

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
«Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого»

Кафедра «Технология машиностроения»

Р. И. Вечер, С. И. Красюк, С. В. Рогов

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ В МАШИНОСТРОЕНИИ

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к курсовой работе по одноименной дисциплине
для студентов специальности 1-36 01 01
«Технология машиностроения»**

Гомель 2008

УДК 658.52.011.56(075.8)
ББК 34.5-5я73
В39

*Рекомендовано научно-методическим советом
машиностроительного факультета ГГТУ им. П. О. Сухого
(протокол № 2 от 26.11.2007 г.)*

Рецензент: зав. каф. «Гидропневмоавтоматика» ГГТУ им. П. О. Сухого канд. техн. наук,
доц. Д. Л. Стасенко

Вечер, Р. И.
В39 Автоматизация производственных процессов в машиностроении : метод. указания к курсовой работе по одноим. дисциплине для студентов специальности 1-36 01 01 «Технология машиностроения»/ Р. И. Вечер, С. И. Красюк, С. В. Рогов. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2008. – 36 с. – Систем. требования: PC не ниже Intel Celeron 300 МГц ; 32 Mb RAM ; свободное место на HDD 16 Mb ; Windows 98 и выше ; Adobe Acrobat Reader. – Режим доступа: <http://lib.gstu.local>. – Загл. с титул. экрана.

Изложены принципы автоматизированного технологического процесса, рассмотрен анализ конструкции деталей с точки зрения возможности их обработки на автоматическом оборудовании, даны рекомендации по выбору оборудования и проектированию средств автоматизации.
Для студентов специальности 1-36 01 01 «Технология машиностроения».

УДК 658.52.011.56(075.8)
ББК 34.5-5я73

© Вечер Р. И., Красюк С. И., Рогов С. В., 2008
© Учреждение образования «Гомельский
государственный технический университет
имени П. О. Сухого», 2008

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Целью курсовой работы является закрепление теоретических знаний полученных в процессе изучения дисциплин «Основы технологии машиностроения», «Промышленное оборудование автоматических производств» и «автоматизации производственных процессов машиностроения» и практическое их применение по разработке автоматических (автоматизированных) процессов изготовления и сборки изделий машиностроения в пределах производственных участков, в том числе: уметь обоснованно выбрать вид, состав и количество оборудования, выбрать методы и средства транспортирования изделий, решать принципиальные вопросы, связанные с планированием и оперативным управлением ходом производственного процесса в заданных условиях.

Студент выполняет работу в соответствии с заданием, выданным лектором или руководителем работы, который проводит консультации и осуществляет рецензирование ее. За качество работы, принятые решения и выполнение ее в срок отвечает студент - автор работы.

2. ОБЪЕМ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Курсовая работа состоит из расчетно-пояснительной записки на 25-30 страниц и графической части - 1.5-2 листа формата А1. Расчетно-пояснительная записка оформляется в соответствии с общими требованиями к текстовым документам по ГОСТ 2.106-77.

Первым листом записки является «Содержание». На последнем листе приводится перечень литературы, которая использована при выполнении курсовой работы. Этот лист оформляется в соответствии с ГОСТ 2.107.1-84. Перечень литературных источников располагают либо в алфавитном порядке, либо в порядке появления ссылок в тексте пояснительной записки.

Примерное содержание расчетно-пояснительной записки.

Введение.

1. Технологический раздел.

1.1. Назначение детали или сборочной единицы.

1.2. Анализ детали (сборочной единицы) с точки зрения ее возможности обработки (сборки) на автоматическом оборудовании.

1.3. Разработка технологического маршрута обработки (сборки) автоматизированного производства.

1.4. Нормирование технологического процесса.

1.5. Выбор оборудования, систем транспортирования и управления.

1.6. Разработка принципиальной схемы линии (участка) по обработке (сборки) детали (сборочной единицы).

1.7. Составление циклограммы работы линии (участка) или РТК.

2. Конструкторский раздел.

2.1. Патентная проработка средства (объекта) механизации или автоматизации.

2.2. Описание выбранного средства механизации или автоматизации.

2.3. Проектные расчеты.

3. Выводы.

ЛИТЕРАТУРА.

Приложение:

Приложение 1 - маршрутно-операционный технологический процесс.

Приложение 2 - спецификация.

Графическая часть выполняется в соответствии с действующими стандартами ЕСКД и содержит следующие чертежи или схемы:

-чертеж общего вида средства механизации или автоматизации обработки или сборки 1 лист формат А1

-планировка участка, либо схема участка 1 лист формат А1.

-в некоторых случаях по согласованию с руководителем работы, вместо планировки участка, в графической части может быть представлена на одном листе формата А1 патентная проработка различных схем автоматических линий, участков или РТК.

Выполнение отдельных разделов расчетно-пояснительной записки рассмотрим более подробно.

3. АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИИ ДЕТАЛИ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ВОЗМОЖНОСТИ ЕЕ ОБРАБОТКИ НА АВТОМАТИЧЕСКОМ ОБОРУДОВАНИИ

Цель такого анализа - выявление недостатков конструкции по сведениям, содержащимся в чертежах и технических требованиях, а также возможное улучшение технологичности рассматриваемой конструкции. При анализе вопросов технологичности конструкции целесообразно выделить вопросы технологичности деталей и технологичности изделия в целом.

Общие требования, предъявляемые к деталям изделия:

1. Детали должны иметь ясно выраженные базы и признаки ориентирования, позволяющие организовать их транспортирование и складирование в ориентированном виде с использованием стандартизированной оснастки.

2. Поверхности для базирования и захвата, должны быть однородными по форме и расположению, что необходимо для установки деталей в рабочую зону обрабатывающего оборудования без дополнительной выверки.

3. Конструкция деталей должна обеспечивать возможность надежного захвата, удержания и переноса ее захватными устройствами, а при выдаче их из бункерно-ориентирующих устройств они не должны взаимно сцепляться.

4. Для предупреждения заедания и торможения деталей в лотках их поверхность должна быть достаточно гладкой, на ней не должно быть заусенцев.

5. Детали, подлежащие обработке на РТК и ГПС должны характеризоваться возможностью группирования по конструктивно-технологическим признакам с целью обеспечения применения групповой формы организации производственных процессов, типизации технологических процессов обработки и использования однородного основного и вспомогательного оборудования.

6. При корректировке конструкции детали следует стремиться к максимальной унификации ее отдельных элементарных поверхностей.

7. Детали, сопрягающиеся с зазором или натягом, целесообразно выполнять с фасками или направляющими элементами.

Общие требования, предъявляемые к изделиям.

1. Конструкция изделий должна быть оформлена так, чтобы сборку можно было производить без изменения положения базовой детали, а детали на сборку подавались по простым прямолинейным траекториям, так как при этом упрощается конструкция исполнительных механизмов автоматов.

2. Конструкция изделия должна быть удобна для подвода и отвода сборочных инструментов. Места соединений должны быть доступны для контроля качества соединений.

3. Изделия должны быть разделены на законченные взаимозаменяемые сборочные единицы, обеспечивающие взаимность их сборки независимо друг от друга.

4. Должна быть предусмотрена возможность сборки с полной

взаимозаменяемостью.

5. Число соединяемых поверхностей и видов соединений должно быть минимальным.

6. Дополнительная обработка, пригонка и регулировка в процессе сборки не допускается.

Приведенные требования технологичности конструкций деталей и изделий в условиях обработки и сборки на автоматическом оборудовании носит общий характер. Более подробно эти вопросы рассматриваются в рекомендуемой литературе [1, 2].

После проведенного анализа технологичности все предложения по изменению конструкции детали или сборочной единицы должны быть систематизированы в расчетно-пояснительной записке, некоторые предложения по согласованию с консультантом курсовой работы могут быть внесены в конструкции детали (сборочной единицы).

4. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО МАРШРУТА ОБРАБОТКИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Основной задачей этого этапа является составление общего плана обработки детали (изделия), формулировка содержания операций технологического процесса и выбор типа оборудования. При проектировании технологических процессов для автоматизированного производства необходимо обеспечить: достижение равной или кратной производительности на отдельных позициях; автоматизацию не только переходов обработки или сборки, но и всех вспомогательных переходов; длительное сохранение заданной точности; высокую надежность и безаварийность работы автоматизированного оборудования за счет тщательной проработки всех вопросов контроля, блокировки, сигнализации, резервирования и отвода стружки; удобство транспортирования и базирования обрабатываемых или собираемых деталей. Желательно уменьшение количества технологических единиц в линии за счет повышения степени концентрации технологических переходов и применения многоинструментальной обработки. Особое внимание следует обращать на выбор установочных баз. Желательно выдерживать в максимальной степени принцип постоянства баз, а вместе с тем и принцип совмещения технологических и измерительных баз. Это необходимо для того, чтобы обрабатываемые детали занимали как можно меньше различных положений в процессе перемещения от одной к другой технологической позиции. Каждое изменение позиции

вызывает применение кантователя или автооператора.

Задача проектирования технологических процессов для автоматизированного производства отличается сложностью и трудоемкостью; она характеризуется многовариантностью возможных решений. Для сохранения числа сопоставляемых вариантов можно использовать типовые решения, рекомендации нормативных и руководящих материалов и отбрасывать те варианты, от реализации которых не ожидается получить ощутимых положительных результатов. Методика определения наиболее оптимального варианта маршрута обработки или сборки изложена в курсах технологии машиностроения.

