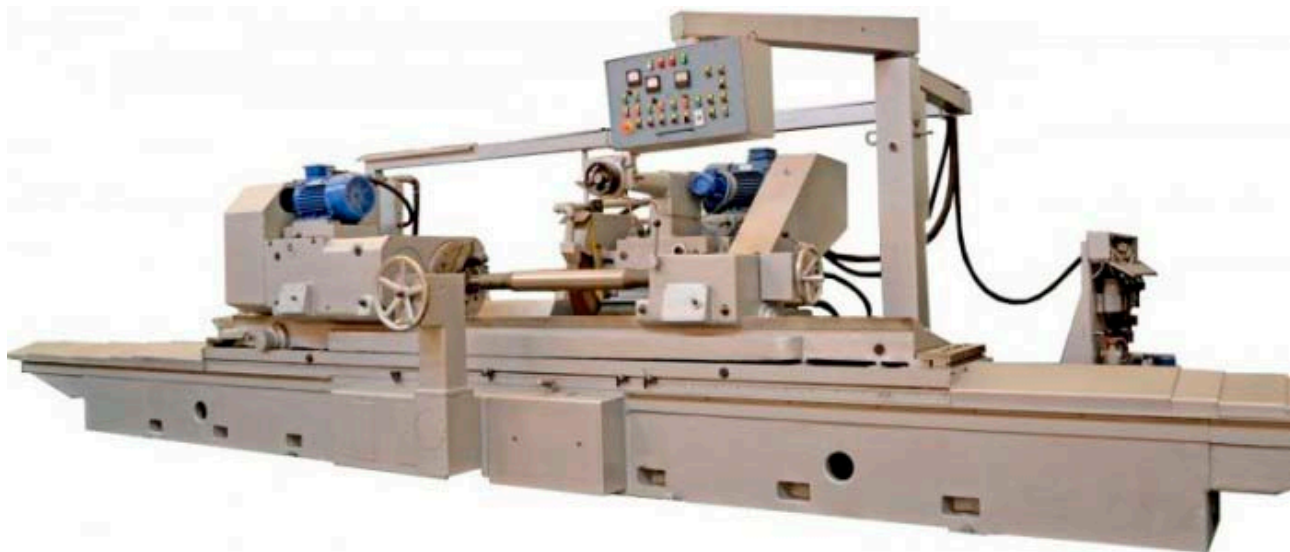


Рисунок 4 – 3М193 CNC

На станках можно производить врезное шлифование и продольное шлифование с автоматической периодической подачей при реверсах стола. В таблице 4 показаны технические характеристики 3М193 CNC.

Таблица 4 – Технологические характеристики 3М193 CNC

Характеристика	Значение
Наибольшая длина изделия, мм	2800
Диаметр шлифования в люнете, мм	350
Наибольшая длина шлифования, мм	2600
Наибольшая масса обрабатываемого изделия, кг	1500
Диаметр шлифовального круга - наименьший/ наибольший, мм	400...750
Диаметр шлифовального круга - посадочный, мм	63
Наибольшая высота устанавливаемого круга, мм	100
Частота вращения шпинделя шлифовальной бабки, об/мин	740
Цена деления лимба поперечной подачи, мм	0,005
Частота вращения изделия (при частоте тока 50 Гц), об/мин	12...120
Конус шпинделя передней бабки	Морзе 5
Главный электродвигатель, кВт	25
Габаритные размеры станка, мм	12940 x 3615 x 2450
Масса, кг	30000

Для передачи изделия между станками выбран промышленный робот ПР200, изображенный на рисунке 5.



Рисунок 5 – ПР200

Технические характеристики промышленного робота описаны в таблице 5.

Таблица 5 – Промышленный робот 200

Характеристика	Описание
Специализация	Универсальный
Тип запястья	Классическое запястье
Количество осей робота	6
Достигаемость	2410 мм
Грузоподъемность	200 кг
Точность \ повторяемость	0.2 мм
Вес манипулятора	1120 кг
Страна-производитель	Россия

Структурная схема проектируемого производственного участка представлена на рисунке 6.

