

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Южно-Уральский государственный университет»
(Научно-исследовательский университет)
Политехнический институт
Факультет «Механико-Технологический»
Кафедра «Технология автоматизированного машиностроения»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой
_____ /Гузеев В.И.
_____ 2018г.

Разработка конструкторско-технологического обеспечения
изготовления детали «Соединительная полумуфта»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ – 150305.2018.288 ПЗ ВКР

Нормоконтролер, к.т.н., доцент
_____ /Т.В. Столярова /
_____ 2018г.

Руководитель, к.т.н., доцент
_____ /В.А. Батуев /
_____ 2018г.

Автор работы
студент группы П-452
_____ /В.А. Касаткин /
_____ 2018г.

АННОТАЦИЯ

Касаткин В.А. Разработка конструкторско-технологического обеспечения изготовления детали «Соединительная полумуфта» в условиях конкурентоспособного производства. ТАМ: Выпускная квалификационная работа – Челябинск: ЮУрГУ, 2018. – 92 с., 65 ил., 11 табл., библиографический список – 13 наименований, 2 прил.

В данной работе был проанализирован действующий технологический процесс изготовления «Соединительная полумуфта». На основе данного анализа разработан новый улучшенный технологический процесс. Для этого были подобраны новое основное и вспомогательное оборудование, схемы базирования, режущий и мерительный инструмент, режимы резания, а также произведен размерный анализ данного ТП.

Таким образом был спроектирован более современный и экономически выгодный технологический процесс механической обработки.

Целью выпускной квалификационной работы является: разработка проектного технологического процесса изготовления детали " Соединительная полумуфта ", для условий современного производства.

Задачами выпускной квалификационной работы является: выбор способа получения заготовки, , режущего инструмента, оснастки и измерительного оборудования, расчет режимов резания, норм времени и разработка планировки автоматизированного участка механической обработки.

					<i>150305.2018.288 ПЗ</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>			<i>Лист</i>	
<i>Разраб.</i>		Касаткин В.А.			<i>Разработка конструкторско-технологического обеспечения изготовления детали «Соединительная полумуфта»</i>			
<i>Провер.</i>		Батуев В.А.					3	106
<i>Реценз.</i>							ЮУрГУ Кафедра ТАМ	
<i>Н. Контр.</i>		Столярова Т.В.						
<i>Утверд.</i>		Гузеев В.И.						

Оглавление	
ВВЕДЕНИЕ.....	3
1 Общая часть	4
1.1 Назначение, условия эксплуатации узла изделия	4
1.2 Служебное назначение детали типа «Соединительная полумуфта» и технические требования, предъявляемые к детали	5
1.3 Аналитический обзор и сравнение зарубежных и отечественных технологических решений для соответствующих отраслей машиностроения.....	6
1.4 Формирование целей и задач проектирования.....	8
2 Технологическая часть	9
2.1 Анализ существующей на предприятии документации по конструкторско-технологической подготовке действующего производства	9
2.2 Разработка проектного варианта технологического процесса изготовления детали «Соединительная полумуфта»	20
3 Конструкторская часть	38
3.1 Аналитический обзор и выбор технологической оснастки	38
3.2 Выбор стандартизированного станочного приспособления.....	39
3.3 Аналитический обзор и выбор стандартизированного режущего инструмента	41
3.4 Проектирование и расчет специального режущего инструмента .	45
3.5 Проектирование операций технического контроля и выбор измерительного оборудования.....	52
4 Анализ возможности автоматизации технологического процесса.....	59
4.1 Анализ возможности автоматизации технологического процесса.....	59
4.2 Разработка структурной схемы гибкого производственного участка	64
4.3 Выбор оборудования для функционирования автоматизированной системы.....	74
4.4 Базирование заготовки, полуфабриката, готовой детали в промышленном роботе, транспортном устройстве, промежуточном накопителе	78
4.5 Анализ установочных размерных связей.....	79
5 Организационно-производственная часть.....	82
6 Безопасность технологического цикла изделия.....	84

					ЮУрГУ-150305.2018.288.00.ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		1

6.1 Мероприятия и средства по созданию безопасных и безвредных условий труда	84
6.2 Мероприятия по электробезопасности.....	86
6.3 Мероприятия по пожарной безопасности.....	87
Выводы по квалификационной работе	89
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	90
Приложение А	92
Приложение Б.....	93

					ЮУрГУ-150305.2018.288.00.ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		2

ВВЕДЕНИЕ

Технология машиностроения - это наука об изготовлении машин требуемого качества в установленном производственной программой количестве и в заданные сроки при наименьших затратах живого и овеществленного труда, то есть при наименьшей себестоимости.

Во всем мире идет бурное развитие технологии обработки металлов резанием. Улучшение технологических процессов на основе применения режущих инструментов из новых инструментальных материалов; расширение области применения оборудования с ЧПУ; создание роботизированных станочных комплексов и гибких производственных систем с управлением от ЭВМ; использование современных САД и САМ систем; повышение размерной и геометрической точности, достигаемой при обработке - это только часть важнейших направлений развития технологии машиностроения.

В современной нестабильной политической и экономической обстановке, очевидной стала необходимость развития машиностроительного комплекса в РФ, а особенно на Урале. В связи с наличием большого количества машиностроительных предприятий в нашем регионе требуется постоянно решать задачи направленные на повышение эффективности производства.

В связи с этим актуальной проблемой является адаптация технологических процессов производства деталей и узлов к условиям гибкого серийного производства. В данной работе произведен анализ возможности автоматизации техпроцесса для детали типа «Соединительная полумуфта»; определено оборудование станочного комплекса ГПС; выбор вспомогательного оборудования, необходимого для функционирования ГПС.

					ЮУрГУ-150305.2018.288.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		3

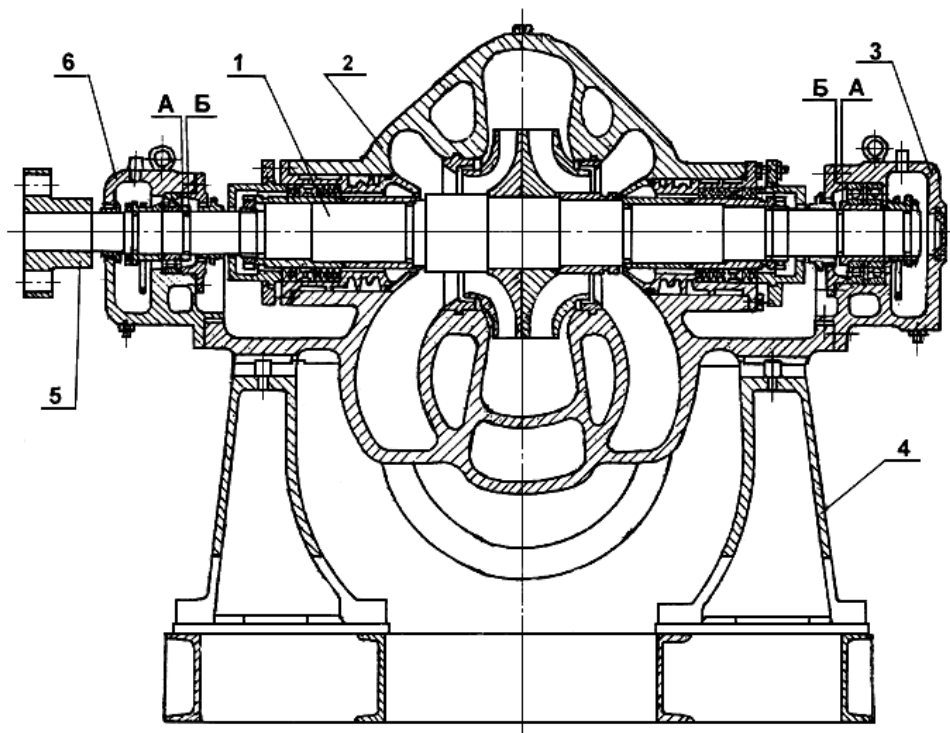
1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ

1.1 Назначение, условия эксплуатации узла изделия

Насос СЭ 2500-60-11 (рисунок 1) - центробежный, горизонтальный спирального типа с колесом двухстороннего входа, одноступенчатый. Расположение патрубков горизонтальное. Основные узлы насоса - корпус, ротор, подшипники и концевые уплотнения. Корпус насоса литой с горизонтальным разъемом по оси вала.

Ротор состоит из вала и закрепленного на нем рабочего колеса двухстороннего входа.

Опорами ротора являются подшипники качения. Смазка подшипников - жидкая кольцевая.



1 - ротор; 2 - корпус; 3 - подшипник опорно-упорный; 4 - плита; 5 - муфта упругая; 6 - подшипник опорный

Рисунок 5 - Насос СЭ 2500-60-11

Рисунок 1 – Насос СЭ 2500-60-11

					ЮУрГУ-150305.2018.288.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		4

1.2 Служебное назначение детали типа «Соединительная полумуфта» и технические требования, предъявляемые к детали «Соединительная полумуфта» предназначена для соединения валов электродвигателя и насоса и дальнейшей передачи вращающего движения. Полумуфта закрепляется 6 болтами через отверстия диаметром 36 мм.

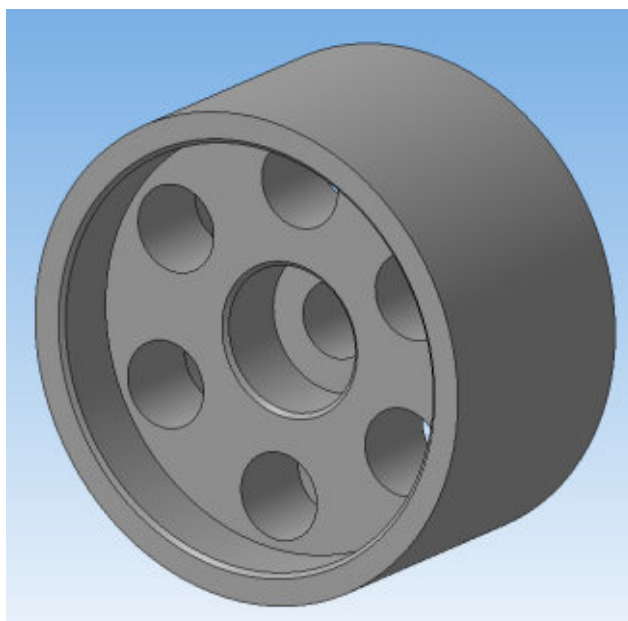


Рисунок 2 – Полумуфта 1-2, САD модель

Рабочий чертеж детали представляет собой чертеж Соединительной полумуфты, выполненный в разрезе, с дополнительными видами и изометрией, поясняющими особенности конструкции, для того, чтобы иметь полное представление о конструкции детали.

Чертеж детали (рисунок 3) «Соединительная полумуфта» соответствует единой системе конструкторской документации (ЕСКД):

- условные обозначения в соответствии с ГОСТ 2.109-73;
- знаки шероховатости, размеры, предельные отклонения также указаны на чертеже и соответствуют ГОСТ 2.109-73;
- основная надпись соответствует требованиям ГОСТ 2.104-2006 «Основные надписи»;
- указаны габаритные размеры;
- масштаб выполнен в соответствии с требованиями ЕСКД и т.д.

					ЮУрГУ-150305.2018.288.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

Наиболее точный размер выполнен по 8 квалитету, наименьшая шероховатость Ra 2.5. Требования к торцевому биению не более 0,1. Данные требования можно выполнить на универсальном оборудовании без применения шлифовальных операций.

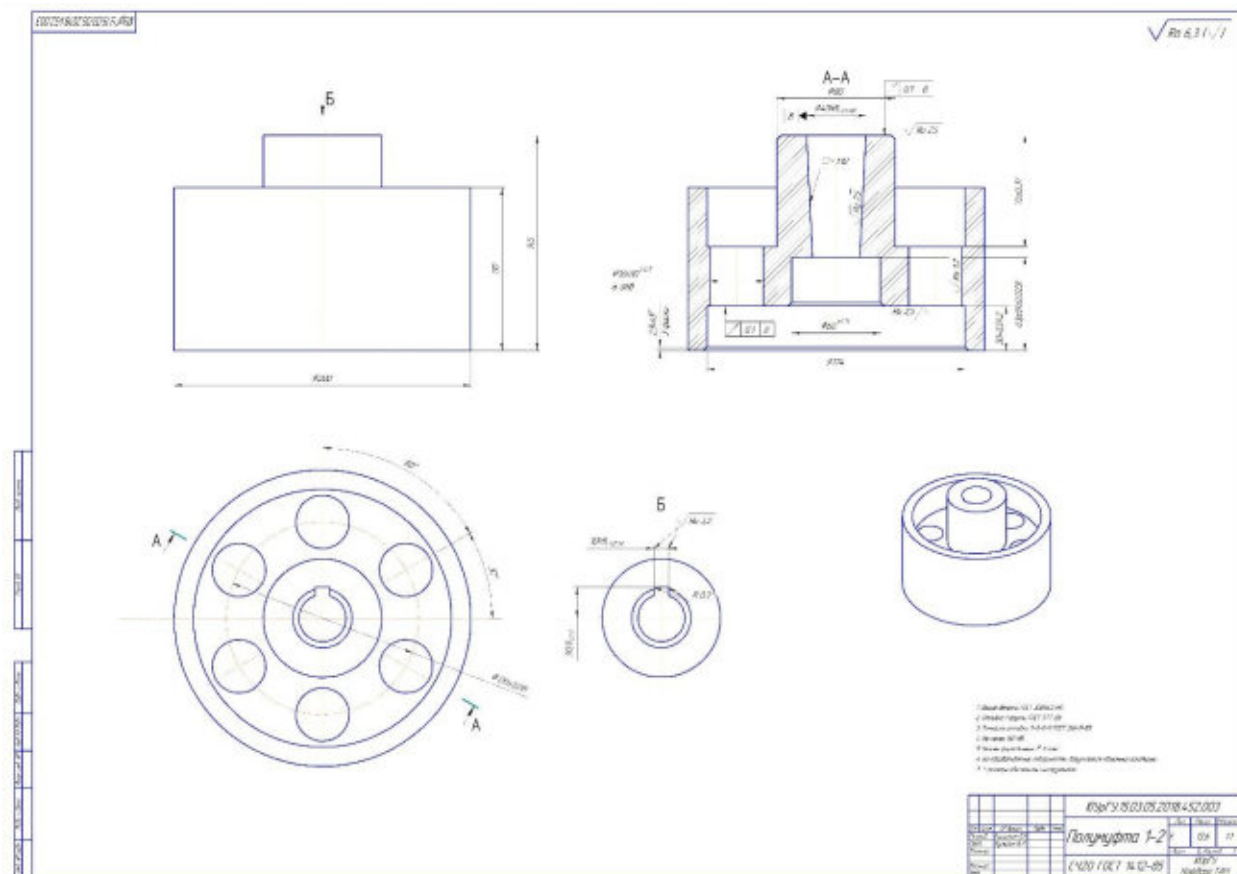


Рисунок 3 – Чертеж детали

Все технические требования обоснованы, полностью соответствуют служебному назначению детали и должны выполняться в процессе механической обработки.

1.3 Аналитический обзор и сравнение зарубежных и отечественных технологических решений для соответствующих отраслей машиностроения.

В настоящее время отечественные и зарубежные передовые технологии ни в чем не уступают друг другу, так как машиностроение в XXI является материальной базой для реализации научно-технического прогресса

					ЮУрГУ-150305.2018.288.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

всех передовых стран мира. От уровня развития машиностроения и от степени совершенства машин в

значительной степени зависит производительность общественного труда и благосостояния народа, поэтому развитие инновационной сферы машиностроения так важно для всех стран.

Новые технологии и решения, активно применяющихся в отечественном и зарубежном производстве, следующие: электроэрозионная обработка, ультразвуковая обработка, электрохимическая обработка, лазерная обработка, обработка токами высокой частоты, метод индукционного нагрева материалов, нанотехнологии (наноструктурированные материалы различного назначения; тонкие пленки, приповерхностные слои, гетероструктуры; фуллерены, фуллериты, нанотрубки на их основе; технология нанесения нано-покрытий на металлорежущие инструменты с целью повышения их характеристик), технология финишной обработки поверхностей заготовок с применением высокоточных прецизионных станков, замена СОЖ на устройство охлаждения ионизированным воздухом и др.

Рассмотрим более подробно как обстоят дела в отечественном машиностроении. В последнее время в России ежегодно разрабатывается около 300 проектных технологических процессов обработки для деталей различных классов. Из числа созданных за последние пять лет около 12% не имеет аналогов в мире и столько же соответствует лучшим зарубежным образцам. Более четверти общего числа созданных за последние пять лет новых технологических процессов машиностроения приходится на станкостроение и инструментальное производство. Кроме того, создано значительное число новых технологий в области конструкционных материалов, заготовительного производства, сварки, модификации поверхностей, а также специальных видов технологий.

					ЮУрГУ-150305.2018.288.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

Основной целью развития машиностроительной отрасли России в ближайшее время является обеспечение растущего спроса на её высококачественную продукцию на внутреннем и мировом рынках на основе ускоренного инновационного обновления отрасли, повышения её экономической эффективности, экологической безопасности, ресурсо- и энергосбережения, конкурентоспособности продукции.

1.4 Формирование целей и задач проектирования

Целью курсового проектирования является разработка нового варианта технологического процесса изготовления детали «Соединительная полумуфта», отличающегося по ряду конструкторских и технологических показателей.

Задачами курсового проектирования являются:

- 1) Проектирование нового технологического процесса изготовления детали «Соединительная полумуфта» в условиях серийного конкурентоспособного производства;
- 2) Выбор метода получения заготовки;
- 3) Выбор технологической оснастки и режущего инструмента;
- 4) Выбор универсального станочного приспособления;
- 5) Проектирование и расчет применяемого специального режущего инструмента;
- 6) Проектирование операции технического контроля и выбор измерительного оборудования.

					ЮУрГУ-150305.2018.288.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Анализ существующей на предприятии документации по конструкторско-технологической подготовке действующего производства

2.1.1 Анализ операционных карт действующего технологического процесса

Комплектность технологического процесса неполная: отсутствуют операционная карта, карта эскизов и карта технологического контроля.

Маршрутная карта не полностью соответствует ГОСТ 3.1118-82 ЕСТД: «Формы и правила оформления маршрутных карт». Отсутствует титульный лист технологического процесса, также нет на первой странице верхних пяти строчек.

Не указаны: код материала, единица нормирования, норма расхода материала, код заготовки, количество деталей, изготавливаемых из одной заготовки, масса заготовки, цех, номер рабочего места, код и наименование оборудования, код условий труда, количество исполнителей, занятых при выполнении операции, количество одновременно изготавливаемых деталей при выполнении одной операции.

2.1.2 Анализ технологического оборудования, применяемой технологической оснастки и режущего инструмента

Технологический процесс состоит из 20 операций:

Заготовка (рисунок 4) поступает на завод в виде отливки из чугуна СЧ20 ГОСТ 1412-85 массой 1,35 кг, с точностью отливки 9-0-0-9 по ГОСТ Р 53464-2009.

					ЮУрГУ-150305.2018.288.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

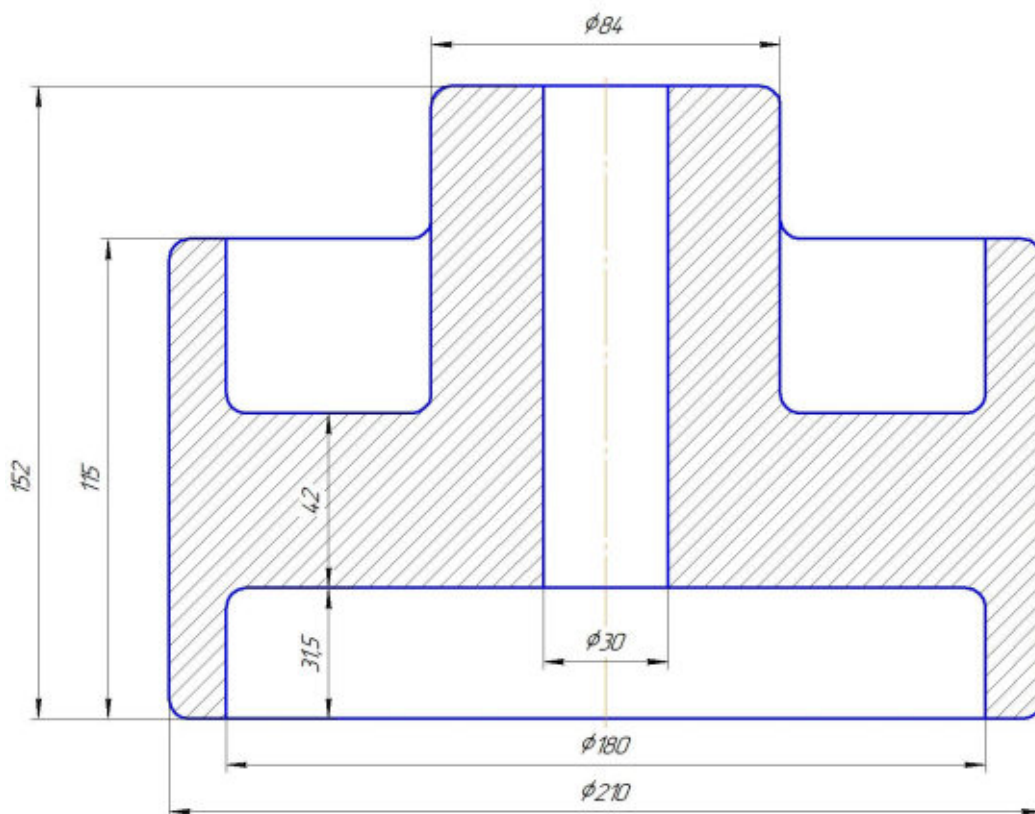


Рисунок 4 – 000 заготовительная операция

005 токарная операция (рисунок 5). Комплект баз: двойная опорная база. В качестве основного оборудования используется станок 1К282 (рисунок 6). В качестве режущего инструмента используются:

- токарный резец 2100-0018 с пластиной DNMG 150608R – UX TR2501;
- расточной резец 03147-55 с пластиной WNMG080408 – M3 TP2501;
- расточной резец 03147-05 с пластиной WNMG080408 – M3 TP2501;