На первом этапе разработки целесообразно маршрутный технологический процесс выполнить в виде табличного графа (таблица 1), который позволяет сравнительно легко оформить технологические операции из отдельных переходов. Для составления такого графа в пояснительной записке вычерчивается эскиз детали в произвольном масштабе рис. 1.

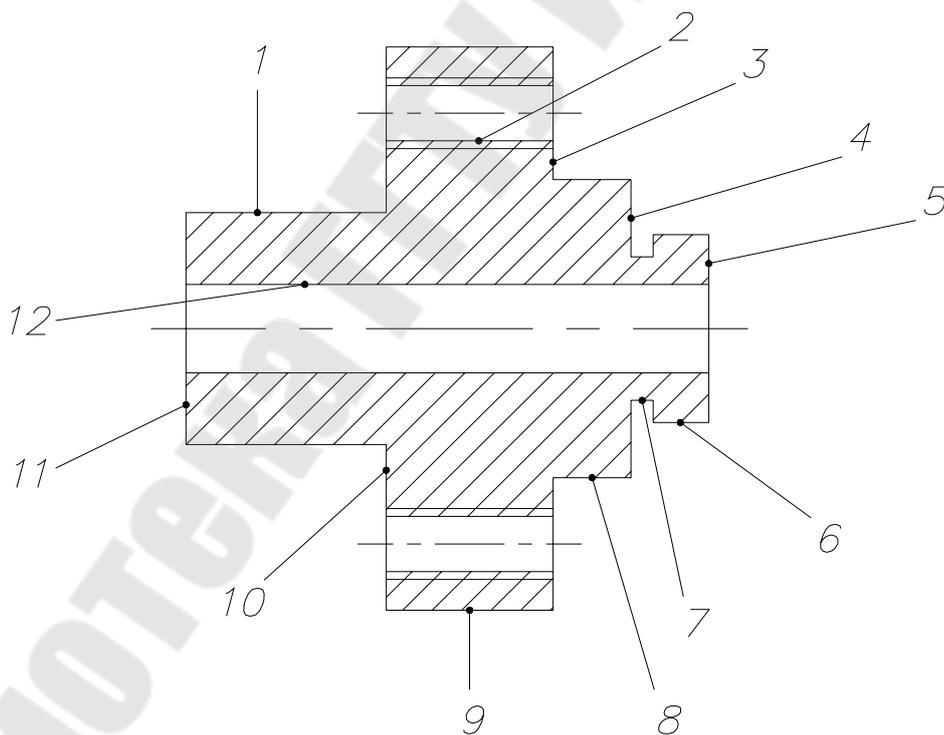


Рис. 1. Эскиз стакана.

Таблица 1

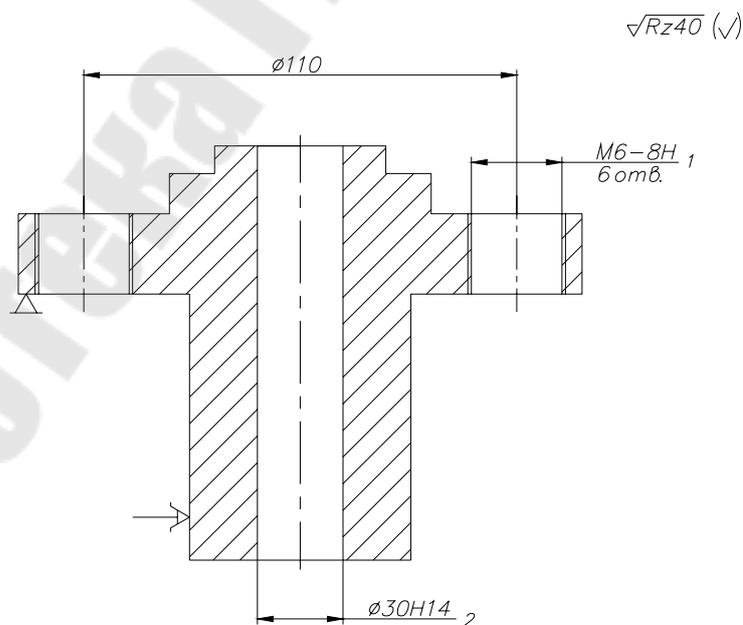
Состав переходов при обработке поверхностей стакана

Наименование перехода	Номера поверхностей											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Точение черновое	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Точение чистовое	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-
Сверление	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
Растачивание черн.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
Растачивание чист.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
Нарезание резьбы	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Термообработка	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Шлифование	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-

Примечание: В таблице ставится «плюс», если данный переход необходим и «минус», если он не требуется при обработке.

Завершается этот раздел разработкой маршрутно-операционного технологического процесса, который оформляется в виде маршрутной карты (формы 1 и 1б ГОСТ 3.1118-82) и технологического эскиза на каждую операцию. На эскизе указываются: номер операции, ее наименование и содержание, размеры обрабатываемых поверхностей с предельными отклонениями и шероховатостью, а также технологические базы. Выбор технологических баз при оформлении эскизов производится в соответствии с ГОСТ 3.1107-81. Каждый технологический эскиз оформляется на отдельном листе пояснительной записки, пример которого приведен на рис.2.

25 Сверлильная с ЧПУ



Сверлить отв. 2,6 отв. $\varnothing 5.2 H14$, $L=20$ мм, нарезать резьбу 1.

Рис. 2. Технологический эскиз на сверлильную операцию.

5. НОРМИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

Одна из главных задач, решаемая при разработке технологического процесса автоматизированного производства - это обеспечение синхронизации выполнения отдельных операций. Необходимо стремиться к тому, чтобы длительность обработки на всех операциях была приблизительно одинаковой (отклонение в ту или иную сторону должно быть не более 5%) или кратной целому числу (желательно не большему чем четыре). Нормирование технологического Процесса как раз и позволяет определить выполняется ли условие синхронизации. В случае невыполнения условия синхронизации необходимо скорректировать разрабатываемый технологический процесс, увеличивая концентрацию технологических переходов на одной операции или наоборот - применить принцип дифференциации их.

Технические нормы времени в условиях массового и серийного производства устанавливаются расчетно-аналитическим методом [1]. Для серийного производства определяется норма штучно-калькуляционного времени по формуле:

$$T_{ш-к} = T_{п.з.}/n + T_{шт.} = T_{п.з.}/n + T_o. + T_в. + T_{об.} + T_{от.}$$

где $T_{п.з.}$ - подготовительно-заключительное время, мин.;

$T_{шт.}$ - штучное время, мин.;

n - количество деталей в настроечной партии, шт.;

$T_o.$ - основное время, мин.;

$T_в.$ - вспомогательное время, мин.;

$T_{об.}$ - время на обслуживание рабочего места, мин.;

$T_{от.}$ - время перерывов на отдых и личные надобности, мин.

Основное время $T_o.$ вычисляется на основании принятых режимов резания по формулам, содержащимся в литературе по режимам резания. Нормативы вспомогательного времени $T_в.$ время на обслуживание $T_{об.}$ и время на отдых $T_{от.}$ приведены в приложении 5 [10] и в литературе [3].

Результаты определения $T_{ш-к}$ записываются в таблицу (табл. 2).

Таблица 2

Сводная таблица технических норм времени по операциям, мин.

В отдельных случаях, по согласованию с руководителем курсовой работы, определение технических норм времени можно вести по упрощенной методике [1].

6. ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ

К основному технологическому оборудованию автоматизированного производства относятся металлорежущие станки, к которым предъявляются следующие основные требования:

- а) обработка должна вестись в автоматическом режиме;
- б) возможность быстрой переналадки оборудования при смене объекта производства;
- в) компоновочная и программная стыковка основного оборудования с транспортно-накопительными системами, промышленными роботами и другими системами входящими в состав участка.

Наиболее полно этим требованиям отвечают станки с ЧПУ, однако, это не исключает применение на участке автоматов и полуавтоматов обычного исполнения. Последние должны быть доработаны с целью использования их как автоматов, управляемых ПР.

Состав основного технологического оборудования автоматизированного участка определяется:

- а) спроектированным технологическим процессом;
- б) конструктивно-технологическими характеристиками обрабатываемых деталей;
- в) конструкцией транспортно-складских систем, принятых на участке;
- г) конструкцией промышленных роботов;
- д) системой управления.

В литературе [4, 5] приводятся рекомендации по выбору моделей станков и промышленных роботов в зависимости от конструктивно-технологических характеристик обрабатываемых деталей.

При окончательном выборе технологического оборудования необходимо учитывать также производительность станков, точность обработки, мощность двигателя и надежность станочных систем.

7. ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ ТРАНСПОРТНО-СКЛАДСКОЙ СИСТЕМЫ

Наиболее важным элементом автоматизированных участков, выполняющим роль основного организующего и связующего звена является автоматизированная транспортно-складская система (АТСС). АТСС - это система взаимосвязанных транспортных и складских устройств для укладки, хранения, временного накопления, разгрузки и доставки предметов труда, технологической оснастки и инструмента. АТСС в значительной степени определяет компоновку, функциональные возможности и стоимость линий, а также надежность ее работы.