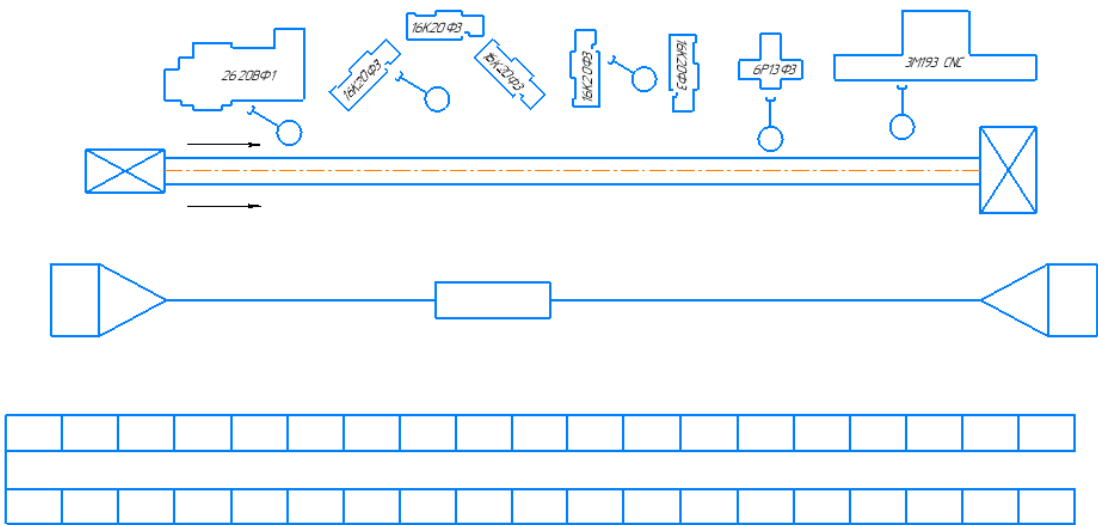


Рисунок 6 – Схема механического цеха

4 ВЫБОР ПЛАНА ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ

Для разработки технологического процесса обработки детали требуется предварительно изучить ее конструкцию и функции. Разрабатываемый технологический процесс должен обеспечивать повышение производительности труда и качества детали, сокращение материальных и трудовых затрат на его реализацию, уменьшение вредных воздействий на окружающую среду. Технологический процесс обработки деталей подобного типа включает в себя несколько этапов: обработка наружных поверхностей при установке на необработанные и предварительно обработанные поверхности, получение базовых поверхностей, используемых в дальнейшем на других операциях.

Намечая технологический процесс обработки детали, следует придерживаться следующих правил:

1. обрабатывать наибольшее количество поверхностей данной детали за одну установку и т. д.
2. использовать по возможности только стандартный режущий инструмент;
3. не проектировать обработку на уникальных станках. Применение уникальных и дорогостоящих станков должно быть технологически и экономически оправдано;
4. с целью экономии труда и времени технологической подготовки производства использовать типовые процессы обработки.

Последовательность изготовления детали: заготовительная, горизонтально-расточная, токарная, токарная, шпоночно-фрезерная, термическая, круглошлифовальная, слесарная и контрольная операции.

1. Горизонтально-расточная.

І установ:

- фрезеровать торец;
- сверлить центровое отверстие.

ІІ установ:

- фрезеровать торец;
- сверлить центровое отверстие.

2. Токарная операция

переход 1:

- точить начерно, выдерживая размер $\phi 161$ мм на длине 600 мм;
- точить начерно, выдерживая размер $\phi 141$ мм на длине 20 мм;
- точить начерно, выдерживая размер $\phi 121$ мм на длине 10 мм;
- точить начерно, выдерживая размер $\phi 111$ мм на длине 395 мм;
- точить начерно, выдерживая размер $\phi 101$ мм на длине 300 мм;
- точить начерно, выдерживая размер $\phi 91$ мм на длине 170 мм.

