

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ КУРСОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Цель выполнения курсового проекта – приобретение практических навыков выполнения проектных процедур, анализа и разработки технологических процессов по данным действующих предприятий на основе детального изучения технологических переделов машиностроительных производств.

Поставленная цель достигается при условии грамотного решения следующих задач: анализа исходных данных, определения типа производства, оценки возможностей обеспечения технических условий чертежа от выбранных баз имеющимися техническими средствами, выбора вида заготовки, классификации объекта обработки, выбора технологических баз, разработки технологического маршрута обработки (сборки), разработки технологических операций, назначения припусков, режимов обработки, технических норм времени, расчета количества оборудования, выполнения патентных исследований для выбора (разработки) технических решений по автоматизации различных технологических переделов (механообработки; сборки; испытания, контроля; транспортирования; накопления; складирования грузов и др.); построение моделей функционирования производственных подсистем и исследования на моделях, разработки планировочного решения участка, оформления технологической документации.

2. ТЕМАТИКА И ОБЪЕМ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Тема курсового проекта (КП) формируется под влиянием следующих факторов:

1. Заказ производства. В качестве заказчика может выступать любое предприятие. Это может быть организация, направившая студента на обучение в университет или заключившая договор о приеме на работу студента после окончания университета.

2. Тематика дипломного проекта. В ряде случаев на задание по курсовому проекту может оказать влияние планируемая тема дипломного проекта.

3. Способности студента. Для студентов, имеющих склонности к исследовательской работе, могут формулироваться темы, направленные на углубленное изучение отдельных разделов курсового проекта.

4. Лабораторная база кафедры и факультетов. В частности, на кафедре «Технология машиностроения» находятся в эксплуатации пятикоординатный обрабатывающий центр модели MV204CU со стойкой HEIDEN HAIN фирмы QUASER (Тайвань), электроэрозионный прошивной станок модели CMA53C со стойкой NZ фирмы CUMER EDM (Тайвань), установка для нанесения покрытий методом магнетронного распыления Unicoat 600 SL, находящаяся в межфакультетском пользовании; имеется автоматизированный лазерный технологический комплекс и др.

Тема курсового проекта, как правило, формулируется следующим образом: “Разработать технологический процесс и планировочное решение участка механической обработки детали (наименование детали и ее номер по заводскому чертежу).

Для выполнения курсового проекта обычно принимаются детали, технологический процесс (ТП) механической обработки которых включает от 10...15 до 20 операций (в зависимости от их концентрации). Примерный перечень деталей приведен в таблице, при составлении перечня использовались детали семейства двигателей и тракторов открытых акционерных обществ “Владимирский моторотракторный завод”, “Владимирский электромоторный завод”, других предприятий г. Владимира.

Объем курсового проекта – около 50 страниц пояснительной записки (без приложений) и 4 листа формата А1 графической части, выполненных в соответствии с требованиями, предъявляемыми к проектной документации.

Ориентировочный перечень деталей для выполнения курсового проекта

№ п/п	Детали	Номер детали
1	Валик уравнивающего механизма	Д21-1005.412А2
2	Вал распределительный	Д21-1006.015А4
3	Цилиндр	Д37М-1002.021А2
4	Вал распределительный	Д37М-1006.015А3
5	Фланец шестерни	Д144-1111.165
6	Шатун	Д37М-1004.112Д/100
7	Шестерня ведомая механизма уравнивания	Д22-1005.426А2
8	Вал шестерни ведомый	Т35 52.111
9	Опора дифференциала	Т35 37.114А
10	Вилка	Т35А 23.06.094А
11	Вал бортовой	Т25Б 39.143
12	Вал трубчатый	Т25Б 321.215-10
13	Вал - шестерня	Т25Б 31.122
14	Валик приводной	25.37.210
15	Шестерня малая	А25.39.106
16	Шестерня	А25.37.719
17	Диск нажимной	25.21.122
18	Ось поворотного купола	25.31.33
19	Ось магнита	СП 261 380 20645
20	Ось	П 1453709122
21	Ось колеса	А25.39.108А2
22	Вал	ВИГЕ.715123.355
23	Станина	ВАКИ.725350.180
24	Станина	ВИГЕ.725145.180
25	Станина	ВИГЕ.733174.355

3. СТАДИИ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Выполнение курсового проекта включает ряд стадий, различных по решаемым задачам и трудоемкости:

1. Получение задания на выполнение курсового проекта – 10 % от объема выполнения курсового проекта.
2. Подготовка пояснительной записки к курсовому проекту – 50 %.
3. Выполнение графической части – 35 %.

4. Подготовка и защита курсового проекта – 5 %.

Каждая из стадий подготавливает необходимую информационную базу для следующей. Соблюдение указанной последовательности позволяет концентрировать внимание на выполнении определенной стадии и избежать затрат времени на повторное обращение к источникам информации. Уровень курсового проекта в целом определяется качеством подготовки каждой стадии.

4. ПОЛУЧЕНИЕ ЗАДАНИЯ НА ВЫПОЛНЕНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Выполнение курсового проекта должно проходить в соответствии с заданием. Задание на курсовой проект формируется на первой - второй консультации по курсовому проекту. В соответствии с графиком учебного процесса руководитель курсового проекта выдает задание. Оно оформляется на бланке. В задании на курсовой проект указываются тема, исходные данные, перечень задач, которые необходимо решить при выполнении курсового проекта, объем и содержание графической части, указываются источники информации для работы над курсовым проектом, график его выполнения и дата защиты. Задание подписывает руководитель курсового проекта и утверждает заведующий кафедрой.

5. ПОДГОТОВКА ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

5.1. Содержание пояснительной записки, требования и рекомендации по ее оформлению

Пояснительная записка включает несколько разделов. Разделы пояснительной записки определяются разработкой проектных решений по различным технологическим переделам.

Типовое задание включает механообработку, либо лазерную обработку, либо нанесение нанопокровов, либо электроэрозионную обработку, контроль, транспортирование, складирование и др.

Содержание курсового проекта должно быть представлено в пояснительной записке в следующем порядке:

1. Анализ исходной информации на проектирование технологического процесса:

1.1. Анализ служебного назначения детали и требований чертежа детали.

1.2. Предварительное определение типа производства.

1.3. Анализ технологичности конструкции детали.

1.4. Постановка задач проектирования.

2. Выбор вида и метода получения заготовки.

3. Разработка технологического процесса механической обработки детали.

3.1. Классификация детали. Выбор технологических баз.

3.2. Выбор методов обработки поверхностей деталей.

3.3. Разработка технологического маршрута механической обработки детали.

3.4. Разработка технологических операций обработки деталей.

Выбор технологического оборудования и оснастки.

3.5. Расчет припусков на механическую обработку.

3.6. Расчет режимов резания и нормирование технологических операций механической обработки. Уточнение типа производства.

3.7. Расчет количества единиц технологического оборудования.

4. Разработка планировочного решения участка механической обработки детали.

4.1. Выбор варианта размещения технологического оборудования.

4.2. Построение моделей функционирования технологических систем. Расчет параметров и показателей работы вариантов автома-

тизированной транспортно-складской (транспортно-накопительной) системы. Выбор варианта АТСС (АТНС).

5. Патентные исследования.

5.1. Задание на проведение патентного поиска.

5.2. Результаты проведения патентного поиска.

5.3. Сравнительный анализ запатентованных решений на качественном уровне.

5.4. Сравнительный анализ запатентованных решений по количественным показателям.

Формируется пояснительная записка следующим образом:

- титульный лист (рис. 5.1).

- задание на курсовой проект.

- ведомость проекта (один из вариантов дан на рис. 5.2).

- введение.

- содержание (перечень разделов и подразделов с указанием соответствующих страниц).

- заключение.

- список использованных источников.

- приложения.

Пояснительная записка должна быть оформлена в соответствии с требованиями стандарта предприятия СТП 71.2-89. В частности, стандартом устанавливаются правила заполнения основной надписи, оформления рисунков, таблиц и т.д.

В состав приложений входят:

Приложение 1. Чертеж детали.

Приложение 2. Чертеж заготовки.

Приложение 3. Комплект технологической документации.

Приложение 4. Описания изобретений.

Приложение 5. Управляющие программы для станков с ЧПУ.

Приложение 6. Листинги программ и результаты компьютерных расчетов.

Министерство образования и науки РФ
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

ВЛАДИМИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра “Технология машиностроения”

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К КУРСОВОМУ ПРОЕКТУ

НА ТЕМУ: Разработка технологического процесса
и планировочного решения участка механической обработки
детали – хвостовик вала рулевого управления

Выполнил:
студент гр. А-105
Алёкина Вера Федоровна

Руководитель:
Мирошникова
Вера Дмитриевна

Владимир, 2010

Рис 5.1. Титульный лист пояснительной записки к курсовому проекту

№ поз.	Наименование документа	Формат	Кол-во	Примеч.
1	Пояснительная записка к курсовому проекту	A4	1	Объем 50 с
2	Чертежи технологических наладок	A1	2	
3	Патентные исследования	A1	1	
4	Планировочное решение участка	A1	1	

Рис. 5.2. Ведомость проекта (пример)

Анализ служебного назначения и требований чертежа детали

Необходимая информация о служебном назначении детали может быть получена на основе данных каталогов предприятий, соответствующей специальной литературы, рабочего чертежа детали.

По возможности чертеж узла, в который входит деталь, приводится в пояснительной записке.

В процессе анализа служебного назначения детали, кроме выяснения функций узла в машине и детали в узле и требований чертежа, следует:

- уточнить, каким образом, по каким поверхностям будет устанавливаться деталь в узле машины;
- установить, какие поверхности воспринимают основную нагрузку, какие движения деталь будет передавать, в какой среде работать и прочее;

Анализ требований чертежа детали – один из наиболее сложных этапов при подготовке курсового проекта. В основе разработки технологического процесса построение отображения G:

$$G: КТ_d \rightarrow ТП_d,$$

где $КТ_d$ - конструктивно-технологические параметры детали,

$ТП_d$ - технологический процесс обработки детали.

Анализ требований чертежа детали – это не только начальная процедура формирования правой части отображения, но и левой его части: определяются границы, в пределах которых технолог может принимать решения, в частности, имеются в виду поля допусков на размеры детали, отклонения формы и расположения поверхностей и т.д.

Чтение чертежа детали. Исходная информация. Справочные данные

В первую очередь надо понять конструкцию детали. Затем проанализировать комплекс требований к таким характеристикам качества детали, как точность её размеров, шероховатость поверхностей, отклонения формы и расположения поверхностей, физико-механические свойства.

Ниже даны основные сведения, необходимые для проведения анализа чертежа детали.

Точность – степень приближения фактических размеров к размерам, заданным по чертежу детали. Точность характеризуется погрешностью обработки, т.е. величиной ей обратной. Погрешность размера - ΔX определяется разностью:

$$\Delta X = X_1 - X_2,$$

где X_1 - значение размера по чертежу детали,

X_2 - действительное значение размера.

Различают следующие размеры:

- номинальный – основной размер, служащий началом отсчёта отклонений;
- действительный – размер, полученный в результате обработки и измерений;
- отклонение размера – алгебраическая разность между действительным и номинальным размерами;
- верхнее предельное отклонение - алгебраическая разность между наибольшим предельным значением размера и номинальным размером;
- нижнее предельное отклонение - алгебраическая разность между наименьшим предельным значением размера и номинальным значением размера;
- допуск - разность между наибольшим и наименьшим предельными отклонениями.

На рис. 5.3 дан ряд примеров графического представления и определения допуска на размер.

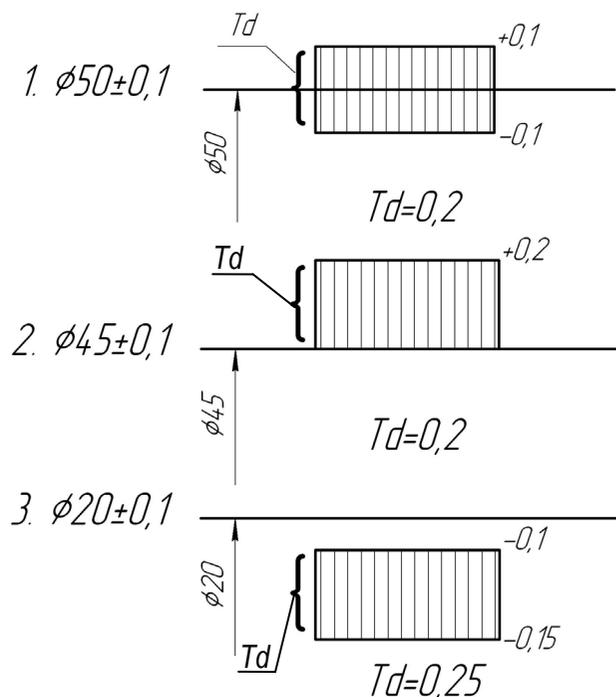


Рис. 5.3. Примеры графического представления и определения допуска на размер

Точность размеров определяется системой ISO – международной системой допусков и посадок. В ней установлены 19 квалитетов точности: IT01, IT0, IT1, IT2, ..., IT17. Они отличаются числом единиц допуска, в табл. 5.1 на примере размеров от 50 до 80 мм показаны данные отличия.

Таблица 5.1

Значения допусков при различных квалитетах (фрагмент)

Квалитет	IT5	IT6	IT7	...	IT11	...	IT17
Допуск, мкм	13	19	30	...	190	...	3000

По значению указанного допуска на размер можно установить по справочным данным квалитет. В ряде чертежей квалитет указывается после размера перед значениями допускаемых отклонений.

Шероховатость поверхности указывается в 100 % чертежей. Волнистость оговаривается только для точных деталей (шарикоподшипников, эталонов и др.). Отклонения формы указываются в 40 – 50 % чертежей.

Их фактическое совокупное участие в формировании поверхностей деталей и индивидуальная геометрия в формате представляемых различий показаны на рис. 5.4.

Геометрические отклонения поверхности различают, в частности, в зависимости от отношения длины шага S к высоте неровностей H :

- при отношении $S/H > 1000$ имеют место макроскопические отклонения или отклонения от правильной геометрической формы (овальность, вогнутость и др.);
- при отношении $S/H = 50 \dots 1000$ – волнистость;
- при отношении $S/H < 50$ – шероховатость поверхности.

Шероховатость поверхности – это совокупность микронеровностей поверхности с относительно малыми шагами, образующих её рельеф.

Основные понятия, параметры, характеристики шероховатости, её обозначения, правила нанесения обозначений шероховатости поверхности на чертежах указаны в двух государственных стандартах: ГОСТ 2789–73 и ГОСТ 2.309–73. Структура обозначения шероховатости поверхности приведена на рис. 5.5.

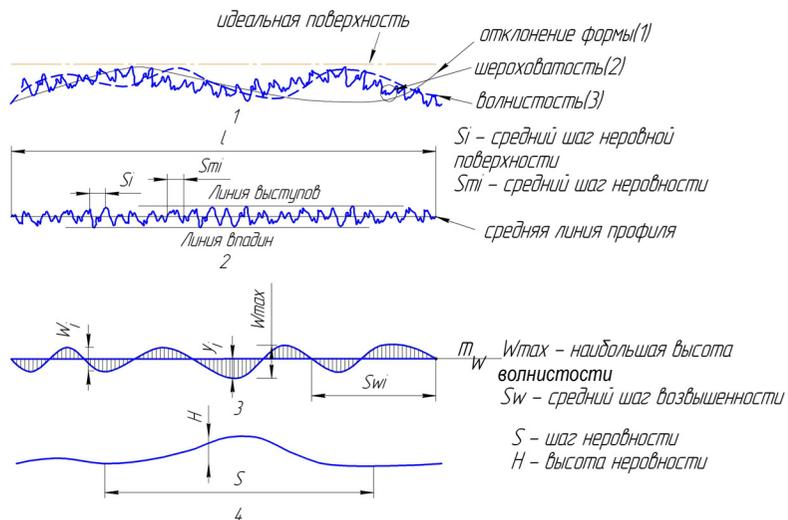


Рис. 5.4. Отклонение формы, волнистость и шероховатость поверхности: 1 – профиль поверхности; 2 – шероховатость поверхности; 3 – волнистость поверхности; 4 – отклонение формы

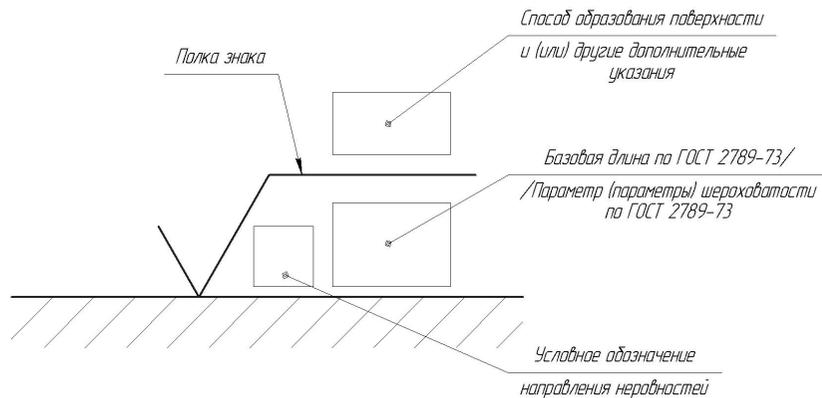


Рис. 5.5. Регламентированная ГОСТ 2.309-73 структура обозначения шероховатости поверхности

В обозначении шероховатости могут встречаться три вида знаков, что говорит о различиях в требованиях к способу обработки. Если в обозначении шероховатости поверхности применяются знак ∇ , то это говорит о том, что способ её обработки конструктором не устанавливается. Если в обозначении шероховатости поверхности применяются знак ∇ , то это говорит о том, что поверхность должна быть образована только удалением слоя материала. Если в обозначении шероховатости поверхности при-

меняют знак ∇ , то это говорит о том, что поверхность должна быть образована без удаления слоя материала. Расшифровка требований шероховатости не вызывает затруднений, достаточно ознакомиться с указанными выше стандартами. В табл. 5.2 приведено несколько поясняющих примеров.

Волнистость поверхности – совокупность периодически повторяющихся неровностей, расстояние между которыми значительно превышает их высоту. Волнистостью поверхности считают неровности с шагом от 1 до 10 мм. Высота неровностей волнистости и высота шероховатости близки по своим значениям (высота волнистости по различным её классам имеет значения 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 125, 250), отношение же длины шагов к высоте неровностей различно. Волнистость занимает промежуточное положение между отклонением формы и шероховатостью поверхности. В нашей стране волнистость поверхности не стандартизована, при её назначении, в частности, руководствуются отраслевыми нормами. В требованиях, предъявляемых к волнистости поверхности, оговариваются 3 параметра: высота волнистости, наибольшая высота волнистости и средний шаг волнистости (см. рис. 5.4).

Таблица 5.2

Расшифровка требований шероховатости поверхности

На чертеже указано	Расшифровка требования
$\sqrt{Ra\ 2,5}$	Указано наибольшее значение параметра шероховатости R_a - среднего арифметического отклонения профиля - 2,5 мкм
$\sqrt{Rz\ 50\ min}$	Указано наименьшее значение параметра шероховатости R_z - высоты неровностей профиля по 10 точкам – 50 мкм
$Rz\ \begin{matrix} 0,10 \\ 0,05 \end{matrix}$	Указан диапазон изменения значений параметра шероховатости R_z : верхнее отклонение 0,1 мкм, нижнее – 0,05 мкм
$S_m\ 0,63\ +20\%$	Указано номинальное значение параметра шероховатости S_m - среднего шага неровностей 0,63 мкм с верхним предельным отклонением, составляющим 20 % от 0,63 мкм
$\sqrt{Rz\ 25}$	Все поверхности изделия имеют одинаковую шероховатость, характеризующуюся указанным максимальным значением – 25 мкм параметра R_z
$\sqrt{Rz\ 50\ (\checkmark)}$	Все поверхности, на которых на изображении не нанесены обозначения шероховатости или знак \checkmark , должны иметь шероховатость, указанную перед условным обозначением (\checkmark)

Отклонения формы и расположения поверхностей

Отклонение формы – это отклонение действительной поверхности от идеальной, геометрически правильной поверхности.

Отклонение расположения поверхности – это отклонение рассматриваемых поверхностей относительно базовых поверхностей осей и др.

Грамотное прочтение чертежа детали обеспечивает внимательное изучение следующих стандартов ЕСКД:

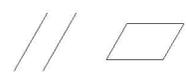
- ГОСТ 24642–81 Допуски формы и расположения поверхностей. Основные термины и определения;

- ГОСТ 24643–81 Допуски формы и расположения поверхностей. Числовые значения;

- ГОСТ 2.308–79 Указание на чертежах допусков формы и расположения поверхностей.

Вид допуска формы и расположения поверхностей должен быть обозначен на чертеже знаками (графическими символами, приведёнными в табл. 5.3).

Если на чертеже указаны два знака допуска формы и расположения поверхности, то их следует читать следующим образом, например:

 - знак суммарного допуска параллельности и плоскостности;

 - знак суммарного допуска перпендикулярности и плоскостности;

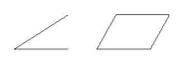
 - знак суммарного допуска наклона и плоскостности.

Таблица 5.3
Графическое обозначение видов допусков формы и расположения поверхностей

Группа допусков	Вид допуска	Знак
Допуск формы	Допуск прямолинейности	
	Допуск плоскостности	
	Допуск круглости	
	Допуск цилиндричности	
	Допуск профиля продольного сечения	
Допуск расположения	Допуск параллельности	
	Допуск перпендикулярности	
	Допуск наклона	
	Допуск соосности	
	Допуск симметричности	
	Позиционный допуск	
	Допуск пересечения осей	
Суммарные допуски формы и расположения	Допуск радиального биения	
	Допуск торцового биения	
	Допуск биения в заданном направлении	
	Допуск полного радиального биения	
	Допуск полного торцового биения	
Допуск формы заданного профиля		
Допуск формы заданной поверхности		

В прямоугольной рамке, разделённой на две и более части, помещены следующие данные о допусках формы и расположения поверхностей:

- в первой – знак допуска по табл. 5.3;
- во второй – числовое значение допуска, мм;
- в третьей и последующих – буквенное обозначение базы (баз) или буквенное обозначение поверхности, с которой связан допуск расположения.

Допуск относится к тому элементу, с которым соединена рамка.

Если рамка соединена с контурной линией поверхности или её продолжением, то допуск относится к поверхности или её профилю, (рис. 5.6).

Если соединительная линия является продолжением размерной линии, то допуск относится к оси или плоскости симметрии, (рис. 5.7).

В частности, если рамка соединена с изображением в соответствии с рис. 5.8, а, то допуск относится к боковым сторонам резьбы. Если рамку соединяют с изображением в соответствии с рис. 5.8, б, то допуск относится к оси резьбы.

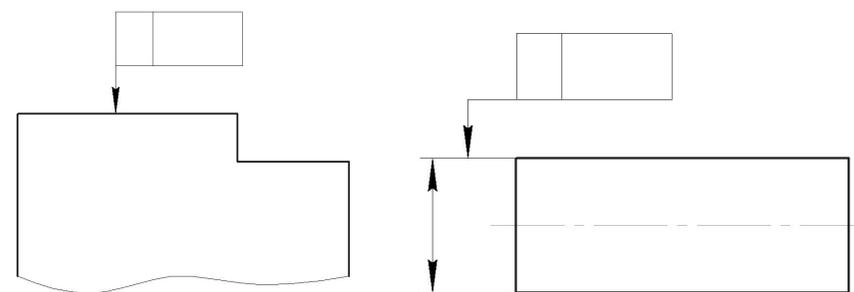


Рис. 5.6. Допуск относится к поверхности или её профилю

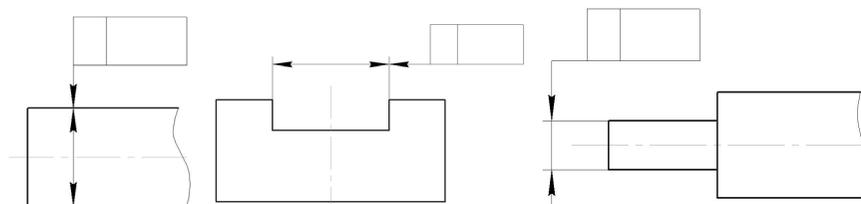


Рис. 5.7. Допуск относится к оси или плоскости симметрии

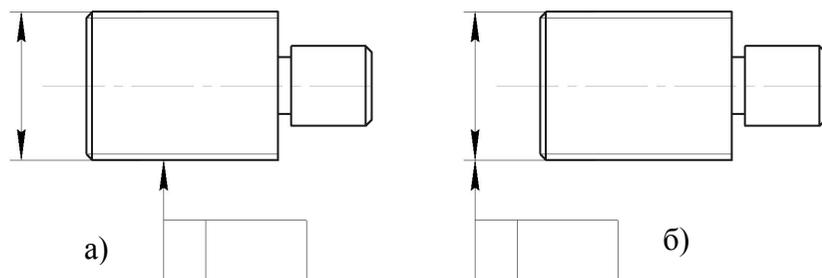


Рис. 5.8. Обозначение допуска на резьбовых поверхностях

Треугольником, соединённым при помощи соединительной линии с рамкой на чертеже, обозначены базы (рис. 5.9).

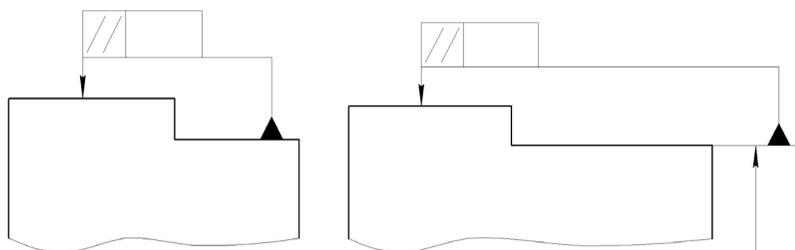


Рис. 5.9. В качестве базы указана поверхность или её профиль

Если треугольник расположен на конце размерной линии, то базой является ось или плоскость симметрии (рис. 5.10).

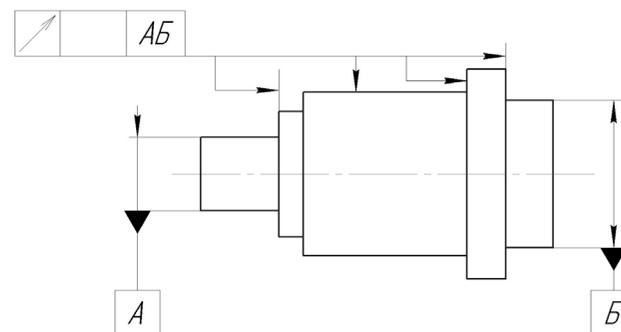


Рис. 5.10. Базой является ось

Попутно прокомментируем обозначения, данные на рис 5.10. Если от рамки отходит одна соединительная линия, разветвляемая затем ко всем нормируемым элементам, то это говорит о том, что повторяются одинаковые или разные виды допусков, обозначаемые одним и тем же знаком, которые имеют одинаковые числовые значения и относятся к одним и тем же базам. Их допускается указывать один раз.

Если рядом с обозначением базовой оси имеется надпись «ось центров», то это говорит о том, что базой является ось центровых отверстий (рис. 5.11, а). О том же говорит обозначение, данное на рис. 5.11, б.

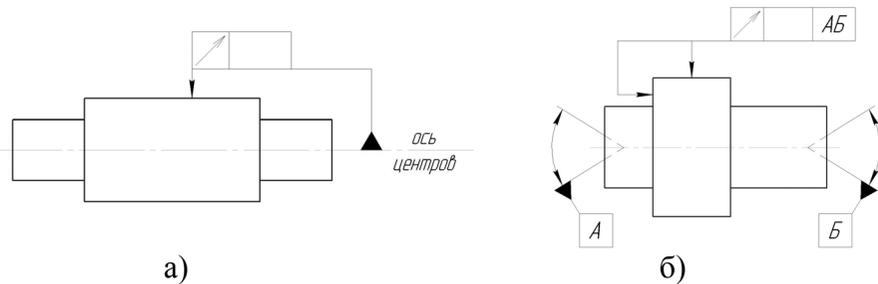


Рис. 5.11. Допускаемые стандартом обозначения базовой оси центров отверстий

Если треугольник на чертеже заменён стрелкой, то это говорит о том, что нет необходимости выделять как базу ни одну из поверхностей (рис. 5.12).

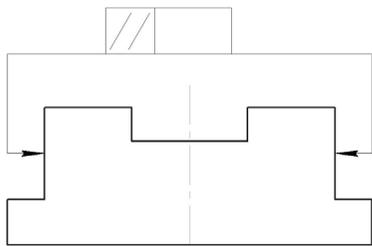


Рис. 5.12. В качестве базы не выделена ни одна из поверхностей

В табл. 5.4 приведён ряд примеров, поясняющих прочтение указанных на чертежах деталей допуска формы и расположения поверхностей.

Таблица 5.4
Примеры прочтения указанных на чертежах деталей допуска формы и расположения поверхностей

На чертеже обозначено	Следует читать
	Допуск прямолинейности поверхности в поперечном направлении 0,05 мм, в продольном направлении 0,1 мм
	Допуск круглости вала 0,02 мм
	Допуск цилиндричности вала 0,02 мм на длине 50 мм
	Допуск круглости вала 0,01 мм. Допуск профиля продольного сечения вала 0,01 мм

В составе других требований, которым нужны дополнительные пояснения, следует назвать требования к твердости. Основными ГОСТами на способы нормирования (измерения) твердости стали являются ГОСТ 9012-59 (твердость по Бринеллю), ГОСТ 2999-75 (твердость по Виккерсу), ГОСТ 9013-59 (твердость по Роквеллу).

Твердость по Бринеллю обозначается цифрами, характеризующими число твердости, и буквами НВ.

Пример: 175 НВ,

где 175 - число твердости, кгс/мм²,

НВ - твердость по Бринеллю.

При других режимах испытаний после букв НВ указывают условия испытания в следующем порядке: диаметр шарика, нагрузку и продолжительность выдержки под нагрузкой, разделенной косой чертой.

Пример: 175 НВ 5/750/20,

где 175 - число твердости, кгс/мм²,

НВ - твердость по Бринеллю,

5 - диаметр шарика, мм,

750 - нагрузка, кгс,

20 - время выдержки под нагрузкой,

Твердость по Виккерсу во всех случаях обозначается буквами НV без указания размерности - МПа (кгс/мм²). Основными параметрами при измерении твердости по Виккерсу будут нагрузка Р = 294 Н (30 кгс) и время выдержки 10-15 с.

В других случаях после символа НV указывают индексы, разделенные наклонной чертой и обозначающие нагрузку и время выдержки, и через тире – число твердости.

Пример: НV 30/20-420,

где НV - твердость по Виккерсу,

30 - нагрузка, кгс,

20 - время выдержки, с,

420 - число твердости.

Твердость по Роквеллу обозначается цифрами, характеризующими число твердости, и буквами НR с указанием шкалы твердости.

Пример: 60 НRСэ,

где 60 - число твердости,

НR - твердость по Роквеллу,

Сэ - шкала твердости.

Это первые исходные позиции знания о представлении требований к качеству деталей, которые в процессе выполнения курсового проекта следует углубить, воспользовавшись специальной и справочной литературой, нормативными изданиями.

Предварительный этап определения типа производства

Тип производства – одна из основных его классификационных категорий, влияющая на выбор технологических и организационных решений.

Вопрос определения типа производства в курсовом проекте рассматривается дважды: на первой аналитической стадии проектирования и затем после определения количества единиц оборудования на операциях ТП. На начальной стадии проектирования тип производства определяется на основе исходных данных по программе выпуска и массе детали. Для предварительного определения типа производства можно пользоваться данными [12, с. 11, табл. 1; 17]. По мере технологической проработки проекта к вопросу о типе производства возвращаются, уточняя ранее принятое решение по значению коэффициента закрепления операций (ГОСТ 14.004-74).

Анализ технологичности конструкции детали

Состав показателей технологичности и правила их выбора определяют ГОСТ 14.205-83, ГОСТ 14.201-83, ГОСТ 14.202-83.

Методика и примеры расчета основных и вспомогательных показателей технологичности подробно раскрыты в работах [9; 2; 27, С. 10 - 18]. В пояснительной записке должны быть определены как основные, так и вспомогательные показатели технологичности, в том числе коэффициент использования материала, коэффициент шероховатости, коэффициент точности.

Следует подчеркнуть значимость данной процедуры.

Анализ технологичности конструкции детали – особый базовый этап в формировании информационно-логического обеспечения подготовки и принятия решений проекта (рис. 5.13).

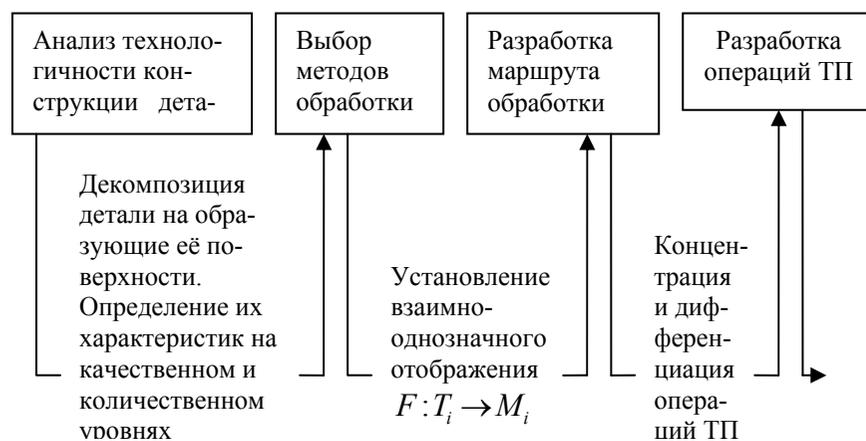


Рис. 5.13. Информационно-логическая связь этапов подготовки проекта (фрагмент): T_i - совокупность требований к i -й поверхности детали $T_i = \{T_1, T_2, \dots, T_n\}$, $n = 1, N$; M_i - множество методов обработки i -й поверхности детали $M_i = \{M_{ij}\}$, $j = 1, Q$.

5.2. Разработка технологической части проекта

В пояснительной записке должны быть раскрыты процедура и результаты разработки технологических процессов, указанных в задании: механообработки, лазерной обработки, нанесения покрытий, в частности методом магнетронного распыления, складирования, транспортирования и т.п. Ниже подробно представлены процедура и примеры разработки технологического процесса механической обработки, лазерной обработки, нанесения покрытий методом магнетронного распыления, технологические процессы складирования и транспортирования грузов.

Разработка технологического процесса

механической обработки детали

Стадии проектирования технологического процесса

механической обработки детали

Основные понятия, используемые при проектировании технологического процесса [7, 27, 28].

Единичным технологическим процессом называют технологический процесс изготовления изделия одного наименования, типоразмера и исполнения независимо от типа производства.

Типовым технологическим процессом называют технологический процесс изготовления группы изделий с общими конструктивными и технологическими признаками (детали типа валов, шестерен и т. д.).

Групповым технологическим процессом называют технологический процесс изготовления группы изделий с разными конструктивными, но общими технологическими признаками.

Позиция – новое положение установленной детали вместе с приспособлением относительно узлов станка.

Переход – законченная часть процесса, получения поверхности при обработке детали без изменения инструмента и технологических режимов (т.е. характерные признаки перехода – не изменяемые поверхность, инструмент, режимы)

Установ – совокупность позиций и переходов, выполняемых при одной установке детали без смены технологических баз и усилий зажима.

Операция – совокупность позиций, переходов и установов, выполняемых на одном рабочем месте.

Маршрут – совокупность операций, необходимых для обеспечения технических требований, предъявляемых к одному или нескольким взаимосвязанным параметрам изделия.

Передел – совокупность маршрутов, выполняемых одним технологическим методом. В машиностроении различают следующие технологические переделы [12]: литье; ковку; горячую штамповку; механообработку; лазерную обработку; термообработку; сварку, сборку; контроль, испытание; нанесение гальванопокрытий; нанесение лакокрасочных покрытий; санобработку; погрузочно-разгрузочные и транспортно-складские работы; консервацию, расконсервацию; упаковку.

Технологический цикл – совокупность технологических переделов, необходимых для получения готового изделия.

Названные понятия связывают с определенными стадиями, этапами проектирования технологического процесса. Разработка

технологического процесса ведется в направлении: технологический цикл → переделы → укрупненно разрабатывается технологический маршрут → технологический маршрут дифференцируется (концентрируется) по операциям → операции разбиваются на установы и т.д.

В маршруте изготовления детали содержатся операции смежных переделов: наряду с механообработкой – контроль, мойка, сушка, термообработка и т.д.

Процесс проектирования ТП включает следующие стадии:

1. Аналитическую. На данной стадии классифицируется объект обработки, дается обоснование выбора технологических баз и оценка возможностей обеспечения технических условий чертежа от выбранных технологических баз имеющимися техническими средствами.

2. Выбор вида и метода получения заготовки.

3. Выбор методов обработки поверхностей детали.

4. Разработку технологического маршрута механической обработки детали с выбором технологического оборудования и построение операций.

5. Разработку технологических операций с разбивкой их на установы и позиции.

6. Разбивку позиций на переходы с расчетом припусков, режимов резания.

7. Оформление технологической документации.

Классификация деталей и их технологические базы

За основу при проектировании ТП должен быть принят типовой технологический процесс обработки деталей того класса, к которому относится деталь. Следовательно, прежде всего необходимо дать классификационную характеристику детали с позиций ее принадлежности к тому или иному технологическому классу. Для определения класса детали, в частности, может быть применена классификация деталей по технологическому признаку. Она содержит шесть классов деталей, различных по принципам их базирования (табл. 5.5) [27]. Если деталь имеет признаки, характерные для деталей различных классов, то пользуются правилом [27]: классификацию начинают с определения основного класса, затем выявляют признаки, накладываемые на признаки основного класса, по ним определяют дополнительные классы детали. Например, шестерни в большинстве своем относятся к классу дисков, шестерни малого диаметра с большим диаметром отверстия могут быть отнесены к классу стаканов, вал – шестерня: основной класс – вал, зубчатый венец – элемент класса рычагов.

На основании данных классификации детали выбираются используемые для ее обработки технологические базы – основные и вспомогательные (табл. 5.6). К основным - относятся технологические базы, применяемые для базирования при обработке основных параметров детали. Вспомогательные базы применяются для получения основных баз и, если целесообразно, допускается обработка от них второстепенных параметров детали. Техноло-

гические базы детали, представляющей собой комбинацию признаков деталей различных классов, выбирают, пользуясь следующим правилом [27]: в качестве основной принимают основную базу основного класса, в качестве вспомогательных – предпочтительнее выбирать основные базы дополнительных классов.

Выбор вида и метода получения заготовки

В курсовом проекте должна быть приведена развернутая характеристика выбранного метода в соответствии с данными [1, с. 21 – 25; 25, с. 114 - 168].

Информация для выбора вида и метода получения заготовки

Выбор заготовки – важный этап при разработке технологического процесса, который влияет на его построение. Вид заготовки зависит от ряда факторов: материала; типа производства; суммарной стоимости получения заготовки и последующей механической обработки детали; конструкции и размеров детали. Оценка возможных вариантов заготовок проводится с учётом последующей обработки деталей по таким показателям, как коэффициент использования материала, трудоёмкость, себестоимость. В качестве примера приведены два варианта: трудоёмкость изготовления заготовки по первому варианту $T_{1\text{загот}}$ существенно ниже трудоёмкости второго варианта $T_{2\text{загот}}$, но при этом трудоёмкость последующей механической обработки по первому варианту $T_{1\text{мех}}$ значительно превышает аналогичный показатель второго варианта $T_{2\text{мех}}$. (рис. 5.14).

Классы деталей и их технологические базы [27]

Классы деталей	Технологические базы	
	основные	вспомогательные
1. Корпусные детали 1.1. Корпусные детали	Плоскость и два установочных отверстия на ней	Три взаимно перпендикулярные плоскости
1.2. Рычаги	Три взаимно перпендикулярные плоскости	Плоскость и две поверхности вращения либо наружные, либо внутренние
1.3. Фланцы	Плоскость и два отверстия, одно из которых концентрично главной оси детали	Плоскость и поверхность наружного контура
2. Тела вращения 2.1. Диски	Наибольший торец и наружная поверхность вращения	Торец и внутренняя поверхность вращения
2.2. Стаканы, цилиндры	Торец и внутренняя поверхность вращения	Торец и наружная поверхность вращения
2.3. Валы	Ось, определяемая двумя максимально удаленными друг от друга наружными поверхностями вращения, и торец	Две внутренние конические поверхности и торец

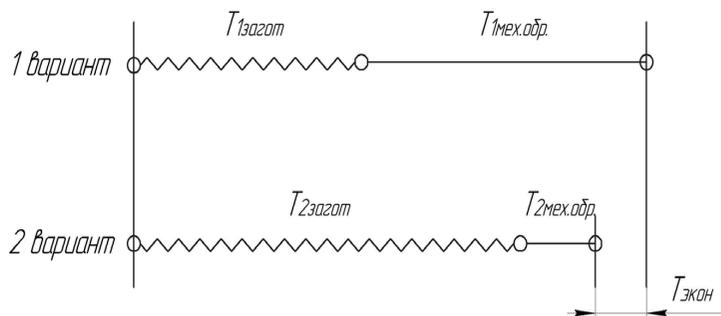


Рис. 5.14. К выбору варианта метода получения заготовки

Второй вариант предпочтительнее, так как механообработка более дорогая и процессы механической обработки уступают процессам заготовительных операций по производительности.

ВИДЫ ЗАГОТОВОК

Прокат

Прокат может быть изготовлен в виде прутков, круглых, квадратных, шестигранных, фасонных в поперечном сечении, а также в виде труб, полос. Материал проката – сталь и цветные сплавы. Заготовки из прутка выбираются для деталей с прямолинейной осью без больших перепадов размеров (см. пример на рис. 5.15).

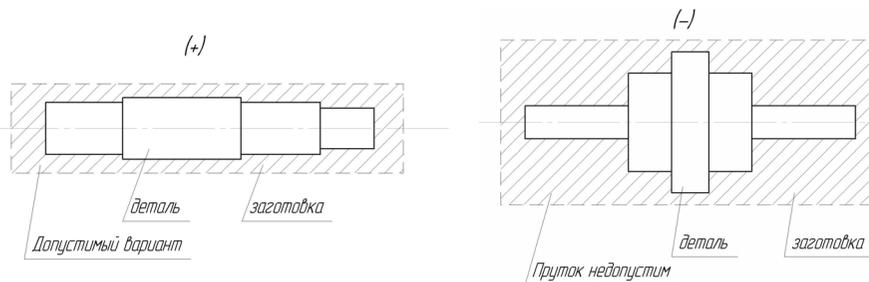


Рис. 5.15. К выбору заготовки из проката

На рис. 5.15 знаком (+) указан вариант детали, для которой допустимо использование заготовки из проката.

Кроме обычного проката, промышленностью выпускается периодический в продольном сечении прокат (рис. 5.16).

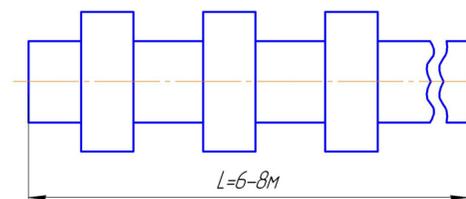


Рис. 5.16. Пример периодического проката

При выборе заготовки из проката надо учитывать его стандартные размеры и допускаемые отклонения. В качестве примера приведены установленные ГОСТ 2590-88 размеры диаметра круглого проката: ..., 20, 21, 22, 24, 25, 26, 28, ..., 50, 53, 56, 60, ..., 105, 110, 120, ...

Допускаемые отклонения указаны в табл. 5.6 на примере проката обычной и повышенной точности.

Таблица 5.6

Допускаемые отклонения для проката

Точность	Диаметры проката, мм	
	29 ... 48	50 ... 58
Обычная	+0,4	+0,4
	-0,7	-1,0
Повышенная	+0,2	+0,2
	-0,7	-1,0

Большую экономию даёт выпуск проката с минусовыми значениями допуска

Кроме того, при выборе заготовки из проката следует учитывать потери на отрезку, (рис. 5.17). В табл. 5.7 указана ширина реза при различных способах отрезки.

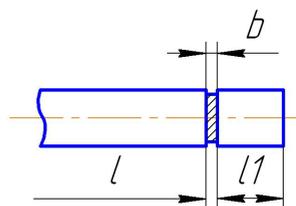


Рис. 5.17. Ширина реза при отрезке проката: L – длина прутка; l – длина заготовки; b – ширина реза

Таблица 5.7

Ширина реза при различных способах отрезки для диаметров от 50 до 100 мм

Способ отрезки	Ширина реза, мм
Механическая ножовка	3
Дисковая пила	5 - 6
Токарноотрезной автомат	4 - 5
Ленточная пила	2
Рубка на прессе	4 - 5

По производительности рубка на прессе предпочтительнее, с позиции экономии металла предпочтительнее ленточная пила. Предварительная обработка заготовок проката заключается в отрезке, очистке, галтовке в барабанах.

Поковки

Поковки изготавливаются обычной горячей штамповкой на молотах, прессах, горячекатаных машинах.

Поковки свободной ковки, применяемые в единичном производстве, могут быть до 100 т и выше. На молотах изготавливают поковки массой от 0,5 до 300 кг, на прессах – от 0,5 до 100 кг, на ковочных машинах – от 0,5 до 50 кг.

По ГОСТ 7505–89 установлены пять классов точности поковок. В качестве примера в табл. 5.8 дана выдержка из стандарта.

Таблица 5.8

Значения допусков поковок по группам точности

Масса поковки, кг	Классы точности		
	первый	второй	третий
50 - 125	+2,4	+3,0	+3,7
	-1,2	-1,5	-1,9
125 - 250	+2,7	+3,3	+4,2
	-1,3	-1,7	-2,1

При изготовлении поковок первой группы точности используется больше штампов. В данном случае важна программа выпуска. При выборе между поковкой и прокатом также следует учитывать тип производства (см. графики сравнительной себестоимости изготовления проката и отливок, рис. 5.18).

Отливки

Отливки в основном назначаются на корпусные детали из чугуна и цветных сплавов. В зависимости от массы, конструкции детали, типа производства выбирают способы получения отливок в землю, кокиль, в металлическую форму, под давлением, в оболочковую форму, по выплавляемым моделям. Простейший метод получения отливок в землю показан на рис. 5.19.

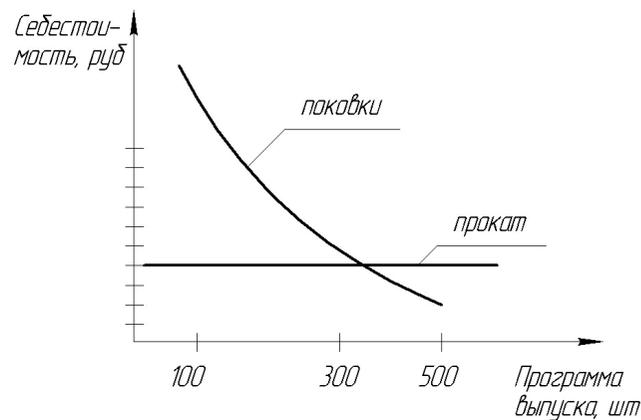


Рис. 5.18. Зависимость себестоимости изготовления заготовок поковкой и прокатом от программы выпуска

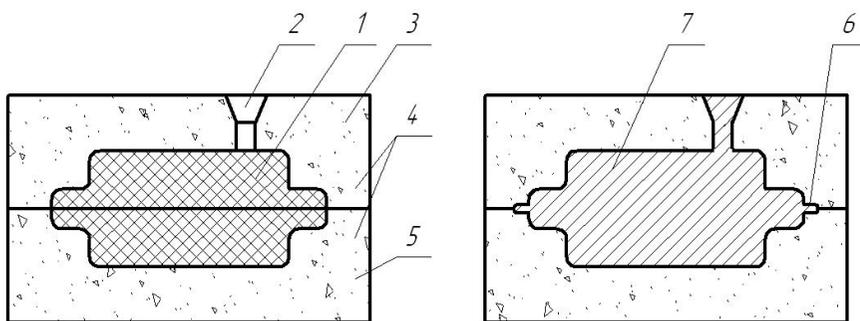


Рис. 5.19. Метод получения отливки в землю: 1 - деревянная модель; 2 - литниковая система; 3 - опока; 4 - верхняя и нижняя части опоки; 5 - трамбовочная смесь; 6 - облой; 7 - отливка

Точность отливок определяется стандартом (ГОСТ 26645-85).

Поставляемые из заготовительного производства отливки должны быть подготовлены, то есть выполнены операции обрубки литниковой системы, облоя, очистки в барабанах или дробеструйной или ультразвуком, а также термические операции (отжиг, нормализация), грунтовка. Для сложных и ответственных корпусных деталей отливки подвергаются старению естественному или искусственному. Желательно перед операцией старения с отливки снять слой металла.

Металлокерамические заготовки

Металлокерамические заготовки получают методом порошковой металлургии путём прессования. Используемые порошки — железо, никель, хром, медь. На основе данного метода можно получить детали с различными свойствами (магнитные, немагнитные, фрикционные, нефрикционные и т.д.). Область применения металлокерамических заготовок — пластинки из твёрдого сплава, шестерни насосов, втулки, звёздочки.

Метод очень производителен, но оборудование для него сложное, изготавливаемые изделия имеют массу до 100 кг.

Сварные заготовки

Сварные заготовки выполняют из проката (используются листы, полосы). Их применяют при изготовлении корпусных деталей, рычагов, каркасов, других металлоконструкций. Недостатки сварных заготовок обусловлены наличием сварного шва, ослабляющего прилегающие к нему области.

Заготовки из неметаллических материалов

В качестве неметаллических материалов используются различные виды пластмасс, в основном методы получения заготовок из пластмасс – литьё под давлением, прессование.

Выбор методов обработки поверхностей детали

Требования к обрабатываемым поверхностям детали могут быть обеспечены на основе применения различных методов. Сравнительная характеристика методов обработки поверхностей и поверхностного слоя детали дана в табл. 5.9 и 5.10. Данные о точности методов содержатся во многих источниках [25, с. 8 – 10, табл. 4, с. 11 – 15, табл. 5, с. 106, табл. 8, с. 108, табл. 1.2, 14, с. 109, табл. 15, с. 190, табл. 27; 20, с.26 – 28,46 - 50]. Выбор методов обработки диктуется типом производства, размерами технологических затрат, наличием оборудования, технологической оснастки и другими факторами. Это сложная кропотливая задача. Для её грамотного выполнения надо знать, как к её решению подходят специалисты. В качестве примера приводятся знания, полученные на основе опыта технологических отделов ОАО “ВМТЗ” [47] по обработке отверстий в различных деталях основного производства. Сущность подхода в следующем. Подавляющее количество классов деталей имеет в составе своих поверхностей отверстия, это, как правило, наиболее точные поверхности. Технологические задачи по их обработке решались специалистами различных цехов. В целях повышения качества принимаемых решений, снижения трудоёмкости разработки ТП по их изготовлению было принято решение объединить отверстия по требованиям точности к их изготовлению в пять групп:

- отверстия 6-го качества;
- отверстия 7-го и 8 -го качества;
- отверстия 9-го качества;

- отверстия 11-го качества;
 - отверстия 12-го и 14-го качества;
- по материалу деталей в три группы:
- стальные;
 - алюминиевые;
 - чугунные,
- по значению диаметра в три группы:
- свыше 18 до 32 мм включительно;
 - свыше 32 до 80 мм включительно;
 - свыше 80 мм.

Таким образом, всё множество обрабатываемых на ОАО “ВМТЗ” отверстий было распределено по 65 группам, для каждой из них разработан свой технологический маршрут. Результаты представлены следующим образом. В табл. 5.11 показаны группы деталей, для которых проводилась унификация обработки их отверстий. Параметры шероховатости и точности обработки отверстий даны в табл. 5.12. В табл. 5.13 содержатся данные о технологических переходах обработки отверстий и указаны их условные обозначения. Рекомендуемый порядок назначения технологических переходов механической обработки отверстий диаметром до 18 мм представлен в табл. 5.14, свыше 18 мм – в табл. 5.15.

В пояснительной записке решение данного вопроса должно быть представлено следующим образом: вычерчивается деталь, допустимо вычерчивать её без масштаба, но с соблюдением пропорций, на чертеже даётся цифровое обозначение обрабатываемых поверхностей, затем заполняется таблица “Методы обработки поверхностей детали” (см. пример рис. 5.20 и табл. 5.16). В пояснениях к табл. 5.16 даётся сравнительная характеристика допустимых вариантов обработки поверхностей, рекомендации см. в [10, 19, 25].

Таблица 5.9

Шероховатость поверхности и точность после различных методов обработки

Методы обработки	Значение параметра R_a , мкм	Квалитет точности	Методы обработки	Значение параметра R_a , мкм	Квалитет точности
Фрезерование: цилиндрической фрезой: черновое чистовое	25...50	12...13	Полирование: обычное тонкое	0,2...1,6	6
	3,2...6,3	11		0,05...0,1	5
торцевой фрезой: черновое чистовое	6,3...12,5	12...13	Доводка: средняя тонкая отделочная (зеркальная)	0,1...0,2	5...6
	3,2...6,3	11		0,05	5
Точение с продольной подачей: получистовое чистовое тонкое (алмазное)	6,3...12,5	12...13		0,012...0,025	-
	1,6...3,2	7...9	Хонингование	0,05...0,4	6...8
	0,4...0,8	6	Суперфиниширование	0,1...0,4	5 и точнее
Сверление: до 15 мм св. 15 мм	6,3...12,5	10	Зубофрезерование (копирование): черновое чистовое	25...100	15...17
	12,5...25	10		3,2...12,5	10...12
Зенкерование: черновое чистовое	12,5...25	12...15	Зубофрезерование (обкатка): черновое чистовое	25...100	15...17
	3,2...6,3	10...11		1,6...12,5	12...13
Растачивание: черновое чистовое тонкое (алмазное)	50...100	15...17	Зубодолбление (копирование): черновое чистовое	25...100	15...17
	1,6...3,2	8...9		3,2...25	10...12
	0,1...0,8	7	Зубодолбление (обкатка): черновое финишное	12,5...50	12...15
Развертывание: получистовое чистовое тонкое	6,3...12,5	9...10		1,6...12,5	12...13
	1,6...3,2	7...8	Зубопритирка	0,1...0,2	5 и точнее
0,4...0,8	7	Протягивание: получистовое чистовое		6,3	8...9
Притирка: чистовая тонкая	0,8...3,2		7...8	0,8...3,2	7...8
	0,4...3,2	6...7			
	0,1...1,6	5			

Окончание табл.5.9

Методы обработки	Значение параметра R_a , мкм	Квалитет точности
Нарезание резьбы: резцом плашкой фрезой резьбонарезной головкой метчиком	2,2 (1,6)...6,3 3,2 (6,3)...12,5 3,2 (1,6)...12,5 3,2...6,3 3,2 (1,6)...12,5	6 (5) ...8 8 (6) 5...8 7(6)...8 7 (6,4)
Шлифование резьбы	0,40...1,6	4...6
Накатывание резьбы	0,20...3,2	4...8
Электрофизическая и электрохимическая обработка: стальные детали электроимпульсная электроискровая электрохимическая световым лучом электрохимико-механическая детали из твёрдых сплавов: электроимпульсная ультразвуковая электроискровая световым лучом электронно-алмазная	12,5...25 0,20...12,5 0,40...0,80 0,80...3,2 0,025-0,008 6,3...12,5 0,4...0,3,2 0,40...3,2 0,10...0,80 0,10	9...11 5...9 9...11 11...12 Исходный 9-11 5...9 5...9 9...11 5...7

Стадии разработки технологического маршрута

обработки детали

Разработка технологического маршрута независимо от типа производства включает следующие стадии [27]:

1. Формирование вспомогательных технологических баз.
2. Формирование основных технологических баз.
3. Выполнение операций по завершению приближения формы заготовки к форме детали.
4. Выполнение смежных технологических переделов.
5. Обеспечение размерной точности параметров детали.
6. Обеспечение пространственно-геометрической точности детали.
7. Обеспечение контактной жёсткости и точности параметров детали.
8. Выполнение смежных технологических переделов.

В процессе разработки маршрута определяется степень дифференцирования и концентрации операций технологического процесса.

Таблица 5.10

Характеристика технологических методов обработки поверхностного слоя деталей машин

Методы обработки и способы нанесения покрытий	Обрабатываемый материал	Шероховатость поверхности R_a , мм	Толщина модифицированного слоя, мм	Назначение обработки
Упрочнение поверхностным пластическим наклепом				
Обработка дробью (стальными шариками диаметром 1...5 мм) *	Чугуны, стали, сплавы	Ухудшается; обеспечивает 16...2,5	0,2...1,0	Повышение сопротивления усталости
Центростремительная обработка (шариками или роликами)*	То же	Ухудшается; обеспечивает 0,63...0,16	0,05...0,3	То же
Поверхностное обкатывание *	>>	Обеспечивает 1,25...0,04	0,1...0,5	>>
Выглаживание (алмазное) *	>>	Обеспечивает 1,25...0,04	0,01...0,3	>>
Поверхностная термическая обработка				
Закалка с нагревом токами ВЧ **	Стали	Не изменяется	0,2...10,0	Повышение сопротивления усталости, износостойкости
Термическая обработка				
Отжиг для снятия остаточных напряжений*	Стали, сплавы	Не изменяется	Не изменяется	Повышение сопротивления усталости при высокой температуре
Методы нанесения покрытий				
Осаждение из растворов и расплавов **	Чугуны, стали, сплавы, металлы	Обеспечивает 2,5...0,08	$10^{-1} \dots 10^{-2}$	Повышение сопротивления коррозии, износостойкости
Прямое электронно-лучевое испарение в вакууме*	Стали, сплавы, металлы, керамика, порошки	Остаётся неизменной	$10^{-1} \dots 10^{-5}$	>>
Вакуумно-плазменное распыление *	Стали, сплавы, металлы, керамика	Ухудшается	$10^{-1} \dots 10^{-3}$	Повышение сопротивления коррозии, износостойкости, жаростойкости и сопротивления эрозии
Магнетронное распыление *	Стали, сплавы, металлы, керамика	Остаётся неизменной	$10^{-1} \dots 10^{-5}$	То же
Электродуговая металлизация *	>>	Ухудшается	$10^{-1} \dots 10^{-3}$	>>
Электро-химическое осаждение из растворов и расплавов:				

* точность обработки детали сохраняется

** точность обработки детали ухудшается

Продолжение табл. 5.10

Методы обработки и способы нанесения покрытий	Обрабатываемый материал	Шероховатость поверхности R_a , мм	Толщина модифицированного слоя, мм	Назначение обработки
хромирование *	Металлы, сплавы, чугуны, стали	Обеспечивает 2,5...0,32	$1 \dots 10^{-2}$	Повышение сопротивления коррозии, износостойкости
борирование *	Стали, металлы, сплавы	Обеспечивает 4,0...0,5	$1 \dots 10^{-1}$	Повышение сопротивления коррозии и износостойкости
оксидирование *	Аллюминий и его сплавы	Ухудшается	$10^{-1} \dots 10^{-2}$	То же
Плазмохимическое осаждение в вакууме	Металлы, стали, сплавы, керамика, порошки	Остаётся неизменной	$1 \dots 10^{-4}$	Повышение жаростойкости, сопротивления коррозии, износостойкости, эмиссионных характеристик
Химико-термическая обработка				
Диффузионное насыщение поверхностного слоя:				
азотирование *	Металлы, стали, чугуны, сплавы	Остаётся неизменной	$1 \dots 10^{-2}$	Повышение износостойкости, сопротивления коррозии, жаростойкости
цементация *	Малоуглеродные стали, сплавы, металлы	То же	$1 \dots 10^{-2}$	Повышение износостойкости
борирование **	Стали, металлы, сплавы	>>	$0,35 \dots 10^{-3}$	Повышение износостойкости, сопротивления эрозии, коррозии, жаростойкости
силицирование **	То же	>>	0,2...0,05	То же
хромирование *	Стали, чугуны, тугоплавкие металлы, сплавы	Ухудшается	0,2...0,02	>>
Ионно-лучевая обработка				
Ионная очистка*	Металлы, сплавы, керамика, стали	Улучшается	—	Очистка поверхности от загрязнений, создание требуемого рельефа, улучшение адгезионных свойств
Лазерная обработка				
Термообработка **	Металлы, сплавы, стали	Ухудшается	$1 \dots 10^{-2}$	Повышение сопротивления коррозии, эрозии, усталости, жаростойкости, износостойкости
Легирование **	То же	То же	$1 \dots 10^{-1}$	То же

Таблица 5.11

Конструктивно-технологическая классификация деталей, принятая на ОАО «ВМТЗ» для обработки отверстий в деталях

Группа деталей	Детали	Класс детали (по табл. 5.5)
2	Рычаги (шатуны, кронштейны, вилки)	1,2
3	Втулки, стаканы, диски (цилиндры, поршни, шестерни, маховики)	1,3; 2,1; 2,2
4	Валы, оси (пальцы, шпильки, коленчатые и распределительные валы, валы - шестерни)	2,3

Окончание табл. 5.12

Материал	Класс точности	Диаметр обрабатываемого отверстия, мм			
		До 18	Св18до 32 вкл	Св32 до 80 вкл	Св 80
Алюминий	H6	Ra 0.63	Ra 0.63	Ra 0.63	Ra 0.63
	H8	Ra 1.25	Ra 1.25	Ra 2.5	Ra 2.5
	H8 - H9	Ra 2.5	Ra 2.5	Rz 20	Rz 20
	H11	Rz20	Rz 20	Rz 40	Rz 40
	H12 -H14	Rz40	Rz 80	Rz 80	Rz 80

Таблица 5.12

Параметры шероховатости и точности отверстий

Материал	Класс точности	Диаметр обрабатываемого отверстия, мм			
		До 18	Св18до 32 вкл	Св32 до 80 вкл	Св 80
Сталь и чугуны	H6	Ra0.63	Ra 1.25	Ra 1.25	Ra 1.25
	H8	Ra1.25	Ra 2.5	Ra 2.5	Ra 2.5
	H8 - H9	Rz20	Rz 20	Rz 20	Rz 20
	H11	Rz20	Rz 40	Rz 40	Rz 40
	H12 - H14	Rz40	Rz 80	Rz 80	Rz 80

Таблица 5.13

Условные обозначения технологических переходов

Наименование переходов	Условное обозначение
Сверление	С
Рассверливание	С2
Зенкерование	З
Развертывание	Р
Расточка	РС
Расточка алмазная (тонкая)	РСА
Раскатка	РК
Протягивание	П
Дорнование	Д
Хонингование	Х

Таблица 5.14

Обработка отверстий диаметром до 18 мм

Диаметр обрабатываемого отверстия, мм	Технологические переходы обработки отверстий по классам точности				
	H6	H7 - H8	H9	H11	H12 - H14
До 8	–	СРР	СР	СЗ	С
Св 8 до 18 вкл	–	СЗРР	СЗР	СЗ	С

Таблица 5.15

Обработка отверстий диаметром свыше 18 мм

Материал	Диаметр обраб. отверстия, мм	Группа детали	Технологические переходы обработки отверстий по классам точности				
			H6	H7 - H8	H9	H11	H12 - H14
Сталь	Св. 18 до 32 вкл	1	-	СРЗРСАРК(СЗРР)	СЗР	СЗ	С
		2	-	СЗРСАРК	СП(СЗР)	СЗ	С
		3	-	СЗРСАРК	СП(СЗР)	СЗ	С
		4	-	СЗРСАРОА(СЗРР)	СЗР	СЗ	С
	Св. 32 до 80 вкл.	1	-	ЗРСРОАРК(ЗЗРР)	ЗЗР	ЗЗ	З(РС)
		2	ПРКРСАХХ	ЗЗРСАРК	ЗП(ЗЗР)	ЗЗ	З(РС)
		3	-	ЗРОРОАРК	ЗП(ЗЗР)	ЗЗ(ЗРО)	З(РС)
		4	-	ЗРСРСАРК	ЗЗР	СЗЗ(РО)	СЗЗ
	Св. 80	1	-	РСРСРСАРК	РСРСР	РСРС	РС
		2	-	РСРСРСАРК	РСРСР	РСРС	РС
		3	-	РСРСРСАРК	РСРСР	РСРС	РС
		4	-	-	-	-	-
Чугун	Св. 18 до 32 вкл	1	-	СЗЗР	СЗР	СЗ	С
		3	-	СЗРР(СЗРСА)	СЗР(СП)	СЗ	С
		4	-	СЗРР(СЗРСА)	СЗР	СЗ	С
	Св. 32 до 80 вкл.	1	ПРСРСРРК (Х)	СЗРР	ЗЗР	ЗЗ	З(РС)
		3	-	СЗРР(СЗРСА)	ЗЗР(ЗП)	ЗЗ	З(РС)
		4	-	СЗРР(СЗРСА)	ЗЗР	ЗЗ(РСЗ)	З(РС)
	Св. 80	1	-	РСРСРР(РСРСРСА)	РСРС	РСРС	РС
		3	ЗПХХ	РСРСРСА	РСРС	РСРС	РС
		4	-	РСРСРСА	РСРС	РСРС	РС
Алюминий	Св. 18 до 32 вкл	1	-	СЗРРК(СЗРСАРК)	СЗР	СЗ	С
		3	-	СРСРСАРК	СП(СЗР)	СЗ	С
	Св. 32 до 80 вкл.	1	-	ЗРСРРК(РСРСРСАРК)	ЗРСР	ЗЗ(ЗРС)	З(РС)
		3	-	ЗРСРСАРК	ЗП(ЗРСР)	ЗЗ(ЗРС)	З(РС)

Примечание: буква “О” рядом с условным обозначением технологического перехода указывает на однократную обработку

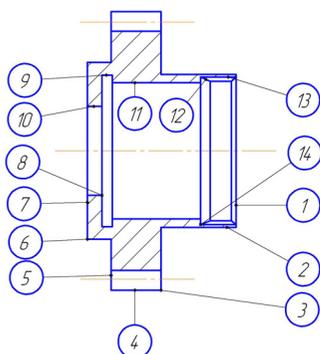


Рис. 5.20. Обрабатываемые поверхности фланца БЯ8.035.775

Таблица 5.16
Методы обработки поверхностей фланца БЯ8.035.775 (фрагмент)

Требования чертежа детали				Характеристики метода обработки		
№ поверхности	Наименование поверхности	Параметры шероховатости, мкм	Квалитет	Метод обработки	Обеспечиваемые параметры	
					Шероховатость, мкм	Квалитет
1	Торец, выдерживаемый размер 13,5-0,12	Rz 20	11	Точение черновое	Rz 80	11
				получистовое	Rz 20	10
2	Наружная поверхность вращения ф17,5-0,18	Rz 2,5	9	Точение черновое	Rz 80	11
				получистовое	Rz 20	10
				чистовое	Rz 2,5	9
...						