В зависимости от грузопотоков на участке АТСС могут быть междоцеховыми, цеховыми, локальными (операционные, межоперационные) и охватывать все элементы перемещений грузов на участке.

Направление, взаимосвязь и мощность грузопотоков на участке определяют выбор транспортных средств, а на основе последовательного уточнения технологических требований к грузопотокам с учетом технологического процесса формируется и схема транспортных связей совместно со схемой компоновки технологического оборудования. Транспортные связи компануются чаще всего по двум схемам: линейной, и замкнутой. Разновидностью замкнутой схемы является замкнутая разветвленная трасса.

При выборе и обосновании АТСС предварительно необходимо решить вопрос о способе транспортирования изделий - поштучно либо в таре. Выбор способа транспортирования зависит от размера партии деталей, требований к переналаживаемости транспортно-накопительных систем и технических характеристик применяемых ПР.

В качестве средств доставки грузов в АТСС могут быть использованы различные конвейеры, транспортеры (подвесные, монорельсовые, консольно-крановые, порталные), стационарные ПР, напольные рельсовые и безрельсовые автоматические тележки.

Компоновочные решения АТСС, во многом определяющие планировку и компоновку участка, в значительной степени зависят от типа транспортных устройств для перемещения грузовых единиц. Четких количественных и качественных критериев по выбору транспортных устройств того или иного типа в зависимости от параметров производственной системы не разработано, и решение

этого вопроса чаще всего определяется опытом и интуицией проектировщика АТСС. В связи с этим рассмотрим в общем виде некоторые компоновочные решения подсистем АТСС.

На рис.3 представлены компоновочные структуры АТСС с централизованной (единый накопитель для всего участка, рис. 3б), децентрализованной (специальные накопители у технологических модулей, рис. 3в) и смешанной накопительной системой (сочетание централизованных и децентрализованных накопителей. Рис. 3а). Транспортная система также может быть централизованной (единые транспортные устройства для всего оборудования участка, рис. 3в.) и децентрализованной (специализация транспортных устройств по видам грузов - заготовки, инструмент, отходы производства и т.д., рис. 3 а).

На рис.4, 5, 6 и 7 представлены некоторые принципиальные компоновочные решения транспортных подсистем АТСС в зависимости от типа применяемых транспортных устройств.

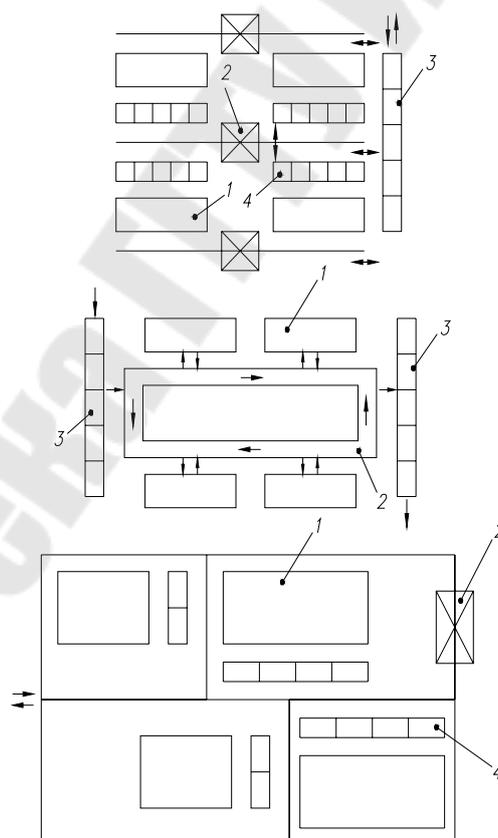


Рис. 3. Компоновочные структуры АТСС: 1 - гибкие производственные модули; 2 - транспортное устройство; 3 - централизованный накопитель; 4 - децентрализованный накопитель.

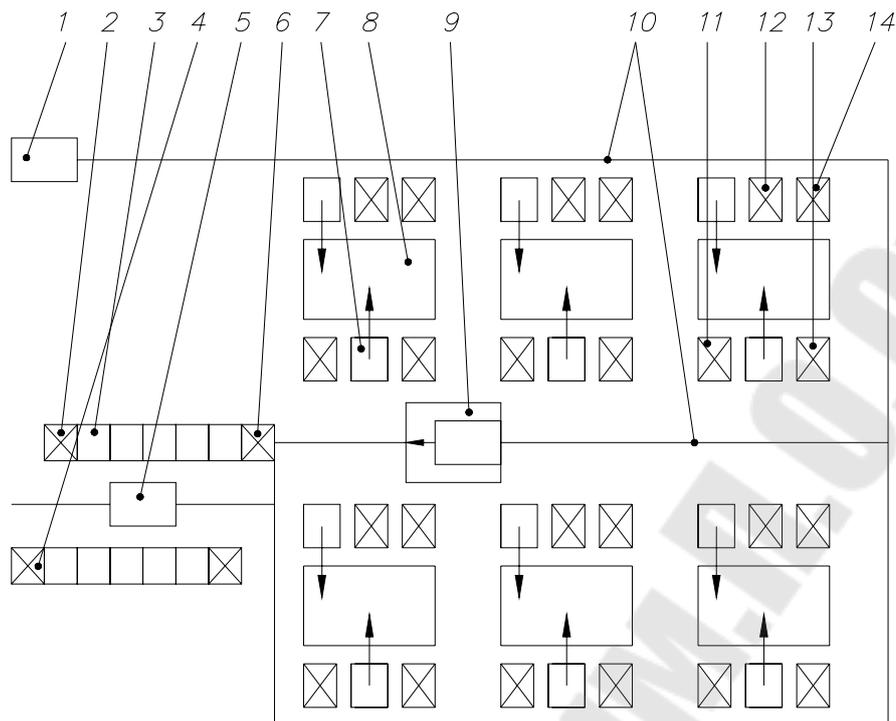


Рис. 4. Схема применения робототележек для транспортных связей в ГПС: 1 – участок сбора стружки; 2, 4, 6 – передаточные позиции у централизованного накопителя; 3 – централизованный накопитель; 5 – стеллажный кранштабелер; 7 – промышленный робот; 8 – ГПМ; 9 – робототележка; 10 – траса робототележки; 11...14 – передаточные позиции для грузовых единиц соответственно с заготовками, инструментом, деталями и стружкой.

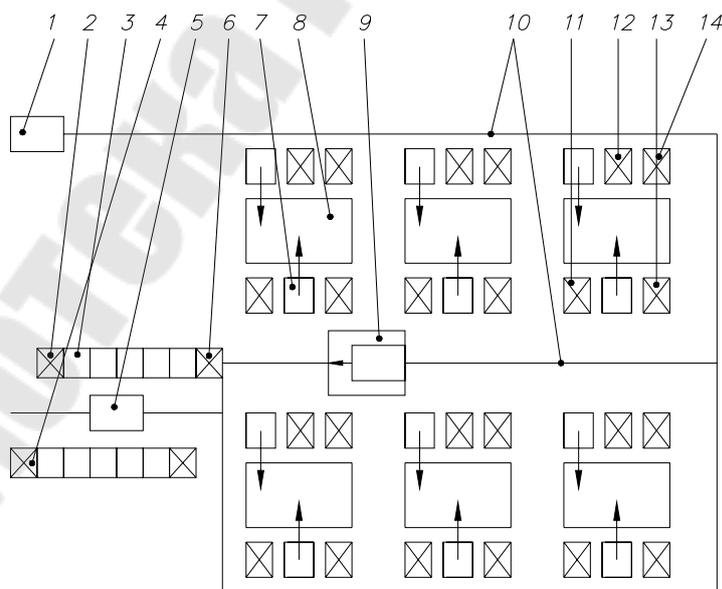


Рис. 5. Схема применения подвесных монорельсовых транспортных роботов 9 для транспортных связей в ГПС. Обозначение см. на рис. 4.

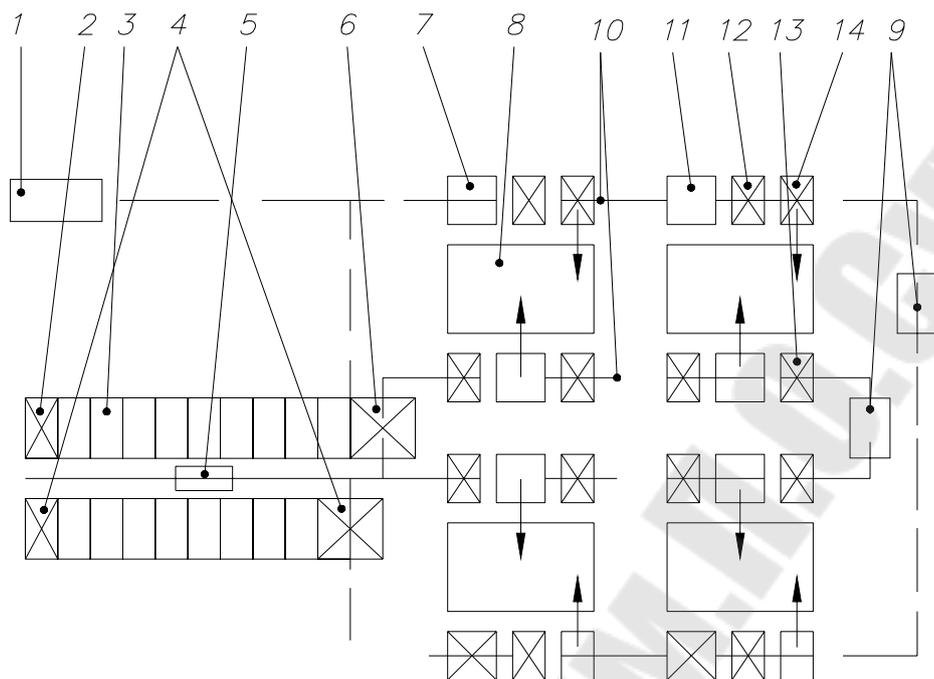


Рис. 6. Схема применения подвесных крановых роботов 9 для транспортных связей. Обозначение см. на рис. 4.