переход 2:

- точить начисто, выдерживая размер $\phi 90,02$ мм на длине 170 мм;
- точить начисто, выдерживая размер $\phi 100,02$ мм на длине 130 мм;
- точить начисто, выдерживая размер $\phi 160$ мм на длине 600 мм;

переход 3:

- точить две канавки для выхода шлифовального круга.

3. Токарная операция

переход 1:

- точить начерно, выдерживая размер $\phi 141$ мм на длине 20 мм;
- точить начерно, выдерживая размер $\phi 121$ мм на длине 10 мм;
- точить начерно, выдерживая размер $\phi 111$ мм на длине 160 мм;
- точить начерно, выдерживая размер $\phi 101$ мм на длине 65 мм;

переход 2:

- точить начисто, выдерживая размер $\phi 100,02$ на длине 65;

переход 3:

- точить канавку для выхода шлифовального круга.

4. Шпоночно-фрезеная

переход 1:

- фрезеровать шпоночный паз 24x14x110

5. Термическая обработка

6. Круглошлифовальная

переход 1:

- шлифовать $\phi 100$ мм на длину 130 мм;
- шлифовать $\phi 100$ мм на длину 65 мм;
- шлифовать $\phi 90$ мм на длину 170 мм.

7. Слесарная операция

8. Контрольная операция

5 ВЫБОР ТИПА И ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ

Необходимо выполнить выбор типа производства по коэффициенту загрузки технологического оборудования. Для единичного производства рассчитать количество деталей в партии. Выбрать форму организации производства.

Тип производства по ГОСТ 3.1108-74 характеризуется коэффициентом закрепления операций $K_{з.0}$, который показывает отношение всех различных технологических операций, выполняемых или подлежащих выполнению подразделением в течение месяца к числу рабочих мест.

Коэффициент закрепления операции получаем по формуле (9.1):

$$K_{з.0} = \frac{\sum \Pi_o}{R_{я}}, \quad (9.1)$$

где $\sum \Pi_o$ – суммарное число различных операций;

$R_{я}$ – явочное число рабочих подразделений.

$$K_{з.0} = \frac{9}{9} = 1$$

Так как в задании регламентирована годовая программа выпуска (изготовления), то условие планового периода, равного одному месяцу здесь не применимо.

На основании определения расчетного числа станков по каждой операции определяем коэффициент закрепления операций согласно формуле (9.2):

$$K_{з.0} = \frac{\sum O}{\sum P}, \quad (9.2)$$

где $\sum O$ – количество операций выполняемых на рабочем месте, шт;

$\sum P$ – установленное число рабочих мест, шт (5 мест).

Порядок расчета коэффициента закрепления операций проводим, опираясь на формулу (9.3):

$$m_p = \frac{N \cdot T_{шт}}{60 \cdot F_d \cdot \eta_{з.н.}}, \text{ шт}, \quad (9.3)$$

где N – годовая программа, шт;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени, ч;

$\eta_{з.н.}$ – нормативный коэффициент загрузки оборудования.

Порядок расчета рассмотрим на примере 015 токарной операции.

$$m_p = \frac{20 \cdot 109,277}{60 \cdot 1973 \cdot 0,8} = 0,023 \text{ шт.}$$

Далее по каждой операции вычисляем значение фактического коэффициента загрузки рабочего места по формуле (9.4):

$$\eta_{з.р.} = \frac{m_p}{P}, \quad (9.4)$$

$$\eta_{з.р.} = \frac{0,023}{1} = 0,023$$

Исходя из полученных значений, следует, что нужно сделать дозагрузку рабочее место другими примерно равноценными по трудоемкости операциями или значительно увеличить количество годовой программы.