Под *дифференцированием* понимается разделение сложных, многопозиционных операций, включающих различные переходы и установки, на наиболее простые, вплоть до однопереходных. Дифференцирование позволяет снизить требования к квалификации исполнителей, снизить затраты на оборудование. Чрезмерная дифференциация влечёт неоправданное удлинение маршрута, увеличение времени обработки детали, лишние межоперационные заделы.

Под *концентрацией* операций понимается объединение нескольких простых операций в одну сложную многопозиционную операцию, включающую различные переходы и установки. Концентрация операций позволяет повысить точность взаимного расположения поверхностей, обрабатываемых при одном установе, производительность обработки, но при этом влечёт усложнение технологического оборудования. Кроме того, не всегда концентрация операций увеличивает точность изготовления детали. Снижение точности может явиться результатом объединения операций различных стадий технологического маршрута обработки детали.

При построении технологического маршрута следует соблюдать принцип оптимального сочетания дифференцирования и концентрации операций технологического процесса. Представленные выше стадии маршрута – стадии оптимального разбиения операций, цель которых – обеспечение высокого качества и оптимальной производительности. Поэтому концентрацию операций следует производить внутри стадий, операции различных стадий объединять нельзя. В этом заключается принцип оптимальной концентрации операций. Степень производимой концентрации операций определяется типом производства, а также технико-экономической целесообразностью.

Выбор оборудования. Исходная информация

При выборе технологического оборудования следует учитывать рекомендации, данные в ряде источников [10; 19; 2; 18; 25]. Необходимые сведения содержатся в каталогах металлорежущих станков и специальной литературе [27]. Достаточно полная информация о технических характеристиках станков, предлагаемых различными фирмами, поступает в технологические отделы и службы завода. Парк современного оборудования с учётом иностранных предложений очень разнообразен, в том числе по уровню заложенных технических решений. В любом случае в качестве первичной основы следует помнить классификацию станков (табл. 5.17).

В пояснительной записке должно быть представлено описание технологических возможностей оборудования, его технические характеристики.

В качестве примера рассмотрим обрабатывающий центр TOStec - Prima фирмы TOS Varndorf. Данный станок рассматривается далее в примере альтернативного варианта обработки станины ВИГЕ. Обрабатывающий центр TOStec – Prima относится к серии TOStec, включающей в себя гамму горизонтальных центров, реализованных на новой современной базе. Основой их построения считается применение модульной системы на базе типовых узлов. Базовая конструкция станка включает в себя две независимые Т-образно расположенные станины, поперечное перемещение обеспечивается движением по станине стойки со шпиндельной головкой, продольное перемещение задается движением по станине поворотного стола. Станок имеет пять непрерывно управляемых осей, управляе-

мую регулировку частоты вращения шпинделя с возможностью угловой установки положения, устройством автоматической смены инструмента и др. В станке реализуется любое конструктивное решение по размерам рабочего пространства, типам фрезерных головок, рабочим перемещениям. Конструкция станка позволяет реализовать сложные программы обработки как средних деталей.

На рис. 5.21 дан внешний вид обрабатывающего центра TOStec- Prima а, в табл. 5.18 – его технические характеристики.



Рис. 5.21. Внешний вид ОЦ TOStec- Prima

Технологический маршрут должен быть представлен по форме (табл. 5.19).

Таблица 5.17

Классификация станков

Станки	Группа	Тип станка							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Токарные	1	Автоматы и полуавтоматы		Револьверные	Токарно-револьверные полуавтоматы	Карусельные	Токарные и лоботокарные	Многорезцовые и копировальные	Специализированные
		одношпиндельные	многошпиндельные						
Сверлильные и расточные	2	Полуавтоматы			Координатно-расточные	Радиально- и координатно-сверлильные	Расточные	Отделочно-расточные	Горизонтально-сверлильные
		настольно- и вертикально-сверлильные	одношпиндельные	многошпиндельные					
Шлифовальные, полировальные, доводочные, заточные	3	Круглошлифовальные, бесцентровошлифовальные	Внутришлифовальные	Обдирочно-шлифовальные	Специализированные шлифовальные	Продольно-шлифовальные	Заточные	Плоскошлифовальные	Притирочные, полировальные, хонингованные, доводочные
Комбинированные	4	–	–	–	–	–	–	–	–
Зубо- и резьбообрабатывающие	5	Зубострогальные и зубодолбежные для цилиндрических колес	Зуборезные для конических колес	Зубофрезерные для цилиндрических колес и шлицевых валов	Для нарезания червячных колес	Для обработки торцов зубьев колес	Резьбофрезерные	Зубоотделочные, проверочные и обкатные	Зубо- и резьбошлифовальные
Фрезерные	6	Вертикально-фрезерные консольные	Фрезерные непрерывного действия	Продольные одностоечные	Копировальные и гравировальные	Вертикально-фрезерные бесконсольные	Продольные двухстоечные	Широкоуниверсальные	Горизонтально-фрезерные консольные
Строгальные, долбежные, протяжные	7	Продольные		Поперечно-строгальные	Долбежные	Протяжные горизонтальные	Протяжные вертикальные для протягивания:		–
		одностоечные	двухстоечные				внутреннего	наружного	
Разрезные	8	Отрезные, работающие			Правильно-отрезные	Ленточно-пильные	Отрезные с дисковой пилой	Отрезные ножовочные	–
		резцом	абразивным кругом	гладким или насечным диском					
Разные	9	Трубо- и муфто-обрабатывающие	Пилонасекательные	Правильно- и бесцентрово-обдирочные	–	Для испытания инструментов	Делительные машины	Балансировочные	–

Таблица 5.18

Технические характеристики станка

Параметры	Значения параметров
Поперечное перемещение стола X , мм	1600, 2000
Вертикальное перемещение шпиндельной головки Y , мм	1000, 1300
Поперечное перемещение стойки Z , мм	1000, 1400
Диаметр рабочего шпинделя, мм	100
Мощность главного двигателя, кВт	22
Перемещение рабочего шпинделя W , мм	500
Номинальные обороты рабочего шпинделя для головки с невыдвижным шпинделем, мин ⁻¹	10-7800
То же со встроенным шпинделем, мин ⁻¹	10000-30000
Диапазон рабочих подач X, Y, Z, W , мм/мин	20000
Ускоренная подача - X, Y, Z, W	30000
Максимальная масса обрабатываемой детали, кг	5000
Размеры зажимной поверхности стола, мм	1000x1250
Крепежная поверхность, мм	1000x1000, 1000x1250
Максимальная масса изделия, кг	4000
Автоматическая смена инструмента, кол-во мест	
- дисковый	10-30
- цепной	40, 48, 60, 80
- меандровый	100, 120
- стеллажный	100, 200
- линейный	5-30

Таблица 5.19

Технологический маршрут обработки детали
(наименование и номер детали)

№ п/п	Перечень операций	Технологическое оборудование		
		Наименование, тип, модель	Количество	Ориентировочная стоимость, тыс. руб.

Разработка технологических операций механической обработки

Разработка технологических операций представляет собой их разбивку на установы, позиции, переходы. На этой стадии начинается формирование состава технологической оснастки, производится выбор средств и методов наладки оборудования. Одной из основных задач данной стадии считается обоснование выбора схем базирования.

Определение погрешностей базирования.

Исходная информация

При несоблюдении правила совмещения баз возникает необходимость в пересчете конструкторских размеров в технологические. Цель пересчёта заключается в определении погрешности замыкающего звена и сравнении её с допуском на размер. Расчёт размерных цепей производят в соответствии с ГОСТ16319-80 и с ГОСТ16320-80. При расчётах пользуются формулами определения размера замыкающего звена

$$h = H - T,$$

где H – размер, связывающий конструкторскую и технологическую базы;

T – размер, связывающий технологическую базу с обрабатываемой поверхностью.

Погрешность размера замыкающего звена при расчётах по методу максимума – минимума

$$\varepsilon_h = T_H + T_T,$$

где T_H – допуск на размер H , установленный чертежом;

T_T – допуск на технологический размер;

либо по формуле

$$\varepsilon_h = \sum T_i,$$

где T_i – допуск на размер каждого звена цепи.

Пример. Рассмотрим вариант обоснования выбора базы при обработке поверхности C детали. Пусть на 1-м, 2-м и 3-м переходах получены размеры A , B , V , Γ с указанными на чертеже (рис.5.22) допусками. Дать обоснование выбора варианта базирования при обработке поверхности C (размер Γ).

Теоретические схемы базирования детали должны быть представлены в соответствии с требованиями ГОСТ 21495-76. Не следует подменять их в данном разделе пояснительной записки представлением схем установки или способов установки, также не рекомендуется совмещать их представление. В табл. 5.20 указано применение каждой из них в технологической документации.

Теоретические схемы базирования должны быть представлены в пояснительной записке пооперационно в соответствии с примером (табл. 5.21).

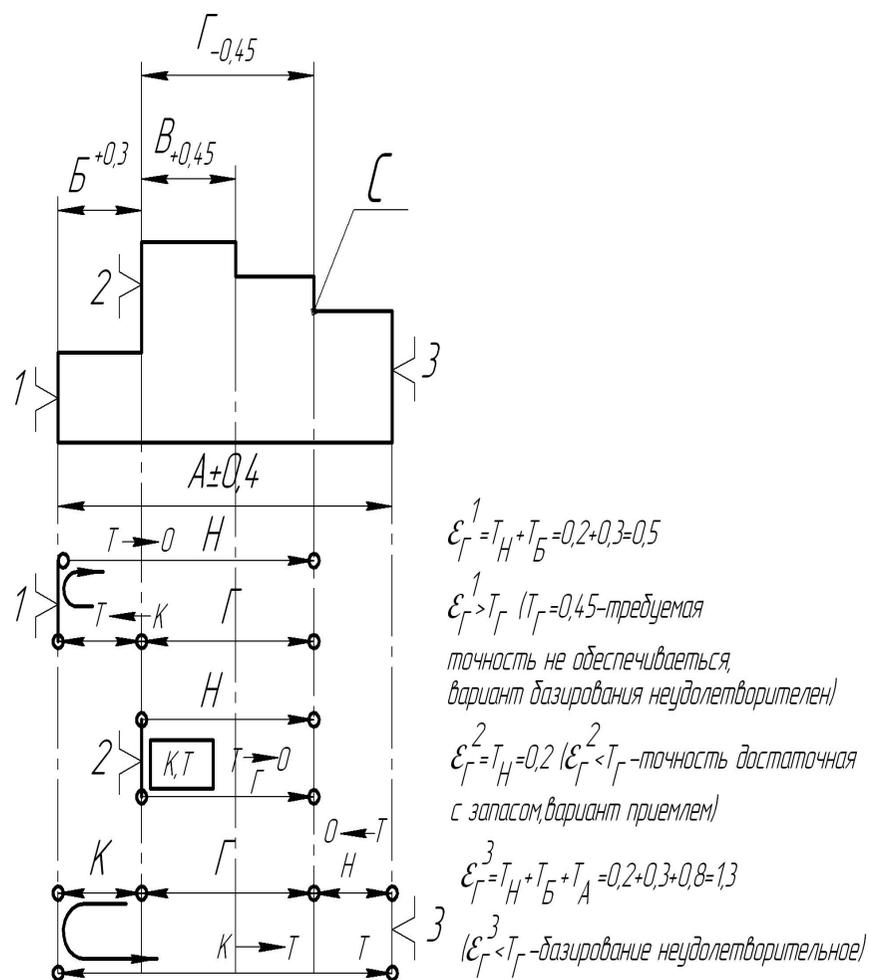


Рис. 5.22. К обоснованию выбора схемы базирования детали при обработке размера Γ : к – конструкторская база; т – технологическая база; о – обрабатываемая поверхность

Необходимые рекомендации и справочные данные по выбору технологической оснастки содержатся в работах [25; 26; 5; 27]. По режущему инструменту должны быть указаны стандарт на его конструкцию, стандарт на материал его режущей части (МРЧ). Стандарты на основные типы режущих инструментов указаны в [1, С.250-259; 5, С.170-233; 25, С.240-247]. Рекомендации по выбору наиболее распространенных марок твердого сплава, керамики, сверхтвердого материала, быстрорежущей стали приведены в работах [1,25]. Представление материала абразивного инструмента имеет ряд характерных особенностей. Они подробно рассмотрены в справочнике [1, с. 256-259]. Данные по остальным видам инструментов - вспомогательному, мерительному см. [5, с. 234 – 319; 26; 25]. По результатам выполнения процедуры проектирования технологических операций заполняется табл. 5.22.

Таблица 5.20

Схема базирования, способ установки, схема установки заготовки на столе
и их использование в технологической документации

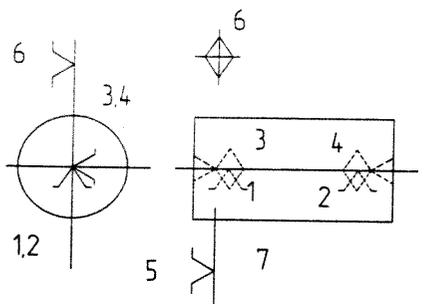
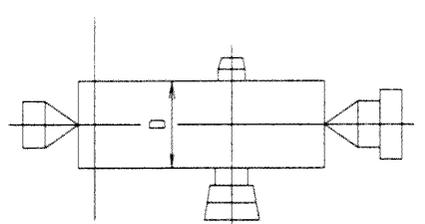
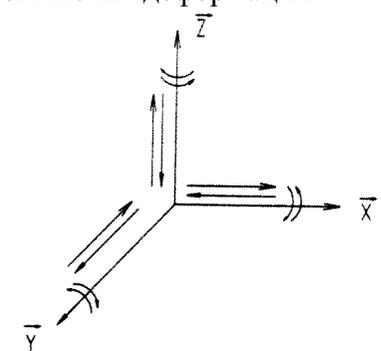
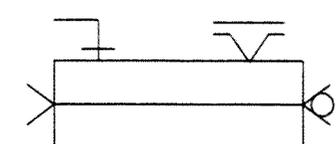
Теоретическая схема базирования по ГОСТ 21496-76 (указывается в пояснительной записке)	Способ установки и основные требования к точности детали (указывается на технологических наладках)	Характеристика способа установки	Схема установки по ГОСТ 3.1107-81 (указывается на КЭ и технологических наладках)
1	2	3	4
	<p>Установка в центрах с поводком, вращающимся центром и подвижным люнетом</p> 	<p>Центровые отверстия являются двойной направляющей базой и лишают заготовку четырех степеней свободы перемещения вдоль двух координатных осей и поворота вокруг них. Передний неподвижный центр одновременно служит упором X, а люнет - для уменьшения деформации</p> 	

Таблица 5.21

Схемы базирования детали «Валик приводной»

Название операции	Теоретическая схема базирования
005 Фрезерно-центровальная	
010 Токарная с ЧПУ	
015 Шлицефрезерная	
...	...

Таблица 5.22

Технологические операции процесса механической обработки детали (наименование и номер детали)

№ оп.	Перечень и содержание операций	Технологическая оснастка				
		Приспособление		Инструмент		
		Станочное	Контрольное	Режущий	Вспомогательный	Мерительный

Расчёт припусков на механическую обработку поверхностей детали

Припуском называется слой металла, снимаемый на переходах или операциях. Припуски подразделяются на общие и межоперационные (промежуточные). Припуски на плоские торцевые поверхности назначаются на сторону, на наружные цилиндрические поверхности и отверстия – на диаметр (рис. 5.23).

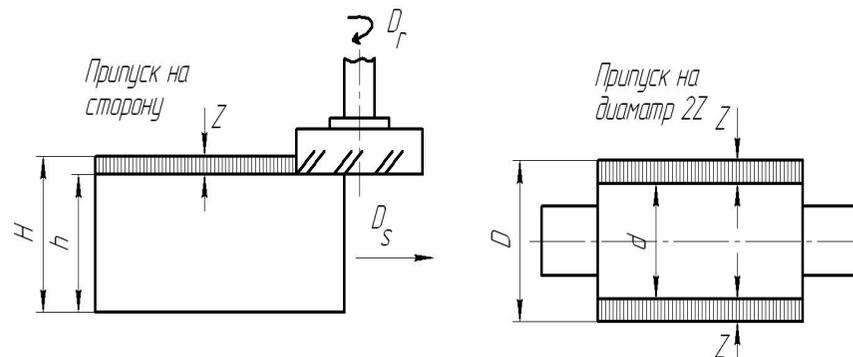


Рис. 5.23. Обозначение припуска при обработке плоских и цилиндрических поверхностей: H - промежуточный размер заготовки; Z – припуск на размер h (припуск на сторону); $2Z$ – припуск на диаметр d .

Размеры поверхности с припусками должны иметь допуски, которые, как правило, назначаются в «металл», то есть для валов в минус, для отверстий в плюс. С учётом отклонений

размеров определяются наибольший и наименьший размеры припусков. При расчётах припусков в курсовом проекте рекомендуется составить схему расположения полей припусков и допусков. Ниже приведён пример её составления.

Выполняется токарная обработка вала.

Исходные данные:

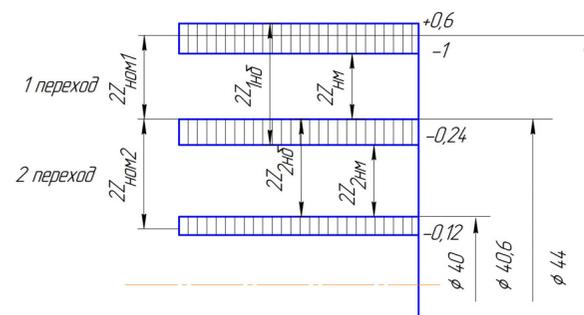
$$d = 44^{+0,6}_{-1,0};$$

первый переход – черновая обработка до $d = 40,6_{-0,24}$;

второй переход – чистовая обработка до $d = 40,0_{-0,12}$.

Заполнение схемы ведётся снизу вверх. Сначала определяются значения номинальных припусков как разность предыдущего и последующего размеров. Затем путём прибавления к номинальному значению припуска величины допусков определяется наибольший припуск, далее путём вычитания из номинального припуска величины допусков определяется наименьший припуск на каждом из переходов (рис. 5.24).

Значения припусков должны быть оптимальными: излишне малые припуски не обеспечат получения поверхности нужного качества после обработки; излишне большие припуски вызывают дополнительный расход металла, расход режущего инструмента и энергозатраты. Минимальные значения припуска должны быть не меньше предела, который связан с шероховатостью, физическими и механическими свойствами металла и т.д.



$$\begin{aligned} ZZ_{1НОМ} &= 3,4 & ZZ_{2НОМ} &= 0,6 \\ ZZ_{1НМ} &= 2,4 & ZZ_{2НМ} &= 0,36 \\ ZZ_{1Н\delta} &= 4,24 & ZZ_{2Н\delta} &= 0,72 \end{aligned}$$

Рис. 5.24. Схема расположения полей припусков и допусков на механическую обработку вала

Составляющие припуска:

- первая составляющая припуска связана с качеством поверхности и определяется неравенством

$$Z_1 \geq R_{Z_{i-1}} + T_{i-1},$$

где $R_{Z_{i-1}}, T_{i-1}$ - высота неровностей профиля и глубина дефектного слоя, полученные на предыдущем переходе (операции);

- вторая составляющая связана с пространственными отклонениями поверхности заготовки и обработанных поверхностей получаемыми на предыдущем переходе (операции) ρ_{i-1}

$$Z_2 \geq \rho_{i-1};$$

- третья составляющая припуска связана с погрешностью установки заготовки на станке

$$Z_3 \geq \varepsilon_{уст.i};$$

- четвёртая составляющая связана с отклонениями размеров поверхностей r_i и выявляется при рассмотрении размерных цепей при расчёте припусков на торцевые поверхности ступенчатых валов на корпусные детали и в некоторых других случаях

$$Z_4 \geq r_i.$$

В курсовом проекте должны быть установлены припуски на механическую обработку одной наиболее точной поверхности детали. Для их определения студент может воспользоваться либо расчётно-аналитическим методом, по которому для каждого перехода или операции устанавливаются все составляющие припуска, либо табличным, когда из таблиц подбирается значение припуска на переход (операцию) для разных методов (рис. 5.25).

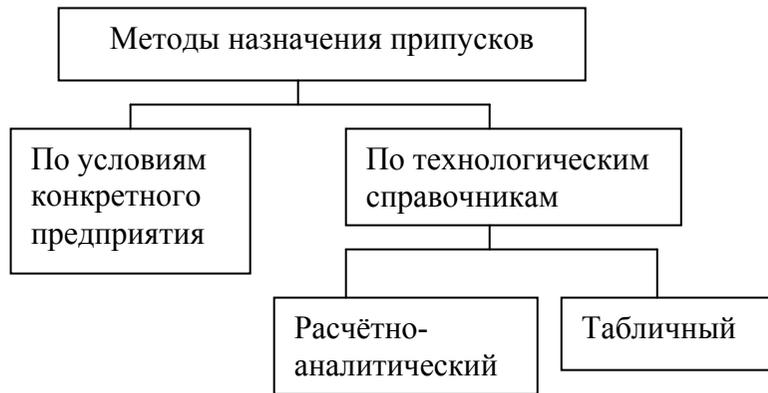


Рис. 5.25. Методы назначения припусков

Ошибочно полагать, что заводские припуски имеют завышенное значение по сравнению с припусками, назначенными расчётно-аналитическим методом. Это факт проверен не однажды: проводился расчёт припусков расчётно-аналитическим методом, затем результаты сравнивались с заводскими припусками, в частности

ОАО «ВМТЗ». Они были ниже расчётных. Заводские припуски назначались по таблицам, но таблицы были составлены на ОАО «ВМТЗ» исходя из конкретных условий производства. В расчётно-аналитическом методе используются осреднённые опытно-статистические данные различных предприятий, опубликованные по разным источникам информации. По трудоёмкости расчётно-аналитический методкратно превосходит табличный.

Лучший выход в данной ситуации – использование, при наличии такой возможности, наработок, опыта предприятия, в условиях которого изготавливается деталь. Ниже дан пример и приведены данные для назначения припусков на обработку внутренних поверхностей вращения в деталях основного производства на ОАО «ВМТЗ» [47].

Системной основой расчёта припусков является классификация деталей по конструктивно-технологическим признакам, выделение элементарных поверхностей и установление для них технологических переходов.

Припуски назначаются пооперационно по таблицам. Общий припуск на обработку какой-либо поверхности равен сумме пооперационных припусков.

Пример назначения припусков на обработку отверстий

Исходные данные для расчёта:

1. Диаметр отверстия по чертежу – 40Н9;
2. Материал – сталь 45;
3. Класс детали – валы;
4. Длина обрабатываемого отверстия – 80 мм.

Обработка отверстия по следующему технологическому маршруту (см. табл. 5.15):

- зенкерование черновое;
- зенкерование под развертку;
- развертывание однократное.

Припуски на указанный перечень переходов представлены в табл. 5.23 – 5.25.

Таблица 5.23

Припуски и межоперационные размеры на механическую обработку отверстия, мм

Перечень межоперационных размеров	Расчёт межоперационного размера
Диаметр отв. после развёртывания	40 Н9
Диаметр отв. после зенкерования под развёртывание (см. табл. 5.25)	$40 - 0,4 = 39,6\text{H}44$
Диаметр отв. после черного зенкерования (см. табл. 5.24)	$39,6 - 1,6 = 38\text{H}12$
Заготовка (см. табл. 5.25), точность заготовки [20; 25])	$38 - 5,0 = 33\text{H}14$
Суммарное значение припуска	7,0

Методы назначения припусков по технологическим справочникам известны, см. [1,20]. В зависимости от ситуации студенты могут выбирать любой из указанных трёх методов.

Таблица 5.24

Припуски на зенкерование, мм

Длина отверстия	Черновое (по корке) зенкерование. Предварит. откл. по - Н12				Чистовое зенкерование. Предварит. откл. по - Н11			
	Диаметр обрабатываемого отверстия							
	До 18	Св. 18 до 32 вкл.	Св. 32 до 80 вкл.	Св. 80	До 18	Св. 18 до 32 вкл.	Св. 32 до 80 вкл.	Св. 80
Припуск на диаметр								
До $0,8D$	3	3	4,5	6	0,7	1,2	0,1	–
Св. $0,8D$ до $3D$ вкл.	3	4	5,0	6	0,7	1,2	1,6	–
Св. $3D$	4	5	6,0	7	0,9	1,5	0,2	–

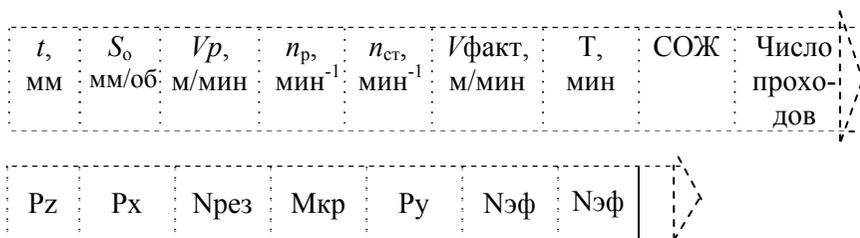
Таблица 5.25

Припуски на предварительное и окончательное развёртывание, мм

Длина отверстия	Предварительное развёртывание. Предварит. откл. Н9				Окончательное развёртывание. Предварит. откл. по чертежу дет.			
	Диаметр обрабатываемого отверстия							
	До 18	Св. 18 до 32 вкл.	Св. 32 до 80 вкл.	Св. 80	До 18	Св. 18 до 32 вкл.	Св. 32 до 80 вкл.	Св. 80
Припуск на диаметр								
До $0,8D$	0,25	0,25	0,30	0,35	0,05	0,05	0,10	0,15
Св. $0,8D$ до $3D$ вкл.	0,25	0,25	0,30	0,40	0,05	0,05	0,1	0,2
Св. $3D$	0,25	0,40	0,40	0,50	0,05	0,10	0,2	0,2

Расчёт режимов резания и техническое нормирование операций механической обработки детали

В курсовом проекте режимы резания рассчитываются для двух - трёх операций (или переходов), различных по методам обработки. На остальные операции технологического процесса режимы резания назначаются по общемашиностроительным нормативам режимов резания и норм времени. Содержание этапа включает определение длины рабочего хода инструмента $L_{р.х.}$, глубины резания t , подачи S_0 , расчётной скорости резания V_p , T , расчётной частоты вращения шпинделя n_p и установление по техническим характеристикам станка ближайшего (большего) к значению n_p значения $n_{ст.}$, пересчёт по значению $n_{ст.}$ фактической скорости резания $V_{факт.}$, стойкости инструмента, выбор смазочно-охлаждающей жидкости в зоне резания, определение составляющих сил резания, мощности резания, крутящего момента, эффективной мощности электродвигателя главного привода станка $N_{эф}$, коэффициента использования станка по мощности и т.д. Рассчитывать и выбирать режимы резания и другие условия обработки рекомендуется в названном порядке [6]:



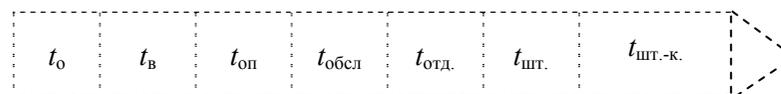
Следует помнить о некоторых особенностях назначения подач, частот вращения шпинделя на операциях с развитой структурой:

1. Для всех инструментов, расположенных на одном суппорте, должна быть выбрана одинаковая подача – подача на оборот шпинделя станка.

2. Для всех осевых инструментов, установленных в многошпиндельной головке, должна быть указана одинаковая подача – минутная.

3. Частота вращения шпинделя при обработке различных поверхностей на одной позиции одинакова.

Для операций, на которые рассчитывались режимы резания, устанавливаются нормы времени путём расчёта, [1; 25; 2; 18]. Остальные операции надо пронормировать, пользуясь справочниками технолога-машиностроителя и общемашиностроительными нормативами норм времени. Порядок назначения норм:



Для деталей массового производства определяется штучное время

$$t_{шт.} = t_o + t_v + t_{обсл} + t_n,$$

где $t_{обсл}$ – время на технологическое обслуживание рабочего места, отнесенное к одной детали (время на смену, настройку, регулировку инструмента, устранение отказов и др.);

Для деталей серийного производства определяется штучно-калькуляционное время:

$$t_{шт.-к} = t_{шт.} + t_{n-з} / n .$$

где $t_{n-з}$ – подготовительно-заключительное время на изготовление партии деталей;

n – количество деталей в партии.

При расчете норм времени следует определить структуру операции (последовательная, параллельная, последовательно-

параллельная и т.д.). Признаки, характеризующие различные варианты структур, даны в табл. 5.26.

Таблица 5.26

Типовые варианты структур технологических операций

Структурообразующие признаки	Количество обрабатываемых деталей	
	Одноместная обработка	Многоместная обработка
Одноинструментальная обработка	1 Нет совмещения (перекрытия) во времени обработки поверхностей $c:n$	2 Перекрытие вспомогательного времени основным $c:n$
	3 Совмещение по t_0 $c: , -n$	4 Возможно полное совмещение $c: , -n$
Многоинструментальная обработка		

Условные обозначения:

c – вид структуры; $||$ – параллельная;

n – последовательная; $||-n$ – параллельно-последовательная

Поле табл. 5.26 включает 4 варианта структур. Приведём примеры каждого из вариантов.

Первый вариант. Однолезвийная токарная обработка.

Второй вариант. Шлифование одним кругом нескольких деталей, установленных на магнитном столе; фрезерование

одной фрезой нескольких деталей, установленных в многоместном приспособлении.

Третий вариант. Обработка детали на токарно-копировальном станке с продольным и поперечным суппортами.

Четвёртый вариант. Обработка на карусельно-фрезерном станке черновой и чистовой фрезами деталей, установленных на поворотном столе; обработка деталей на многошпиндельном станке.

Структура технологической операции определяется количеством одновременно обрабатываемых заготовок на станке и количеством используемых инструментов. Операции с последовательной обработкой определяет последовательное вступление инструментов в обработку или последовательная обработка заготовок. Операции с параллельной обработкой определяет одновременная работа инструментов или обработка деталей.

Последовательная структура операций не позволяет совмещать во времени обработку различных поверхностей детали (вариант 1, табл. 5.26) и, следовательно, основное время определяется соотношением

$$t_0 = \sum_{i=1}^n t_{0i} ,$$

где t_{0i} - время выполнения i -го перехода операции.

При параллельной обработке (варианты 3, 4) t_0 определяется следующим образом:

$$t_0 = \max \{t_{01}, t_{02}, \dots, t_{0i}\},$$

где t_{0i} - время обработки на i -й операции.

Кроме того, «свёртка» времени ведётся по остальным составляющим времени выполнения операции. Например, при нормировании работ на обрабатывающих центрах следует учитывать то, что время поиска инструмента, как правило, перекрывается основным временем.

Примеры расчёта основного времени для различных методов обработки даны в табл. 5.27. Вспомогательное время определяется по справочным данным. Остальные составляющие находятся в процентном соотношении от оперативного времени $t_{оп}$.

Расчет количества технологического оборудования

Для определения количества единиц оборудования используется метод расчета по данным технологического процесса [12].

Исходная информация для расчета:

- программа выпуска деталей N ;
- форма организации производства;
- время выполнения операции технологического процесса (штучное, штучно-калькуляционное или оперативное время);
- эффективный фонд времени работы единицы оборудования F .

Подготовка исходных данных

Определение времени выполнения операции

1). Если деталь изготавливается на автоматической линии (АЛ), то для расчета количества станков определяется оперативное время по формуле

$$t_{он} = t_0 + t_в + t_{мп},$$

где t_0 – основное время выполнения операции;

$t_в$ – вспомогательное время выполнения операции, не перекрываемое основным временем (на подвод, отвод инструмента, замену инструмента и др.);

$t_{мп}$ – время на выполнение транспортной операции определяется по формуле: $t_{мп} = L/V_n$, где L – расстояние между двумя позициями автоматической линии, V_n – скорость перемещения. Значение $t_{мп}$ обычно находится в пределах 0,2...0,3 мин.

2. Для деталей массового производства определяется штучное время.

3 Для деталей серийного производства определяется штучно-калькуляционное время.

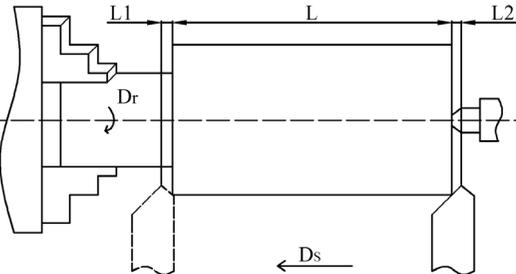
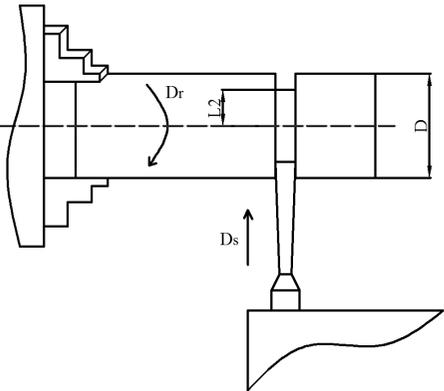
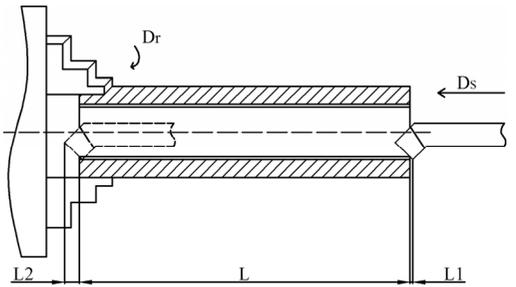
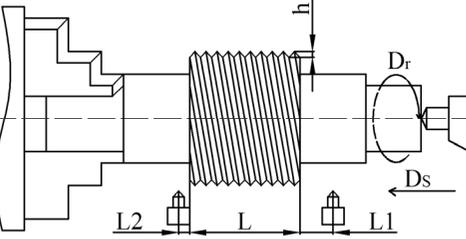
Эффективный фонд времени $F_{эф}$ и рекомендуемый режим работы для различных групп оборудования см. в работах [16;12].

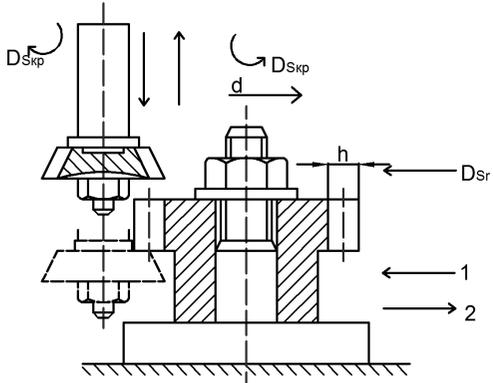
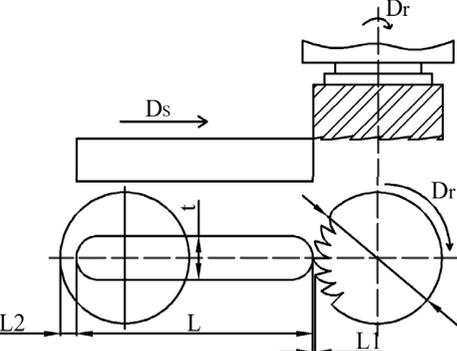
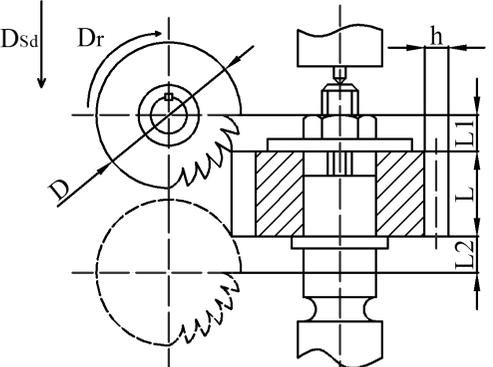
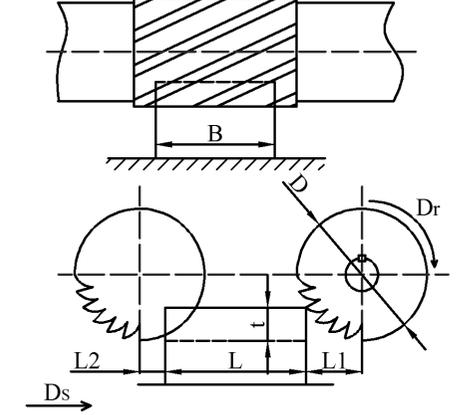
Последовательность расчета количества оборудования

Исходя из принятой формы организации производства необходимо выбрать соответствующую расчетную зависимость для определения количества единиц оборудования C на одной операции (табл. 5.28).

Таблица 5.27

Расчет схем для основного времени
по разным методам обработки

Вид обработки, расчетная схема	Формулы	Вид обработки, расчетная схема	Формулы
<p>Точение на проход</p> 	$t_0 = \frac{l + l_1 + l_2}{sn} i, \text{ мин,}$ <p>где l – длина обрабатываемой поверхности, мм; l_1 – длина врезания резца, мм; $l_2 = \frac{t}{\text{tg}\varphi} + (1 \div 2)$; l_2 – длина перебега резца, мм;</p>	<p>Подрезка и отрезка торца сложного сечения</p> 	$t_0 = \frac{l + l_2}{sn}, \text{ мин, где}$ $l = \frac{D}{2}, \text{ мм;}$ $l_2 = 1 \div 2, \text{ мм}$
<p>Растачивание на проход</p> 	<p>t – глубина резания; S – подача, мм/об; n – частота вращения шпинделя в минуту; i – число проходов</p>	<p>Нарезание резьбы резцом</p> 	$t_0 = \frac{l + l_1 + l_2}{sn} i, \text{ мин;}$ $i = \frac{h}{s_1};$ $l_1 = l_2 = (1 \div 3)t, \text{ мм}$

Вид обработки, расчетная схема	Формулы	Вид обработки, расчетная схема	Формулы
<p>Нарезание цилиндрических зубчатых колёс дисковым зуборезным долбяком</p> 	$t_0 = \frac{h}{n \cdot S_p} + \frac{\pi m z}{S_{кр} \cdot h} k_1, \text{ мин},$ <p>k_1 — число проходов (обкатов)</p>	<p>Фрезерование торцовыми фрезами</p> 	$t_0 = \frac{l + l_1 + l_2}{s_m} i, \text{ мин};$ $s_0 = s_2 z n, \text{ мм/мин};$ $l_1 = \frac{t}{\text{tg} \varphi} + (0,5 \div 3), \text{ мм};$ $l_2 = 1 \div 6, \text{ мм};$ $l_1 = 0,5D - \sqrt{D^2 - B^2} + (0,5 \mp 3)$
<p>Нарезание цилиндрических зубчатых колёс червячной модульной фрезой</p> 	$t_0 = \frac{(l + l_1 + l_2) z}{S_\phi \cdot n_\phi q}, \text{ мин};$ $l_1 = 1,1 \div 1,2 \sqrt{h(D_\phi - h)};$ $l_2 = 2 \div 3 \text{ мм};$ <p>q — число заходов фрезы</p>	<p>Фрезерование осевыми цилиндрическими фрезами</p> 	$t_0 = \frac{l + l_1 + l_2}{s \cdot n} =$ $= \frac{l + l_1 + l_2}{s_m} i, \text{ мин};$ $S_0 = s z n;$ $l_1 = \sqrt{t(D - t)} + (0,5 \div 3), \text{ мм};$ $l_2 = 2 \div 5, \text{ мм}$

Продолжение табл. 5.27

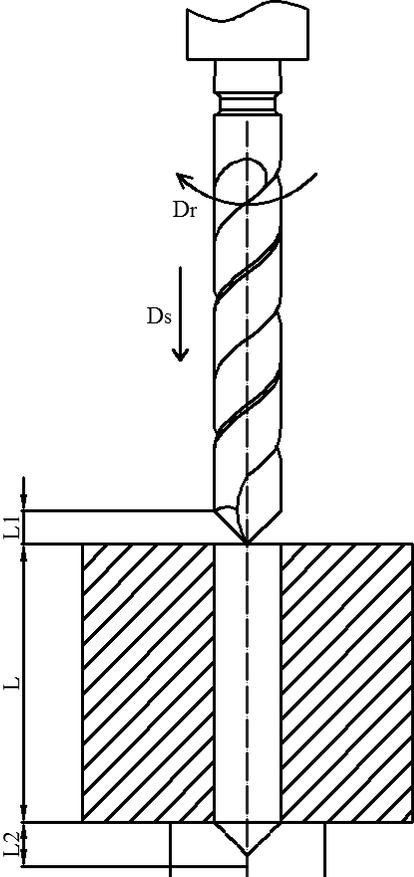
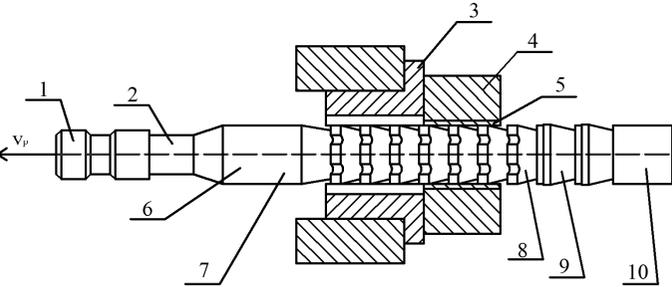
Вид обработки, расчетная схема	Формулы	Вид обработки, расчетная схема	Формулы
<p data-bbox="347 252 640 284">Сверление на проход</p> 	<p data-bbox="779 256 1032 328">$l_0 = \frac{l + l_1 + l_2}{sn}$, мин,</p> <p data-bbox="779 355 1066 387">l_1 — длина врезания;</p> <p data-bbox="779 416 1032 488">$l_1 = \frac{d}{2} [tg\varphi + (1 \div 2)]$</p> <p data-bbox="779 517 1016 604">l — длина отверстия;</p> <p data-bbox="779 633 1059 721">l_2 — длина перебега сверла;</p> <p data-bbox="779 750 954 782">$l_2 = 1 \div 3$, мм</p>	<p data-bbox="1328 252 1666 284">Протягивание отверстия</p>  <p data-bbox="1328 724 1659 756">Условные обозначения:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="1317 783 1509 815">1 - хвостовик; <li data-bbox="1317 842 1458 874">2 - шейка; <li data-bbox="1317 901 1480 933">3 - адаптер; <li data-bbox="1317 960 1464 992">4 - деталь; <li data-bbox="1317 1019 1588 1051">5 - срезаемый слой; <li data-bbox="1317 1078 1626 1110">6 - переходный конус; <li data-bbox="1317 1137 1704 1169">7 - передняя направляющая; <li data-bbox="1317 1197 1581 1228">8 - режущие зубья; <li data-bbox="1317 1256 1644 1287">9 - калибрующие зубья; <li data-bbox="1317 1315 1682 1347">10 - задняя направляющая 	<p data-bbox="1854 256 1995 344">$t_0 = \frac{l_{прот}}{V_p}$;</p> <p data-bbox="1854 389 2047 477">$l_{прот}$ — длина протяжки;</p> <p data-bbox="1854 521 2063 593">V_p — скорость резания</p>

Таблица 5.28

Расчётные зависимости для определения количества станков на одной операции (позиции)

Количество единиц технологического оборудования		
на одной j -й позиции автоматической линии	на непрерывно-поточной линии	для выполнения одной операции на переменнo-поточной линии
$C_{pj} = t_{онj}/\tau$	$C_{pj} = t_{штj}/\tau$	$C_{pj} = \frac{\sum_{i=1}^{i=N} t_{um.kij} Ni}{60 F_{эф} K_B}$
τ – такт работы линии, $\tau = 60 \frac{F_{эф}}{N}$		K_B – средний коэффициент выполнения норм (принимается равным 1,4)

Дальнейший расчет количества единиц оборудования приведен на примере непрерывно-поточной линии:

1) полученное значение C_{pj} округляют до целого числа в большую сторону

$$C'_{pj} =]C_{pj}[;$$

2) рассчитывают коэффициент загрузки станков k_3

$$k_3 = \frac{C'_{pj}}{C_{pj}} ;$$

3) определяют принятое количество станков исходя из условия:

$$C_{npj} = \begin{cases} C'_{pj}, & \text{если } k_3 < k_d \\ C'_{pj} / k_u, & \text{если } k_3 \geq k_d \end{cases} ,$$

где k_d – допустимое значение коэффициента загрузки станков (табл. 5.29, [16,12]);

$k_{и}$ – коэффициент использования оборудования (табл. 5.29, [16,12]).

Таблица 5.29

Допустимые значения коэффициентов загрузки и использования оборудования

Группа оборудования	Коэффициент загрузки оборудования k_3		Коэффициент использования оборудования $k_{и}$
	максимальный по группе	средний по группе	
Универсальные станки	0,95-1,00	0,80	0,90
Автоматы и полуавтоматы одношпиндельные	0,95-1,00	0,85	0,85
То же многошпиндельные	0,90	0,90	0,80
Специальные и агрегатные станки	0,90	0,90	0,80
Автоматические линии с жесткой связью	0,95-1,00	0,90	0,75
Станки с ЧПУ	0,95	0,90	0,85

Для систематизации расчета количества единиц оборудования целесообразно использовать табличную формулу. Пример таблицы для непрерывно-поточной и прямоточной линий дан ниже (табл. 5.30).

Таблица 5.30

Расчет количества оборудования на участке обработки (наименование детали)

Номера и наименование операций	N , шт.	$t_{штj}$, ст.-ч.	Q_j , ст.-ч.	$F_{эф}$, ч.	C_{pj} , шт.	C_{npj} , шт.

В табл. 5.30 обозначено: N – производственная программа, $t_{штj}$ – станкочасовое время операции, Q_j – количество станко-часов на программу, $F_{эф}$ – эффективный фонд времени работы единицы оборудования, $C_{рj}$ – расчетное количество оборудования, $C_{прj}$ – принятое количество оборудования.

Формы для расчета количества станков в серийном производстве даны в работе [16]. На основе полученных результатов заполняют ведомость оборудования (табл. 5.31).

Таблица 5.31

Общая ведомость оборудования

№ операции	Наименование и модель оборудования	Количество, шт.	Мощность единицы оборудования, кВт	Суммарная стоимость, руб.	Процент загрузки

После расчета количества единиц оборудования проводят уточнение типа производства по коэффициенту закрепления операций (ГОСТ 14.314-74).

Результаты выполнения этапов разработки технологического процесса механической обработки на примере изготовления станины ВАКИ 731.314.105

Состав обрабатываемых поверхностей станины ВАКИ 731.314.105 показан на рис.5.26.

Методы обработки поверхностей детали, выбранные в соответствии с требованиями чертежа, показаны в табл. 5.32.

Технологический маршрут обработки станины ВАКИ 731.314.105 представлен в табл. 5.33.

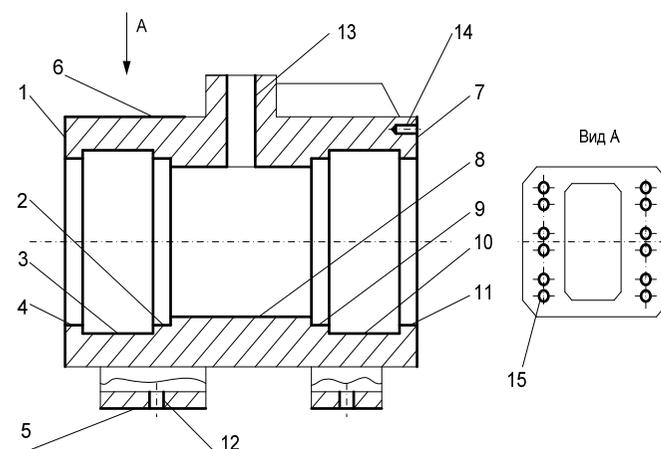


Рис. 5.26. Состав обрабатываемых поверхностей станины ВАКИ 731.314.105

Содержание технологической операции «Комплексная» механической обработки станины ВАКИ 731.314.105 приведено в табл. 5.34.

Сравнительная характеристика вариантов ТП изготовления станины по частным показателям эффективности, таким как производительность процесса, количество используемого оборудования и его суммарная стоимость, энергозатраты и т.д. показаны в табл. 5.35. На диаграммах (рис. 5.27) наглядно показано комплексное влияние решений по второму варианту ТП на показатели трудоёмкости и гибкости.

Технологические наладки на комплексную операцию обработки детали на ОЦ TOSTech Prima даны на С. 58-61.

Технологическая часть подготовлена студ. гр. Т-100 А. Е. Ханиным, сравнительная характеристика вариантов подготовлена студ. гр. ЗТу-106 А. Ю. Маркеловой.

Таблица 5.32

Методы обработки поверхностей станины ВАКИ 731.314.105

Требования чертежа детали				Обеспечиваемые методом		
№ по- верх- ности	Обрабатываемая по- верхность	Параметр ше- роховатости Ra, мкм	Квалитет точ- ности	Наименование метода	Шерохо- ватость Ra, мкм	Квали- тет точ- ности
1,7	Торец Ø534 h 9 ^(+0,175)	6,3	9	Фрезерование	6,3	9
2,9	Ступень отверстия 534Н9 ^(+0,175)	6,3	9	То же	6,3	9
3,10	Ступень отверстия Ø 540Н14	12,5	14	>>	6,3	9
4,11	Ступень отверстия Ø534Н9 ^(+0,175)	6,3	9	>>	6,3	9
5	Плоскость лап315 ^{-0.2 -0.5}	12,5	11	>>	6,3	9
6	Плоскость под коробку выводов	12,5	11	>>	6,3	9
8	Ступень отверстия Ø530 ^{+0.175 +0.05}	3,2	8	Фрезерование чистовое, расточивание	6,3 3,2	9 8
12	4 отверстия в лапах ста- нины Ø50Н14 ^(+0,62)	3,2	14	Сверление	3,2	10
13	Отверстие под рымболт Ø30	3,2	14	То же	3,2	10
14	12 отверстий для креп- ления боковых крышек Ø12	3,2	14	>>	3,2	10
15	12 отверстий для креп- ления коробки выводов Ø10	3,2	14	>>	3,2	10

Таблица 5.33

Технологический маршрут механической обработки детали станина ВАКИ 731.314.105

№ операц.	Операция	Оборудование
005	Комплексная	Обработывающий центр TOS-TechPrima
010	Контрольная	Контрольный стол

Таблица 5.34

Содержание технологической операции 005 «Комплексная» механической обработки станины ВАКИ 731.314.105 на обрабатывающем центре TOSTechPrima

№ п/п	Содержание операции 005 «Комплексная»	Технологическая оснастка (фрагментарно – данные по режущему инструменту)
	Переходы операции:	
1	Фрезеровать торец, выдержав размер $6^{+1,0}$ мм	Фреза торцевая Ø160
2	Фрезеровать Ø534Н10 ($^{+0,28}$) на длине 30 мм	Фреза концевая Ø40
3	Сверлить 6 отверстий Ø10,2 на глубину 50 мм	Сверло Ø10,2
4	Нарезать резьбу М12-7Н в 6 отв. на глубину 35^{+5} мм	Метчик Ø12
5	Фрезеровать плоскость под коробку выводов	Фреза торцевая Ø160
6	Сверлить отверстие Ø26 мм	Сверло Ø26
7	Нарезать резьбу М30-7Н	Метчик Ø30
8	Сверлить 12 отверстий Ø8,5 мм	Сверло Ø8,5
9	Нарезать резьбу М10-7Н в 12 отв. на глубину $24^{+3,0}$ мм	Метчик Ø10
10	Фрезеровать торец, выдержав размер $6^{+1,0}$ мм	Фреза торцевая Ø160
11	Фрезеровать Ø534Н10 ($^{+0,28}$) на длине 30 мм	Фреза концевая Ø40
12	Сверлить 6 отверстий Ø10,2 на глубину 50 мм	Сверло Ø10,2
13	Нарезать резьбу М12-7Н в 6 отв. на глубину 35^{+5} мм	Метчик Ø12
14	Фрезеровать плоскость лап, выдерживая размер $315_{-0,5}^{-0,2}$ мм	Фреза торцевая Ø160
15		Сверло Ø28
16	Сверлить 4 отверстия в лапах станины Ø28Н14($^{+0,52}$) мм	Фреза дисковая Ø160
17	Фрезеровать Ø530Н9($^{+0,175}$) мм	Фреза дисковая Ø160
18	Фрезеровать Ø530Н9($^{+0,175}$) мм	Резец расточной Ø530
	Расточить Ø530Н9($^{+0,175}$) мм	

Таблица 5.35

Сравнительный анализ вариантов механической обработки
 станины ВАКИ 731.314.105 по частным показателям эффективности ТП

Статьи затрат	Технологический процесс по базовому варианту	Стоимость, руб	Технологический процесс на TOS-TechPrima	Стоимость, руб.
Стоимость технологического оборудования	Станки: токарно-карусельный токарно-карусельный горизонтально-фрезерный горизонтально-фрезерный радиально-сверлильный радиально-сверлильный	670000 670000 520000 520000 120000 120000	Обработка на центрах TOS-TechPrima	9000000
Суммарная стоимость, руб.	(6 единиц)	2620000	(2 единицы)	18000000
Амортизационные отчисления, руб.	—	341980		144000
Суммарная стоимость, руб.		341980	(2 единицы)	288000
Потребляемая мощность, кВт	токарно-карусельный горизонтально-фрезерный радиально-сверлильный	12·2 7,5·2 4,5·2	Обработка на центрах TOS-TechPrima	22
Суммарная мощность, кВт	—	48	(2 единицы)	44
Стоимость электроэнергии, руб.	—	48·1,6	—	44·1,6
Суммарная стоимость электроэнергии, руб.	—	76,8	—	70,4

Продолжение табл. 5.35

Статьи затрат	Технологический процесс по базовому варианту	Стоимость, руб.	Технологический процесс на TOS-TechPrima	Стоимость, руб.
Контрольно-измерительное оборудование и приборы	Штангенциркуль ШЦ-1-125-0,10-2	790	Штрихмасс Ø 528 Н10	3700
	Штрихмасс Ø 528 1М-4601	3700	Нутромер НИ250-450-2 ГОСТ 868-82	2320
	Штрихмасс Ø534Н9	3950	Вставка к нутромеру 2П-9456-01	800
	Линейка-1000	200	Скоба 684h11	1158,05
	Скоба 684h11	1158,05	Скоба 784h11	1320,25
	Скоба 784h11	1320,25	Штангенглубиномер ШГ-200-0,5	790
	Линейка 500	100	ГОСТ 162-90 175±0,5	
	Нутромер НИ250-450-2 ГОСТ 868-82	2320	Штангенциркуль ШЦ-1-125-0,10-2	790
	Вставка к нутромеру 2П-9456-01	800	Высотомер индикаторный 3М-4602	4600
	Контркалибр	1200	Шаблон для настройки высотомера 3М-4604	600
	Высотомер индикаторный 3М-4602	4600	Щупы-100	2100
	Шаблон для настройки высотомера 3М-4604	600	Пробка 8221-3053 7Н ГОСТ 17758-72	293,25
	Щупы-100	2100	Пробка Ø2,9 Н12 1М-876- ,	130
	Пробка 8221-3053 7Н ГОСТ 17758-72	293,25	Пробка Ø2,5Н12 М-5070-	120
	Пробка Ø2,9 Н12 1М-876- ,	130	Пробка 8221-3044 7Н ГОСТ 17758-72	320
	Пробка Ø2,5Н12 М-5070-	120	Штангенциркуль ШЦ-1-250-0,1-2	912
	Пробка 8221-3044 7Н ГОСТ 17758-72	320	ГОСТ 166-89	
Суммарная стоимость, тыс. руб.		23701,55		39907,1

Продолжение табл. 5.35

Статьи затрат	Технологический процесс по базовому варианту	Стоимость, руб.	Технологический процесс на TOS-TechPrima	Стоимость, руб.
Станочные приспособления	Приспособление 1П-9678	2969	Приспособление станочное универсально-сборное	5317,60
	Рычаг 1П-9699	879		
	Приспособление 1П-9710	3117		
	Приспособление 1П-9710	3117		
	Кондуктор К-1145	4793		
	Кондуктор К-1149	3947		
	Кондуктор К-1154	4231		
	Кондуктор К-1271	4352		
	Кондуктор К-1149	3947		
Суммарная стоимость, руб.		2637255		10635,2
Режущий инструмент	Резец Р-1312	130	Фреза торцевая Ø160	1372,75
	Резец Р-1312	130	Фреза концевая Ø40	881,42
	Резец 1319-1	87	Сверло Ø10,2	120
	Резец Р-1312	130	Метчик Ø12	115
	Резец Р-1319-1	87	Сверло Ø26	167
	Резец Р-1319	93	Метчик Ø30	156
	Фреза Р-1121	1091,21	Сверло Ø8,5	110
	Фреза Р-1903	940	Метчик Ø10	67
	Резец Р-1905	115	Сверло Ø28	175
	Сверло 2301-0098	120	Фреза дисковая Ø160	2698
	Сверло 2301	120	Резец расточной	68
	Сверло 2301	120		
	Метчик М12	115		
	Сверло 2300-0014	110		
	Сверло 2300-0008	100		
	Метчик М10	120		
	Сверло 2301-0092	167		

Продолжение табл. 5.35

Статьи затрат	Технологический процесс по базовому варианту	Стоимость, руб.	Технологический процесс на TOS-TechPrima	Стоимость, руб.
	Зенкер P1825 Метчик 2620 Сверло 2300-0008 Сверло P1665 Сверло 2301-0189 Метчик M10	200 156 100 100 120 67	–	–
Суммарная стоимость, руб.	–	4518,21		11860,34
Занимаемые станками площади, м ²	Токарно-карусельный Токарно-карусельный Горизонтально-фрезерный Горизонтально-фрезерный Радиально-сверлильный Радиально-сверлильный	8 8 6 6 5 5	Обработывающий центр TOS-TechPrima	15·2
Суммарная площадь, занимаемая технологическим оборудованием, м ²	–	38	–	30
Транспортное оборудование	Рольганг L=10м Кран-укосина Q=0,5т	7900 8600·7	Рольганг L=3м Кран-укосина Q=0,5т	2370 8600
Суммарная стоимость транспортного оборудования, руб.	–	68100		10970
Суммарная площадь участка, м ²	–	6·30		30·2
Стоимость участка, тыс. руб.	180·8000	1440000	60·8000	480000

Окончание табл. 5.35

Статьи затрат	Технологический процесс по базовому варианту	Стоимость, руб.	Технологический процесс на TOS-TechPrima	Стоимость, руб.
Количество операторов	–	6	–	1
Часовая тарифная (4-й разряд) ставка, руб	–	70,73·6	–	70,73
Время по операциям, мин	005 Токарно-карусельная 010 Токарно-карусельная 015 Контрольная 020 Фрезерная 025 Фрезерная 030 Контрольная 035 Сверлильная 040 Сверлильная 045 Контрольная	60,4 47,1 1,23 10,4 36,0 0,42 4,5 16,58 2,16	005 Комплексная 010 Контрольная	30,22 3,81
Общее время обработки, мин	–	178,79	–	34,03
Годовые затраты на зар.плату станочников, руб.	–	772371,6	–	127946
Время, необходимое на программу, дн.	–	210	–	19
.Резервная мощность варианта, шт./г.	–	678	–	8032
Стоимость выпуска указанного количества продукции, руб.	–	7339011	–	86942384

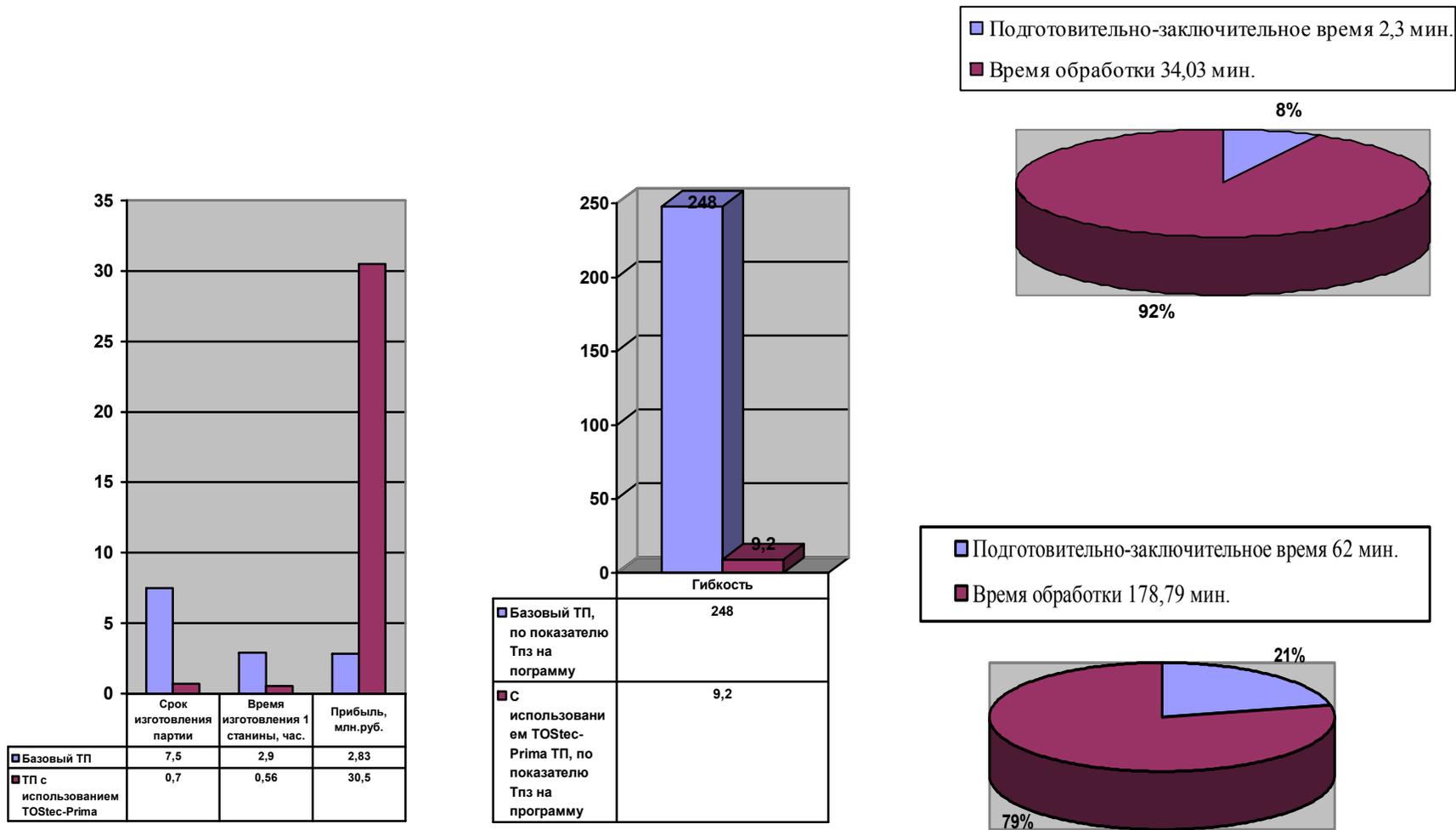
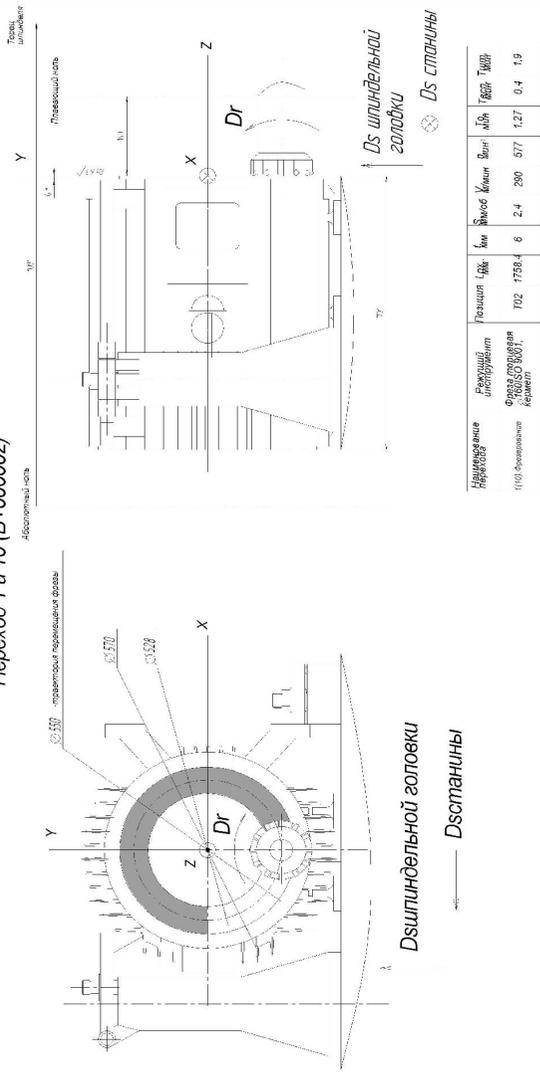