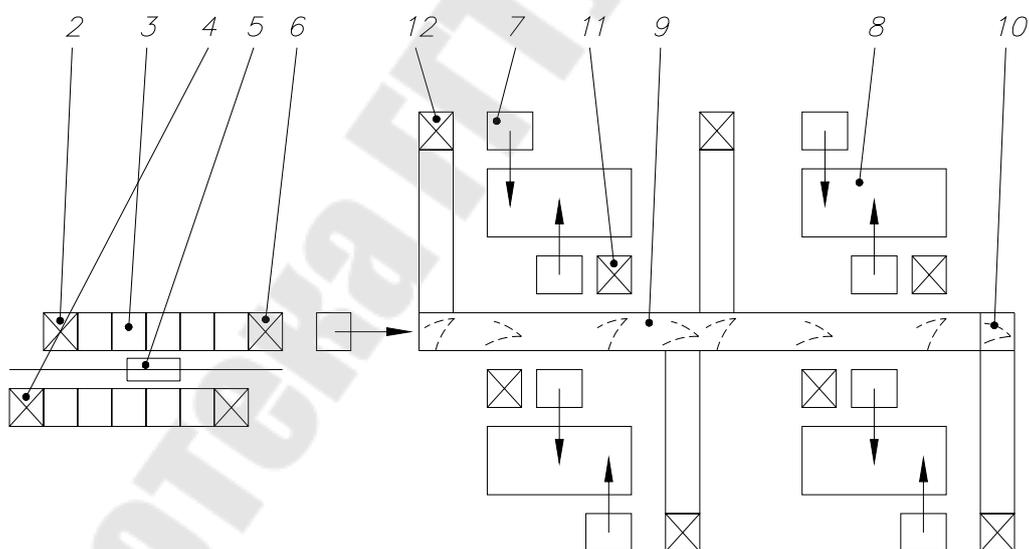


Рис. 7. Схема применения напольных конвейеров 9 для транспортных связей в ГПС. Обозначение см. на рис.4.

Применение напольных конвейеров представлено схемой рис.7. Грузовые единицы центрального накопителя с помощью манипулятора поступают на конвейер и далее управляемые адресователи направляют

их на передаточные позиции.

При выполнении данного раздела необходимо обосновать выбранную схему транспортных связей, схему транспортной системы, транспортных средств, а также объяснить общий принцип работы АТСС.

При выполнении этого раздела рекомендуется использовать [6, 7].

7. СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ

Одной из характерных особенностей автоматизированного производства является оснащенность его автоматизированными системами управления (АСУ), имеющими многоуровневый характер.

АСУ участка предназначена для синхронизации функционирования всех компонентов проектируемого участка, обеспечения производства необходимым количеством заготовок, материалов, технологической оснастки и представляет собой многоуровневую систему программного обеспечения.

Применительно к гибкому автоматическому участку АСУ может иметь два уровня: верхний (центральный), реализуемый на базе мини-ЭВМ, например, СМ-1420, и нижний (локальный), на базе микро-ЭВМ, например, «Электроника-60».

При выполнении этого раздела необходимо предложить схему управления участком, изложить задачи, решаемые системой управления на различных уровнях, выбрать состав вычислительных средств и разработать структуру системы управления участком, руководствуясь рекомендациями, изложенными в [8, 9].

9. РАЗРАБОТКА ПЛАНИРОВКИ УЧАСТКА

В данном разделе необходимо кратко обосновать принятую планировку участка. В качестве основного критерия расположения технологического оборудования принимается принцип потока для большинства деталей участка и установление минимально-допустимых расстояний между станками, рядами станков, от станков до стен и колонн здания, нормы на ширину проходов и проездов. Нормы вышеперечисленных расстояний, а также варианты размещения оборудования приведены

На планировке участка должны быть нанесены: сетка колонн здания с сечением колонн, технологическое оборудование и устройства

относящиеся к нему, АТСС, контрольные пункты, места сбора стружки, проезды, проходы, место расположения АСУ, подводы всех видов энергии, стеллажи, накопители, рабочие места операторов, наладчиков, мастера участка, места расположения противопожарных средств.

Условные изображения, применяемые на планировках приведены в [10].

На планировке должны быть указаны все основные размеры: длина и ширина пролета, шаг колонн, длина и ширина участка, показана привязка оборудования к колонкам здания.

Планировка выполняется в масштабе 1:100 на чертежной бумаге формата А2 и снабжается спецификацией оборудования.

Циклограмма разрабатывается либо для участка, либо для РТК согласно рекомендаций [8, 9, 11].

10. КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ

Вопрос о принципе конструкции приспособления решает технолог, разрабатывающий технологический раздел, так как он яснее всех должен представлять, как нужно обрабатывать деталь, чтобы выполнить заданные технические условия и экономичность ее изготовления.

Конструктор выполняет детальную разработку.

Примерный порядок проектирования следующий.

Исходя из технических условий на деталь и технологического процесса вычерчивается обрабатываемая деталь в стадии обработки, соответствующей данному приспособлению, в трех проекциях, раздвинув их на расстояния, достаточные для вычерчивания соответствующих проекций будущего приспособления. Заканчивают проектирование соединением всех нанесенных элементов общим корпусом приспособления.

При конструировании, например, кондукторов вначале располагают по соответствующим осям кондукторные втулки, а затем остальные элементы приспособления. Это делается для того, чтобы не разместить установочные и зажимные элементы в местах прохода режущего инструмента.

При проектировании приспособлений следует строго придерживаться правила – элементы приспособлений преимущественно применять из числа стандартизированных или из ведомственных и заводских нормалей.

Чертеж приспособления должен иметь не менее двух проекций, каждая деталь, входящая в приспособление, так же должна быть видна в двух проекциях, за исключением деталей тел вращения, которые достаточно показать в одной проекции. Если двух проекций общего вида не достаточно, чтобы выполнить эту задачу, следует дать третью проекцию. Если же и третья проекция не показывает всех деталей, то даются дополнительные сечения и вырывы.

На законченном чертеже приспособления должны быть даны основные принципиальные размеры, определяющие точность приспособления и являющиеся исходными при его сборке, проверке и приемке. Во всех приспособлениях должны быть показаны размеры, определяющие размеры установочных элементов.

Пояснительная записка должна содержать описание конструкции механизированного приспособления и порядок его работы, а именно как устанавливается деталь, как производится ее крепление и как после обработки деталь извлекается из приспособления.

Гарантией надежной работы спроектированного приспособления могут служить следующие расчеты:

- а) расчет приспособления на точность;
- б) определение погрешности установки заготовки;
- в) расчет усилия зажима;
- г) выбор и расчет приводов приспособления;
- д) прочностные расчеты ответственных элементов приспособлений.

а) Расчет приспособления на точность.

Расчет приспособления на точность следует производить по методикам приведенным в работах [1, 12].

б) Определение погрешности установки заготовки.

Погрешность установки заготовки на выполняемой операции или переходе определяется по формуле:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_{\delta}^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{np}^2};$$

где ε_{δ} - погрешность базирования, мкм;

ε_3 - погрешность закрепления, мкм;

ε_{np} - погрешность положения заготовки, мкм.

Погрешность положения заготовки ε_{np} является следствием неточности изготовления станочного приспособления и износа его

установочных элементов, а также погрешности установки самого приспособления на станке. Сюда относится также погрешность индексации - поворота зажимных устройств при обработке заготовок на многопозиционных станках, которая в большинстве случаев принимается равной 0,05 мм. Остальные слагаемые ε_{np} как самостоятельные значения выявить затруднительно. Поэтому их учитывают путем добавления некоторой величины к погрешности закрепления. С учетом сказанного для однопозиционной обработки приведенная выше формула примет вид

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_{\delta}^2 + \varepsilon_3^2}$$

При обработке плоскости, параллельной установочной базе,

$$\varepsilon_y = \varepsilon_{\delta} + \varepsilon_3$$

Погрешность базирования представляет собой отклонение фактически достигнутого положения заготовки или изделия при базировании от требуемого (ГОСТ 21495-76). Возникает она в тех случаях, когда при базировании заготовки не совмещаются технологическая и измерительная базы. При их совмещении $\varepsilon_{\delta} = 0$.

Величина ε_{δ} зависит от принятой схемы базирования, точности размеров установочных элементов приспособлений, точности размеров, формы и взаимного расположения базовых поверхностей заготовки.