Количество операций, выполняемых на рабочем месте, определяем по формуле (9.5):

$$O = \frac{\eta_{з.н.}}{\eta_{з.р.}}, \text{ шт}, \quad (9.5)$$

$$O = \frac{0,8}{0,023} = 35,67 \text{ шт.}$$

Найдем общее количество операций на всех операциях по формуле (9.6):

$$O_{\text{общ.}} = \sum O, \text{ шт} \quad (9.6)$$

$$O_{\text{общ.}} = 1030,825 + 34,666 + 235,937 + 966,269 + 373,492 = 2641,189 \text{ шт}$$

$$K_{3.0} = \frac{2641,189}{5} = 528,237$$

Коэффициент закрепления находится свыше 500, получаем мелкосерийный тип производства, несмотря на то, что коэффициент превышает диапазон 10 – 20, исходя из полученных значений, следует, что нужно сделать дозагрузку рабочего места другими примерно равноценными по трудоемкости операциями или значительно увеличить количество годовой программы.

Расчетные данные по всем операциям сведены в таблицу 9.1.

Таблица 9.1 – Расчетные данные

Операция	T _о , мин	T _{шт} , мин	m _р , шт	P	η	O
010 Горизонтально-расточная	1,856	3,675	0,00078	1	0,00078	1030,825
015 Токарная	55,191	109,277	0,023	1	0,023	34,666
020 Токарная	8,109	16,056	0,0034	1	0,0034	235,937
025 Шпоночно-фрезерная	1,980	3,92	0,00083	1	0,00083	966,269
035 Круглошлифовальная	5,1225	10,14	0,00214	1	0,00214	373,492
Сумма:						2641,189

Уточним результирующий вывод по коэффициенту загрузки оборудования. По формуле (9.7) найдем значение:

$$K_{\text{загр.обор.}} = \frac{N \cdot T_{\text{шт}}}{60 \cdot F_{\text{д}}}, \quad (9.7)$$

$$K_{\text{загр.обор.}} = \frac{20 \cdot 143,07}{60 \cdot 1973} = 0,0241.$$

Полученное значение находится в диапазоне 0,005 – 0,04 и говорит о том, что это мелкосерийный тип производства.

6 ВЫБОР ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

Станочное приспособление выбираем с условием того, чтобы обеспечивали требуемое базирование и надежное закрепление детали на операциях, высокую жесткость установленной на станке детали, учитывая возможность автоматизации обработки и других требований.

Данные по приспособлениям заносим в таблицу 6.1.

Таблица 6.1 – Выбор приспособления

Наименование операции	Приспособление
010 Горизонтально-расточная	Призма 7033-0040 ГОСТ 12195-66 и зажим рычажно-винтовой
015 Токарная	Центры А-1-4-Н ЧПУ ГОСТ 8742-75 Патрон 7108-0021 ГОСТ 2571-71
020 Токарная	Центры А-1-4-Н ЧПУ ГОСТ 8742-75 Патрон 7108-0021 ГОСТ 2571-71
025 Шпоночно-фрезерная	Призма 7033-0040 ГОСТ 12195-66 и зажим рычажно-винтовой
035 Круглошлифовальная	Центры А-1-4-Н ЧПУ ГОСТ 8742-75 Патрон 7108-0021 ГОСТ 2571-71

7 ВЫБОР ЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

В таблицу 7.1 занесены выбранные режущие инструменты.

Таблица 7.1 – Выбор режущего инструмента

Наименование операции	Наименование перехода	Наименование инструмента и его характеристика
010 Горизонтально-расточная	фрезеровать торец	Фреза торцевая с механическим креплением трехгранных пластин из твердого сплава T15K6: Фреза 2214-0554 ГОСТ 26595-85.Характеристика: $\phi 200$ мм, $z=12$, пятигранные пластины.
	сверлить отверстие	Сверла центровочные комбинированные из быстрорежущей стали P6M5: Сверло 2317-0109 ГОСТ 14952-75.Характеристика: $d=6,3$ мм, $D=16$ мм, $L=74$ мм
015 Токарная и 020 Токарная	точить диаметры начерно	Токарный проходной упорный черновой резец для станка с ЧПУ с механическим креплением пластины из твердого сплава T15K6:DTG NR2525M16KC04.Характеристика: трехгранные пластины (ломаный треугольник), правый, 25×25 мм, $L=150$ мм, $\phi=90^\circ$
	точить диаметры начисто	Токарный сборный резец для контурного чистового точения с механическим креплением пластин из твердого сплава T15K6 для станка с ЧПУ: Резец 2101-0637 T15K6 ГОСТ 20872-80.Характеристика: форма пластинки - параллелограмм, правый, 25×25 мм, $L=150$ мм, $\phi=93^\circ$
	точить канавки для выхода шлифовального круга	Токарный канавочный резец с механическим креплением пластин из твердого сплава T15K6 для станка с ЧПУ:GHDR 32-4GIF 5.00E-0.60.Характеристика: $L=150$ мм, $b=5$ мм, $r=0,6$ мм.
025 Шпоночно-фрезерная	фрезеровать шпоночный паз	Фреза шпоночная с цилиндрическим хвостовиком из твердого сплава: EFS-B44 25-52C25-121.Характеристика: $L=121$ мм, $d=24$ мм, $z=4$.
035 Круглошлифовальная	шлифовать диаметры	Шлифовальный круг ПП 750х63х305 24A25 CM1 K8 8/ 50 м/с