					ЮУрГУ-150305.2018.288.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

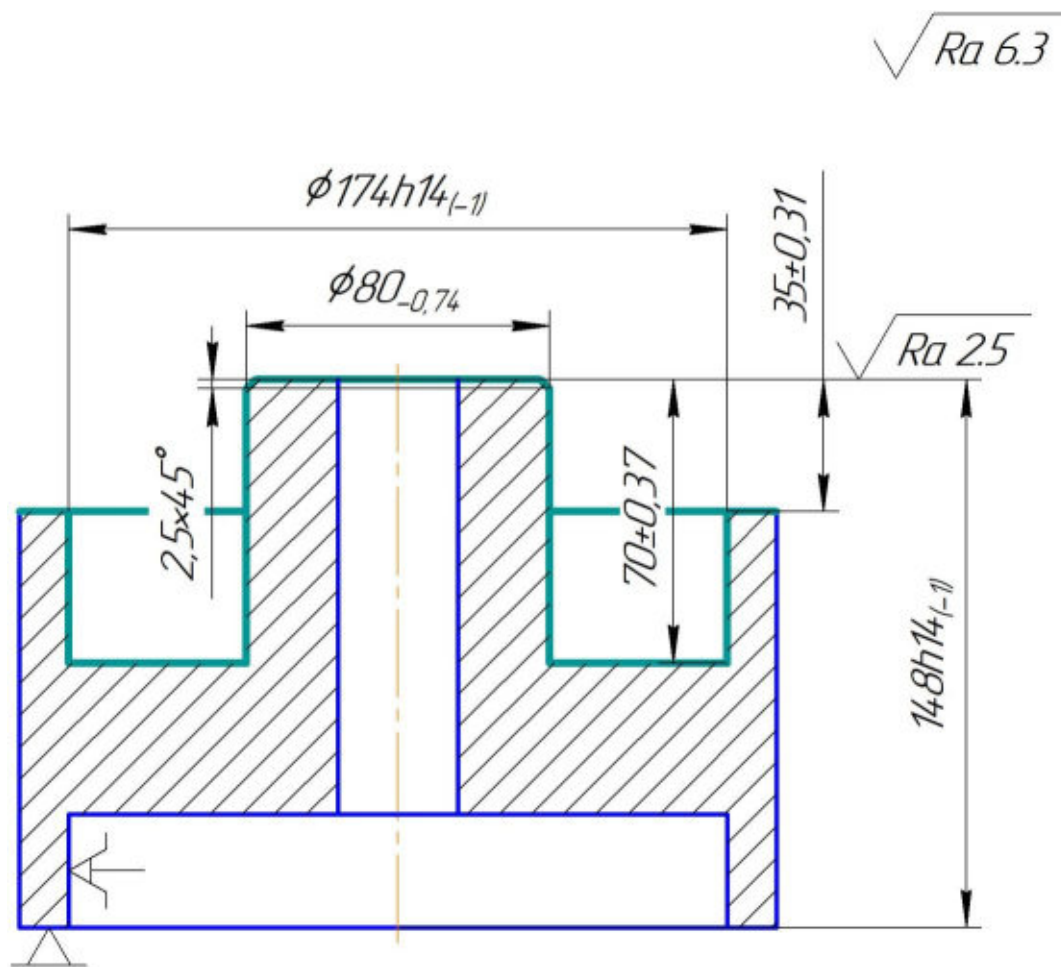


Рисунок 5 – 005 токарная операция

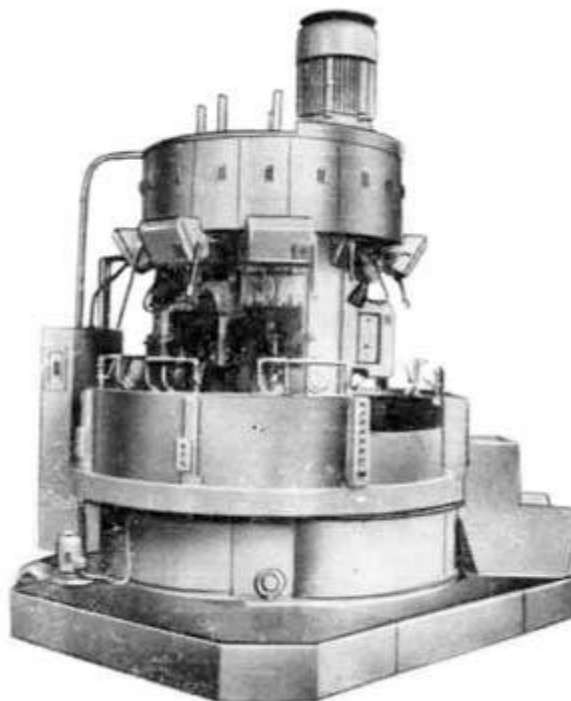


Рисунок 6 – Станок 1K282

					ЮУрГУ-150305.2018.288.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

010 токарная операция (рисунок 7). Комплект баз: двойная опорная база. В качестве основного оборудования используется станок 1К282. В качестве режущего инструмента используются:

- токарный резец 03147-08 с пластиной DNMG 150608R – UX TR2501;
- сверло 2301-0031;

$\sqrt{Ra\ 6.3}$

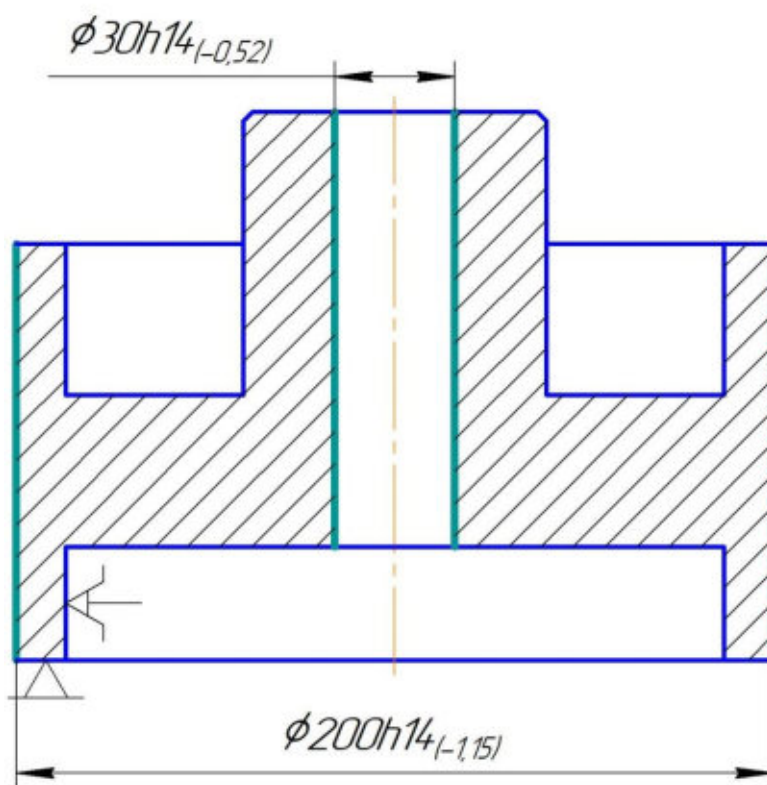


Рисунок 7 – 010 токарная операция

015 токарная операция с ЧПУ (рисунок 8). Комплект баз: двойная опорная база. В качестве основного оборудования используется станок с ЧПУ 16К20Т102 (рисунок 9). В качестве режущего инструмента используются:

- расточной резец 03147-08 с пластиной WNMG150608 – MF1 TH1000;

					ЮУрГУ-150305.2018.288.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

$\sqrt{Ra\ 6.3}$

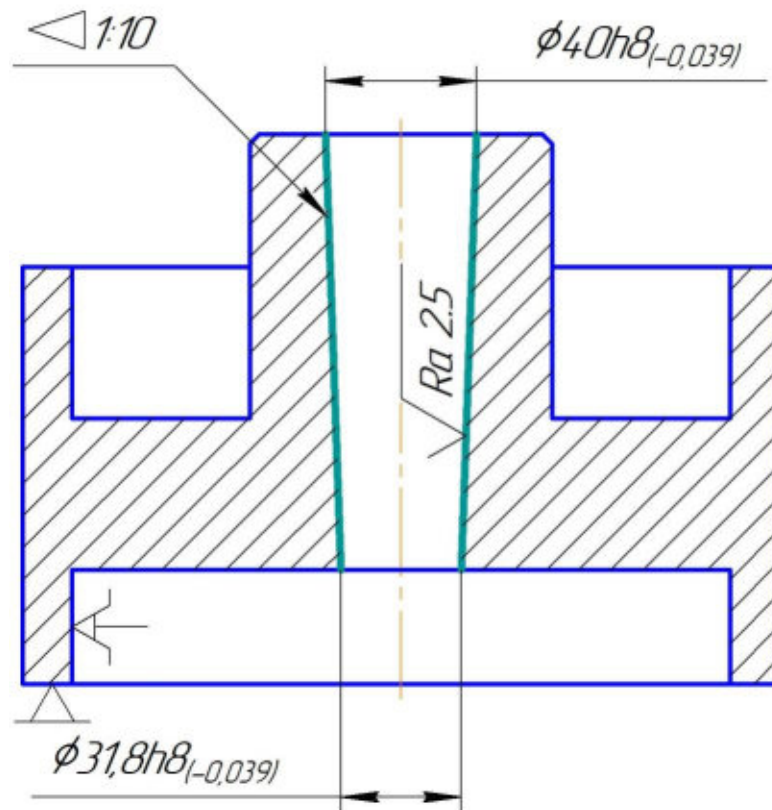


Рисунок 8 – 015 токарная операция с ЧПУ

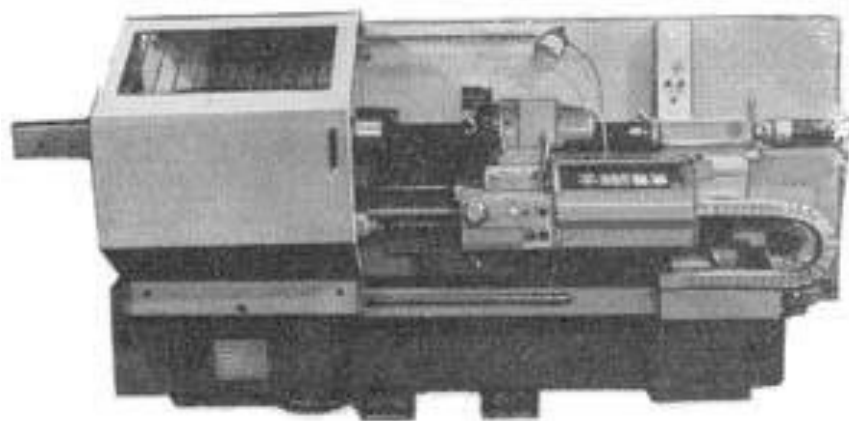


Рисунок 9 – Станок 16K20T102

020 токарная операция (рисунок 10). Комплект баз: двойная опорная база. В качестве основного оборудования используется станок 1K282. В качестве режущего инструмента используются:

					ЮУрГУ-150305.2018.288.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

- токарный резец 03147-08 с пластиной DNMG150604 – MF1 TH1000;
- токарный резец T9315-5120 с пластиной WNMG150608 – MF1 TH1000;
- упорный расточной резец 2110-0005 с пластиной WNMG150608 – MF1 TH1000.

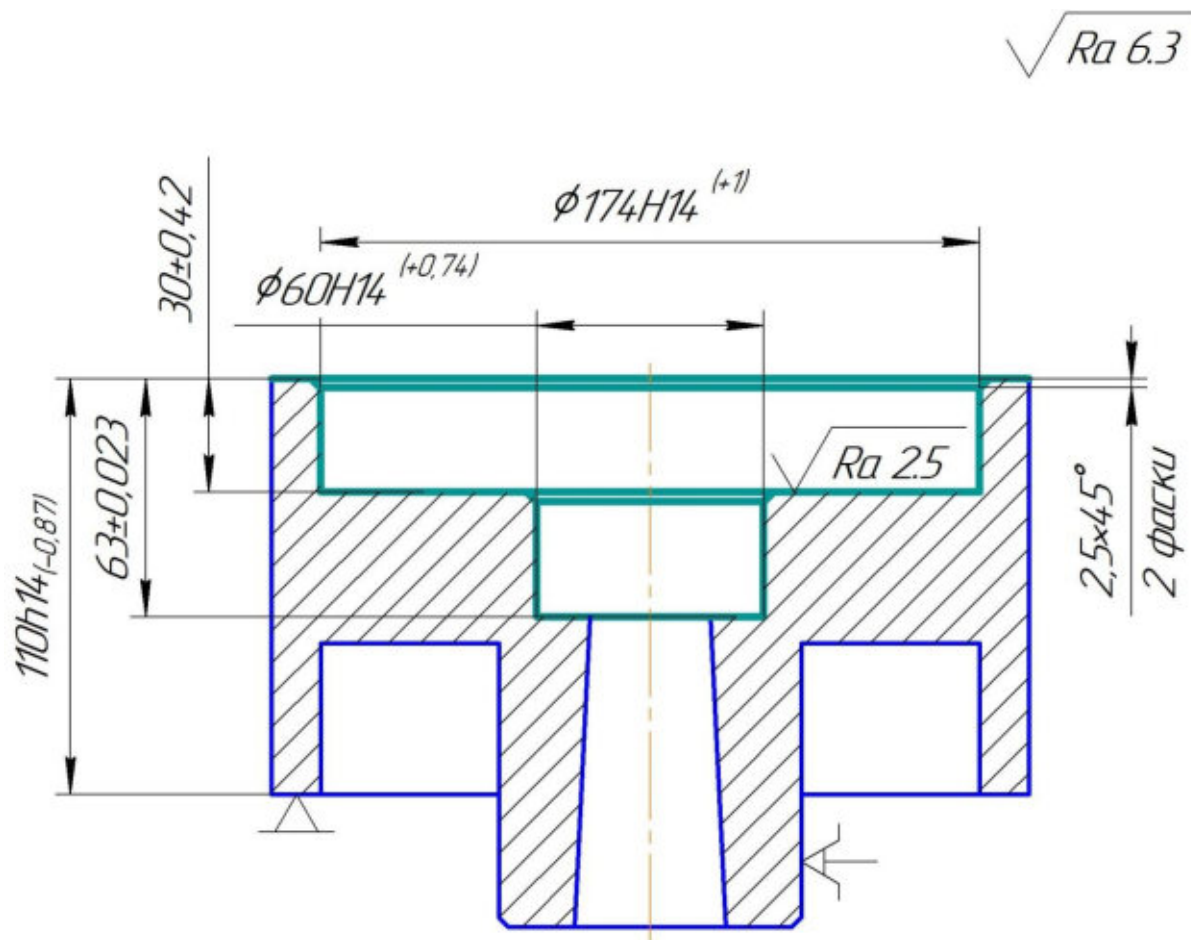


Рисунок 10 – 020 Токарная операция

025 протяжная операция (рисунок 11). Комплект баз: двойная опорная база. Операция выполняется на горизонтально-протяжном станке 7А510 (рисунок 12).

					ЮУрГУ-150305.2018.288.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

$\sqrt{Ra\ 6.3}$

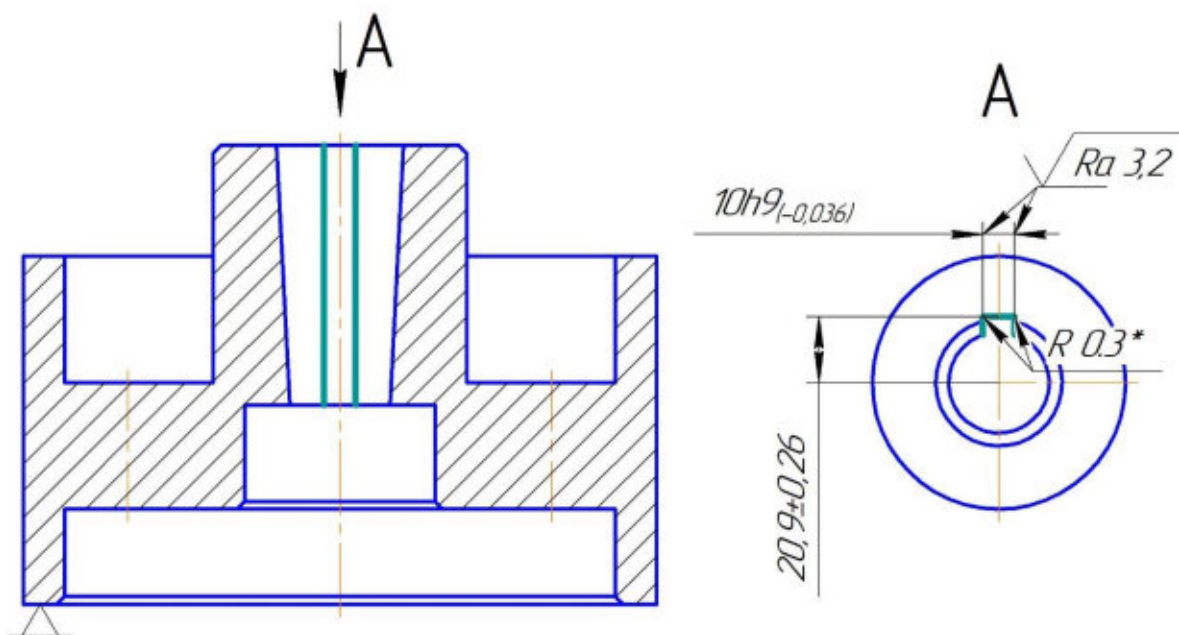


Рисунок 11 – 025 протяжная операция

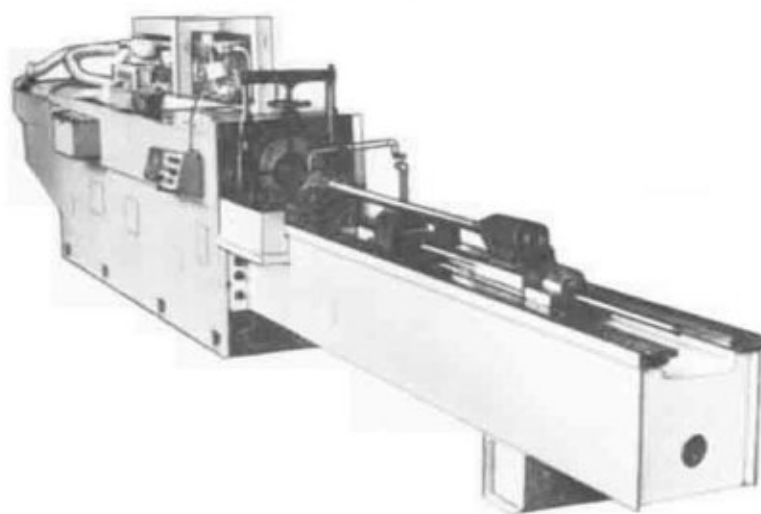


Рисунок 12 – Станок 7A510

030 сверлильная операция (рисунок 13). Комплект баз: двойная опорная база. Операция выполняется на горизонтально-протяжном станке 7A510 (рисунок 14).

					ЮУрГУ-150305.2018.288.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

$\sqrt{Ra\ 6.3}$

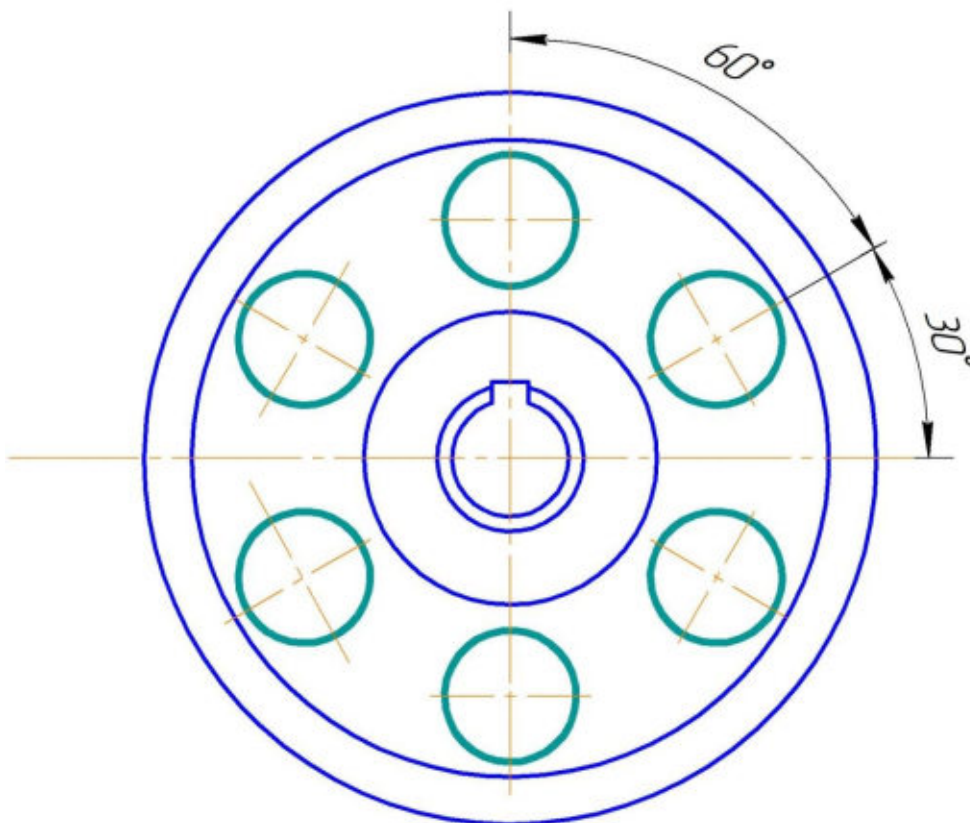
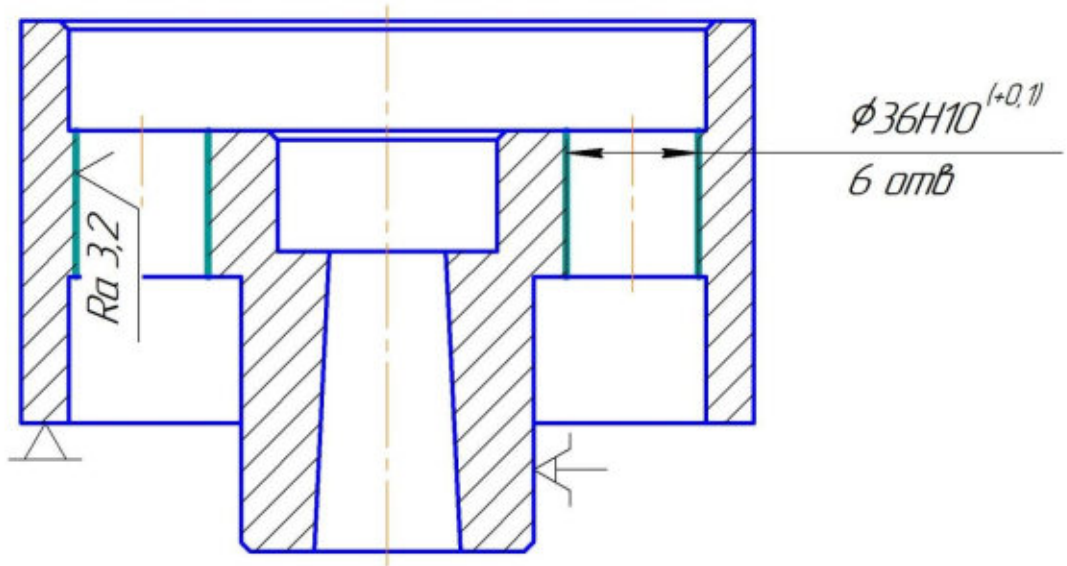


Рисунок 13 – 030 сверлильная операция

					ЮУрГУ-150305.2018.288.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16



Рисунок 14 – станок 7A510

Измерительный инструмент:

- ШЦ-III-500-0,1 ГОСТ 166-89;
- ШЦ-I-250-0,1 ГОСТ 166-89;
- Микрометр гладкий МК 25-250-0.01 кл.1 ГОСТ 6507-90;
- Набор образцов шероховатости 0,4-12,5 Р ГОСТ 6507-90;
- Индикатор часового типа Mitutoyo 0,001 или ИЧ10 ГОСТ 577-68;
- Нутромер индикаторный 30-160 0,01 ГОСТ 868 82;
- MG 10503(NOGA) Штатив магнитный

					ЮУрГУ-150305.2018.288.00.ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		17

2.1.3 Размерно-точностной анализ действующего технологического процесса

Целью размерного анализа (приложение А) является расчет припусков, замыкающих звеньев и выявления брака. В проектировании необходимо, чтобы назначенные припуски были минимально необходимыми и достаточными для получения заданного размера, но не должны быть чрезмерно большими, чтобы не удорожать обработку.