При обработке партии заготовок, имеющих погрешности формы, отдельные из них и их измерительные базы при базировании в приспособлении могут занимать различные положения в пространстве. Поэтому для получения более достоверных результатов в общем случае погрешность базирования следует рассчитывать с учетом пространственной схемы расположения заготовки. Однако это приводит к значительному усложнению расчета. Поэтому при расчете ε_{δ} наиболее часто принимают упрощенную схему, рассматривая смещение заготовки только в одной плоскости (плоская схема расчета). При расчете погрешности базирования для деталей, обрабатываемых на настроенных станках (что имеет место в серийном и массовом производствах), можно принимать часть значения ее. Это объясняется тем, что при определении погрешности базирования по формулам обычно принимается полное поле допуска и расчет ведется по наибольшему и наименьшему предельным

размерам детали. Вероятность появления деталей с такими размерами при обработке их на настроенных станках незначительна. Учитывая, что характер распределения размеров обрабатываемых деталей близок к нормальному, для расчета величины погрешности базирования берут поправочный коэффициент $k = 0,8 - 0,85$. Тогда

$$\varepsilon'_\delta = k\varepsilon_\delta.$$

Значение погрешности базирования ε_δ может быть определено геометрическим расчетом исходя из схем базирования или путем анализа размерных цепей. Для ряда схем установки деталей при обработке погрешность базирования может быть определена по табл.

Погрешность закрепления вызывается тем, что под действием сил зажима заготовка может изменить свое первоначальное положение, которое она занимала в приспособлении в результате базирования. При этом ее измерительные базы смещаются на некоторую величину.

Приблизительно погрешность закрепления ε_3 может быть определена по формуле

$$\varepsilon_3 = (y_{\max} - y_{\min}) \cos \alpha,$$

где y_{\max}, y_{\min} - максимальная и минимальная величины смещения измерительной базы, мкм; α - угол между направлениями смещения измерительной базы и выдерживаемого размера.

Смещение заготовки происходит в результате смятия неровностей и деформации ее технологических баз и поверхностей установочных деталей приспособлений в местах их контакта, поверхностей контакта приспособления и станка, а также из-за неточности действия установочно-зажимных элементов приспособления, упругих деформаций их звеньев и заготовки. Величина погрешности закрепления зависит от размеров и состояния (шероховатости, точности, физико-механических свойств материала и др.) базовых поверхностей детали и установочных поверхностей приспособления, от точности и степени их изношенности, величины прилагаемых усилий, их изменения и т. д. Определяется она для отдельных методов обработки и типовых схем установок обрабатываемых деталей в приспособление экспериментальным путем.

При достаточной жесткости заготовки наибольшее влияние на величину погрешности закрепления оказывают контактные

деформации в местах ее стыка с установочными деталями приспособлений.

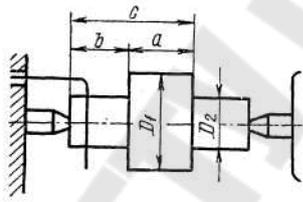
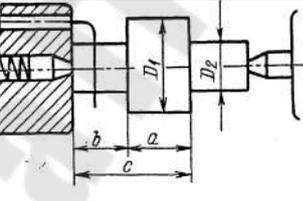
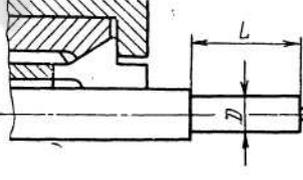
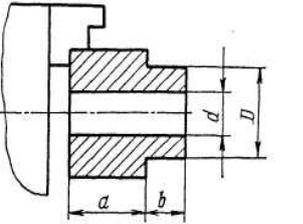
Величина смещения заготовки в этом случае может быть определена по эмпирической формуле

$$y = CQ^n,$$

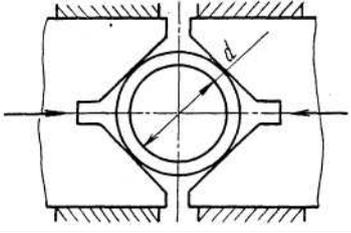
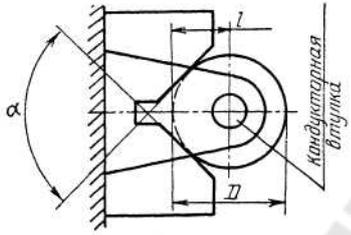
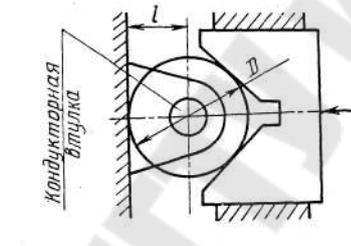
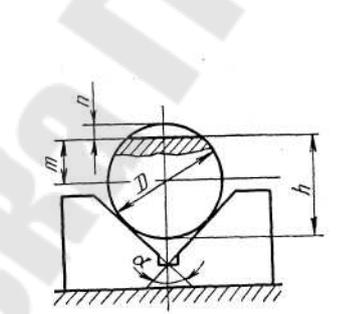
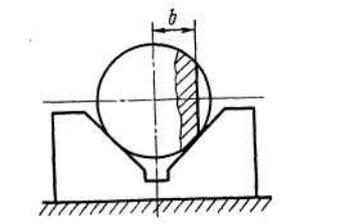
где C — коэффициент, определяющий условия контакта, материал, структуру, твердость и шероховатость базовых поверхностей заготовки; Q — сила, действующая на опору, кгс/мм²; n — показатель степени, принимается в пределах 0,3—0,5. Значения C и n определяют опытным путем.

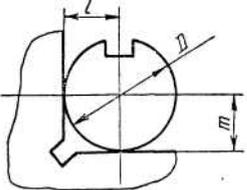
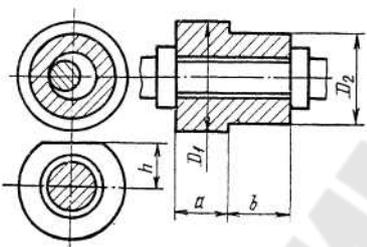
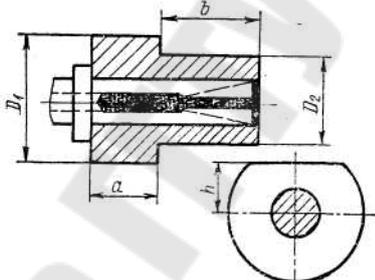
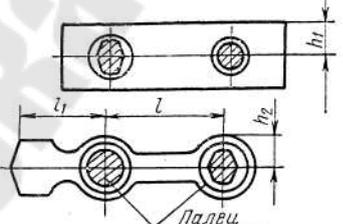
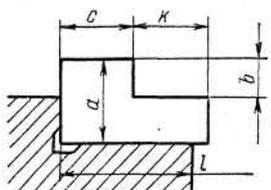
Таблица 3

Погрешности базирования при обработке в приспособлениях

Базирование	Схема установки	Погрешность базирования $\varepsilon_{\bar{\sigma}}$ для размеров
1	2	3
По центовым отверстиям : на жесткий передний центр		$\varepsilon_{D_1} = 0; \varepsilon_{D_2} = 0;$ $\varepsilon_a = 0; \varepsilon_b = \Delta_{\text{ц}};$ $\varepsilon_c = \Delta_{\text{ц}}$
на плавающий передний центр		$\varepsilon_{D_1} = 0; \varepsilon_{D_2} = 0;$ $\varepsilon_a = 0; \varepsilon_b = 0;$ $\varepsilon_c = 0$
По внешней поверхности в зажимной цанге по упору		$\varepsilon_D = 0; \varepsilon_L = 0;$
В самоцентрирующемся патроне с упором торцом		$\varepsilon_D = 0; \varepsilon_d = 0;$ $\varepsilon_a = 0; \varepsilon_b = 0;$ (при параллельном подрезании торцов)

Продолжение табл. 3

Базирование	Схема установки	Погрешность базирования ε_{δ} для размеров
1	2	3
В самоцентрирующих призмах		$\varepsilon_d = 0; \varepsilon_e = 0;$
В призме при обработке отверстий по кондуктору		$\varepsilon_e = \frac{\delta_D}{2 \sin \frac{\alpha}{2}}$
На плоской поверхности при обработке отверстий по кондуктору		$\varepsilon_e = \frac{\delta_D}{2}$
В призме при обработке плоскости или паза		$\varepsilon_h = \frac{\delta_D}{2} \left(\frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} - 1 \right);$ $\varepsilon_n = \frac{\delta_D}{2} \left(\frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} + 1 \right);$ $\varepsilon_m = \frac{\delta_D}{2 \sin \frac{\alpha}{2}}$
То же		$\varepsilon_b = 0;$