8 ВЫБОР СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЯ И КОНТРОЛЯ РАЗМЕРОВ

Выбираем средства измерения и контроля размеров в зависимости от типа производства, величины допуска контролируемого параметра для каждой операции и заносим в таблицу 8.1.

Таблица 8.1 – Выбор средств измерения и контроля

Наименование операции	Средства измерения и контроля
015 Токарная	Штангенциркуль ШЦ-III-200-0,05 ГОСТ 166-89 Штангенрейсмас ШР-1600-0,05 ГОСТ 164-90
020 Токарная	Штангенциркуль ШЦ-III-200-0,05 ГОСТ 166-89
025 Шпоночно-фрезерная	Штангенциркуль ШЦ-III-200-0,05 ГОСТ 166-89
035 Круглошлифовальная	Микрометр МР 100 ГОСТ 4381-87

9 ЦИКЛОГРАММЫ

Циклограмма последовательности работы механизмов и узлов оборудования, входящего в состав комплекса, является практически алгоритмом его работы и служит исходной информацией для создания систем управления всем участком.

Главная особенность циклограмм последовательности состоит в том, что она не временная, а потактовая. Каждый такт циклограммы отражает новое наложение механизмов автоматической системы, при этом соблюдается строгая последовательность их срабатывания от такта к такту.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе курсовой работы были создана автоматическая станочная система механообработки и которая послужит целью обучения методам и принципам построения автоматических производств с элементами гибкой автоматизации, а также автоматического управления производственными процессами.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Козырев Ю.Г. Промышленные роботы: справочник / Ю.Г. Козырев– М.: Машиностроение, 1983. - 376 с.
2. Справочник технолога-машиностроителя в 2-х томах / под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова – 4-е изд., переработ. и дополненное. – М.: Машиностроение, 1985. – Т.1. - 656 с., Т2. - 696 с.
3. Роботизированные технологические и гибкие производственные системы в машиностроении: альбом схем и чертежей: учебное пособие для втузов / Ю.М. Соломенцев, К.П. Жуков, Ю.А. Павлов и др. / под общ. Ред. Ю.М. Соломенцева – М.: Машиностроение, 1989. – 192 с.: ил.
4. Медведев В.А. Технологические основы гибких производственных систем: учеб. для машиностроит. спец. вузов / В.А. Медведев. - 2-е изд., испр. – М.: Высш. шк., 2002. – 255 с.
5. Автоматизация производственных процессов в машиностроении: учеб. для втузов / Н.М. Капустин, П.М. Кузнецов, А.Г. Схиртладзе, др.; под ред. Н.М. Капустина – М.: Высш. шк., 2004. – 415 с.:ил.
6. Гибкое автоматическое производство / В.О. Азбель, В.А. Егоров, А.Ю. Звоницкий и др./ под общ. ред. С.А. Майорова, Г.В. Орловского – 2-е изд., Л.: Машиностроение, 1985. - 454 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
(ОБЯЗАТЕЛЬНОЕ)

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
(ОБЯЗАТЕЛЬНОЕ)

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
(ОБЯЗАТЕЛЬНОЕ)