Рассчитаем выполняемость замыкающего звена:

$$[18\ 68] = (68\ 28) + (28\ 18) = 110_{-0,87} + 35 \pm 0,31 = 145_{1,18}^{0,31}$$

$$T = 0,87 + 0,62 = 1,49 > 1; \text{ размер не выполняется, возможен брак.}$$

Рассчитаем минимально-необходимые размеры заготовки и припуски:

Рассчитаем минимальные припуски на обработку. Минимальный припуск рассчитывается по формуле:

$$z_{min} = Rz + Df.$$

$$Rz = 400 \text{ мкм};$$

$$Df = 500 \text{ мкм};$$

$$Z_1 = Z_2 = Z;$$

$$Z = 400 + 500;$$

$$Z = 900 \text{ мкм.}$$

$z_{расч} = z_{min} + \frac{W}{2} - [\Delta_0]$, где W - величина поля рассеяния, Δ_0 - величина середины поля допуска.

$$[17\ 18] = -(18\ 68) + (68\ 17) = 152_{-1} - 148_{-1};$$

$$Z_{min} = Df + Rz = 0,9 \text{ мм};$$

$$Z_H = 0,9 + (1+1)/2 - (-1+1)/2 = 1,9 \text{ мм};$$

$$[67\ 68] = -(68\ 28) - (28\ 18) + (18\ 67) = 148_{-1} - 35 \pm 0,31 - 110_{-0,87};$$

$$Z_{min} = 0,9 \text{ мм}$$

$$Z_H = 0,9 + (1 + 0,62 + 0,87)/2 - (-1 + 0,87)/2 = 2,31;$$

$$[57\ 58] = -(58\ 68) + (68\ 28) + (28\ 18) - (18\ 67) + (67\ 57) = -30 \pm 0,042 + 110_{0,87} + 35 \pm 0,31 - 148_{-1} + 31,5 \pm 0,31;$$

					ЮУрГУ-150305.2018.288.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

$$Z_{\min} = 0,9 \text{ мм}$$

$$Z_H = 0,9 + (0,084 + 0,87 + 0,32 + 1 + 0,62) / 2 - (0,87 + 1) / 2 = 1,41$$

$$[37 \ 38] = (38 \ 18) - (18 \ 67) + (67 \ 57) + (57 \ 37) = 75 \pm 0,37 - 148_{-1} + 31,5 \pm 0,31 + 42_{-0,62}$$

0,62

$$Z_{\min} = D_f + R_z = 0,9 \text{ мм}$$

$$Z_H = 0,9 + (0,74 + 1 + 0,62 + 0,62) / 2 - (1 + 0,62) / 2 = 1,58$$

Размерный анализ показал, что припуски являются либо завышенными, либо заниженными.

2.1.4 Выводы по разделу

В действующем технологическом процессе материал исходной заготовки СЧ20. Заготовку получают методом литья в песчано-глинистые формы. К недостаткам данного метода следует отнести менее высокие механические свойства отливок по сравнению с получаемыми специальными методами литья. Кроме того, размерная точность и чистота поверхности отливок, полученных в песчано-глинистых формах, во многих - случаях не удовлетворяют современным требованиям машиностроения. Это приводит к необходимости иметь в отливках повышенные припуски на механическую обработку, что удорожает ее, увеличивает расход металла. Преимуществом данного метода является себестоимость изготовления заготовки. Коэффициент использования материала равен 0,69 (технологичным является $K_{ИМ} \geq 0,7$).

В качестве режущего инструмента, в основном применяются цельные инструменты, а также инструменты с твердосплавными напайными пластинами изготовленные по ГОСТ. Применение данного инструмента оправдано в крупносерийном производстве. В мелкосерийном и среднесерийном производстве целесообразно использовать инструмент со сменными твердосплавными пластинами, особенно в том случае, если стоит задача автоматизации технологических процессов, что особенно актуально в

					ЮУрГУ-150305.2018.288.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

условиях мелко- и среднесерийного производства, где номенклатура выпускаемых изделий может меняться достаточно часто.

В качестве станочных приспособлений и технологической оснастки в действующем технологическом процессе используются стандартные приспособления и оснастка, что эффективно для любых типов производств.

Размерный анализ показал, что припуски на обработку являются не рациональными, это приводит к уменьшению КИМ, что делает производство более дорогим.

2.2 Разработка проектного варианта технологического процесса изготовления детали «Соединительная полумуфта»

2.2.1 Выбор и обоснование способа получения исходной заготовки

В качестве метода получения исходной заготовки выбирается литьё по газифицируемым моделям – это технология, позволяющая получить отливки по точности равные литью по выплавляемым моделям при уровне затрат значительно меньшим.

Способ литья по газифицируемым моделям (ЛГМ) обладает рядом преимуществ:

- 1) резко уменьшить затраты на оборудование;
- 2) сократить число технологических операций;
- 3) благодаря использованию в качестве формовочного материала оборотного кварцевого песка и упрочнения формы вакуумом исключается использование стержней и оборудования для их изготовления;
- 4) сократить операции финишной обработки отливок;
- 5) снизить до минимума количество отходов производства;
- 6) сократить трудозатраты в 2—4 раза;
- 7) снизить потребление электроэнергии в 2—3 раза;
- 8) сократить и оптимально использовать производственные площади;
- 9) уменьшить затраты на вспомогательные материалы в 3—5 раз.

					ЮУрГУ-150305.2018.288.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

При таком способе получения заготовки КИМ=0,89, что очень эффективно для любых типов производств.

Размерный анализ действующего технологического процесса показал, что припуски нерационально завышены. Для расчета минимальных припусков проектного технологического процесса проведется размерный анализ, исходя из которого назначаются размеры заготовки.

2.2.2 Выбор основного технологического оборудования

Для обработки детали необходимо подобрать оборудование, способное выполнить операции точения, сверления, и протягивания. Необходимо, чтобы деталь помещалась в рабочую область станка, а инструментального магазина хватило на минимальную номенклатуру режущего инструмента.

Для точения и сверления поверхностей вышеперечисленным требованиям соответствует станок DMG MORI CTX 2500 (рисунок 15).



					ЮУрГУ-150305.2018.288.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

Рисунок 15 – станок DMG MORI CTX 2500

Преимущества станка:

- Высокоточная револьверная головка с частотой вращения 6000 об/мин, мощностью 10 кВт и крутящим моментом 36 Нм для максимальной точности;
- Главный шпиндель с частотой вращения 4000 об/мин и крутящим моментом 525 Нм в стандартном исполнении и с частотой вращения 3500 об/мин и крутящим моментом 1194 Нм поставляется опционально;
- Противошпиндель с частотой вращения до 7000 об/мин и крутящим моментом 70 Нм или в качестве альтернативы с частотой вращения 5000 об/мин и крутящим моментом 360 Нм;
- Револьверная головка torqueDRIVE с частотой вращения 6000 об/мин, мощностью 23,5 кВт и макс. крутящим моментом 85 Нм для мощной обработки;
- Револьверная головка speedDRIVE с частотой вращения 12 000 об/мин, мощностью 20 кВт и макс. крутящим моментом 56 Нм поставляется опционально и отвечает самым высоким требованиям;
- Диаметр точения до 710 мм;
- Обработка прутков диаметром до 104 мм;
- Максимальная устойчивость и точность в непрерывном режиме;
- Плоские направляющие шириной 80 мм для обеспечения отличного вибропоглощения и высокой динамической жесткости;
- Циркуляция охлаждающей жидкости для любых литых деталей, обеспечивающая одинаковую тепловую деформацию.

Технические характеристики станка представлены в таблице 1.

					ЮУрГУ-150305.2018.288.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

Таблица 1 - Характеристики станка DMG MORI CTX 2500

Рабочая зона

Макс. диаметр заготовки	710 мм
Макс. диаметр точения	430 мм
Макс. длина заготовки при обработке в центрах (обрабатываемая)	1 284 мм
Макс. длина заготовки при обработке в центрах (обрабатываемая, тип 700)	734 мм
Макс. длина заготовки при обработке в центрах (обрабатываемая, тип 1250)	1 284 мм
Макс. диаметр зажимного патрона	400 мм

Главный шпиндель

Макс. частота вращения шпинделя	4 000 об/мин
Мощность (длительность включения 100 %)	22 кВт (АС)
Крутящий момент (длительность включения 100 %)	410 Нм
Диаметр шпинделя в переднем подшипнике	140 мм
Макс. внутренний диаметр зажимной втулки	104 мм

Противошпиндель (опция)

Макс. частота вращения шпинделя	7 000 об/мин
Мощность (длительность включения 100 %)	8 кВт (АС)
Крутящий момент (длительность включения 100 %)	50 Нм
Диаметр шпинделя в переднем подшипнике	85 мм

Револьверная головка (стандартное исполнение)

Крепление инструмента по VDI/DIN 69880	12
Количество приводных инструментов/макс. частота вращения	12 / 6000 об/мин
Мощность (длительность включения 100 %)	10 кВт (АС)
Крутящий момент (длительность включения 100 %)	28 Нм

Продолжение таблицы 1.

Суппорт револьверной головки

Ускоренный ход осей X/Y/ Z	30/10/30 м/мин
Вес	
Вес станка	7 760 кг

Для протягивания шпоночного паза воспользуемся вертикально-протяжным станком 7А612 (рисунок 16). Вертикально-протяжный станок 7А612 применяется для протягивания отверстий (фасонных, круглых, пазов разных форм и назначений, шлицов, зубьев) в заготовках с целью получения определенной заданной формы с заранее установленными требованиями шероховатости и класса точности с помощью специального инструмента – протяжки.

					ЮУрГУ-150305.2018.288.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24



Рисунок 16 – Вертикально-протяжной станок 7А612

При обработке внутренних поверхностей на станках 7А612 и аналогичных ему моделях обеспечивается получение точности пределах первого - третьего классов, с шероховатостью Ra 2,5 - 0,16 мкм, это говорит о том, что протягивание является не одним из самых высокоточных методов обработки. В тоже время обработка на протяжных станках 7А612 – один из производительных способов обработки отверстий. Широко применяется данное оборудование в серийном и массовом производстве.

Технические характеристики станка представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Технические характеристики станка 7А612

Наименование параметра	Величина
Номинальное тяговое усилие, кН	40
Наибольшая длина хода рабочих салазок, мм	1000
Наибольший наружный диаметр устанавливаемой заготовки, мм	290

Наибольшая длина применяемой протяжки, мм	1100
Привод станка	гидравлический
Скорость рабочего хода, метров/минуту	1,88 ...19,2
Мощность электродвигателя главного привода, кВт	7,5
Суммарная мощность электрических двигателей, кВт	8,5
Габариты станка, мм: длина ширина высота	2285 2190 4385
Масса станка 7А612, кг	3270

2.2.3 Формирование операционно-маршрутной технологии

Проектный вариант состоит из следующих операций:

- 000 Заготовительная операция;
- 005 Комплексная операция с ЧПУ;
- 010 Протяжная операция;
- 015 Контрольная операция.

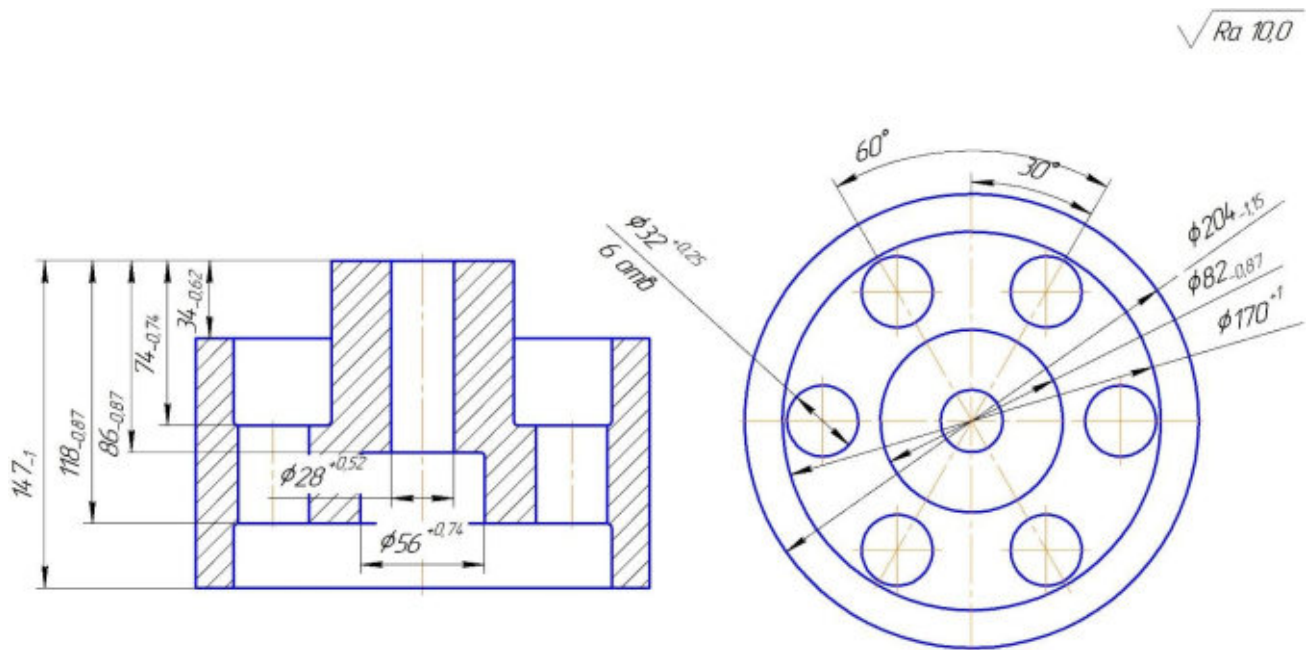
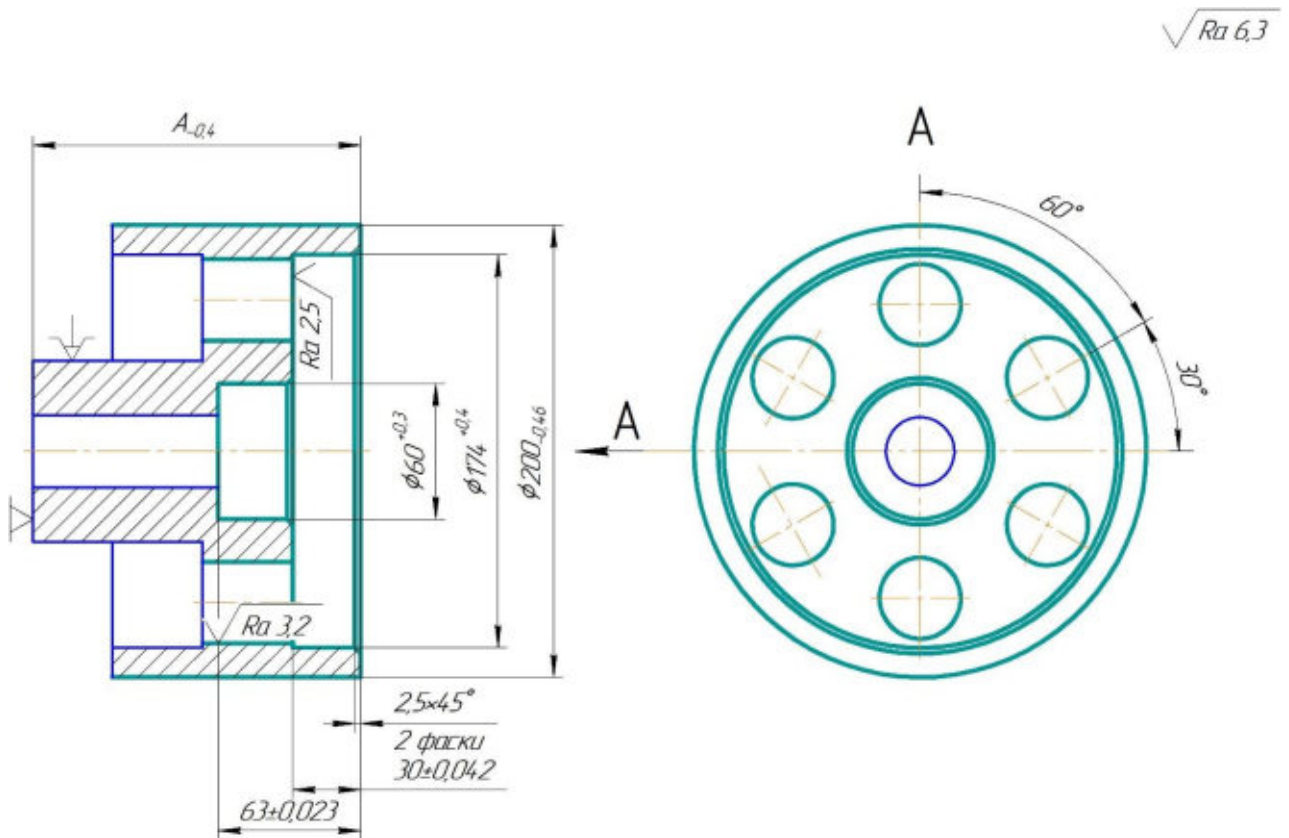


Рисунок 17 – 000 Заготовительная операция

На 005 комплексной операции с ЧПУ на установке А (рисунок 18) выполняется обработка детали в левом шпинделе. Подрезается торец, точится наружная поверхность, растачиваются отверстия и сверлятся 6 отверстий.



Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

Рисунок 18 – 005 Комплексная операция с ЧПУ, установ А

На 005 комплексной операции с ЧПУ на установе Б (рисунок 19) выполняется точение внешних поверхностей, подрезка торцев, сверление отверстий.

На 010 протяжной операции (рисунок 20) проводится протягивание шпоночного паза.

На 015 операции проводится окончательный комплексный контроль геометрических параметров.

$\sqrt{Ra 6,3}$

					ЮУрГУ-150305.2018.288.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28

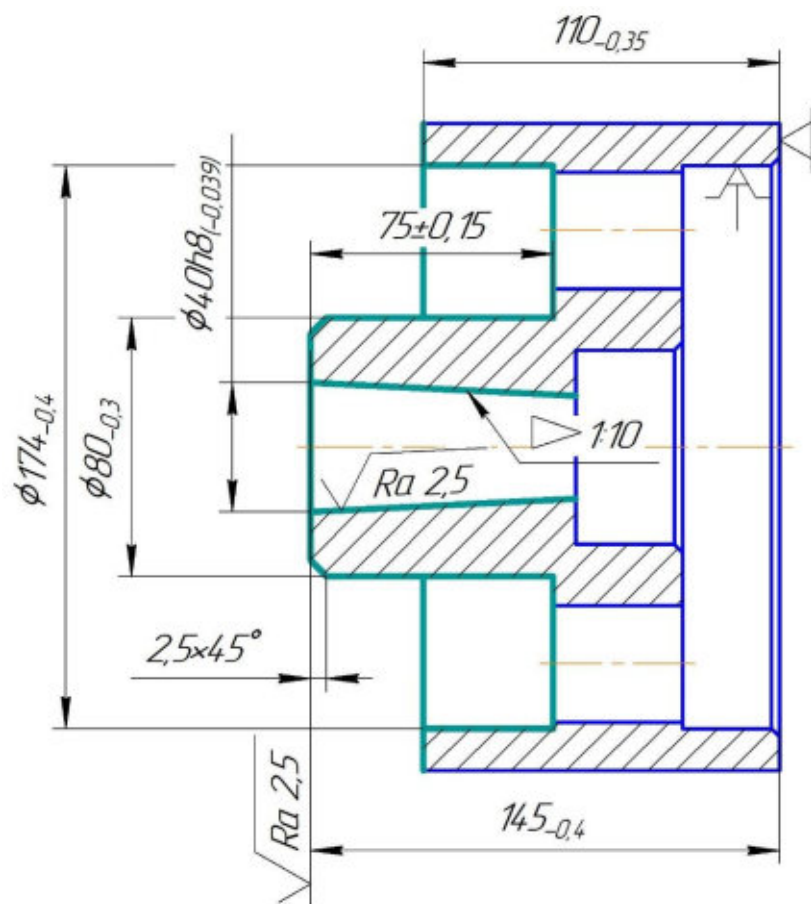


Рисунок 19 – 005 Комплексная операция с ЧПУ, установ Б

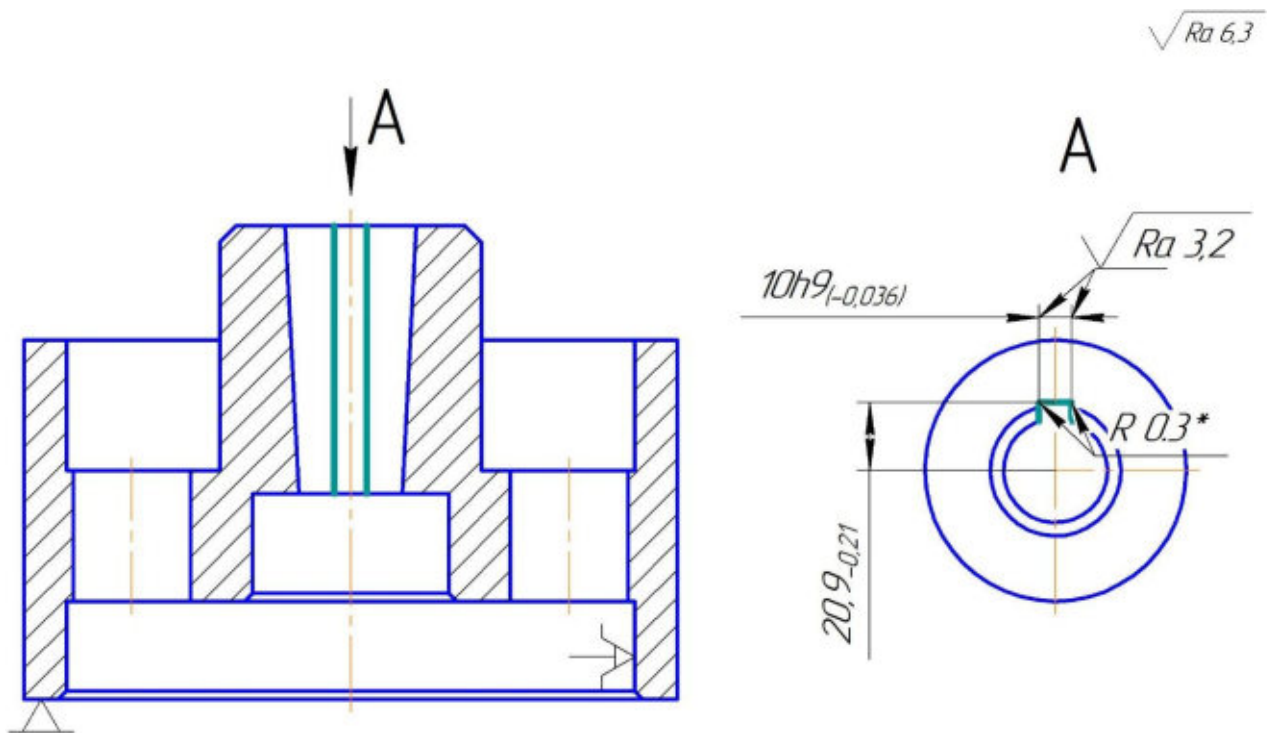


Рисунок 20 – 010 Протяжная операция

					ЮУрГУ-150305.2018.288.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

2.2.4 Размерно-точностной анализ проектного технологического процесса

Размерный анализ проектного технологического процесса (приложение Б) показал, что замыкающих звеньев нет, все размеры выполняются.