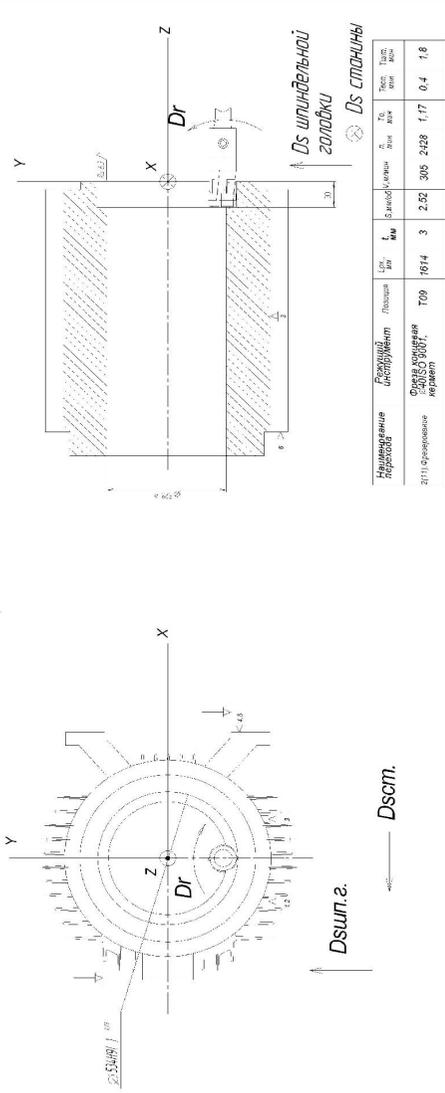
Рис.5.27. Сравнительная характеристика вариантов технологических процессов изготовления станины ВАКИ 731.314.105

Операция 010:Комплексная

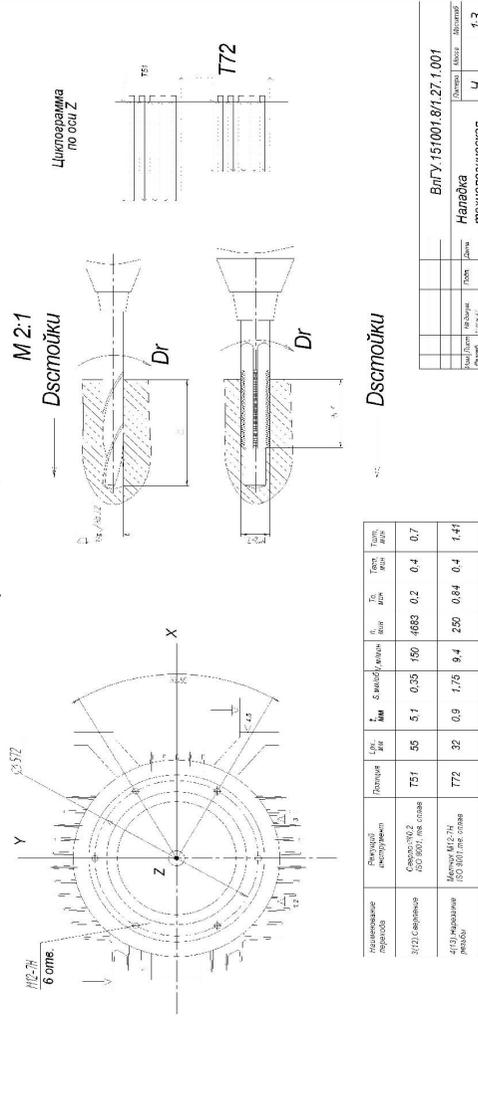
Оборудование:Обрабатывающий центр фрезерно - сверлильно - расточной группы, TOSiTechPrima
Переход 1 и 10 (В+000002)



Переход 2 и 11



Переход 3 и 12; 4 и 13



Размеры	Размер								
Диаметр	120	120	120	120	120	120	120	120	120
Диаметр отверстия	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Длина	200	200	200	200	200	200	200	200	200

Размеры	Размер								
Диаметр	120	120	120	120	120	120	120	120	120
Диаметр отверстия	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Длина	200	200	200	200	200	200	200	200	200

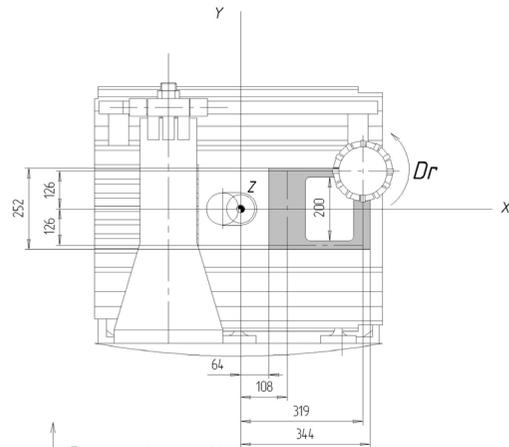
Размеры	Размер								
Диаметр	120	120	120	120	120	120	120	120	120
Диаметр отверстия	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Длина	200	200	200	200	200	200	200	200	200

Размеры	Размер								
Диаметр	120	120	120	120	120	120	120	120	120
Диаметр отверстия	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Длина	200	200	200	200	200	200	200	200	200

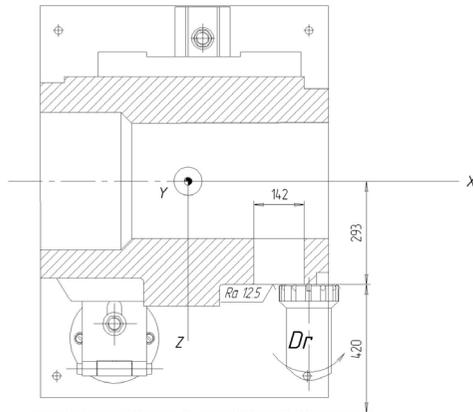
Операция 010:Комплексная

✓(✓)

Переход 5 (В+000052)



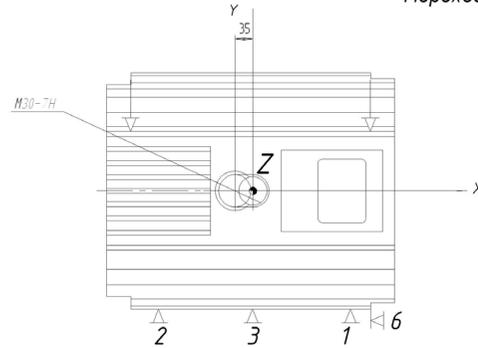
← Dшпиндельной головки
Dстанины



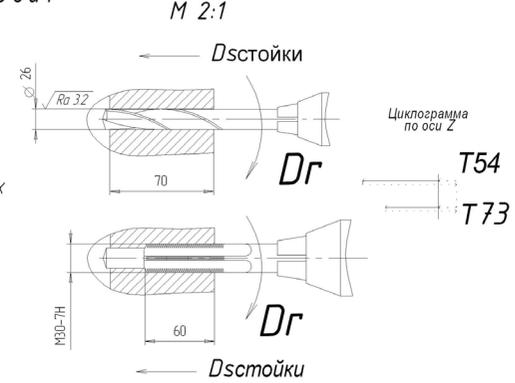
Плавающий ноль

Наименование перехода	Режущий инструмент	Позиция	Ср. мм	l, мм	S, мм/об	V, мм/мин	f, мм/об	T _о , мин	T _{сп} , мин	T _{шт} , мин
5 Фрезерование	Фреза плоская (F90) ISO 9001, металл	T02	879	3	2,4	290	577	0,63	0,4	1,17

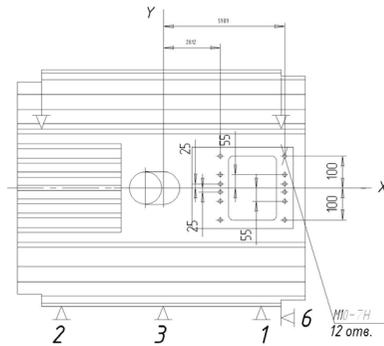
Переход 6 и 7



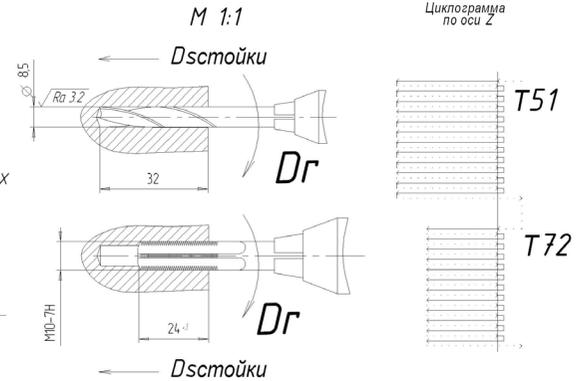
Наименование перехода	Режущий инструмент	Позиция	Ср. мм	l, мм	S, мм/об	V, мм/мин	f, мм/об	T _о , мин	T _{сп} , мин	T _{шт} , мин
6 Сверление	Сверло D6 ISO 9001, тв. сплав	T54	75	9	0,46	115	1408	0,1	0,4	0,57
7 Нарезание резьбы	Метчик М30-7H ISO 9001, тв. сплав	T73	65	1,75	3,5	6	63	0,44	0,4	0,55



Переход 8 и 9



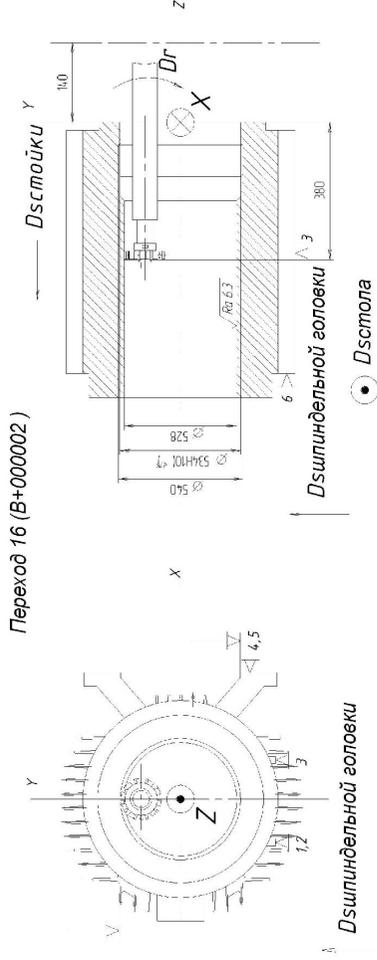
Наименование перехода	Режущий инструмент	Позиция	Ср. мм	l, мм	S, мм/об	V, мм/мин	f, мм/об	T _о , мин	T _{сп} , мин	T _{шт} , мин
8 Сверление	Сверло D8, SISO 9001	T52	55	5,1	0,35	150	4683	0,36	0,4	0,87
9 Нарезание резьбы	Метчик М10-7H ISO 9001, тв. сплав	T71	32	0,9	1,75	9,4	250	1,62	0,4	2,3



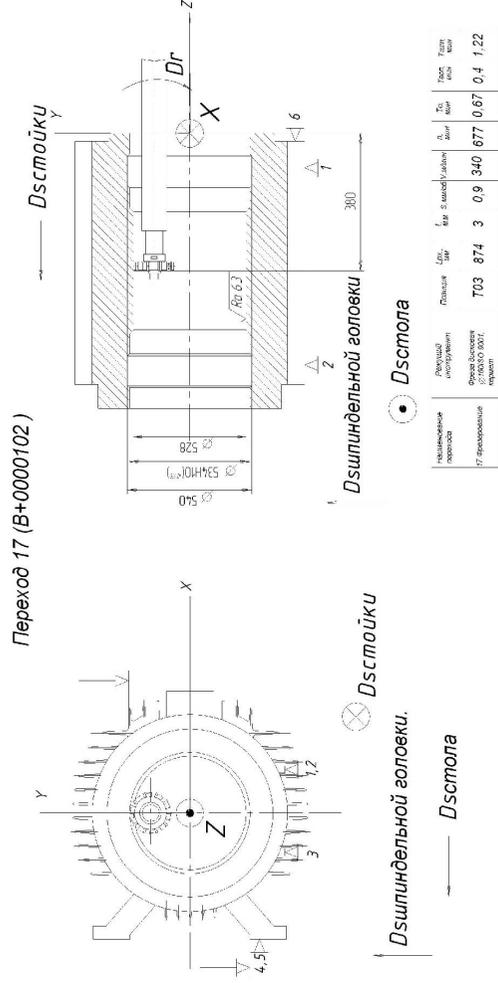
ВпГУ.151001.8/1.27.1.001				Наладка технологическая на операцию 010		
Имя	Дата	М. Водит	Подп.	Дата	Лист	Масштаб
Р.З.Р.Р.Р.	15.11.17	Иванов И.И.			13	1:3
Т.К.К.К.		Петров П.П.				
И.К.К.К.						
З.К.К.К.						
Зр. Т-100						

Операция 010:Комплексная

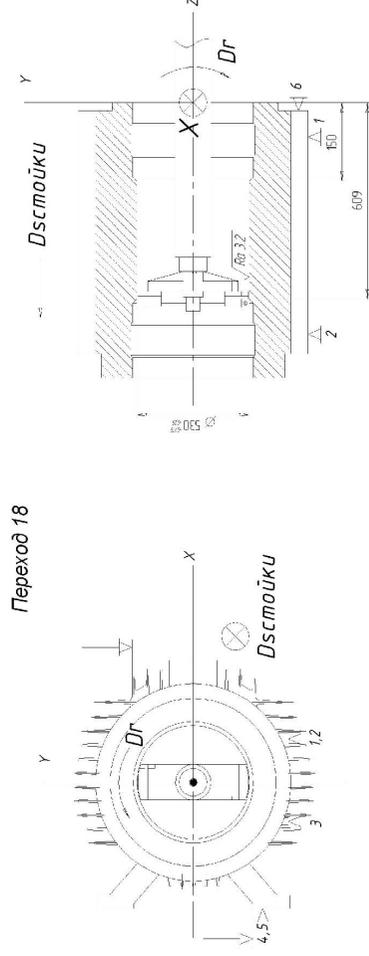
8(✓)



Наименование деталей	Рисунки инструмент	Положение УД	Угол мм	С. вых. / вх. вых.	И. вых.	Т. вых.	Т. вых. мм			
16. Обращение переход	Рисунки инструмент 0100000001	Т03	874	3	0.9	340	677	0.63	0.4	1.17



Наименование деталей	Рисунки инструмент	Положение УД	Угол мм	С. вых. / вх. вых.	И. вых.	Т. вых.	Т. вых. мм			
17. Обращение переход	Рисунки инструмент 0100000001	Т03	874	3	0.9	340	677	0.67	0.4	1.22



Наименование деталей	Рисунки инструмент	Положение УД	Угол мм	С. вых. / вх. вых.	И. вых.	Т. вых.	Т. вых. мм			
18. Обращение переход	Рисунки инструмент 0100000001	Т10	874	1	0.1	145	100	6.7	0.4	8.1

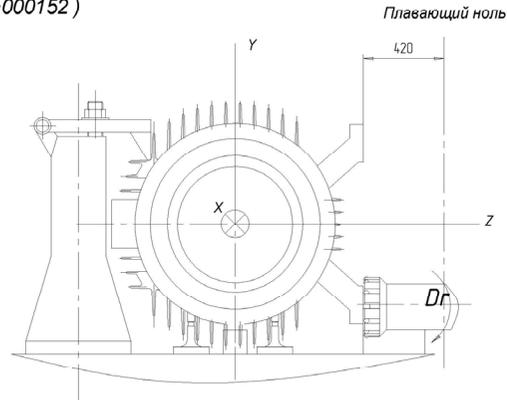
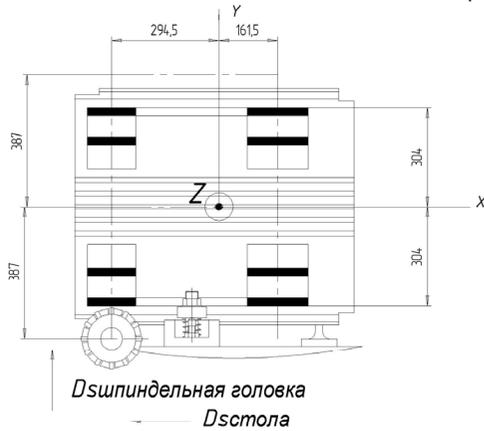
Исполнитель	Проверен	Утвержден	Исполнитель	Проверен	Утвержден
И.И.И.	И.И.И.	И.И.И.	И.И.И.	И.И.И.	И.И.И.

ВЛГУ 151001 81 27 1.001
Наладка
технические
Лист
1/3
ар. Т-100

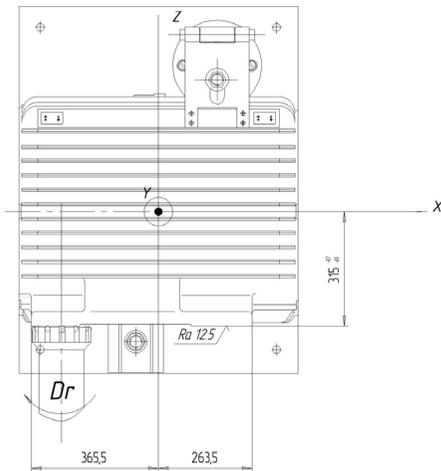
Операция 010: Комплексная

✓(✓)

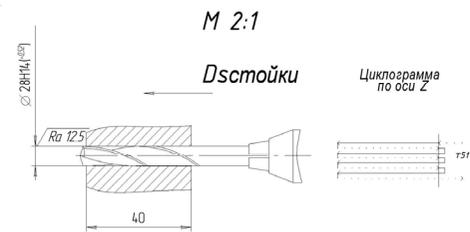
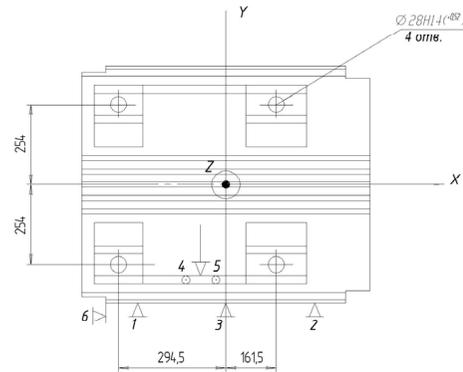
Переход 14 (В+000152)



Наименование перехода	Режущий инструмент	Позиция	Лр, мм	l, мм	S, мм/об	V, мм/мин	n, мин	To, мин	Тасп, мин	Тшт, мин
14. Фрезерование	Фреза торцевая с ЧС ISO 9001, левая	T02	87,4	3	2,4	290	577	1,26	0,4	1,89



Переход 15



M 2:1

Dстойки

Циклограмма по оси Z

Наименование перехода	Режущий инструмент	Позиция	Лр, мм	l, мм	S, мм/об	V, мм/мин	To, мин	Тасп, мин	Тшт, мин	
15 Сверление	Сверло $\varnothing 28$ ISO 9001, лев. справа	T50	40	14	0,46	115	1308	0,28	0,4	0,76

ВпГУ.151001.8/1.27.1.001				Литера	Масса	Масштаб		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Наладка технологическая на операцию 010	1:3		
Разраб.	Техн. эк.	Прош.	Провер.	Лист			3	Листов
Т. экзамп.	И. экзамп.	И. экзамп.	Зав.	вр. Т-100				

Показатели гибкости определялись как по соотношению времени перехода (подготовительно-заключительного времени) на изготовление другого изделия, так и по отношению времени перехода к затратам, связанным с данным переходом.

Технологический процесс нанесения покрытий методом магнетронного распыления. Лазерная обработка.

Исходная информация

Исходная информация даётся для условий нанесения вакуумных покрытий методом магнетронного распыления с использованием несбалансированных магнетронов. В частности, в имеющейся на кафедре «Технология машиностроения» вакуумной установке UniCoat 600 реализуются различные технологические режимы покрытий в том числе:

- традиционные покрытия – TiCN, CrN, TiAN, AlCrN;
- 3D - нанокompозитные покрытия AlTiN, AlSiTiN, AlSiCrN;
- 2D - нанокompозитные покрытия AlTiN, AlSiTiN, AlSiCrN.

Покрытие, наносимое на поверхность изделия, решает задачи улучшения эксплуатационных характеристик изделия. Оно работает в непосредственном, осуществляемом на атомарном уровне контакте с поверхностью изделия.

Операция магнетронного распыления включает:

- загрузку изделий в вакуумную камеру;
- откачку вакуумной камеры до «базового» давления;
- ионную очистку изделия;
- нанесение металлического подслоя;
- нанесение реактивного слоя;
- остывание изделия;
- выгрузку изделий.

Последовательное проведение всех перечисленных технологических операций составляет полный технологический цикл нанесения покрытия.

Определяющие параметры – это физические величины, которые оказывают определяющее влияние на протекание физического процесса, к ним относят:

- давление «базового» вакуума (в конце операции «откачка»), Па;
 - давление газа в камере при проведении технологической операции, Па;
 - расход натекания газа в камере при достижении «базового» вакуума, $sccm$; $sccm$ – международная внесистемная единица измерения расхода газа, принятая в вакуумной технике. 1 $sccm$ -объёмный расход газа, равный 1см^3 газа при температуре 293К и давлении 101325 Па в мин ($1,69 \cdot 10^{-3}$ Вт);
 - ток разряда при нанесении покрытия, А;
 - напряжение смещения, подаваемое на изделие, В;
 - установившаяся концентрация реактивного газа, %;
 - время (продолжительность) проведения технологической операции, мин;
 - время полного оборота планетарного механизма вращения (период), с;
 - угол между магнетронами, °; этот параметр определяет положение фокуса магнетронов – точки пересечения нормалей поверхности мишеней.
- Контролируемые параметры (физические величины, дающие количественную характеристику протекающему процессу, позволяющие контролировать правильность его протекания и фиксировать возможные отклонения в работе технологического оборудования и вспомогательных устройств). К ним относят:
- давление на входе в форвакуумный агрегат, Па;

- давление на выхлопе из диффузионного насоса, Па;
- давление на входе в диффузионный насос, Па;
- ток смещения, проходящий через изделия и оснастку при нанесении покрытия, А;
- ток (ионный), текущий через изделия и оснастку при ионной очистке, А;
- напряжение разряда, приложенное к мишени магнетрона, В;
- расход реактивного газа, ссм;
- расход газа при проведении технологической операции, ссм;
- скорость прокачки технологического газа, л/с;
- максимальная глубина зоны выработки мишени, мм.

В разделе «Оформление графической части» приведена технологическая наладка на магнетронную операцию, с. 181 – 182.

Лазерная обработка

Лазерный луч может быть сфокусирован на очень маленькую поверхность материала и создать на ней плотность энергии, достаточную для нагревания и разрушения материала (например, порядка 10^8 Вт/см² для плавления металла).

Основными технологическими параметрами процесса лазерной резки являются: мощность излучения; скорость резки; давление вспомогательного газа; диаметр сфокусированного пятна и др. При импульсном режиме к данным параметрам добавляются: частота повторения импульсов; длительность импульсов, средняя мощность излучения. Эти параметры влияют на ширину реза, качество резки, зону термического влияния и другие характеристики. В разделе «Оформление графической части» приведены технологические наладки на лазерную обработку, с. 179 – 180.

5.3. Разработка планировочного решения участка механической обработки

Выбор варианта размещения технологического оборудования

Основы разработки планировочных решений участков даны в соответствии с положениями, разработанными и опубликованными В.А. Кашириным [12,27].

Приступая к разработке планировочного решения участка, необходимо, прежде всего представить его месторасположение среди остальных участков цеха и привязку к транспортным грузопотокам корпуса. Типовые схемы компоновки участков основного производства показаны на рис. 5.25 [27,12].

Организуя началом построения планировочного решения участка является направление технологического грузопотока станков на одной операции (позиции).

Технологическим грузопотоком называется объем продукции, проходящей в единицу времени, последовательно по всем стадиям технологического маршрута. На компоновочном плане его задают трассой – совокупностью векторов, не выходящих за пределы прохода участка, определяющей все технологически необходимые перемещения объекта производства, начиная от подачи заготовок и кончая выходом готовой продукции. По ней окончательно определяется вариант планировочного решения участка.

Вариант технологического грузопотока выбирают по значению показателя ξ

$$\xi = \frac{l_T}{L_T},$$

где l_T – технологическая длина участка;

L_T – технологическая длина грузопотока.

Величина l_T определяется по формуле

$$l_T = k \sum_{i=1}^{N_e} l_{\phi i},$$

где N_e – количество единиц технологического оборудования на участке; $l_{\phi i}$ – фронтальная длина i -й единицы - габаритный размер (станка, контрольного поста, моечной машины и т.д.); k – коэффициент, учитывающий расстояние между единицами оборудования, а также необходимость размещения на участке вспомогательных средств, постов наладки, межоперационных заделов, оргтехоснастки, шкафов и пультов управления. В зависимости от типа производства и степени автоматизации участка следует принимать:

$k = 1,4 \dots 1,6$ – для индивидуальных поточных линий;

$k = 2,8 \dots 4,0$ – для широкономенклатурных гибких автоматизированных производств (ГАП).

Величина L_T определяется по компоновочному плану. В производственной практике оптимальное значение L_T установилось в пределах 30-50 м и обеспечивается за счет соответствующего разделения пролетов механической обработки технологическими грузопотоками других переделов (транспортно-складских, термообработки, сборки и т.д.).

Различают следующие виды трасс технологического грузопотока (рис. 5.28):

– *односторонние зигзагообразные (многошаговые) (участок I) и линейные (одношаговые) (участок II) с расположением оборудования по одну сторону от трассы, обозначающей прохождение продукции по участку (проход, конвейер и т.д.); они применяются для достаточно равномерной производительности оборудования (количество станков-дублеров на каждой операции должно быть не более трех и близким к нечетному кратному значению показателя $\xi > 1; 3; 5$);*



Рис. 5.28. Компоновочный план механообрабатывающего цеха с вариантами технологических грузопотоков на участках: I – односторонний многошаговый ($L/L=3 \dots 5$); II – односторонний линейный ($L/L > 0,1$); III – односторонний комбинированный ($L/L=2 \dots 3$); IV – двухсторонний линейный ($L/L=1 \dots 2$); V – комбинированный (гибкое автоматизированное производство деталей сложной конструкции); 1...7 – стадии маршрута

- вариант I – для поточных линий со значением $\xi > 3,0$;
- вариант II – для линий со значением $\xi < 1,0$ и серийных участков со значением $\xi \ll 1$;

– значение $\xi > 5$ для этой схемы нежелательно, так как грузопоток становится практически неконтролируемым из-за чрезмерно большой длины;

– *односторонние комбинированные (участок III) с многошаговым построением на стадиях 1 – 4 и линейным (в один или несколько параллельных потоков) на отдельных стадиях 5 – 7;* такой вариант предпочтителен для высокопроизводительных и групповых (до восьми наименований деталей в группе) поточных линий при значении ξ от 2 до 3, здесь базовые (стадии 1 - 2), формообразующие (стадия 3) и смежные (стадия 4) операции выполняются по типовому маршруту на высокопроизводительном оборудовании с интенсивными режимами обработки, а отделочные операции (стадии 5 – 7), требующие, как правило, специальных режимов и методов обработки, выполняются в отдельных специализированных для каждого наименования (или группы наименований) линейных потоках;

– *двухсторонние линейные (участок IV) с расположением оборудования по обе стороны от общей трассы;* применение целесообразно при значении ξ от 1 до 2 для индивидуальных поточных и групповых линий;

– *комбинированные технологические грузопотоки (участок V)* представляют собой комбинацию всех перечисленных выше вариантов и могут быть рекомендованы для гибких автоматизированных производств деталей и грузов сложной конфигурации, представляющих собой, как правило, комбинации различных классов.

В комбинированных грузопотоках (варианты III и V) наиболее удобными местами размещения межоперационных заделов являются интервалы между стадиями 2 - 3 и 4 - 5 технологического маршрута. Для линейных грузопотоков выбор местораспо-

ложения задела (склада, накопителя) существенного значения не имеет: предпочтение отдается варианту, наиболее экономичному с позиции использования площадей.

Типовые варианты расстановки оборудования представлены на рис. 5.29 и 5.30 со следующими условными обозначениями:

ПН – пост наладки (ремонта, регулирования и подготовки технологической оснастки с указанием зоны его обслуживания);

ГС – гидростанция;

ЛП – лестничный переход;

ГП – гидропривод транспортера-накопителя.

Выбор варианта для каждой стадии маршрута автономен, не зависит от вариантов расстановки на предыдущих и последующих стадиях. Внутри стадии следует придерживаться одного варианта, исходя в каждом случае из следующих положений.

Вариант а (рис. 5.29) - фронтальная схема расстановки, при которой оперативный "фронт" (зона действий рабочего) включен в трассу технологического грузопотока, что обеспечивает наиболее короткий операционный цикл. Схема удобна при многостаночном обслуживании благодаря наличию сквозного перехода между рабочими местами и отсутствию необходимости переноса деталей (заготовок) вручную.

К недостаткам фронтальной схемы следует отнести ее чрезмерно "жесткую" привязку к выбранному маршруту: его малейшие изменения, вполне допустимые внутри стадий с точки зрения обеспечения качества и потому широко применяемые в групповой (серийной) обработке, становятся в данном случае труднореализуемыми, а подчас и невозможными. Остановка любого станка на переналадку, его обслуживание

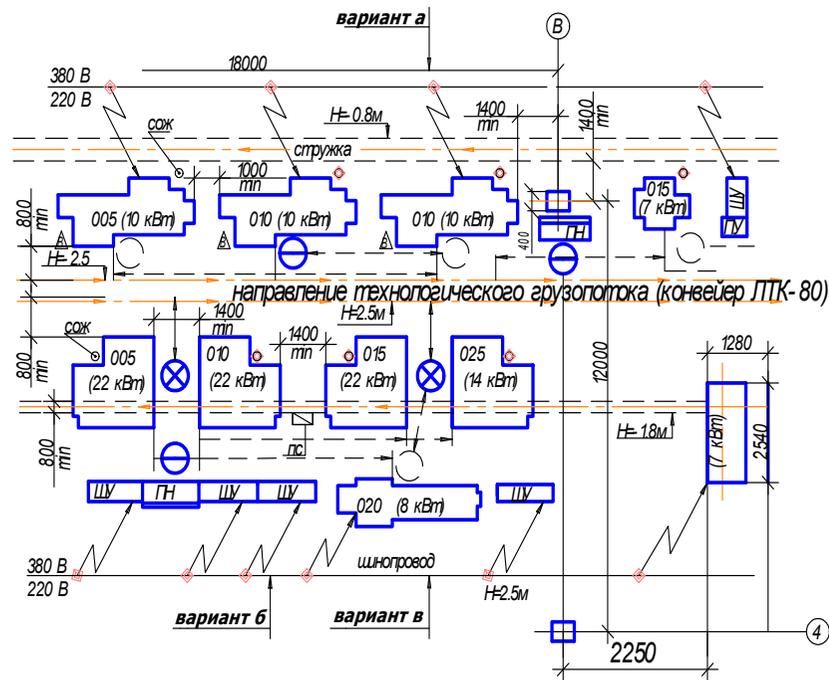


Рис. 5.29. Варианты схем размещения оборудования: а – фронтальная; б – поперечная двухсторонняя; в – поперечная трехсторонняя

или ремонт влекут за собой нарушение технологического ритма, мешают действиям оператора и нередко дезорганизуют работу участка.

Фронтальная схема также неудобна при большом количестве технологического оборудования и наличии значительного числа станков-дублеров, так как чрезмерно увеличивает длину

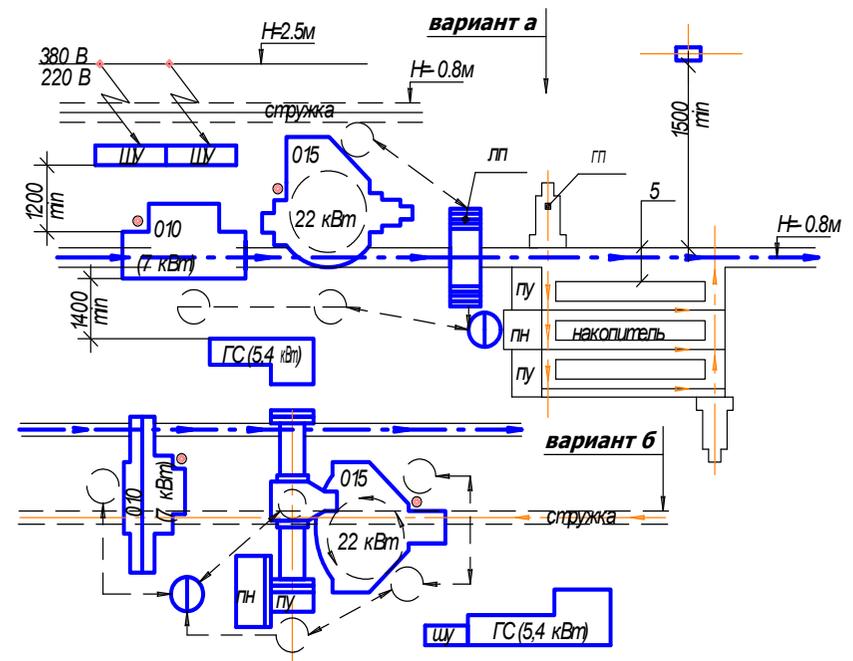


Рис. 5.30. Варианты схем размещения оборудования: а – фронтальная со встроенным транспортером (для АЛ); б – поперечная односторонняя (ПАЛ и ГАП)

трассы. В таких случаях ее выполняют с разбивкой на несколько параллельных трасс (стадии 5 - 7 участков III и V, рис. 5.28).

В автоматической линии (рис. 5.30, вариант а) фронтальная схема реализуется, как правило, путем встраивания шагового транспортера в линию загрузочных позиций станков и обладает теми же достоинствами и недостатками. Для компенсации потерь ритма при остановке станков для переналадки, обслуживания и ремонта в них предусматривают накопители заделов, что часто сводит "на нет" выигрыш в площади, получаемый за счет встраивания.

В целом фронтальная схема расстановки достаточно широко применяется в индивидуальных поточно-механизированных и автоматических линиях благодаря перечисленным ранее достоинствам и компоновочной простоте; однако она не может быть рекомендована для групповых поточных линий и серийных участков, а также для использования многопозиционного технологического оборудования с большим количеством инструментальных позиций и, как следствие, с длительным наладочным циклом.

При значительной (более чем двукратной) разнице в производительности оборудования, применяемого на различных операциях стадии (участка), спланированной по фронтальной схеме, целесообразно разрывать грузопоток при помощи промежуточных накопителей.

Варианты б, в (рис. 5.29 и 5.30) поперечной одно-, двух- и трехсторонней схем расстановки отличаются от варианта *а* тем, что оперативный "фронт" здесь вынесен за пределы трассы технологического грузопотока и контактирует с последним только на одном (при одностороннем грузопотоке) или двух возможных флангах (двухсторонний грузопоток), где производится снятие заготовок и возврат обработанных деталей. Остальные оперативные действия выполняются вне трассы, что позволяет производить наладочные работы, техническое обслуживание и ремонт, не нарушая производственного ритма, а также в значительной мере снижают потребность в создании межоперационных заделов (хотя межстадийные по-прежнему остаются необходимыми). Схема позволяет сокращать длину трассы грузопотока и с одинаковым успехом применима как в одностороннем, так и в двухстороннем его вариантах. В данных вариантах возможна не только последовательная (с оперативной переналадкой), но и параллельная (одновременная) об-

работка деталей различных типоразмеров и наименований при соответствующем многокомплектном оснащении станков поворотными (револьверными) суппортами, столами, планшайбами и (в автоматизированном варианте) захватами манипуляторов.

К недостаткам поперечной схемы следует отнести повышение нагрузки на оператора в связи с увеличением длины перемещения заготовок на позицию обработки (закрепления) и возврат детали на трассу, закрытость грузопотока для наладчика, необходимость прокладки трассы стружкоуборочного транспортера под станками, что затрудняет их обслуживание и ремонт (глубина прокладки и ширина транспортера здесь увеличивается для обеспечения доступа к нему без демонтажа основного технологического оборудования).

Односторонняя поперечная схема (рис.5.30, вариант б) предпочтительна для переналаживаемых автоматических линий и автоматизированных гибких производств (ГАП), так как обеспечивает наилучшие условия для технического обслуживания и переналадки оборудования, не создавая каких-либо помех в технологическом грузопотоке. В групповых поточно-механизированных линиях и на серийных участках она обладает тем недостатком, что затрудняет многостаночное обслуживание. В данном случае предпочтительны двух- и трехсторонняя поперечная схемы (рис. 5.29, *б* и *в*). Следует обратить внимание на размещение оборудования в варианте *в* (операция 020): во-первых, она должна быть промежуточной между операциями 015 и 025, так как в противном случае резко возрастает длина трасс межоперационного обслуживания и пересекаются маршруты операторов, во-вторых, на этой операции объем снимаемой стружки должен быть минимальным (то есть она должна быть наименее стружкоемкой), так как встраива-

ние здесь транспортера уборки стружки явно нецелесообразно - стружку убирают вручную с последующей засыпкой ее в транспортер через приемник стружки. Такое сочетание встречается нечасто (по крайней мере, на стадиях 1-3 технологического маршрута), поэтому необходимо относиться к ее выбору весьма взвешенно, учитывая упомянутые выше факторы.

Диагональная схема расстановки оборудования: монтаж станков под углом $< 90^0$ к направлению технологического грузопотока. В поточных линиях и на серийных участках она применяется крайне редко. Используется по причине ухудшения условий всех видов обслуживания, как правило, на поворотах трассы грузопотока, что позволяет немного экономить производственные площади. Однако в индивидуальном производстве (опытное, предприятия мелкого ремонта и т. п.) при размещении оборудования в бесфонарных корпусах она оказывается достаточно рациональной, так как позволяет повысить показатель освещенности рабочих мест по всей ширине пролета и расположить их таким образом, чтобы рабочий не загоразивал своей тенью оперативную зону. Фактор освещенности здесь становится весьма актуальным, так как от исполнителей требуется повышенное внимание, а инженерное обеспечение производства, как правило, минимальное и определенных технологических грузопотоков практически нет.

После расстановки основного технологического оборудования окончательно корректируются трассы грузопотоков и размещаются вспомогательные средства организационно-технического (инженерного) обеспечения участка.

В пояснительной записке планировка участка механической обработки детали раскрывается следующим образом.

1. Указываются тип и форма организации производства. Поточная и непоточная формы организации производства подробно раскрыты в работе А.А. Андерса [17].

2. Указываются состав и количество единиц технологического оборудования участка, ориентировочно занимаемая им производственная площадь, время выполнения операции, складские, накопительные, транспортные средства, продолжительность цикла их работы. Данные удобно представить в виде табл. 5.36 и 5.37.

3. Определяется структура участка. В соответствии с технологическим маршрутом указываются внутрисистемные связи (потоки, связывающие технические средства, входящие в состав участка):

- межстаночные (в группе А);
- между станками и другими техническими средствами (группа А - группа Б);
- в среде технических средств, реализующих вспомогательные функции и функции обслуживания (в группе Б).

Таблица 5.36

Группа А. Основное оборудование участка

№ операции	Время выполнения операции, мин.	Наименование и модель станка	Количество единиц	Производственная площадь, приходящаяся на один станок, м ²
Площадь, занимаемая оборудованием группы А $S_A =$				

Таблица 5.37

Группа Б. Оборудование, реализующее вспомогательные функции и функции обслуживания основного производства

№ п/п	Оборудования и его модель	Время цикла работы, мин	Количество единиц	Занимаемая площадь, м ²
	Технические средства, реализующие поток заготовок и деталей. Устройства хранения, транспортирования и т.д. Технические средства, реализующие поток технологической оснастки. Технические средства, реализующие поток стружки			
Площадь, занимаемая оборудованием группы Б, $S_B =$				

Общая площадь участка механообработки $S_0 =$

Данную информацию удобно представить в матричной форме (табл. 5.38). где приняты следующие условные обозначения:

ТС - технические средства;

С(1) - станки;

АС(Д, З, МО) - автоматизированный склад деталей, заготовок, межоперационного задела;

ППУ - приемопередающее устройство;

ПН_і - промежуточный накопитель;

ПКР - пост комплектации - разуконплектации заготовок (деталей) с приспособлениями-спутниками;

1 - указывает на наличие связи между данными техническими средствами;

0 - указывает на отсутствие связи между техническими средствами.

Таблица 5.38

Матрица взаимосвязей технических средств участка

ТС	С1	С2	С3	...	АС(Д)	ППУ	ПН(1)	ПКР
С1								
С2								
С3								
...								
АС(З)								
ППУ								
ПН1								
...								
ПКР								
...								

4. Дается обоснование выбора вида трассы технологического грузопотока (I, ... V), а также варианта расстановки оборудования на участке согласно указанным на рис. 5.29, 5.30.

5.4. Построение моделей функционирования технологических систем. Исследования на моделях

В курсовом проекте могут с определенной целью моделироваться процессы любого из технологических переделов: резания, контроля, складирования, транспортирования и др. Задание во многом определяется содержанием первой – технологической – части проекта, типом, формой организации производства.

В основном студентами разрабатываются модели функционирования участков основного производства с целью обоснования выбора варианта складов, устройств хранения (УХ), устройств накопления (УН), транспортных средств, автоматизированной транспортно-складской системы (АТСС), автоматизированной транспортно-накопительной системы (АТНС).

В пояснительной записке в соответствии с данным заданием должны быть представлены следующие материалы:

1. Сформулирована цель разработки модели объекта (процесса);
2. Сформулированы требования к объектам моделирования (в данном случае – средствам автоматизации грузопотока):
 - представлена графовая модель структуры обрабатывающей подсистемы;
 - дан расчет значений параметров потока (интенсивности поступления заявок от каждого станка и суммарной интенсивности);

- указаны все размерные характеристики, необходимые для расчета трасс перемещения грузов по матрице связей (см. табл. 5.38);

- рассчитаны штрафы за простои технологического оборудования в ожидании обслуживания.

3. Указаны допустимые варианты функциональной организации обслуживающей подсистемы:

- организации хранения (накопления) – централизованное, либо децентрализованное, либо комбинированное; варианты функциональных блоков для УХ(Н) с указанием входов и выходов; виды транспортных связей для устройств перемещения грузов, они могут быть автономные, групповые, транзитные, нетранзитные и т.д.;

- организации поиска адресной позиции (АП). Функции поиска АП может осуществлять УХ(Н) или специальное устройство, или УХ(Н) и специальное устройство. В данном пункте должны быть показаны графовые модели структур технологических потоков систем, построенные на их основе.

4. Указан перечень альтернативных вариантов объектов моделирования и приведены их технические характеристики в сопоставимом для сравнительного анализа варианте;

5. Дана развернутая характеристика каждого из допустимых вариантов решений как объекта моделирования, например, как элемента системы массового обслуживания с представлением временной диаграммы с указанием на ней фазы обслуживания, входящего, выходящего потоков и др.

6. Приводится расчёт значения параметров функционирования объекта. Например время цикла работы;

7. Даются аналитические зависимости, устанавливающие взаимосвязь показателей эффективности функционирования технологического оборудования с параметрами работы средств автоматизации и раскрывающие возможные варианты изменения условий обслуживания в рамках одного варианта по выбранным критериям оптимизации;

8. Приводится листинг программы;

9. Дается анализ полученных результатов. Указывается выбранный вариант.

Основные теоретические положения.

Анализ требований технологии механической обработки деталей к УХ(Н), АТСС и АТНС на примере ГПС механообработки

Структура обрабатывающей подсистемы ГПС - S_{MO} формируется под непосредственным влиянием маршрутов обрабатываемых в ней деталей. На рис. 5.31 показана характерная для многономенклатурного производства маршрутизация в грузопотоке: обработка каждой q -й подгруппы деталей ($q=\overline{1, NQ}$), j -й группы ($j=\overline{1, NF}$) требует различного набора станков для формирования своей элементарной структуры.

С этих позиций структура обрабатывающей подсистемы S_{MO} может быть представлена как объединение элементарных структур $S_{q,j}$ (рис. 5.32).

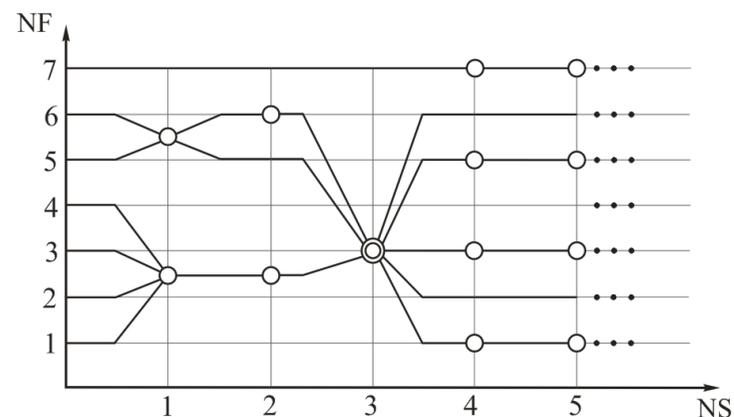


Рис. 5.31. Маршруты перемещения деталей в многономенклатурном производстве: S_{MO} – структура обрабатывающей подсистемы; S_j – структура для j -й группы деталей; S_{qj} – элементарная структура, формируемая для деталей q -й группы j -й подгруппы; NF – номера подгрупп деталей; NS – номера станков, входящих в групповой технологический маршрут обработки деталей

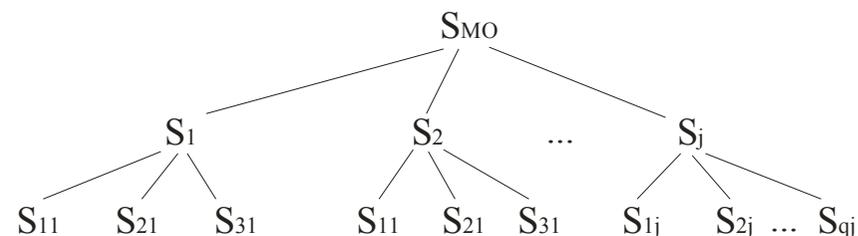


Рис. 5.32. Графовая модель структуры обрабатывающей подсистемы многономенклатурного производства

Технологические маршруты определяются соотношением требований к конструктивно-технологическим параметрам детали - $ТП_j$ и технологических возможностей станка $ТВ_i$. Возможны два варианта соотношения и соответственно два принципиально разных варианта структур S_{NF} :

Первый вариант: $ТПq_j \cap ТВ_i \neq ТВ_i$.

Если для всех деталей группы сохраняется данное соотношение, то процедура формирования структуры и структурная формула имеют вид:

$$\begin{aligned} ТПq_1 &= ТВ_1 \cup ТВ_2 \\ ТПq_2 &= ТВ_1 \cup ТВ_3 \\ ТПq_3 &= ТВ_1 \cup ТВ_4 \cup ТВ_5 \\ &\dots\dots\dots \\ ТПq_j &= \overline{NB_1} \cup \dots \cup ТВ_i \\ &\dots\dots\dots \\ ТП_{NQ} &= \overline{ТВ_1 \cup ТВ_2 \cup \dots \cup ТВ_i}, \\ & j=1 \overline{NQ}, i=1 \overline{NS}, \end{aligned} \quad (1)$$

где NQ и NS - количество деталей и станков соответственно. Структурная формула отражает условия функционирования станков в режиме взаимодополнения. Обозначение данной структуры - U_1 (структурный модуль 1-го вида). Заготовки поступают на 1-й станок по маршруту, установленному технологическим процессом.

Второй вариант: $ТПq_j \cap ТВ = ТПq_j$.

Структурная формула: $ТПq_j = ТВ_i$ (2)
 $j \in NQ \quad i \in NS$.

Формула (2) отражает условие формирования структур без межстаночных связей. Они имеют две разновидности.

В первой заготовки поступают на любой освободившийся станок, т.е. $ТВ_1=ТВ_2=\dots=ТВ_i, i=1, NS$, станки функционируют в режиме взаимозаменяемости. Обозначение данной структуры - U_2 (структурный модуль 2-го вида);

Во второй обработка определенных партий деталей закреплена за конкретным станком, т.е. $ТВ_1 \neq ТВ_2 \neq \dots \neq ТВ_i$, станки функционируют в автономном режиме. Обозначение данной структуры - U_3 (структурный модуль 3-го вида);

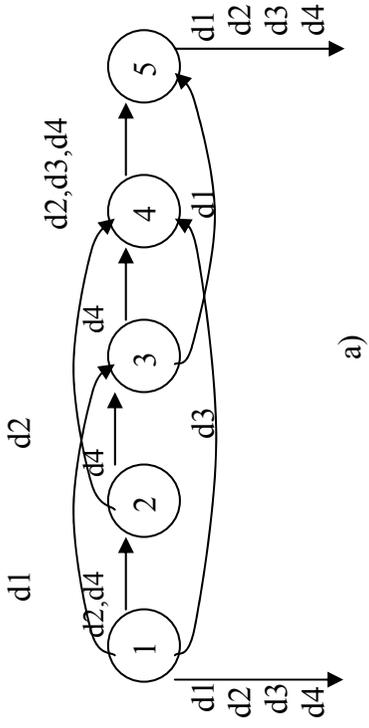
Множество всех возможных вариантов структур обрабатываемой подсистемы может быть задано булеаном $P\{U\}$:

$$P\{U\} = \{\{U_1\}, \{U_2\}, \{U_3\}, \{U_1, U_2\}, \{U_1, U_3\}, \{U_2, U_3\}, \{U_1, U_2, U_3\}\}.$$

Двух- и трехкомпонентные подмножества раскрываются следующим образом:

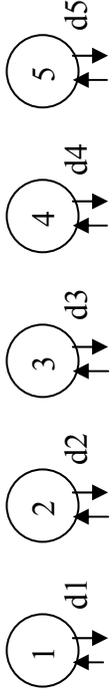
- часть станков объединена в структурный модуль U_1 , часть - в U_2 (оба модуля присутствуют в подсистеме одновременно);
- чередование режимов работы станков.

Графы рассмотренных вариантов структур обрабатываемой подсистемы представлены на рис. 5.33 (в их составе выделены варианты, нашедшие применение на заводах г. Владимира).

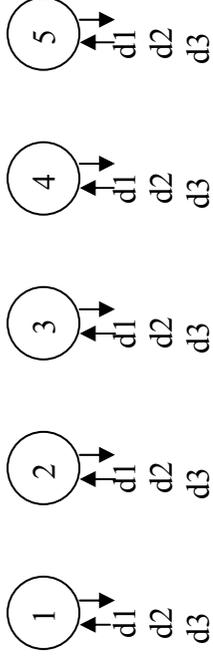


а)

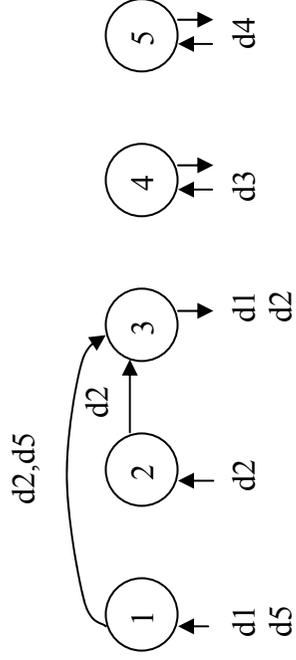
ВПО «Техника»



б)



в)



г)

1-й вариант: все стан-
ки обрабатывают дета-
ли одного наименова-
ния
2-й вариант: детали
различных наименова-
ний поступают на лю-
бой освободившийся
станок

Рис.5.34. Виды структурных модулей обрабатывающей подсистемы ГПС:

а) U1 (режим взаимодополнения); в) U3 (режим взаимозаменяемости);

б) U2 (автономный режим); г) один из вариантов комбинации

структурных модулей

Условные обозначения: i - технологическое оборудование;

→ - маршруты обработки деталей d_1, \dots, d_5

Каждая из висящих вершин и дуг графа - это требование к обслуживающей системе - транспортной, складирования, накопления.

Расчет параметра потока λ (интенсивности заявок на обслуживание), например складом, в каждом варианте различен:

– для первого варианта - $\lambda_{\Sigma} = \lambda_1 + \lambda_5$,

$$\lambda_1 = \max \{ \lambda_{1j}, j = \overline{1,4} \}, \quad \lambda_5 = \max \{ \lambda_{5j}, j = \overline{1,4} \};$$

– для второго: $\lambda_1 = \lambda_{11}, \lambda_2 = \lambda_{22}$ и т.д.,

$$\lambda_{\Sigma} = \sum_{i=1}^{NS=5} \lambda_i;$$

– третьего: $\lambda_1 = \max \{ \lambda_{1j}, j = \overline{1,3} \}$,

$$\lambda_2 = \max \{ \lambda_{2j}, j = \overline{1,3} \} \text{ и т.д.}, \quad \lambda_{\Sigma} = \sum_{i=1}^{NS=5} \lambda_i;$$

– для четвертого $\lambda_1 = \max \{ \lambda_{1j}, j = \overline{1,2} \}$,

$$\lambda_2 = \lambda_{22}, \quad \lambda_3 = \max \{ \lambda_{31}, \lambda_{32}, \lambda_{35} \},$$

$$\lambda_4 = \lambda_{43}, \quad \lambda_5 = \lambda_{54}, \quad \lambda_{\Sigma} = \sum_{i=1}^{NS=5} \lambda_i.$$

Основные сведения по системам складирования и накопления грузов

Более 50 % операций в технологическом потоке – это операции хранения и накопления грузов. На их выполнение уходит 25-30 % себестоимости продукции. отождествление складов и накопителей в публикациях, посвященных гибким производственным системам, а также неточное употребление понятий (в обозначении видов запасов, объектов хранения и накопления и др.) привело к необходимости указания определений понятий. Различия складов и накопителей определяются

временным и функциональным аспектами, условиями включения в систему связей и отношений в производственной системе.

Временной аспект

Устройства хранения (УХ) обеспечивают сохранность груза в течение длительного промежутка времени (по действующим нормативам – от 0,25 до 20 суток).

Устройства накопления (УН) – «гасят» временные рассогласования, определяемые минутами и часами.

Функциональный аспект

Склад – это монофункциональная подсистема производства, в которой наряду с приемом, размещением груза по адресным позициям, его хранением, выдачей формируются, комплектуются партии запуска, осуществляются накопление, межоперационное перемещение грузов, учет, контроль, диспетчеризация транспортных потоков. «Организаторами» производства называют склады, «они поддерживают его ритм», «любое производство начинается и заканчивается на складах» [8].

Накопитель – это либо монофункциональное устройство, выполняющее функцию промежуточного накопления, либо устройство, дополнительно реализующее функции межоперационного перемещения.

Объекты хранения (накопления) в основном грузопотоке

Основной грузопоток машиностроительного производства формируют штучные грузы, в том числе тарные, различные по стадии готовности в рамках одного предприятия (заготовки, детали, межоперационный задел и др.) Определение их понятий приведено в соответствии с основами технологического проектирования в редакции Б.И. Айзенберга:

готовые изделия – продукция, прошедшая все установленные стадии технологического процесса, не требующая дальнейшей обработки в пределах этого предприятия, укомплектованная, принятая ОТК завода или заказчиком и предназначенная для отправки (или сданная на склад готовых изделий);

незавершенное производство – предметы труда, находящиеся в процессе обработки на рабочем месте или ожидающие дальнейшей обработки (предметы труда, ожидающие дальнейшей обработки иначе называются межоперационным заделом);

полуфабрикат – продукция, законченная обработкой в одном цехе, но подлежащая обработке в другом. В рамках этого понятия следует конкретизировать понятие заготовка. **Заготовка** – предмет труда, из которого дополнительной обработкой получают части изделия. (Заметим, что это продукция заготовительного передела, не прошедшая обработку ни на одной операции механообрабатывающего передела).

Величина общего запаса на складе по каждому из перечисленных выше видов грузов устанавливается по каждой позиции их номенклатуры и состоит из следующих норм запасов:

- текущего (Z_t) – обеспечивающего бесперебойное снабжение производства и находящегося в длительном обновлении;
- страховых (Z_c) – предназначенных для бесперебойного снабжения производства и потребителей при исчерпании текущих запасов из-за задержек в поставках;
- подготовительных (Z_p) – отвлекаемых на операции по перемещению, подготовке к отпуску и отпуску.

Запас на складе устанавливается в абсолютных величинах – штуках, единицах массы и в относительных - в днях обеспе-

чения предприятия или потребителей. Относительная величина запаса (Z_o) и суточная потребность определяют абсолютную величину запаса (Z_a).

Графическое представление видов запаса дано на рис. 5.34.

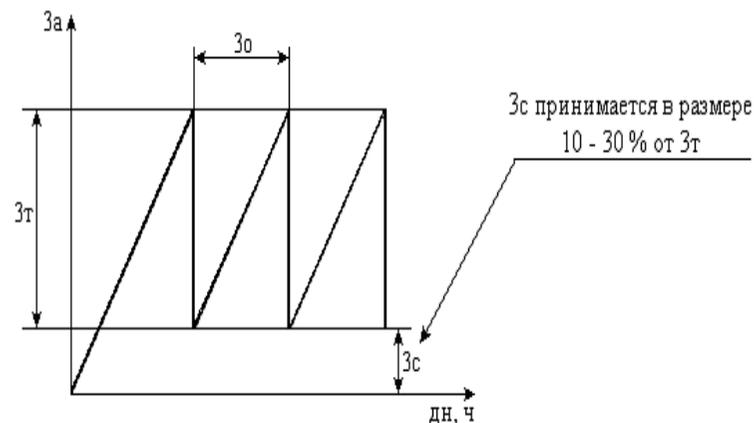


Рис. 5.34. Диаграмма изменения величины запаса

Условия включения УХ(Н) в производственную систему

Устройства хранения

Значительная величина запаса на складах определяется рядом факторов: необходимостью изменения параметров транспортных партий; значительной разницей во времени выполнения смежных технологических переделов, большими межоперационными перерывами, связанными с переналадкой оборудования внутри одного технологического передела и др. В связи с этим различают склад заготовок (отливок, проката и др.), склады деталей, склады межоперационного задела, склады готовой продукции, рис 5.35.

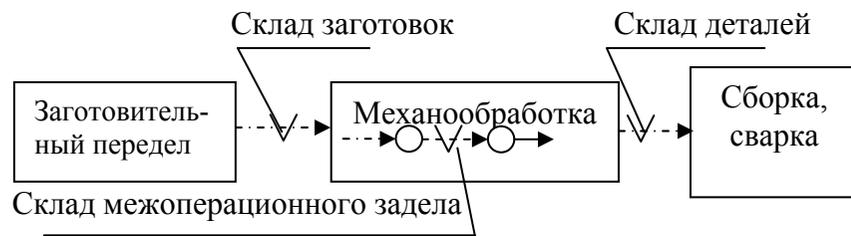


Рис 5.35. Условия необходимости включения склада на основном грузопотоке:
 - - - - -▶ - поток заготовок;
 - - - - -▶ - поток межоперационного задела;
 —————▶ - поток деталей;
 ◻ - технологические переделы;
 ○ - технологические операции;
 √ - локализация возможных временных рассогласований

Складирование грузов на входящем и выходящем потоках характерно для всех типов производства. Различия есть только в размерах запасов по видам складываемых грузов. Нормативный запас заготовок для мелкосерийного производства – 15 суток, для массового – сутки; деталей для мелкосерийного производства – от 10 до 20 суток, для массового - от 0,25 до 0,5 суток и др. [12]. Склад на внутренних связях производственной системы для развязки внутренних грузопотоков используется только в единичном, мелко- и среднесерийном производствах при его непоточной форме организации [17]. Типовая схема маршрутизации грузов при непоточной форме организации производства показана на рис. 5.36.

Технология складирования грузов - сложный, трудоемкий процесс, который может включать в том числе и операции их накопления. Погрузочно-разгрузочные и транспортно-

складские работы - это один из важнейших технологических переделов машиностроительного производства.

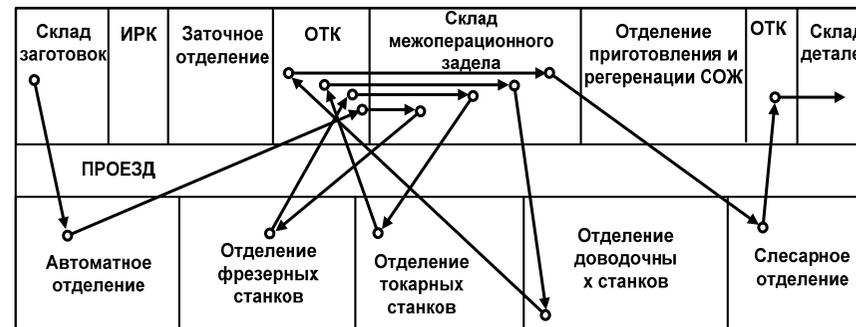


Рис. 5.36. Принцип развязки внутренних грузопотоков при непоточной форме организации производства [17]

В зависимости от типа склада в нем может быть реализована технологическая схема с полным и неполным циклом. Для внутривыпускных (междоцеховых и внутрицеховых) складов характерны варианты неполных структурных схем, которые получаются путём исключения отдельных фаз из обобщенной схемы, например, секции приемной экспедиции совмещаются с зоной хранения и др. Базовыми техническими средствами оснащения внутрицехового склада являются устройства хранения и обслуживающие устройства. К обслуживающим устройствам относятся “специальные” устройства (СУ), осуществляющие поиск адресной позиции, захват, перемещение грузов по заданным адресам и др. (краны-штабелёры, каретки-операторы, роботы и др.), приемно-передающие устройства, транспортные устройства, промежуточные накопители.

Устройства накопления

Накопители часто называют «буферами». Они используются в целях исключения в потоке (внутри одного технологического передела) простоев оборудования с меньшим операционным временем в ожидании получения или отдачи грузов (обмена грузами). Основным «заказчиком» реализации функции межоперационного накопления в технологической системе было поточное производство. Промежуточные накопители должны были «выбрать» все, даже самые незначительные «временные люфты» на межстаночных связях в поточной линии. На рис. 5.37 приведена расчётная схема для определения времени простоя i -го станка ($t_{пр}$) при различном времени обработки на двух смежных по технологическому маршруту следования деталей станках.

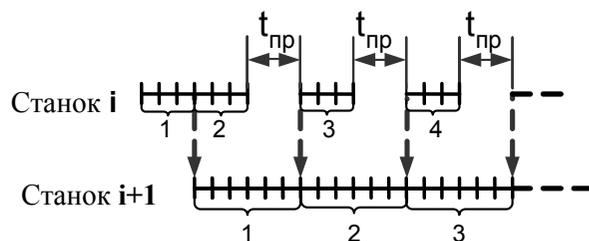


Рис. 5.37. Расчётная схема для определения времени простоя i -го станка ($t_{пр}$) при различном времени обработки на двух смежных по технологическому маршруту следования деталей станка: 1...4 - номера деталей; H - доля времени обработки детали на станке;

С развитием автоматизации производства, включением всё большего количества технических средств в технологические потоки накопители стали использоваться не только на межстаночных связях, но и на связях между другими ТС, не связанными с обработкой (например между постом комплектации-

разукомплектации заготовок, деталей с приспособлениями-спутниками и складом, контрольно-измерительной машиной и станками и др.).

Склады и накопители как элементы систем связей и отношений ГПС механообработки

Склады и накопители с точки зрения потребительских свойств представляют собой буферные соединительные структуры. Состав их внешних свойств определяется их назначением, формой организации хранения, накопления грузов.

Состав входов и выходов склада, его входящих и выходящих потоков представляет собой определенный вариант функционального блока (табл. 5.39).

Состав внешних связей устройств накопления представлен индикаторной моделью генерации возможных вариантов взаимосвязей ТС оснащения ГПС (по элементу устройство накопления) (рис. 5.38).

Состав генерируемых на основе модели взаимосвязей разделён на 3 группы в зависимости от характера влияния формирующих их ТС на параметры функционирования и структурно-компоновочные решения УН: межстаночные связи, связи между станком (станками) и другими техническими средствами, связи в среде ТС, обслуживающих станки. Наиболее сложные условия функционирования УН на межстаночных связях. Они определяются составом обслуживаемых структурных модулей, видом транспортных связей, формой организации промежуточного накопления. Графы структур технологических потоков при разных формах и организации промежуточного накопления (централизованного и децентрализованного) показаны на рис. 5.39.