Базирование	Схема установки	Погрешность базирования ε_{δ} для размеров
1	2	3
В призме при обработке плоскости или паза		$\varepsilon_e = \frac{\delta_D}{2}; \varepsilon_m = 0$
По отверстию: на жесткой правке со свободной посадкой		$\varepsilon_{D_1} = S_{\min} + \delta_B = \delta_A$ $\varepsilon_{D_2} = S_{\min} + \delta_B = \delta_A$ $\varepsilon_h = S_{\min} + \delta_B = \delta_A$ <p>При установке оправки на плавающий передний центр, в гильзу или патрон по упору</p> $\varepsilon_a = 0; \varepsilon_b = 0;$
на разжимной оправке на жесткой оправке с натягом		<p>При установке оправки на жесткий передний центр</p> $\varepsilon_b = 0; \varepsilon_a = \Delta_u;$ $\varepsilon_{D_1} = 0; \varepsilon_{D_2} = 0;$ $\varepsilon_h = 0;$ $\varepsilon_a = 0; \varepsilon_b = \delta_a;$
По двум отверстиям на пальцах при обработке верхней поверхности		$\varepsilon_{h_1} = S_{\min} + \delta_B = \delta_A;$ $\varepsilon_{h_2} = (S_{\min} + \delta_B = \delta_A)$
По плоскости при обработке уступа		$\varepsilon_b = \delta_a; \varepsilon_k = \delta_e; \varepsilon_c = 0$

Примечание. Δ_u - просадка центов. Значения Δ_u принимать следующие:

наибольший диаметр центрового отверстия, мм	1; 2; 2,5	4; 5; 6	7,5; 10	12,5; 15	20; 30
посадка центров Δ_{μ} мм	0,11	0,14	0,18	0,21	0,25

ε_e - смещение оси отверстия относительно оси внешней поверхности (отклонение от concentричности); δ_D - допуск на диаметр внешней поверхности; S_{\min} - минимальный гарантированный зазор; δ_A - допуск на размер базового отверстия; δ_B - допуск на размер оправки.

в) Расчет усилий зажима

Определение усилий зажима, необходимых для надежного удержания обрабатываемых деталей, является основой для установления расчетно-конструктивных параметров силовых цилиндров, приводов и зажимных устройств приспособлений. Расчет необходимых зажимных сил выполняется в следующем порядке.

1. Выбирается оптимальная схема базирования и закрепления детали. При этом следует определить места расположения и размеры установочных элементов (постоянных опор) в приспособлении, составить схему закрепления детали, т. е. определить места приложения и направления действия зажимных сил и их моментов. Места приложения сил выбирают исходя из условий наибольшей жесткости, устойчивости крепления и минимальной деформации детали. По заданным режимам резания следует определить величину, направление и место приложения сил резания для наиболее неблагоприятного случая, требующего наибольших зажимных сил. Силы зажима и резания следует направлять на опоры.

2. На составленной схеме изображаются стрелками все приложенные к детали силы: стремящиеся сдвинуть или повернуть деталь в приспособлении (силы резания и их моменты) и удерживающие ее (зажимные силы, силы трения и реакции опор). В некоторых случаях учитываются и объемные силы (центробежные, масса детали).

3. Вводится коэффициент надежности закрепления k , учитывающий возможное увеличение силы резания в процессе обработки. Величина коэффициента запаса (надежности) k устанавливается дифференцированно с учетом конкретных условий обработки и закрепления детали. Определяется он по формуле

$$k = k_0(k_1k_2k_3k_4k_5k_6),$$

где k_0 — гарантированный коэффициент запаса надежности закрепления. Для всех случаев рекомендуется принимать $k_0=1,5$. Величины, взятые в скобки, являются частными коэффициентами запаса: k_1 — коэффициент, учитывающий увеличение силы резания из-за случайных неровностей на заготовках. При черновой обработке $k_1=1,2$, при чистовой и отделочной $k_1=1$; k_2 — коэффициент учитывающий увеличение силы резания от затупления режущего инструмента, $k_2=1 — 1,8$. Значение k_2 выбирается по табл. 4.

Таблица 4

Коэффициент запаса k_2

Метод обработки	Силы резания	Значение коэффициента k_2	Примечание
Сверление	Крутящий момент M	1,15	Для чугуна
	Осевая сила P_x	1,1	
Предварительное (по корке) зенкерование	Крутящий момент M	1,3	Для чугуна при износе по задней поверхности
	Осевая сила P_x	1,2	
Чистовое зенкерование	Крутящий момент M	1,2	Для чугуна при износе по задней поверхности
	Осевая сила P_x	1,2	
Предварительное точение и растачивание	P_z	1	Для стали и чугуна Для стали Для чугуна Для стали Для чугуна
	P_y	1,4	
	P_x	1,2	
	P_x	1,6	
Чистовое точение	P_z	1,25	Для стали Для чугуна Для стали Для чугуна Для стали Для чугуна
	P_y	1	
	P_x	1,05	
	P_x	1,05	
Цилиндрическое предварительное и чистовое фрезерование	P_z	1,4	Для вязких сталей Для твердых сталей и чугуна
	P_y	1	
	P_x	1,3	
	P_x	1,3	
Цилиндрическое предварительное и чистовое фрезерование	Окружная сила	1,6-1,8	Для вязких сталей Для твердых сталей и чугуна
		1,2-1,4	

Метод обработки	Силы резания	Значение коэффициента k_2	Примечание
Торцевое предварительное и чистовое фрезерование	Тангенциальная сила	1,6-1,8	То же
Шлифование	Окружная сила	1,15-1,2	–
Протягивание	Сила протягивания	1,5	При износе по задней поверхности до 0,5 мм

k_3 - коэффициент, учитывающий условия обработки при прерывистом резании, $k_3=1,2$; k_4 - коэффициент, характеризующий погрешность зажимного устройства. Для ручных зажимов $k_4=1,3$, для пневматических, гидравлических и других устройств, развивающих постоянную силу зажима, $k_4=1$; k_5 - коэффициент, характеризующий степень удобства расположения рукояток в ручных зажимных устройствах. При удобном их расположении $k_5=1$, при неудобном из $k_5 - 1,2$; k_6 - коэффициент, учитывающий только наличие моментов, стремящихся повернуть заготовку на опорах; при установке на точечные опоры $k_6=1$, при установке на пластины опорные $k_6=1,5$.

4. Устанавливаются усилия зажима. Величина зажимного усилия определяется на основе решения задачи статики на равновесие детали под действием всех приложенных к ней сил и моментов. В практике конструирования приспособлений в зависимости от применяемых методов обработки имеет место несколько характерных схем расчета зажимных сил.

По найденной силе зажима рассчитываются зажимные механизмы приспособлений, определяется сила на штоке, а по ней основные размеры силовых цилиндров (пневматических, гидравлических, пневмокамер и др.). Установление минимального допустимого зажимного усилия особенно важно при использовании пневматических, гидравлических и других силовых приводов, так как от него зависят габариты, масса и стоимость зажимных устройств. Зажимные устройства следует

проектировать на основе максимального использования стандартных деталей и сборочных единиц.

5. Определение усилия зажима заготовки при точении.

При токарной обработке на заготовку, закрепленную в трехкулач-ковом патроне, действуют составляющие силы резания P_z, P_x, P_y рис. 8.

Вертикальная сила резания P_z создает на обрабатываемой заготовке крутящий момент M , сила P_x стремится сдвинуть заготовку в осевом направлении и радиальная сила P_y создает опрокидывающий момент $M_{opr} = P_y \frac{L}{D}$.

Величина крутящего момента зависит от силы P_z и отношения D/D_0 , где

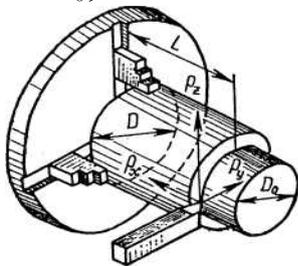


Рис.8.

D и D_0 – диаметры заготовки до и после обработки. Чем больше это отношение, тем меньше действие крутящего момента на заготовку. Величина опрокидывающего момента зависит от силы P_y и отношения L/D , где L - длина вылета обрабатываемой заготовки.

Чем больше это отношение, тем больше действие опрокидывающего момента на заготовку. Моменты трения $M_{тр}$ и зажима $W_{сум}$ заготовки в патроне всеми кулачками в основном зависят от крутящего момента резания M и коэффициента трения (сцепления) между поверхностями кулачков и обрабатываемой заготовки:

$$M_{тр} = W_{сум} fR = kM = kP_z R_0$$

Откуда

$$W_{сум} = \frac{kM}{fR} = \frac{kP_z R_0}{fR},$$

где $k=1,3-1,6$ - коэффициент запаса; f = коэффициент трения (сцепления) между кулачками и поверхностью обрабатываемой заготовки, зависящий от вида рабочей поверхности кулачков. Для гладкой поверхности $f = 0,2$, при наличии кольцевых канавок $f = 0,3-0,4$, продольных канавок $f = 0,45-0,5$; для рифленой поверхности $f=0,8-1$; R - радиус необработанного конца заготовки, см;

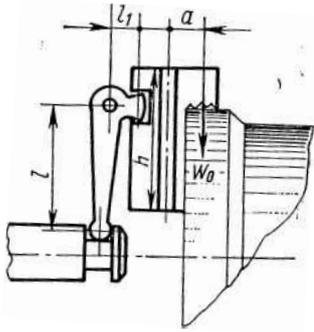


Рис.9

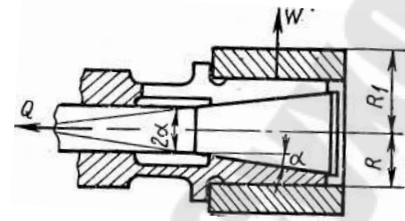


Рис.10

R_0 - радиус обработанного конца заготовки, см.