Рассчитаем размеры заготовки, межоперационные размеры и припуски:

Рассчитаем минимальные припуски на обработку. Минимальный припуск рассчитывается по формуле:

$$z_{min} = Rz + Df.$$

$$Rz = 40 \text{ мкм};$$

$$Df = 100 \text{ мкм};$$

$$Z_1 = Z_2 = Z;$$

$$Z = 100 + 400;$$

$$Z = 140 \text{ мкм}.$$

Рассчитаем межоперационные размеры, припуски и размеры заготовки:

$$z_{расч} = z_{min} + \frac{W}{2} - [\Delta_0], \text{ где } W - \text{ величина поля рассеяния, } \Delta_0 -$$

величина середины поля допуска.

$$[17 \ 18] = -(18 \ 68) + (68 \ 17) = A_{-0,42} - 145_{-0,4}$$

$$Z_{min} = 0,14 \text{ мм}$$

$$Z_H = 0,14 + (0,42 + 0,4) / 2 - (0,42 - 0,4) / 2 = 0,54 = 0,6$$

$$A_{-0,4} = 145,6_{-0,4}$$

$$[68 \ 67] = (67 \ 17) + (17 \ 68) = B_{-1} - 145,6_{-0,4}$$

$$Z_H = 0,14 + (1 + 0,4) / 2 - (1 - 0,4) / 2 = 0,54 = 0,6$$

$$B_{-1} = 146,2_{-1}$$

$$[57 \ 58] = +(58 \ 68) - (68 \ 17) + (17 \ 57) = 30 \pm 0,042 - 145,6_{-0,4} + B_{-0,87}$$

$$Z_H = 0,14 + (0,084 + 0,4 + 0,87) / 2 - (0,4 - 0,87) / 2 = 0,7$$

$$B_{-0,87} = 117,7_{-0,87}$$

$$[47 \ 48] = +(48 \ 68) - (68 \ 17) + (17 \ 47) = 63 \pm 0,023 - 145,6_{-0,4} + \Gamma_{-0,52}$$

$$Z_H = 0,14 + (0,046 + 0,4 + 0,52) / 2 - (0,4 - 0,52) / 2 = 0,593 = 0,6$$

					ЮУрГУ-150305.2018.288.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		30

$$\Gamma_{-0,52}=83,2_{-0,52}$$

$$[27\ 28] = +(28\ 68) + (17\ 48) - (68\ 17) + (17\ 27) = 110_{-0,35} + 145_{-0,4} - 145,6_{-0,42} + \Gamma_{-0,52}$$

$$Z_H = 0,14 + (0,35 + 0,82 + 0,52) / 2 - (0,35 - 0,82 - 0,52) / 2 = 0,593 = 0,96 = 1$$

$$D_{-0,52} = 34_{-0,52}$$

$$[37\ 38] = +(38\ 18) - (18\ 48) + (48\ 17) - (17\ 37) = 75 \pm 0,15 + 145_{-0,4} - 145,6_{-0,42} + E_{-0,52}$$

$$Z_H = 0,14 + (0,3 + 0,82 + 0,52) / 2 - (-0,82 - 0,52) / 2 = 0,593 = 0,96 = 0,81 = 0,9$$

$$E_{-0,52} = 73,9_{-0,52}$$

Размерный анализ позволил найти минимально необходимые припуски для обеспечения качественной продукции без брака.

2.2.5 Расчёт режимов резания и норм времени на все операции проектного варианта технологического процесса

а) Расчет режимов резания для точения

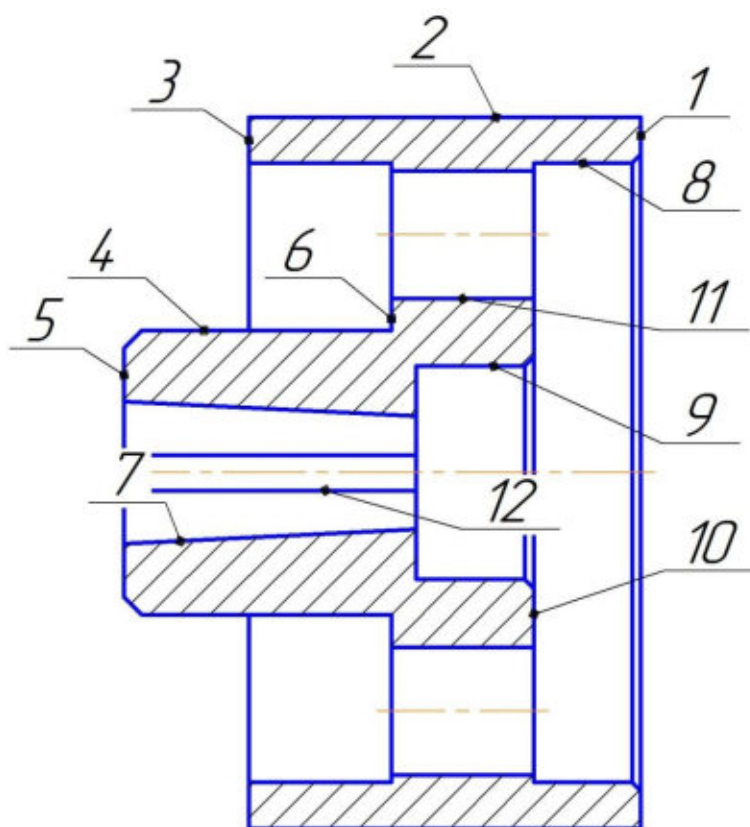


Рисунок 21 – Обрабатываемые поверхности

1. Черновое точение для поверхности 1;

Материал пластины: ТТ8К8;

Вид крепления: клин прихватом;

Вид пластины: квадратная;

Главный угол в плане ϕ , град: 95;

Вспомогательный угол в плане ϕ_1 , град: 5;

Задний угол α , град: 10;

Передний угол γ , град: -6;

Угол наклона режущей кромки λ , град: -6;

Радиус при вершине r , мм: 0,8;

Радиус скругления $r_{скр}$, мм: 0,02;

Стойкость инструмента T , мин: 30.

Выбор глубины резания: $t=0,4$ мм.

Выбор подачи: $S_{от}=0,82$ мм/об;

Поправочные коэффициенты на подачу [3, карта 5]:

$K_{си}=1$, от инструментального материала;

$K_{сд}=1$ от крепления державки резца;

$K_{ш}=1$ от прочности режущей части;

$K_{см}=1$ от механических свойств обрабатываемого материала;

$K_{сы}=1$ от схемы установки обработки;

$K_{сн}=1$ от состояния поверхности заготовки;

$K_{с\phi}=1$ от геометрических параметров резца;

$K_{сп}=0,8$ от радиуса вершины резца;

$K_{сж}=1$ от жесткости станка;

$S_{о1} = S_{от} \cdot K_{си} \cdot K_{сп} \cdot K_{сд} \cdot K_{ш} \cdot K_{см} \cdot K_{сы} \cdot K_{сн} \cdot K_{с\phi} \cdot K_{сж} = 0,57$ мм/об.

Сила резания табличная: $R_{хт}=530$ Н; $R_{ут}=160$ Н. Поправочные коэффициенты на силу резания [3, карта 32]:

$K_{рмх}=1,25$;

$K_{рму}=0,8$ – от свойств обрабатываемого материала;

					ЮУрГУ-150305.2018.288.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		32

$$K_{рфх}=1;$$

$K_{рфу}=1$ – от главного угла в плане;

$$K_{р\gamma х}=1,5;$$

$K_{р\gamma у}=1,2$ – от переднего угла;

$$K_{р\lambda х}=1,1;$$

$K_{р\lambda у}=1,0$ – от угла наклона режущей кромки.

$$P_x = P_{хТ} \cdot K_{рмх} \cdot K_{р фх} \cdot K_{р \gamma х} \cdot K_{р \lambda х} = 1049,4 \text{ Н};$$

$$P_y = P_{уТ} \cdot K_{рму} \cdot K_{р фу} \cdot K_{р \gamma у} \cdot K_{р \lambda у} = 316,8 \text{ Н}.$$

Табличная скорость и мощность станка: $V_1=214$ м/мин; $N_1=5,8$ кВт.

Поправочные коэффициенты на скорость резания [3, карта 21]:

$K_{vc}=1$ от группы обрабатываемости материала;

$K_{vo}=1,0$ от вида обработки;

$K_{vm}=1$ от механических свойств обрабатываемого материала;

$K_{vt}=1,0$ от периода стойкости режущей части;

$K_{vj}=1,0$ от наличия охлаждения;

$K_{vi}=1$ от инструментального материала;

$K_{vf}=0,95$ от геометрических параметров резца;

$$V = V_T \cdot K_{vc} \cdot K_{vi} \cdot K_{vj} \cdot K_{vm} \cdot K_{vt} \cdot K_{vj} \cdot K_{vo} = 192 \text{ м/мин}.$$

Частота вращения шпинделя:

$$n_1 = (1000 \cdot 203,3) / (3,14 \cdot 200) = 306 \text{ об/мин}.$$

Табличное значение подачи допустимой шероховатостью [3, карта 6]:

$$S_{от} = 0,45 \text{ мм/об}.$$

Поправочные коэффициенты на подачу в зависимости от шероховатости: $K_{sm}=0,9$ –от механических свойств обрабатываемого материала [3, карта 26];

$K_{si}=1,0$ – от инструментального материала;

$K_{so}=1,0$ – от вида обработки;

$K_{sj}=1,0$ – от наличия охлаждения.

$$S_o = S_{от} \cdot K_{sm} \cdot K_{si} \cdot K_{so} \cdot K_{sj} = 0,405 \text{ мм/об}.$$

					ЮУрГУ-150305.2018.288.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33

Аналогично рассчитываем остальные режимы резания для точения
(таблица 2,3).

Таблица 2 – Режимы резания для черногого точения

№ пов	Диаметр	Глубина	Шерох.	Табл. подача	Табл. Скорость	Подача	Скорость	Обороты	Длина обр.	Число проходов	Время
1	200	0,6	6,3	0,45	214	0,405	192,6	306,6879	15	1	0,1207646
2	200	0,6	6,3	0,45	214	0,405	192,6	306,6879	110	2	1,7712139
3	200	0,6	6,3	0,45	214	0,405	192,6	306,6879	15	1	0,1207646
4	80	0,6	6,3	0,45	214	0,405	192,6	766,71975	75	2	0,4830583
5	80	0,6	2,5	0,18	264	0,162	237,6	945,85987	28	1	0,1827327
6	98	0,6	6,3	0,45	214	0,405	192,6	625,89367	18	1	0,0710096
7	40	0,6	2,5	0,18	264	0,162	195,36	1555,414	82	3	0,9762793
8	174	0,6	6,3	0,45	214	0,405	158,36	289,84552	70	2	1,1926319
9	60	0,6	6,3	0,45	214	0,405	158,36	840,55202	35	2	0,2056262
10	174	0,6	2,5	0,18	264	0,162	237,6	434,8781	87	1	1,234914
											6,358995

Таблица 3 – Режимы резания для чистового точения

№ пов	Диаметр	Глубина	Шерох.	Табл. подача	Табл. Скорость	Подача	Скорость	Обороты	Длина обр.	Число проходов	Время
1	200	0,4	6,3	0,32	214	0,288	192,6	306,6879	15	1	0,1698252
2	200	0,4	6,3	0,32	214	0,288	192,6	306,6879	110	1	1,2453848
3	200	0,4	6,3	0,32	214	0,288	192,6	306,6879	15	1	0,1698252
4	80	0,4	6,3	0,32	214	0,288	192,6	766,71975	75	1	0,3396504
5	80	0,4	2,5	0,1	264	0,09	237,6	945,85987	28	1	0,3289188
6	98	0,4	6,3	0,32	214	0,288	192,6	625,89367	18	1	0,0998572
7	40	0,4	2,5	0,1	264	0,09	195,36	1555,414	82	1	0,5857676
8	174	0,4	6,3	0,32	214	0,288	158,36	289,84552	70	1	0,8385693
9	60	0,4	6,3	0,32	214	0,288	158,36	840,55202	35	1	0,1445809
10	174	0,4	2,5	0,1	264	0,09	237,6	434,8781	87	1	2,2228451
											6,1452245

б) Расчет режимов резания для сверления отверстий:

Сверло Iscar DR036-192-40-16-4D-N;

Диаметр сверла: 36 мм;

Форма заточки: нормальная;

Шероховатость: 3,2мкм;

Стойкость инструмента, $T = 60$ мин.

Выбор глубины резания: $t=16$ мм.

Выбор подачи: $S_{от}=0,49$ мм/об;

$V_T=20.5$ м/мин;

$P_T=15406$ Н;

$N_T=3.7$ кВт;

$L=40$ мм.

Поправочные коэффициенты для расчета подачи:

$K_{sm}=1$ от механических свойств обрабатываемого материала;

$S=K_{sm} \cdot S_{от}=0,49 \cdot 1=0,49$

Поправочные коэффициенты на скорость резания:

$K_{vm}=1$ от механических свойств обрабатываемого материала;

$K_{vз}=1$ от вида заточки инструмента;

$K_{vж}=1$ от наличия охлаждения;

$K_{vT}=1,15$ от периода стойкости инструмента;

$K_{vw}=1$ от состояния обрабатываемой поверхности;

$K_{vi}=2,2$ от инструментального материала;

$K_{vl}=1$ от длины рабочей части сверла;

$K_{vp}=1$ от покрытия инструментального материала.

$V=V_T \cdot K_{vз} \cdot K_{vT} \cdot K_{vw} \cdot K_{vm} \cdot K_{vi} \cdot K_{vж} \cdot K_{vp} \cdot K_{vl} = 51,87$ м/мин.

Частота вращения шпинделя:

$n=(1000 \cdot 51,87)/(3,14 \cdot 36)=458$ об/мин.

Скорость резания:

$V_s=S_o \cdot n=0,49 \cdot 458=224,84$ м/мин.

					ЮУрГУ-150305.2018.288.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		35

Основное время автоматической работы станка по программе при сверлении определяется по формуле:

$$T_{осн} = L / (S \cdot n) = 1,2 \text{ мин.}$$

В) Расчет режимов резания при протягивании:

Глубина резания: $h = (D - d)n/2$ мм;

$$h = 3,7 \text{ мм.}$$

Подача (подъем на зуб) $S_z = 1$ мм;

Определяем скорость резания по эмпирической формуле;

$$V = C_v / T_m \cdot S_z^{x_v}, \text{ где } C_v = 7,3; m = 0,60; x_v = 0,75$$

При подстановке значений получаем:

$$V = 7,3 / (240^{0,6} \cdot 0,065^{0,75}) = 7,3 / (26,79 \cdot 0,128) = 2,12 \text{ м/мин.}$$

Машинное время при работе на протяжных станках [3, с. 246]

$$T_m = (h \cdot l \cdot n \cdot k) / (1000 \cdot V \cdot S_z \cdot q),$$

где h - припуск, снимаемый протяжкой за один рабочий ход (3,7 мм);

l - длина протягиваемого отверстия (82 мм);

n - коэффициент, учитывающий длину калибрующей части протяжки
обычно $n = 1,17 \dots 1,25$;

k - коэффициент, учитывающий обратный ход станка; для большинства существующих станков, $k = 1,14 \dots 1,5$;

V - скорость резания. $V = 2,12$ м/мин; S_z - подача на зуб (подъем на зуб); $S_z = 0,065$ мм/зуб.; q - число зубьев протяжки, находящихся одновременно в работе ($q = 10$).

При подстановке в расчетную формулу получаем:

$$T_m = (3,7 \cdot 82 \cdot 1,17 \cdot 1,14) / (1000 \cdot 2,12 \cdot 0,065 \cdot 10) = 3,6 \text{ мин.}$$

Рассчитаем основное, вспомогательное и штучное время (таблица 4).

					ЮУрГУ-150305.2018.288.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

Таблица 4 – Основное, вспомогательное и штучное время

	005 Комплексная операция с ЧПУ, установ А	005 Комплексная операция с ЧПУ, установ Б	010 Протяжная операция
Тосн, мин	10,34	3,35	3,6
Твсп, мин	1,8	1,1	0,3
Тшт, мин	13,4	4,9	4,3

2.2.6 Выводы по разделу Проектный вариант технологического процесса изготовления детали «Соединительная полумуфта» усовершенствован за счет уменьшения количества операций и уменьшения количества технологического оборудования для обработки данной детали. Также были назначены более рациональные припуски на механическую обработку. Исходя из этого уменьшилось время на обработку данной детали.

3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Аналитический обзор и выбор технологической оснастки

Обработка детали «Соединительная полумуфта» происходит на токарном станке с ЧПУ DMG MORI CTX 2500. Станок оснащён револьверной головкой с 12 позициями для инструмента. При работе на этом станке при выполнении токарных операций в качестве инструментальной оснастки используются держатели типа VDI-40. Инструментальные гнёзда оснащены собственным приводом, что позволяет производить операцию сверления на данном оборудовании. В качестве инструментальной оснастки для операции наружного точения используем призматические резцедержатели KINTEK B2-40x25x44 (правый и левый) (рисунок 21), Для операций растачивания KINTEK E2-40x16 (рисунок 22), для операции сверления KINTEK 116-44004 (рисунок 23).

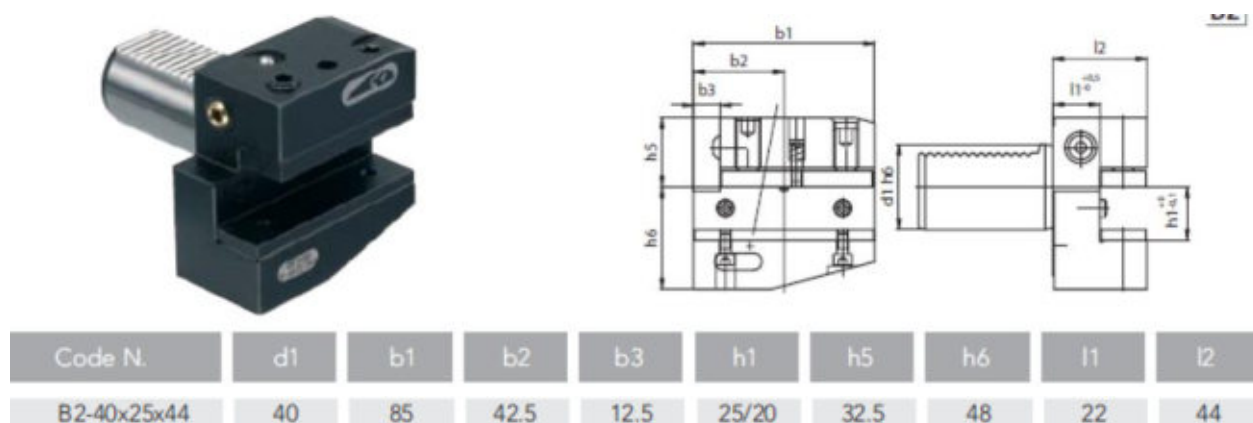


Рисунок 21 – Инструментальная оснастка KINTEK B2-40x25x44

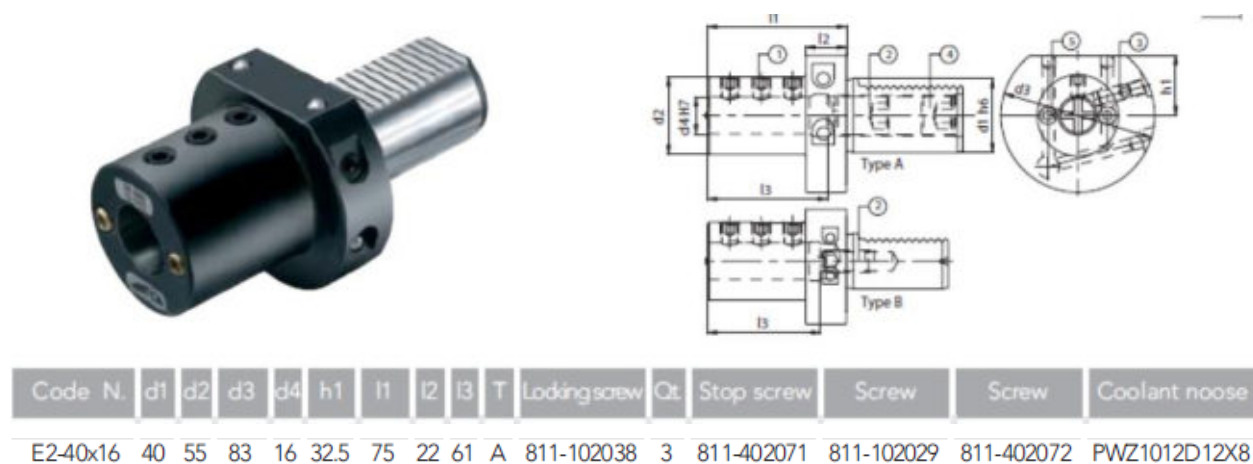
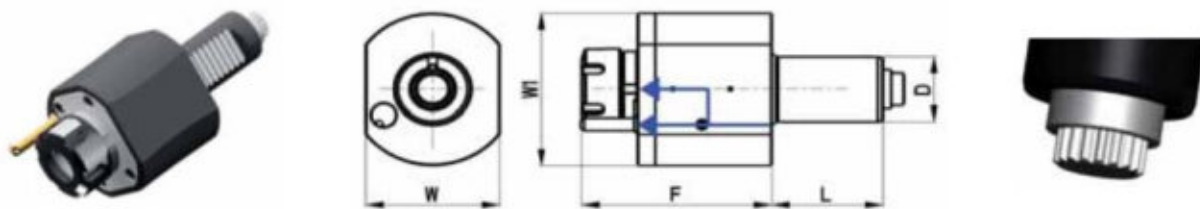


Рисунок 22 – Инструментальная оснастка KINTEK E2-40x16



Code N.	D	Clamping application	Internal cooling	F	L	W	W1	Max Torque (Nm)	Max Speed (rpm)	i	P bar
116-44004	40	ER32	yes	108	63	80	86	50	6000	1:1	20

Рисунок 23 – Инструментальная оснастка KINTEK 116-44004

3.2 Выбор стандартизированного станочного приспособления

В проектируемом технологическом процессе установка детали будет производиться в трехкулачковый патрон с пневмоприводом Kitagawa B-208 (рисунок 24).