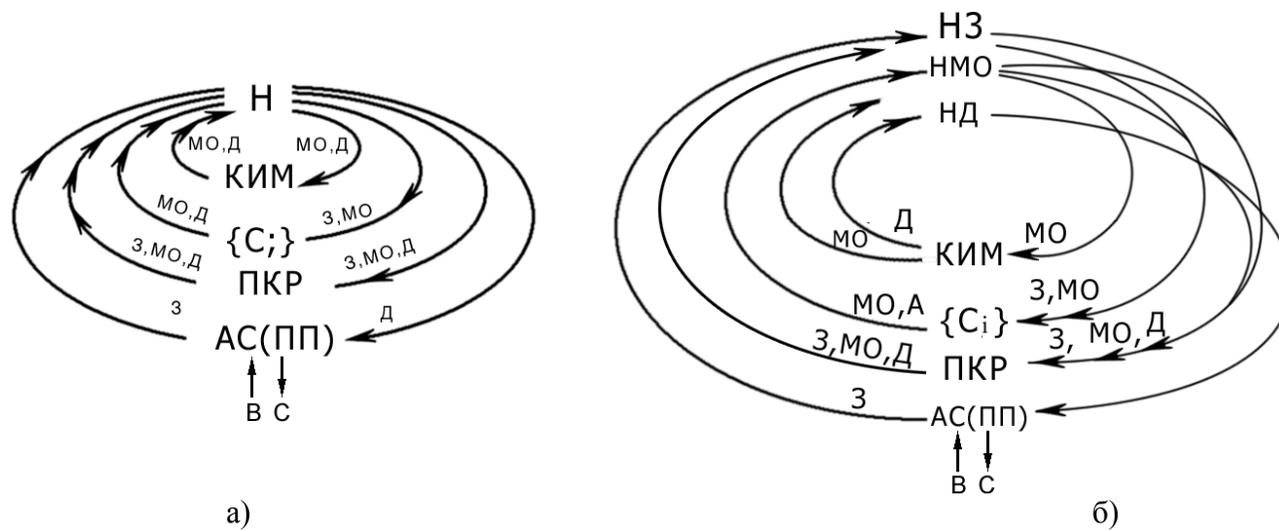


Рис. 5.38. Индикаторная модель генерации взаимосвязей технических средств оснащения ГПС (по элементу УН): а – централизованная форма организации накопления по видам грузов; б – децентрализованная форма организации накопления по видам грузов; С - станки, связанные маршрутами следования деталей; КИМ - контрольно-измерительная машина; ПКР - пост комплектации - разуконплектации заготовок (деталей) с приспособлениями-спутниками; ПП - передаточная позиция; ВС - внешняя среда; АС - автоматизированный склад; Н - накопитель; НЗ, НМО, НД - накопители заготовок, межоперационного задела, деталей соответственно

Таблица 5.39
Состав взаимосвязей склада в зависимости от обслуживаемого грузопотока и формы организации хранения грузов

Формы орг-ции хранения грузов	Состав взаимосвязей устройств хранения грузов	Условные обозначения
Децентрализованная	<p> $З_{п,ВС} \rightarrow \begin{matrix} \text{З} \\ \boxed{\text{СЗ}} \\ \text{З} \end{matrix} \rightarrow \text{ТС}$ $\begin{matrix} \text{ВС} \\ \text{ТС} \end{matrix} \xrightarrow{\text{Д}} \begin{matrix} \text{Д} \\ \boxed{\text{СД}} \\ \text{Д} \end{matrix} \rightarrow \text{С}$ $\begin{matrix} \text{МО} \\ \text{ТС} \end{matrix} \rightarrow \begin{matrix} \text{МО} \\ \boxed{\text{СМО}} \\ \text{МО} \end{matrix} \rightarrow \text{ТС}$ </p>	<p>Потоки</p> <p>З – заготовок</p> <p>Д – деталей</p> <p>МО – межоперационного задела</p> <p>Технологические переделы</p> <p>З_п – заготовительный</p> <p>ТС – технические средства оснащения ГПС механической обработки</p> <p>С – сборка</p> <p>ВС – внешняя среда</p> <p>Виды складов по хранению</p> <p>СЗ – заготовок</p> <p>СД – деталей</p> <p>СМО – межоперационного задела</p>
Централизованная	<p> $\begin{matrix} \text{З}_{п, \text{ВС}} \\ \text{ТС} \end{matrix} \xrightarrow{\text{МО}} \begin{matrix} \text{З} \\ \boxed{\text{СЗ, МО}} \\ \text{МО} \end{matrix} \rightarrow \begin{matrix} \text{З} \\ \text{ТС} \\ \text{МО} \\ \text{ТС} \end{matrix}$ $\begin{matrix} \text{ТС} \\ \text{З}_{п, \text{ВС}} \end{matrix} \xrightarrow{\text{Д}} \begin{matrix} \text{Д} \\ \boxed{\text{СДЗ}} \\ \text{З} \end{matrix} \rightarrow \begin{matrix} \text{Д} \\ \text{С, ВС} \\ \text{З} \\ \text{ТС} \end{matrix}$ $\begin{matrix} \text{ВС} \\ \text{ТС} \\ \text{ТС} \end{matrix} \xrightarrow{\text{МО}} \begin{matrix} \text{З} \\ \boxed{\text{СЗ, МО, Д}} \\ \text{МО} \\ \text{Д} \end{matrix} \rightarrow \begin{matrix} \text{З} \\ \text{ТС} \\ \text{МО} \\ \text{ТС} \\ \text{Д} \\ \text{С, ВС} \end{matrix}$ </p>	<p>Виды складов по хранению</p> <p>СЗ – заготовок</p> <p>СД – деталей</p> <p>СМО – межоперационного задела</p>

Размеры накопления в ГПС устанавливаются по вероятностным характеристикам, в основе получения которых расчетно-логическая процедура, представленная в табл.5.40.

В качестве показателей работы АТНС и АТСС следует определить вместимость, гибкость, производительность, занимаемую площадь, плотность укладки грузов, относительную загрузку транспортных средств, время ожидания обслуживания, время обслуживания и т.д. [18; 13-15; 29].

Оценка маршрутной гибкости автоматизированных транспортно - складских систем

Маршрутная гибкость автоматизированных транспортно-складских систем определяется возможностью подачи любого предмета в любой последовательности, в любое время по кратчайшему маршруту с минимальным временем поиска и выбора.

Скорость прохождения деталей внутри системы могут обеспечить только непосредственные связи: связи «напрямую», исключая посредников, в данном случае станки, не входящие в технологический маршрут (рис. 5.40, а и б). Оценочные характеристики должны строиться в зависимости от вида межстаночной связи: общая, групповая (рис. 5.39, а), индивидуальная (рис. 5.39, в) и возможности организации альтернативных маршрутов перемещения деталей.

Таблица 5.40

Формирование требований к УН со стороны технологических средств оснащения ГПС

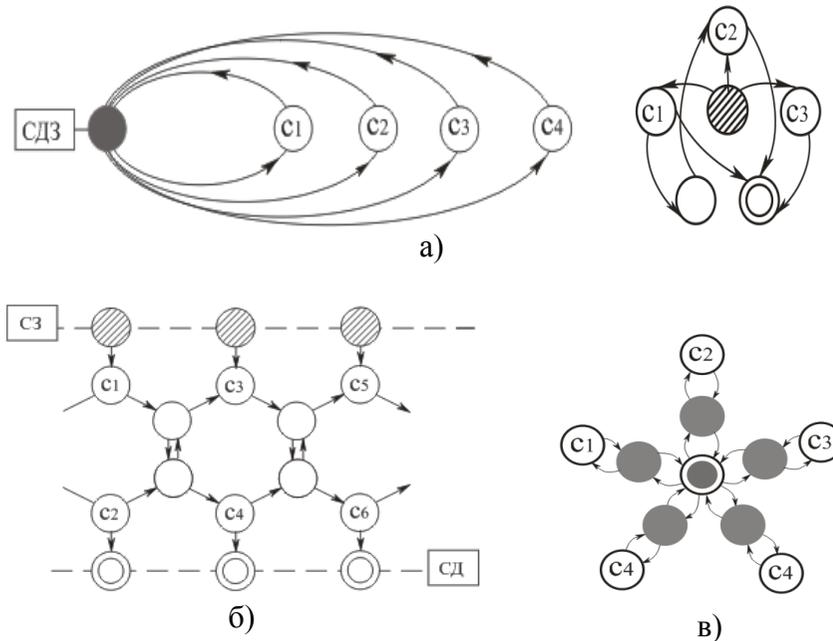


Рис. 5.39. Состав внешних связей УН в зависимости от форм организации накопления: а – централизованной; б – децентрализованной; в – комбинированной

- накопитель заготовок;
- накопитель заготовок и деталей;
- накопитель межоперационного задела;
- накопитель деталей;
- накопитель заготовок, деталей, межоперационного задела;
- входящий и выходящий потоки;
- технологическое оборудование;

Возможная локализация ПН	Содержание процедуры обоснования необходимости ПН в структуре ГПС (на примере маршрута деталей j-го наименования)
Межстаночные связи	<p>t_{np} - пороговое время простоя, при превышении которого начисляются штрафы; t_i, t_{i+1} - время выполнения i-й и i+1-й операций; ПН - промежуточный накопитель</p>
Связи ТО с другими техническими средствами оснащения ГПС, связи в среде ТС, обслуживающих станки	$\rho = \lambda / \mu, \begin{cases} \rho < 1, \text{ ПН не нужен} \\ \rho = 1, \text{ расчёт длины очереди на обслуживание } W_1 \\ \rho > 1, \text{ ПН вводится в структуру ГПС} \end{cases}$ <p>где λ - интенсивность поступления заявок на обслуживание от ТО μ - интенсивность обслуживания заявок W_1 - длина очереди на обслуживание</p>

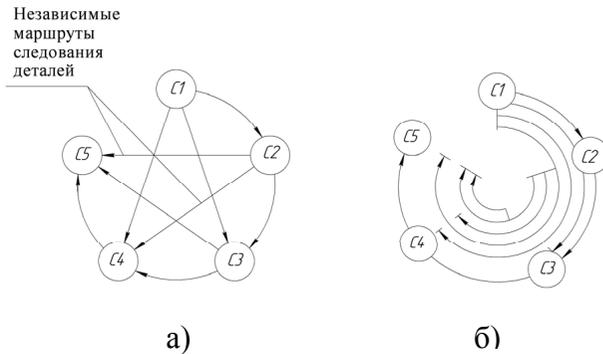


Рис 5.40. Возможные принципы организации маршрутов следования деталей в многономенклатурных производствах:

а – схема индивидуальных маршрутов;

б – схема общего «принудительного» маршрута

Гибкий маршрут перемещения деталей – маршрут, сформированный на избирательной основе: включающий только станки, предусмотренные в технологическом процессе, и имеющий альтернативный выбор, осуществляемый в целях снижения затрат на транспортную операцию, необходимости ожидания обслуживания в случае блокирования маршрута. Свойство маршрутной гибкости позволяет влиять на обе составляющие времени нахождения заявки в системе: время ожидания обслуживания и время обслуживания.

Гибкие связи, в отличие от всех остальных, в первую очередь, должны иметь «дельтовые» показатели, отражающие их свойства: разность между максимальным и минимальным временем – ΔT , длиной маршрута следования деталей – ΔL , производительности оборудования – ΔQ . Для оценки маршрутной гибкости предлагается использовать ряд показателей: основных и дополнительных.

Основные показатели маршрутной гибкости:

– по времени

$$k_{\Gamma}^{(t)} = \frac{\Delta T}{\Delta K};$$

– по длине маршрута следования детали

$$k_{\Gamma}^{(l)} = \frac{\Delta L}{\Delta K};$$

– по производительности

$$k_{\Gamma}^{(Q)} = \frac{\Delta Q_{\phi}}{\Delta K},$$

где ΔK – разность затрат (в том числе, капиталовложений, текущих затрат), связанных с реализацией сравниваемых маршрутов;

ΔQ_{ϕ} – фактическая производительность обслуживаемого оборудования.

Дополнительные показатели оценки маршрутной гибкости:

а) показатели непроизводительных затрат, связанных с маршрутизацией деталей:

– по времени

$$k_{\Sigma, \mu}^{(t)} = \frac{\sum_{j=1}^F t_{\text{факт}j} \cdot n_j / n_{Tj}}{\sum_{j=1}^F t_{\text{мин}j} \cdot n_j / n_{Tj}},$$

где $t_{\text{факт}j}$ – фактическое время, затрачиваемое на перемещение деталей с различными маршрутами следования,
 n_j – размер партии деталей,
 n_{Tj} – размер транспортной партии,
 $t_{\text{мин}j}$ – минимальное время, связанное с реализацией кратчайшего маршрута следования деталей j -го наименования.

– по значению длины трассы транспортирования деталей

$$k_{\Gamma,Н}^{(l)} = \frac{\sum_{j=1}^F l_{\text{факт}j} \cdot n_j / n_{Tj}}{\sum_{j=1}^F l_{\text{мин}j} \cdot n_j / n_{Tj}},$$

где $l_{\text{факт}j}$ – фактическое значение длины трассы транспортирования деталей j -го наименования,
 $l_{\text{мин}j}$ – минимальное значение длины трассы транспортирования деталей j -го наименования;
 б) показатель гибкости по составу (виду) маршрутов следования деталей

$$k_{\Gamma S} = \frac{S_d}{S_{tc}},$$

где S_{TC} – возможное количество гибких (индивидуальных) маршрутов следования деталей в системе,
 S_d – количество наименований деталей, имеющих различные маршруты следования.

Анализ известных вариантов транспортно-накопительных и транспортно-складских систем выявил единицы решений с альтернативными вариантами перемещения грузов.

Элементы теории массового обслуживания

На ранних стадиях проектирования для определения показателей эффективности работы АТНС и АТСС не используются сложные модели, требующие глубокой детализации процесса, большого количества исходных данных. В этой ситуации наиболее подходящими являются модели теории массового обслуживания [3, 21, 22] (рис. 5.41).

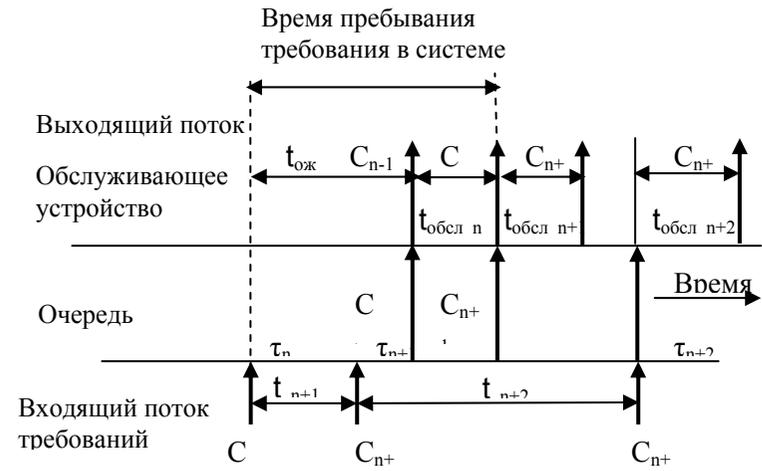


Рис. 5.41. Временная диаграмма однофазной системы массового обслуживания с одним потоком обслуживания: C_n – требование; $t_{\text{обсл}}$ – время обслуживания; t_n – интервалы времени между поступлением требований; $t_{\text{ож}}$ – время ожидания требования в очереди

Системы массового обслуживания включают четыре основных элемента: входящий поток, очередь, обслуживающие устройства и выходящий поток. Из рис.5.41 видно, что требование C_{n+1} поступило в очередь на обслуживание раньше, чем требование C_n освободило обслуживающее устройство. Так как требование C_{n+1} может быть обслужено только лишь после того, как требование C_n освободит устройство, то в системе происходит одновременно два события: завершается обслуживание требования C_n и требование C_{n+1} поступает в прибор обслуживания. Другой пример дает требование C_{n+2} : приходя в систему, требование C_{n+2} застаёт обслуживающее устройство свободным и обслуживание этого требования начинается немедленно. На диаграмме видно время ожидания и время обслуживания в системе требованием C_n (заметим, что $t_{ож\ n+2}=0$).

Каждый из указанных элементов варьирует, создавая в комбинации с другими элементами различные системы массового обслуживания (СМО) [3, 21, 22]. Для выбора базовой модели СМО и построения на ее основе модели функционирования участка необходимо подготовить и принимать следующее.

1. Производственный участок с определенным количеством станков (источников заявок) относится к замкнутым СМО с ожиданием (заявки не покидают очереди и ожидают обслуживания).

2. Входящий поток требований – пуассоновский – распределение интервалов (промежутков) времени между последовательными поступлениями заявок описывается законом Пуассона.

3. Возможные дисциплины очереди заявок на обслуживание могут приниматься из следующего множества:

- наличие приоритетов на обслуживание;
- без приоритетов на обслуживание (очередь в порядке поступления);
- каналы обслуживания заявок (для станков, работающих в автономном режиме, режиме взаимодополнения).

4. Время обслуживания заявок транспортными средствами распределяется по экспоненциальному закону.

Расчет времени обслуживания заявок транспортными средствами (кранами-штабелерами, роботами, тележками, конвейерами и др.) и критерии его оптимизации см. в работах [23, 24, 29, 4, 8].

Студентами, как правило, разрабатывается несколько моделей функционирования участка в зависимости от количества конкурирующих вариантов его оснащения. Примеры выполнения задания студентами специальности «Автоматизация технологических процессов и производств» приведены ниже:

1. Расчет времени цикла работы склада-накопителя в интегрированной производственной системе РОТА-125 (рис. 5.42) [8] и роботизированного складского комплекса РСК (рис. 5.43) (выполнил А.В Носков).

2. Расчет показателей работы ГПС на основе моделей ТМО (выполнил А.С. Тюрин).

Интегрированная производственная система «РОТА-125» (рис. 5.42 и 5.44) предназначена для обработки деталей типа «тела вращения» диаметром до 125 мм малыми сериями. При программе выпуска 135000 изделий в год число серий колеблется от 500 до 1500. Среднее время выполнения операций – от 13 до 20 мин. Общий диаметр технологической системы - 12 м, высота - 5 м.

Система включает в себя семь станков с ЧПУ (четыре токарных, два фрезерных и один круглошлифовальный). Станки соединены между собой автоматически действующей гибкой системой транспортирования заготовок. Движущиеся над станками кольца служат одновременно и накопителями, и механизмами для транспортировки заготовок и являются элементом системы, характеризующим ее маршрутную гибкость. Централизованный накопитель состоит из девяти колец, вращающихся по заданной программе независимо друг от друга. В каждом из них может храниться до 60 заготовок с приспособлениями-спутниками. Станки связаны с накопителем загрузочными устройствами, имеющими подъемник (рис. 5.42, 5.44).

РОТА-125 – одна из лучших систем по показателю времени ожидания обслуживания. Это свойство ей обеспечивают особенности морфологии накопителя: наличие параллельных каналов обслуживания. РОТА - двухфазная система с различ-

3. Программа «Модели СМО» (разработал А.А. Петров).

ным количеством каналов обслуживания: в 1-й фазе $n=7$, во 2-й фазе – $n=5$.

Накопительная система имеет низкую плотность укладки грузов – ρ :

$$\rho = W / S,$$

где W – вместимость накопителя;

S – площадь, занимаемая накопителем.

Диаметр накопителя системы РОТА $D = 6$ м; занимаемая им площадь:

- круга $S = \pi R^2 = 28,26 \text{ м}^2$,

- кольца $S_{\text{кольца}} = \pi(R^2 - r^2) = \pi(3^2 - 2,6^2) = 7,03 \text{ м}^2$.

Соответственно плотность укладки грузов:

- в первом случае $\rho = W / S = 540 / 28,26 = 19,1 \text{ шт./м}^2$;

- во втором случае $\rho = 540 / 7,03 = 76,81 \text{ шт./м}^2$.

Накопитель системы РОТА относится к УХ(Н) 2-го уровня интеграции [15]. Из УХ(Н) данного уровня интеграции самое высокое значение плотности у стеллажных конструкций, $\rho_{\text{стел.РСК}} = 540 / 0,72 = 750 \text{ шт./м}^2$. Но их морфология не создает условий многоканального обслуживания заявок, что ведет к высоким значениям составляющей $t_{\text{ож}}$ – время ожидания обслуживания. Расчет показателей обслуживания и их сравнительный анализ даны в табл. 5.41, 5.42.

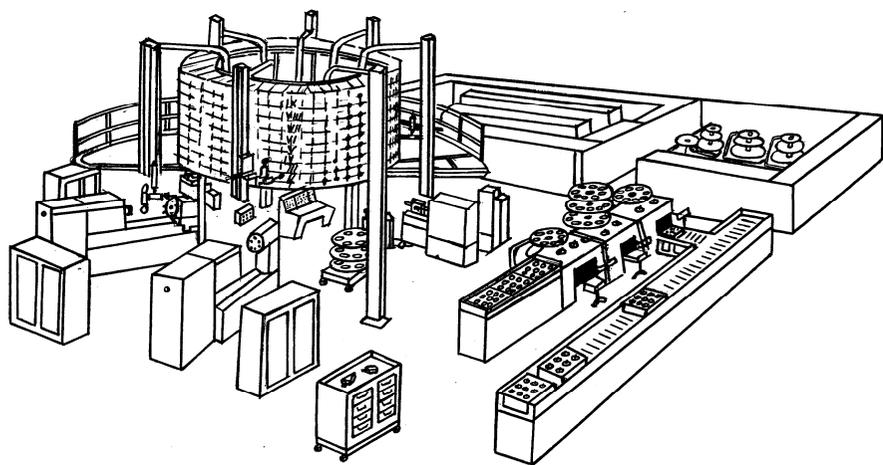


Рис.5.42. Интегрированная производственная система РОТА



Рис. 5.43. Склад стеллажного типа



Рис. 5.44. Накопитель системы РОТА-125 с заготовками

Таблица 5.41

Примеры расчёта времени цикла в ГПС РОГА – 125 и РСК

Наименования величин	Значения величин*	
	РОГА – 125	РСК
<p>Исходные данные:</p> <p>Вместимость – W (шт)</p> <p>Габаритные размеры ячейки (мм)</p> <p>Длина – L (мм)</p> <p>Высота – H (мм)</p> <p>Радиус – R (мм)</p> <p>Функции поиска адресной позиции выполняются:</p> <p>по оси OY</p> <p>по оси OX</p> <p>круговые перемещения в горизонтальной плоскости относительно оси OY</p> <p>Скорость координатных перемещений:</p> <p>по оси OY (м/с)</p> <p>по оси OX (м/с)</p> <p>Расчёт времени цикла работы</p> <p>Время выполнения координатных перемещений</p> <p>- по программе «туда»</p> <p>по программе «туда и обратно»</p> <p>- повороты относительно оси OY (круговые перемещения в горизонтальной плоскости)</p> <p>по оси OX</p> <p>Суммарное время (время цикла работы склада)</p>	<p>540</p> <p>30x30x30</p> <p>18000</p> <p>(длина окружности)</p> <p>3000</p> <p>3000</p> <p>манипулятор</p> <p>склад-накопитель</p> <p>0,15</p> <p>1</p> <p>0,5</p> <p>1</p> <p>$t_{y1} = \frac{S_y}{V_y} = \frac{3_m}{0,15_m/c} = 20c$</p> <p>$S_y = H$</p> <p>$t_{y2} = 2 \times 20 = 40 c$</p> <p>$t_{wy} = \frac{N}{V}$,</p> <p>где N – число оборотов склада-накопителя;</p> <p>V – частота вращения;</p> <p>$V = \frac{\omega}{2\pi}$,</p> <p>где ω – угловая скорость,</p> <p>$\omega = \frac{V_x}{R}$,</p> <p>$\omega = 1 \text{ м/с} / 3\text{м} = 1/3 \text{ рад/с}$</p> <p>$V = \frac{1}{3} \text{ рад/с} \times \frac{1}{2\pi} = 0,053(1/c)$</p> <p>$t_{wy} = 1/0,053 = 18,86 \approx 19c$</p> <p>$t = t_y + t_{wy} + t_{c-c} = 40 + 19 = 59 + tc-c$,</p> <p>$t_{c-c}$ – время перемещений между складом и станком</p>	<p>540</p> <p>30x30x30</p> <p>18000</p> <p>3000</p> <p>–</p> <p>кран-штабелёр</p> <p>кран-штабелёр</p> <p>0,5</p> <p>0,5</p> <p>$t_{y1} = \frac{S_y}{V_y} = \frac{3_m}{0,5_m/c} = 6c$</p> <p>$S_y = H$</p> <p>$t_{y2} = 2 \times 6 = 12 c$</p> <p>–</p> <p>–</p> <p>$t_{x1} = \frac{S_x}{V_x} = \frac{18_m}{0,5_m/c} = 36c$</p> <p>$t_{x2} = 72c$</p> <p>$t = \max\{tx, ty\} + tc-c = 72c + tc-c$</p>

Примечания к табл. 5.4.3

1. Полное время цикла не устанавливалось ввиду постоянных значений характеристик на ввод и вывод вилоч захвата крана-штабелёра, схвата манипулятора, пауз.
2. Расчёт производился для установившихся, равноускоренных перемещений.
3. * - значения даны в сопоставимом с системой РОГА виде.

Таблица 5.42

Расчёт показателей работы гибких производственных систем	
Исходные данные и расчёт значений показателей.	
1 фаза	2 фаза
Фазы обслуживания:	
1. Интегрированная производственная система ROTA – 125	
Исходные данные:	Исходные данные:
$T_{обр} = 2$ мин;	$n_2 = 5$
$n_1 = 7$	$T_{обсл_2} = 40$ с
$T_{обсл_1} = 19$ с	
1) Находим интенсивность обслуживания заявок (шт/ч):	
$\mu_1 = \frac{60}{T_{обсл_1}} = \frac{60}{0,32} = 187,5$	$\mu_2 = \frac{60}{T_{обсл_2}} = \frac{60}{0,67} = 89,6$
2) Находим интенсивность поступления заявок в систему:	
$\lambda_1 = \frac{60}{T_{обр}} = \frac{60}{2} = 30;$	Интенсивность поступления заявок во 2-ой
$\lambda_2 = \sum_{i=1}^{NS} \lambda_i = 7 \cdot 30 = 210;$	фазе λ_2 определяется из соотношения:
	$\lambda_2 = \begin{cases} \mu_1, & \text{если } \lambda_1 > \mu_1 \\ \lambda_1, & \text{если } \lambda_1 \leq \mu_1 \end{cases},$
	$\lambda_2 = 210$
3) Коэффициент загрузки транспортной системы:	
$\rho_1 = \frac{\lambda \Sigma}{n_1 \cdot \mu_1} = \frac{210}{7 \cdot 187,5} = 0,16$	$\rho_2 = \frac{\lambda \Sigma}{n_2 \cdot \mu_2} = \frac{210}{5 \cdot 89,6} = 0,47$
4) Находим вероятность простоев транспортной системы:	
$P_{01} = \left[1 + \frac{\rho_1}{1!} + \frac{\rho_1^2}{2!} + \dots + \frac{\rho_1^{n_1}}{n_1!} + \frac{\rho_1^{n_1+1}}{n_1! \cdot (n_1 - \rho_1)} \right]^{-1} =$	$P_{02} = \left[1 + \frac{\rho_2}{1!} + \dots + \frac{\rho_2^{n_2}}{n_2!} + \frac{\rho_2^{n_2+1}}{n_2! \cdot (n_2 - \rho_2)} \right]^{-1} =$
$= \left[1 + 0,16 + \frac{0,16^2}{2} + \frac{0,16^3}{6} + \frac{0,16^4}{24} + \frac{0,16^5}{120} + \frac{0,16^6}{720} + \frac{0,16^7}{5040} + \frac{0,16^8}{5040(7-0,16)} \right]^{-1} = 0,85$	$= \left[1 + 0,47 + \frac{0,47^2}{2} + \frac{0,47^3}{6} + \frac{0,47^4}{24} + \frac{0,47^5}{120} + \frac{0,47^6}{720(5-0,47)} \right]^{-1} = 0,62$
5) Находим среднее число заявок в очереди:	
$N_{оч_1} = \frac{\rho_1^{n_1+1} \cdot P_{01}}{n_1 \cdot n_1! \cdot (1 - \frac{\rho_1}{n_1})^2} =$	$N_{оч_2} = \frac{\rho_2^{n_2+1} \cdot P_{02}}{n_2 \cdot n_2! \cdot (1 - \frac{\rho_2}{n_2})^2} =$
$= \frac{0,16^8 \cdot 0,85}{7 \cdot 40320(1 - \frac{0,16}{7})^2} = 0$	$= \frac{0,47^6 \cdot 0,62}{5 \cdot 120 \cdot (1 - \frac{0,47}{5})^2} = 3 \cdot 10^{-6}$

6) Число заявок в каждой фазе:

$$N_{\phi_2} = N_{оч_2} + \rho_2 = 0 + 0,47 = 0,47$$

$$N_{\phi_1} = N_{оч_1} + K,$$

где K – среднее число занятых каналов,

$$K = \rho;$$

$$N_{\phi_1} = N_{оч_1} + \rho_1 = 0 + 0,16 = 0,16$$

7) Среднее время ожидания заявки в очереди:

$$T_{оч_1} = \frac{\rho_1^{n_1} \cdot P_{01} \cdot 60}{n_1 \cdot n_1! \cdot \mu_1 \cdot (1 - \frac{\rho_1}{n_1})^2} =$$

$$= \frac{0,16^7 \cdot 0,85 \cdot 60}{7 \cdot 7! \cdot 187,5 \cdot (1 - \frac{0,16}{7})^2} = 0$$

8) Среднее время нахождения заявки в фазе:

$$T_{\phi_1} = T_{оч_1} + T_{обсч} =$$

$$= 0 + 19 = 19 \text{ с}$$

$$T_{\phi_2} = T_{оч_2} + T_{обсч} =$$

$$= 0 + 40 = 40 \text{ с}$$

9) Находим среднее число заявок в системе:

$$N_{сист} = N_{\phi_1} + N_{\phi_2} = 0,16 + 0,47 = 0,63$$

10) Находим среднее число заявок, находящихся в очереди для системы:

$$N_{оч,сист} = N_{оч_1} + N_{оч_2} = 0$$

11) Находим среднее время ожидания заявки в очереди в системе:

$$T_{оч,сист} = T_{оч_1} + T_{оч_2} = 0$$

12) Находим среднее время ожидания заявки в системе:

$$T_{сист} = T_{\phi_1} + T_{\phi_2} = 19 + 40 = 59 \text{ с}$$

2. Робото-складской комплекс типа РСК

Исходные данные:

$$T_{обс} = 72 \text{ с} = 1,2 \text{ мин}$$

$$1) \mu = \frac{60}{T_{обсл}} = \frac{60}{1,2} = 50$$

$$2) \lambda_i = \frac{60}{T_{обп} + \Delta T} = \frac{60}{2} = 30 \text{ шт/ч}$$

$$3) \lambda_s = \sum \lambda_i = 7 \cdot 30 = 210$$

$$4) \rho = \frac{\lambda_s}{\mu} = \frac{210}{50} = 4,2 \gg 1 -$$

должен быть изменён вариант ТНС

Описание программы «Модели СМО» для расчета параметров АТСС, АТНС

Программа включает пять программных модулей (ПМ). В ПМ1 рассчитываются показатели λ , μ , ρ , которые используются в ПМ2 – ПМ5.

В ПМ1 вводится количество станков – n ; время выполнения операции t_{mi} и время обслуживания заявки транспортной системой $t_{обсл}$. В ПМ2 вводится $\rho(RQ)$ и $\mu(NU)$.

Работа с программными модулями проста: они работают в режиме «вопрос - ответ».

Значения полученных величин выводятся по примеру – 1,563245687012E – 0,1, что следует читать как 0,156.

Применяемое в программе в обозначениях величин окончание «sum» означает, что она является суммарной.

Индексы «1» и «2» означают, что величина относится к первой или второй фазе.

Описание величин, использованных в программе, дано в табл. 5.43. Пример расчета показателей работы АТСС приведен в табл. 5.44, 5.45 и 5.46. Расчеты проводились для следующего состава данных $n=3$, $t_{m1}=2$ мин; $t_{m2}=3$ мин; $t_{m3}=4$ мин. Из представленного в табл. 5.46 множества вариантов выбирается решение по критерию, например, минимального времени простоя оборудования в ожидании обслуживания; минимальных затрат на накопители [23, 29], далее выбирается форма промежуточного накопления и рассчитывается вместимость накопителей.

Таблица 5.43
Описание величин, использованных в программе

№ n/n	Величина	Обо- значе- ние в фор- муле	Обо- зна- чение в про- про- грам- ме	Хар-ка величины	Ед- цы изме- ре- ния
1	Интенсивность поступления заявок	λ_i	lamb[i]	Массив	шт./мин
2	Интенсивность обслуживания заявок	μ	mu	Единичн. величина	шт./мин
3	Время обслуживания	$T_{обсл}$	tobsl	То же	мин
4	Коэффициент загрузки системы	ρ	ro	>>	То же
5	Вероятность простоя транспортного обслуживания	P_0	p	>>	>>
6	Среднее число заявок в очереди на обслуживание	$N_{оч}$	nocher	>>	шт.
7	Среднее число заявок в системе на обслуживание	$N_{сис}$	nsys	>>	шт.
8	Среднее время ожидания заявки в очереди	$T_{оч}$	toyu	>>	с
9	Среднее время ожидания заявки в системе	$T_{сис}$	tsys	>>	мин
10	Время выполнения операции	$T_{обр}$	tm[i]	Массив	мин

*Программный модуль 1
«Нахождение $\rho(RQ)$ и $\mu(NU)$ »*

```
Program №1;  
Uses crt;  
Var tm, lamb, Deltat,s,k: array [1..10] of real;  
    NU, tobslsr,lambsum,ro,sum:real;  
i,m,n:integer;  
const tosl=2  
begin  
//  
read(n);  
lambsum:=0;  
for i:=1 to n do  
begin  
writeln('введите время обработки');  
read(tm[i]);  
Deltat[i]:=tosl[i]-tm[i];  
if Deltat[i]>=0 then lamb:=60/(tm[i]+Deltat[i])  
else lamb[i]:=60/tm[i];  
end;  
for i:=1 to n do begin  
writeln ('lamb[i]=',lamb[i]);  
end;  
sum:=0;  
for i:=1 to n do begin  
sum:=sum+lamb[i];  
end;  
writeln('sum=',sum);
```

```
for i:=1 to n do begin  
s[i]:=lamb[i]/sum;  
end;  
for i:=1 to n do  
begin  
writeln('s[i]',s[i]);  
end;  
for i:=1 to n do begin  
K[i]:=s[i]*lamb[i];  
lambsum:=lambsum+k[i];  
writeln('lambsum=',lambsum);  
end;  
tobslsr:=tosl;  
NU:=60/Tobslsr;  
writeln('NU=',NU);  
writeln('введите количество каналов m');  
read(m);  
RO:=Lambsum/(NU*m);  
writeln('RO=',RO);  
writeln ('lambsum=',lambsum);  
writeln('tobslsr=',tobslsr);  
readkey;  
end.
```

*Программный модуль 2. «Нахождение параметров
однофазной системы с одним каналом
обслуживания»
($m=1$; $n=1$)*

```
Program №2;  
Uses crt;
```

```

Var p,nocher, nsys, toch, tsys:real;
const ro={Число из программы№1}; NU={Число из программы№1 деленное на 60};
begin
clrscr;
p:=1-ro;
nocher:=(ro*ro)/(1-ro);
nsys:=ro/(1-ro);
toch:=(60*ro)/(NU*(1-ro));
tsys:=1/(nu*(1-ro));
writeln('p=',p);
writeln('nocher=',nocher);
writeln('nsys=',nsys);
writeln('toch=',toch);
writeln('tsys=',tsys);
readkey;
end.

```

*Программный модуль 3. «Нахождение параметров однофазной системы с количеством каналов обслуживания более одного»
($m=1; n>1$)*

```

Program №3;
uses crt;
Var s,f1,p,y,njcher,toch,toch,nsys,tsys:real;
i:integer;
const ro={число из прогм№1}; tobsl={число из прогм№1};m={количество каналов};nu={число из прогм№1};
function fac(m:integer):integer;

```

```

Var i,a:integer;
begin
a:=1;
for i:=1 to m do
A:=a*i;
fac:=A;
end;
begin
clrscr;
s:=1;
f1:=1;
y:=1;
for i:=1 to m do begin
f1:=f1*i;
y:=(y*ro)/f1;
s:=s+y;
end;
p:=s+(y*ro)/(m-ro);
nocher:=(exp((m+1)*(ln(ro)))p)/m*fac(m)*sqr(1-ro/m);
Toch:=(exp(m*(ln(ro)))p)/ m*nu*fac(m)*sqr(1-ro/m);
nsys:=nocher+ro;
tsys:=toch+tobsl;
writeln('p=',p);
writeln('nocher=',nocher);
writeln('nsys=',nsys);
writeln('toch=',toch);
writeln('tsys=',tsys);
readkey;
end.

```

*Программный модуль 4. «Нахождение параметров
однофазной системы с одним каналом
обслуживания в каждой фазе»
($m=2$; $n_1=1$, $n_2 = 1$)*

```

Program №4;
uses crt;
Var NU2, ro2, p1, p2, TOBSLSR2, LAMBSUM2, NOCHER1,
NOCHER2, TOCH1,
TOCH2, NSYS1, NSYS2, TSYS1, TSYS2, NOCHERSUM,
TOCHSUM, NSYSSUM, TSYSSUM,sum2,m:real;
i,n:integer;
tm2,DeltaT2,LAMB2,s2,k2:array[1..10] of real;
const RO1={число из прогр№1}; TOBSLSR1={число из
прогр№1}; NU1={число из прогр№1 деленное на 60}; lamb-
sum1={число из прогр№1}; TOBSL2={время обслуживания
во второй фазе};
begin
CLRSCR;
writeln(введите количество станков n=');
read(n);
LAMBSUM2:=0;
for i:=1 to n do
begin
writeln('введите время обработки');
read(tm2[i]);
Deltat2[i]:=TOBSL2-tm2[i];
if Deltat2[i]>=0 then LAMB2[i]:=60/(tm2[i]+Deltat2[i])
else LAMB2[i]:=60/tm2[i];
end;
for i:=1 to n do

```

```

begin
writeln('LAMB2[i]=',LAMB2[i]);
end;
sum2:=0;
for i:=1 to n do
begin
SUM2:=SUM2+LAMB2[i];
end;
writeln('sum2=',sum2);
for i:=1 to n do
begin
s2[i]:=lamb2[i]/sum2;
end;
for i:= 1 to n do
begin
writeln(s2[i]);
end;
for i:=1 to n do
begin
k2[i]:=s2[i]*lamb2[i];
lambsum2:=lambsum2+k2[i];
end;
writeln('lambsum2=',lambsum2);
TOBSLSR2:=TOBSL2;
NU2:=1/TOBSLSR2;
writeln('nu2=',nu2);
if ro1<1 then lambsum2:=lambsum1
else lambsum2:=nu1;
writeln('введите количество каналов во второй фазе
m=',m);

```

```

read(m);
ro2:=lambsum2/(NU2*m);
writeln('ro2=',ro2);
p1:=1-ro1;
p2:=1-ro2;
NOCHER1:=sqrt(ro1)/p1;
NOCHER2:=sqrt(ro2)/p2;
TOCH1:=(ro1*60)/(NU1*(1-ro1));
TOCH2:=(ro2*60)/(NU2*(1-ro2));
NSYS1:=ro1/p1;
NSYS2:=ro2/p2;
TSYS1:=1/(NU1*p1);
TSYS2:=1/(NU2*p2);
NOCHERSUM:=NOCHER1+NOCHER2;
NSYSSUM:=NSYS1+NSYS2;
TOCHSUM:=TOCH1+TOCH2;
TSYSSUM:=TSYS1+TSYS2;
writeln('NOCHERSUM=',NOCHERSUM);
writeln('TOCHSUM=',TOCHSUM);
writeln('NSYSSUM=',NSYSSUM);
writeln('TSYSSUM=',TSYSSUM);
readkey;
end.

```

*Программный модуль 5. «Нахождение параметров
двухфазной системы с количеством каналов
обслуживания(n) > 1 в каждой фазе»
($m=2$; $n_1 > 1$, $n_2 > 1$)*

```

Program №5;
uses crt;

```

```

Var
NU2,ro2,p1,p2,TOBSLSR2,LAMBSUM2,NOCHER1,NOCHE
R2,TOCH1,TOCH2,NSYS1,NSYS2,
TSYS1,TSYS2,NOCHERSUM,TOCHSUM,NSYSSUM,TSYSS
UM,sum2,s,f1,y:real;
i,n,j,x:integer;
tm2,TO2,DeltaT2,LAMB2,s2,k2:array[1..10] of real;
const RO1=0.156;
TOBSLSR1=0.033;NU1=0.5;lambsum1=23.46;TOBSL2=0.033
;m=5;
function fac(m:integer):integer;
Var i,A:integer;
begin
a:=1;
for i:=1 to m do
A:=A*i;
fac:=A;
end;
function fac2(x:integer):integer;
Var q,O:integer;
begin
O:=1;
for q:=1 to x do
O:=O*q;
fac2:=O;
end;
begin
CLRSCR;
writeln('введите кол-во станков n=');
Read(n);

```

```

LAMBSUM2:=0;
for i:=1 to n do begin
writeln('введите время обработки');
read(tm2[i]);
Deltat2[i]:=TOBSL2-tm2[i];
if Deltat2[i]>=0 then LAMB2[i]:=60/(tm2[i]+Deltat2[i])
else LAMB2[i]:=60/tm2[i];
end;
for i:=1 to n do
begin
writeln('LAMB2[i]=' ,LAMB2[i]);
end;
sum2:=0;
for i:=1 to n do
begin
SUM2:=SUM2+LAMB2[i];
end;
writeln('sum2=' ,sum2);
for i:=1 to n do
begin
s2[i]:=lamb2[i]/sum2;
end;
for i:= 1to n do
begin
writeln(s2[i]);
end;
for i:=1 to n do
begin
k2[i]:=s2[i]*lamb2[i];
lambsum2:=lambsum2+k2[i];

```

```

end;
writeln('lambsum2=' ,lambsum2);
TOBSLSR2:=TOBSL2;
NU2:=1/TOBSLSR2;
writeln('nu2=' ,nu2);
if ro1<1 then lambsum2:=lambsum1
else lambsum2:=nu1;
writeln(' введите кол-во каналов во второй фазе x=' );
read(x);
ro2:=lambsum2/(NU2*x);
s:=1; f1:=1; y:=1;
for j:=1 to x do
begin
f1:=f1*j;
y:=(y*ro1)/f1;
s:=s+y;
end;
p1:=s+(y*ro1)/(m-ro1);
NOCHER1:=(exp((m+1)*(ln(ro1))))*p1/m*fac(m)*sqr(1-
ro1/m);
TOCH1:=(exp(m*(ln(ro1))*p1)/m*NU1*fac(m)*sqr(1-ro1/m));
NSYS1:=NOCHER1+ro1;
TSYS1:=TOCH1+TOBSLSR1;
p2:=s+(y*ro2)/(x-ro2);
NOCHER2:=(exp((x+1)*(ln(ro2))))*p2/x*fac2(x)*sqr(1-ro2/x);
TOCH2:=(exp(x*(ln(ro2))*p2)/x*NU2*fac2(x)*sqr(1-ro2/x));
NSYS2:=NOCHER2+ro2;
TSYS2:=TOCH2+TOBSL2;
NOCHERSUM:=NOCHER1+NOCHER2;
NSYSSUM:=NSYS1+NSYS2;

```

```

TOCHSUM:=TOCH1+TOCH2;
TSYSSUM:=TSYS1+TSYS2;
writeln('ro2=',ro2);
writeln('NOCHERSUM=',NOCHERSUM);
writeln('TOCHSUM=',TOCHSUM);
writeln('NSYSSUM=',NSYSSUM);
writeln('TSYSSUM=',TSYSSUM);
readkey;
end.

```

*Пример расчета показателей эффективности АТНС
по программе «Модели СМО»*

Требования к транспортной системе

1. Количество станков (ГПМ): $i=3$.
2. Интенсивность поступления заявок от гибких производственных модулей λ_i

Таблица 5.44

Интенсивность поступления заявок от ГПМ

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
λ	30	20	15											

3. Суммарная интенсивность поступления заявок $\lambda_{\Sigma}=23,4$.
4. Возможности транспортной системы.
(m – количество фаз обслуживания, n – количество каналов в i -й фазе).

Таблица 5.45

Возможности транспортной системы

Параметр	Модели АТНС (АТСС)					
	Однофазная		Двухфазная		Двухфазная	
	$n=1$	$n>1$	$n_1=1$	$n_2=1$	$n_1>1$	$n_2>1$
Время обслуживания заявки $t_{\text{обсл}}$	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033
Интенсивность обслуживания заявок μ	30	30	30	30	30	30

5. Анализ состояния производственной системы

Таблица 5.46

Анализ состояния производственной системы

Показатели эффективности функционирования АТНС	Модели СМО					
	однофазная		двухфазная		двухфазная	
	$n=1$	$n>1$	$n_1=1$	$n_2=1$	$n_1>1$	$n_2>1$
Коэффициент загрузки транспортной системы ρ	0,781	0,156	0,781	0,779	0,156	0,154
Вероятность простоя транспортного оборудования P_0	0,219	1,16	0,219	0,22	1,168	1,168
Среднее число заявок в очереди на обслуживание $N_{\text{оч}}$	2,78	0,0003	4,03	3,998	0	0
Среднее число заявок в системе на обслуживание $N_{\text{сис}}$	3,56	0,15	3,56	3,52	0,156	0,155
Среднее время ожидания заявки в очереди $T_{\text{оч}}$	4,27	0,0002	4,27	7,05	0	0,013
Среднее время ожидания заявки в системе $T_{\text{сис}}$	9,132	0,0335	9,132	0,15	0,033	0,045

5.5. Патентные исследования

Решения, представляемые в курсовом проекте, должны быть на уровне техники. С этой целью студентами проводятся патентные исследования. Патентные исследования включают поиск патентной документации: описаний технических решений по тематике КП, её анализ, сравнительный анализ вариантов, формирование перечня показателей эффективности функционирования технических решений по выполнению операций обработки, контроля, перемещения, складирования заготовок, деталей и др.

Процедура патентного поиска не только трудоемкая, но и связана с довольно ощутимыми денежными затратами. Их сокращению способствует определенная предварительная подготовка.

Первое. Надо четко сформулировать задачу поиска, например, «найти лучшее из запатентованных решений по устройствам автоматизации функций межоперационного транспортирования грузов» (или их хранения и накопления, контроля деталей, выполнения операций загрузки - выгрузки и т.д.). При этом необходимо понимать, что решения должны быть допустимыми, т.е. применимыми к условиям производства детали, указанной в КП, и сопоставимыми: признаки отличия отбираемых изобретений должны «работать» на одинаковые цели, например, увеличение в том и другом случае производительности, или вместимости, или гибкости и т.д.

Второе. Необходимо научиться четко ориентироваться в разделах и классах международной классификации (МПК). МПК – это первый «рубежный» источник информации, который попадает в руки студентам при их обращении в патентные фонды. По специальностям. «Автоматизированное управление жизненным циклом продукции», «Автоматизация технологических процессов и производств», «Технология ма-

шиностроения» патентная информация в основном сосредоточена в классе **В**. Его содержание с некоторыми изъятиями приводится ниже.

Раздел В. Различные технологические процессы, транспортировка.

Класс

В23 Металлорежущие станки, способы и устройства для обработки, не отнесенные к другим устройствам.

Подклассы

В23Q Детали, узлы, вспомогательные устройства для металлообрабатывающих станков, например устройства для копирования или управления, станки вообще, отличающиеся конструкцией деталей, или станки вообще, отличающиеся конструкцией деталей или узлов.

В25 Ручные инструменты, переносные инструменты с силовым приводом, рукоятки для ручных инструментов, слесарные приспособления, манипуляторы.

В25Н Цеховое вспомогательное оборудование, например для маркировки изделий, устройства для хранения инструментов или деталей в цехах, мастерских и т.п.

В65 Транспортировка, упаковка и хранение грузов или материалов, в том числе тонких и нитевидных.

В65G Устройства для хранения или транспортировки, например конвейеры, конвейерные линии для магазинов, цехов и т.п., пневматические зубчатые конвейеры.

Подкласс В23Q

41/00 Агрегатные станки или поточные линии, не ограничиваемые выполнением какого-либо одного вида металлообработки.

41/102 Особенности, относящиеся к транспортировке обрабатываемых изделий.

Подкласс B25H

3/00 Устройства для приспособления, хранения деталей или инструментов в цехах, мастерских, облегчающих доступ ко всем деталям или инструментам или манипулирование ими.

3/04 Стеллажи.

Подкласс B65G

1/00 Хранение изделий поштучное или в заданном порядке на складах или в магазинах.

1/02 Складские устройства (... , накопительные устройства,...)

1/04 ... механические.

1/06 ... с приспособлениями для подачи изделий к месту выгрузки в заданном положении изделия.

1/10... со стеллажами, возможность относительного перемещения для облегчения укладки или извлечения изделия.

1/12... с опорами или держателями изделий, перемещаемыми по замкнутому контуру для облегчения укладки или извлечения изделий.

1/127... по замкнутому контуру в вертикальной плоскости.

1/133... по замкнутому контуру в горизонтальной плоскости.

17/00 Конвейеры с бесконечными тяговыми элементами, например, передающими движение бесконечной грузонесущей поверхности или ряду отдельных грузонесителей, цепные конвейеры, в которых цепи образуют грузонесущую поверхность.

35/00 Механические конвейеры, не отнесенные к другим группам.

47/00 Устройства для манипулирования изделиями или материалами, конструктивно сопряженные с конвейером; способы таких устройств.

47/69... с временным накоплением изделий.

Для поиска необходимой патентной информации можно воспользоваться алфавитным указателем. По названию объекта поиска устанавливается раздел, класс, подкласс, к которым он относится.

Третье. Необходимо знать структуру описания и структуру формулы изобретения.

Структура описания изобретения включает:

1. Название изобретения.

2. Индекс рубрики действующей редакции МКИ.

3. Область техники, к которой относится изобретение.

4. Уровень техники;

Уровень техники заявляется представлением аналогов и прототипов.

Аналог – близкое к рассматриваемому по технической сущности решение.

Прототип – устройство, способ и др., относящиеся к тому же классу объектов, обладающие наибольшим числом общих с предполагаемым изобретением признаков или совпадающие с ним по одному – двум существенным признакам, которые в большей степени, чем другие влияют на достижение поставленной изобретением цели. Прототип выбирается из аналогов.

5. Сведения, раскрывающие сущность изобретения.

6. Сведения, подтверждающие возможность осуществления изобретения (для устройства – его описание в статическом состоянии и его действие).

После описания дается формула изобретения. В ней приводится характеристика изобретения, выражающая его сущность. По формуле изобретения определяется объем правовой охраны, предоставляемой патентом.

Как читать формулу изобретения

1. Необходимо определить ее структуру.

Структура формулы изобретения бывает однозвенной и многозвенной.

Однозвенная формула применяется для характеристики изобретения совокупностью признаков, не имеющей развития и (или) уточнения применительно к частным случаям его выполнения или использования. Она включает один независимый пункт.

Многозвенная формула изобретения применяется для характеристики одного изобретения с развитием и (или) уточнением совокупности его признаков применительно к частным случаям его выполнения или использования или для характеристики группы изобретений. Она включает по меньшей мере два пункта, которые нумеруются.

Если многозвенная формула используется для характеристики одного изобретения, она имеет один независимый пункт и следующий за ним зависимый пункт (один или несколько).

Если многозвенная формула характеризует группу изобретений, то она включает по меньшей мере два независимых пункта, каждый из которых характеризует одно из изобретений группы. При этом каждое из изобретений группы может быть охарактеризовано с привлечением зависимых пунктов, подчиненных соответствующему зависимому.

Независимый пункт формулы

1. Необходимо определить его структуру.

Он состоит из ограничительной и отличительной частей. Ограничительная часть отделяется от отличительной словосочетанием «отличающееся тем, что...».

Ограничительная часть формулы изобретения включает признаки, совпадающие с признаками прототипа, отличитель-

ная – включает признаки, отличающие изобретение от прототипа.

2. Для проведения и представления результатов анализа изобретений необходимо знать перечни признаков устройства и способа – видов изобретений, наиболее часто используемых в технике.

Перечень признаков, характеризующих устройство как изобретение

1. Наличие конструктивного элемента (ов).
2. Форма выполнения элемента или устройства в целом.
3. Наличие связи между элементами.
4. Взаимное расположение элементов.
5. Форма выполнения связи между элементами.
6. Параметры и другие характеристики элемента и их взаимосвязь.
7. Материал, из которого выполнен элемент или устройство в целом, среда, выполняющая функцию элемента.

Перечень признаков, характеризующих способ как изобретение

1. Наличие действия или совокупности действия.
2. Порядок выполнения действий во времени (последовательно, одновременно, в различных сочетаниях).
3. Условие осуществления действий (режим, использование веществ, исходного сырья, реагентов, катализаторов, устройств, инструментов, приспособлений, оборудования, штампов и др.).

Ниже приведен пример анализа изобретения, относящегося к устройствам, на предмет представления состава использованных в нем признаков. Для анализа была выбрана короткая

однозвенная формула, в которой, тем не менее, использованы 4 признака.

Изобретение 880898 «Эlevator для штучных грузов»;
МКИ В 65 G 17/00, В 65G 47/38,
авторы В.К.Комаров и А.И.Смирнов

| Эlevator для штучных грузов, включающий рамку с вертикальными стойками, вертикально-замкнутые тяговые цепи с закрепленными на них грузонесителями и установленные на раме штанги отсекателей для съема грузов, отличающийся тем, что с целью расширения эксплуатационных возможностей путем обеспечения возможности съема грузов на разных уровнях и разной скоростью, [вертикальные стойки рамы имеют хомуты с кронштейнами и винтовыми зажимами, а штанги отсекателей смонтированы на кронштейнах с возможностью поворота в вертикальной плоскости и последующего фиксирования винтовым зажимом.]

Условные обозначения:

- | | | |
|---------|---|--|
| | - | ограничительная часть |
| [] | - | отличительная часть |
| — — — | - | наличие нового элемента |
| — — — | - | форма выполнения элемента |
| — . — . | - | взаимное расположение элементов |
| | - | форма выполнения связи между элементами. |

В процессе проведения анализа запатентованных решений должен быть определен и указан состав признаков, использованных в данном изобретении и раскрыта их причинно-

следственная взаимосвязь с поставленной целью. От решения к решению необходимо показать, как развивался тот или иной признак (совокупность признаков), какие его (их) альтернативные проявления были найдены. Это делает патентные исследования целенаправленными, осмысленными, системными, что позволяет выявить не найденные ранее, возможно лучшие, варианты решений.

В пояснительной записке в основном тексте должна быть представлена справка о проведении патентных исследований, в приложении к пояснительной записке – описания изобретений.

Справка о проведении патентных исследований включает:

1. Задание на проведение патентного поиска;
2. Результаты проведения патентного поиска (табл.5.47, 5.48);
3. Сравнительный анализ запатентованных решений на качественном уровне (табл. 5.49);
4. Сравнительный анализ запатентованных решений на основе количественных показателей (табл. 5.50).

Ниже даны формы для представления материалов по п.п. 1-4 и примеры их заполнения.

При проведении сравнительного анализа и представлении его результатов следует руководствоваться теми особенностями, которые характерны для данного изобретения. Информация может быть представлена отдельно по каждому признаку (табл. 5.51) или по совокупному действию ряда признаков. При больших формулах допускается в таблице давать только наименование признаков, не раскрывая их содержания.

Имеются определенные особенности в анализе средств механизации и автоматизации операций хранения, накопления, перемещения грузов, таких как устройства хранения (накопления) – УХ(Н). Они состоят из грузонесущей поверх-

ности и исполнительных механизмов (приводов, захватных устройств, полок, ячеек и т.д.).

Таблица 5.47

Перечень просмотренных бюллетеней

СПРАВКА

о патентных исследованиях

к курсовому проекту на тему

Разработка технологического процесса и планировочного решения участка механической обработки детали «Вал отбора мощности 14. 41.101 – В1»

(тема КП)

Цель проведения патентных исследований: Приобретение практических навыков проведения патентных исследований по установлению уровня техники

1. Задание на проведение патентного поиска

Студент: Козлов Иван Тимофеевич, группа A-105
(Ф.И.О.)

Выдано « 21 » 09 2010г.

Название предметов поиска, подлежащих патентной обработке
Автоматизированные транспортно-складские и транспортно-накопительные системы, устройства хранения (накопления штучных грузов)

Регламент поиска

Страны – Россия, США, Великобритания, Германия, Япония, Франция, Швейцария.

Глубина – 10 лет

Подпись научного руководителя В.Д. Мирошникова

№ п/п	Название бюллетеня	Год выпуска	Просмотренные номера	Номера выпусков с нужной информацией и номера отмеченных изобретений
1	Бюллетень «Изобретения» (патенты и заявки)	1999	1-10 12-48	№ 8, № изобретений № 12, № изобретений
2	Бюллетень «Изобретения, полезные модели»
3	Бюллетень «Изобретения стран мира»

Грузонесущая поверхность – «многоклеточное», сложное структурно-кинематическое образование [13]. Для анализа грузонесущей поверхности необходимо знать закономерности, признаки ее строения, свойства структуры [13-15]. Их состав и иерархия показаны на рис. 5.45.

Сравнительный анализ запатентованных решений на качественном

Страна	Индекс рубрики МКИ	Дата начала отсчета срока действия патента, автор	Название, номер патента
Россия	B65G1/02	10.09.1995.; А.Ф. Минович, А.А. Минович и др.	Автоматическое многоярусное устройство/ Патент 2043277.-24с.
	B65G1/2	27.08.1996; А.В. Коржов А.А. Анюшкин и др.	Склад для цилиндрических деталей и вертикальный накопитель/Патент №94021097.-16с.
США	B65G1/06	20.09.2003.; Euclid Grane Company	Устройство для загрузки, перемещения и хранения/Патент №1203995.
Германия	B65G15/10	31.08.05 May,Bernd	Forderbohn fur Stuckgut,insbesondere fur bepack-behalter/EP 0802129B2
Германия	B65G1/37	07.04.2004.; Winkler,Walter	Kommisionieranlage Zur Durckommisionier – verfahren sowie stukung des Verfahrens/EP 0860382B1
Великобритания	B65G33/04	03.03.2004.; Biondi,Andrea,Draghetti, Fiorenzo	Method and unit for covering packets of cigarettes/EP 0894749B1
Великобритания	B65G33/04	29.09.2004.; Biondi,Andrea	Method and unit for forming groups of products/ EP0860384B1
Франция, Япония			Аналогов не обнаружено

Таблица 5.49
Сравнительный анализ запатентованных решений
на качественном уровне
(сравниваются 3 решения)

Направления признаков изобретения	Альтернативные проявления признаков	Степень и механизм влияния признака (их совокупности) на достижение поставленной цели, преимущества решения	Выявленные недостатки (побочное действие признаков)
1. Наличие нового элемента 2. Форма выполнения элемента ...		Цель изобретения:	

Таблица 5.50
Сравнительный анализ изобретений по количественным показателям

Перечень изобретений	Показатели для проведения сравнительного анализа					
	П ₁	П ₂	П ₃	П _s
Техническое решение 1						
Т Р 2						
...						
Т Р _n						

Системной основой формирования свойств УХ(Н) является признак «Уровень интеграции УХ(Н)».

Качественные отличия признака определяются тем, что собой представляет образующая их компонента (см. табл. 5.51). Элементы альтернативного ряда признака – качественно отличающиеся друг от друга системы (типы систем) структурообразования, в рамках которых формируются внешние свойства УХ(Н). Реально существует ряд «пяти альтернатив».

Самый ёмкий по совокупности своих реализованных и возможных проявлений **признак «Способ интеграции ячеек в УХ(Н)»**. В основном по данному признаку шло развитие и видоизменение ячеек структур. Наиболее активной составляющей этого признака служит **«Вид перемещения образующей на уровне интеграции»**. Он конструируется на основе векторов поступательного, кругового, вращательного перемещений – элементов множества S (рис. 5.46). Признак имеет решающее влияние на формирование свойств вместимости, производительности, гибкости. «Вид перемещения образующей» - это схема компактизации грузонесущей поверхности на уровне интеграции.

Построение компоновочного решения УХ(Н) – это процедура интеграции ячеек с четко определенными периодами, уровнями, стадиями. В сжатой форме представление о нем дано на рис. 5.47.

Внешние свойства УХ(Н), такие как выполняемые функции, производительность, вместимость, гибкость находятся в зависимости от уровня интеграции, количества и вида периодов на уровне интеграции, способа интеграции ячеек в УХ(Н), способа синтеза ОПЭ и наличия в УХ(Н) автономных интеграций.

Свойства УХ(Н) изменяются при переходе на новый уровень интеграции.

В частности, более высокий уровень интеграции обладает большим потенциалом увеличения их производительности (за счет сокращения непроизводительных затрат времени на поиск адресной позиции), вместимости (за счет дополнительной компактизации

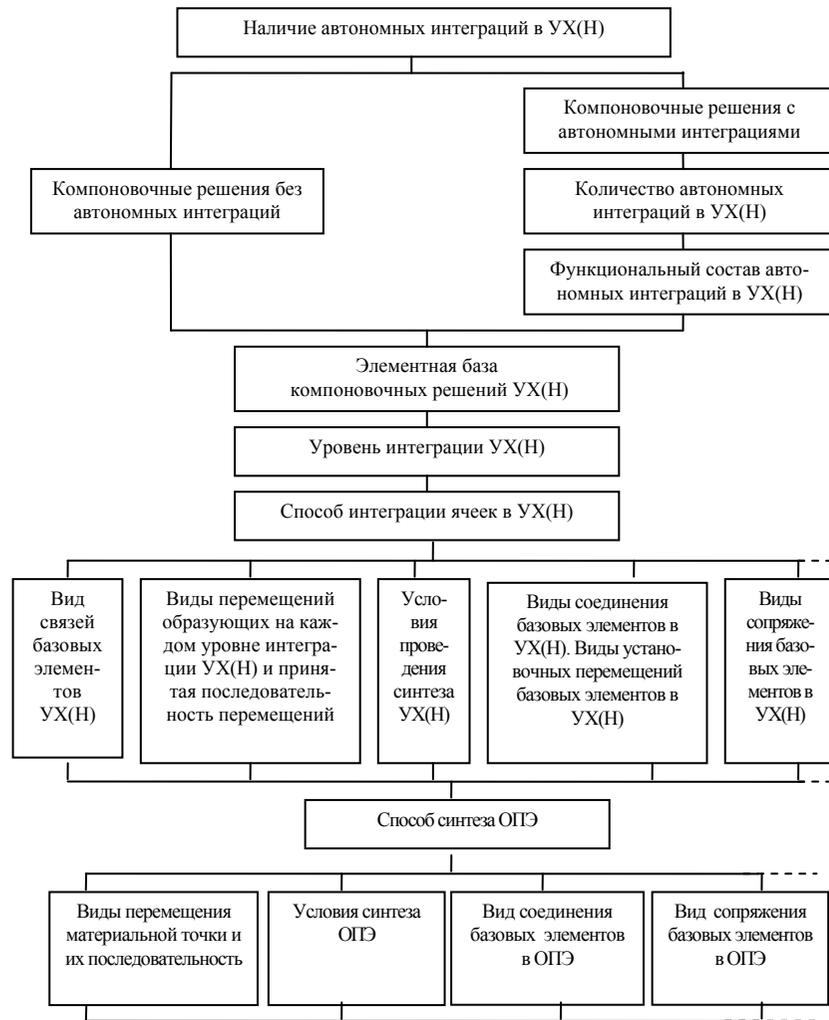
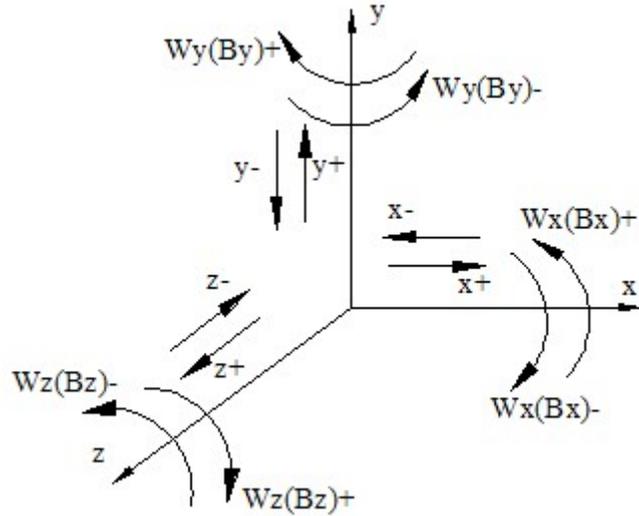


Рис. 5.45. Состав и иерархия структурно-компоновочных признаков УХ(H) Таблица 5.51. Альтернативный ряд признака уровень интеграции

Таблица 5.51

Альтернативный ряд признака «Уровень интеграции»

Схема интеграции. Метод синтеза	Уровень интеграции и определяющий его признак	Условное обозначение признака
<p>Точечный синтез</p>	I-й образующая - ОПЭ	материальная точка (.)
<p>Линейный синтез</p>	II-й образующая - интеграция 1-го уровня	линия (--)
<p>Плоскостной синтез</p>	III-й образующая - интеграция 2-го уровня	плоскость (□)
<p>Объемный синтез</p>	IV-й образующая интеграция 3-го уровня	объем ()



$$S = \{X, Y, Z, \dots, W_x, W_y, \dots\}$$

$$P\{S\} = \{\{X\}, \{Y\}, \{Z\}, \{X, Y\}, \{Y, Z\}, \dots, \{X, W_y\}, \dots, \{X+, W_y(\varphi)+, X-, W_y(\varphi)+\}, \dots, \{W_y, W_y, W_y, W_y, W_y\}, \dots\}$$

Рис. 5.46. Виды элементарных перемещений образующих на уровнях интеграции

грузонесущей поверхности), гибкости(за счет дополнительного резервирования производственных мощностей, расширения технологических возможностей). Механизм указанной зависимости раскрыт в работе [14].

Ниже приведен пример анализа изобретения, отличительным признаком которого является построение грузонесущей поверхности.