Сила на одном кулачке

$$W_0 = \frac{W_{\text{сум}}}{n},$$

где n - число кулачков патрона. Величину $W_{\text{сум}}$ проверяют на возможность сдвига обрабатываемой заготовки силой P_x по формуле $W_{\text{сум}} f \geq k P_x$, откуда

$$W_{\text{сум}} \geq \frac{k P_x}{f} \text{ кгс.}$$

Найденное усилие зажима $W_{\text{сум}}$ позволяет определить (в зависимости от вида зажимного механизма) требуемую силу Q на штоке силового привода. Необходимое усилие на штоке привода трехкулачкового патрона с рычажным перемещением кулачков рис.9.

$$Q = k_1 \left(1 + \frac{3a\mu}{h}\right) \frac{l_1}{l} W_{\text{сум}} \text{ кгс,}$$

где $k_1 = 1,5—1,2$ — коэффициент, учитывающий дополнительные силы трения в патроне; a — вылет кулачка от середины его опоры до центра приложения силы зажима W_0 ; $\mu = 0,15—0,2$ — коэффициент трения между кулачками и пазами корпуса патрона; h — длина направляющей части кулачка в корпусе патрона, см; l, l_1 — длина малого и большого плеч рычага, см.

Заготовка, закрепленная на цанговой оправке рис. 10 подвергается при токарной обработке воздействию момента резания, которому противостоит момент силы трения:

$$M_{\text{тр}} = W_{\text{сум}} f R$$

где $W_{\text{сум}}$ — суммарная сила зажима обрабатываемой заготовки всеми лепестками цанги.

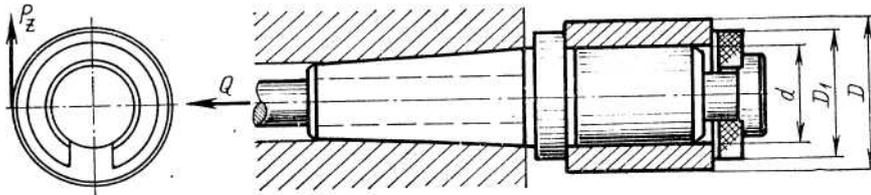


Рис.11

Условие равновесия в этом случае имеет вид

$$W_{\text{сум}} f R = k M = k P_z R_1.$$

Откуда

$$W_{\text{сум}} \frac{k M}{f R} = \frac{k P_z R_1}{f R} \text{ кгс.}$$

При упоре заготовки в бурт оправки и при неподвижной цанге зависимость между силой зажима $W_{\text{сум}}$ и силой на штоке силового привода Q выражается формулой:

$$Q = W_{\text{сум}} \operatorname{tg}(\alpha + \varphi) \text{ кгс,}$$

где α - половина угла при вершине конуса цанги; φ - угол трения в цанге, для стальных шлифовальных поверхностей $\operatorname{tg} \varphi = 0,2$.

Действительная сила зажима заготовки, создаваемая силовым механизмом, должна быть равна расчетной или несколько больше. Значение ее зависит от величины исходной силы и передаточного отношения сил выбранного механизма $i = \frac{W_{\text{фак}}}{Q}$.

При закреплении обрабатываемой детали в зависимости от типа оправки различают следующие случаи: торцовый зажим на жесткой оправке, крепление на оправке с разрезной втулкой, крепление на разжимной оправке с упругой оболочкой и др. Поскольку силы резания в этих случаях действуют непосредственно на опорные поверхности, в расчетах влияние составляющих сил резания P_x и P_y можно не учитывать.

При установке обрабатываемой детали на жесткой оправке с торцовым зажимом (рис. 11) сила, действующая на шток, должна вызвать на торце обрабатываемой детали момент сил трения больший, чем крутящий, возникающий от силы резания P_z , а именно:

$$Q f \frac{D_1 + d}{4} = k P_z \frac{D}{2},$$

где f - коэффициент сцепления, для оправок с торцовым зажимом $f = 0,1 - 0,15$, для разжимных $f = 0,15 - 0,2$; D_1 — наружный диаметр

опорной шайбы, мм; d — диаметр оправки, мм; k — коэффициент запаса, $k = 1,2 - 1,5$;

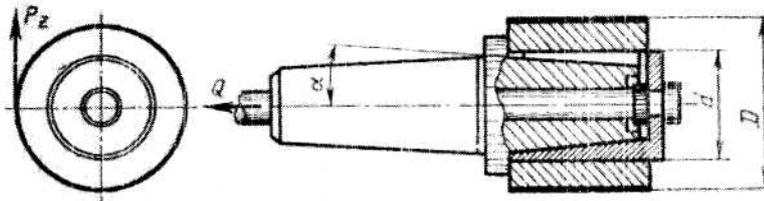


Рис. 12

P_z — сила резания, кгс; D — диаметр обрабатываемой поверхности, мм. Откуда

$$Q = 2 \frac{kP_z D}{(D_1 + d)f} \text{ кгс.}$$

Определение усилия Q для разжимной втулки рис.12 аналогично определению усилия для цангового зажима. При этом исходят из условия, что момент силы трения на поверхности оправки должен быть значительно больше момента силы резания:

$$kP_z D \leq \frac{fQd}{\text{tg}(\alpha + \varphi) + f}.$$

Следовательно, сила на штоке

$$Q \geq \frac{kP_z D}{fd} [\text{tg}(\alpha + \varphi) + f] \text{ кгс,}$$

6. Определение усилия зажима заготовки при сверлении.

В процессе обработки отверстий сверлением, зенкерованием и развертыванием обрабатываемая заготовка находится под действием крутящего момента M и осевого усилия P_0 . В подавляющем большинстве конструкций сверлильных приспособлений сила подачи и сила зажима действуют в одном направлении, прижимая заготовку к установочной поверхности.

При торцовом креплении заготовки в накладном кондукторе рис.13 не требуется большого зажимного усилия. В этом случае сила зажима должна обеспечить надежный прижим кондукторной плиты к заготовке только в момент засверливания. Под действием крутящего момента резания M деталь стремится повернуться вокруг оси AA . Этому моменту противодействует момент трения $M_{\text{тр}}$, создаваемый

осевым усилием и силой зажима.

$$\frac{2M}{d}kR = (P_0 + Q) f R_1,$$

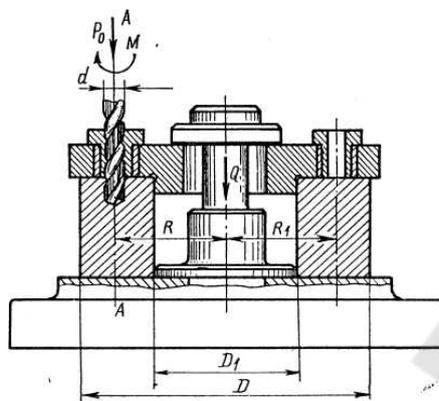


Рис.13

где M – крутящий момент на сверле; d – диаметр сверла, мм; k – коэффициент запаса; R – расстояние от центра сверла до центра заготовки, мм; P_0 — осевое усилие, кгс; f – коэффициент трения; R_1 – расстояние от середины опорной площадки до центра заготовки, мм. Откуда

$$Q = \frac{2MkR}{dfR_1} - P_0 \text{ кгс.}$$

При сверлении центрального отверстия на заготовку диаметром $2R$, установленную в призму с углом $\alpha = 90^\circ$, действует момент резания M рис.14. Ему противодействуют силы трения, возникающие на поверхностях контакта заготовки с установочными и зажимными устройствами приспособления. Пренебрегая трением на торце заготовки о нижнюю опору, условие равновесия можно записать в следующем виде:

$$kM = QfR + Qf_1R \frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}}$$

где f_1 – коэффициент трения.

Откуда

$$Q = \frac{kM}{fR + f_1R / \sin \frac{\alpha}{2}} \text{ кгс}$$

При креплении заготовки на плоскости прихватами рис. 15 момент резания M , возникающий при сверлении, должен уравниваться силами

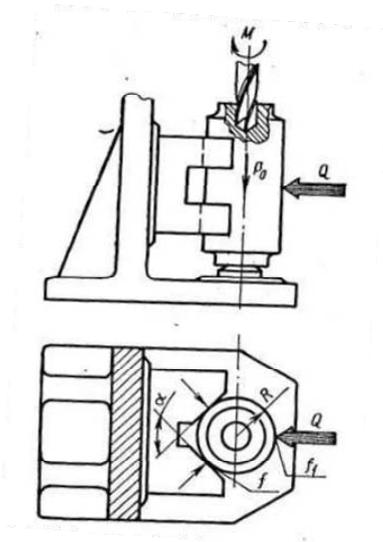


Рис.14

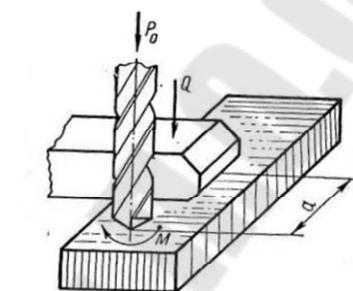


Рис.15

трения. Без учета силы подачи условие равновесия имеет вид

$$kM = Qfa,$$

где, a - расстояние от оси сверла до оси прихвата, мм.