Японская корпорация "Kitagawa" является одним из сильнейших производителей, комплектующих и оснастки для станков металлообрабатывающей отрасли в мире. В номенклатуре компании имеется широкий диапазон токарных патронов ручного и автоматического управления, с различными видами приводов; станочных тисков, поворотных столов и делительных головок с ЧПУ.

Преимущества Kitagawa:

- Широкий спектр производственных решений;
- Мировые стандарты качества;
- Современные производственные мощности;
- Инновационные технологии.

Обладая значительной номенклатурой, выпускаемой продукции: патроны, кулачки, цанговые захваты, поворотные столы и т.д. вместе со способностью обеспечивать индивидуальные проектные решения и поддерживая прекрасные отношения с клиентом, компания Kitagawa является привлекательным партнером для долгосрочного сотрудничества.

Также компания Kitagawa обеспечивает высококачественное гарантийное, постгарантийное и сервисное обслуживание.

Компания Kitagawa предлагает следующие комплектующие для металлообрабатывающих станков:

- токарные патроны;
- патроны специсполнения;
- ручные патроны;
- захваты;
- гидравлические цилиндры;
- поворотные столы.



Рисунок 24 - Kitagawa B-208

Используемый при обработке патрон, предназначен для закрепления обрабатываемой детали на станке, имеет самоцентрирующийся спиральный патрон с механическим зажимом, с корпусом из высококачественного

					ЮУрГУ-150305.2018.288.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

чугуна. Конструкция позволяет быстро заменить вышедшие из строя внутренние части, устанавливается на шпиндель при помощи сквозных винтов. Патрон имеет три сборных каленых кулачка, которые одновременно сходятся к центру или расходятся от него. Кулачки обеспечивают точное центрирование заготовки (совпадение оси заготовки с осью вращения шпинделя). Патрон периодически разбирают для очистки и смазки.

Кроме универсальности основными преимуществами трехкулачковых патронов для токарных станков являются их простота в эксплуатации, надежность, долговечность. Кулачки патрона передвигаются в радиальных пазах его корпуса. Двигутся они одновременно, обеспечивая высокую точность центрирования обрабатываемой детали. Ее ось в зафиксированном состоянии совпадает с осью вращения шпинделя токарного станка. В движение кулачки приводятся с помощью пневмопривода.

Патроны достаточно легко снимаются с токарного станка. Это позволяет использовать несколько конструктивных деталей, например, патроны с незакаленными кулачками применяют для чистовых работ, а с закаленными кулачками - для обдирочных работ. Детали не требовательны к хранению и обслуживанию: их необходимо лишь периодически разбирать и смазывать.

3.3 Аналитический обзор и выбор стандартизованного режущего инструмента

При разработке технологического процесса механической обработки заготовки выбор режущего инструмента, его вида, конструкции и размеров в значительной мере предопределяется методами обработки, свойствами обрабатываемого материала, требуемой точностью обработки и качества обрабатываемой поверхности заготовки.

При выборе режущего инструмента необходимо стремиться принимать стандартный инструмент, но, когда целесообразно, следует

					ЮУрГУ-150305.2018.288.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

применять специальный, комбинированный, фасонный инструмент, позволяющий совмещать обработку нескольких поверхностей.

Если технологические особенности детали не ограничивают применения высоких скоростей резания, то следует применять высокопроизводительные конструкции режущего инструмента, оснащенного твердым сплавом, так как практика показала, что это экономически выгодней, чем применение быстрорежущих инструментов. Особенно это распространяется на резцы (кроме фасонных, малой ширины, автоматных), фрезы, зенкеры, конструкции которых оснащены твердым сплавом.

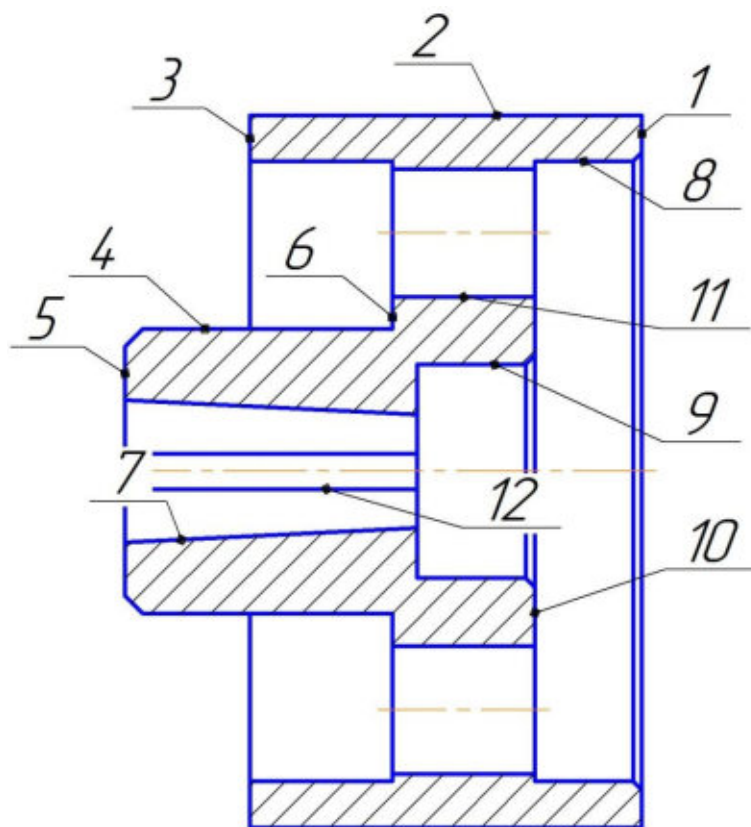


Рисунок 25 – Обрабатываемые поверхности заготовки

Для черновой обработки торцевых и продольных поверхностей 1,2,3,5 используем спроектированный резец с СМП.

Для чистовой обработки торцевых и продольных поверхностей 1,2,3,5 используем правый и левый проходной резец фирмы Iscar PQLNR 2020K-12 (рисунок 26) и пластину Iscar QNMG 090404-M3P (TT8K8) (рисунок 27).

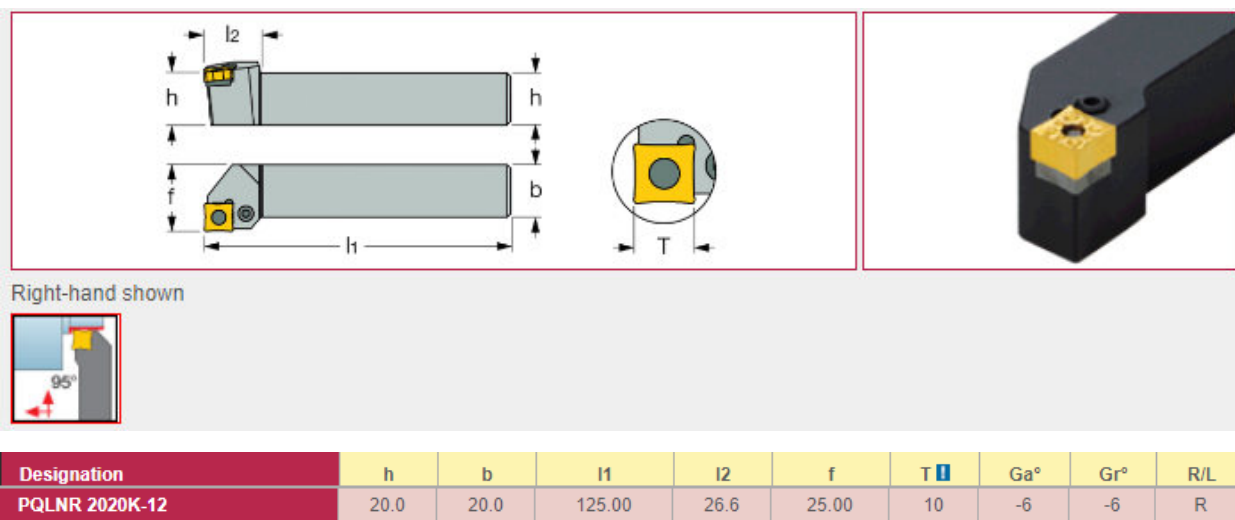


Рисунок 26 – Державка Iscar PQLNR 2020K-12

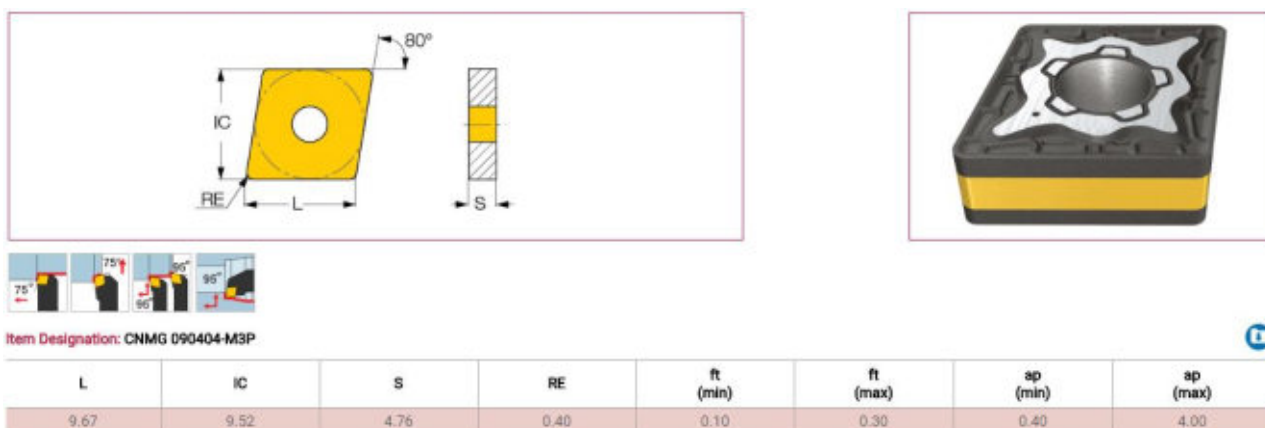
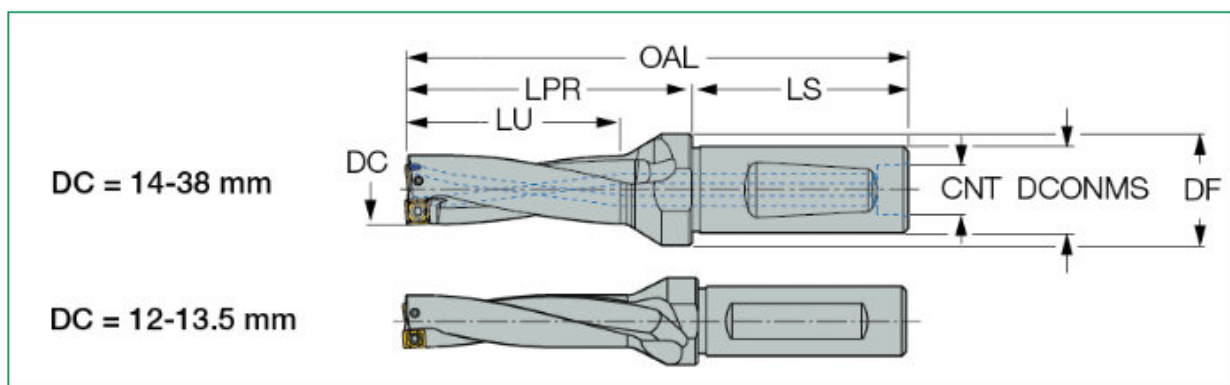


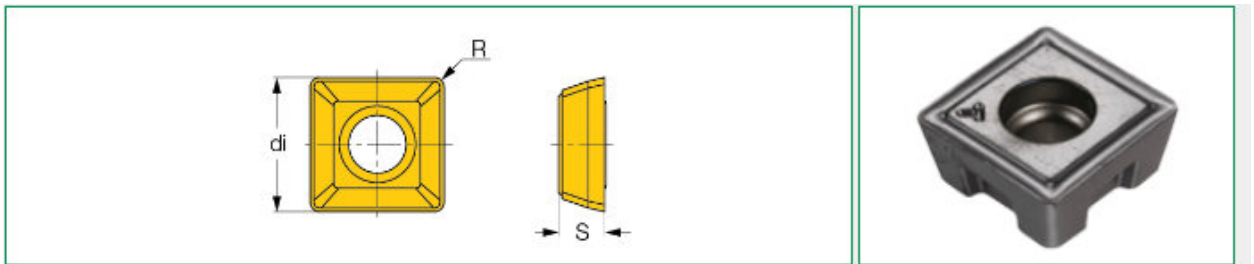
Рисунок 27 – Пластина Iscar QNMG 090404-M3P

Для сверления отверстий 11 используем сверло Iscar DR036-108-32-12-3D-N (рисунок 28) с пластиной SOMT 100408-DT (рисунок 29).



Designation	DC	DCX	LU	LPR	LS	OAL	DCONMS	DF	CNT
DR036-108-32-12-3D-N	36.00	41.00	108.0	144.0	58.0	202.00	32.00	50.00	G1/2-14

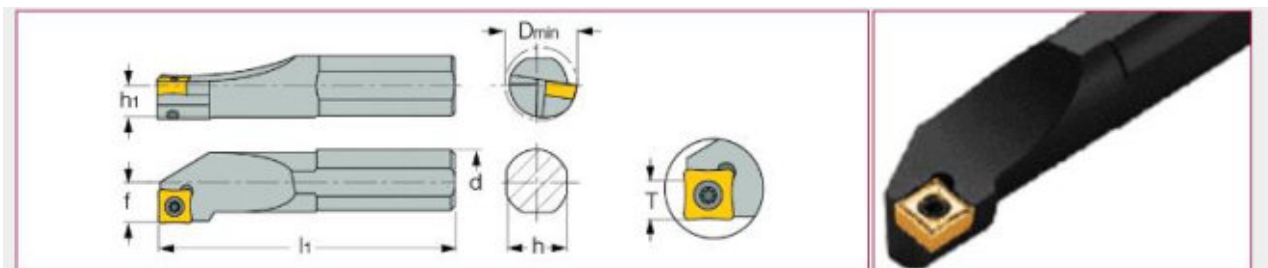
Рисунок 28 – Сверло Iscar DR036-108-32-12-3D-N



Designation	di	S	R	Tough ← Hard Grade & Vc
SOMT 100408-DT	9.80	4.30	0.80	IC808 IC908 IC8080

Рисунок 29 – пластина SOMT 100408-DT

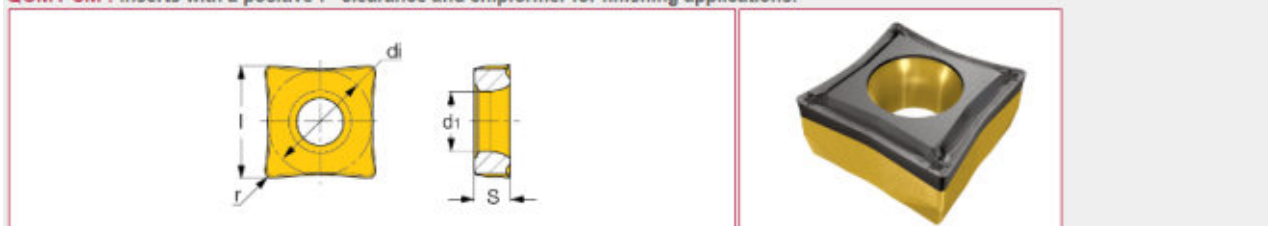
Для чернового и чистового растачивания внутренних поверхностей 4,6,8,9,10 используем державку Iscar S16Q SQLCR-09 (рисунок 30) и пластину Iscar QCMT 09T304-SM (TT8K8) (рисунок 31).



Designation	d	l1	l2	h	h1	f	T	Ga°	Gr°	D min	Coolant	R/L
S16Q SQLCR-09	16.00	180.00	45.0	15.0	7.5	11.00	8.5	0	-12	20.00	N	R

Рисунок 30 – державка Iscar S16Q SQLCR-09

QCMT-SM : Inserts with a positive 7° clearance and chipformer for finishing applications.



Designation	l	di	S	r	d1	ft (min)	ft (max)	ap (min)	ap (max)	Tough ← Hard Grade & Vc
QCMT 09T304-SM	10.40	9.65	3.97	0.40	4.40	0.06	0.25	0.50	2.50	IC830 IC8250 IC8150

Рисунок 31 – пластина Iscar QCMT 09T304-SM

					ИОУрГУ-150305.2018.288.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

3.4 Проектирование и расчет специального режущего инструмента

3.4.1 Проектирование проходного упорного резца.

Исходные данные для проектирования:

-Заготовка - сталь 10 ГОСТ 1050-88;

-Предел прочности стали 10 - $\sigma = 450$ МПа (785 Н/мм²), твердость по Бринеллю НВ = 143Мпа;

-Глубина резания (черновая обработка) = 2 мм.

-Длина обрабатываемой поверхности $l = 110$ мм.

Выбор материала державки:

В качестве материала для корпуса резца выбирается углеродистая сталь 45 ($\sigma_s = 640$ МПа и $\sigma_{u.o.} = 175$ НВ.)

Расчет глубины резания:

Глубину резания t следует брать, равной припуску на обработку на данной операции.

$$T = \frac{D-d}{2} = 1 \text{ мм}$$

Выбор подачи:

При черновой обработке подача выбирается по таблице в зависимости от обрабатываемого материала, диаметра заготовки и глубины резания в пределах 0.1-0.5 мм/об.

$$S_1 = 0.32 \text{ мм/об.}$$

Расчет скорости резания:

Рассчитывается скорость резания для наружного продольного точения проходным резцом по формуле:

$$V_p = V_{тб} * K_v$$

В справочнике машиностроителя-технолога выбираются коэффициенты (C_v ; x ; y ; m) для черновой обработки токарным резцом из твёрдого сплава при подаче $S=0.2$ мм/мин,а глубине резания $t = 1$ мм . Стойкость резца 60 мин.

					ЮУрГУ-150305.2018.288.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

$$V_{Тб} = \frac{Cv}{Tm * t^x * S^y} = \frac{350}{60^{0.35} * 0,32^{0.15} * 0.25^{0.2}} = 99,3 \text{ м/мин}$$

$$Kv = Kmv * Knv * Kuv$$

$$Kmv = Kz * \left(\frac{750^{nv}}{\sigma_B}\right) = 1,45 \text{ (Влияние материала заготовки)}$$

$$Knv = 0,8 \text{ (Состояние поверхности)}$$

$$Kuv = 1 \text{ (Состояние инструмента)}$$

Скорость резания:

$$Vp = V_{Тб} * Kv = 99,3 * 1,16 = 115 \text{ м/мин}$$

Главная составляющая силы резания:

По карте технолога-машиностроителя находятся значения коэффициента для расчёта силы резания P_z : $C_{P_z} = 300$ и показателей степеней $X_{P_z} = 1$, $Y_{P_z} = 0,75$ и $n_{P_z} = -0,15$

$$P_z = 10C_{P_z} \cdot t^{X_{P_z}} \cdot S^{Y_{P_z}} V^n \cdot K_{P_z} \cdot$$

Поправочные коэффициенты:

$$K_{P_z} = K_{M_p} \cdot K_{\varphi_p} \cdot K_{\gamma_p} \cdot K_{V_p} \cdot K_{h_p} \cdot K_{r_p}$$

где: K_{φ_p} – поправочный коэффициент в зависимости от главного угла в плане. При $\varphi = 45^\circ$; $K_{\varphi} = 1$;

K_{γ_p} – поправочный коэффициент в зависимости от переднего угла.

При $\gamma = 12^\circ$; $K_{\gamma_p} = 1$;

K_{V_p} – поправочный коэффициент в зависимости от скорости резания.

Поскольку скорость резания в пределах до 150м/мин, коэффициент равен 0,9;

K_{h_p} – поправочный коэффициент в зависимости от износа резца.

$K_{h_p} = 1,05$;

K_{r_p} – поправочный коэффициент в зависимости от радиуса при вершине лезвия резца. При $r = 0,8$ $K_r = 1$;

					ЮУрГУ-150305.2018.288.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

Подставим значения и рассчитаем силы:

$$P_z = 10 * 300 * 2 * 0.32^{0.75} * 115^{-0.15} * 1,05 = 1127 \text{ Н} = 112,7 \text{ кг}$$

Конструктивно задается вылет резца: 60 мм.

Расчет параметров державки резца:

При условии, что $h \approx 1.6b$ рассчитывается ширина прямоугольного сечения корпуса резца:

$$\sqrt[3]{\frac{6 * 1127 * 60}{2.56 * 20}} = 19,93 \text{ мм}$$

Принимается ближайшее значение $b = 20 \text{ мм}$., тогда высота корпуса $h = 1.6 \cdot 20 = 26 \text{ мм}$, но стандартные державки имеют размер 25мм, принимаем его.

Максимальная нагрузка, допускаемая прочностью:

$$P_{z\text{доп}} = \frac{b * h^2 * \sigma_{\text{и.д.}}}{6 * l} = 2257 \text{ Н} = 225,7 \text{ кг}$$

Максимальная нагрузка, допускаемая жесткостью резца:

$$P_{z\text{жест}} = \frac{3fEJ}{L^3}$$

где $f = 0.1$ – допускаемая стрела прогиба резца при черновом точении;

$E = 19500 \div 21500 \text{ кгс/мм}^2$ - модуль упругости материала резца из углеродистой стали;

Момент инерции сечения корпуса J (для прямоугольного сечения):

$$J = \frac{b * h^3}{12} = \frac{25 * 40^3}{12} = 133000$$

$$P_{z\text{жест}} = \frac{3fEJ}{L^3} = \frac{3 * 0.1 * 20000 * 133000}{60^3} = \frac{798000000}{216000} = 3694 \text{ Н} = 369,4 \text{ кг}$$

Резец обладает достаточной прочностью и жесткостью, т.к.

$$P_z \ll P_{z\text{доп}} \ll P_{z\text{жест}}$$

Конструктивные размеры:

Принимаются по ГОСТ 18878-73

Исполнение №1

					ЮУрГУ-150305.2018.288.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

$L = 140$ мм – общая длина резца;

$n = 25$ мм – расстояние от вершины резца до боковой поверхности в направлении лезвия;

$r=0.8$ радиус кривизны вершины лезвия резца;

Параметры и пластины из Т15К6 ГОСТ 188-77-73. Материал стержня сталь 45 ГОСТ 1050-88. Остальные технические требования по ГОСТ 10047-62.

3.4.2 Проектирование шпоночной протяжки.

Исходные данные:

Требуется обработать шпоночную канавку шириной $10J9(\pm 0,022)$, в отверстия диаметром $\varnothing 35,9H14(^{+0,62})$ длиной 110 мм, размер $S_{max} = 38,85$ мм.

Материал обрабатываемой детали – СЧ20, НВ=170 МПа.

Протяжка с приварным хвостовиком, Рабочая часть протяжки изготавливается из быстрорежущей стали Р6М5.

Оборудование: вертикально-протяжной станок 7А612, тяговая сила станка 40 кН.

Производство-серийное.