Изобретение 356206 «Механизированный склад», МКИ В 65 G1/02, авторы – В.З. Бурштейн, И.А. Алексеевский

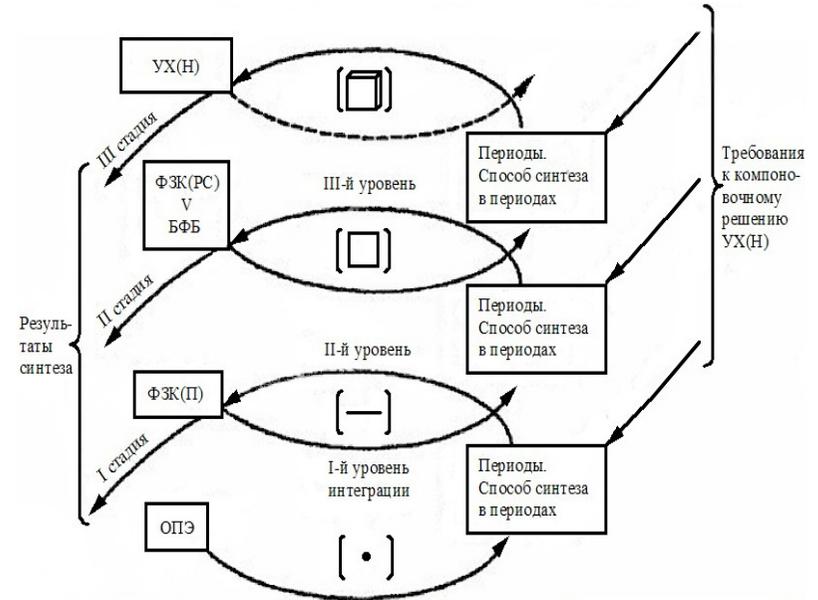


Рис. 5.47. Периодизация процедуры построения компоновочного решения UX(N) и ее закономерности. Механизм варьирования морфологии UX(N): ОПЭ – объемно-планировочный элемент (грузонесущая ячейка); ФЗК – формозадающая компонента; П – с простой структурой, РС – с развитой структурой; БФБ – базовый функциональный блок

Изобретение относится к области складского хозяйства и хранения штучных грузов. Известны механизированные склады, содержащие установленные на основании стойки с вращающимися полками.

Цель изобретения – возможность обслуживания всех полок склада с одного рабочего места. Это достигается тем, что основание предполагаемого склада выполнено вращающимся, и на нем уста-

новлены вращающиеся плиты, оси которых закреплены по периметру основания, причем на плитах установлены вращающиеся подставки, оси которых расположены по периметру плит, а по периметру подставок находятся стойки с вращающимися полками.

На рис.5.48 показан описываемый склад.

Он содержит вращающееся основание 1. По периметру последнего закреплены оси 2 вращающихся плит 3, на которых, в свою очередь, аналогично закреплены оси 4 вращающихся подставок 5. По периметру подставок закреплены стойки 6 с вращающимися полками 7. Поворот вращающихся оснований осуществляется от привода 8 (на рис. не показан).

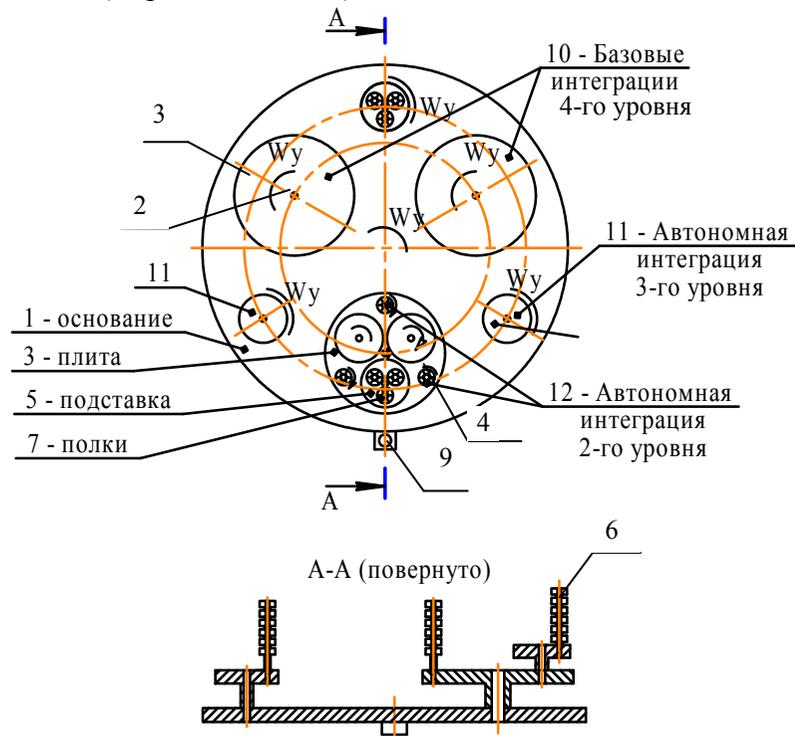


Рис.5.48. Механизированный склад 356206, МКИ В65 G/02

Для доступа к любой ячейке склада включают вначале привод поворота самого большого основания 1. При подходе нужной плиты 3 на рабочее место 9 поворот основания прекращается и включается привод поворота плиты 3 до подхода подставки 5 к рабочему месту 9 затем аналогично поворачивают подставку 5 до подхода к рабочему месту необходимой стойки 6, и поворотом полки 7 осуществляется доступ к необходимой ячейке.

Установка концевых выключателей и взаимодействующих с ними упоров дает возможность полностью автоматизировать подход необходимой ячейки к рабочему месту склада.

Таким образом, с одного рабочего места 9, за счет поворота вращающихся оснований и полок осуществляется доступ к любой ячейке склада.

Формула изобретения

Механизированный склад, содержащий установленные на основании стойки с вращающимися полками, отличающийся тем, что с целью возможности обслуживания всех полок склада с одного рабочего места основание склада выполнено вращающимся, и на нем установлены вращающиеся плиты, оси которых закреплены по периметру основания, причем на плитах установлены вращающиеся подставки, оси которых расположены по периметру плит, а по периметру подставок расположены стойки с вращающимися полками.

Анализ признаков изобретения дан в табл. 5.52.

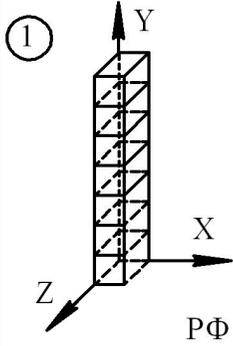
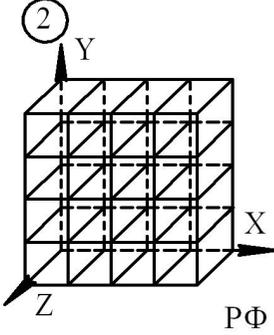
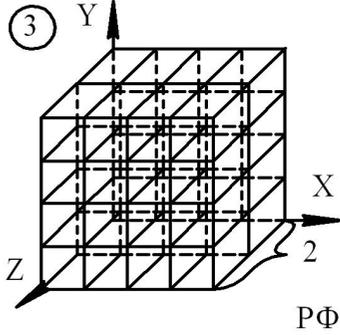
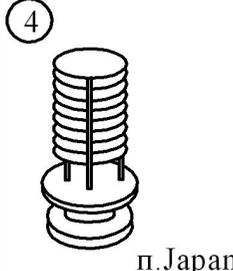
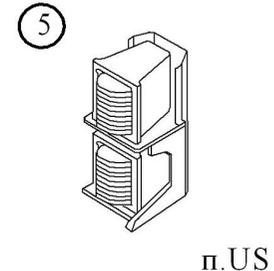
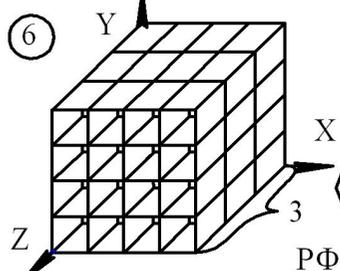
Для определения признаков строения дана табл.5.53 «Систематизация известных вариантов структурно-компоновочных решений УХ(Н) на основе признаков их строения» [15].

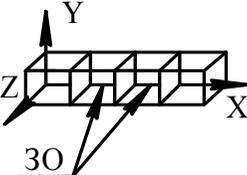
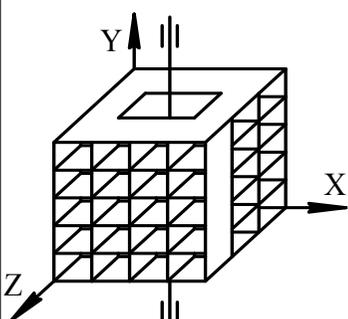
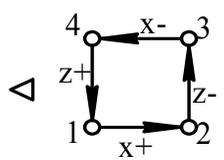
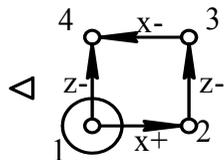
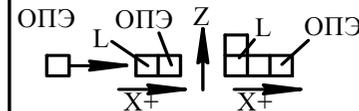
Сравнительный анализ запатентованных решений на качественном уровне

Признаки строения грузонесущей поверхности	Степень и механизм влияния на достижение поставленной цели. Преимущества решения	Выявленные недостатки															
<p>Уровень интеграции: 1) Базовая интеграция (поз.10) - 5-го уровня 2) Автономные - поз.11 - 3-го уровня поз.12 – 2-го уровня</p>	<p>Механизированный склад МКИ В65G1/02, а.с. 356206, авторы: В.З.Бурштейн, И.А.Алексеевский. Цель изобретения – возможность обслуживания всех полок склада с одного рабочего места. Решение обеспечивает больший технический результат, чем было заявлено авторами в цели изобретения. Переход с 3-го уровня интеграции (см. описание прототипа в ограничительной части формулы) на 5-й в большей степени расчленяет грузонесущую поверхность, создавая условия ее дополнительной свертки, повышения плотности укладки грузов, вместимости склада.</p>	<p>Устройство 5-го уровня интеграции сложно по конструкции грузонесущей поверхности и исполнительным механизмам. Для его заполнения требуется большое количество груза. Резервы 5-го уровня частично реализованы в конструкции в отношении только одного потребительского свойства – вместимости.</p>															
<p>Вид перемещения образующей на уровне интеграции Уровень интеграции Вид перемещения</p> <table border="0"> <tr> <td>I</td> <td>-</td> <td>Wy</td> </tr> <tr> <td>II</td> <td>-</td> <td>Y</td> </tr> <tr> <td>III</td> <td>-</td> <td>Wy</td> </tr> <tr> <td>IV</td> <td>-</td> <td>Wy</td> </tr> <tr> <td>V</td> <td>-</td> <td>Wy</td> </tr> </table>	I	-	Wy	II	-	Y	III	-	Wy	IV	-	Wy	V	-	Wy	<p>В условиях большей вместимости схема свертки грузонесущей поверхности, использованная в прототипе, была бы неэффективна ввиду локализации грузов на периферийной части устройства. Действие признака усиливается включением в конструкцию автономных интеграций в незанятые места объема хранения</p>	<p>Плотность укладки грузов низкая по сравнению с плотностью, которую обеспечивают мультипликативные схемы свертки. Отсюда следует ограничение по размерам складированных грузов</p>
I	-	Wy															
II	-	Y															
III	-	Wy															
IV	-	Wy															
V	-	Wy															
<p>Вид установочных, координатных перемещений элементов конструкции: основание - B_y плита - B_y подставка - B_y полка - B_y перемещение грузозахватного органа - Y</p>	<p>Реализация установочных (B_y) и координатного (B_y) перемещений грузонесущими элементами конструкции позволяет при выдаче груза исключить из цикла холостые перемещения к адресной позиции (за грузом)</p>	<p>Неудачное сочетание в конструкции альтернативных проявлений признаков ограничивает ее применение и снижает его эффективность: 1. Пятый уровень позволяет локализовать поиск в ограниченном объеме. Здесь применен вариант перемещения образующей старшего (5-го уровня), который предполагает одновременное перемещение всех грузов в процессе поиска одной ячейки. Как следствие – значительное потребление мощности, ограничения по массе складированных грузов и самого склада. 2. Пятый уровень интеграции – это возможность использования параллельных схем свертки временных затрат на поиск ячейки. В решении применяется самый затратный поиск – последовательный, суммирующий время на поворот основания, затем – плиты, затем – подставки, полки</p>															

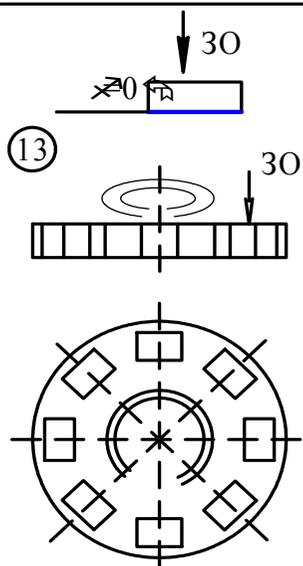
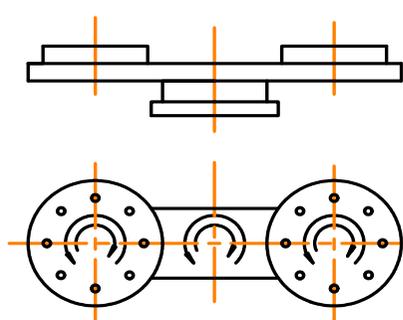
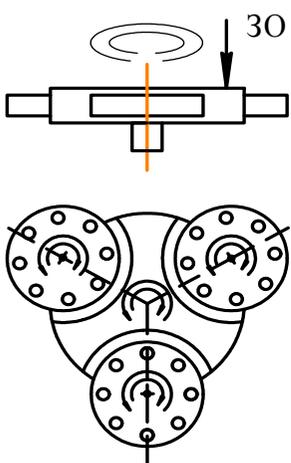
Таблица 5.53

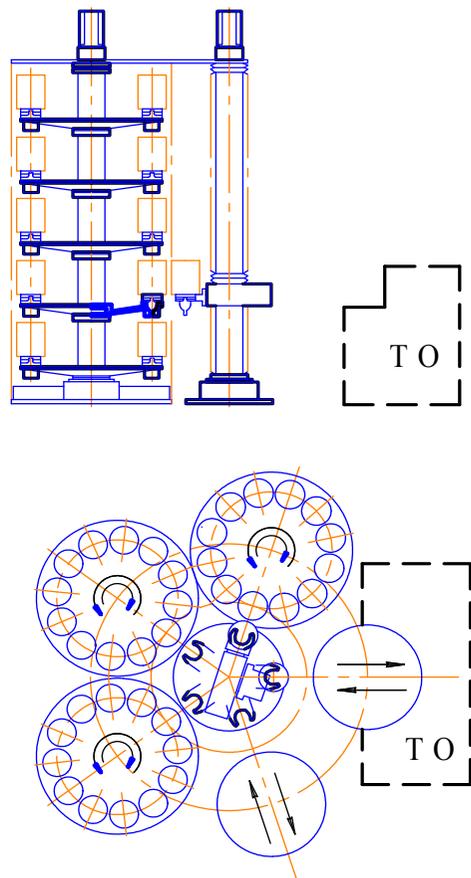
Систематизация УХ(Н) на основе элементарных признаков их строения (фрагмент)

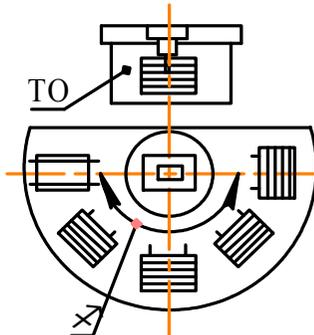
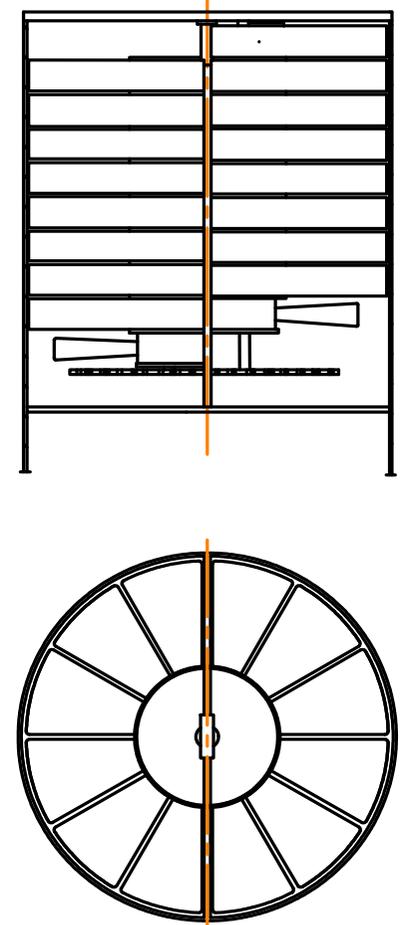
Распределение известных УХ(Н) по уровням интеграции															
1-й уровень Образующая - материальная точка(.) (ОПЭ)			2-й уровень Образующая - линия(-) (ФЗК)					3-й уровень Образующая - плоскость(□) (БФБ)							
Схема компоновки	Способ интеграции		Схема компоновки	Способ интеграции				Схема компоновки	Способ интеграции						
	КВ	ВП		КВ	ВП		КВ		ВП						
					(.)	(-)			(.)	(-)	(.)	(-)	(□)		
ОПЭ	ФЗК	ОПЭ	ФЗК	ОПЭ	ФЗК	ОПЭ	ФЗК	БФБ	ОПЭ	ФЗК	БФБ				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
 <p>1</p>	1	Y	 <p>2</p>	1	1	Y	X	 <p>3</p>	1	1	1	Y	X	Z	
 <p>п. Japan</p>	1	Y	 <p>п. US</p>	1	1	Y	Y	<p>4-5 - ветвь УХ(Н) для грузов малой высоты типа: "диски", "планки"</p>	 <p>6</p>	1	1	1	Y	X	Z
<p>Мера умножающего воздействия мультипликатора $E > 2$ создает условия объемного складирования и является существенным признаком, отличающим вариант 3 от варианта 6</p>															

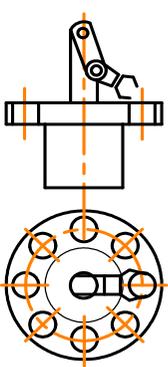
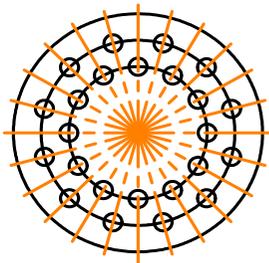
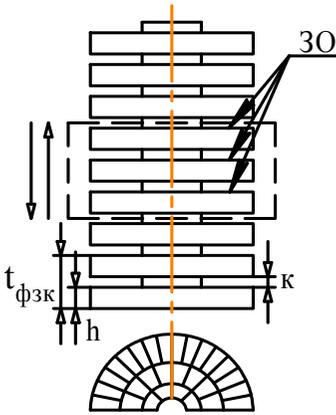
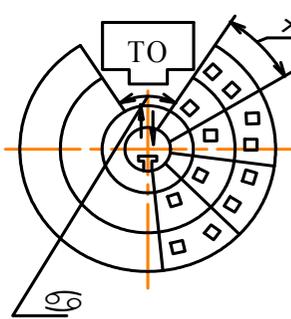
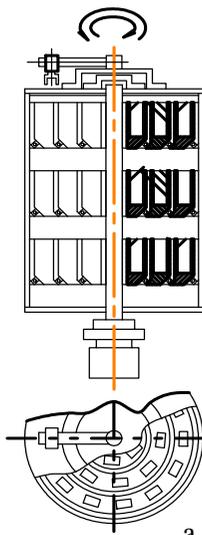
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<p>⑦</p>  <p>РФ</p>	1	X	<p>⑧</p>  <p>РФ</p>	1-я схема синтеза (одна точка роста)			<p>1.Схема последовательного синтеза ФЗК</p> 	<p>Синтез ФЗК контурного компоновочного решения УХ(Н) может проводиться по различным схемам (схемы 1 - 3)</p>						
				4	1	<p><X+, Z-, X-,> Z+></p>			Y	2-я схема синтеза (две точки роста) 1-й вариант			<p>2.Схема параллельно-последовательного синтеза ФЗК</p> 	<p>В вариантах схемы 2 ячейка L, образованная движением ОПЭ, использована параллельного с ОПЭ для проведения синтеза</p>
				3	1	<p><X+, Z-, X->, <Z-></p>			Y	2-й вариант				
2	1	<p><X+, Z->, <Z->, X+></p>	Y	<p>(к варианту 8) Узел I (опережающее перемещение ОПЭ)</p> <p>шаг 1 шаг 2</p> 										

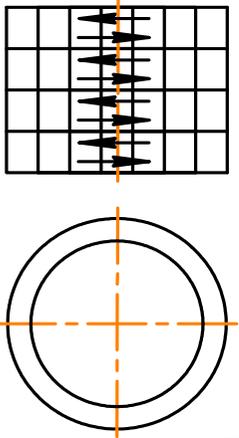
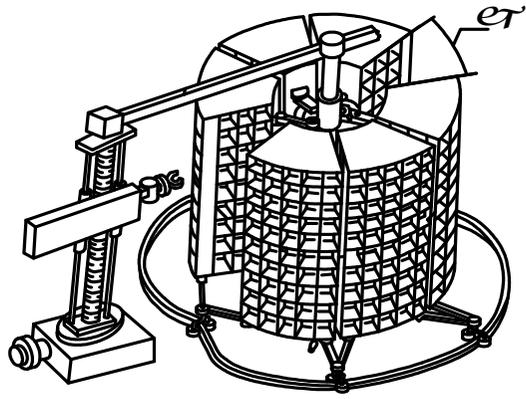
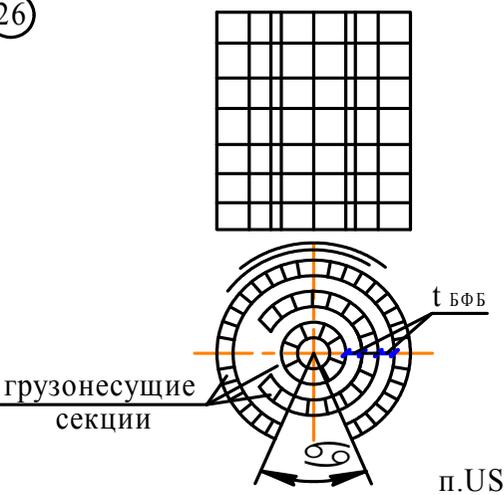
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<p>9</p> <p>РФ</p>	<p>3</p>	<p> $\langle Z-, X+, Z+ \rangle$ </p> <p>п</p>	<p>10</p> <p>РФ</p>	<p>3</p>	<p>1</p>	<p> $\langle Z-, X+, Z+ \rangle$ </p> <p>п</p>	<p>Y</p>	<p>Схема точечного синтеза в вариантах 9 и 10</p>						
<p>11</p> <p>п.РФ</p>	<p>6</p>	<p> $X=f(Z, Y)$ </p> <p>п</p>	<p>12</p> <p>п.УС</p>	<p>8</p>	<p>1</p>	<p> $X=f(Z, Y)$ </p> <p>п</p>	<p>Y</p>		<p>Перемещение ОПЭ</p> <p>$S = \langle S_1, \dots, S_i, \dots \rangle, i=1, 8:$</p> <p>$S_1: x=-mz+b, S_2: x=b,$</p> <p>$S_3: x=mz+b...$</p>					

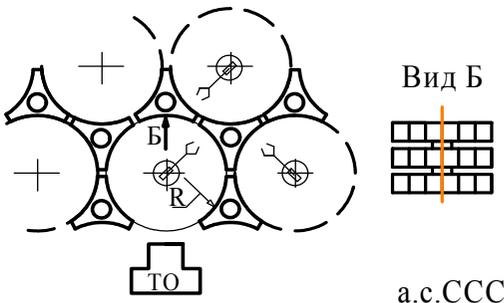
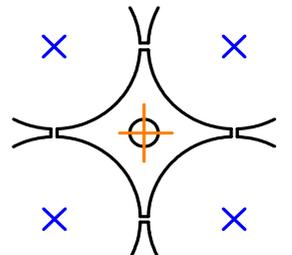
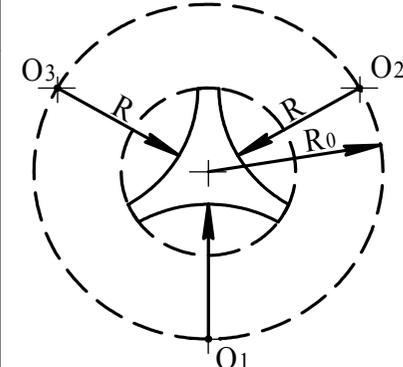
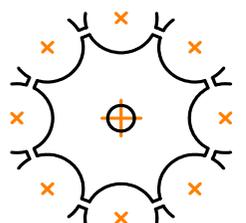
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
 <p>а.с.СССР</p>	1	Wy	 <p>а.с.СССР</p>	1	1	Wy	Wy	<p>Варианты 14, 15 различны по условиям синтеза во втором периоде: для варианта 14 значение параметра E=2, для варианта 15 – E=3</p>						
			 <p>п.РФ</p>	1	1	Wy	Wy							

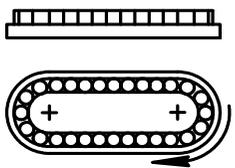
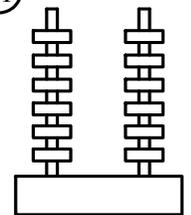
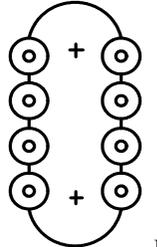
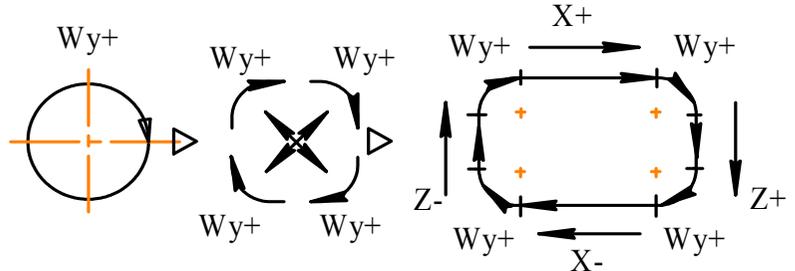
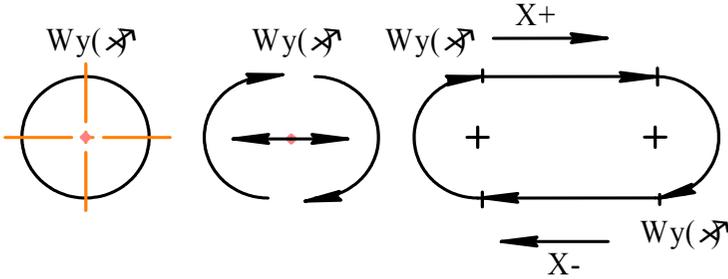
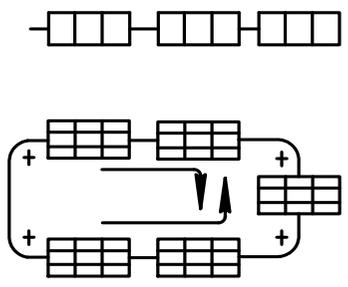
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
								<p>(16)</p>  <p>п.УС</p>	1	1	1	W_y	Y	W_y
													$\underbrace{\hspace{10em}}_{\Pi}$	
<p>Пример условного прерывания плоскостного синтеза</p>														

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<p>(17)</p>  <p>ТО</p> <p>РФ</p>	1	Wy						<p>(18)</p>  <p>п.УС</p>	1	1	1	<p>Wy(↗) Y Wy(↗)</p> <p>↖180 ↘ ↖180 ↘</p>	<p>Y</p>	<p>Wy(↗)</p> <p>↖180 ↘</p>
<p>Примеры условного прерывания точечного синтеза на первом уровне интеграции</p>														<p>π</p>

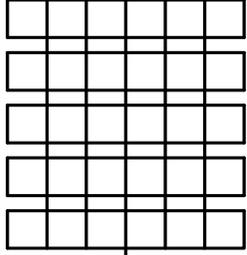
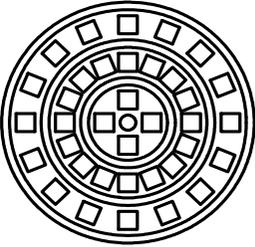
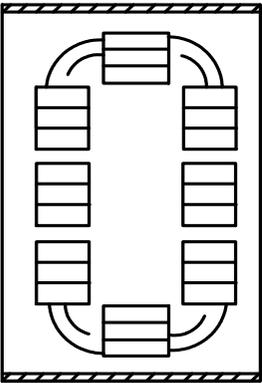
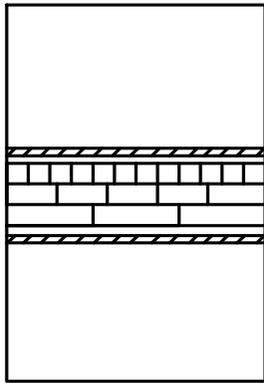
<p>1</p> <p>19</p>  <p>РФ</p>	<p>2</p> <p>1</p>	<p>3</p> <p>Wy</p>	<p>4</p> <p>20</p>  <p>РФ</p>	<p>5</p> <p>1</p>	<p>6</p> <p>1</p>	<p>7</p> <p>Wy</p>	<p>8</p> <p>Э (x,z) п</p>	<p>9</p> <p>21</p>  <p>а.с.СССР</p>	<p>10</p> <p>1</p>	<p>11</p> <p>1</p>	<p>12</p> <p>1</p>	<p>13</p> <p>Wy</p>	<p>14</p> <p>Э (x,z) п</p>	<p>15</p> <p>Y</p>	
<p>Пример условного прерывания линейного синтеза в процессе построения ФЗК. Измени условия синтеза по параметру E в 1-м и 2-м периодах</p>			<p>22</p>  <p>п.ГДР</p>	<p>1</p>	<p>1</p>	<p>Wy</p>	<p>Э (x,z) п</p>	<p>23</p>  <p>а.с.СССР</p>	<p>1</p>	<p>1</p>	<p>1</p>	<p>Wy</p>	<p>Э (x,z) п</p>	<p>Y</p>	
				<p>$X, Z \rightarrow \begin{cases} R, \varphi \\ \varphi, R \end{cases}$</p>					<p>$X, Z \rightarrow \begin{cases} R, \varphi \\ \varphi, R \end{cases}$</p>						
				<p>На втором уровне интеграции грузонесущая поверхность формируется поворотом следа образующей. Плотность интеграции снижена</p>					<p>$x = R \cos \epsilon r$ $z = R \sin \epsilon r$ $R = \sqrt{(x^2 + z^2)}$ $R = R (\cos \epsilon r \sin \epsilon r)$ $t_{\text{фзк}} = h_{\text{фзк}} + \kappa$</p>						

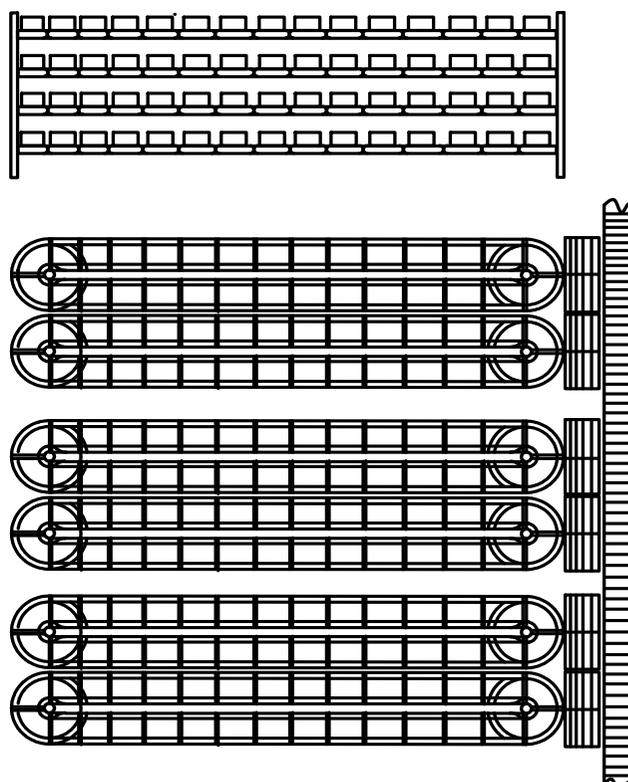
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
			<p>(24)</p>  <p>ГДР</p>	1	1	Wy	Y	<p>(25)</p>  <p>а.с. СССР</p>	3	1	1	$\langle r+,$ $Wy(\varphi),$ $r-\rangle$	Y	Wy (φ)
													<p>Условное прерывание синтеза в двух точках по параметру E построение ФЗК(П) на основе комбинаций прямолинейных и кругового перемещений</p>	
			<p>В варианте 26 идет условное прерывание линейного синтеза в первом и втором периодах</p> <p>Разрезные цилиндры установлены с возможностью автономного поворота</p>					<p>(26)</p>  <p>п. US</p>	1	1	1	Wy(φ)	Y	Э (x,y)
													$X= R \cos \varphi$ $Z= R \sin \varphi$ $R=\sqrt{(x^2+z^2)}$ $R= R (\cos \varphi \sin \varphi)$ $\varphi \in [0; \pi]$ $t_{\text{БФБ}}=v_{\text{УП}}$ $v_{\text{УП}} - \text{ширина зоны обслуживания УП}$	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
			<p>②7 Гипоциклоида обычная</p>  <p>Вид Б</p> <p>а.с.СССР</p>	3	1	↑	Y							
<p>УХ(Н) в совокупности образуют обслуживаемый изнутри контур</p>						<p>$S_{опэ} = \langle S_1, S_2, S_3 \rangle : 3$ полюса перемещения O_1, O_2, O_3 лежат на одной окружности радиусом R_0</p>								
			<p>②8 Гипоциклоида укороченная</p>  <p>а.с.СССР</p>	4	1	<p>$S_{опэ} = \overline{\{S_i i = 1, 4\}}$</p>	Y	<p>Схема построения траектории перемещения ОПЭ в варианте 27</p> 						
			<p>②9 Гипоциклоида укороченная</p>  <p>а.с.СССР</p>	8	1	<p>$S_{опэ} = \overline{\{S_i i = 1, 8\}}$</p>	Y							

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
<p>30</p>  <p>Накопитель станка ГПК 152ВН2</p> <p>РФ</p>	3	<p><X+, Wy(er), X-></p> <p>п</p>	<p>31</p>   <p>п.US</p>	1	3	Y	<p><Z+, Wy(er), Z-></p> <p>п</p>	<p>Схема построения траектории ФЗК(РС) в варианте 32</p> 								
<p>Схема построения траектории перемещения ОПЭ в вариантах 30</p> 								<p>32</p>  <p>a.c.CCCP</p>				1	1	5	Z X	<p><X+, Wy(er), Z-, X-, Z+></p> <p>п</p>

		IV-ый уровень Образующая - объем (☐) БФБ (РС) (∇) ФЗК (РС)												
		Схема компоновки				КВ		ВП						
						(.)	(-)	(∞)	(☐)	(.)	(-)	(∞)	(☐)	
-----		16				17	18	19	20	21	22	23	24	
		33	<p style="text-align: right;">РФ</p>				1	1	1	1	X	Wy	Y	Y
		34	<p style="text-align: right;">a.c.СССР</p>				1 вариант- БФБ(РС)							
<p>Вариант компоновочного решения УХ(Н) на основе варьирующей ФЗК</p>							1	1	1	1	X	Z	Wy	Y
<p>Варьирувание ФЗК в процессе синтеза осуществляется путем изменения параметра Е по уровням мультипликатора</p>							2 вариант-БФБ(РС)							
							1	1	1	1	X	Z	Y	Wy

	IV-ый уровень								
	Образующая - объем (☐) БФБ (РС) (.) ФЗК (РС)								
	Схема компоновки				КВ		ВП		
		(.)	(-)	(☒)	(☐)	(.)	(-)	(☒)	(☐)
-----	16	17	18	19	20	21	22	23	24
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> УХ(Н) с варьирующей по параметру Е в периодах второго уровня интеграции по типу "делеции" </div>	(35) <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  <p>Вид Б</p> </div> <p style="text-align: right;">п.РФ</p>	1	1	1	1	X	Wy	Y	Y
						Π			
	(36) <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  <p>Вид Б</p> </div> <p style="text-align: right;">п.US</p>	1	1	1	3	X	Y	Z	<Y+, Wx(☒)+, Y->
						Π			

	IV-ый уровень Образующая - объем (☐) БФБ (PC) (∨) ФЗК (PC)								
	Схема компоновки	КВ				ВП			
		(.)	(-)	(∞)	(☐)	(.)	(-)	(∞)	(☐)
-----	16	17	18	19	20	21	22	23	24
	(37)  п.Itali	3	1	1	1	<X+, Wy(∞), X->	Y	X	X

		IV-ый уровень Образующая - объем (☐) БФБ (РС) ФЗК (РС)							
		КВ				ВП			
Схема компоновки		(.)	(-)	(☒)	(☐)	(.)	(-)	(☒)	(☐)
-----		17	18	19	20	21	22	23	24
16		17	18	19	20	21	22	23	24
38	<p>Зоны обслуживания УХ(Н)</p> <p>$t_{БФБ}$ $t_{БФБ(РС)}$</p> <p>п. US</p>	1	1	1	1	Wy(ϵr) ϵr ☐ PC	Y	ЭБФБ	ЭБФБ(РС)
						$t_{БФБ} = B_{БФБ}$ $t_{БФБ(РС)} = 2B_{БФБ} + B_{ВП}$ $X = R \cos \epsilon r$ $Z = R \sin \epsilon r$ $R = \sqrt{(X^2 + Z^2)}$ $R = R (\cos \epsilon r \sin \epsilon r)$ ϵr ☐ PC			

В табл. 5.53 приняты следующие условные обозначения:

ВП - виды перемещения и их последовательность;

КВ - количество видов перемещений;

РП - рабочее положение накопителя;

ИП - исходное положение накопителя;

РХ - рабочий ход;

ХХ - холостой ход;

ЗО - зона обслуживания УХ (Н);

Э - эквидистантное интегрирующее перемещение;

R - интегрирующее перемещение в направлении радиуса-вектора;

t - размер шага;

l, b, h - длина, ширина, высота ОПЭ;

k - постоянная составляющая шага;

ТО - технологическое оборудование;

а.с. – авторское свидетельство;

п. – патент.

Расчеты могут быть представлены в другом специальном разделе пояснительной записки.

В разд. 7, в графической части, показаны примеры представления результатов сравнительного анализа запатентованных решений.

Анализ запатентованных решений позволяет выявить лучшие варианты. Один из них выбирается по результатам сравнительного анализа на основе расчета параметров и показателей эффективности работы отобранных технических решений (ТР). Алгоритм программы, примеры расчета см. в разделе «Разработка планировочного решения участка механической обработки».

6. ОФОРМЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

Требования к оформлению технологической документации

Технологическая документация (ТД) – это ряд форм, содержащих необходимые данные для подготовки и осуществления производства. Комплект технологической документации должен быть представлен в третьем приложении к пояснительной записке. Правила его оформления устанавливаются комплексом стандартов и руководящих нормативных документов единой системы технологической документации, см. стандарты ЕСТД [30-37]. Титульный лист на комплект технологической документации должен быть оформлен в соответствии с ГОСТ 3.1105-84.

Комплектность технологических документов

ГОСТ 3.1121–84 устанавливает 11 базовых вариантов комплектов для различных типов производства и стадий разработки технологической документации [35, с. 2-4, табл. 1]. По признаку «степень детализации описания технологического процесса» они входят в одну из трех групп.

Первая группа включает один вариант, применяемый для маршрутного описания ТП (сокращенного описания операций в маршрутной карте - МК в последовательности их выполнения без указания переходов и технологических режимов).

Вторая группа включает со 2-го по 5-й варианты, применяемые для маршрутно-операционного описания ТП (сокращенного описания операций в МК в последовательности их выполнения с полным описанием отдельных операций в других технологических документах).

Третья группа включает с 6-го по 11-й варианты – для операционного описания ТП (полного описания всех операций в последовательности их выполнения с указанием переходов и технологических режимов). МК в данных вариантах выполняет роль сводного документа, в котором указываются номер и наименование операции, оборудование, трудозатраты и т.д., содержание операции раскрывается в операционных картах (ОК), картах эскизов (КЭ), картах технологического процесса (КТП).

В КП для маршрутного ТП рекомендуется 1-й вариант, для маршрутно-операционного ТП - 4-й, для операционного - 6-й. В каждом из вариантов не заполняется ВТО – ведомость деталей к типовому (групповому) ТП (данное изъятие продиктовано тематикой КП).

Комплект документов по первому варианту включает маршрутные карты, по второму – МК и карту технологической информации, по шестому – МК, ОК.

Формы и правила заполнения маршрутных карт

МК предназначена для описания последовательности выполнения операций процесса изготовления изделия с указанием данных об оборудовании, оснастке, материальных нормативах, трудовых затратах и др.

Формы и правила оформления МК устанавливают ГОСТ 3.1118-82 и ГОСТ 3.1404-86. ГОСТ 3.1118-82 указывает 11 номеров форм МК – 1, 1а, 1б, 2, 3, 3а, 3б, 4, 5, 5а, 6.

Информация, необходимая для выбора нужных форм, содержится в табл. 1 и 3 ГОСТ 3.1118-82. Выбор зависит от вида ТП (единичной, типовой, групповой обработки, сборки), применяемого метода проектирования (автоматизированное, неав-

томатизированное), вида описания ТП (маршрутное, операционное) и назначения формы (заглавный, последующий лист, обратная сторона).

Изучение правил оформления технологических документов, в том числе МК, следует начинать с внимательного рассмотрения установленных государственным стандартом форм, затем перейти к правилам и примерам занесения в форму информации. В качестве примера рассмотрим две формы (рис. 6.1 и 6.2). На формах технологических документов блоки основной надписи должны быть заполнены так, как это показано на приведенных рисунках. Для записи информации в МК используют построчный способ заполнения несколькими типами строк. Каждому типу строки соответствует свой служебный символ, условно выражающий состав информации, размещаемой в графах данного типа строки. В качестве служебных символов приняты буквы русского алфавита. Они проставляются прописными буквами перед номером строки. Их простановка относится к обязательному требованию. Служебные символы, используемые в КП, даны в табл. 6.1.

Каждая графа формы пронумерована и в соответствии с номером даются указания по её заполнению, а также необходимые справочные данные по кодированию информации (табл. 6.2).

Формы и правила заполнения операционных карт

ОК предназначена для описания операции с указанием последовательного выполнения переходов, данных о средствах технологического оснащения, технологических режимах обработки, трудоёмкости.

Дубл.																				
Взам.																				
Подл.																				
										40						39	36	37		
Разраб.																				
Про в.																				
										41	42	43	35							
Н. контр.																				
1	2																			
М 0 1																				
М 0 2	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н. расх.	КИМ	Код. загот.	Профиль и размеры						КД	МЗ	13				
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12										
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код. наименование операции						Обозначение документа									
Б	Код наименование оборудования						СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КоиД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз	Тшт.			
А 0 3	14	15	16	17	18	19														
Б 0 4	20						21	22	23	24	25	26	6	27	28	29	30			
0 5																				
А 0 6																				
Б 0 7																				
0 8																				
А 0 9																				
Б 1 0																				
1 1																				
А 1 2																				
Б 1 3																				
1 4																				
А 1 5																				
Б 1 6																				
МК																				

Рис. 6.1 Маршрутная карта (форма 1)

Добл.																					
Взам.																					
Подл.																					
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код. наименование операции	Обозначение документа															
Б	Код. наименование оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	ЮиД	ЕН	ОП	Кшт	Тгв	Тшт					
к/м	Наименование детали, об. единицы или материала					Обозначение, код						ОПП	ЕВ	ЕН	ЮИ	Н. раск					
А01	14	15	16	17	18	19															
Б02	20					21	22	23	24	25	26	6	27	28	29	30					
03	31					32						33	4	6	34	7					
04																					
А05																					
Б06																					
07																					
08																					
А09																					
Б10																					
11																					
12																					
А13																					
Б14																					
15																					
16																					
17																					
НК																					

Рис. 6.2 Маршрутная карта (форма 16)

Таблица 6.1

Описание служебных символов

Содержание информации, вносимой в графы строки с указанным символом	Обозначение служебных символов и их применение в зависимости от расположения поля подшивки формы		Содержание информации, вносимой в графы строки с указанным символом	Обозначение служебных символов и их применение в зависимости от расположения поля подшивки формы	
	Горизонтальное поле подшивки	Вертикальное поле подшивки		Горизонтальное поле подшивки	Вертикальное поле подшивки
Номер цеха, участка, рабочего места, где выполняется операция, номер операции, код и наименование операции, обозначение документов, применяемых при выполнении операции	А	-	Информация по комплектации изделия (сборочной единицы) составными частями с указанием наименования деталей, сборочных единиц, их обозначений, обозначения подразделений, откуда поступают комплектующие составные части, кода единицы величины, единицы нормирования, количества на изделие и нормы расхода	К	-
Код, наименование оборудования и информация по трудозатратам	Б	-	Информация о применяемом основном материале и с указанием наименования и кода материала, обозначения подразделений, откуда поступают комплектующие составные части, коды единицы величины, единицы нормирования, кол-ва на изделие и нормы расхода	М	
Номер цеха, участка, рабочего места, где выполняется операция, номер операции, код и наименование операции	-	В			
Обозначение документов, применяемых при выполнении операции	-	Г	Содержание операции (перехода	О	
Код, наименование оборудования	-	Д	Информация о применяемой при выполнении операции технологической оснастке	Т	
Информация по трудозатратам	-	Е			

Таблица 6.2

Расшифровка кодов граф и строк маршрутной карты

№ п/п	Наименование (условное обозначение) графы	Служебный символ	Содержание информации	№ п/п	Наименование (условное обозначение) графы	Служебный символ	Содержание информации
1	-	-	Обозначение служебного символа и порядковый номер строки. Запись выполняются в одну строку, например, М02.	6	ЕН	М02, Б, К, Е, М	Единица нормирования, на которую установлена норма расхода материала или норма времени, например, 1, 10, 100
2	-	М01	Наименование, сортament, размер и марка материала, ГОСТ, ТУ. Запись выполняется в одну строку с применением разделительного знака дроби «/».	7	Н. расх.	М02, К, М	Норма расхода материала
3	Код	М02	Код материала (графа не заполняется, ставится прочерк)	8	КИМ	М02	Коэффициент использования материала.
4	ЕВ	М02, К, М	Код единицы величины (массы, длины, площади и т.д.) детали, заготовки, для массы, указанной в «кг» - код 166; в «г» - 163; в «т» -168. Допускается вместо кода указывать единицы измерения величины	9	Код заготовки	М02, М03	Код заготовки по классификатору (табл. 6.3). Допускается указывать вид заготовки (отливка, прокат, поковка и т.п.)
5	МД	М02	Масса детали по конструкторскому документу	10	Профиль и размеры	М02, М03	Профиль и размеры заготовки, например, лист 1,0×710×1420

Продолжение табл.6.2

№ п/п	Наименование (условное обозначение) графы	Служебный символ	Содержание информации	№ п/п	Наименование (условное обозначение) графы	Служебный символ	Содержание информации
11	КД	M02, M03	Количество деталей, изготавливаемых из одной заготовки	19	Обозначение документа	А, Г	Обозначение документов, применяемых при выполнении данной операции, например ИОТ - инструкция по охране труда.
12	МЗ	M02, M03	Масса заготовки				
13	-	-	Графа для особых указаний				
14	Цех	А, В	Номер (код) цеха, в котором выполняется операция				
15	Уч.	А, В	Номер (код) участка, конвейера, поточной линии и т.п.	20	Код, наименование и модель оборудования	Б, Д	Код оборудования по классификатору, наименование оборудования, его модель. Информацию следует указывать через разделительный знак «;» Код включает в себя высшую (шесть первых цифр) и низшую (четыре цифры после точки) классификационные группировки. Выборочно коды оборудования указаны в табл. 6.4, (см. примечание 1 к табл. 6.2)
16		А, В	Номер (код) рабочего места				
17	Опер.	А, В	Номер операции (процесса) в технологической последовательности изготовления или ремонта изделия (включая контроль и перемещение). Нумерацию операций следует выполнять трёхзначным числом (005; 010; 015...). Допускается четырехзначная нумерация (0005; 0010...). Описание операций всегда выполняются с привязкой к служебному символу «О»				
18	Код, наименование операции	А, В	Код операции по классификатору технологических операций машиностроения и приборостроения 185 151, наименование операции. В табл. 6.4 выборочно приведены коды основных операций механической обработки. Запись кода операции выполняется перед её наименованием. Запись наименования операции выполняется с прописной буквы. Между кодом и наименованием операции следует оставлять 3-4 знака. При наличии операции, выполняемой на станке с ПУ, к коду операции добавляется код 4103	21	СМ	Б, Е	Код степени механизации указывается цифрой: 1 – наблюдение за работой автоматов; 2 – работа с помощью машин и автоматов; 3 – вручную при машинах и автоматах; 4 – вручную без машин и автоматов; 5 – вручную при помощи машин

Продолжение табл. 6.2

№ п/п	Наименование (условное обозначение) графы	Служебный символ	Содержание информации	№ п/п	Наименование (условное обозначение) графы	Служебный символ	Содержание информации								
22	Проф.	Б, Е	Код профессии по классификатору (табл. 6.5)												
23	Р	Б, Е	Разряд работы, необходимый для выполнения операции. Код включает три цифры: первая – разряд работы по тарифно-квалификационному справочнику, две следующие – код формы и системы оплаты труда: 10 – сдельная форма оплаты труда; 11 – сдельная система оплаты труда прямая; 12 – сдельная система оплаты труда премиальная; 13 – сдельная система оплаты труда прогрессивная; 20 – повременная форма оплаты труда; 21 – повременная система оплаты труда простая; 22 – повременная система оплаты труда премиальная	26	КОИД	Б, Е	Количество одновременно изготавливаемых (обрабатываемых, ремонтируемых) деталей (сборочных единиц) при выполнении одной операции. При выполнении процесса перемещения следует указывать объем грузовой единицы – количество деталей в таре								
			27	ОП	Б, Е	Объем производственной партии в штуках. При выполнении процесса перемещения в графе следует указывать объем транспортной партии, количество грузовых единиц, перемещаемых одновременно.									
			28	Кшт.	Б, Е	Коэффициент штучного времени при многостаночном обслуживании, зависящий от количества обслуживаемых станков: <table border="1" data-bbox="1675 895 2047 986"> <tr> <td>К ол-во станков</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>К_{шт}</td> <td>1</td> <td>0,65</td> <td>0,48</td> <td>0,39</td> <td>0,35</td> </tr> </table>	К ол-во станков	1	2	3	4	5	К _{шт}	1	0,65
К ол-во станков	1	2	3	4	5										
К _{шт}	1	0,65	0,48	0,39	0,35										
24	УТ	Б, Е	Код условий труда по классификатору и код вида нормы времени. Условия труда обозначаются цифрой: 1 – нормальные; 2 – тяжелые и вредные; 3 – особо тяжелые; особо вредные. Вид нормы времени – буквой: Р – аналитически - расчетная; И – аналитически исследовательская; Х – хронометражная; О – опытно-статистическая.	29	Тпз	Б, Е	Норма подготовительнозаключительного времени на операцию								
			30	Тшт	Б, Е	Норма штучного времени на операцию.									
			31	Наименование детали, сб. единицы	К, М	Наименование деталей, сборочных единиц по основному конструкторскому документу									
			32	Обозначение, код	К, М	Обозначение деталей, сборочных единиц по конструкторскому документу или код ступени классификации по конструкторскому классификатору									
25	КР	Б, Е	Количество исполнителей, занятых при выполнении операции												

Окончание табл. 6.2

№ п/п	Наименование (условное обозначение) графы	Служебный символ	Содержание информации
33	ОПП	К, М	Обозначение подразделения (склада и т. п.), откуда поступают сборочные единицы или материалы; куда поступают.
34	КИ	К, М	Количество деталей, сборочных единиц, применяемых при сборке изделия; а при разборке – количество получаемых деталей, сборочных единиц
35	-	-	Обозначение документа по ГОСТ 3.1201-85 «Система обозначения технологической документации»
36	-	-	Общее количество листов документа
37	-	-	Порядковый номер листа документа
38	-	-	Литера, присвоенная технологическому документу
39	-	-	Обозначение комплекта документов
40	-	-	Обозначение узла, в который входят детали
41	-	-	Условное обозначение организации, в которой разрабатывается документ
42	-	-	Заполняется для единичных ТП – обозначение изделия по основному конструкторскому документу
43	-	-	Заполняется для типовых ТП – код ступени классификации по конструкторскому классификатору
44	-	-	Наименование детали

Примечания:

1. Заполнение графы 20. Обозначение оборудования имеет варианты:

- для покупного оборудования – по Общесоюзному классификатору промышленной и сельскохозяйственной продукции (ОКП);

- для проектируемого и изготавливаемого оборудования на самом предприятии, где они применяются – по классификатору изделий и конструкторских документов машиностроения и приборостроения (Классификатору ЕСКД).

Пример обозначения в первом варианте – 381611. XXXX станок вертикально-фрезерный, консольный; во втором АБВГ. 041613. 017 станок вертикально-фрезерный, консольный с копировальным устройством. В условиях выполнения студентами КП обозначение ведётся по первому варианту.

Кодирование оборудования технологических процессов, разработанных на предприятиях, может не совпадать с обозначениями, приводимыми в ОКП и классификаторе ЕСКД, т.к. зачастую ведётся по отраслевым классификаторам и классификаторам предприятия, что допускается государственным стандартом.

Наименование и модель оборудования указываются после его кода с промежутком в 3-4 знака в соответствии с его паспортом, пример – горизонтально-протяжной станок 7Б56.

2. Заполнение графы 35 ведётся в соответствии с установленной пятизначной структурой основного кода характеристики документации (XXXXX).

Первые две цифры – вид документации:

01 - комплект технологической документации;

10 - маршрутная карта;

20 - карта эскизов;

60 - операционная карта.

Третья цифра – вид ТП (операции) по организации без указания;

1 - единичный процесс;

2 - типовой процесс;
3 - групповой процесс.

Четвёртая и пятая цифры – вид ТП по методу выполнения:

00 - без указания;
02, 03 - технический контроль;
04 - перемещение;
21 - обработка давлением;
41, 42 - обработка резанием;
50, 51 - термообработка.

Затем следуют четыре резервных разряда – XXXX дополнительного обозначения.

Таблица 6.3

Указатель кодов основных видов заготовок согласно общесоюзному классификатору (выборочно)

Код	Вид заготовки
09 5002	Прокат из стали с пределом текучести 45...75 кг/мм ²
09 50IX	Сталь сортовая конструкционная (без подшипниковой)
09 503X	Сталь сортовая конструкционная углеродистая
09 504X	Сталь конструкционная сортовая легированная
09 56XX	Сталь сортовая конструкционная подшипниковая
09 58XX	Сталь сортовая конструкционная никельсодержащая
09 8XXX	Прокат листовой качественный
41 11IX	Литье (отливки) из ковкого чугуна
41 112X	Литье (отливки) из серого чугуна
41 113X	Литье (отливки) из высокопрочного чугуна
41 114X	Литье (отливки) из специальных легированных чугунов
41 12IX	Литье (отливки) из углеродистой стали
41 122X	Литье (отливки) из низколегированной конструкционной стали

Код	Вид заготовки
41 123X	Литье (отливки) из легированной конструкционной стали
41 13IX	Литье (отливки) из алюминиевых сплавов
41 1702	Литье (отливки) кокильное и центробежное непрерывным способом
41 2002	Штамповки горячие, изготавливаемые методом выдавливания
41 2003	Штамповки горячие, изготавливаемые на кривошипных горячештамповочных прессах
41 21 IX	Штамповки (горячие) из черных металлов
41 212.X	Поковки из проката черных металлов
41 213X	Поковки из слитков черных металлов
41 215X	Штамповки холодные объемные из черных металлов
41 22 IX	Штамповки (горячие) из цветных металлов
41 22 2X	Поковки из слитков цветных сплавов

Таблица 6.4

Указатель терминов, кодов операций, кодов оборудования

Операция	Код опер.	Код техн. оборудов.	Оборудование
Агрегатная	4101	38 1881	Станки горизонтальные односторонние
		38 1882	Станки горизонтальные двухсторонние
		38 1883	Станки горизонтальные трехсторонние
		38 1884	Станки горизонтальные четырёх сторонние
		38 1885	Станки вертикальные одностоечные
		38 1887	Станки вертикальные многостоечные
		38 1886	Станки вертикальные двухстоечные
		38 1888	Станки с вертикальной и горизонтальной головкой

Продолжение табл.6.4

Операция	Код опер.	Код техн. оборудов.	Оборудование	Операция	Код опер.	Код техн. оборудов.	Оборудование
		38 1884	Станки горизонтальные четырёхсторонние	Внутришлифовальная	4196 4132	38 1775 38 1312	
		38 1885	Станки вертикальные одностоечные	Гайконарезная	4106	38 1732	
		38 1887	Станки вертикальные многостоечные	Горизонтально-протяжная	4181	38 1751	
		38 1886	Станки вертикальные двухстоечные	Горизонтально-расточная	4221	38 1261	
		38 1888	Станки с вертикальной и горизонтальной головкой	Горизонтально-сверлильная	4122	38 1829	
Алмазно-расточная	4224	38 126X		Горизонтально-фрезерная	4268	38 1621	Станки горизонтально-фрезерные, консольные (кроме универсальных)
Балансировочная	4104	38 1878					
Барабанно-фрезерная	4265	38 167X					
Бесцентрово-шлифовальная	4134	38 1314					
Болтонарезная	4107	38 1731					
Вальцетокарная	4118	38 1815					
Вальцешлифовальная	4142	38 1839					
Вертикально-протяжная	4182	38 1753	Станки для внутреннего протягивания				
		38 1754	Станки для наружного протягивания				
Вертикально-расточная	4222	38 1262	Станки для сверления диаметром до 12 мм				
		38 1213	Станки для сверления диаметром до 18 мм и свыше				
Вертикально-фрезерная	4261	38 1611	Станки консольные				
		38 1612	Станки с крестовым столом				
		38 1861	Станки специальные и специализированные				
						38 1631	Станки горизонтально-фрезерные, консольные, универсальные с поворотным столом
						38 1632	Станки горизонтально-фрезерные, широкоуниверсальные с поворотной головкой, ширина стола до 320мм
						8 1633	Станки горизонтально-фрезерные, широкоуниверсальные с поворотной головкой, ширина стола до 320мм и свыше
						38 1634	Станки горизонтально-фрезерные, широкоуниверсальные (инструментальные)

Продолжение табл. 6.4

Операция	Код опер.	Код техн. оборудов.	Оборудование	Наименование операции	Код опер.	Код техн. оборудов.	Наименование оборудования
Доводочно-притирочная	XXXX	38 1837		Зубошлифовальная	4151	381561	Полуавтоматы зубошлифовальные для цилиндрических колес, работающие абразивным червяком
Долбежная	4175	38 1718					
Зубодолбежная	4152	38 1571	Станки зубодолбежные для цилиндрических колес				
Зубозакругляющая	4156	38 1575					
Зубообрабатывающая специальная	4162	38 185X					
Зубопритирочная	4158	381578					
Зубопротяжная	4155	38 1573					
Зубострогальная	4154	38 1520	Станки зубострогальные для конических колес				
		38 1573	Станки зубострогальные для цилиндрических колес				
		38 1521	Полуавтоматы зубострогальные для прямозубых конических колес				
Зубофрезерная	4153	38 1572	Полуавтоматы зубострогальные для цилиндрических колес				
		38 1522	Полуавтоматы зуборезные для прямозубых конических колес				
		38 1523	Полуавтоматы зуборезные для конических колес с круглыми зубьями				
Зубохонинговальная	XXXX	38 1574					
Зубошевинговальная	4157	38 1574				38 1563	Полуавтоматы зубошлифовальные для цилиндрических колес, работающие тарельчатыми кругами
						38 1564	Станки - полуавтоматы для шлифования зубьев долбяков, шеверов и измерительных колес
						38 1565	Полуавтоматы зубошлифовальные для цилиндрических колес, работающие профильным кругом
						38 1567	Полуавтоматы зубошлифовальные для прямозубых конических колес
						38 1568	Полуавтоматы зубошлифовальные для конических колес с круглыми зубьями

Продолжение табл. 6.4.

Операция	Код опер.	Код техн. оборудов.	Оборудование	Операция	Код опер.	Код техн. оборудов.	Оборудование
Карусельно-фрезерная	4264	38 1674		Копировально-фрезерная	4267	38 1642	Станки вертикальные для контурного и объемного копирования
Карусельно-шлифовальная	XXXX	38 1839		Круглошлифовальная	4131	38 1644	Станки горизонтальные
Контрольная	0220 0225		Контроль линейных размеров Контроль размеров криволинейных поверхностей	Маркировочная (клеймение)	0180	38 1311	Маркировочная (клеймение)
Контрольная	0230 0240		Контроль отклонения расположения поверхностей Контроль отклонения формы поверхностей	Нанесение покрытия	5182 5162 5163		Азотирование Хромирование Цинкование
Контрольная	0245 0250 0255 0260 0265 0270 0290		Контроль цилиндричности Контроль угловых размеров Контроль шероховатости Контроль резьбовых соединений Контроль шлицевых соединений Контроль зубчатых передач Контроль червячных передач	Обдирочно-шлифовальная	4137	38 1332	Станки с горизонтальным шпинделем
Координатно-расточная	4223	38 1263		Отделочная	4190	38 1639	
Координатно-шлифовальная	4136	38 1318		Электрохимическая	7261	38 1741	
				Плоскошлифовальная	4133	38 1313	
				Полировальная	4191	38 1337	
				Поперечно-строгальная	4172	38 1715	
				Правильная	0111	38 2777	
				Продольно-строгальная	4171	38 1713	

Продолжение табл. 6.4.

Операция	Код опер.	Код техн. оборудов.	Оборудование	Операция	Код опер.	Код техн. оборудов.	Оборудование	
Продольно-фрезерная	4263	38 1661	Станки одностоечные с горизонтальным шпинделем	Суперфинишная	4193	38 1825		
		38 1663	Станки одностоечные с горизонтальным и вертикальным шпинделями	Термическая			5110 5130 5140 5150 5181	Отжиг Закалка Отпуск Старение Науглероживание
		38 1667	Станки двухстоечные с поперечиной. Шпиндели горизонтальные и вертикальные	Токарная			4110	38 1101
Протяжная	4180	38 1756	Полуавтоматы и автоматы непрерывного действия с перемещающимся инструментом	Токарная автоматная	4112	38 1111 38 1113 38 1114 38 1115	Автоматы и полуавтоматы прутковые одношпиндельные Автоматы и полуавтоматы многошпиндельные Полуавтоматы горизонтальные многошпиндельные патронные Полуавтоматы многорезцовые и копировальные	
		38 1757	Полуавтоматы и автоматы непрерывного действия с перемещающимися изделиями					
		38 1758	Полуавтоматы шпоночно-протяжные					
Радиально-сверлильная	4123	38 1217		Токарно-карусельная	4113	38 1151 38 1159	Для изделий до 1800 мм. Для изделий свыше 3000 мм	
Резьбонакатная	4108	38 2424 38 1879	Автоматы резьбонакатные Станки резьбонакатные					
Резьбонарезная	7272							
Электроэрозионная	4271	38 1743	Станки электроэрозионные					
Резьбофрезерная	7272	38 1623						
Резьбошлифовальная	4135	38 1743						
Сверлильная	4120	38 1316						
Сверлильно-центровая	XXXX	38 121X						
Слесарная	0190	38 1701						
Строгальная	4170							

Окончание табл. 6.4

Операция	Код опер.	Код техн. оборудов.	Оборудование
Токарно-копировальная	4117	38 1115	
Токарно-револьверная	4111	38 1131	Токарно-револьверный с вертикальной осью револьверной головки
		38 1133	Токарно-револьверный с горизонтальной осью револьверной головки
		38 1138	Полуавтоматы токарно-револьверные
Транспортная	0401		
Фрезерная	4260	38 16XX	
Фрезерная специальная	4272	38 186X	
Фрезерно-отрезная	XXXX	38 1765	
Фрезерно-центровальная	4269	38 1825	
Хонинговальная	4192	38 1836	
Центрошлифовальная	XXXX	38 1839	
Шлифовальная	4130	38 131X	
Шлицефрезерная	XXXX	38 1672	
Шлицешлифовальная	XXXX	38 1315	
Шпоночно-фрезерная	XXXX	38 1671	

Таблица 6.5

Указатель кодов профессий в машиностроении
(выборочно)

№ п/п	Наименование профессий	Код
1	Долбежник	11868
2	Заточник	12260
3	Зуборезчик	12287
4	Зубошлифовщик	12290
5	Оператор автоматических линий	14972
6	Оператор станков с ЧПУ	15292
7	Полировщик	15887
8	Прессовщик	16014
9	Протяжчик	16458
10	Разметчик	16641
11	Резчик на пилах, ножовках и станках	16937
12	Резьбофрезеровщик	17001
13	Резьбошлифовщик	17003
14	Сверловщик	17335
15	Слесарь-инструментальщик	17461
16	Слесарь механосборочных работ	17474
17	Станочник на специальных станках по обработке металла	17845
18	Строгальщик	17960
19	Токарь	18217
20	Токарь-карусельщик	18219
21	Токарь-полуавтоматчик	18225
22	Токарь-расточник	18235
23	Токарь-револьверщик	18236
24	Фрезеровщик	18632
25	Шлифовщик	18873

Таблица 6.6

Информация по дополнительным графам операционной карты

Номер графы	Условное обозначение графы	Содержание информации
1	-	Графы для записи содержания перехода, информации по оснастке, режущему и измерительному инструменту
17	-	Номер операции
32	ПИ	Номер позиции инструментальной наладки, графа заполняется для станков с ЧПУ
33	Д или В	Расчётный размер обрабатываемого диаметра (ширины) детали. Данные по «Д» или «В» указываются с учётом величины врезания и перебега
34	L	Расчётный размер длины рабочего хода с учётом величины врезания и перебега
35	t	Глубина резания
36	i	Число проходов
37	s	Подача, мм/об
38	n	Частота вращения шпинделя, мин ⁻¹
39	v	Скорость резания, м/мин
40	-	Наименование операции
45	To	Норма основного времени на операцию, мин
46	Tв	Норма вспомогательного времени на операцию, мин
47	СОЖ	Информация по применяемой смазочно-охлаждающей жидкости

Формы и правила оформления ОК устанавливают ГОСТ3.1404-86, ГОСТ 3.1130-93, ГОСТ 3.1129-93, ГОСТ 3.1702-79, ГОСТ 3.17420-72.