Откуда

$$Q = \frac{kM}{fa} \text{ кгс.}$$

7. Определение усилия зажима заготовки при фрезеровании.

Определение величин и направлений сил, действующих на обрабатываемую заготовку при работе на фрезерных станках, зависит от вида фрезерования и представляет определенную сложность. Поэтому их определяют упрощенными способами с использованием поправочных коэффициентов. Рассмотрим два типовых расчета.

7.1 Фрезерование торцевой фрезой рис.16. При этом на заготовку действуют следующие силы. Окружная

$$Q = \frac{C_p t^{x_p} s^{y_p} z B^{u_p}}{D^{q_p} n^{w_p}} k_{m_p},$$

где C_p – коэффициент, характеризующий обрабатываемый материал;
 t – глубина резания, мм; s_z – подача на один зуб фрезы, мм;

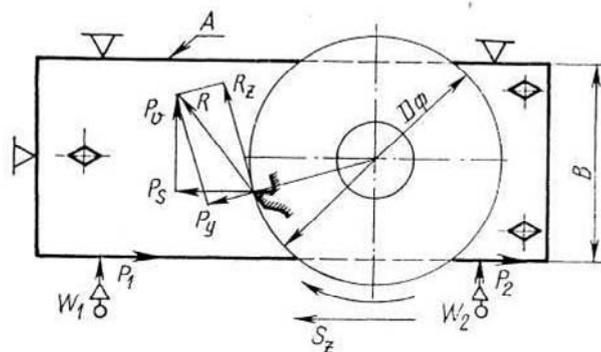


Рис. 16.

z – число зубьев фрезы; B – ширина фрезерования, мм; D – диаметр фрезы, мм; n – число оборотов фрезы в минуту; $k_{мр}$ – коэффициент, зависящий от качества обрабатываемого материала; $x_p, y_p, u_p, q_p, \omega_p$ – показатели степени.

Радиальное усилие $P_y = (0,2 - 0,4)P$. усилие подачи $P_s = (0,3 - 0,4)P$. Вертикальное усилие $P_z = (0,3 - 0,4)P_z$. Значения P_s и P_y даны для симметричного резания.

Заготовка базируется по трем плоскостям - установочной, направляющей, опорной и прижимается двумя прихватами к направляющей плоскости A , параллельной направлению подачи.

Для упрощения расчета при определении необходимой силы зажима исходят из предположения, что на заготовку действует только сила подачи P_s (разгружающее действие упора не учитывается). При этом условии зажимы, действуя нормально к поверхности детали, должны создать силу трения P , превосходящую усилие подачи P_s :

$$P = Wf > P_s.$$

Обычно необходимая сила зажима определяется из соотношения

$$W = k \frac{P_s}{f} \text{ кгс,}$$

где W - общая сила зажима; k - коэффициент надежности; f - коэффициент сцепления.

7.2. Фрезерование цилиндрической фрезой. Силы, возникающие в процессе фрезерования цилиндрической фрезой, показаны на рис. 17. Как видно из схемы, равнодействующая R в начале обработки создает момент RL , который стремится повернуть фрезеруемую

деталь вокруг точки опоры O . Этому противостоят моменты сил трения P_1 и P_2 , создаваемые зажимами приспособлений. Для их определения составим уравнение моментов сил, действующих относительно точки опоры:

$$PL - P_1L_1 - P_2L_2 = 0$$

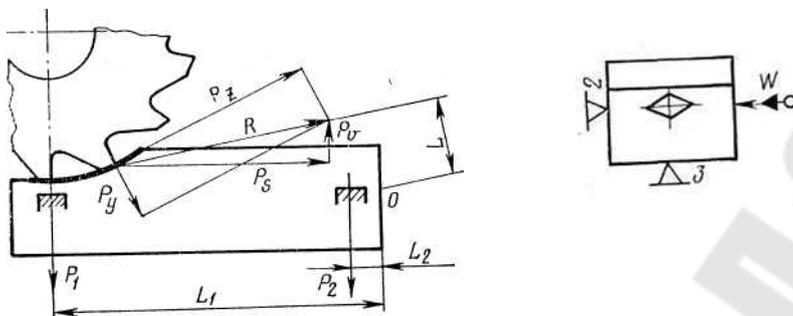


Рис.17

При применении механизированных зажимов силы P_1 и P_2 всегда равны. Тогда при $P_1 = P_2 = P$ получим

$$RL - P(L_1 + L_2) = 0.$$

Откуда

$$P = \frac{RL}{L_1 + L_2}.$$

Сила зажима детали одним прихватом

$$W = \frac{kP}{f} \text{ кгс.}$$

При расчетных усилиях зажима следует с возможно большей точностью выбирать коэффициенты трения сцепления f и запаса k , так как в зависимости от конкретных условий они могут колебаться в широких пределах, что приводит к существенному изменению рассчитываемых зажимных сил. Величина коэффициента трения f колеблется в пределах 0,1 - 0,8 и зависит от материала обрабатываемой детали, шероховатости контактирующих поверхностей, степени их замасленности и т. д.

Для расчетов можно принимать следующие значения коэффициентов трения. При установке детали обработанной поверхностью на пластины опорные $f = 0,16$. При установке черновыми поверхностями на постоянные опоры со сферической головкой $f = 0,18 - 0,3$. При установке на рифленые(на сеченные) установочные элементы $f \geq 0,7$.

г) Выбор и расчет приводов приспособлений.

Выбор и расчет приводов приспособлений следует производить по методике приведенной в работе [1, 12].

д) Прочностные расчеты.

Для выполнения прочностного расчета необходимо выбрать наиболее нагруженную деталь спроектированного приспособления и произвести ее проверку на прочность по методике сопротивления материалов.

ВЫВОДЫ

После выполнения всех разделов в пояснительной записке необходимо представить выводы и предложения по проделанной работе. В выводах следует указать основные задачи, решаемые в работе, методы их обеспечения, достигнутые результаты.

ЛИТЕРАТУРА

1. Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Уч. пособие – Минск: Вышэйшая школа, 1983. – 256с.
2. Корсоков В.С. Автоматизация производственных процессов. – М.: высшая школа, 1978. – 295с.
3. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для технического нормирования. Серийное производство. – М.: Машиностроение, 1974. – 421с.
4. Гибкие производственные системы, промышленные роботы, робототехнические комплексы. Практик. пособие в 14 кн. / Под редакцией Б.И. Черпаковского. – М.: Высшая школа, 1989.
5. Обработка металлов резанием: Справочник технолога: Под общей редакцией А.А. Панова. – М.: машиностроение, 1988. – 736с.
6. Гибкое автоматизированное производство: Под общей редакцией С.А. Майорова, Г.В. Орловского, С.Н. Халкионова. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отд., 1985. – 454с.
7. Транспортно-накопительные системы для ГПС. В.А. Егоров, В.Д. Лизунов, С.М. Щербаков. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отд., 1989.

8. Мельников Г.Н., Вороненко В.П. Проектирование механосборочных цехов. Учебник для студентов машиностроительных специальностей ВУЗов /Под редакцией А.М. Дольского/ - М.: Машиностроение, Ленингр. отд. 1990.

9. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х Т. / Под редакцией А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1985.

10. Проектирование машиностроительных заводов и цехов. Справочник в 6-ти томах / Под общей редакцией Е.С. Ямпольского. – М.: Машиностроение, 1975-1976.

11. Шаумян Г.А. Комплексная автоматизация производственных процессов. – М.: Машиностроение, 1973. – 640с.

12. Горохов В.А. Проектирование технологической оснастки. Учебник для спец.машиностроительных специальностей высш. учебных заведений.-МН.:Бервита,1997-344с.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цель и задачи курсовой работы	3
2. Объем курсовой работы	3
3. Анализ конструкции детали с точки зрения возможности ее обработки на автоматическом оборудовании	4
4. Разработка технологического маршрута обработки автоматизированного производства	6
5. Нормирование технологического процесса	9
6. Выбор оборудования	10
7. Выбор и обоснование транспортно-складской системы	11
7. Система автоматизированного управления.	15
9. Разработка планировки участка.	15
10. Конструкторский раздел.	16
Выводы	34
Литература	34

Вечер Ромуальд Иванович
Красюк Станислав Иосифович
Рогов Сергей Викторович

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ В МАШИНОСТРОЕНИИ

**Методические указания
к курсовой работе по одноименной дисциплине
для студентов специальности 1-36 01 01
«Технология машиностроения»**

Подписано в печать 09.12.08.

Формат 60x84/16. Бумага офсетная. Гарнитура «Таймс».

Цифровая печать. Усл. печ. л. 2,32. Уч.-изд. л. 2,16.

Изд. № 4.

E-mail: ic@gstu.gomel.by

<http://www.gstu.gomel.by>

Отпечатано на цифровом дуплекаторе
с макета оригинала авторского для внутреннего использования

Учреждения образования «Гомельский государственный
технический университет имени П. О. Сухого».

ЛИ № 02330/0131916 от 30.04.2004 г.

246746, г. Гомель, пр. Октября, 48.