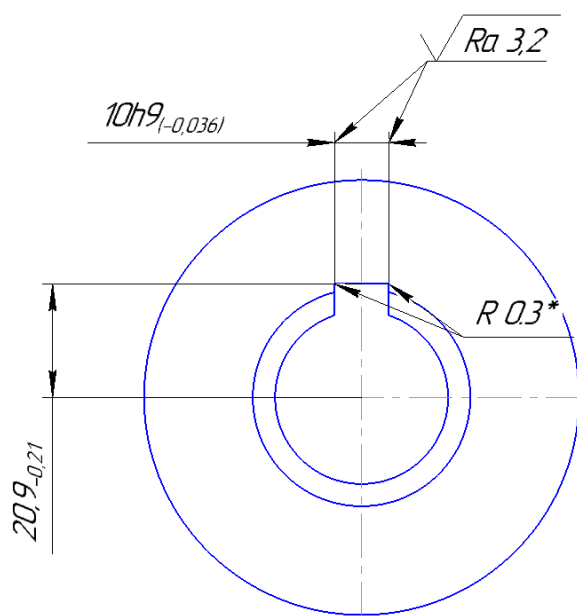


Рисунок 32 – Выполняемый размер паза.

					ЮУрГУ-150305.2018.288.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

Определение суммарного припуска под протягивание:

$$A_{max} = S_{max} - 0.5d_{min} - 0.5\sqrt{d_{min}^2 - b^2}$$

$$A_{max} = 38.85 - 35.9 - 0.5\sqrt{1288.81 - 100} = 3.7\text{мм}$$

Выбор величины подачи на зуб:

Длина обрабатываемого размера $L=110$, тип зуба-шпоночный, подача выбирается в диапазоне 0.05-0.15 мм, $(a) = 0,1$ мм.

Предварительный шаг режущих зубьев:

$$T_{пред} = 1.5\sqrt{L} = 15,73 \text{ мм}$$

Число одновременно работающих зубьев:

$$Z_{max} = \frac{L}{t_{пред}} = 7 \text{ зубьев.}$$

Уточняем шаг режущих зубьев:

$$t = \frac{L}{Z_{max} - 0.1} = 16 \text{ мм.}$$

Расчёт глубины стружечных канавок:

$$(h) = 0.5t = 8 \text{ мм.}$$

Выбор величины переднего и заднего углов:

Передний: $(\gamma) = 10^\circ$, задний: $(\alpha) = 4^\circ$.

Определение остальных размеров профиля зубьев и стружечных канавок:

Спинка зуба – прямолинейная;

Радиус стружечной канавки $r=0,5h=4$ мм;

Ширина зуба $g=0,3t=5,5$ мм;

					ЮУрГУ-150305.2018.288.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		49

Б(4:1)

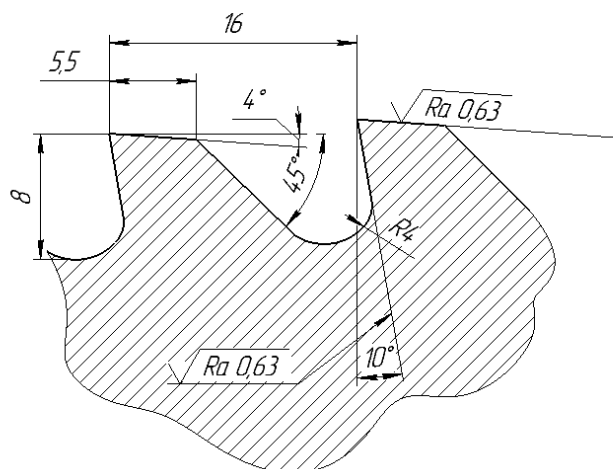


Рисунок 33 – Размеры режущего зуба протяжки

Выбор размеров хвостовика:

Размеры хвостовика определяются по таблице 5.

Таблица 5 – Размеры хвостовика протяжки

b_1 с11	b_3 с11	H , не более	l_1 , не менее	l_2 , не менее	l_3	Длина зажима l_4	c	K +0,2	η	r_2	Площадь по сечению размера b_3 в мм ²
12	8,0	28	17	25	18	200	1,0	0,15	0,3	1,0	224,0
14	10,0	30			300,0						
16	12,0	36			402,5						
18	13,0	40			520,0						
20	15,0	45			675,0						
22	16,5				732,5						
24	18,0				900,0						
25	19,0	50			950,0						

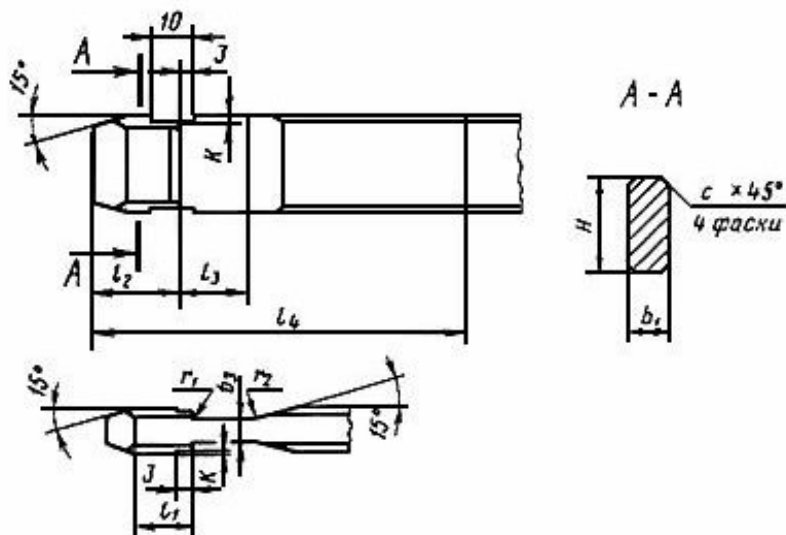


Рисунок 34 – Размеры хвостовика ($b_1=14$ мм; $b_3=10$ мм; $H=30$ мм; $l_1=17$ мм; $l_2=25$ мм; $l_3=18$ мм; $l_4=200$ мм; $c=1$ мм; $r_1=0,3$ мм; $r_2=1$ мм.)

Определение силы резания:

$$P = C_p a^x b_i Z_{max} K_3 K_c K_{\kappa}$$

C_p -зависит от свойств обрабатываемого материала; x -показатель степени при величине подач; b_i -суммарная длина ржущих кромок зуба протяжки; $K_3 K_c K_{\kappa}$ -поправочные коэффициенты учитывающие соответственно влияние переднего угла и СОЖ.

$$P = 2470 \cdot 0.1^{0.85} 10 \cdot 6 = 20933 \text{ Н}$$

Проверка протяжки на прочность по найденной силе резания:

$$\frac{P}{F_{min}} = 70 \frac{H}{\text{мм}^2} \leq 350 \frac{H}{\text{мм}^2}$$

F_{min} -площадь опасного сечения 300 мм^2

Определение высоты калибрующих зубьев:

$$H_k = H + A_{max} = 30 + 3,7 = 33,7$$

Определение шага калибрующих зубьев:

$t_k = t = 16$ мм, а последний $t = 23,85$ мм.

Составим таблицу размеров зубьев:

$$H_i = H + (i - 1)a;$$

					ЮУрГУ-150305.2018.288.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

$$H1 = 30 + (1 - 1) \cdot 0,1 = 30;$$

$H2 = 30 + (2 - 1) \cdot 0,1 = 30,1$ и т.д. (таблица представлена на чертеже)

Количество режущих зубьев:

$$Z_{\Pi} = \frac{A_{max}}{a} = \frac{3,7}{0,1} = 37 \text{ зубьев}$$

Определение количества калибрующих зубьев:

Так как качество обрабатываемой поверхности JS9, то $Z_k = 8$ зубьев

3.2.15 Определение номинального значения ширины зубьев протяжки

$$b_{\Pi} = b_{max} - \delta = 14.01 \text{ мм}$$

Общая длина:

Длина режущей части : 595 мм

Длина калибрующей части : 136 мм

Длина хвостовика: 200 мм

$$(L) = 931 \text{ м}$$

3.5 Проектирование операций технического контроля и выбор измерительного оборудования

Контролируемые параметры и измерительный инструмент представлены в таблице 6.

Таблица 6 - Контролируемые параметры

$\varnothing 200_{-1.15}$; 145_{-1} ; $\varnothing 174^{+1}$; $110_{-0.87}$; $\varnothing 80_{-0.74}$; $75 \pm 0,37$; $63 \pm 0,023$; $\varnothing 60^{+0.74}$; $30 \pm 0,042$;	Штангенциркуль электронный ШЦ-I-200 0,01 ГОСТ 166-89
$\varnothing 40^{+0.039}$; $10^{+0.036}$;	Нутромер индикаторный 18-50 0,001 мм ГОСТ 9244-75; Нутромер индикаторный 10-18 0,001 мм ГОСТ 9244-75;
$\varnothing 36^{+0.1}$;	Калибр-пробка 8133-0950 с ПР и НЕ вставками ГОСТ 14810-69

Ra 2,5; Ra 3,2; Ra 6,3;	Профилометр mitutoyo surfest sj-210
Торцевые биения относительно оси центров	Прибор для проверки на биение ПБМ-200
Угол 30°; 60°; конусность 1:10	Угломер с нониусом тип 3 ГОСТ 5378-88

1) Штангенциркуль ШЦ-I-200 0,01 ГОСТ 166-89 (рисунок 35) изготовлен из углеродистой и нержавеющей стали с хромовым покрытием. Значение отсчёта по электронной шкале 0,01, класс точности изделия – 1. Шкала - дюймовая и метрическая. Инструментальная сталь имеет твёрдость измерительных поверхностей не менее 51,5 HRC. Штангенциркуль обеспечивает измерение внутренних и наружных линейных размеров, а также измерение глубины.

Изготовленный в соответствии с ГОСТ 166-89 электронный штангенциркуль имеет массовое применение в самых различных отраслях. Неоспоримым достоинством ШЦ-I-200 0,01 является его невысокая цена.



Рисунок 35 – Штангенциркуль электронный ШЦ-I-200 0,01

2) Нутромер индикаторный (рисунок 36, 37) – это прибор, который позволяет точно определить параметры и значения внутренних отверстий деталей, пазов, в том числе их радиус и глубину. При этом показания устройства выводятся на дисплей контактным методом. В основном нутромеры индикаторные ГОСТ применяются в тех случаях, когда возникает потребность в измерении детали, находящейся в очень труднодоступном месте (то есть там, где невозможно применить штангенциркуль или микрометр).



Рисунок 36 – Нутромер индикаторный 10-18 0,001 ГОСТ 9244-75

					ЮУрГУ-150305.2018.288.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54



Рисунок 37 – Нутромер индикаторный 10-18 0,001 ГОСТ 9244-75

3) Контроль отверстий проводится Калибром-пробкой 8133-0950 с ПР и НЕ вставками ГОСТ 14810-69 (рисунок 38).



Рисунок 38 – Калибр-пробка 8133-0950

					ЮУрГУ-150305.2018.288.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55

4) Контроль шероховатости поверхности проводится профилометром mitutoyo surftest sj-210 (рисунок 39) – прибор, предназначенный для измерения неровностей поверхности. Для оценки неровности поверхности часто используют специальный показатель — шероховатость поверхности. Типичный профилометр содержит шкалу, на которой и отсчитываются значения показателя шероховатости поверхности.



Рисунок 39 – Профилометр mitutoyo surftest sj-210

5) Радиальное биение относительно оси центров контролируется прибором для контроля радиального биения ПБМ-200 (рисунок 40).

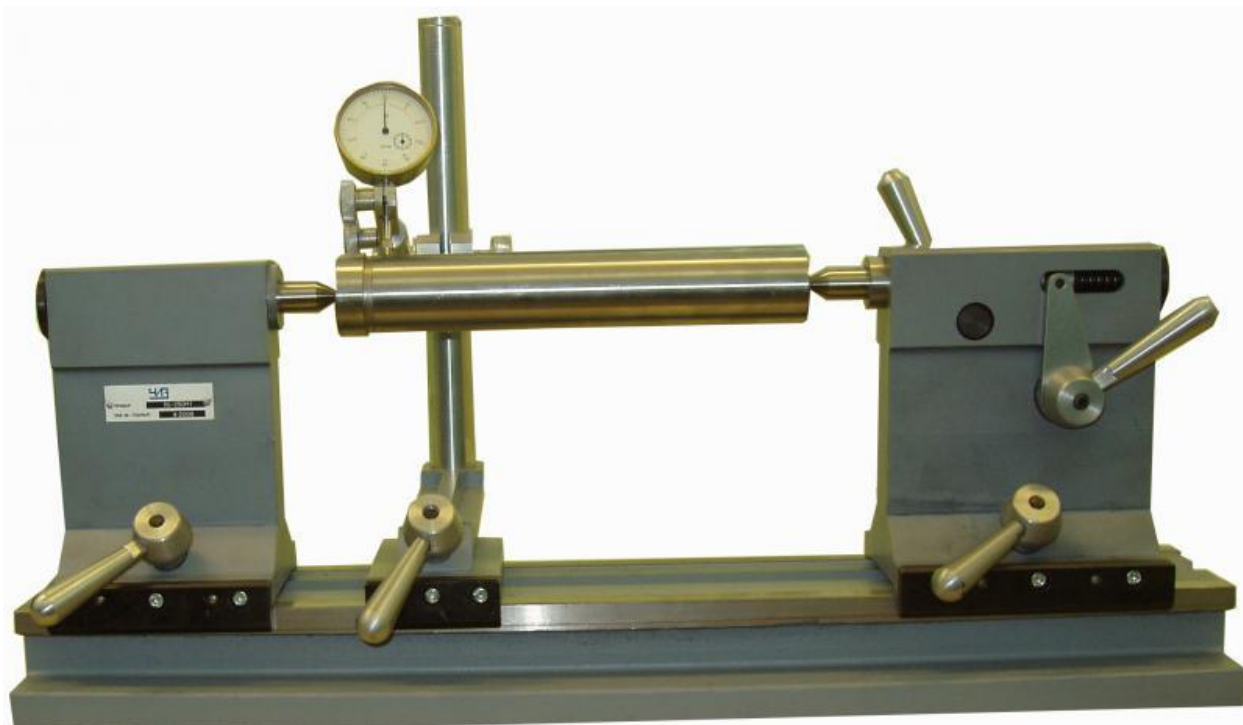


Рисунок 40 – прибор для контроля радиального биения ПБМ-200

б) Контроль угловых параметров осуществляется угломером с нониусом тип 3 ГОСТ 5378-88 (рисунок 41) – угломерный прибор, предназначенный для измерения геометрических углов в различных конструкциях, в деталях и между поверхностями (в основном контактным методом) и между удалёнными объектами (оптическим методом). Измерение производится в градусах, на основе линейчатой шкалы, линейчато-круговой шкалы (с механическим указателем или стрелкой), нониуса или в электронном виде, в зависимости от типа прибора.

					ЮУрГУ-150305.2018.288.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		57



Рисунок 40 – Угломер с нониусом тип 3 ГОСТ 5378-88

					ЮУрГУ-150305.2018.288.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		58

4 АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

4.1 Анализ возможности автоматизации технологического процесса

Целью автоматизации технологического процесса является повышение производительности, качества и надежности изготавливаемых изделий. С целью получения наибольшей информации о возможности полной или частичной автоматизации проведем анализ проектного варианта технологического процесса, учитывая нижеперечисленные факторы.

Технологический процесс детали «Соединительная полумуфта» не предусматривает специальных и слесарных операций. Удаление заусенцев и притупление острых кромок обеспечивается в процессе механической обработки. Для этого используется проходной резец.

К выбранному в проектном варианте технологического процесса обрабатываемому центру с ЧПУ DMG MORI CTX 2500 можно добавить модули автоматического открывания-закрывания дверей станков и стружечный конвейер для автоматизированной уборки отходов производства.

Переходы на операциях механической обработки сконцентрированы. Концентрация переходов позволяет сократить вспомогательное время на перемещение и переустановку заготовок и улучшить точность обработки, в результате выполнения принципа совмещения баз, а также повышает степень автоматизации технологического процесса.

Габаритные размеры детали: Ø200 мм x 140 мм; вес – 13,6 кг. Габаритные размеры детали и ее вес позволяют устанавливать ее в станок промышленным роботом.

Для автоматизации процесса установки и базирования детали на станке, для перемещения на/со склад/накопитель можно использовать

					ЮУрГУ-150305.2018.288.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		59

промышленного робота со схватом. Для этого можно использовать поверхность 1.

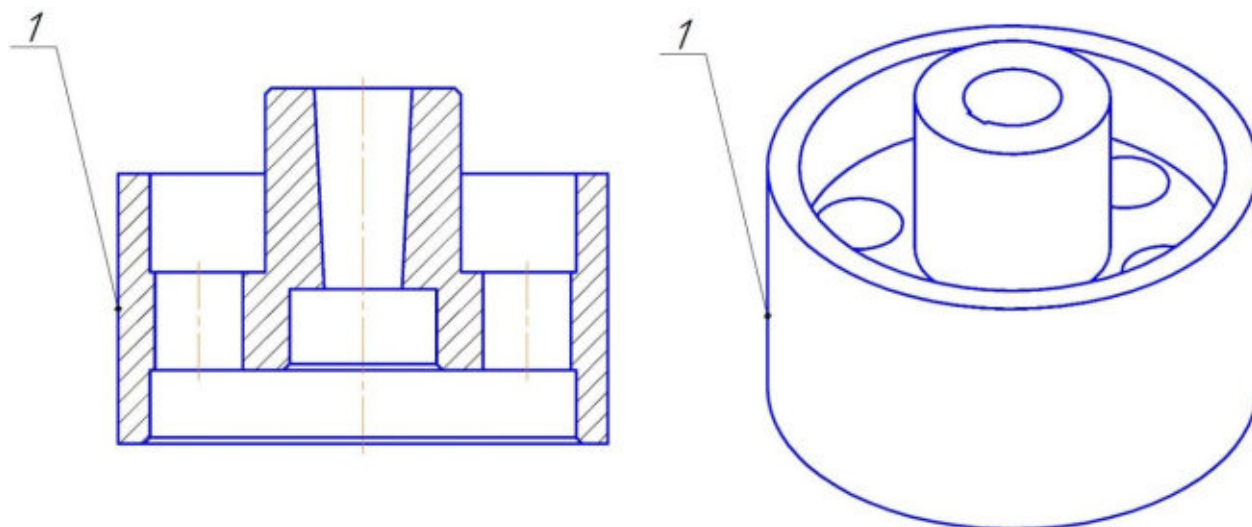


Рисунок 41 – Соединительная полумуфта (1 – поверхности для захвата промышленным роботом)

Проведенный анализ возможности автоматизации показал, что проектный вариант технологического процесса обработки детали «Соединительная полумуфта» возможно частично автоматизировать. На операциях контроля и протяжной операции необходимо присутствие человека.

Основой современного автоматизированного производства являются типовые и групповые технологические процессы. Типовые технологические процессы разрабатываются для группы деталей с общими конструктивными и технологическими признаками и применяются, в основном, в крупносерийном и массовом производствах. Групповые технологические процессы разрабатываются для группы деталей с различными конструктивными, но общими технологическими признаками, и применяются в мелкосерийном и среднесерийном производствах. Для создания типового или группового технологического процесса необходимо классифицировать детали, подлежащие обработке. Классификация деталей проводится в два этапа. Первый этап – первичная классификация – разделение деталей по конструктивно-технологическим признакам. Второй

					ЮУрГУ-150305.2018.288.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		60

этап – вторичная классификация – группирование деталей с одинаковыми или несущественно отличающимися признаками классификации.

Первичная классификация:

- габаритные размеры: Ø200 мм x 140 мм;
- масса: 13,6 кг;
- материал: СЧ 20 ГОСТ 1412-85;
- вид заготовки: газифицированное литье;
- вид обработки: точение, сверление, протягивание;
- самый точный квалитет обработки 8;
- наименьшая шероховатость Ra 2,8;
- группа деталей 71.

В этом классе классифицируются тела вращения типа колец, дисков, шкивов, стержней, стаканов, втулок, валов, осей, штоков и т.д.

С целью принятия решений о производстве изделия, анализе технологической подготовки производства, разработке мероприятий по повышению эффективности производства отработаем конструкцию детали на технологичность.

Так как мы не учитываем показатель трудоемкости изготовления, себестоимость и коэффициент унификации конструктивных элементов, то оценивать технологичность детали будем только по качественным показателям. Качественная оценка технологичности детали, обрабатываемой в условиях гибкой производственной системы, приведена в таблице 7.

Таблица 7 - Качественная оценка технологичности детали

№ п.п.	Критерий оценки	Значение/ Показатель/ Сравнительная характеристика	Характеристика оценки
1	Унифицированность элементов форм детали	Присутствуют отверстия большого диаметра, без резьбы	Технологично
2	Простота формы детали	Форма сложная (имеется 6 отверстий, 1 шпоночный паз,	Нетехнологично

		конусная поверхность)	
3	Возможность обработки максимального количества поверхностей детали за один установ	За один установ можно обработать 9 поверхностей	Технологично
4	Доступность поверхностей детали для обработки	Все поверхности легкодоступны	Технологично
5	Наличие труднообрабатываемых поверхностей детали	На детали нет труднообрабатываемых поверхностей	Технологично
6	Возможность совмещения конструкторских и технологических баз	Удалось совместить конструкторские и технологические базы, замыкающие звенья отсутствуют	Технологично
7	Обеспечение конструкции детали нормальный подвод и отвод режущего инструмента	Конструкция обеспечивает нормальный подвод и отвод режущего инструмента	Технологично
8	Возможность достижения наиболее точных размеров детали на основном оборудовании	Достижения наиболее точных размеров возможно на основном оборудовании, без операций шлифования, доводки и т.д.	Технологично
9	Возможность достижения минимальной заданной шероховатости поверхности детали на основном оборудовании	Достижения наименьшей шероховатости возможно на основном оборудовании, без операций шлифования, доводки и т.д.	Технологично
10	Высокая	Материал обладает хорошей	Технологично

	обрабатываемость основного материала	обрабатываемостью и имеет коэффициент обрабатываемости равный 1,05	
11	Возможность обработки детали универсальным режущим инструментом	Обработка унифицированным режущим инструментом возможна	Технологично
12	Коэффициент использования материала	КИМ равен 0,89	Технологично
13	Минимальная номенклатура режущего инструмента необходимая для обработки всех поверхностей детали при обеспечении заданной точности и шероховатости	Номенклатура режущего инструмента включает малое количество инструментов. (два резца, одно сверло, протяжка)	Технологично
14	Наличие поверхностей для захвата детали промышленным роботом и базирования на промежуточных накопителях и в основном оборудовании	Поверхности для захвата и базирования детали промышленным роботом имеются	Технологично

Характеристика параметров оценки показывает, что данная деталь в целом технологична в серийном производстве.

Нетехнологичной является сложность формы, а именно большое количество отверстий, наличие шпоночного паза, который невозможно получить на обрабатывающем центре, а также наличие конусной

поверхности, получить которую проблематично на универсальном оборудовании.