ГОСТ3.1404-86 предусматривает 19 форм ОК – 2, 2а, 3, 8, 8а, 9, 9а, 10, 10а, 11, 11а, 12, 12а, 13, 13а, 14, 14а, 15, 15а. Указания по их выбору на с. 42 названного ГОСТа. В качестве примера рассмотрим форму 3 (см. рис. 6.3).

Построение операционной карты идентично маршрутной. Запись информации выполняется построчно с привязкой к соответствующим служебным символам.

Большинство граф операционной карты соответствует аналогичным графам маршрутной карты. Информацию по дополнительным графам следует вносить в соответствии с рис. 6.3 и табл. 6.6.

Запись об операции в ОК выполняется в следующем порядке:

- описание операции (перехода) – символ О;
- информация о технологической оснастке – символ Т;
- информация о технологических режимах – символ Р.

Описание операции включает:

1. Информацию о её структуре (установы, переходы ...); установки обозначают строчными буквами русского алфавита (а, б, в и т.д.); переходы нумеруют числами натурального ряда (1, 2 и т.д.); начало записи перехода – с прописной буквы, в его конце – точка;

2. Содержание операции (перехода). Она составляется по строго определённым правилам как в формулировке действий, так и в последовательности представления информации (ГОСТ 3.1702-79). Порядок записи содержания операции (перехода) дан на схеме рис. 6.4

Дубл.															
Взам.															
Подп.															
Разраб.															
Прсе.															
Н. контр.															
Наименование операции			Материал			Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры				МЭ	КонтД
40			41			42		4	5	10				12	26
Оборудование, устройство ЧПУ			Обозначение программы			То	Тв	Тпз		Тшт	СОЖ				
43			44			45	46	29	30	47					
Р		П	И	D или B	L	t	i	S	n	V					
1	31		32	33	34	35	36	37	38	39					
	ф1														
	ф2														
	ф3														
	ф4														
	ф5														
	ф6														
	ф7														
	ф8														
	ф9														
	10														
	11														
	12														
	13														
OK															

Рис. 6.3 Операционная карта (форма 3)

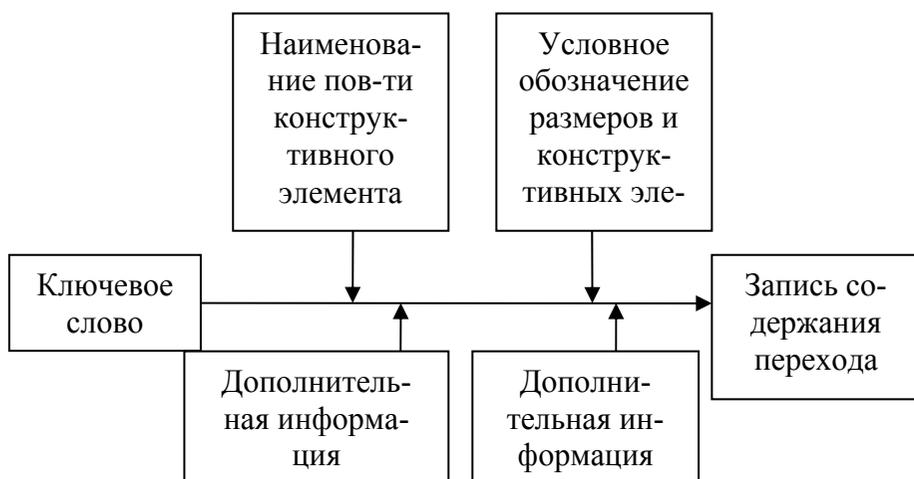


Рис. 6.4. Последовательность составления записи содержания операции (перехода)

В заданной на схеме последовательности в описании операции (перехода) включается:

- характеристика метода обработки, выраженная ключевым словом – глаголом в неопределенной форме (например, «точить», «суперфинишировать», «протянуть», «цековать», «зенкеровать», «зенковать» и т. д.). 94 ключевых слова, выражающих действия, выполняемые при различных операциях технологической обработки, даны в прил. 3 к ГОСТу 3.1702-79;

- наименование обрабатываемой поверхности, конструктивных элементов и дополнительная информация, характеризующая число одновременно или последовательно обрабатываемых поверхностей (например, «фрезеровать фасонную поверхность...»; «сверлить два отверстия...»; «развернуть два сквозных отверстия...»). Наименование поверхностей, конструктивных элементов даны в прил. 5 с. 13 – 14 к ГОСТу 3.1129-93 или [1, с. 73 – 100];

- информация об условных обозначениях параметров обрабатываемых поверхностей и их значениях (например, « \varnothing » - диаметр; « L » - длина; « B » - ширина; « r » - радиус; « U » - угол), а также поддерживаемых размерах. Предельные отклонения размеров в тексте технологических документов указывают числовыми значениями в одну строку, с применением:

- разделительного знака, например $60 \pm 0,2$ мм; $41 \pm 0,24$ мм; $60 + 0,004$ мм;

- дополнительной информации, выражающейся в словах «предварительно», «окончательно», «по копиру» и т. д.

Для более точного представления записи перехода в табл. 6.7 дан ряд примеров (ГОСТ 3.1702-79 содержит описание 45 переходов).

При описании содержания перехода необходимо указывать данные по T_o и T_b . Запись выполняют на уровне строки, где заканчивается описание содержания перехода под служебным символом «O».

Правила записи информации по технологической оснастке устанавливает ГОСТ 3.1129-93. Информацию по оснастке следует записывать в следующем порядке:

- 1) приспособления;
- 2) вспомогательный инструмент;
- 3) режущий инструмент;
- 4) средства измерения.

В целях разделения информации по группам технологической оснастки и поиска необходимой информации ГОСТ 3.1404-86 допускает перед указанием состава применять условное обозначение видов: для приспособлений – «ПР»; вспомогательного инструмента – «ВИ»; режущего инструмента – «РИ»; средств измерения – «СИ», например, СИ. АВВХХХ. Пробка \varnothing 24P7-пр.

Информация по технологической оснастке записывается с привязкой к служебному символу «Т».

Таблица 6.7

Примеры полной записи содержания переходов обработки резанием
(ГОСТ 3.1702-79)

Эскиз	Запись перехода	Эскиз	Запись перехода
	Точить (шлифовать, полировать и т.д.) поверхность, выдерживая размеры 1, 2		Подрезать (шлифовать и т.д.) дно отверстия, выдерживая размер 1
	Точить (шлифовать, полировать и т.д.) канавку, выдерживая размеры 1 - 3		Фрезеровать шпоночный паз, выдерживая размеры 1 - 4
	Точить (шлифовать и т.п.) фаску, выдерживая размер 1		Протянуть шпоночный паз, выдерживая размеры 1, 2
	Подрезать (шлифовать и т.д.) торец, выдерживая размер 1		Фрезеровать (протянуть и т.д.) паз, выдерживая размеры 1 - 3
	Подрезать (шлифовать и т.д.) торец буртика, выдерживая размер 1		Фрезеровать (протянуть) паз, выдерживая размеры 1 - 4

Таблица 6.8

Указатель кодов на технологическую оснастку
(выборочно)

Наименование оснастки	Код	Наименование оснастки	Код
Сверла спиральные общего назначения с цилиндрическим хвостовиком быстрорежущие	391210	Долбяки зуборезные	392410
Сверла спиральные общего назначения с коническим хвостовиком быстрорежущие	391267	Шеверы дисковые	392430
Сверла твердосплавные	391303	Головки зуборезные для конических колес	392460
Сверла для станков с ЧПУ и автоматических линий	391290	Гребенки зуборезные	392480
Метчики из углеродистой стали ручные	391310	Головки, плашки, ролики резбонакатные	392500
Метчики быстрорежущие машинно-ручные	391330	Головки резбонарезные	392514
Метчики твердосплавные	391350	Полотна ножовочные ручные и машинные	392540
Метчики для станков с ЧПУ	391391	Напильники и борфрезы	392900
Плашки резбонарезные круглые	391510	Калибры гладкие и скобы	393120
Зенкеры быстрорежущие	391610	Калибры для конусов Морзе	393131
Зенкеры твердосплавные	391620	Калибры для метрической резьбы (пробки, кольца)	393140
Зенкеры конические	391630	Меры длины концевые плоскопараллельные	393200
Зенкеры и зенковки для станков с ЧПУ	391690	Штангенциркули	393311
Развертки ручные	391710	Штангенрейсмасы	393320
Развертки машинные быстрорежущие	391720	Микрометры гладкие	393410
Развертки машинные твердосплавные	391740	Микрометры резьбовые	393420
Развертки для станков с ЧПУ	391790	Глубиномеры микрометрические	393440
Фрезы твердосплавные	391801	Нутромеры микрометрические	393450
Фрезы быстрорежущие	391802	Линейки лекальные	393510
Фрезы зуборезные и резьбовые	391810	Плиты проверочные и разметочные	393550
Фрезы концевые	391820	Индикаторы рычажно-пружинные	394130
Фрезы насадные	391830	Приборы измерительные универсальные	394300
Фрезы для станков с ЧПУ	391890	Приборы активного контроля	394630
Резцы твердосплавные	392101	Приборы для размерной настройки вне станка режущих инструментов для станков с ЧПУ	394650
Резцы с механическим креплением пластин	392104	Приборы для измерения режущего инструмента	394920
Резцы быстрорежущие	392110	Инструмент алмазный шлифовальный на органической связке	397110
Резцы для станков с ЧПУ	392190	Инструмент алмазный шлифовальный на металлической связке	397120
Пилы круглые сегментные	392210	Инструмент алмазный шлифовальный на керамической связке	397130
Протяжки	392302	Инструмент абразивный из электрокорунда	398110
		Инструмент алмазный шлифовальный на органической связке	397110

Окончание табл. 6.8

Наименование оснастки	Код
Инструмент абразивный из карбида кремния	398150
Патроны токарные	396110
Тиски машинные	396131
Головки делительные универсальные	396141
Столы поворотные	396151
Плиты магнитные	396161
Приспособления универсальные сборные переналаживаемые	396181
Ключи гаечные, торцевые, трубные, специальные	392650
Инструмент вспомогательный для станков с ЧПУ	392801
Центры вращающиеся	392841
Тиски слесарные верстачные	392871

Таблица 6.9

Особенности представления дополнительной информации по различным видам режущих инструментов

Инструмент	Особенности представления сведений по инструменту
Резец	Тип, размеры сечения державки, материал режущей части
Сверло	Номер конуса Морзе, материал режущей части
Зенкер	Диаметр обрабатываемого отверстия
Развертка: коническая	Диаметр режущей части
машинная	обрабатываемого отверстия
под коническую резьбу	резьбы
Коническая зенковка	Угол конуса
Фреза: дисковая, про- резная	Ширина и число зубьев
Метчик, плашка	Диаметр резьбы
Протяжка	Поле допуска

С начала строки дается её код или обозначение, затем через интервал в 3-4 знака даются её наименование, модель, тип и т.д. Коды на технологическую оснастку выборочно даны в табл. 6.8.

Наименование и обозначение стандартного инструмента указывают по соответствующим стандартам, специального – по тарификационному документу. Имеются определенные особенности представлений дополнительной информации по режущим инструментам (табл. 6.9).

Правила записи информации о технологических режимах устанавливаются ГОСТ 3.1129-93. Указание данных по технологическим режимам следует выполнять после записи состава применяемой технологической оснастки.

Запись значений параметров технологических режимов выполняют

- в соответствующих графах, предусматриваемых формами документов;

- на отдельных строках с привязкой к служебному символу «Р»;

- на строках, где выполняют запись содержания технологических переходов с привязкой к служебному символу «О».

Указание единиц величины следует выполнять в заголовках или подзаголовках соответствующих граф. Допускается указывать единицы величины параметров технологических режимов после их числовых значений, например 80 мм; 0,11 мм/об; 6 м/мин.

Формы и правила заполнения карты эскизов (КЭ)

КЭ – графический документ, дающий наглядную информацию о выполняемой технологической операции (иллюстрирующий содержание маршрутной и операционной карт). Как правило, разработку эскизов проводят только для серийного и мас-

сового производства. Формы и правила заполнения КЭ устанавливают ГОСТ 3.1105-84, ГОСТ 3.1130-93, ГОСТ 3.1129-93.

Эскизы оформляют на КЭ или помещают на поле технологических карт. Государственным стандартом установлено 6 форм КЭ: 6, 6а, 7, 7а, 8, 8а. Указания по их применению и выбору содержат ГОСТ 3.1404-86 [32, с.43] и ГОСТ 3.1105-84.

На КЭ можно выполнять несколько эскизов для разных операций одного процесса. При этом над каждым эскизом указывают номер соответствующей операции (нумерация по ТП) и подчеркивают его, например, «Операция 025».

Эскизы выполняются либо с соблюдением масштаба, либо с соблюдением пропорций.

На КЭ выносятся следующая информация по операции:

1. Деталь в том положении, в котором она устанавливается на станке. Главным видом должен быть вид закрепленной в приспособлении заготовки со стороны рабочего места (вид спереди). Ее изображают в том виде, в котором она получается после выполнения операции. На эскизе показывают необходимые разрезы, сечения. Число видов, разрезов и сечений на эскизе должно быть минимально необходимым при условии обеспечения наглядности изображения. При выполнении эскиза в аксонометрической проекции его выполняют по ГОСТ 3.317-69. На КЭ обработки на многопозиционных автоматах и револьверных станках последовательно изображают заготовки в том виде, в котором они получаются после выполнения переходов на каждой позиции.

2. Обрабатываемые поверхности. Они выделяются линиями, толщина которых больше толщины линий контура детали в 3 - 4 раза.

3. Технологические базы. Условное обозначение опор, зажимов, установочных элементов указывается согласно ГОСТ 3.1107-81.

4. Размеры, получаемые на данной операции с указанием допусков и шероховатости поверхности. На эскизах размеры или конструктивные элементы обрабатываемых поверхностей нумеруют арабскими цифрами. Номер проставляют в окружности диаметром 6...8 мм и соединяют с размерной или выносной линией. При этом размеры, предельные отклонения обрабатываемой поверхности в тексте содержания операции или перехода не указывают. При этом должны быть указаны допуски на погрешности форм взаимного расположения поверхностей.

5. Технические требования помещают на свободной части КЭ справа от изображения детали или под ней по ГОСТ 2.316-68. Таблицы и графики, поясняющие изображения детали, также помещают на свободной части КЭ и выполняют по ГОСТ 2.105-95.

6. Режущий инструмент вычерчивают по мере необходимости упрощенно тонкими линиями со стрелками, указывающими направление подачи, предпочтительно в конце рабочего хода.

При заполнении основной надписи на КЭ (в её верхней части) средняя графа из трёх обведенных жирной линией не заполняется.

Запись требований безопасности труда

Все действия, указанные в операциях технологического процесса, должны выполняться с учетом требований безопасности труда. Они указаны в стандартах системы безопасности труда (ССБТ), санитарных нормах и правилах, других нормативных документах. Ссылка на обозначение применяемых инструкций по охране труда (ИОТ) должна приводиться для каждой операции.

Допускается общая ссылка на обозначение ИОТ для группы однотипных операций, выполняемых на одном и том же или

однотипном оборудовании. Ее приводят в графе «Особые указания» или на отдельной строке документа перед первой описываемой на данном листе операцией.

Требования безопасности к разработке и выполнению процессов обработки резанием на станках устанавливает ГОСТ 12.3.025-80 ССТБ. Требования по технике безопасности излагают в документации (МК, ОК, КЭ и др.) по ГОСТ 3.1120-83, разрабатываемой на конкретный процесс путем записи способов и средств защиты, работающих от возможного действия опасных производственных факторов, установленных ГОСТ 12.0.003-74. Требования безопасности устанавливает разработчик технологического процесса. Общие требования безопасности, изложенные в стандартах ССТБ, в действующих на предприятиях инструкциях не указываются.

В МК, ОК следует указать средства индивидуальной защиты (спецодежда, спецобувь, защитные очки и др.) или обозначения комплектов средств индивидуальной защиты, средства коллективной защиты работающих, используемые на рабочих местах (ограждения, защитные экраны, вентиляционные устройства и др.), а также средства технологического оснащения, обеспечивающие безопасность труда (щипцы для удаления деталей из зоны обработки, крючки для удаления стружки и др.), которые не являются составной частью используемого оборудования или оснастки, но применяются совместно с этими средствами, способы подачи СОЖ.

Запись обозначений средств защиты и их наименований выполняют в строках, предназначенных для указания технологической оснастки. В технологических документах не указывают средства коллективной защиты, не предназначенные для использования на рабочих местах при выполнении данного процесса операции, например общецеховые системы теплозащиты и вентиляции.

Установку и снятие со станков заготовок, деталей и оснастки, масса которых превышает установленные нормы поднятия тяжестей вручную, описывают в отдельных переходах, операциях или в инструкциях с указанием применяемых средств механизации и автоматизации подъемно-транспортных работ. При необходимости дается ссылка на типовую схему строповки или приводится схема строповки в КЭ или на поле для эскиза соответствующих документов, в которых описан данный процесс.

Текстовое изображение требований безопасности в ТД помещают перед описанием содержания операции (перехода) на отдельных строках по всей длине строк документа. В ОК ссылку на обозначение ИОТ приводят в графе, предназначенной для обозначения ИОТ, или после обозначения применяемых технологических документов в графе «Обозначение документа», а при ее отсутствии в графе «Особые указания» или на первой отдельной строке перед описанием переходов после обозначения применяемых ТД.

В КЭ выполняют дополнительные пояснения к требованиям безопасности в виде графических иллюстраций или таблиц (например, эскиза детали с указанием условных обозначений опор, зажимов и установочных устройств по ГОСТ 3.1107-81; схемы укладки грузов на транспортные средства и при штабелировании). Текстовые пояснения к графическим иллюстрациям и таблицам при необходимости приводятся в КЭ после этих иллюстраций и таблиц.

Пример оформления технологической документации на технологический процесс механической обработки детали трактора шестерня блокировки дифференциала А 25. 37. 283 приведен ниже.

Дубл.																				
Взам.																				
Подл.																				
																5	1			
Разраб.	Тюрин А.С.					ВлГУ		А 25.37.283.												
Пров.	Мирошникова В.Д.																			
						Шестерня блокировки дифференциала												У		
Н. контр.																				

Министерство образования и науки РФ
 Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования
 Владимирский государственный университет
 Механико - технологический факультет
 Кафедра =Технология машиностроения=

КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТОВ

На технологический процесс
 Механической обработки детали
 Шестерня блокировки
 Дифференциала А 25.37.283.

Проверил:
 Мирошникова В. Д.

Разработал:
 студент группы А-103
 Тюрин А. С.

Дубл.																		
Взам.																		
Подл.																		
													0 1 1 4 1 . 0 0 0 0 1	6	2			
Разраб.	Тюрин А.С.																	
Пров.	Мирошникова В.Д.																	
Н. контр.																		
	Шестерня блокировки дифференциала															У		
М 0 1	Сталь 18ХГТ ГОСТ 4543-71																	
	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н. расх.	КИМ	Код загот.	Профиль и размеры			КД	МЗ						
М 0 2	—	166	2,59	1	3,5	0,74	Поковка	∅ 182 x 80.			1	3,5						
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции						Обозначение документа							
Б	Код, наименование оборудования						СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КоиД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз	Тшт.	
0 3	Операции производить, используя защитные очки или защитные экраны, с обязательной подачей СОЖ в зону резания.																	
Б 0 4	Для отвода и удаления стружки использовать крючки.																	
0 5																		
А 0 6	0 1	0 1	0 1	0 0 5	4112 Токарная автоматная			ИОТ XXX										
Б 0 7	381113. ХХХХ 1К282 токарный вертикальный 8-ми шпинд. полуавтомат.						2	18225	411	Н	1	1	1		1	0,12	1,24	
0 8																		
А 0 9	0 1	0 1	0 2	0 1 0	4152 Зубодолбежная			ИОТ XXX										
Б 1 0	381571. ХХХХ 5122 зубодолбежный.						2	11868	411	Н	1	1	1		1	0,14	3,475	
1 1																		
А 1 2	0 1	0 1	0 3	0 1 5	4156 Зубозакругляющая			ИОТ XXX										
Б 1 3	381575. ХХХХ 5Н580 зубозакругляющий.						2	12287	411	Н	1	1	1		1	0,162	0,973	
1 4																		
А 1 5	0 1	0 1	0 4	0 2 0	4130 Шлифовальная			ИОТ XXX										
Б 1 6	381311. ХХХХ 3Т161 торцевую шлифовальная.						2	18873	411	Н	1	1	1		1	0,157	1,040	
МК																		

Дубл.																		
Взам.																		
Подл.																		
															01141.00001	3		
															A 25. 37. 283	10141.00001		
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции					Обозначение документа								
Б	Код, наименование оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	Код	ЕН	ОП	Кшт	Тпз	Тшт		
к/м	Наименование детали, сб. единицы или материала					Обозначение, код						ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н. раск		
A 0 1	0 1	0 1	0 5	0 2 5	4114	Токарно-винторезная					ИОТ XXX							
B 0 2	381101. XXXX 16K20 токарно-винторезный.					2	18225	411	Н	1	1	1		1	0,171	1,026		
0 3																		
0 4																		
A 0 5	0 1	0 1	0 6	0 3 0	7261	Отделочная					ИОТ XXX							
B 0 6	381741. XXXX 5225 полуавтомат для снятия заусенцев.					2	XXXXX	411	Н	1	1	1		1	0,178	1,07		
0 7																		
0 8																		
A 0 9	0 1	0 1	0 7	0 3 5	0134	Промывочная					ИОТ XXX							
B 1 0	XXXXXXXX. XXXX машина моечная ОСМ-1					2	XXXXX	411	Н	1	1	1		1	0,052	0,315		
1 1																		
1 2																		
A 1 3	0 1	0 1	0 8	0 4 0	0220	Контрольная					ИОТ XXX							
B 1 4	XXXXXXXX. XXXX стол контролёра					2	12877	411	Н	1	1	1		1	0,122	1,801		
1 5																		
1 6																		
1 7																		
МК																		

Дубл.																						
Взам.																						
Подл.																						
																0 1 1 4 1. 0 0 0 0 1			4			
																A 25. 37. 283			1 0 1 4 1. 0 0 0 0 1.			
A	Цех	Уч.	PM	Опер.	Код. наименование операции				Обозначение документа													
B					Код. наименование оборудования				СМ	Проф.	P	УТ	КР	КодД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз	Тшт			
к/м	Наименование детали. об. единицы или материала				Обозначение, код										ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н. расх			
A 01	01	01	9	045	4117 Токарно-копировальная				ИОТ ХХХ													
B 02	381115. ХХХХ 1Е713 токарно-копировальный полуавтомат				2	18225	411	Н	1	1	1					1	0,273	1,638				
03																						
04																						
A 05	01	01	10	050	4120 Вертикально-сверлильная				ИОТ ХХХ													
B 06	381211. ХХХХ 2Н135 вертикально-сверлильный				2	17335	411	Н	1	1	1					1	0,150	0,897				
07																						
08																						
A 09	01	01	11	055	4120 Вертикально-сверлильная				ИОТ ХХХ													
B 10	381211. ХХХХ 2Н125П вертикально-сверлильный				2	17335	411	Н	1	1	1					1	0,328	1,965				
11																						
12																						
A 13	01	01	12	060	4190 Отделочная				ИОТ ХХХ													
B 14	ХХХХХХ. ХХХХ 5225 полуавтомат для снятия заусенцев				2	ХХХХХ	411	Н	1	1	1					1	0,178	0,321				
15																						
16																						
17																						
МК																						

Дубл.																							
Взам.																							
Подл.																							
																0 1 1 4 1. 0 0 0 0 1.		9		7			
Разраб.	Тюрин А.С.				ВЛГУ		А 25.37.283.						6 0 1 4 1. 0 0 0 0 5.										
Пров.	Мирошникова В.Д.																						
																Шестерня блокировки дифференциала				У			
Н. контр.																							
Наименование операции		Материал		Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КоиД											
		Сталь 18ХГТ		197 НВ		116	2,59	Ø182 x 80			3,5	1											
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы		То	Тв	Тпз	Тшт	СОЖ															
Токарный вертикальный 8-ми шпинд. полуавтомат 1К282				0,86	0,225	0,12	1,24	5% водный раствор эмульсола -Аквол-1															
Р		ПИ	Д или В	L	t	i	S	n	V														
0 1	Установка																						
0 0 2	Позиция 1. установить, закрепить, открепить и снять деталь																						
0 0 3	Позиция 3.																						
0 4	Переход 1. Зенкеровать отверстие, выдерживая размеры 1-3											0,245	0,1										
Т 0 5	АБВГ 393110. XXX втулка; АБВГ 396110. XXX патрон ГОСТ 17200-71; АБВГ XXXXXX. XXX зенкер специальный Т15К6;																						
0 6	АБВГ393110. XXX пробка Ø41,4h14 ГОСТ 18368-73;																						
0 7	АБВГ 393110. XXX пробка Ø54h14 ГОСТ 14827-69.																						
Р 0 8												54	45	2	1	1,3	355	60,2					
0 0 9	Переход 2. Точить фланец, выдерживая размеры 4 и 5.																						
Т 1 0	АБВГ XXXXX. XXX державка; АБВГ 396110. XXX патрон ГОСТ 17200 - 71; АБВГ 392131. XXX резец 2100-1864 ГОСТ 26611- 85																						
1 1	с пластиной Т5К10 по ГОСТ 25003- 81; АБВГ 393131. XXX скоба Ø 180 ГОСТ 18368- 73.																						
Р 1 2												180	22	2	1	1,3	355	200					
1 3	Позиция 5.																						
ОК																							

Дубл.														
Взам.														
Подл.														
									0 1 1 4 1. 0 0 0 0 1.	9	8			
Разраб.	Тюрин А.С.				ВлГУ	A 25.37.283.			6 0 1 4 1. 0 0 0 0 5.					
Пров.	Мирошников В.Д.													
Шестерня блокировки дифференциала											У			
Н. контр.														
Наименование операции			Материал			Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	Код
Сталь 18ХГТ			197 НВ			166		2,59		∅ 182 x 80			3,5	1
Оборудование, устройство ЧПУ			Обозначение программы			To	Tв	Tпз	Tшт	СОЖ				
Токарный в вертикальный 8-ми шпинд. полуавтомат 1K282						0,86	0,225	0,12	1,24	5% водный раствор эмульсола -Аквол-1				
Р			ПИ	D или B	L	t	i	S	n	V				
0 0 1	Переход 1. Точить канавку, выдерживая размеры 8 и 9.			0,245 0,007										
T 0 2	АБВГ ХХХХХХ.ХХХ державка АБВГ 396110.ХХХ патрон ГОСТ 17200-71; АБВГ 393135.ХХХ резец канавочный специальный Т5 К10;													
0 3	АБВГ 393110.ХХХ калибр ∅ 58,2+ 0,4 ГОСТ 14827-69.													
P 0 4				58,2	3,0	2	1	1,3	355	60,2				
0 0 5	Переход 2. Точить фаску, выдерживая размер 5.													
T 0 6	АБВГ ХХХХХХ.ХХХ державка АБВГ 396110.ХХХ патрон ГОСТ 17200-71; АБВГ 392131.ХХХ резец 2100-2093 ГОСТ 26611-85													
0 7	с пластиной Т5К10 по ГОСТ 25003-81.													
P 0 8				54	4	3	1	1,3	355	60,2				
0 0 9	Переход 3. Подрезать торец, выдерживая размеры 6, 11.													
T 1 0	АБВГ ХХХХХ.ХХХ державка; АБВГ 396110.ХХХ патрон ГОСТ 17200-71; АБВГ 392131.ХХХ резец 2100-1864 ГОСТ 26611-85													
1 1	с пластиной Т5К10 по ГОСТ 25003-81; АБВГ ХХХХХХ.ХХХ шаблон 10-0,36.													
P 1 2				10	22	1	1	1,3	355	107				
0 1 3	Переход 4. Подрезать торец, выдерживая размеры 7, 10.			0,135 0,09										
OK														

Дубл.																								
Взам.																								
Подл.																								
														0 1 1 4 1. 0 0 0 0 1.	9	9								
Разраб.	Тюрин А.С.					ВлГУ			А 25.37.283.						6 0 1 4 1. 0 0 0 0 5.									
Пров.	Мирошникова В.Д.																							
Н. контр.																								
														Шестерня блокировки дифференциала						У				
Наименование операции				Материал				Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры				МЗ	Коид							
				Сталь 18ХГТ				197 НВ		166	2,59	Ø 182 x 80				3,5	1							
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы				То	Тв	Тпз	Тшт	СОЖ												
Токарный вертикальный 8-ми шпинд. полуавтомат 1К282								0,86	0,225	0,12	1,24	5% водный раствор змульсола -Аквол-1												
Р				ПИ	D или В		L	t	i	S	p	V												
T 0 1	АБВГ XXXXXX.XXX державка АБВГ 396110.XXX патрон ГОСТ 17200-71; АБВГ 392131.XXX резец 2100-1864 ГОСТ26611-85																							
0 2	с пластиной Т5К10 по ГОСТ 25003-81																							
P 0 3																								
				180		41	1	1	1,3	355	200													
0 4	Позиция 7.																							
0 0 5	Переход 1. Развернуть отверстие, выдерживая размеры 12 и 14.														0,245	0,21								
T 0 6	АБВГ 392831.XXX втулка; АБВГ 396110.XXX патрон ГОСТ 172000-71; АБВГ 3917ХХ.XXX развертка Ø 54,5 Т15К6 ГОСТ 11175- 80;																							
0 7	АБВГ 393110.XXX калибр на допуск соосности;																							
0 8	АБВГ 393110.XXX пробка Ø 54,5h8 ГОСТ 14827- 69.																							
P 0 9																								
				54,5		36	0,25	1	1,7	100	17,1													
0 1 0	Переход 2. Точить канавку, выдерживая размеры 11 и 13.																							
T 1 1	АБВГ XXXXXX.XXX державка АБВГ 396110.XXX патрон ГОСТ 17200-71;																							
1 2	АБВГ 392131.XXX резец канавочный специальный Т5К10.																							
P 1 3																								
				6		4	3	1	1,7	100	30,1													
OK																								

Дубл.																						
Взам.																						
Подл.																						
														0 1 1 4 1. 0 0 0 0 1.			9		10			
Разраб.	Тюрин А.С.																					
Пров.	Мирошников В.Д.							ВлГУ		А 25.37.283.						6 0 1 4 1. 0 0 0 0 5.						
														Шестерня блокировки дифференциала					У			
Наименование операции				Материал				Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры				МЗ	КоиД					
				Сталь 18ХГТ				197 НВ		166	2,59	∅ 182 x 80				3, 5	1					
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы				То	Тв	Тпз	Тшт	СОЖ										
Токарный вертикальный 8-ми шпинд. полуавтомат 1 К282								0,86	0,225	0,12	1,24	5% водный раствор эмульсола -Аквол-1										
Р				ПИ	D или B	L	t	i	S	n	V											
0 1	Установ б.																					
0 0 2	позиция 2. Установить, закрепить, открепить и снять деталь.																0,302					0,5
0 3	Позиция 4.																					
0 4	Продольный суппорт.																0,302					2,25
0 0 5	Переход 1. Точить торец фланца, выдерживая размеры 17 и 20.																					
Т 0 6	АБВГ ХХХХХХ. ХХХ державка; АБВГ 396110. ХХХ патрон ГОСТ 17200- 71; АБВГ 392131. ХХХ резец 2100- 1864 ГОСТ 26611- 85																					
0 7	с пластиной Т5К10 по ГОСТ 25003- 81.																					
Р 0 8							14	26	1	1	1,3	280	156,5									
0 0 9	Переход 2. Точить торец ступицы, выдерживая размер 16.																					
Т 1 0	АБВГ ХХХХХХ. ХХХ державка; АБВГ 396110. ХХХ патрон ГОСТ 17200- 71; АБВГ 392131. ХХХ резец 2100- 1864 ГОСТ 26611- 85																					
1 1	с пластиной Т5К10 по ГОСТ 25003- 81.																					
Р 1 2							75	17	1	1	1,3	280	64,2									
1 3	Поперечный суппорт.																					
OK																						

Дубл.												
Взам.												
Подл.												
									0 1 1 4 0. 0 0 0 0 1.	9	11	
Разраб.	Гюрин А.С.											
Пров.	Мирошникова В.Д.											
Шестерня блокировки дифференциала										У		
Н. контр.												
Наименование операции		Материал		Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КоиД	
		Сталь 18ХГТ		197 НВ	166	2,59	∅ 182 x 80			3, 5	1	
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы		То	Тв	Тпз	Тшт	СОЖ				
Токарный вертикальный 8-ми шпинд. полуавтомат 1К282				0,86	0,225	0,12	1,24	5% водный раствор змульсола -Аквол-1				
Р		ПИ	Д или В	L	t	i	S	n	Y			
0 0 1	Переход 1. Точить фаску, выдерживая размер 23.										0,135	0,01
Т 0 2	АБВГ ХХХХХХ.ХХХ державка; АБВГ 396110.ХХХ патрон ГОСТ 17200-71; АБВГ 392131.ХХХ резец 2100-2093 ГОСТ 26611-85											
0 3	с пластиной Т5К10 по ГОСТ 25003-81.											
Р 0 4			41,4	4	1	1	1,3	280	36,4			
0 0 5	Переход 2. Точить ступицу, выдерживая размеры 15 и 19.										0,302	1,66 0
Т 0 6	АБВГ ХХХХХХ.ХХХ державка; АБВГ 396110.ХХХ патрон ГОСТ 17200-71; АБВГ 392131.ХХХ резец 2100-1864 ГОСТ 26611-85											
0 7	с пластиной Т5К10 по ГОСТ 25003-81; АБВГ 393131.ХХХ скоба ∅68Н14 ГОСТ 18368-73.											
Р 0 8			68	23	1	1	1,3	280	59,8			
0 0 9	Переход 3. Точить ступицу, выдерживая размеры 15 и 19.										0,225	0,15
Т 1 0	АБВГ ХХХХХХ.ХХХ державка; АБВГ 396110.ХХХ патрон ГОСТ 17200-71; АБВГ 392131.ХХХ резец 2100-1864 ГОСТ 26611-85											
1 1	с пластиной Т5К10 по ГОСТ 25003-81; АБВГ 393131.ХХХ скоба ∅73Н14 ГОСТ 18368-73.											
Р 1 2			73	53	1	1	1,3	280	64,2			
0 1 3	Переход 4. Точить фланец, выдерживая размер 21.										0,225	0,04
ОК												

Дубл.												
Взам.												
Подл.												
								0 1 1 4 0. 0 0 0 0 1.	9	12		
Разраб.	Гурин А.С.											
Пров.	Мирошникова В.Д.			ВлГУ	А 25.37.283.			6 0 1 4 1. 0 0 0 0 5.				
								Шестерня блокировки дифференциала		У		
Н. контр.												
Наименование операции				Материал		Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры		МЗ	КодД
				Сталь 18ХГТ		197 НВ	166	2,59	Ø 182 x 80		3, 5	1
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы		То	Тв	Тгз	Тшт	СОЖ		
Токарный вертикальный 8-ми шпинд. полуавтомат 1К282						0,86	0,225	0,12	1,24	5% водный раствор эмульсола -Аквол-1		
Р				ПИ	Д или В	L	t	i	S	n	V	
Т 0 1	АБВГ ХХХХХХ. ХХХ державка; АБВГ 396110. ХХХ патрон ГОСТ 17200-71; АБВГ 392131. ХХХ резец 2100-1864 ГОСТ 26611-85											
0 2	с пластиной Т5К10 по ГОСТ 25003-81; АБВГ 393131. ХХХ скоба Ø178Н14 ГОСТ 18368-73.											
Р 0 3					178	15	1	1	1,3	280	158	
0 4	Позиция Б.											
0 5	Продольный суппорт											
										0,302	1,66 0	
0 0 6	Переход 1. точить торец фланца, выдерживая размеры 25 и 30.											
Т 0 7	АБВГ ХХХХХХ. ХХХ державка; АБВГ 396110. ХХХ патрон ГОСТ 17200-71; АБВГ 392131. ХХХ резец 2100-1864 ГОСТ 26611-85											
0 8	с пластиной Т5К10 по ГОСТ 25003-81; АБВГ 393131. ХХХ скоба Ø12Н14 ГОСТ 18368-73.											
Р 0 9					12	27	2	1	0,2	500	280	
0 1 0	Переход 2. Точить торец ступицы, выдерживая размер 24.											
										0,225	0,22	
Т 1 1	АБВГ ХХХХХХ. ХХХ державка; АБВГ 396110. ХХХ патрон ГОСТ 17200-71; АБВГ 392131. ХХХ резец 2100-1864 ГОСТ 26611-85											
1 2	с пластиной Т5К10 по ГОСТ 25003-81; АБВГ 393131. ХХХ скоба Ø73Н14 ГОСТ 18368-73.											
0 1 3					73	22	2	1	0,2	500	107	
OK												

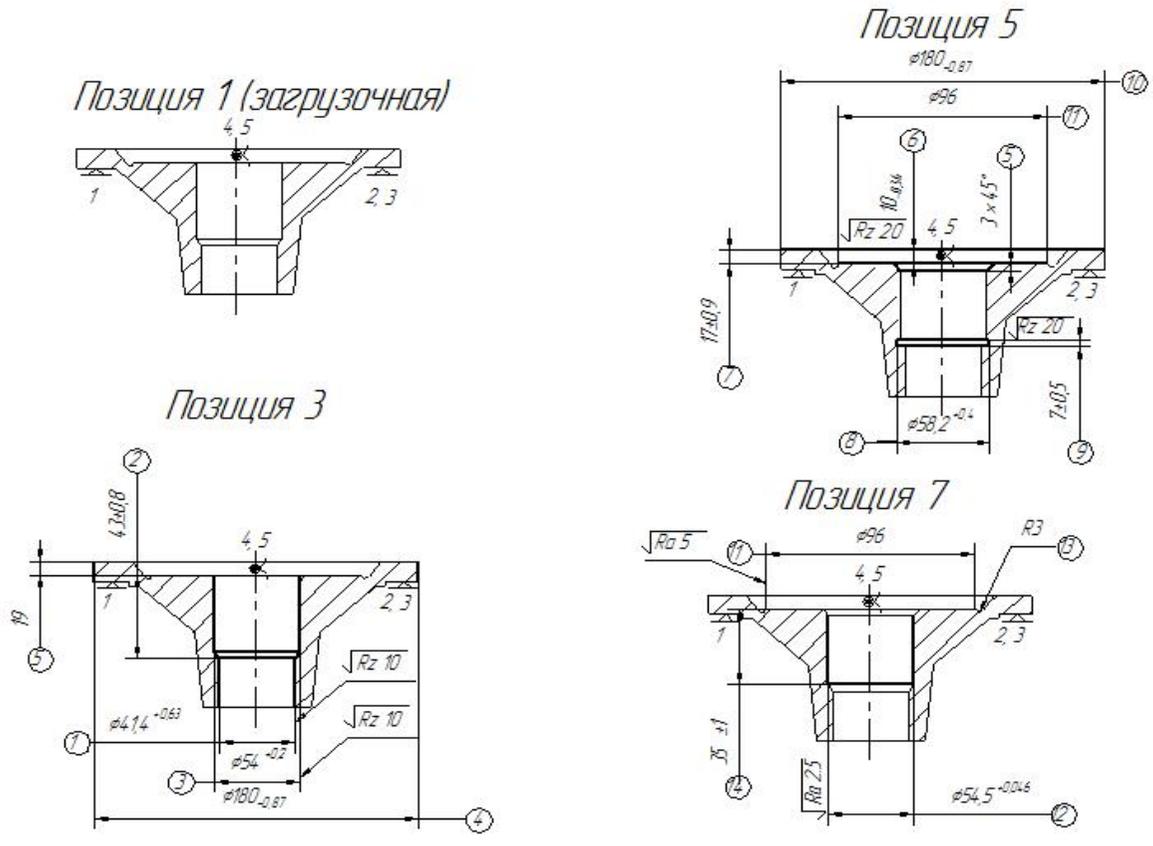
Дубл.																							
Взам.																							
Подл.																							
													0 1 1 4 0. 0 0 0 0 1.	9	13								
Разраб.	Гюрин А.С.																						
Пров.	Мирошникова В.Д.																						
				ВЛГУ	А 25.37.283.										6 0 1 4 1. 0 0 0 0 5.								
													Шестерня блокировки дифференциала				У						
Н. контр.																							
Наименование операции				Материал				Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры				МЗ	Код						
				Сталь 18ХГТ				197 НВ		166	2,59	∅ 182 x 80				3, 5	1						
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы				То	Тв	Тгз	Тшт	СОЖ											
Токарный вертикальный 8-ми шпинд. полуавтомат 1К282								0,86	0,225	0,12	1,24	5% водный раствор змульсола -Аквол-1											
Р				ПИ		D или B		L	t	i	S	n	V										
0 1	Поперечный суппорт.																						
0 0 2	Переход 1. Точить ступицу, выдерживая размеры 27 и 28.																						
Т 0 3	АБВГ ХХХХХХ. ХХХ державка; АБВГ 396110. ХХХ патрон ГОСТ 17200-71; АБВГ 392131. ХХХ резец 2100-1864 ГОСТ 26611 - 85																						
0 4	с пластиной Т5К10 по ГОСТ 25003- 81; АБВГ 393131. ХХХ скоба ∅71Н14 ГОСТ 18368- 73.																						
Р 0 5						71		51		1,5		1		0,2		800		178,0					
0 0 6	Переход 1. точить ступицу, выдерживая размеры 26 и 29.																						
Т 0 7	АБВГ ХХХХХХ. ХХХ державка; АБВГ 396110. ХХХ патрон ГОСТ 17200-71; АБВГ 392131. ХХХ резец 2100-1864 ГОСТ 26611 - 85																						
0 8	с пластиной Т5К10 по ГОСТ 25003- 81; АБВГ 393131. ХХХ скоба ∅66Н14 ГОСТ 18368- 73.																						
Р 0 9						66		21		1		1		0,2		800		165,7					
1 0	Позиция 8.																						
1 1	Продольный суппорт.																						
0 1 2	Переход 1. Точить канавку, выдерживая размеры 33, 35, 36.																						
Т 1 3	АБВГ ХХХХХХ. ХХХ державка; АБВГ 396110. ХХХ патрон ГОСТ 17200-71;																						
OK																							

Дубл.																
В зам.																
Подл.																
											0 1 1 4 0.0 0 0 0 1.	9	14			
Разраб.	Тюрин А.С.			ВлГУ	А 25.37.283.				6 0 1 4 1.0 0 0 0 5.							
Пров.	Мирошникова В.Д.															
											Шестерня блокировки дифференциала			У		
Н. контр.																
Наименование операции			Материал			Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КоиД		
Оборудование, устройство ЧПУ			Сталь 18ХГТ			197 НВ		166	2,59	∅ 182 x 80			3,5	1		
Токарный вертикальный 8-ми шпинд. полуавтомат 1K2B2			Обозначение программы			То	Тв	Тпз	Тшт	СОЖ						
						0,86	0,225	0,12	1,24	5% водный раствор эмульсола -Аквол-1						
Р				ПН	D или B		L	t	i	S	n	V				
0 1	АБВГ 392135.ХХХ резец канавочный специальный Т5К10; АБВГ 393131.ХХХ скоба ∅51,4h14;															
0 0 2	АБВГ 393131.ХХХ скоба ∅51,4h14 ГОСТ 18368- 73.															
Р 0 3				51,5		9	3,08	3	0,2	180	29,1					
0 0 4	Переход 2. Точить фаску, выдерживая размер 34.											0,135	0,11			
Т 0 5	АБВГ ХХХХХХ.ХХХ державка; АБВГ 396110.ХХХ патрон ГОСТ 17200- 71; АБВГ 392131.ХХХ резец 2100- 2093 ГОСТ 26611- 85															
0 6	с пластиной Т5К10 по ГОСТ 25003- 81.											0,225	0,13			
Р 0 7				178		4	3	1	0,2	180	100					
0 8	Поперечный суппорт.															
0 0 9	Переход 1. Точить ступицу, выдерживая размеры 33 и 37.											0,225	0,86			
Т 1 0	АБВГ ХХХХХХ.ХХХ державка; АБВГ 396110.ХХХ патрон ГОСТ 17200- 71; АБВГ 392131.ХХХ резец 2100- 1864 ГОСТ 26611- 85															
1 1	с пластиной Т5К10 по ГОСТ 25003- 81;															
0 1 2	АБВГ 393131.ХХХ скоба ∅ 70H14 ГОСТ 18368- 73.															
Р 1 3				70		31	0,5	1	0,2	180	39,6					
ок																

Дубл.																				
Взам.																				
Подл.																				
													0 1 1 4 0. 0 0 0 0 1.		9		14			
Разраб.	Тюрин А.С.			ВлГУ		А 25.37.283.						6 0 1 4 1. 0 0 0 0 5.								
Пров.	Мирошникова В.Д.																			
													Шестерня блокировки дифференциала				У			
Н. контр.																				
Наименование операции				Материал				Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КоиД				
Оборудование, устройство ЧПУ				Сталь 18ХГТ				197 НВ		166	2,59	Ø 182 x 80			3,5	1				
Токарный вертикальный 8-ми шпинд. полуавтомат 1К282				Обозначение программы				То	Тв	Тпз	Тшт	СОЖ								
								0,86	0,225	0,12	1,24	5% водный раствор эмульсола -Аквол-1								
Р				ПИ		D или B		L	t	i	S	n	V							
0 1	АБВГ 392135. XXX резец канавочный специальный Т5К10; АБВГ 393131. XXX скоба Ø51,4h14;																			
0 0 2	АБВГ 393131. XXX скоба Ø51,4h14 ГОСТ 18368- 73.																			
Р 0 3						51,5		9	3,08	3	0,2	180	29,1							
0 0 4	Переход 2. Точить фаску, выдерживая размер 34.													0,135	0,11					
Т 0 5	АБВГ XXXXXX. XXX державка; АБВГ 396110. XXX патрон ГОСТ 17200- 71; АБВГ 392131. XXX резец 2100- 2093 ГОСТ 26611- 85																			
0 6	с пластиной Т5К10 по ГОСТ 25003- 81.													0,225	0,13					
Р 0 7						178		4	3	1	0,2	180	100							
0 8	Поперечный суппорт.																			
0 0 9	Переход 1. Точить ступицу, выдерживая размеры 33 и 37.													0,225	0,86					
Т 1 0	АБВГ XXXXXX. XXX державка; АБВГ 396110. XXX патрон ГОСТ 17200- 71; АБВГ 392131. XXX резец 2100- 1864 ГОСТ 26611- 85																			
1 1	с пластиной Т5К10 по ГОСТ 25003- 81;																			
0 1 2	АБВГ 393131. XXX скоба Ø 70H14 ГОСТ 18368- 73.																			
Р 1 3						70		31	0,5	1	0,2	180	39,6							
ок																				

Дубл.																			
Взам.																			
Подл.																			
												0 1 1 4 0 . 0 0 0 0 1 .	9	15					
Разраб.	Тюрин А.С.																		
Пров.	Мирошников В.Д.																		
				ВлГУ	А 25.37.283.						6 0 1 4 1 . 0 0 0 0 5 .								
Шестерня блокировки дифференциала															У				
Н. контр.																			
Наименование операции				Материал			Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры				МЗ	КодД			
				Сталь 18ХГТ			197 НВ		166	2,59	Ø 182 x 80				3, 5	1			
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы			To	Tв	Tпз	Tшт	СОЖ								
Токарный вертикальный 8-ми шпинд. полуавтомат 1K282							0,86	0,225	0,12	1,24	5% водный раствор эмульсола -Акваол-1								
Р				ПИ	Д или В	L	t	i	S	n	V								
0 0 1	Переход 2. Точить фаску, выдерживая размер 31.												0,135	0,06					
T 0 2	АБВГ ХХХХХХ.ХХХ державка; АБВГ 396110.ХХХ патрон ГОСТ 17200- 71; АБВГ 392131.ХХХ резец 2100- 2093 ГОСТ 26611- 85																		
0 3	с пластиной Т5К10 по ГОСТ 25003- 81.																		
Р 0 4							178	2	1	1	0,2	180	100						
0 5																			
0 6																			
0 7																			
0 8																			
0 9																			
1 0																			
1 1																			
1 2																			
1 3																			
OK																			

Дубл.															
Взам.															
Подл.															
										0 1 1 4 0.0 0 0 1	2	16			
Разраб.	Гюрин А.С.														
Пров.	Мирошникова В.Д.														
					ВлГУ	А 25.37.283.									
											Шестерня блокировки дифференциала			0 1 0 1 0 1 0 0 5	
Н. контр.															



К 3

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

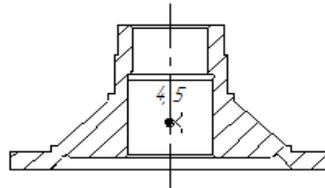
0 1 1 4 0 . 0 0 0 0 1

17

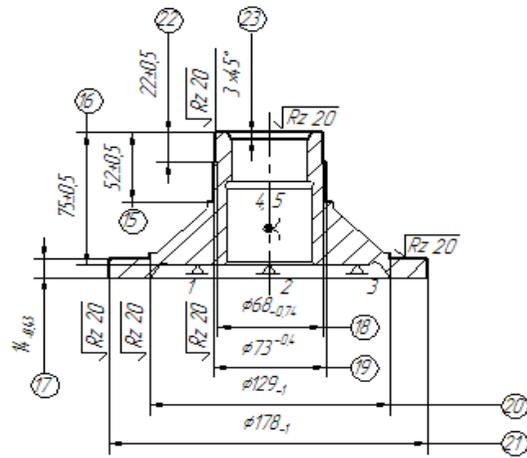
А 25. 37. 283

0 0 5

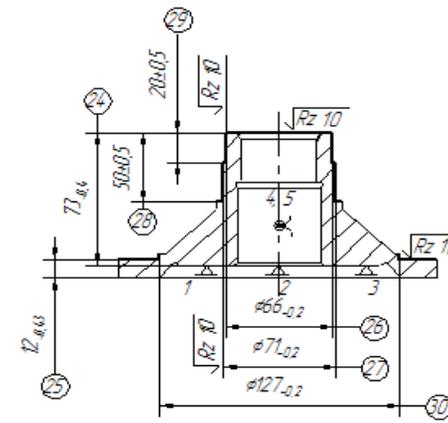
Позиция 2



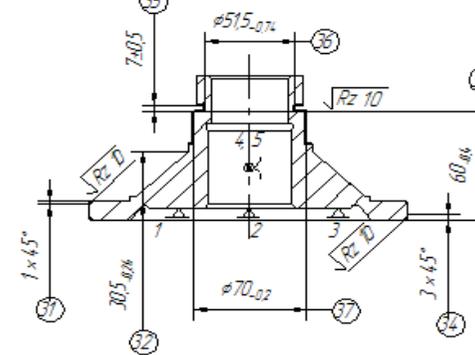
Позиция 4



Позиция 6



Позиция 8



7. ВЫПОЛНЕНИЕ ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ

Графическая часть курсового проекта включает в себя 4 листа.

Во всех заданиях обязательными являются:

1. Один лист форматом А1 наладок на операции технологического процесса. Для представления в графической части из процесса выбираются операции, отвечающие следующим критериям: новизна, сложность, разнообразие.

2. Лист формата А1 «Патентные исследования».

3. Лист формата А1 или А2 «Планировочное решение участка механической обработки».

Содержание последнего листа определяется в соответствии с тематикой и составом задач, решаемых в КП: либо выполняется второй лист технологических наладок, либо техническое средство автоматизации грузопотока, разрабатываемое на базе решения, выбранного по результатам проведения патентных исследований, либо разрабатывается математическая модель функционирования технологической системы.

Оформление графической части должно соответствовать требованиям следующих стандартов: линии - ГОСТ 2.303-68, масштабы – ГОСТ 2.302-68, основные надписи - ГОСТ 2.104-68, СПП 712-89, форматы - ГОСТ 2.301-68, шрифты чертёжные – ГОСТ 2.304-81, термины, обозначения - ГОСТ 25762-83, правила указания допусков формы и расположения поверхностей – ГОСТ 2.308-79, ГОСТ 24642-81, числовые значения допусков – ГОСТ 24643-81, обозначение содержания переходов в технологических операциях – ГОСТ 3.702-74, обозначение материалов ГОСТ 2.306-68.

Требования к оформлению технологических наладок

На чертеже технологической наладки должны быть указаны:

1. Номер и наименование операции.
2. Заготовка должна быть в том положении, в котором она обрабатывается на станке.
3. Установочные, зажимные элементы установочного приспособления. При необходимости их повторного изображения дается только соответствующее условное обозначение согласно ГОСТ 3.1107-81 (см. гр. 4 табл. 5.20);
4. Обрабатываемые поверхности выделяются линией толщиной, большей в 3 раза, чем толщина линии контура детали. Указываются размеры, получаемые на данной операции с указанием допусков и шероховатости поверхности.
5. Режущий инструмент в конечном положении, элементы его закрепления и регулирования, ГОСТ на типоразмер режущего инструмента и материал его режущей части.
6. Движения формообразования обрабатываемой поверхности детали. Направление линейных перемещений подачи D_s указывается прямой стрелкой $D_s \rightleftarrows$, вращения – круговой (левое) $\curvearrowright Dr$ (правое) $\curvearrowleft Dr$.
7. Наименование и модель оборудования, режущий инструмент, время выполнения операции (t_0 , $t_{шт.}$ или $t_{шт.-к}$), технологические режимы. Они указываются в операционной карте наладки, содержащей все позиции, переходы и установ.
8. Структура операции (для многошпиндельных и агрегатных станков. Запись о содержании операции.
9. Циклограммы перемещений рабочих органов станка для каждого технологического перехода с указанием величин быстрого подвода (отвода) суппортов (столов, силовых головок), рабочей подачи, частот вращения шпинделей, а также вспомогательных переходов (зажим – разжим, повороты столов и револьверных головок, перемещения манипуляторов).

Планировка листа

Необходимо выбрать масштаб изображения наладки (масштабы увеличения 2:1, 2,5:1 и т.д., уменьшения 1:2, 1:2,5 и т.д.). Выбирается стандартный формат для представления каждой технологической наладки (рабочее поле чертежа должно составлять не менее 70-80 % площади занимаемого им формата. Изображение и текст чертежа не должны располагаться ближе 5 – 8 мм от рамки формата. На листе форматом А1 могут быть представлены одна или несколько технологических наладок. Во втором случае лист делится сплошными тонкими линиями на форматы, необходимые для размещения соответствующих наладок (рис. 7.1). На каждую технологическую наладку операции технологического процесса оформляется основная надпись.

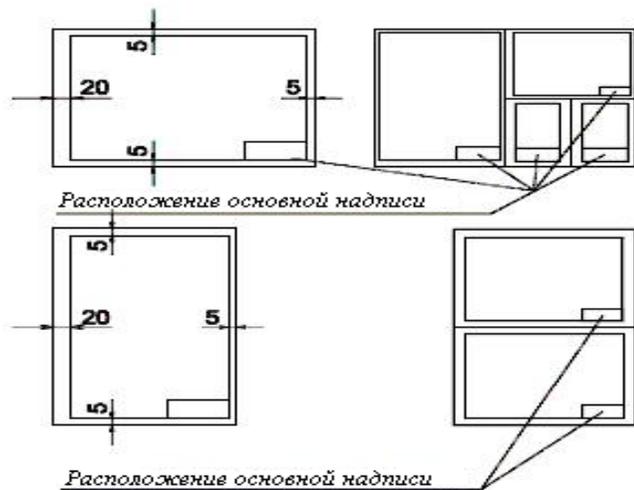


Рис. 7.1. Примеры расположения изображения технологических наладок на листе форматам А1

Примеры технологических наладок на различные операции обработки деталей класса корпусные, рычаги, фланцы, цилиндры, ва-

лы, деталей, носителей признаков различных классов на специализированных и специальных станках показаны на с. 168-181.

Требования графической части проекта по разделу “Патентные исследования”

Компоновка и содержание листа графической части по патентному исследованию показаны на рис. 7.2. Примеры выполнения листов по патентным исследованиям приведены на с. 184 – 185.

Требования к графическому представлению планировочного решения участка механической обработки детали

Требования к содержанию листа графической части и вариант его планировки даются на рис. 7.3.