4.2 Разработка структурной схемы гибкого производственного участка

4.2.1 Определение состава и числа оборудования станочного комплекса ГПС

Выбор вида станков, их специализации по числу управляемых координат и определение их количества в составе ГПС по выпуску деталей заданной номенклатуры осуществляются на основе разработанных технологических процессов на типовые детали по следующей формуле:

$$K = \frac{C_{\text{ср}}}{T_{\text{ср}}},$$

где $C_{\text{ср}}$ – средняя станкочасовая норма, приходящаяся на каждый станок, мин; $T_{\text{ср}}$ – средний такт выпуска деталей, мин; K – число станков по виду оборудования.

$$T_{\text{ср}} = \frac{60\Phi_0 K_{\text{исп}}}{N_{\text{год}}},$$

где Φ_0 – годовой фонд времени оборудования, ч ($\Phi_0 = 4025$ ч); $K_{\text{исп}}$ – коэффициент использования оборудования по машинному времени ($K_{\text{исп}} = 0,85$); $N_{\text{год}}$ – годовая программа выпуска деталей, шт.

$$T_{\text{ср}} = \frac{60 \cdot 4025 \cdot 0,85}{20000} = 20,528$$

Максимальное количество деталей, изготавливаемых на одном станке за год, рассчитывается по формуле:

$$n_{\text{дет}} = \frac{\Phi_0}{t_{\text{шт}}},$$

где $t_{\text{шт}} \approx 22,6$ мин = 0,37 ч – полное время изготовления одной детали.

					ЮУрГУ-150305.2018.288.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		64

$$n_{\text{дет}} = \frac{4025}{0,37} = 10878 \text{ деталей.}$$

Количество станков, необходимых для изготовления 10878 деталей, рассчитывается по формуле:

$$n_{\text{ст}} = \frac{N_{\text{год}}}{n_{\text{дет}}},$$

$$n_{\text{ст}} = \frac{20000}{10878} = 1,83 \approx 2 \text{ станка.}$$

$$C_{\text{ср}} = \frac{C_1 + C_2 + C_3 + K + C_n}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n C_i,$$

где $n = 2$ – число типовых деталей; $C_1 = 22,9$ мин; $C_2 = 25$ мин – станкочас, приходящаяся на каждый станок по обработке i -го представителя типовых деталей, мин.

$$C_{\text{ср}} = \frac{47,9}{2} = 23,95;$$

$$K = \frac{47,9}{22,9} = 2,09 \approx 2.$$

4.2.2 Определение состава и числа оборудования станочного комплекса ГПС

Автоматическая транспортно-складская система (АТСС) в ГПС предназначена выполнять следующие функции: хранить в накопителях большой вместимости (складе) межоперационные заделы деталей и автоматически транспортировать их в заданный адрес по командам от ЭВМ; транспортировать детали от станка к станку, а также на позиции разгрузки и загрузки; оперативно пополнять накопители небольшой вместимости (приемно-передающие агрегаты, тактовые столы и др.), установленные около каждого станка; транспортировать обработанные детали на позиции контроля и возвращать их для продолжения дальнейшей обработки или на позиции загрузки-разгрузки.

					ЮУрГУ-150305.2018.288.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		65

4.2.3 Определение характеристик стеллажа-накопителя

Максимальное число деталиустановок различных наименований (число серий), которые могут быть обработаны на комплексе в течение месяца, определим по формуле:

$$K_{\text{наим}} = \frac{60 \cdot \Phi_{\text{ст}} \cdot n_{\text{ст}}}{t_{\text{об}} \cdot N},$$

где $\Phi_{\text{ст}}$ – месячный фонд отдачи станка, ч ($\Phi_{\text{ст}} = 305$ ч); $n_{\text{ст}}$ – число станков, входящих в ГПС; $t_{\text{об}}$ – средняя трудоемкость обработки одной деталиустановки, мин; N – средняя месячная программа выпуска деталей одного наименования.

Подставляя, получим:

$$K_{\text{наим}} = \frac{60 \cdot 305 \cdot 2}{1 \cdot 20000} = 1,8 \text{ шт.}$$

Полученное число деталиустановок определяет число ячеек в стеллаже. Для обеспечения нормальной работы ГПС необходим запас ячеек в накопителе, равный примерно 10 % от $K_{\text{наим}}$, поэтому принимаем $K_{\text{наим}} = 2$ шт.

4.2.4 Расчет числа позиций загрузки и разгрузки

Расчет необходимого числа позиций загрузки и разгрузки производят по формуле:

$$n_{\text{поз}} = \frac{t \cdot K_{\text{дет}}}{\Phi_{\text{поз}} \cdot 60},$$

где t – средняя трудоемкость операций на позиции, мин; $K_{\text{дет}}$ – число деталиустановок, проходящих через позицию в течение месяца, шт.; $\Phi_{\text{поз}}$ – месячный фонд времени работы позиции, ч; $\Phi_{\text{поз}} = \Phi_{\text{ст}} = 305$ ч.

$$K_{\text{дет}} = K_{\text{наим}} \cdot N,$$

где N – средняя месячная программа выпуска деталей одного наименования $K_{\text{наим}}$, шт.

Подставляя получим:

					ЮУрГУ-150305.2018.288.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		66

$$K_{\text{дет}} = 2 \cdot 20000 = 40000 \text{ шт.}$$

Для расчетов можно использовать следующие значения трудоемкостей операций по загрузке (t_z) и разгрузке (t_p) деталей: $t_z = 0,5$ мин; $t_p = 0,5$ мин.

Подставляя получим:

$$n_{\text{поз}} = \frac{1 \cdot 40000}{305 \cdot 60} = 2,18 \approx 2.$$

4.2.5 Расчет числа позиций контроля

Необходимое число позиций контроля $n_{\text{поз.к}}$ в ГПС рассчитывается по формуле:

$$n_{\text{поз.к}} = \frac{t_k \cdot K_{\text{дет.к}}}{\Phi_{\text{поз}} \cdot 60'}$$

где t_k – суммарное время контроля одной деталиустановки, мин; $K_{\text{дет.к}}$ – число деталиустановок, проходящих контроль за месяц, шт.; $\Phi_{\text{поз}}$ – месячный фонд времени работы позиции контроля, ч.

$$K_{\text{дет.к}} = \frac{K_{\text{дет}}}{n},$$

где $K_{\text{дет}}$ – число деталиустановок, обрабатываемых на комплексе за месяц, шт.; n – число деталиустановок, через которое деталь выводится на контроль, шт.:

$$n = \frac{n_1}{k_1 \cdot k_2},$$

где n_1 – плановое число деталиустановок, через которое деталь выводится на контроль по требованию технолога, шт.; $n_1=2$; k_1 и k_2 – поправочные коэффициенты, связанные с выводом деталей на контроль по требованию наладчика соответственно для первой деталиустановки в начале смены (k_1) и сразу же после установки нового инструмента (k_2); $k_1 = 1,15$; $k_2 = 1,05$.

					ЮУрГУ-150305.2018.288.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		67

Подставляя получим:

$$n = \frac{2}{1,15 \cdot 1,05} = 1,65 \approx 2;$$

$$K_{\text{дет.к}} = \frac{20000}{2} = 10000.$$

Время контроля одной деталиустановки:

$$t_k = t_{k_1} + t_{k_2} + \dots + t_{k_i},$$

где $t_{k_1}, t_{k_2}, \dots, t_{k_i}$ – соответственно время контроля поверхностей детали после обработки на 1, 2 и т.д. i -м станках комплекса.

Для расчетов время каждого промежуточного контроля (после неполной обработки поверхностей на станках комплекса) можно принимать равным:

$$t_{\Pi} = 5 \text{ мин};$$

время окончательного контроля всех поверхностей детали (после обработки на последнем станке комплекса):

$$t_{\text{к.ок}} = 10 \text{ мин.}$$

Подставляя получим:

$$t_k = 5 + 30 = 35 \text{ мин};$$

$$n_{\text{поз.к}} = \frac{15 \cdot 40000}{305 \cdot 60} = 32,78 \approx 33$$

4.2.6 Проектирование предварительной компоновки ГПС

Для дальнейшего определения числа подвижных транспортных механизмов АТСС, расчета времени перемещения заготовок, а так же определения более рационального размещения оборудования необходимо узнать примерный маршрут движения заготовок при обработке на станках ГПС. Для этого осуществим планировку станочной и складской систем комплекса.

					ЮУрГУ-150305.2018.288.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		68

Первый вариант расположения оборудования представлен на рисунке

42.

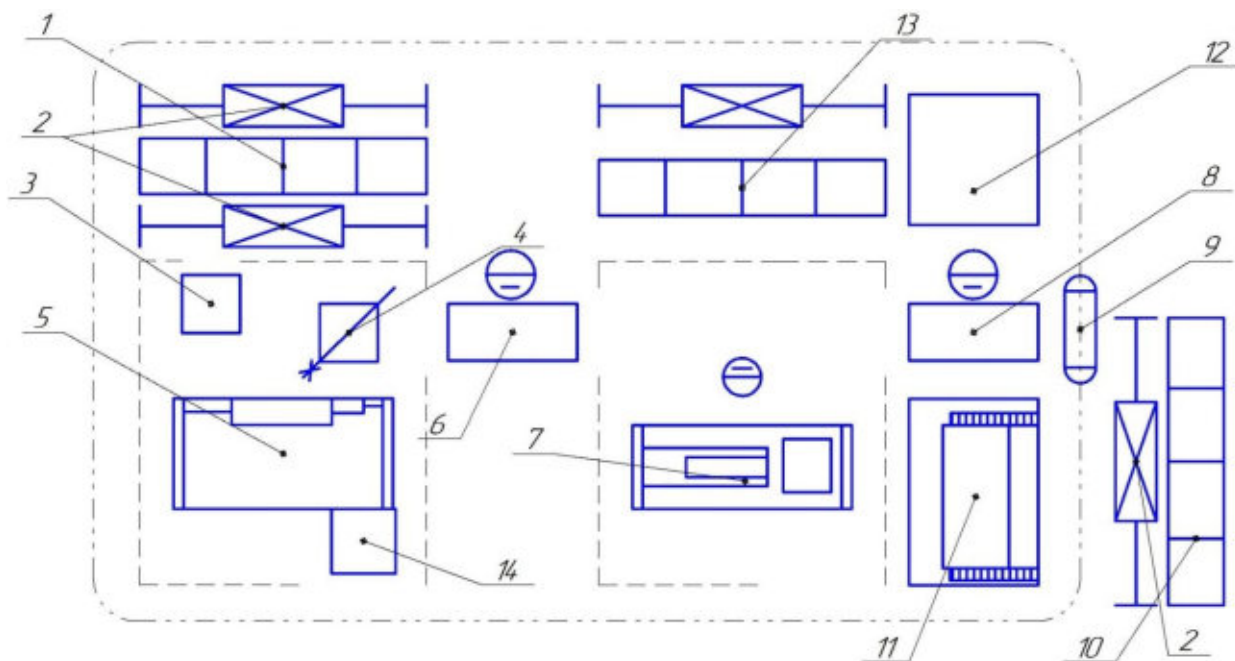


Рисунок 42 – Первый вариант расположения оборудования (1-склад заготовок; 2-робот-штабелер; 3-приемно-раздаточный стол; 4-промышленный робот; 5-первый обрабатывающий центр с ЧПУ; 6-первый стол промежуточного контроля; 7-второй обрабатывающий центр с ЧПУ; 8-второй стол промежуточного контроля; 9-автокар; 10-промежуточный склад хранения; 11-моечная установка; 12-пункт окончательного контроля; 13-склад готовой продукции; 14-бак для стружки)

По данному варианту планировки заготовки между станками переносятся роботом-манипулятором, автокар нужен лишь для перемещения заготовок на мойку и склад. Для осуществления промежуточного контроля часть партии заготовок после каждой операции обработки поступает на пункт контроля.

Для выявления всех суммарных перемещений были составлены графы (рисунок 43) и матрица ориентировочных перемещений подвижных механизмов АТСС (таблица 8).

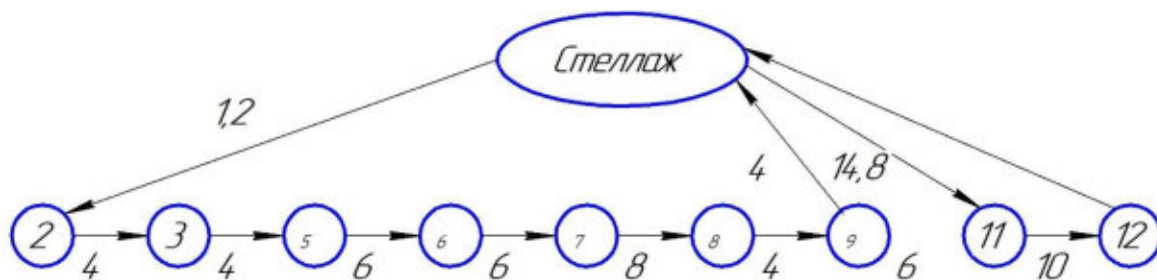


Рисунок 43 – Графы перемещения первого варианта планировки

Таблица 8 – Матрица перемещений подвижных механизмов АТСС

Номер оборудования, к которому движется транспортное средство	Номер оборудования, от которого движется транспортное средство													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	Расстояние, пройденное транспортным средством, м													
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	1,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3		4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14,8	-	-	-
13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-	-
14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Суммарное перемещение при такой компоновки ГПС равно 67,5 м.

Второй вариант расположения оборудования представлен на рисунке 44.

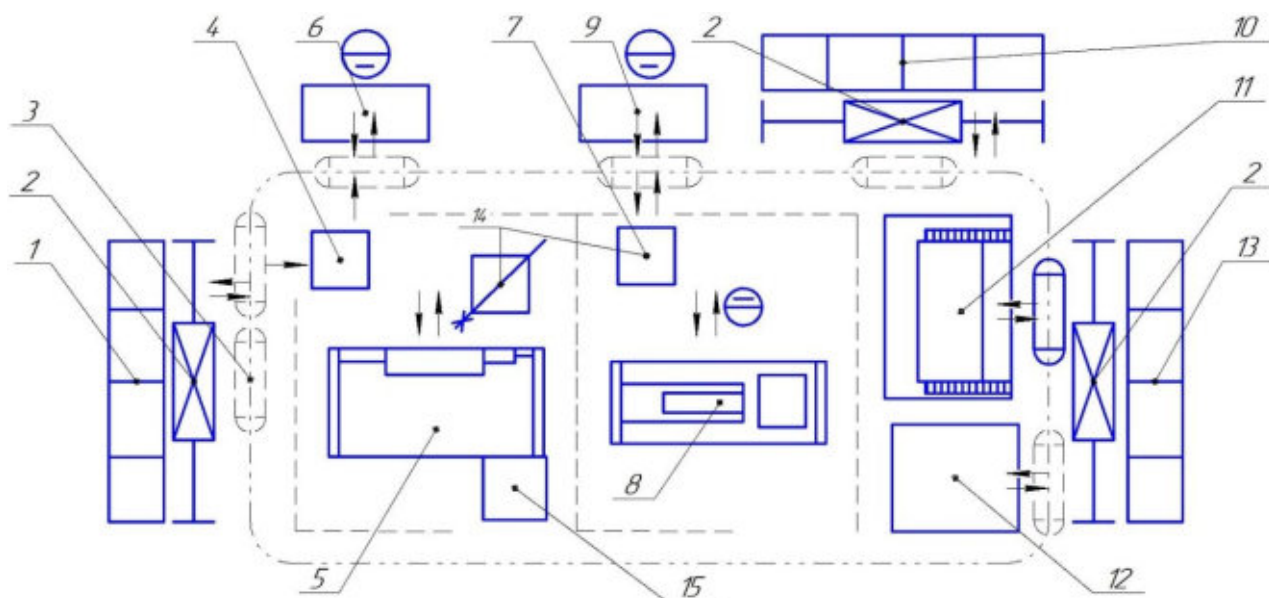


Рисунок 44 – Второй вариант расположения оборудования (1-склад заготовок; 2-робот-штабелер; 3-автокар; 4-приемно-раздаточный стол; 5-первый обрабатывающий центр с ЧПУ; 6-первый стол промежуточного контроля; 7-приемно-раздаточный стол; 8-второй стол промежуточного контроля; 9-второй стол промежуточного контроля; 10-промежуточный склад хранения; 11-моечная установка; 12-пункт окончательного контроля; 13-склад готовой продукции; 14-робот-манипулятор; 15-бак для стружки)

При данной схеме перемещение заготовок проводится на автокаре, а также можно легко осуществлять промежуточный контроль, взяв часть партии заготовок после операции с приемно-раздаточного стола и переместив на пункт контроля.

Для выявления всех суммарных перемещений были составлены графы (рисунок 45) и матрица ориентировочных перемещений подвижных механизмов АТСС (таблица 9).

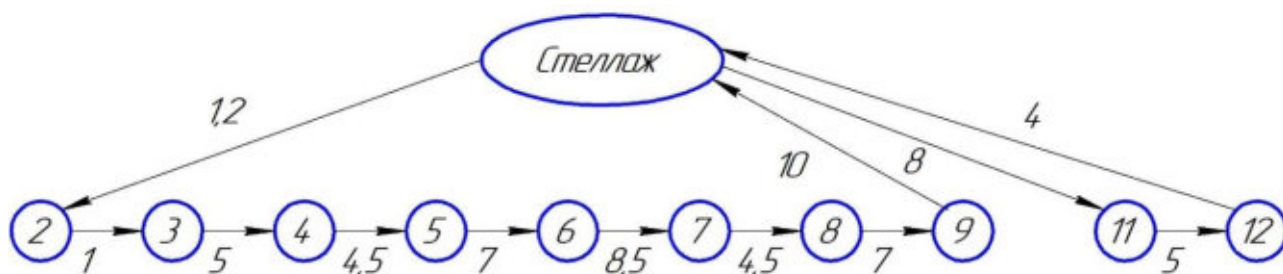


Рисунок 55 – Графы перемещения второго варианта планировки

Таблица 9 – Матрица перемещений подвижных механизмов АТСС

Номер оборудования, к которому движется транспортное средство	Номер оборудования, от которого движется транспортное средство													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	Расстояние, пройденное транспортным средством, м													
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	1,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	4,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-	8,5	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	4,5	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	7	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-
13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-
14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Суммарное перемещение при такой компоновки ГПС равно 65,7 м.

4.2.7 Определение числа подвижных транспортных механизмов АТСС

Рассчитаем суммарное время $T_{\text{обсл}}$ работы робота со стороны станков:

$$T_{\text{обсл}} = \frac{K_{\text{стел-ст}} \cdot t_{\text{стел-ст}} + K_{\text{ст-ст}} \cdot t_{\text{ст-ст}}}{60},$$

где $K_{\text{стел-ст}}$ – число перемещений между стеллажом и станками; $K_{\text{ст-ст}}$ – число перемещений между станками; $t_{\text{стел-ст}}$ – среднее время, затрачиваемое на передачу заготовки со стеллажа на станок и обратно, мин; $t_{\text{ст-ст}}$ – среднее время, затрачиваемое на передачу заготовки со станка на станок, мин.

Время выполнения роботом одной передачи спутника равно:

$$t_{\text{стел-ст}} = t_{\text{ст-ст}} = t_1 + t_2,$$

где t_1 – время отработки кадра "Подойти и взять ящик", мин; t_2 – время отработки кадра "Подойти и поставить ящик", мин.

$$t_1 = t_k + t_{\text{под}} + t_{\text{в.с}},$$

$$t_2 = t_k + t_{\text{под}} + t_{\text{п.с}},$$

где t_k – время расчета и передачи кадра команды от ЭВМ в устройство ЧПУ робота, мин; $t_{\text{под}}$ – время подхода робота к заданной точке, мин; $t_{\text{в.с}}$ – время работы цикловой автоматики по выполнению команды "Взять ящик", мин; $t_{\text{п.с}}$ – то же "Поставить ящик", мин.

Время t_k колеблется в пределах $t_k = 1,5 \dots 10$ с; время $t_{\text{в.с}} = t_{\text{п.с}} = 0,15 \dots 0,25$ мин. Время подхода робота к заданной точке:

$$t_{\text{под}} = \frac{L_x}{V_x} + \frac{L_y}{V_y},$$

где L_x и L_y – соответственно длина перемещения робота по осям x и y , м; V_x и V_y – соответственно скорость перемещения робота по осям x и y , м/мин. Для расчетов принимаем: $V_x = 60$ м/мин; $V_y = 6$ м/мин; $L_x = 2$ м; $L_y = 2$ м.

Подставляя получим:

$$t_{\text{под}} = \frac{4,5}{60} + \frac{4,5}{6} = 0,825 \text{ мин};$$

$$t_1 = t_2 = 1,5 + 0,825 + 0,15 = 2,475 \text{ мин};$$

$$t_{\text{стел-ст}} = t_{\text{ст-ст}} = 2,4 + 2,4 = 4,8 \text{ мин};$$

$$T_{\text{обсл}} = 1 \cdot 4,8 + 1 \cdot 4,8 = 9,6 \text{ мин}.$$

Рассчитав суммарное время обслуживания станков, определим число роботов для выполнения этой работы:

$$K_{\text{шт1}} = \frac{T_{\text{обсл}}}{\Phi_{\text{шт}} \cdot 60},$$

					ЮУрГУ-150305.2018.288.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		73

где $\Phi_{ш}$ – фонд работы штабелера, ч.

Подставляя получим:

$$K_{шт1} = \frac{9,6}{305 \cdot 60} = 0,045 \approx 1.$$

4.3 Выбор оборудования для функционирования автоматизированной системы

4.3.1 Определение вспомогательных систем и участков, необходимых для функционирования ГПС

Для обеспечения функционирования гибкой производственной системы в автоматизированном режиме предусмотрена вспомогательная автоматизированная система уборки отходов (АСУО) (рисунок 56). Система представляет собой установленный в поддоне станка конвейер, который перемещает стружку из поддона в накопительный бак для стружки. Заполненный стружкой бак меняется на пустой бак с помощью робокара.