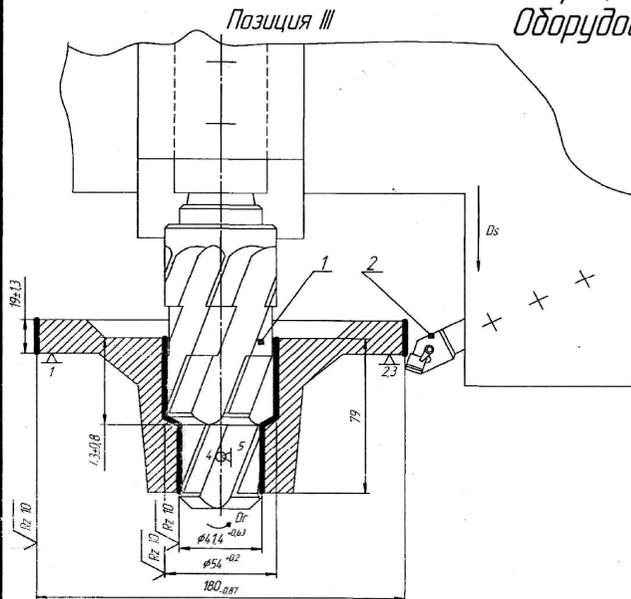


Рис. 7.3. Вариант планировки листа графической части проекта “Планировочное решение участка”

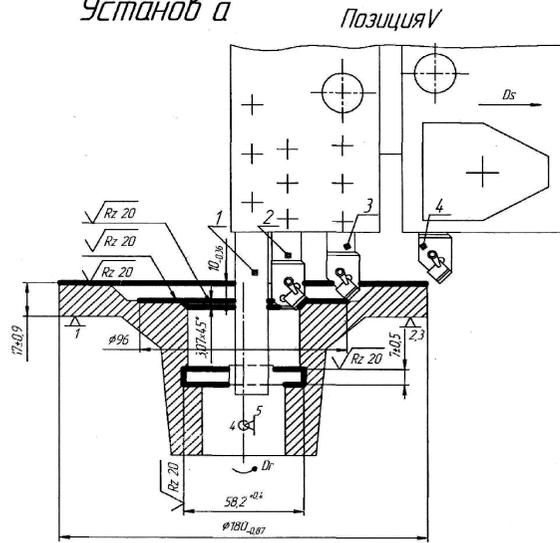
00090871/0103022.6.119

Операция 005: Токарная автоматная
Оборудование: Токарный восьмишпиндельный вертикальный
полуавтомат 1К282
Установ а

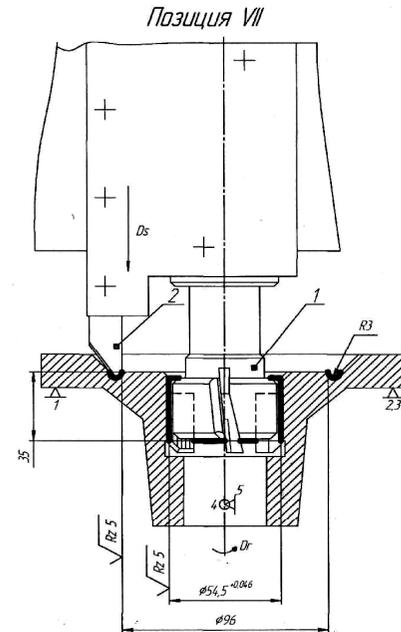
√Rz 20



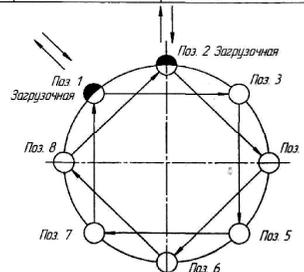
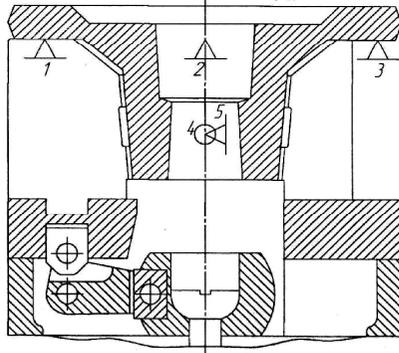
№	Режущий инструмент	Назначение перехода	V _м (м/мин)	S _н (мм/мин)	V _н (мм/мин)	f _н (мм/л)	T _н (мин)	T _{шт} (мин)
1	Резец специальный Р5М5 и Р54	Зенкеровать отверстия $\phi 41,4$	2	462	60,2	355	0,1	-
2	Резец проходной 12x12x80 ГОСТ 26611-85 пластина Т5К10	Точить поверхность фланца $\phi 180$	2	462	200	355	0,05	-



№	Режущий инструмент	Назначение перехода	V _м (м/мин)	S _н (мм/мин)	V _н (мм/мин)	f _н (мм/л)	T _н (мин)	T _{шт} (мин)
1	Резец канавочный специальный Т5К10	Точить канавку, выдерживая размер 7±0,5	2	462	60,2	355	0,007	-
2	Резец подрезной 12x12x80 ГОСТ 26611-85 Т5К10	Точить фаску выдерживая размер 3x45°	3	462	60,2	355	0,008	-
3	Резец проходной 12x12x80 ГОСТ 26611-85 Т5К10	Подрезать торцы выдерживая размер 10±0,36	1	462	107	355	0,05	-
4	Резец проходной 12x12x80 ГОСТ 26611-85 Т5К10	Подрезать торцы выдерживая размер 17±0,9	1	462	200	355	0,09	-



Позиция I - загрузочная

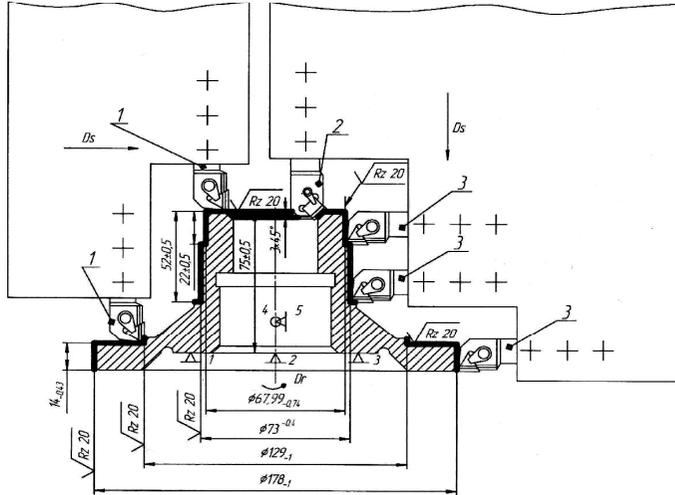


№	Режущий инструмент	Назначение перехода	V _м (м/мин)	S _н (мм/мин)	V _н (мм/мин)	f _н (мм/л)	T _н (мин)	T _{шт} (мин)
1	Развертка $\phi 54,5$ ГОСТ 11175-71 ВКВ	Развернуть отверстие выдерживая размер $\phi 54,5$	0,25	170	17,1	100	0,21	-
2	Резец канавочный специальный Т5К10	Точить канавку выдерживая размер R3	3	170	30,1	100	0,02	-

ВЛЧ 2203018/1.28.06.000		Настройка технологическая на оп. 005		11
Аук-304				

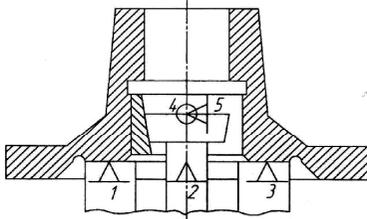
000 90 821 / 810 022 Б.М.В

Операция 005: Токарная автоматная
Оборудование: Токарный восьмишпиндельный
вертикальный полуавтомат 1К282
Позиция IV



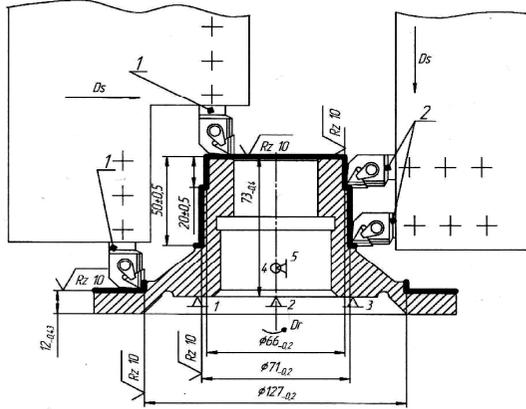
№	Суппорт Режущий инструмент	Наименование перехода	Df/dl (мм)	Vf(мм)	Sf(мм/мин)	Vf(м/мин)	п/мин ¹	Tолщина	Tшт(мин)
1	Продольный суппорт Резец проходной 12х12х80 ГОСТ 26611-85 Светл Т5К10	Точить торцы фланца и ступицы выдерживая размеры 14-0,43	14	1	364	156.6	280	0,07	-
		Выдерживая размеры 73-0,2 и 12-0,43	73	1	364	64,2	280	0,05	-
2	Поперечный суппорт Резец подрезной 12х12х80 ГОСТ 26611-85 Т5К10	Точить фаску ступицы и фланца выдерживая размеры #68-0,74	4,14	1	364	36,4	280	0,07	-
		Точить фаску ступицы и фланца выдерживая размеры #68-0,74	68	1	364	59,8	280	0,06	-
3	Резец проходной 12х12х80 ГОСТ 26611-85 Светл Т5К10	Точить ступицу и фланец выдерживая размеры 73-0,4 #178-1.3457 22-0,5	73	1	364	64,2	280	0,15	-
		52-0,5	178	1	364	158,3	280	0,04	-

Позиция II - загрузочная



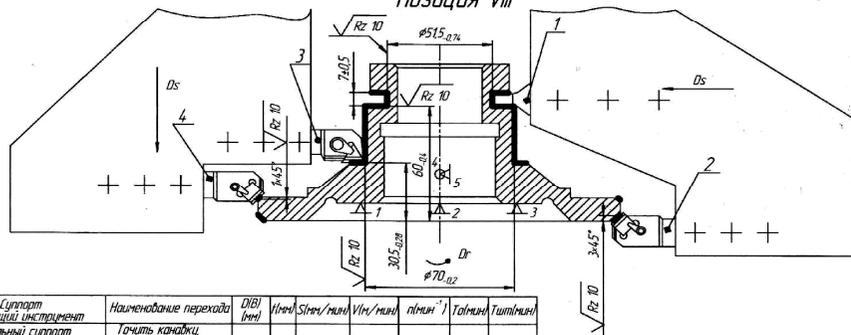
Установ δ

Позиция VI



№	Суппорт Режущий инструмент	Наименование перехода	Df/dl (мм)	Vf(мм)	Sf(мм/мин)	Vf(м/мин)	п/мин ¹	Tолщина	Tшт(мин)
1	Продольный суппорт Резец проходной 12х12х80 ГОСТ 26611-85/2 шти Т5К10	Точить торцы венца и ступицы выдерживая размеры 73-0,2 и 12-0,43	12	2	100	280	500	0,27	-
		Выдерживая размеры 73-0,2 и 12-0,43	73	2	100	107	500	0,22	-
2	Поперечный суппорт Резец проходной 12х12х80 ГОСТ 26611-85/2 шти Т5К10	Точить ступицу и венец колеса выдерживая размеры #71	71	1,5	160	178	800	0,32	-
		#66.50±0.5 20±0.5	66	1	160	165,7	800	0,13	-

Позиция VIII



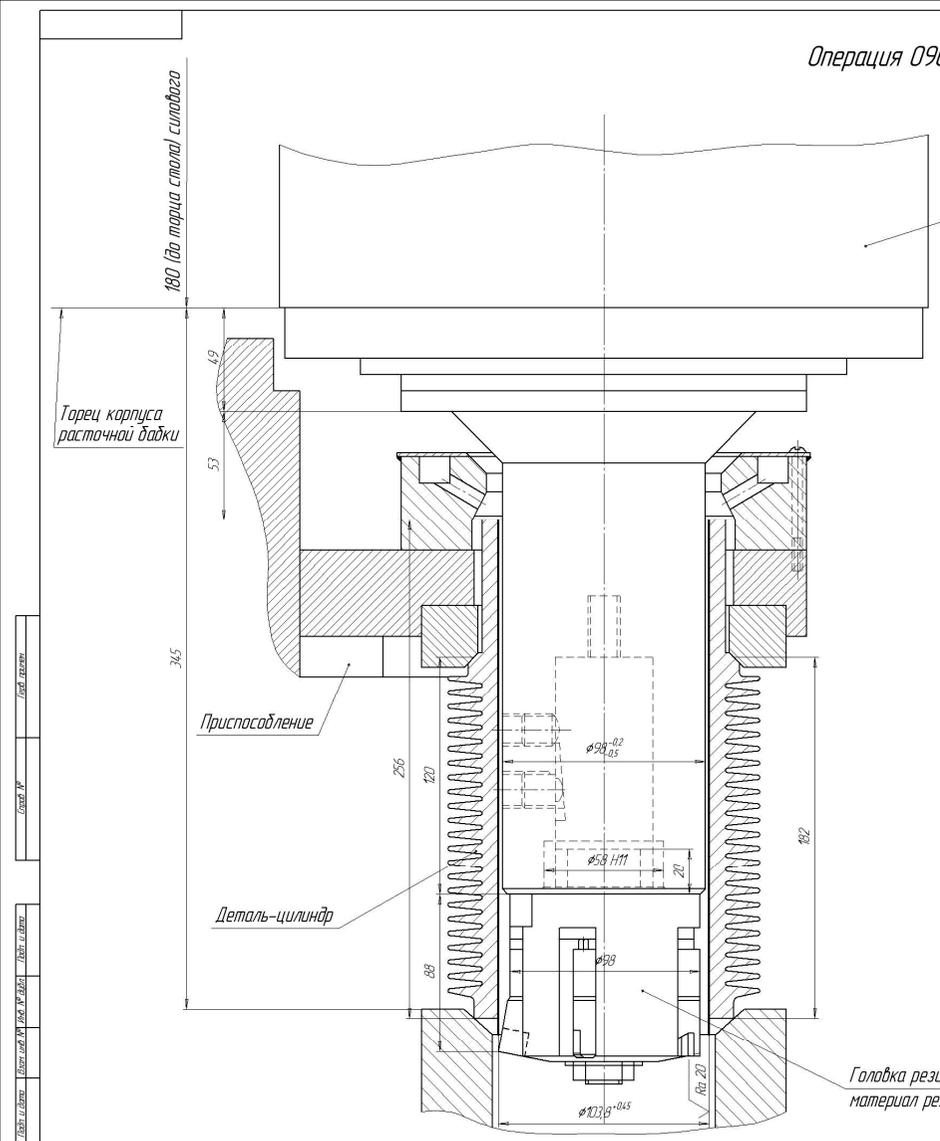
№	Суппорт Режущий инструмент	Наименование перехода	Df/dl (мм)	Vf(мм)	Sf(мм/мин)	Vf(м/мин)	п/мин ¹	Tолщина	Tшт(мин)
1	Продольный суппорт Резец канальный специальный Т5К10	Точить канавку выдерживая размеры #51,4-0,74 7-0,5 60±0,4	51,5	3,08	36	29,1	180	0,75	-
2	Резец подрезной 12х12х80 ГОСТ 26611-85 Т5К10	Точить фаску выдерживая размер 34±0,5	178	3	36	100	180	0,11	-
3	Поперечный суппорт Резец проходной 12х12х80 ГОСТ 26611-85 Т5К10	Точить ступицу выдерживая размеры 60±0,5 70±0,2	70	0,5	36	39,6	180	0,86	-
4	Резец подрезной 12х12х80 ГОСТ 26611-85 Т5К10	Точить фаску выдерживая размер 14±0,5	178	1	36	100	180	0,06	-

ВЛЧ 2203018/128.06.000

Настройка технологическая
на оп. 005

Аук-304

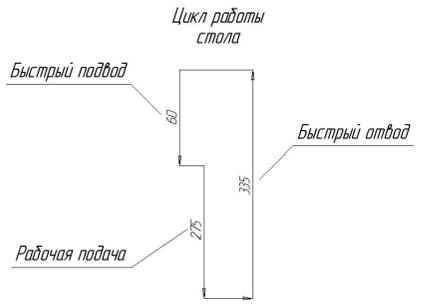
Операция 090 расточная



Бабка расточная

Технологические режимы

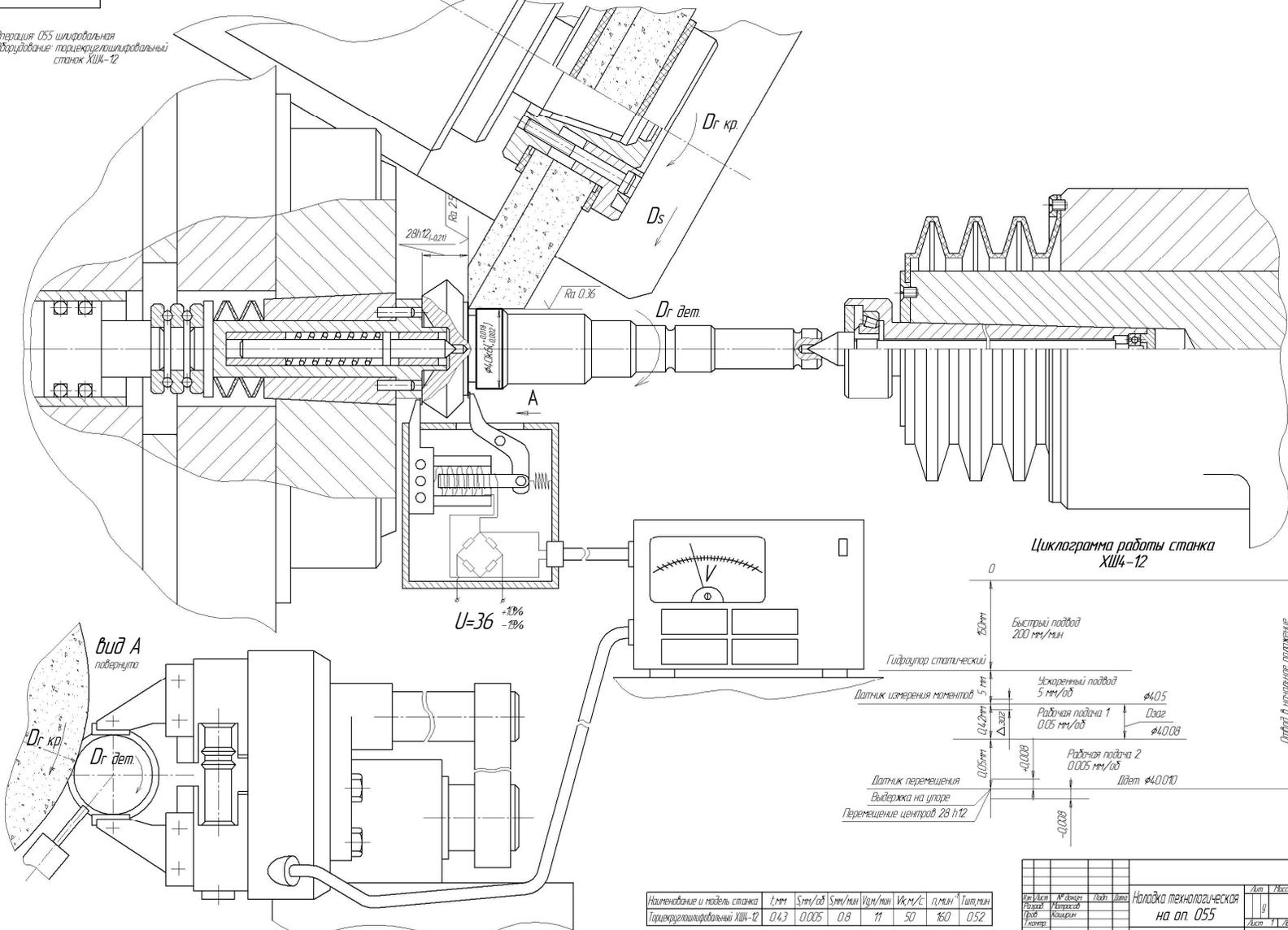
Обрабатываемое изделие											Кол. цилиндров в стержне	СОЖ			
Наименование	Обозначение	Материал	Вид заготовки	Твердость	Масса загот, кг						3	Эжурит			
Цилиндр	Д37М-1002021А2	Чугун серый легированный	Отливка	НВ 207-249	9,24										
Вид работы	Кол. оборот	Параметры обработки, мм					Падки, сек			Время, мин		Материал инструмента			
		Диаметр D	Длина L	Диаметр врезки на торце L _{тор}	Диаметр врезки на торце D _{тор}	Диаметр врезки на торце D _{тор}	Кол. доп. оборот	на оборот S _п	температура S _т	Скорость V, м/мин	Частота вращения n, мин ⁻¹		Максимальная сила F _н	Вспомогательное t _в	
Черновое расточивание	3	103,8	256	79	275	4,12	103,9	4	0,34	165	401	123	167		ВК 6
Быстрые ходы													0,083		
Транспортные и зажимные устройства															0,472
Показатели производительности и загрузки станка											Масса	2,165			
											Производительность, шт/час	70			
											Загрузка, %	85			



Мат. часть	№ докум.	Лист	Шкала	Головка технологическая на операцию 090	Лист	Масса	Максимум
Резец							11
Проф.							
Инструмент							
Изготовитель							
Вид							

Лист 1 из 1
Лист 2 из 2
Лист 3 из 3
Лист 4 из 4
Лист 5 из 5
Лист 6 из 6
Лист 7 из 7
Лист 8 из 8
Лист 9 из 9
Лист 10 из 10
Лист 11 из 11
Лист 12 из 12
Лист 13 из 13
Лист 14 из 14
Лист 15 из 15
Лист 16 из 16
Лист 17 из 17
Лист 18 из 18
Лист 19 из 19
Лист 20 из 20
Лист 21 из 21
Лист 22 из 22
Лист 23 из 23
Лист 24 из 24
Лист 25 из 25
Лист 26 из 26
Лист 27 из 27
Лист 28 из 28
Лист 29 из 29
Лист 30 из 30
Лист 31 из 31
Лист 32 из 32
Лист 33 из 33
Лист 34 из 34
Лист 35 из 35
Лист 36 из 36
Лист 37 из 37
Лист 38 из 38
Лист 39 из 39
Лист 40 из 40
Лист 41 из 41
Лист 42 из 42
Лист 43 из 43
Лист 44 из 44
Лист 45 из 45
Лист 46 из 46
Лист 47 из 47
Лист 48 из 48
Лист 49 из 49
Лист 50 из 50
Лист 51 из 51
Лист 52 из 52
Лист 53 из 53
Лист 54 из 54
Лист 55 из 55
Лист 56 из 56
Лист 57 из 57
Лист 58 из 58
Лист 59 из 59
Лист 60 из 60
Лист 61 из 61
Лист 62 из 62
Лист 63 из 63
Лист 64 из 64
Лист 65 из 65
Лист 66 из 66
Лист 67 из 67
Лист 68 из 68
Лист 69 из 69
Лист 70 из 70
Лист 71 из 71
Лист 72 из 72
Лист 73 из 73
Лист 74 из 74
Лист 75 из 75
Лист 76 из 76
Лист 77 из 77
Лист 78 из 78
Лист 79 из 79
Лист 80 из 80
Лист 81 из 81
Лист 82 из 82
Лист 83 из 83
Лист 84 из 84
Лист 85 из 85
Лист 86 из 86
Лист 87 из 87
Лист 88 из 88
Лист 89 из 89
Лист 90 из 90
Лист 91 из 91
Лист 92 из 92
Лист 93 из 93
Лист 94 из 94
Лист 95 из 95
Лист 96 из 96
Лист 97 из 97
Лист 98 из 98
Лист 99 из 99
Лист 100 из 100

Операция 055 шлифовальная
Оборудование: торцевальношлифовальный
станок ХШ4-12



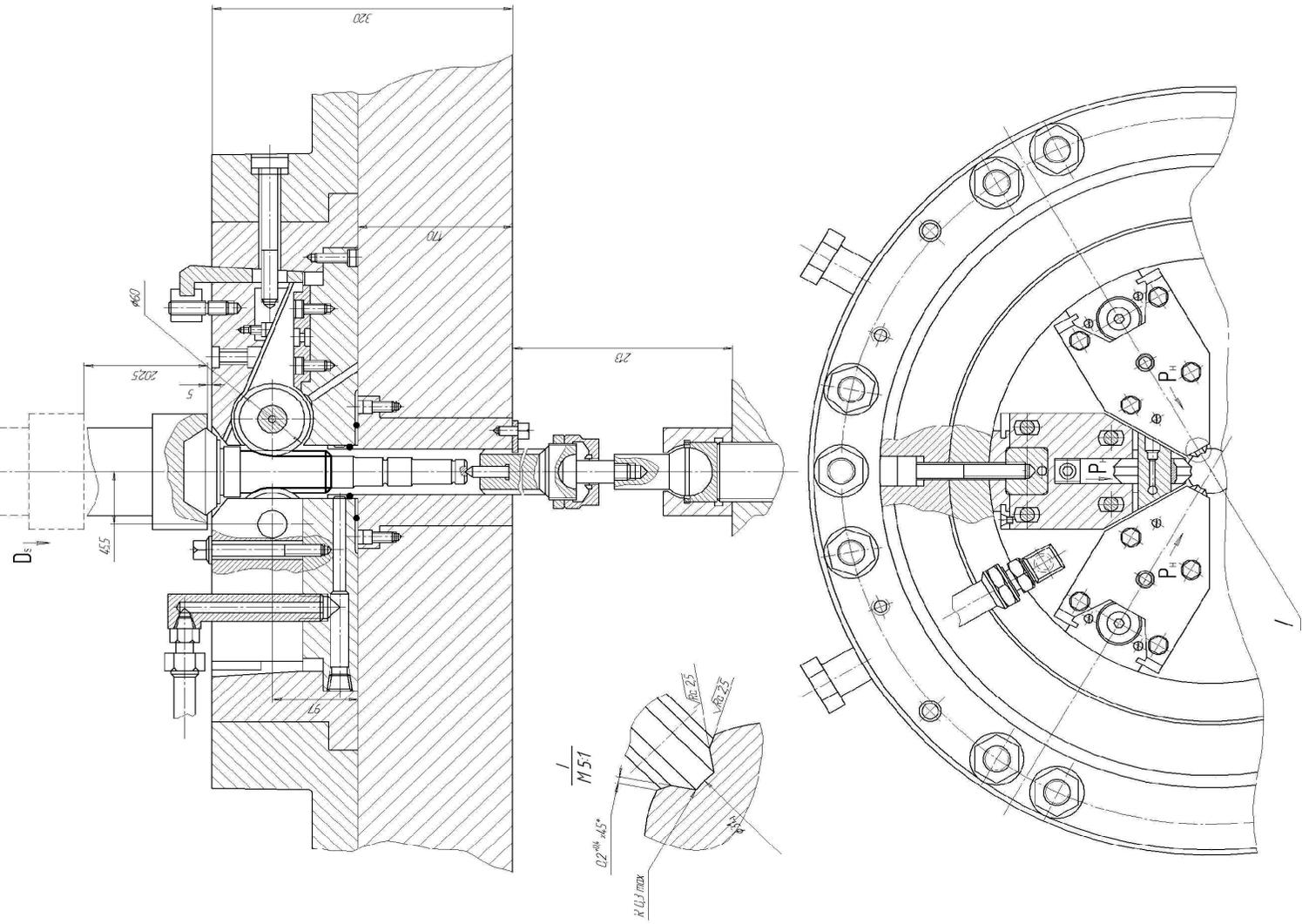
Циклограмма работы станка
ХШ4-12

Наименование и модель станка	$t, \text{мм}$	$S_{\text{пр}}/\text{об}$	$S_{\text{мг}}/\text{мин}$	$V_{\text{мг}}/\text{мин}$	$V_{\text{кр}}/\text{с}$	$\rho, \text{мм}^{-1}$	$T_{\text{шт}}/\text{шт}$
Торцевальношлифовальный ХШ4-12	0.43	0.005	0.8	11	50	150	0.52

Ин. Авант	И. Авант	Лавр. Авант	Наладка технологическая	Авант	Убавка	Убавка
Рубин	Митрофан		на оп. 055	У		11
Трубин	Климен			Лавр	Т. Авант	1
Полосин					ВЛГУ	
Вид					Климен	Фиркин АТ

ЛН 000.00.01

Операция О15 шлифовальная



Наименование и модель станка	Инструмент	L, мм	f, мм	P _H , МПа	ε, %	S _{вкл.} , мм/мин	T _{шт.} , мин
Пресс-абразив АЧМ1Т1И	Резек. инструмент: Ø50, материал: ВГ	45	35	292,27	816	880	0,92

ЛН 000.00.01		Итого		Итого	
№	Вид	Воз.	Изм.	Воз.	Изм.
1	Исход.				
Наименование операции		№ операции		№ детали	
О15 шлифовальная		О15		ЛН 000.00.01	

Контракт: ЛТ

Лист 1 из 1
 Дата: 10.01.2010
 Автор: [blank]
 Проверен: [blank]
 Утвержден: [blank]

Операция 005. Токарная

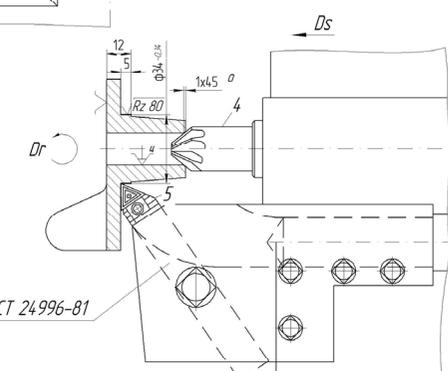
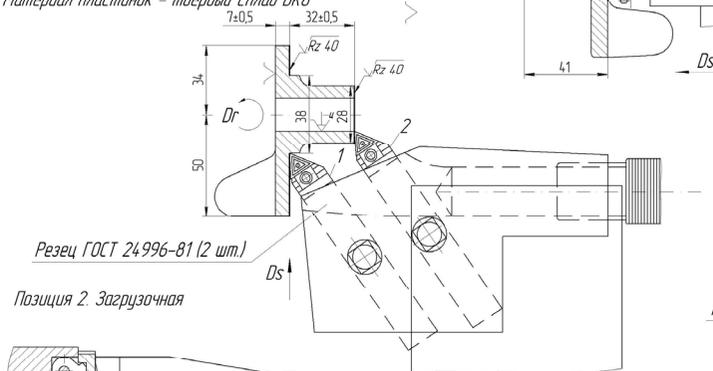
Позиция 4
Зенкеровать и развернуть отверстие ф16 ^{+0,12}
Материал зенкера - развертки - P5M6

Режимы обработки

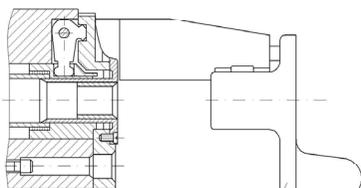
Токарный многошпиндельный обточник 1A24.0116	7	2,5	0,4	23,4	355	П,Б06	П,В17
	6	0,5	0,4	33,4	355		
	5	2,0	0,4	37,9	355		
	4	3,0	0,4	20,06	355		
	3	1,0	0,4	17,84	355		
	2	2,0	0,25	31,2	355		
	1	2,0	0,25	35,67	355		
Наименование и модель станка	№ инструмента	f мин	S мм/об	V м/мин	П мин ⁻¹	Тм мин	Тшт мин

Позиция 3
Проточить торец фланца до ф38 мм
выдержив размеры 7,32 мм.
Подрезать торец ф28 мм, выдержив
размер 32 мм.
Материал пластинок - твердый сплав ВК8

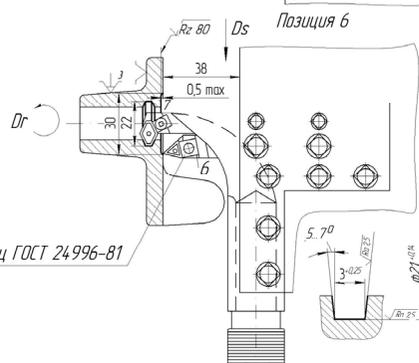
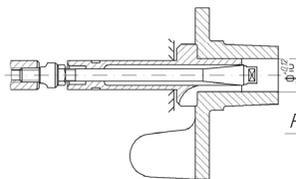
Позиция 5
Цековать торец в размер 39 мм со
снятием фаски 1x45° в отверстии ф16 мм.
Проточить пояска до ф34 мм.
Материал цековки - P5M6.
Материал пластинок - твердый сплав ВК8.



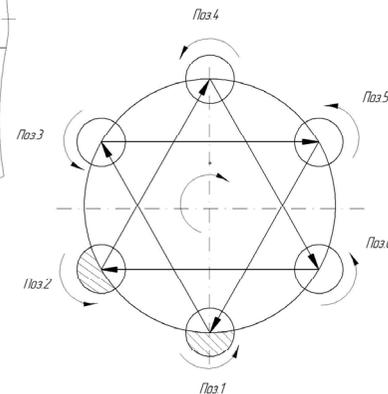
Позиция 2. Загрузочная



Позиция 1. Загрузочная

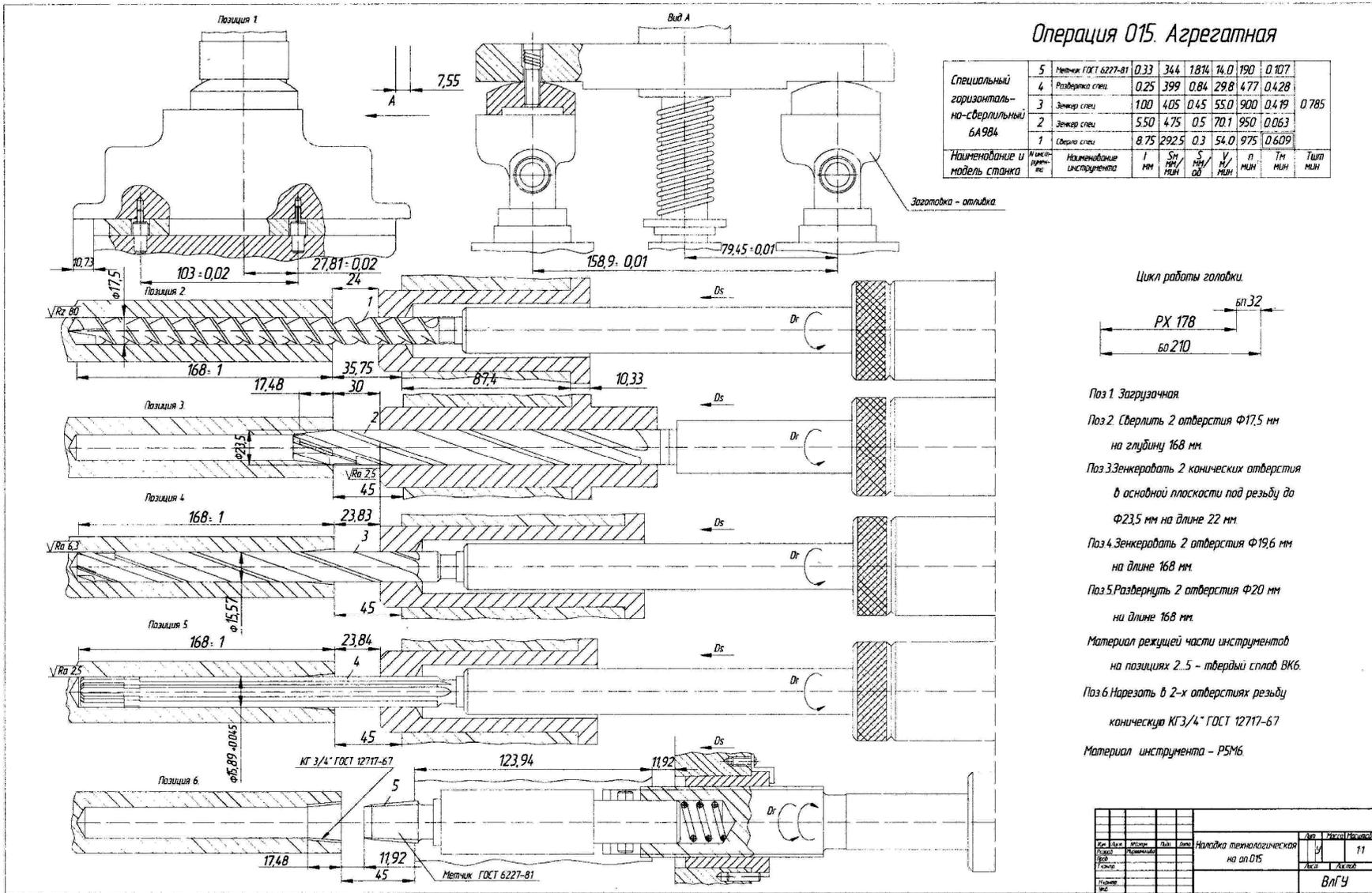


Проточить торец ф 30 мм на
глубину 0,5 мм
Проточить канавку b=3 мм с
углом 5°, 7° до ф21 мм, выдержив размер 4 мм
Материал пластинок - твердый сплав ВК8



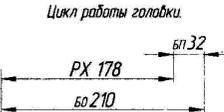
Деталь -
корпус уплотнителя тяги
Заготовка-отливка

Деталь	Материал	№ детали	Дата	Вариант	Настройка технологическая на оп. 005	Лист	Листов
Установлено	Изменено					11	
Проверено							
Сверлено							
Точено							
Слесарь							
Вед.							



Операция 015. Агрегатная

Специальный горизонтально-сверлильный БА984	5	Метчик ГОСТ 6227-81	0.33	344	1.814	16.0	190	0.107	
	4	Развертка стел	0.25	399	0.84	29.8	477	0.428	
	3	Зенкер стел	1.00	4.05	0.45	55.0	900	0.419	0.785
	2	Зенкер стел	5.50	4.75	0.5	70.1	950	0.063	
	1	Сверло стел	8.75	292.5	0.3	54.0	975	0.609	
Наименование и модель станка	И	Наименование инструмента	l	S	V	f	T	Tшт	
	инструмент		мм	мм/мин	м/об	мм/мин	мин	мин	

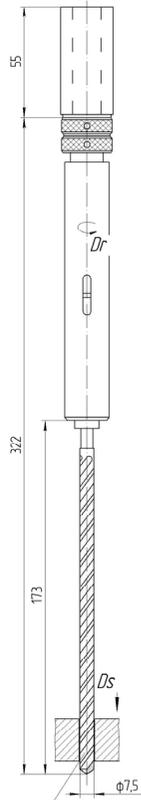


- Поз 1 Загрузочная
- Поз 2 Сверлить 2 отверстия $\phi 17.5$ мм на глубину 168 мм.
- Поз 3.Зенкеровать 2 конических отверстия в основной плоскости под резьбу до $\phi 23.5$ мм на длине 22 мм.
- Поз 4.Зенкеровать 2 отверстия $\phi 19.6$ мм на длине 168 мм.
- Поз 5.Развернуть 2 отверстия $\phi 20$ мм на длине 168 мм.
- Материал режущей части инструментов на позициях 2.5 - твердый сплав ВК6.
- Поз 6 Нарезать в 2-х отверстиях резьбу коническую $KT 3/4"$ ГОСТ 12717-67
- Материал инструмента - PSM6.

Дир. Изм.	М.И.С.	Л.И.	Л.И.	Л.И.	Л.И.	Л.И.	Л.И.	Л.И.	Л.И.
Настройка технологическая на оп 015									
Исполн.	Провер.	Состав.	Техн. вед.	Л.И.	Л.И.	Л.И.	Л.И.	Л.И.	Л.И.
ВЛГУ									

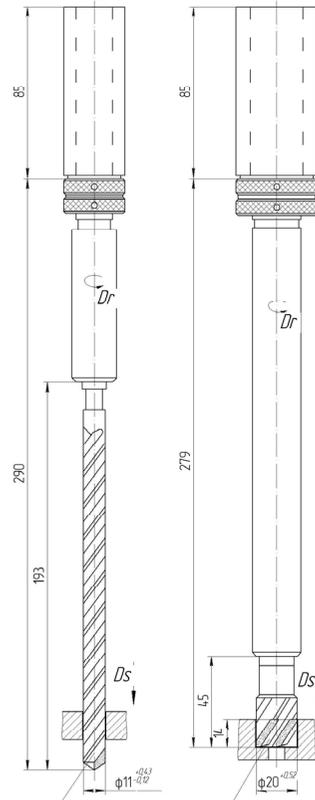
Операция 020. Агрегатная

Позиция 2



Сверло ГОСТ 22736-77
Материал режущей части-ВК6

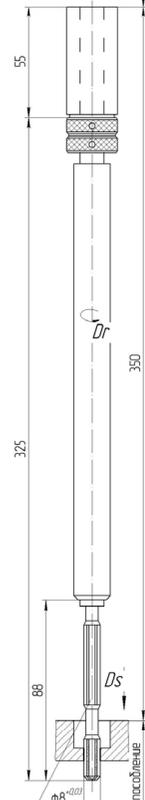
Позиция 3 и 4



Сверло ГОСТ 22736-77
Материал режущей части-ВК6

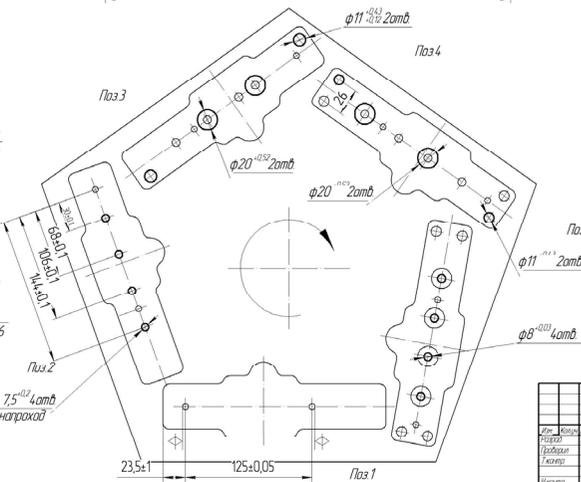
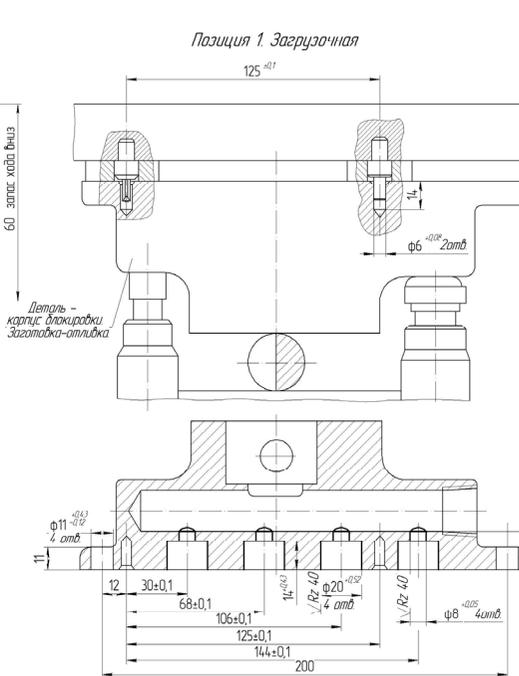
Зенкер ГОСТ 3234-71
Материал режущей части-ВК6

Позиция 5



Развертка стей
Материал режущей части-ВК6

Позиция 1. Загрузочная



Режимы обработки

Специальный сверлильный АМ-6513	4	0,1	0,145	8,0	3,20	1,045	
	3	3	0,13	2,20	3,50		
	2	5,5	0,095	16,7	4,85		
	3	3	0,13	2,20	3,50		
	2	5,5	0,095	16,7	4,85		
1	3,2	0,065	16,7	7,10	0,95		
Наименование и модель станка	№ инстали-рента	f мин	S мм/об	v м/мин	p мм'	T м мин	Тшт. мин

Поз 1 Загрузочная

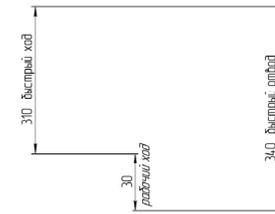
Поз 2 Сверлить 4 отверстия $\phi 7.5$ мм на-
прямой, выдержив размеры 30, 68, 106, 144 мм

Поз 3 Сверлить 2 отверстия $\phi 11$ мм на-
прямой, выдержив размеры 12, 200 мм
Зенкеровать 2 отверстия $\phi 20$ мм на
длину 14 мм

Поз 4 Сверлить 2 других отверстия $\phi 11$ мм на-
прямой, выдержив размеры 26, 200 мм
Зенкеровать 2 других отверстия $\phi 20$ мм
на длину 14 мм

Поз 5 Развернуть 4 отверстия до $\phi 8$ мм
напрямой, выдержив размеры 30, 68, 106, 144 мм

Цикл работы шпиндельной головки

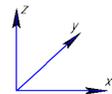


№	Исполн.	Дата	№	Вари-ант	Итого	Лист	Листов
1			1			1	11
Настройка технологическая на оп. 020						Лист	Листов
						ВлГУ	

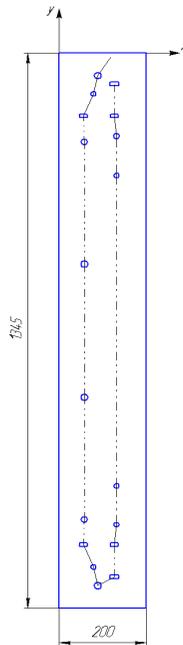
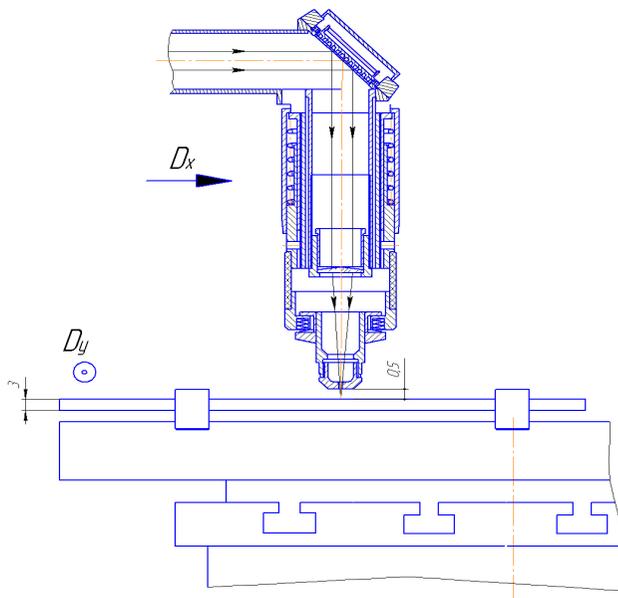
Операция 005: Резка лазерная *Переходы а-т*
 (резка отверстий)
 Оборудование: Технологический лазерный комплекс
 типа ТЛК-1000 "Хедр"
 Поворотное зеркало по патенту РФ

Технологические режимы лазерной резки

Обозначение	Единица измерения	Значение
мощность изл. N	кВт	0,3
сила тока I	A	20
расходимость α	мрад	0,008
диаметр луча D _л	мм	0,2
фокусное расстояние L _ф	мм	76
длина волны λ	мкм	10,6
скорость резки V	м/мин	0,7
расход газа, л/ч	л/ч	51
давление камеры P _к	атм	1,2
время обработки t _ц	мин	11,92
Рабочая среда	O ₂	кислород



Движение по осям ox и oz
 осуществляет лазерная головка,
 по оси oy – стол лазерной установки



Программа резки отверстий детали

- | | | | |
|------------------------|--------------------|-------------------------------|-------------------|
| N28G91F700 | M27 | G91G01Z-10000 | G91G01Z-10000 |
| G00X81358Y38879 | M28 | G00X15158Y62070 | G00Y-74.3500 |
| M20 | G91G01Z-10000 | M26G04P500 | M26G04P500 |
| M28 | G00Y303000 | M22 | M22 |
| G91G01Z-10000 | M26G04P500 | M20 | M20 |
| P15M98 | M22 | G01X-4555Y11500 | G01Y-6500 |
| M30 | M20 | G04P500 | G04P500 |
| N4.G00X93962Y24918 | G01Y-8000 | G02X4.555Y-22999I4.179J-11123 | G03Y13000J6500 |
| N15M26G04P500 | G04P500 | Y23000I-364J11500 | Y-13000J-6500 |
| M22 | G03Y16000J8000 | M23G04P500 | M23G04P500 |
| M20 | Y-16000J-8000 | M27 | M27 |
| G01Y-11500 | M23G04P500 | M28 | M28 |
| G04P500 | M27 | G91G01Z-10000 | G91G01Z-10000 |
| G03Y23000J11500 | M28 | G00Y-93500 | G00Y-93500 |
| Y-23000J-11500 | G91G01Z-10000 | M26G04P500 | M26G04P500 |
| M23G04P500 | G00Y308000 | M22 | M22 |
| M27 | M26G04P500 | M20 | M20 |
| M28 | M22 | G01Y-4000 | G01Y-8000 |
| G91G01Z-10000 | M20 | G04P500 | G04P500 |
| G00X-15158Y67071 | G01Y-8000 | X17000 | G03Y16000J8000 |
| M26G04P500 | G04P500 | G03Y8000J4000 | Y-16000J-8000 |
| M22 | G03Y16000J8000 | G01X-17000 | M23G04P500 |
| M20 | Y-16000J-8000 | G03Y-8000J-4000 | M27 |
| G01Y-6500 | M23G04P500 | M23G04P500 | M28 |
| G04P500 | M27 | M27 | G91G01Z-10000 |
| G03X2000Y13000I-2J6502 | M28 | G00X-19000Y-39550 | M26G04P500 |
| Y-13000I-202J-6500 | G91G01Z-10000 | M22 | M22 |
| M23G04P500 | G00Y303000 | G91G01Z-10000 | G00Y-86000 |
| M27 | M26G04P500 | M26G04P500 | M26G04P500 |
| M28 | M22 | M22 | M22 |
| G91G01Z-10000 | M20 | M20 | G01Y-4000 |
| G00X-33200Y64500 | G01Y-8000 | G01Y-4000 | G04P500 |
| M26G04P500 | G04P500 | X17000 | G03Y8000J4000 |
| M22 | G03Y16000J8000 | G01X-17000 | G01X-17000 |
| M20 | Y-16000J-8000 | G03Y8000J4000 | G03Y-8000J-4000 |
| G01Y-4000 | M23G04P500 | G01X-17000 | M23G04P500 |
| G04P500 | M27 | G03Y-8000J-4000 | M27 |
| X17000 | M28 | M23G04P500 | M28 |
| G03Y8000J4000 | G91G01Z-10000 | M27 | G91G01Z-10000 |
| G01X-17000 | G00X-17000Y85550 | M28 | G00Y-86000 |
| G03Y-8000J-4000 | M26G04P500 | G91G01Z-10000 | M26G04P500 |
| M23G04P500 | M22 | G00X19000Y-4.3550 | M22 |
| M27 | M20 | M26G04P500 | M20 |
| M28 | G01Y-4000 | M22 | G01Y-4000 |
| G91G01Z-10000 | G04P500 | M20 | G04P500 |
| G00X17000Y81550 | X17000 | G01Y-8000 | X17000 |
| M26G04P500 | G03Y8000J4000 | G04P500 | G03Y8000J4000 |
| M22 | G01X-17000 | G03Y16000J8000 | G01X-17000 |
| M20 | G03Y-8000J-4000 | Y-16000J-8000 | G03Y-8000J-4000 |
| G01Y-8000 | M23G04P500 | M23G04P500 | M23G04P500 |
| G04P500 | M27 | M27 | M27 |
| G03Y16000J8000 | M28 | M28 | M28 |
| Y-16000J-8000 | G91G01Z-10000 | G91G01Z-10000 | G91G01Z-10000 |
| M23G04P500 | G00X33000Y62000 | G00Y-92000 | G00X54838Y-4.1859 |
| M27 | M26G04P500 | M26G04P500 | M26G04P500 |
| M28 | M22 | M22 | M22 |
| G01Y-6500 | M20 | M20 | M20 |
| G04P500 | G01Y-6500 | G04P500 | G04P500 |
| G03Y13000J6500 | G04P500 | G03Y13000J6500 | G03Y13000J6500 |
| Y-13000J-6500 | Y-13000I-250J-6750 | Y-13000I-6500 | Y-13000I-6500 |
| M23G04P500 | M23G04P500 | M23G04P500 | M23G04P500 |
| M27 | M27 | M27 | M27 |
| M28 | M28 | M28 | M28 |

Имя	Дата	№ докум.	Изд.	Дата	Авт.	Исполн.	Масштаб
Разработ		Климов С.А.			И		
Провер					Авт.	Исполн.	
Констр.						В.А.У	
Изд.						ЭП ТБ-101	
						Фигурки	А1

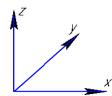
Операция 005: Резка лазерная переход у

Оборудование: Технологический лазерный комплекс типа ТЛК-1000 "Хебр"

Поворотное зеркало по патенту РФ

Программа резки детали по контуру

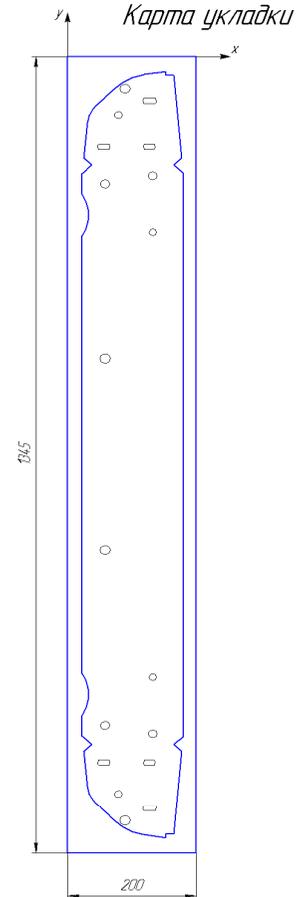
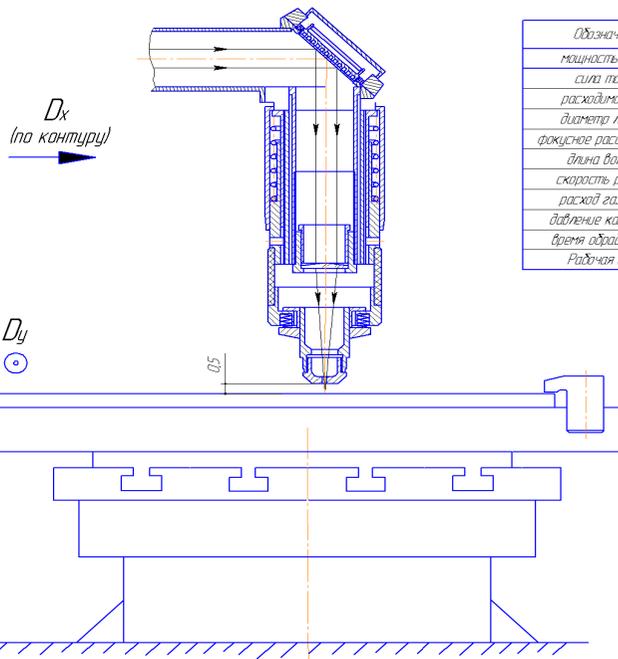
G01X17656Y152594
 G04P500
 X-134.25Y10489
 G02X-183Y2990I.1231J1576
 G01X14.914Y14.914
 G04P500
 Y95484.2
 G04P500
 X-14.914Y14.910
 G02X183Y2996I.14.17J14.17
 G01X134.25Y10484
 G04P500
 X-17656Y152590
 G04P500
 X-134.10Y-1550
 G02X-14.72Y74.7I-172J14.85
 G01X-2650Y4583
 G04P500
 X-71203Y-8180
 G03X-10993Y-5480I.2055J-17889
 G01X-4.9807Y-524.20
 G03X-13693Y-4.0985I.36977J-35134
 G01X54.26Y-4.6905
 G03X164.95Y-12884I.14.598J1689
 G01X183Y-2996
 G04P500
 X-154.14Y-154.10
 G04P500
 Y-4.9920
 G04P500
 G02Y-80000I-75000J-40000
 G04P500
 G01Y-694000
 G04P500
 G02Y-80000I-75000J-40000
 G04P500
 G01Y-4.9922
 G04P500
 X154.14Y-154.14
 G02X-183Y-2990I-14.14J-14.14
 G01X-164.95Y-12887
 G04P500
 X-54.26Y-4.6902
 G03X13693Y-4.0994I.50663J-5861
 G01X4.9807Y-524.11
 G03X10993Y-54.83I.1304.9J12401
 G01X71203Y-8184
 G04P500
 X2650Y4590
 G02X14.72Y74.0I.1299J-750
 G01X134.10Y-1552
 M23G04P500
 M27
 M28
 G91G01Z-10000
 M99



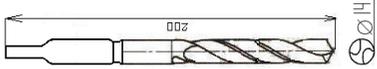
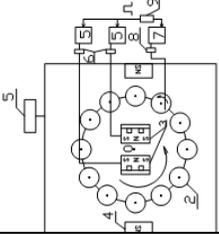
Движение по осям ox и oz осуществляет лазерная головка, по оси oy - стол лазерной установки

Технологические режимы лазерной резки

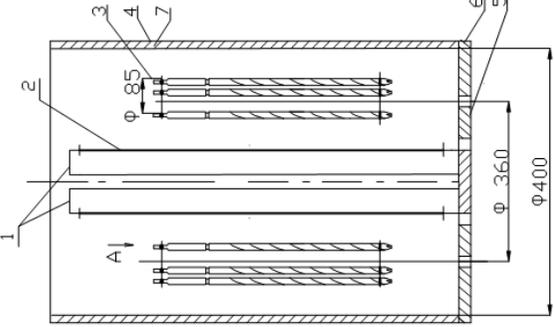
Обозначение	Единица измерения	Значение
мощность изл. N	кВт	0.3
сила тока I	A	20
расходимость α	мрад	0.008
диаметр луча D_0	мм	0.2
фокусное расстояние L_f	мм	76
длина волны λ	мкм	10.6
скорость резки V	м/мин	0.7
расход газа $Q_{газ}$	л/ч	51
давление камеры P_K	атм	12
время обработки $T_{об}$	мин	10.92
Рабочая среда	O_2	кислород



№ п/п	№ докум.	Лист	Дата	Исполн.	Провер.	Масштаб	Кол-во
1	ТЛК-1000	1				1:1	1
Накладка технологической на операцию 005							
Информация				Дата: 20.12.07			
Исполн.				Фирма: ХТ			

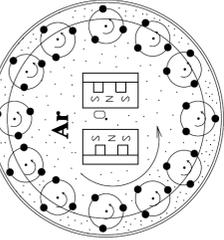
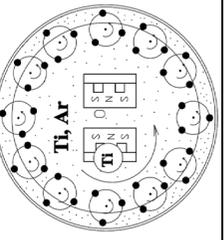
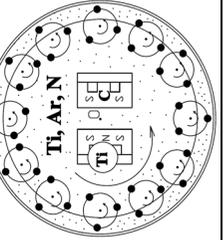
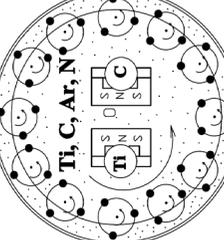
Операция Магнетронная		
Метод дуального магнетронного распыления покрытия		
Конструктивно-размерные характеристики детали	Характеристика нанопокртыя	Оборудование: вакуумная установка UniCoat 600SL (фирма Элан-Практик)
	Вид покрытия – карбонитрид титана TiCN Твердость по Виккерсу – 3100 кг/мм ² Пластическая твердость – 41 ГПа Приведенный модуль упругости – 336 ГПа Стойкость к пластическим деформациям – 0,61 ГПа Термостойкость в среде атмосферного воздуха - 400°C Коэффициент скольжения по стали – 0,2	Вариант установки для нанесения многослойных покрытий с периодической структурой методом магнетронного распыления по патенту 230 8538; МПК 14/35, 14/56  1 – вакуумная камера 2 – карусельное устройство 3 – магнетронная распылительная система 4 – ответный магнитный узел 5 – импульсный блок питания 6 – устройство дугогашения 7 – импульсный источник смещения 8 – устройство дугогашения 9 – устройство синхронизации 10 – система насоска и контроля давления рабочих газов

Содержание операции

Операционные эскизы		Технологические режимы*
Перечень переходов и приемов операции и время их выполнения	Операционные эскизы	
Время мин ⁻¹	Содержание и эскизы приемов и переходов	
30	<p style="text-align: center;">Загрузка вакуумной камеры</p>  <p style="text-align: center;">Вид А</p> <p>Условные обозначения: 1 – магнетрон 2 – мишень 3 – подложкодержатель поворотный 4 – подложка 5 – опора магнетронов поворота 6 – плотформа 7 – вакуумная камера</p>	

*Значения не указаны ввиду наличия защиты авторским правом

Операционные эскизы на оп. Магнетронная		
Деталь	Измер.	Измер.
У	1	2
ВдГУ		

Перечень переходов и приемов операций и время их выполнения		Операционные эскизы	
Переходы и приемы	Время, мин. ⁻¹	Содержание и эскизы приемов и переходов	Технологические режимы*
Откачка воздуха (t _{отк})	30	Переход а Ионная очистка 	Технологическая среда – вакуум, давление-Па, прокачка газа–аргона Напряжение, подаваемое на изделие U=□В Частота вращения планетарного механизма - 30мин. ⁻¹
Переход а Ионный нагрев (очистка) (t _и)	10		
Переход б Нанесение адгезионного подслоя (t _{адп})	20	Переход б Нанесение адгезионного слоя 	Технологическая среда – вакуум, давление - □Па Прокачка газа – аргона На магнетрон с титановой мишенью подается ток I=□А Напряжение на изделие дается – U=□В Частота вращения планетарного механизма - 30мин. ⁻¹
Переход в Нанесение переходного слоя (t _{пс})	20		
Остывание изделий внутри вакуумной камеры, в том числе – в газовой среде (t _{остг}); – естественное остывание (t _{осте})	15 5 10	Переход в Нанесение переходного слоя 	Технологическая среда – вакуум, давление - □ Па Постоянная прокачка газа – аргона, дополнительная подача газа – азота. На магнетрон с титановой мишенью подается ток I=□ А Напряжение, подаваемое на изделие- U=□ В Частота вращения планетарного механизма - 30мин. ⁻¹
Естественное остывание на воздухе (t _{оств})	30	Переход г Нанесение основного реактивного слоя 	Технологическая среда – вакуум, давление - 0, 18Па Постоянная прокачка газа – аргона, подача газа – азота. Напряжение, подаваемое на изделие- U=□В На магнетроны подается ток I=□А Частота вращения планетарного механизма - 30мин. ⁻¹
Открепление и снятие изделий с подложкодержателей (t _{сн})	30		

Расчет времени цикла:
 $t_0 = t_{и} + t_{адп} + t_{пс} + t_{расп} = 10 + 20 + 20 + 100 = 150$ мин, $t_{г} = t_{г} + t_{ст} + t_{сн} = 30 + 10 + 20 = 60$ мин
 Время машинного цикла: $T_{мц} = t_0 + t_{г} + t_{остг} + t_{оств} = 150 + 60 + 5 + 10 = 225$ мин
 Время цикла обработки поверхности инструмента: $T_{ц} = T_{мц} + t_{расп} = 225 + 30 = 255$ мин

Лист	Лист	Листов
У	2	2
ВЛГУ		



Рис. 7.2. Компоновка и содержание листа графической части по патентным исследованиям

На плане участка должны быть указаны:

1. Место расположения участка в цехе.
2. Колонны, фундаменты колонн, ширина пролёта, шаг колонн.
3. Магистральный проезд (проезды) участка.
4. Всё оборудование участка, предусмотренное технологическим процессом:
 - станки, отдельно стоящие шкафы систем управления;
 - моечные машины;
 - сушильные агрегаты;
 - установки термообработки;
 - пункты контроля качества, контрольно-измерительные машины;
 - устройства складирования и накопления заготовок, деталей, промежуточного задела;
 - приёмопередающие, транспортирующие устройства и зоны их действия;
 - посты комплектации-разуконкомплектации деталей (заготовок) с приспособлениями – спутниками;
 - шкафы для хранения необходимой документации и инструментов, рабочие столики;
 - технические средства обеспечения участка режущими инструментами, посты наладки (регулирования и подготовки технологической оснастки с указанием зон их обслуживания);
 - технические средства оснащения участка режущими инструментами (для гибких производственных участков – средства оснащения автоматизированной системы инструментального обеспечения);

- элементы систем стружкоудаления (пневмотранспорт и другое) для стружкоуборочных механизмов, расположенных ниже отметки 0.00, штриховой линией указываются каналы, их размеры и привязка к колонне;

- расстояние от колонны до осевой линии транспортера для автоматической линии и от колонны до первого станка для поточной линии, расстояния от проездов, стен, в специально оговорённых случаях-расстояния между станками.

5. Привязка (координирование) технологического оборудования относительно колонн здания цеха.

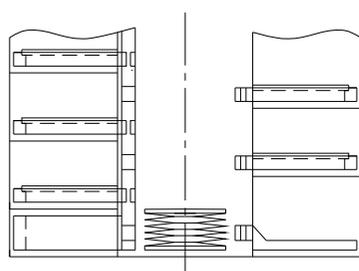
6. Рабочее место станочника-оператора, а также маршрут его перемещений при многостаночном обслуживании.

7. Размещение энергоносителей (воды, пара, сжатого воздуха), электропитания оборудования (силового), приборов и систем управления (низковольтной аппаратуры), а также высоковольтных систем (ТВЧ и др.).

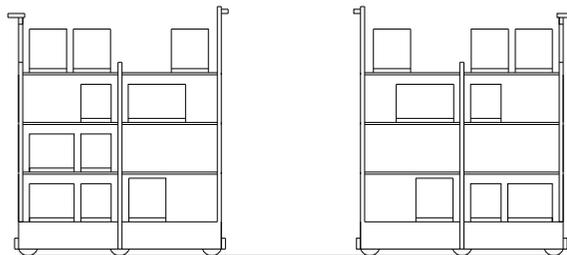
8. Места подвода и слива СОЖ.

9. Направление и интенсивность материальных потоков (заготовок, деталей, межоперационного задела, стружки).

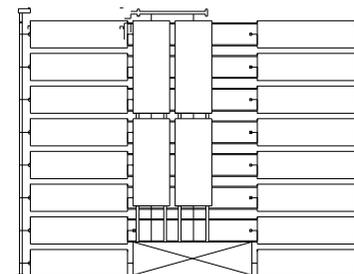
Месторасположение участка в цехе задаётся указанием пролёта, в котором планируется его размещение, и порядковых номеров шага колонн зданий цеха (рис. 7.4). На плане цеха пролёт определяется как площадь, ограниченная двумя смежными продольными: А – Б, Б – В, В – Г и двумя поперечными торцевыми координатными осями: 1 – 7. Расстояние между двумя смежными колоннами каркаса (А–Б; Б–В...) в направлении поперечной разбивочной (координатной) оси – ширина пролёта (L).



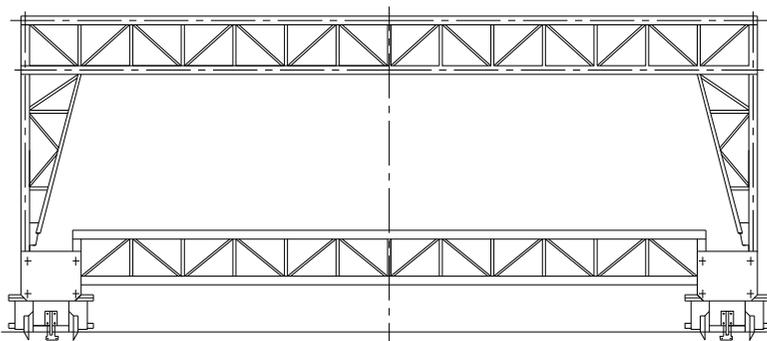
Многоярусный механизированный стеллаж №1806974, B65G



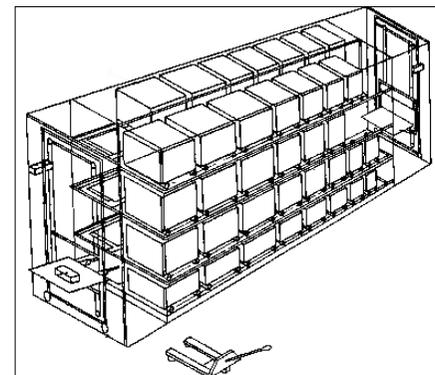
Механизированный склад для штучных грузов №1527100, B65G



Механизированный склад №1765067, B65G



Многоярусный склад-накопитель №1736864, B65G



Механизированный склад №958273, B65G

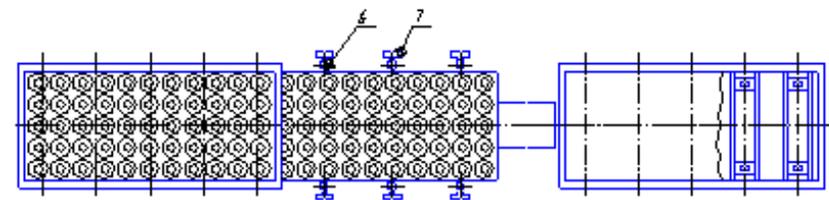
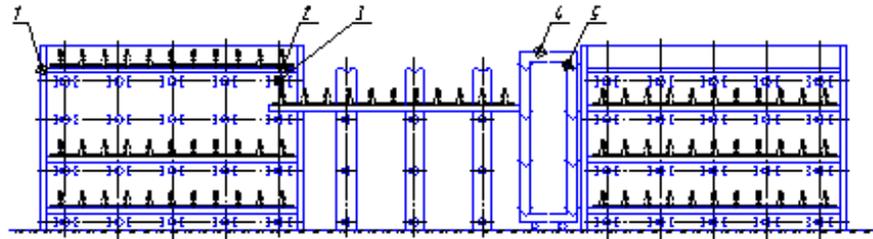
Показатели для сравнения

Номер патента	Условия сопоставимости						Вместимость, W, шт.	Интенсивность обслуживания заявки, шт./мин.	Занимаемая площадь, S, м ²	Плотность укладки грузов, ρ , шт/м ²	Вероят. простоя оборуд. в ожидании обслуживания, с	Трудоёмкость изготовления
	lxbxh	Вместимости мости	Высота складирования ввня	Скорость коорд. перемещений								
				x	y	z						
№1806974, B65G							72	1,07	13,094	5,5	3,5	□
№1527100, B65G							72	1,3	12,124	5,9	4,3	□
№1765067, B65G	795x610x660	72	3м	60	10	6	72	2,3	11,639	6,2	6,4	□
№1736864, B65G							72	0,72	19,3	3,7	5,4	■
№958273, B65G							72	0,42	10,669	6,8	2,6	□

		ВлГУ.120100.8/1.26.1.006.			
Исполн.	М.И.Иванов	Должность	Инженер	Листы	1/1
Провер.	В.И.Сидоров	Должность	Инженер	Листы	1/1
Соглас.	М.И.Иванов	Должность	Инженер	Листы	1/1
Утверд.	М.И.Иванов	Должность	Инженер	Листы	1/1
Дата	15.05.2010	Масштаб	1:1	ар. 7-100	

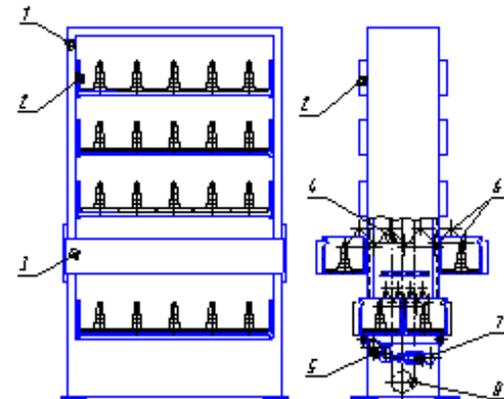
АВТОРЕЗЮМЕ

Степелаж для хранения изделий
Патент №623782 В65G



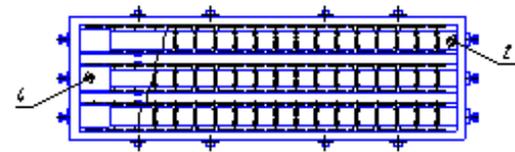
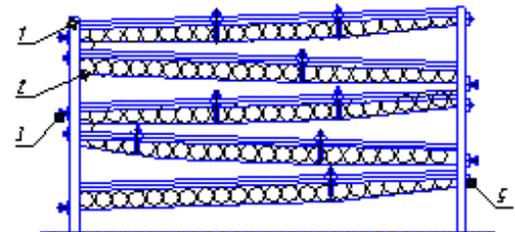
1 - корпус, 2 - соединяющие планки, 3 - роликовые опоры, 4 - механизм, 5 - лобовое устройство, 6 - направляющие стойки, 7 - роликовые опоры

Механизированный многоярусный накопитель
Патент №2029710 В65G



1 - корпус, 2 - соединяющие планки, 3 - выдвигающее устройство, 4 - вертикальный цилиндр, 5 - редуктор, 6 - роторный механизм, 7 - электроподъемник, 8 - лобовики

Гравитационный многоярусный степелаж
Патент №844507 В65G



1 - корпус, 2 - дорожки, 3 - направляющее устройство, 4 - склади, 5 - штычки

Сводная таблица показателей по вариантам

№ п.п.	Перечень гравитационных вариантов накопителя	Высота вылета, мм	Условия совместности вариантов				Показатели для сравнения					
			Размеры				Длина вылета, мм	Длина вылета, мм	Длина вылета, мм	Длина вылета, мм	Длина вылета, мм	
			L, м	H, м	B, м	B _н , м						
1	Перевозимый многоярусный складной накопитель	600000 959	1,15	2,44	0,55	-	2	2,5	15,26	1,81	474,6	15,26
2	Гравитационный многоярусный степелаж	600000 959	1,15	2,44	0,55	-	2	2,5	0,12	1,26	691,7	4,2
3	Механизированный многоярусный накопитель	600000 959	1,15	2,44	0,55	-	2	2,5	15,71	2,19	189,4	15,72
4	Степелаж для хранения изделий	600000 959	1,15	2,44	0,55	-	2	2,5	17,57	1,9	452,1	17,6

- собственная разработка (см. лист 9)

№ п.п. 120100 В / 101.100 Г Ч

Патентная комиссия

Итого: 11

Итого: 11

Расстояние между двумя смежными колоннами каркаса в направлении продольной разбивочной оси – шаг колонн (t). Сетка колонн – $L \times t$ (например – 24 x 12). В корпусах, создаваемых на базе типовых строительного-монтажных конструкций отечественного производства, эти параметры имеют следующие значения серийного ряда: L – (6); (12); 18; 24; 30; 36 м; t – (6); 12; 18; 24 м. В скобках указаны параметры координатной сетки, применяемой для нижних этажей многоэтажных производственных корпусов. Подчёркнуты предпочтительные координаты сетки. Типовые габаритные схемы многоэтажных зданий, в которых “увязаны” модули, пролет, шаг, высота здания, грузоподъёмность мостового крана, расстояние до головки кранового рельса, размеры поперечного сечения колонны, см. в работе [12, с. 76-78] . Месторасположение оборудования на участке цеха задаётся расстояниями от колонн: в направлении продольной и поперечной осей (рис. 7.5).

Расстояния “а” и “б” и расстояние между станками и конвейером и т.д. принимаются по нормам [1, 16, 17], основные значения даются в табл. 7.1 – 7.4.

Технологическое оборудование на плане участка показывается контурами, они вычерчиваются на основе паспортных данных станков. Виды в плане станков в масштабе 1:100, их размеры и потребляемая мощность даны в табл. 7.5. В табл. 7.6 приведены условные обозначения в соответствии со СНиП элементов конструкции производственного здания, энергозапитки оборудования, подвода к нему СОЖ, сжатого воздуха и др. Пример обозначения рабочих мест станочника, подвода к оборудованию энергоносителей показан на рис.7.6.

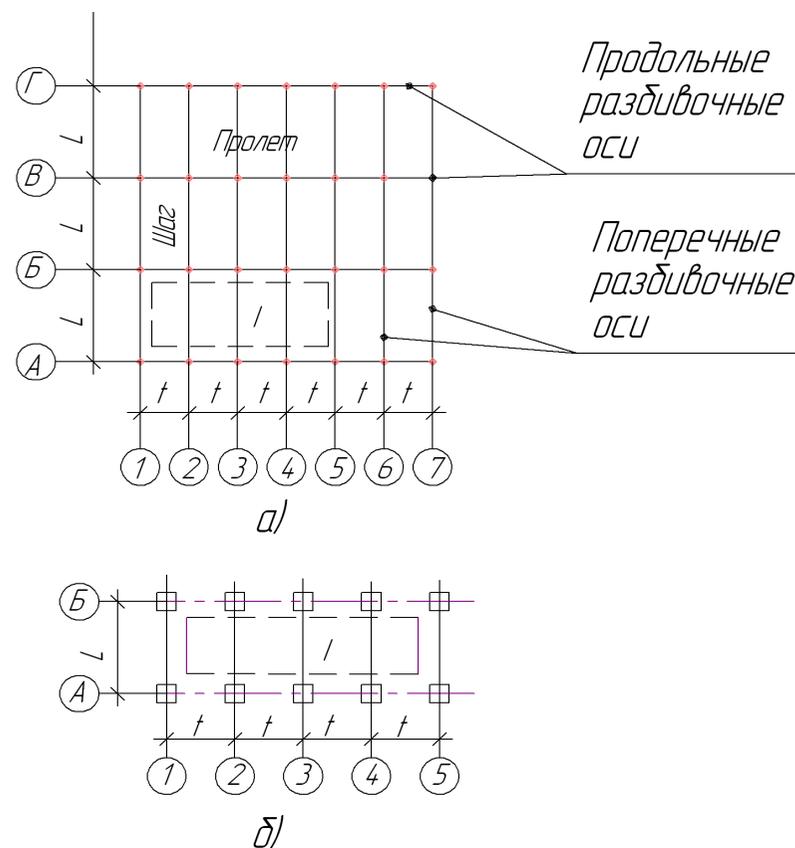


Рис. 7.4. Схема здания цеха и вариант расположения участка механообработки в цехе:

- а – размещение участка механообработки на плане цеха;
- б – привязка участков механообработки;
- L – ширина пролёта;
- t – шаг колонн;
- I – участок механической обработки деталей

Таблица 7.3

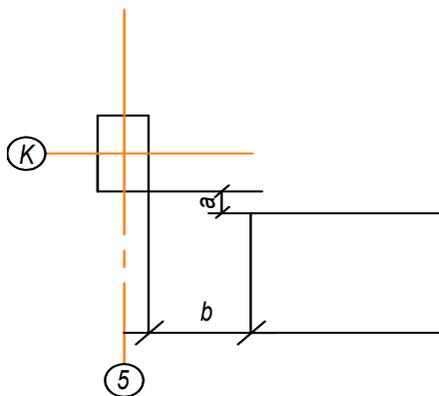


Рис. 7.5. Привязка оборудования к колоннам здания

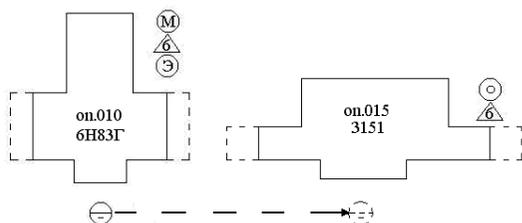


Рис. 7.6. Примеры обозначения мест расположения рабочих подводок различных сетей и нумерации оборудования

Схемы расположения станков	Эскиз	Наименьшее расстояние между станками		
		Мелкими	Средними	Крупными
Станки расположены в «затылок»		800	900	1000
Каждый станок обслуживает один рабочий		1400	1500	1600
Два станка обслуживает один рабочий		800	900	—

Таблица 7.1

Наименьшие расстояния между боковыми сторонами станков, мм

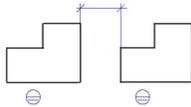
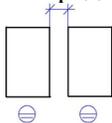
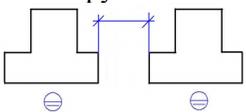
Виды станков	Наименьшее расстояние между боковыми сторонами станков		
	Мелких 	Средних 	Крупных 
Токарные, револьверные патронные, горизонтальные токарные автоматы	400	500-600	600-700
Вертикальные многошпиндельные токарные полуавтоматы, карусельно-токарные, вертикально-расточные, вертикально-протяжные	—	600-700	900-1000
Вертикально-сверлильные	400	500	500
Горизонтально- и вертикально-фрезерные	400	500	600
Продольно-фрезерные, плоскошлифовальные двухстоечные	—	700	800-900
Зубофрезерные, зубострогальные, зубодолбежные (обслуживаемые с боковых сторон)	400-500	500-600	700-800
Радиально-сверлильные: расстояние между концами рукавов при развороте на угол 45°	—	500	600
То же на угол 180°	—	200	300
Кругло- и внутришлифовальные, плоскошлифовальные	400	600	800

Таблица 7.2

Наименьшие расстояния между тыльными сторонами станков, мм

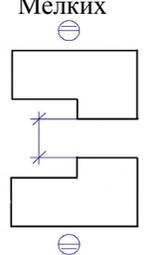
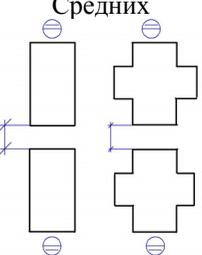
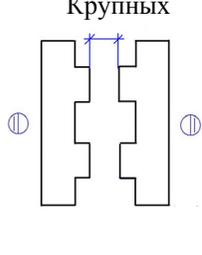
Виды станков	Наименьшее расстояние между тыльными сторонами станков		
	Мелких	Средних	Крупных
			
Токарные, револьверные патронные, зубофрезерные, зубострогальные, вертикально-протяжные, шлифовальные	400	500	600
Горизонтальные токарные полуавтоматы, продольно-фрезерные, плоскошлифовальные с продольным столом двухстоечные	500	600	700
Вертикальные многошпиндельные токарные полуавтоматы, карусельно-токарные	—	700	900
Вертикально-сверлильные, горизонтально- и вертикально-фрезерные	400	400	500
Радиально-сверлильные	—	600	800

Таблица 7.4

Наименьшие расстояния от станков до стен и колонн здания, мм

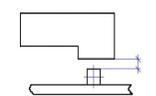
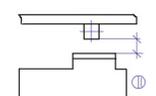
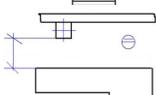
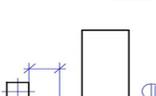
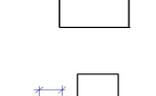
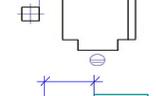
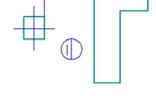
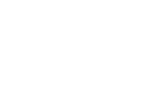
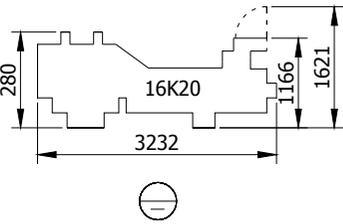
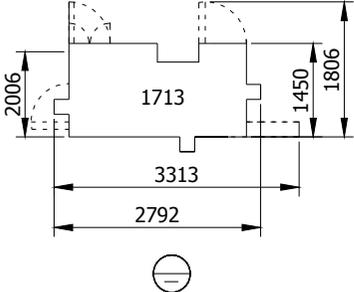
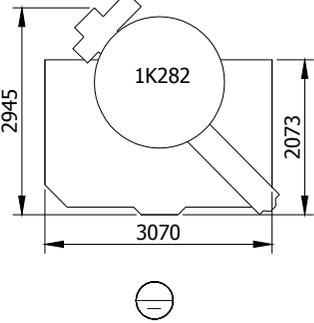
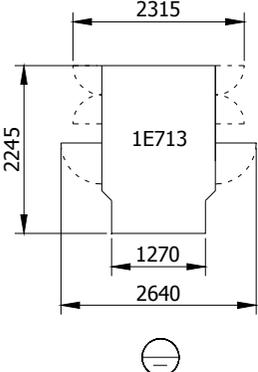
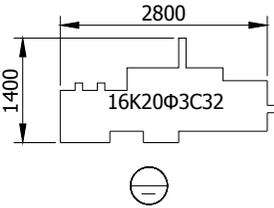
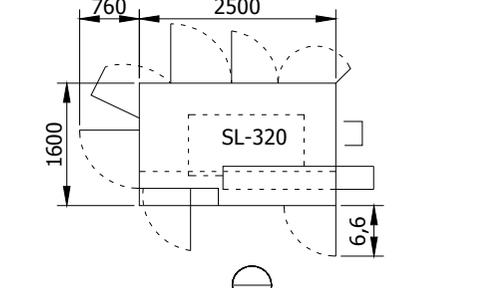
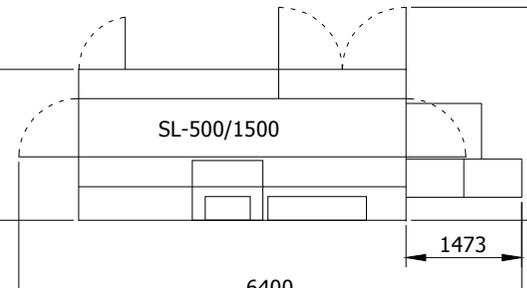
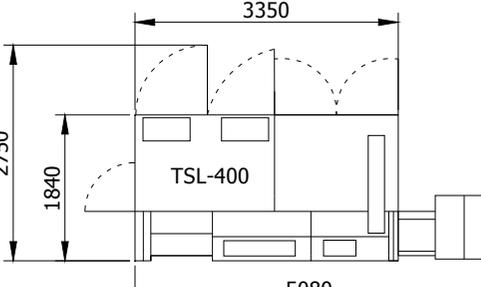
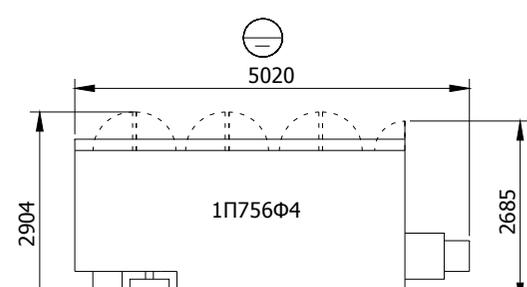
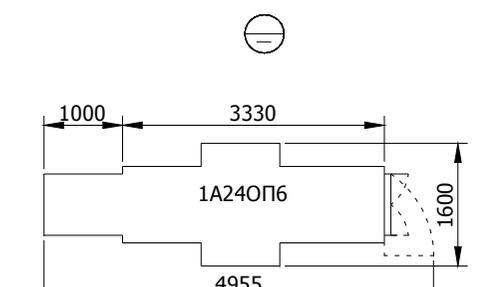
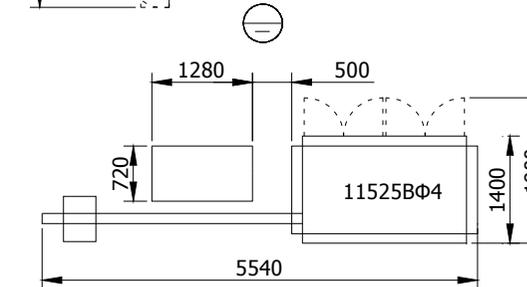
Характеристика размеров	Эскиз	Наименьшее расстояние между станками и колоннами		
		Мелкими	Средними	Крупными
От выступающих конструкций стены до: тыльной стороны станка		400	500	700
				
боковой стороны фронта станка		400	500	600
				
от колонны до: тыльной стороны станка		1000	1200	1500
				
боковой стороны станка		300	400	600
				
фронта станка		400	500	600
				
		700	800	1000

Таблица 7.5

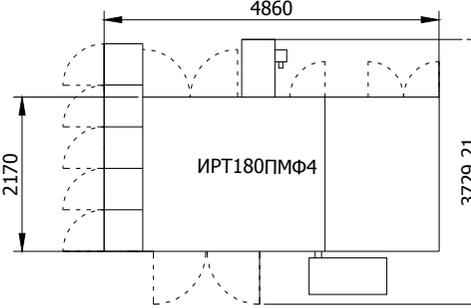
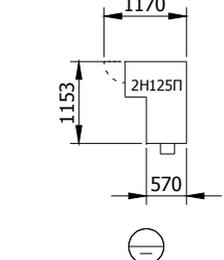
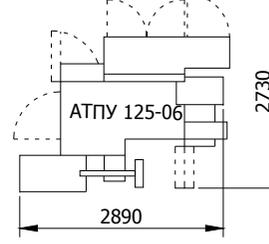
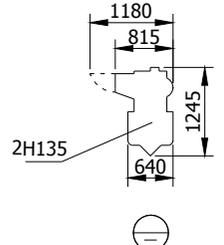
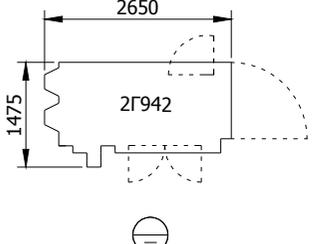
Виды в плане и размеры станков

№ п.п	Наименование и модель оборудования. Потребляемая мощность.	Вид в плане (Размеры в соответствии с паспортом)	№ п.п	Наименование и модель оборудования. Потребляемая мощность.	Вид в плане (Размеры в соответствии с паспортом)
1	Токарный станок 16К20 P=10кВт		4	Токарно-копировальный многорезцовый полуавтомат 1713 P=22кВт	
2	Токарный станок 1К282 P=35,7кВт		5	Токарно-копировальный полуавтомат 1E713 P=10,5кВт	
3	Токарный станок 16К20Ф3С32 P=17кВт				

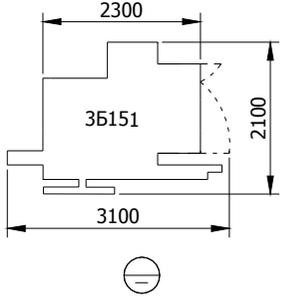
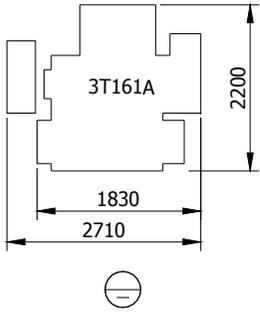
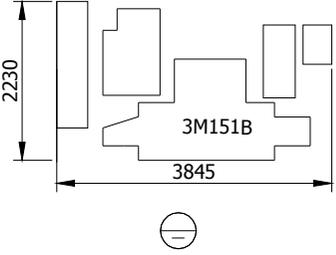
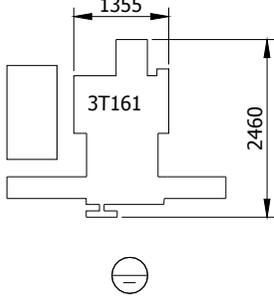
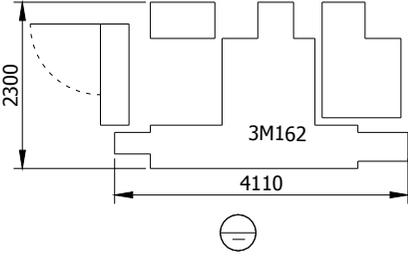
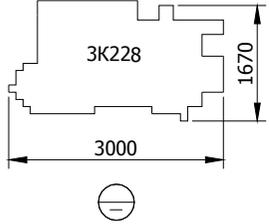
Продолжение табл. 7.5

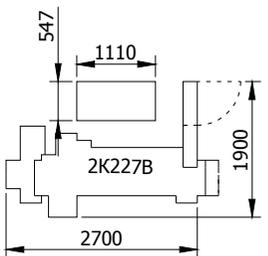
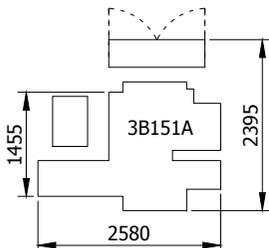
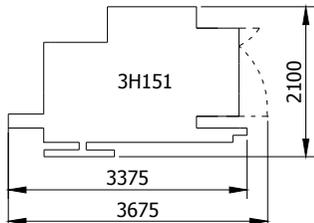
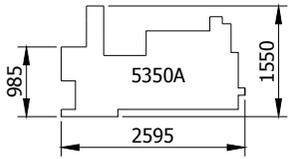
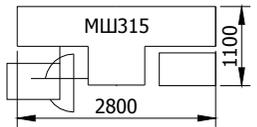
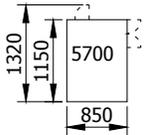
№ п.п	Наименование и модель оборудования. Потребляемая мощность.	Вид в плане (Размеры в соответствии с паспортом)	№ п.п	Наименование и модель оборудования. Потребляемая мощность.	Вид в плане (Размеры в соответствии с паспортом)
6	Токарный центр SL-320 P=22кВт		9	Токарный центр SL-500/1500 P=26кВт	
7	Токарный станок с ЧПУ TSL-400 P=22кВт		10	Токарно-резцовый полуавтомат 1П756Ф4 P=43,43кВт	
8	Токарно-6-ти шпиндельный полуавтомат 1А240П6 P=17кВт		11	Токарный станок с ЧПУ 11525ВФ4 P=7,5кВт	

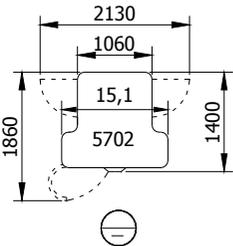
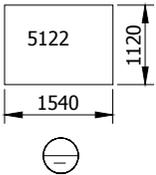
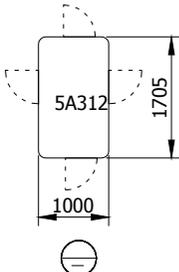
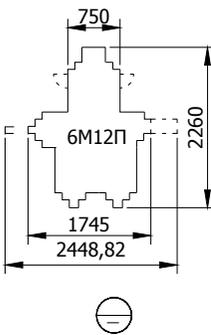
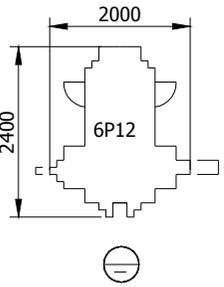
Продолжение табл. 7.5

№ п.п	Наименование и модель оборудования. Потребляемая мощность.	Вид в плане (Размеры в соответствии с паспортом)	№ п.п	Наименование и модель оборудования. Потребляемая мощность.	Вид в плане (Размеры в соответствии с паспортом)
12	Специальный токарный полуавтомат ИРТ180ПМФ4 P=15кВт		14	Вертикально-сверлильный станок 2Н125П P=2,2кВт	
13	Токарный производственный модуль АТПУ 125-06 P=16кВт		15	Вертикально-сверлильный одношпиндельный станок 2Н135 P=4кВт	
			16	Фрезерно-центровальный станок 2Г942 P=22кВт	

Продолжение табл. 7.5

№ п.п	Наименование и модель оборудования. Потребляемая мощность.	Вид в плане (Размеры в соответствии с паспортом)	№ п.п	Наименование и модель оборудования. Потребляемая мощность.	Вид в плане (Размеры в соответствии с паспортом)
17	Круглошлифовальный станок 3Б151 P=9,6кВт		20	Торцекругло-шлифовальный станок 3Т161А P=15,54кВт	
18	Круглошлифовальный станок 3М151В P=7,5кВт		21	Торцекругло-шлифовальный станок 3Т161 P=15кВт	
19	Круглошлифовальный станок 3М162 P=17кВт		22	Внутри-шлифовальный станок 3К228 P=4,5кВт	

№ п.п	Наименование и модель оборудования. Потребляемая мощность.	Вид в плане (Размеры в соответствии с паспортом)	№ п.п	Наименование и модель оборудования. Потребляемая мощность.	Вид в плане (Размеры в соответствии с паспортом)
23	Внутри-шлифовальный станок 2К227В Р=8,42кВт	 <p style="text-align: center;">⊖</p>	26	Кругло-шлифовальный станок 3В151А Р=14,76кВт	 <p style="text-align: center;">⊖</p>
24	Кругло-шлифовальный станок 3Н151 Р=7кВт	 <p style="text-align: center;">⊖</p>	27	Шлице-фрезерный горизонтальный 5350А Р=11,65кВт	 <p style="text-align: center;">⊖</p>
25	Шлице-шлифовальный станок МШ315 Р=4кВт	 <p style="text-align: center;">⊖</p>	28	Зубошвинговальный станок 5700 Р=1,2кВт	 <p style="text-align: center;">⊖</p>

№ п.п	Наименование и модель оборудования. Потребляемая мощность.	Вид в плане (Размеры в соответствии с паспортом)	№ п.п	Наименование и модель оборудования. Потребляемая мощность.	Вид в плане (Размеры в соответствии с паспортом)
29	Зубошевинговальный полуавтомат 5702 P=7кВт		31	Зубодолбежный станок 5122 P=2,9кВт	
30	Зубофрезерный полуавтомат 5А312 P=5кВт		32	Фрезерный станок 6М12П P=9кВт	
31			33	Вертикально-фрезерный станок 6Р12 P=8кВт	

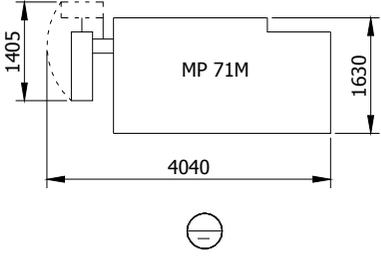
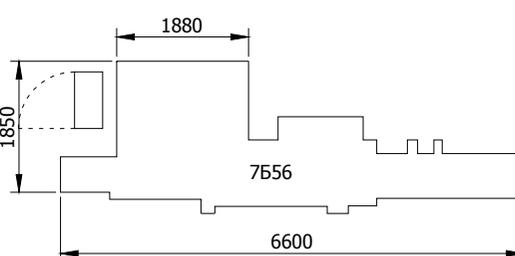
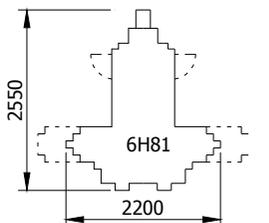
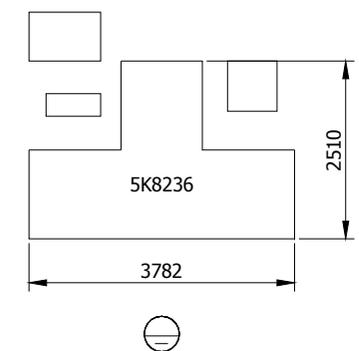
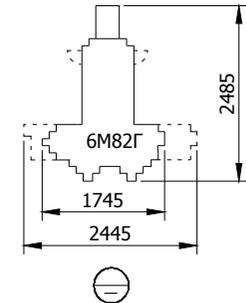
№ п.п	Наименование и модель оборудования. Потребляемая мощность.	Вид в плане (Размеры в соответствии с паспортом)	№ п.п	Наименование и модель оборудования. Потребляемая мощность.	Вид в плане (Размеры в соответствии с паспортом)
34	Двусторонний фрезерно-центровый полуавтомат МР-71М P=18,63кВт		37	Горизонтально-протяжной станок 7Б56 P=30кВт	
35	Горизонтально-фрезерный станок 6Н81 P=4кВт		38	Резьбошлифовальный станок 5К8236 P=6,26кВт	
36	Горизонтально-фрезерный консольный станок 6М82Г P=9,7кВт				

Таблица 7.6

Условные обозначения, применяемые на планировочных решениях проектов

Наименование	Условные обозначения	Наименование	Условные обозначения
Подвод холодной воды		Пульт управления	
Подвод холодной воды с отводом в канализацию		Пожарный кран	
Подвод пара		Слесарный верстак	
Подвод сжатого воздуха $p = 60,8$ МПа		Контрольный стол	
Подвод сжатого воздуха $p = 30,4$ МПа		Место складирования заготовок или деталей	
Подвод эмульсии		Контрольный пункт	
Подвод содового раствора		Шкаф	
Подвод масла (сульфофрезоло)		Стена	
Слив в канализацию		Окно	
Местный вентиляционный отсос		Колонна	
Подвод спецтоков		Одностворчатые двери: правая	
Местное освещение		левая	
Щит управления, шкаф управления		Двухстворчатые двери и ворота	
		Раздвижные двери и ворота	

Форма представления экспликации оборудования дана в табл. 7.7.

Таблица 7.7

Экспликация оборудования участка механической обработки

Номер операции	Операция	Наименование и модель технологического оборудования	Кол-во	Потребляемая мощность, кВт

В условные обозначения включают установленные разработчиком обозначения входящего и выходящего потока, направление технологического потока, потока стружки, контрольных столов, пультов управления и т.д., в условные обозначения не включаются обозначения, предусмотренные ГОСТами, например конструктивных элементов зданий (стен, колонн и т.д.).

Масштаб представления плана участка – 1:50, 1:100, 1:150, 1:200. Выбор масштаба зависит от количества оборудования, его габаритов и степени оснащённости средствами автоматизации, механизации, оргтехоснасткой.

Примеры планировочных решений участков даются на с. 201-204.

Требования к представлению средств автоматизации грузопотока

На листе форматом А1 должен быть представлен общий вид и технические характеристики склада, накопителя, транспортной системы и др. Примеры их выполнения показаны на с. 205 - 206.

8. ЗАЩИТА КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Полностью выполненный, подписанный руководителем курсовой проект представляется к защите перед комиссией. В комиссию входят три преподавателя кафедры. Защита проходит открыто, в присутствии других студентов группы. На представлении курсового проекта студенту отводится 10 минут. Материал по теме курсового проекта реко-

мендуется излагать в следующей последовательности:

1. Тема курсового проекта;
2. Задание на курсовой проект;
3. Постановка задач на проектирование. Исходя из чертежа детали, её классификационных признаков, типа производства формулируются требования, которым должен удовлетворять технологический процесс, раскрываются известные решения, принятые для выполнения указанных требований. Проводится их анализ: называются преимущества, недостатки. Исходя из того насколько удовлетворяют данные решения поставленным требованиям, формулируется перечень задач, которые необходимо было решить при разработке технологического процесса и планировочного решения участка, проведенных патентных исследований.

4. Методы решения поставленных задач. На концептуальном уровне раскрываются возможные варианты решения каждой из задач. Называются критерии выбора окончательного варианта. Кратко раскрывается содержание основных проработок по данному варианту.

5. Полученные результаты. Называются показатели проекта. Дается заключение о целесообразности использования предлагаемых в курсовом проекте решений.

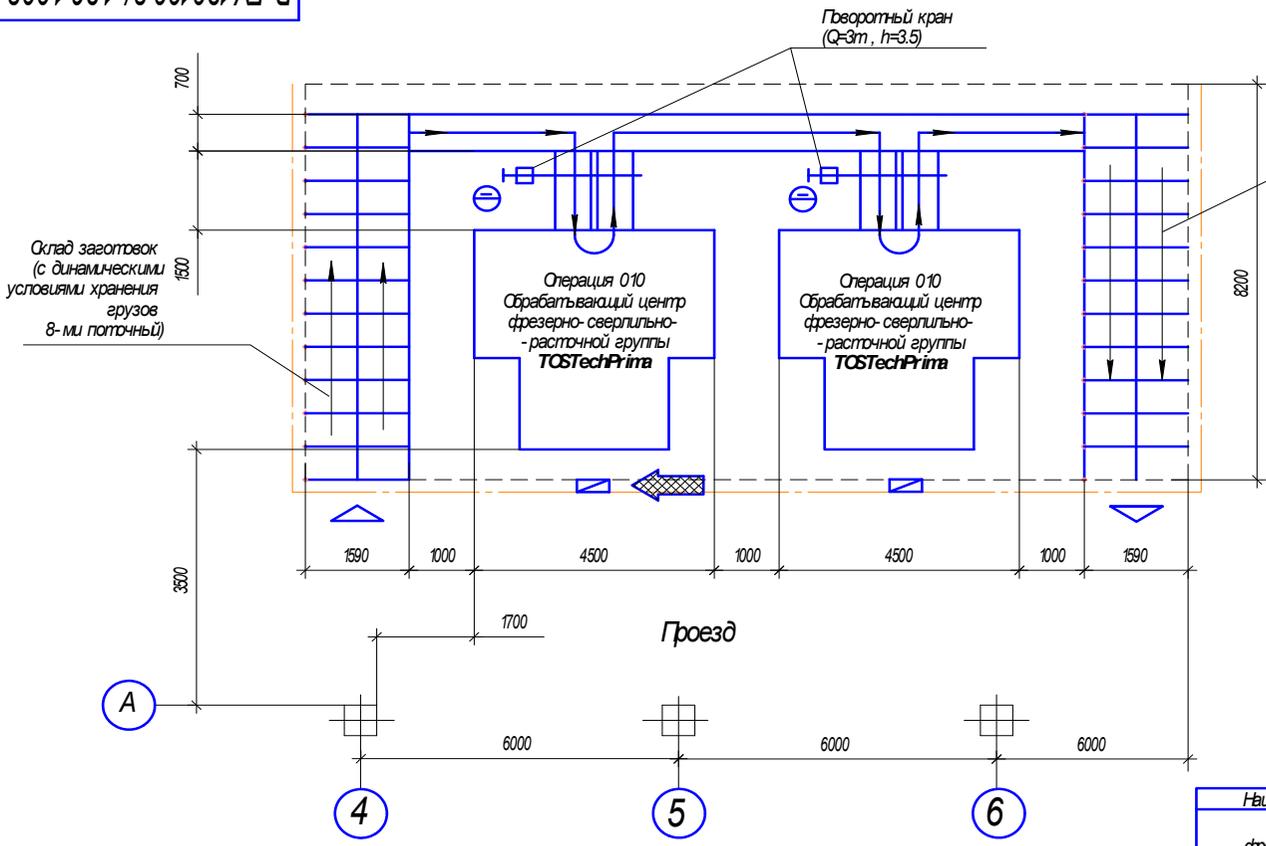
Затем следует обсуждение доклада. Студенту могут быть заданы вопросы как со стороны комиссии, так и со стороны студентов.

Зачёт по курсовому проекту дифференцированный. При решении вопроса об оценке уровня выполнения курсового проекта принимаются во внимание уровень и обоснование предложенных решений, содержание и оформление пояснительной записки и чертежей, доклад и ответы на вопросы.

После защиты курсового проекта титульный лист пояснительной записки подписывается руководителем проекта и членами комиссии с указанием оценки и даты защиты. Курсовой проект сдаётся на хранение на кафедру. Чертежи сворачиваются до формата А4 так, чтобы основная надпись была снаружи сложенного листа.

ВЛГУ.120100.8/ 126.1.008

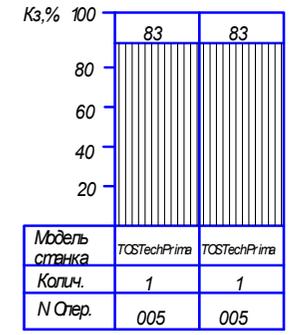
Грив. примен.
Стрив. №
Грив. и дата
Иив. №/дубл.
Вив. иив. №
Грив. и дата
Иив. №/дубл.



Склад деталей (с динамическими условиями хранения грузов 8-ми поточный)

Склад заготовок (с динамическими условиями хранения грузов 8-ми поточный)

График загрузки оборудования на участке обработки станков



Экспликация оборудования на участке обработки станков

Наименование и модель станка	Кол.	Потребляемая мощность
Обрабатывающий центр фрезерно-сверлильно-расточной группы ТСТехPrima	2	22

- Условные обозначения :
- Входящий поток
 - Выходящий поток
 - Поток стружки
 - Направление технологического потока
 - Направление грузопотока на складе
 - Лок для уборки стружки

Иив. Лист	№ докум.	Грив.	Дата
Разраб.	Ханин А.Е		
Грив.	Мирошникова В.Д.		
Т.контр.			
Ииконтр.	Мирошникова В.Д.		
Утв.	Мроззов В.В.		

ВЛГУ.120100.8/ 126.1.008

Планировочное решение участка механической обработки станков

Лист	Масса	Масштаб
У		1:200
Лист 1		Листов 1

гр. Т-100

Копировал

Формат А3

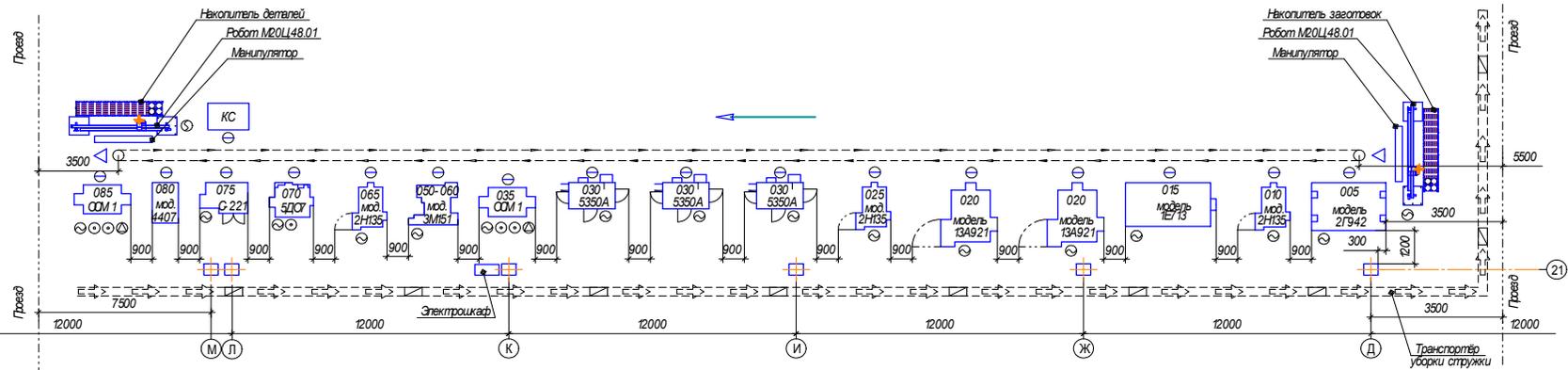
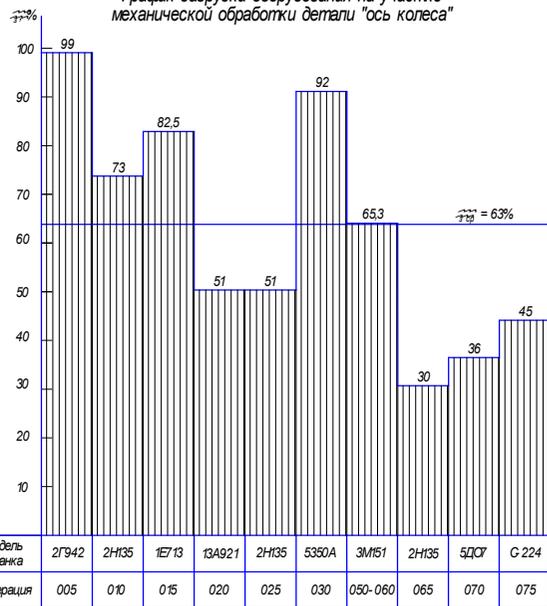


График загрузки оборудования на участке механической обработки детали "ось колеса"



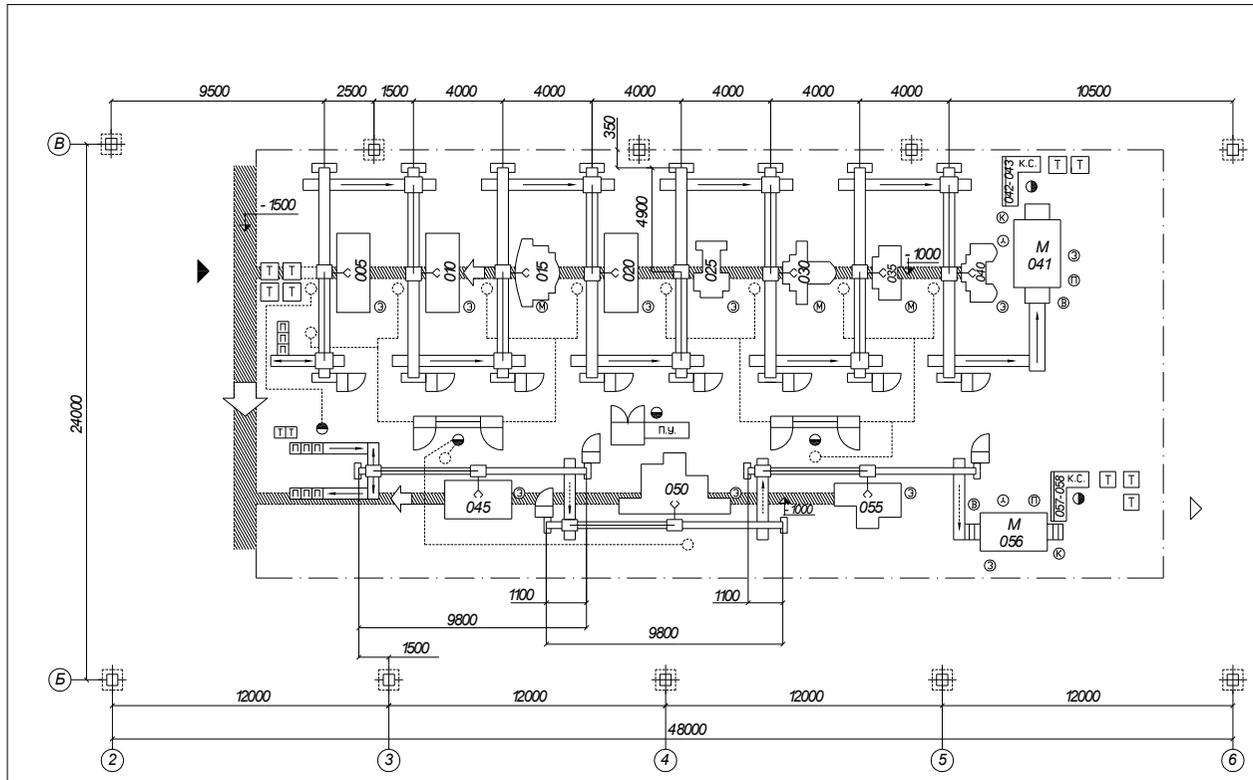
Условные обозначения

- входящий поток
- выходящий поток
- направление технологического потока
- поток стружки
- ленточный конвейер
- рабочее место станочника
- лок для уборки стружки
- подвод электроэнергии
- подвод воздуха
- подвод воды
- подвод пара

Экспликация оборудования на участке механической обработки детали "ось колеса"

№ операции	Наименование операции	Наименование и модель станка	Кол-во оборуд.	Потребл мощность, Квэ
005	Фрезерно - центровая	Фрезерно - центровой 2Г942	1	12,5
010	Вертикально - сверлильная	Вертикально - сверлильный 2Н135	1	4,5
015	Токарно - копировальная	Токарно - копировальный 1Е713	2	12,5
020	Вертикально - сверлильная	Вертикально - сверлильный 13А921	1	12
025	Вертикально - сверлильная	Вертикально - сверлильный 2Н135	1	4,5
030	Шлицефрезерная	Шлицефрезерный 5350А	3	7,5
050-060	Кругошлифовальная	Кругошлифовальный 3М151	1	10
065	Вертикально - сверлильная	Вертикально - сверлильный 2Н135	1	4
070	Резьбонарезная	Резьбонарезной 5Д07	1	3
075	Полеровальная	Полеровальный С 221	1	4
080	Отделочно-зачистная	Отделочно-зачистной 4407	1	3
035, 085	Промывочная	Мочная машина ООМ 1	2	-
		Электрощаф	1	-
		Робот М20L48.01	2	4,5
		Манипулятор	2	3
		Накопитель заготовок	1	-
		Накопитель деталей	1	-
		Транспортер уборки стружки	1	8

ВлГУ.120.100.8/ 103.1.14Т4				Лист	Масштаб
Планировочное решение участка				1	1:100
Колосов				Лист № 1	Листов 16
ВлГУ ВТ-199				Формат А1	



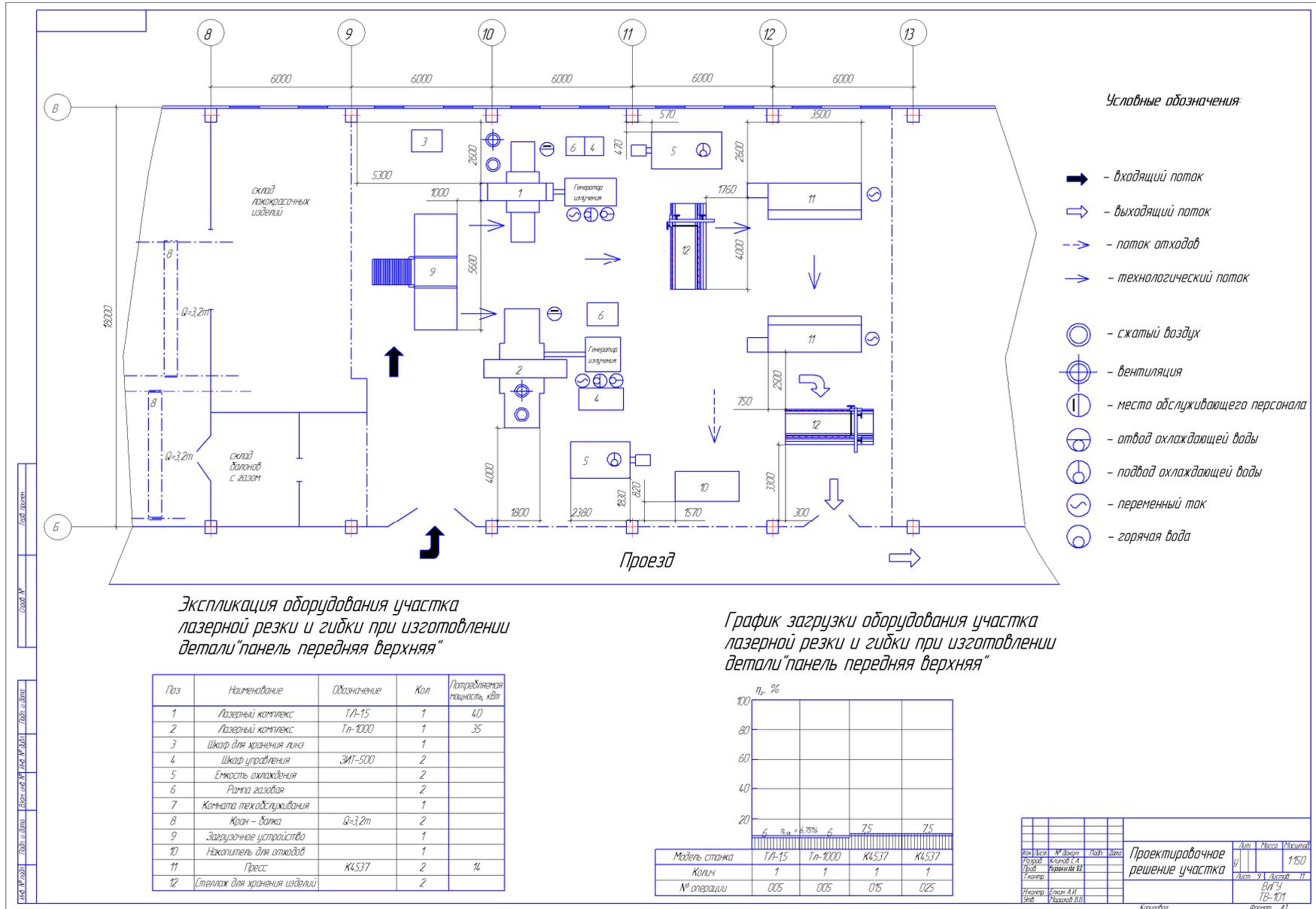
Экспликация оборудования участка механической обработки детали "вал-шестерня"

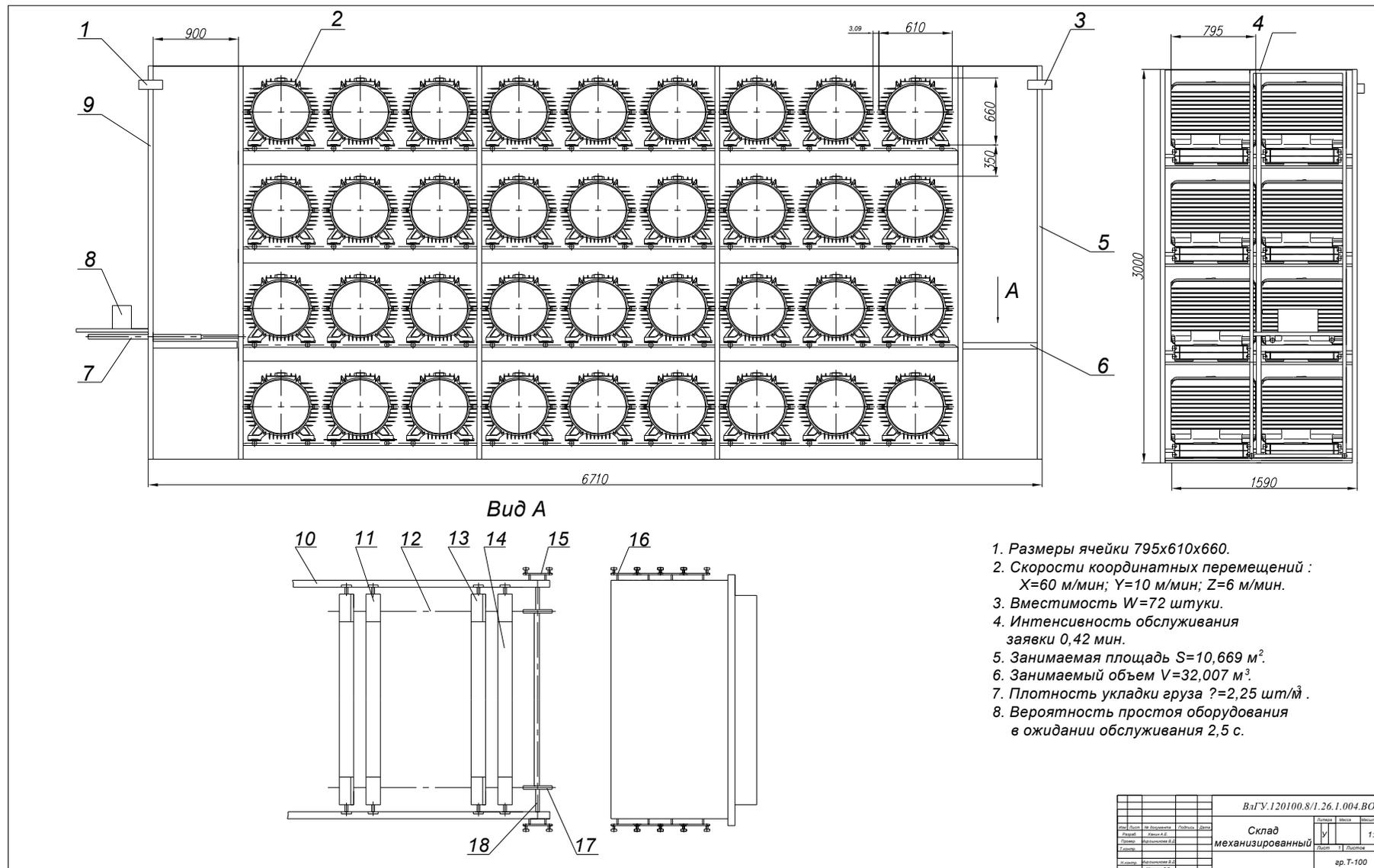
№ оп.	Наименование операции	Модель, тип станка	Г/потребл. мощность кВт	Кол-во ед.
005	Токарно-гидрокопировальная	1Е713	25	1
010	Токарно-гидрокопировальная	1Е713	25	1
015	Шлицекаточная	ГБ7738	150	1
020	Токарно-гидрокопировальная	1Е713П	25	1
025	Зубопротяжная	5С268	11	1
030	Зубовинтование	6Д82Ш	7,5	1
035	Резьбонакатная	А9521	15	1
040	Фрезерная	6Д82Ш М	15	1
045	Токарно-гидрокопировальная	1Е713П	25	1
050	Торце-круглошлифовальная	ХШ-12	15	1
055	Суперфиниш-рование	ЗД870Б	2,5	1
041-056	Санитарная обработка	Мвечная машина СМ 4921	7	2
Итого:			313	13

Условные обозначения

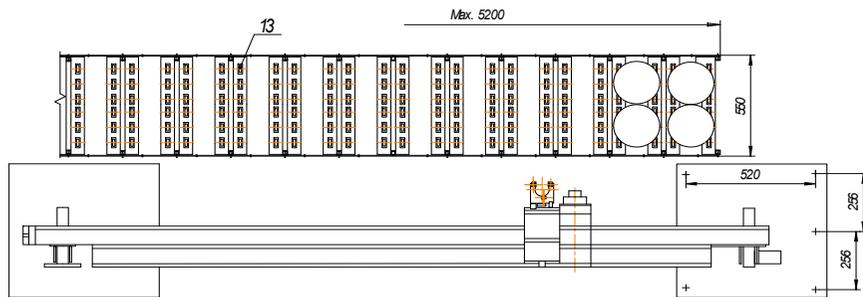
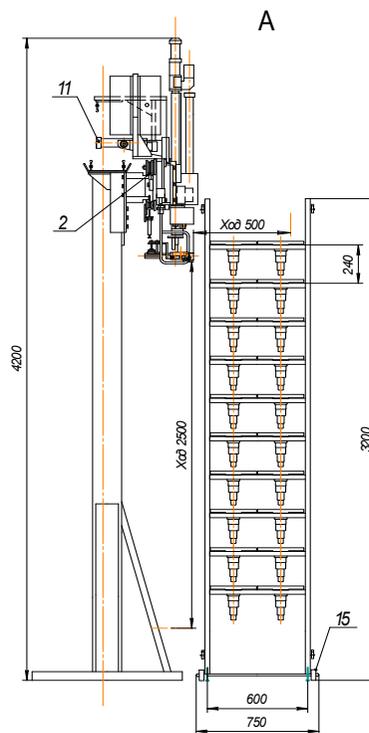
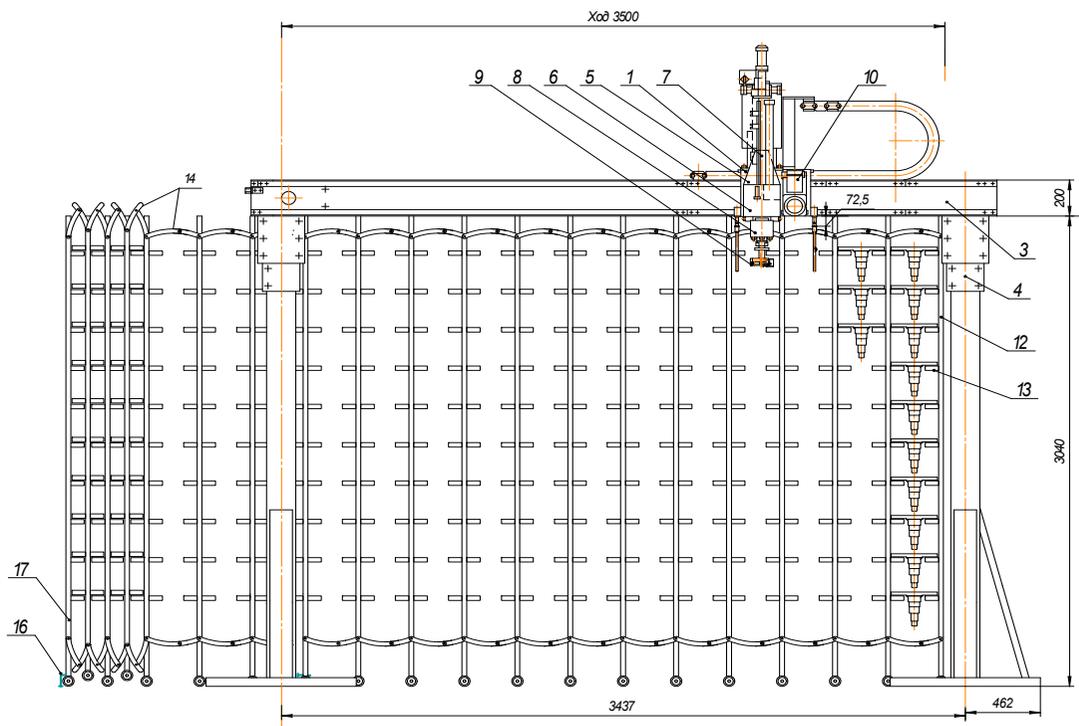
- | | | | |
|---|----------------------------------|--|--------------------------------------|
| ▶ - входящий поток | ⊙ - местный вентиляционный отсос | ▬▬▬ - желоб/склиз | ⊖ - подвод эмульсии |
| ▷ - выходящий поток | T - пара | ▨▨▨ - тоннель/канал | Ⓜ - подвод масла |
| → - направление технологического потока | П - полетта | □ - скват робота для стружкоуборочного конвейера | Ⓚ - отвод воды в канализацию |
| ↘ - направление потока стружки | К.С. - контрольный стол | ▬▬▬ - стол наладчика | Ⓟ - подвод скатного воздуха p=3 атм. |
| Ⓟ - подвод воды | п.у. - пульт управления | ▬▬▬ - шпаловый стол | |
| Ⓟ - подвод пара | Щ - щит управления роботом | ▬▬▬ - транспортер | |

№ докум.	Год	Вып.	плановочное решение участка	Лист	Масштаб
Выполн.	Масштаб	Конт.		У	1:100
Провер.	Масштаб	Конт.		Лист	Листов
Исполн.				ВпГУ	
Упр.					





ВЛГ1001.801.103.109ГЧ



A

Лист № 1
 Стр. № 1
 Год 2010
 Вып. № 103.109ГЧ
 Год 2010

				ВЛГ1001.801.103.109ГЧ			Лит	Масса	Масштаб
Исполн	М.Ф.Окулов	Год	2010	Автоматизированный склад			у	15	
Проект	Меркулова							Лист 09	Листов 16
Контр.	Меркулова							ВЛГ1001.801.103.109ГЧ	
Изм.	Меркулова							Формат А1	

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Балабанов, А. Н. Краткий справочник технолога-машиностроителя / А.Н. Балабанов. – М.: Изд-во стандартов, 1992. – 464 с. – ISBN 5.7050-0153-3.
2. Горбацевич, А. Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учеб. пособие / А.Ф. Горбацевич, В. А Шкред: 4-е изд. – Минск: Вышэйш. шк., 1983. - 256 с.
3. Клейнрок, Л. Теория массового обслуживания / Л. Клейнрок. - М.: Машиностроение, 1981.- 432 с.
4. Козырев, Ю. Г. Промышленные роботы: справочник / Ю. Г. Козырев, изд. 2-е перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1988.-392 с. – ISBN 5-217-00174-7.
5. Кузнецов, Ю. И. Оснастка для станков с ЧПУ: справочник / Ю.И. Кузнецов, А.Р. Маслов, А.Н. Байков.- М.: Машиностроение, 1990. - 512 с. – ISBN 5-217-01114-9.
6. Курсовой проект по технологии машиностроения: метод. указания для студентов спец. 0501/ сост. Д.И. Лихачевский. Владим. политехн. ин-т. – Владимир, 1978.- 20 с.
7. Пухальский, В. А. Как читать чертежи и технологическую документацию / В.А. Пухальский, А.В. Стеценко. – М.: Машиностроение, 2005. - 144 с. – SBN 5-217-03283-9.
8. Маликов, О. Б. Склады промышленных предприятий: справочник / О.Б. Маликов, А. Р. Малкович. - Л.: Машиностроение. Ленингр. отд.-ние,1989. - 672 с.
9. Методика отработки конструкций на технологичность и оценка уровня технологичности изделий машиностроения и приборостроения. – М.: Изд-во стандартов, 1973. - 56 с.

10. Методические указания к расчету экономической эффективности внедрения новых технологических процессов для студентов машиностроительных специальностей (дипломное проектирование) / сост. И.М. Бабук. – Минск: Белорус. гос. политехн. акад., 1992.- 18 с.

11. Методические указания по проведению патентных исследований при дипломном и курсовом проектировании / сост. Л.Ф. Жиркова. Владим. политехн. ин-т. – Владимир, 1981.- 12 с.

12. Мирошникова, В. Д. Проектирование машиностроительного производства: учеб. пособие и задания к курсовой работе / В.Д. Мирошникова., В.А. Каширин, Т.Д. Мирошникова. - Владим. гос. ун-т. – Владимир, 2003. - 144 с. – ISBN 5-89368-416-8.

13. Мирошникова, В. Д. Исследование варьирования морфологии устройств хранения (накопления) с ячеистой структурой для штучных грузов на множестве их известных решений / В. Д. Мирошникова // Проектирование и технология электронных средств.- Владимир: Посад. – 2003. - № 3. - С. 33-37.

14. Мирошникова, В. Д. Модели формирования потребительских свойств устройств хранения (накопления) штучных грузов / В.Д. Мирошникова, Т.Д. Мирошникова // Производственные технологии и качество продукции: материалы V Междунар. науч.-техн. конф.- Владимир, 2003. - С. 267 - 272.

15. Мирошникова В.Д. Систематизация устройств хранения (накопления) для штучных грузов на основе внутренних свойств / В.Д. Мирошникова, Т.Д. Мирошникова // Проектирование и технология электронных средств. - Владимир: Посад.- 2004.- № 3. – С. 22 - 28.

16. Вороненко, В. П. Проектирование автоматизированных

участков и цехов: учеб. для машиностроительных спец. вузов / В.П. Вороненко [и др.]; под ред. Ю.М. Соломенцева. 2-е изд., испр. – М.: Высш. шк., 2000. - 272 с. – ISBN 5-06-003663-4.

17. Андерс, А. А. Проектирование заводов и механосборочных цехов в автотракторной промышленности: учеб. пособие / А.А. Андерс, Н.М. Потапов, А.В. Шулешкин. – М.: Машиностроение, 1982. - 271 с.

18. Бабук, В.В. Проектирование технологических процессов механической обработки в машиностроении: учеб. пособие / В.В. Бабук [и др.]. – Минск: Вышэйш. шк. 1987.- 255 с.

19. Великанов К. М., Расчеты экономической эффективности новой техники : справочник / Великанов К.М. [и др.]; 2-е изд., перераб. и доп. Л.: Машиностроение, 1989. - 448 с. – ISBN 5-217-00414-2.

20. Расчет припусков на обработку деталей: метод. указания к практ. занятиям по дисциплине «Технология машиностроения» / сост. Т.А. Желобова; Владим. гос. ун-т. – Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та, 2005. - 52 с.

21. Розенберг, В. Я. Что такое теория массового обслуживания? / В.Я. Розенберг, А.И. Прохоров. – М.: Совет. радио, 1965. - 255 с.

22. Саати, Т. Л. Элементы теории массового обслуживания и ее приложения / Т.Л. Саати. - М.: Совет. радио, 1971. - 520 с.

23. Смехов, А. А. Автоматизированные склады / А.А. Смехов. – 3-е изд. перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1979. - 288 с.

24. Спиваковский, А. О. Транспортирующие машины: учеб. пособие для вузов. 3-е изд., перераб. / А.О. Спиваковский., В.К. Дьячков. - М.: Машиностроение, 1983. - 487 с.

25. Справочник технолога-машиностроителя: в 2 т./ под ред. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1985.- Т.1. 656 с.; Т.2. 496 с.

26. Схиртладзе, А. Г. Технологическая оснастка машиностроительного производства: альбом: в 2 кн. – М.: МГТУ «СТАНКИН», 2005 – Ч. 1, 303с; ч. 2, 615 с. – ISBN 5-217-03242-1.

27. Каширин, В. А. Технология двигателестроения: учеб. пособие к курсовому проекту/ В.А. Каширин [и др.]; Владим. гос. ун-т. – Владимир, 1996. – 84 с. – ISBN 5-230-04842-5.

28. Жуков, Э. Л. Технология машиностроения: В 2 кн. Кн. 2. Производство деталей машин: учеб. пособие для вузов / Э.Л. Жуков [и др.] – М.: Высш. шк., 2003. - 295 с. – ISBN 5-06-004245-6.

29. Егоров, В. А. Транспортно-накопительные системы ГПС / В.А. Егоров, В.Д. Лузанов, С.М. Щербаков. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1989. - 293 с.

НОРМАТИВНЫЕ ИЗДАНИЯ

30. ГОСТ 3.1105-84 (СТ СЭВ 1801-79). Единая система технологической документации. Формы и правила оформления документов общего назначения. - М.: Изд-во стандартов, 1986. – 19 с.

31. ГОСТ 3.1107-81 (СТ СЭВ 1803-79). Единая система технологической документации. Опоры, зажимы и установочные устройства. Графические обозначения. - М.: Изд-во стандартов, 1981. - 8 с.

32. ГОСТ 31404-86. Единая система технологической документации. Формы и правила оформления документов на технологические процессы и операции обработки резанием. - М.: ИПК Изд-во стандартов, 2001. - 59 с.

33. ГОСТ 31702-79. Единая система технологической документации. Правила записи операций и переходов. Обработка резанием. Государственный комитет по стандартам. - М.: Изд-во стандартов, 1982. - 32 с.

34. ГОСТ 3.1120-83. Единая система технологической докумен-

тации. Общие правила отражения и оформления требований безопасности труда в технологической документации. - М.: Изд-во стандартов, 1983. - 6 с.

35. ГОСТ 31121-84. Единая система технологической документации. Общие требования к комплектации и оформлению комплектов документов на типовые и групповые технологические процессы (операции). - М.: Изд-во стандартов, 1988. - 41 с.

36. ГОСТ 31129-93. Единая система технологической документации. Общие правила записи технологической информации в технологических документах на технологические процессы и операции. - М.: Изд-во стандартов, 1994. - 31 с.

37. ГОСТ 31130-93. Единая система технологической документации. Общие требования к формам и бланкам документов. Госстандарт России. - М.: Изд-во стандартов, 1995. - 5 с.

38. ГОСТ 12.0.003-74. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. - М.: Изд-во стандартов, 1978. - 6 с.

39. ГОСТ 12.3.025-80. Система стандартов безопасности труда. Обработка металлов резанием. Требования безопасности. - М.: Изд-во стандартов, 1982. - 20 с.

40. ГОСТ 2.105-95. Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам. - Минск: Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 1995 - 29 с.

41. ГОСТ 14.201-83 ЕСТПП. Общие правила обеспечения технологичности конструкций изделия. - М.: Изд-во стандартов, 2002. - 8 с.

42. ГОСТ 14.202-73 ЕСТПП. Правила выбора показателей технологичности конструкций изделия. - М.: Изд-во стандартов, 2001. - 6 с.

43. ГОСТ 14.205-83 (СТ СЭВ 2063-79) ЕСТПП. Технологичность конструкций изделий. Термины и определения. - М.: ИПК Изд-во стандартов, 2002. - 5 с.

44. ГОСТ 23838-89. Система проектной документации для строительства. Здания предприятий. Параметры. - М.: Изд-во стандартов, 1989. - 9 с.

45. ГОСТ 21112-87(ст. СЭВ 5678-86). Система проектной документации. Подъемно-транспортное оборудование. Условные обозначения. - М.: Изд-во стандартов, 1986. - 10 с.

46. ГОСТ 21495-76. Базирование и базы в машиностроении. Термины и определения. - М.: Изд-во стандартов, 1977. - 35 с.

47. Стандарт предприятия. Припуски межоперационные на механическую обработку отверстий СТП 202.572-76 ВТЗ, Владимир, 1976. - 18 с.

48. Стандарт предприятия. Припуски межоперационные на механическую обработку наружных цилиндрических поверхностей СТП 202.11-83 ПО ВТЗ, Владимир, 1983. - 10 с.

44. ГОСТ 23838-89. Система проектной документации для строительства. Здания предприятий. Параметры. - М.: Изд-во стандартов, 1989. - 9 с.

45. ГОСТ 21112-87(ст. СЭВ 5678-86). Система проектной документации. Подъемно-транспортное оборудование. Условные обозначения. - М.: Изд-во стандартов, 1986. - 10 с.

46. ГОСТ 21495-76. Базирование и базы в машиностроении. Термины и определения. - М.: Изд-во стандартов, 1977. - 35 с.

47. Стандарт предприятия. Припуски межоперационные на механическую обработку отверстий СТП 202.572-76 ВТЗ, Владимир, 1976. - 18 с.

48. Стандарт предприятия. Припуски межоперационные на механическую обработку наружных цилиндрических поверхностей СТП 202.11-83 ПО ВТЗ, Владимир, 1983. - 10 с.

В.Д. МИРОШНИКОВА, Т.Д. МИРОШНИКОВА

Технологические процессы и производства

Учебное пособие к курсовому проектированию

Подписано в печать 13.12.10.

Формат 60x84/8. Усл. печ. л. 24,64 . Тираж 50 экз.

Заказ

Издательство

Владимирского государственного университета

600000, Владимир, ул. Горького, 87.