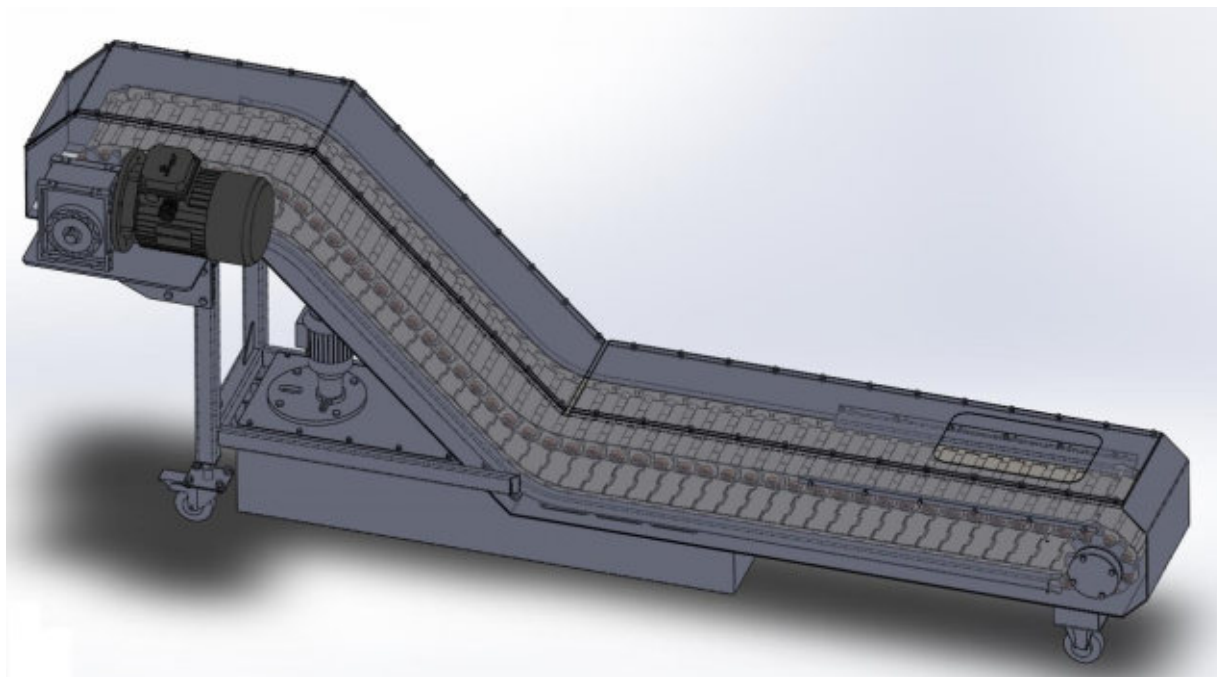


Рисунок 56 – Автоматизированная система уборки отходов

					ЮУрГУ-150305.2018.288.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		74

4.3.2 Выбор вспомогательного оборудования, необходимого для функционирования ГПС

Принимаем промышленный робот KUKA KR 30-3 (рисунок 57) грузоподъемностью: 30 кг и радиусом действия: 2 м. Робот KUKA KR 30 легко настраивается для различных приложений и проектов. Он обладает средней грузоподъемностью и способен выполнять мощные и точные движения. Технические характеристики данного робота представлены в таблице 10.



Рисунок 57 – Робот KUKA KR 30-3

Особенности и преимущества выбранного робота:

- высокие угловые скорости осей;
- высокая производительность при перемещении заготовок;
- лучшие в своём классе инерционные показатели;
- интегрированные кабели и компактное полое запястье;
- внутренний кабельный пакет делает робота чрезвычайно простым в эксплуатации и обслуживании;
- отсутствие риска контакта кабелей с внутренними частями обслуживаемого станка;

					ЮУрГУ-150305.2018.288.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		75

Рабочая зона ⁴⁾	Размеры A	Размеры B	Размеры C	Размеры D	Размеры E	Размеры F	Размеры G	Объем
KR 30-3	2498 мм	3003 мм	2033 мм	1218 мм	815 мм	1084 мм	820 мм	27,2 м ³

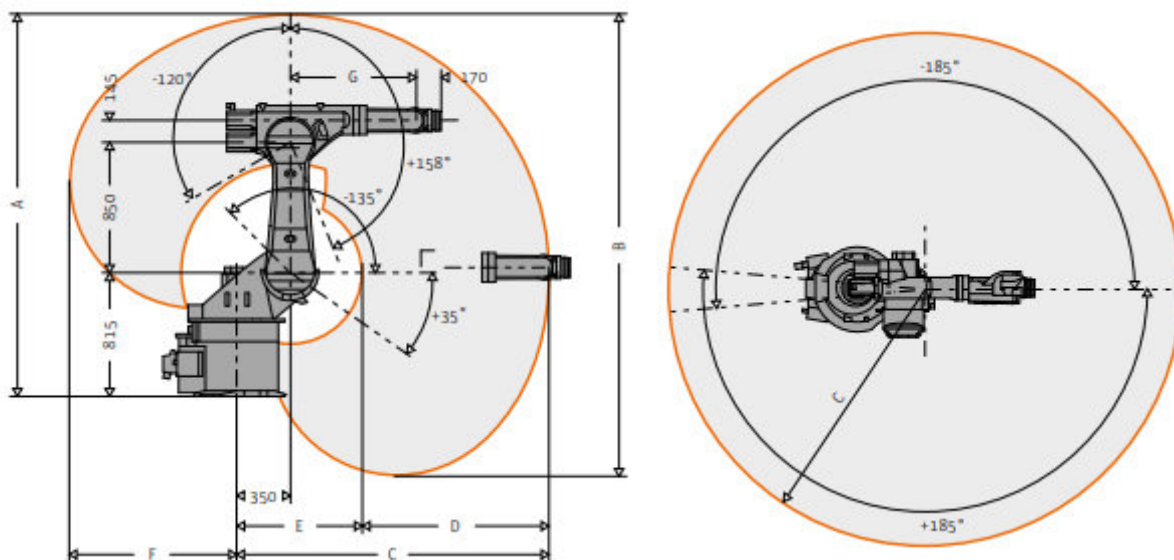


Рисунок 58 – Диапазон перемещений робота KUKA KR 30-3

Таблица 10 – Характеристики промышленного робота KUKA KR 30-3

Параметры	Значения параметров
Контролируемые оси	6
Максимальная грузоподъемности, кг	30
Точность позиционирования (мм)	±0,05
Масса робота (кг)	665
Радиус действия (мм)	2033

Схема возможных перемещений рабочих органов робота представлена на рисунке 59.

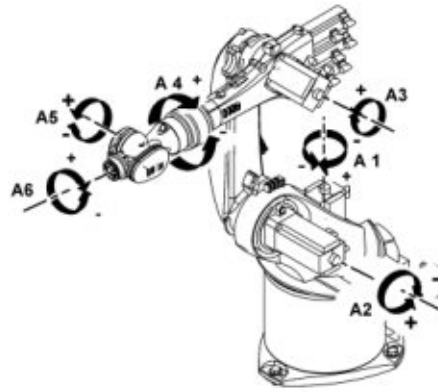


Рисунок 59 - Схема возможных перемещений рабочих органов робота

Для захвата детали необходим рабочий орган – схват промышленного робота, который был рассчитан и спроектировал, а также построена 3д модель, проведены расчеты усилий и нагрузок. Чертеж схвата представлен на рисунке 60, на рисунке 61 представлена 3д модель.

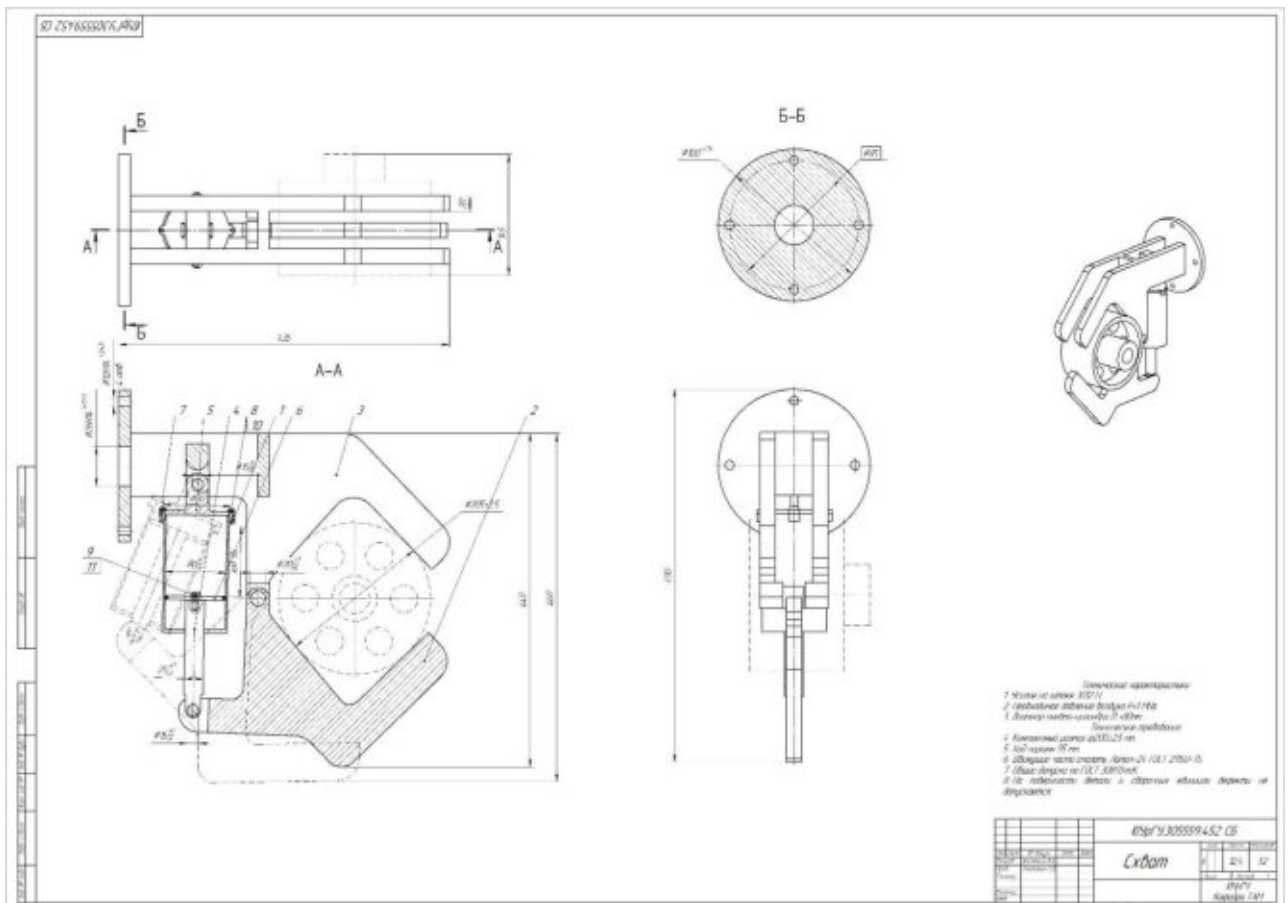


Рисунок 60 – Схват промышленного робота

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ЮУрГУ-150305.2018.288.00.ПЗ

Лист

77

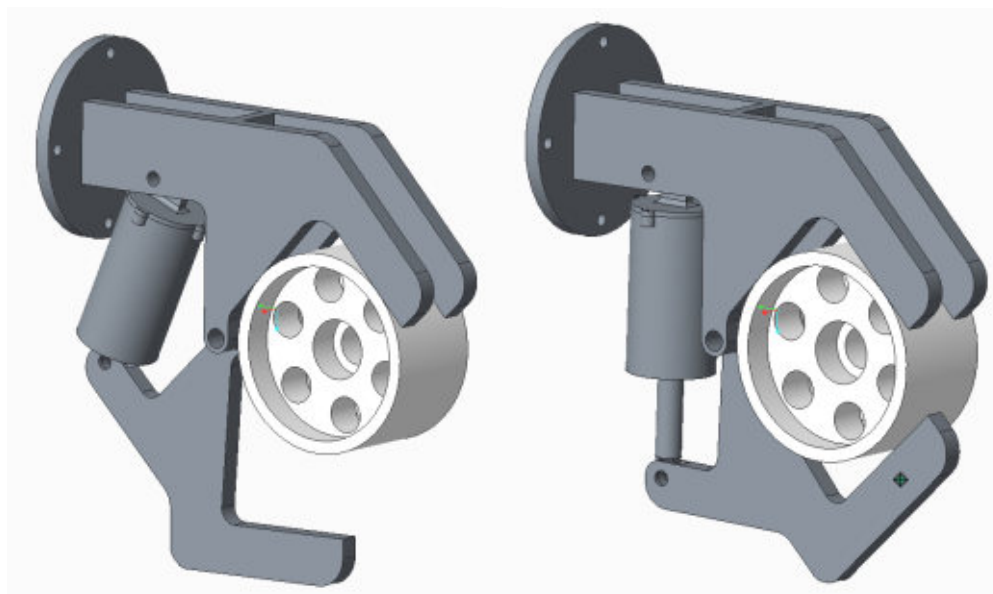


Рисунок 61 – Схват промышленного робота, 3д модель

4.4 Базирование заготовки, полуфабриката, готовой детали в промышленном роботе, транспортном устройстве, промежуточном накопителе

Рассмотрим схемы базирования заготовки для детали «Соединительная полумуфта». Схема базирования заготовки на операциях обработки изображена на рисунках 62,63.

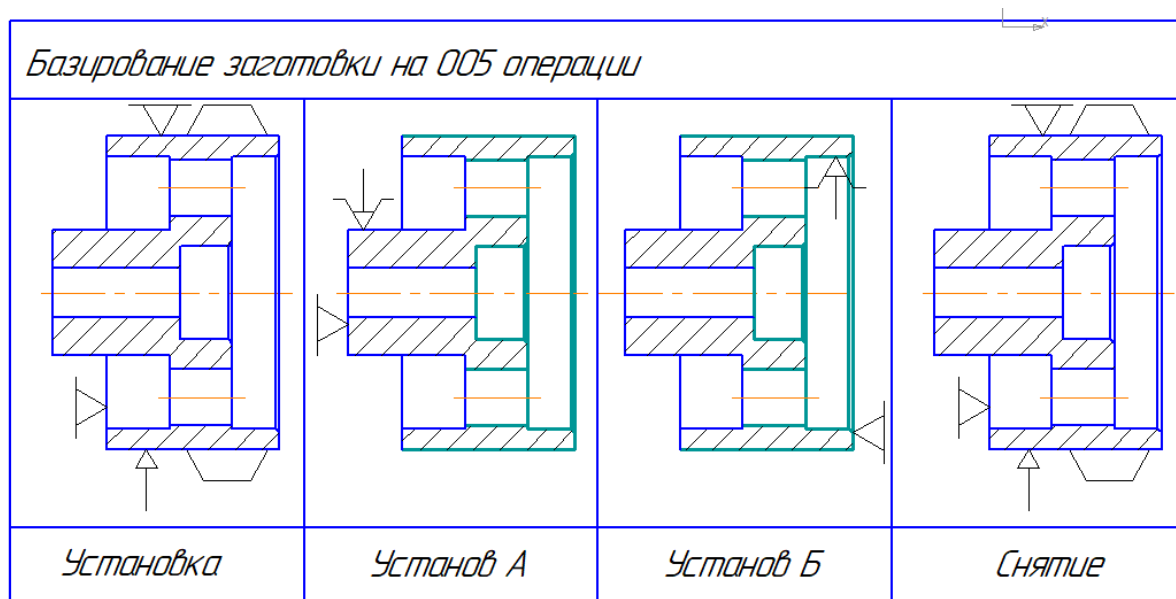


Рисунок 62 - Схема базирования заготовки на 005 операции

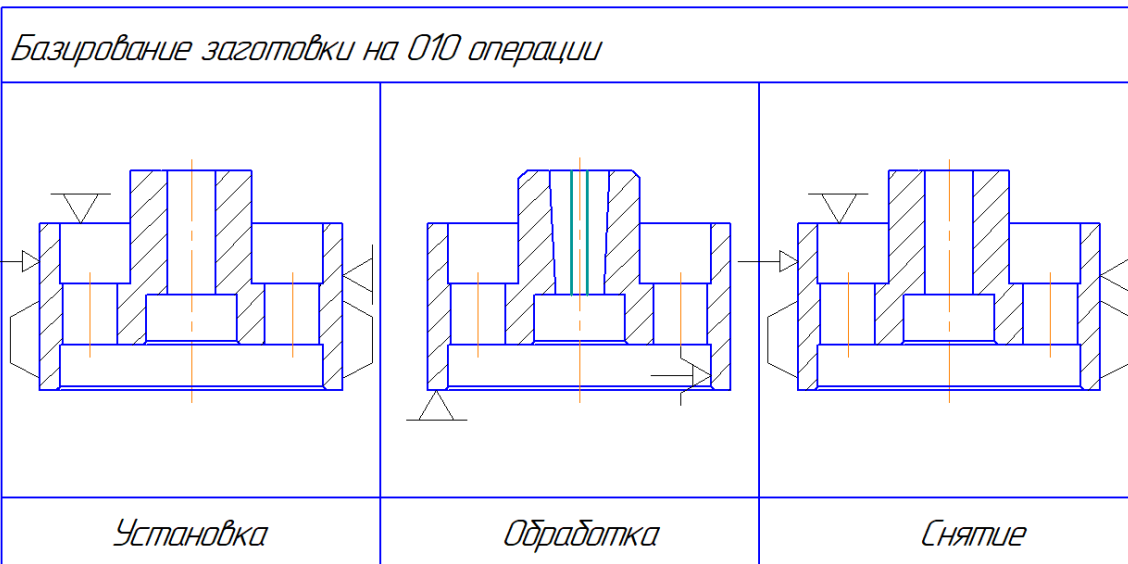


Рисунок 63 - Схема базирования заготовки на 010 операции

4.5 Анализ установочных размерных связей

В рассматриваемом примере установка заготовки в трехкулачковый патрон осуществляется промышленным роботом. В процессе установки робот берет заготовку с накопителя или приспособления для промежуточного базирования и перемещает ее в рабочую зону станка, обеспечивая параллельность осей заготовки и трехкулачкового патрона. После этого заготовка устанавливается трехкулачковый патрон, производится зажим кулачков, и промышленный робот покидает рабочую зону станка.

Расчетная схема определения размерных связей для данного случая представлена на рисунке 14. Из расчетной схемы видно, что для возможности установки заготовки в трехкулачковый патрон максимальная величина отклонения от соосности A_{Δ} должна не превышать значения:

$$A_{\Delta\max} = 1/2(D-d),$$

где D – диаметр раскрытых кулачков патрона, мм; d – диаметр устанавливаемой в патрон заготовки, мм.

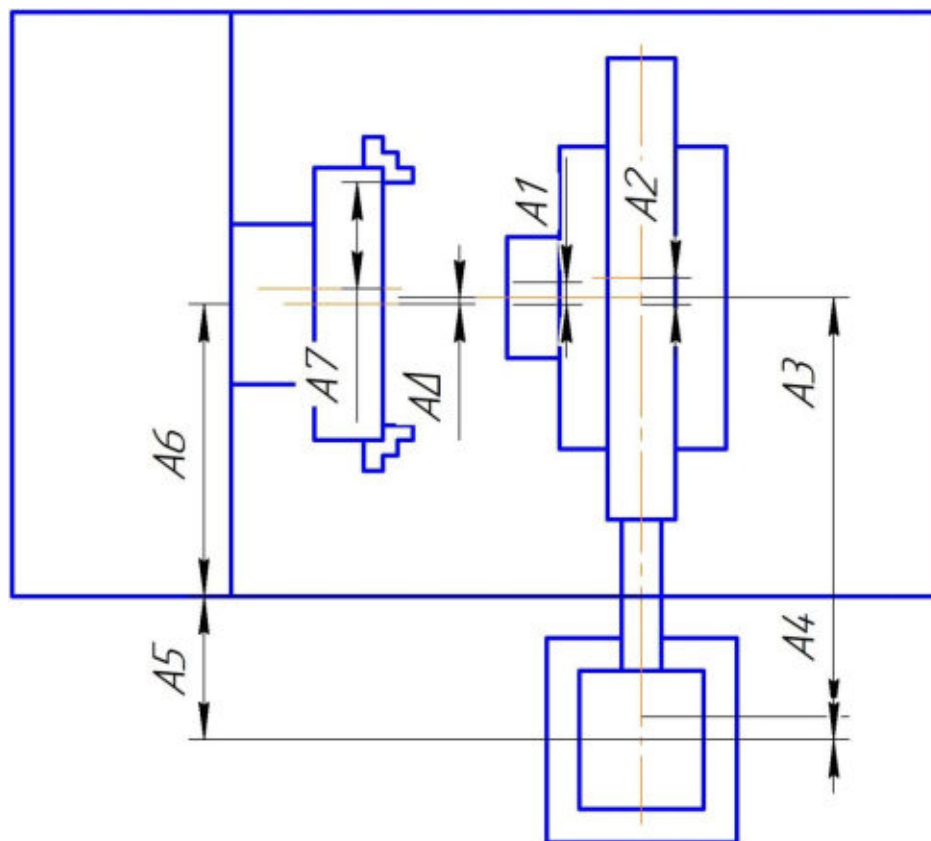


Рисунок – 64 Схема размерных связей при автоматической загрузке токарного станка

Диапазон раскрытия кулачков в современных пневматических и гидравлических трехкулачковых патронах не превышает 10 мм. Таким образом, номинальное значение $A_{\Delta}=0$, а допуск его размер составляет $T_{\Delta}=10$ мм. Значение A_{Δ} можно записать в виде $A_{\Delta}=0\pm 5$ мм.

Таким образом все остальные погрешности будем сравнивать с полем допуска $T_{\Delta}=5$ мм;

Кулачки, сдвигающиеся к оси патрона, при наличии отклонения от соосности будут стремиться переместить заготовку в новое положение. Заготовка же пока еще закреплена на захватах робота. Следовательно, возникнут силы при передаче заготовки от робота в патрон. Сила может быть определена по формуле

$$P = jA_{\Delta},$$

где j — жесткость системы робот — заготовка — патрон.

При жесткости робота $j = 500$ Н/мм в случае отклонения от соосности

$$A_{\Delta} = A_{\Delta\max} = 5;$$

в конкретном примере для установки горловины диаметром 500 мм и длиной 295 мм необходимо, чтобы $P < 100$ Н, тогда допустимое отклонение от соосности:

$$G'_{\Delta\max} = P/j = 100/500 = 0,2 \text{ мм.}$$

При автоматической работе РТК необходимо обеспечить, чтобы каждую заготовку робот устанавливал в патрон станка без поднастройки и регулировки, поэтому соосность A_{Δ} нужно обеспечивать по методу полной взаимозаменяемости. При полной взаимозаменяемости допуск замыкающего звена должен быть равен сумме полей допусков звеньев составляющих: $T_{\Delta} = T1 + T2 + T3 + T4 + T5 + T6 + T7$, где $T1 - T7$ — допуски размеров G соответствующего номера. Допуск соосности $A_{\Delta} = \pm 0,2$ мм составляет $T_{\Delta} = 0,4$ мм.

Рассмотрим допуски составляющих размеров:

Точность позиционирования робокара $T_{\Delta\text{робокар}} = 1$ мм;

Точность позиционирования штабелера $T_{\Delta\text{штабелера}} = 2$ мм;

Точность позиционирования промышленного робота $T_{\Delta\text{робота}} = 0,2$ мм;

Складывая данные погрешности сравним их с погрешностью, полученной ранее $T_{\Delta} = 5$ мм;

Погрешность $T_{\Delta\text{общая}} = T_{\Delta\text{робокар}} + T_{\Delta\text{конвейера}} + T_{\Delta\text{штабелера}} + T_{\Delta\text{робота}}$

$$T_{\Delta\text{общая}} = 1+1+2+0,2 = 4,2 \text{ мм;}$$

$$T_{\Delta\text{уст}} \geq T_{\Delta\text{общая}} ;$$

$$5\text{мм} \geq 4,2 \text{ мм;}$$

Таким образом, деталь будет устанавливаться в патрон.

					ЮУрГУ-150305.2018.288.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		81

5 ОРГАНИЗАЦИОННО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ЧАСТЬ

Оборудование располагается в трех пролетах вдоль колонн на расстоянии 9 м от колонн, проезд шириной 4 метра. Высота цеха 8 метров, ширина 14 метров.

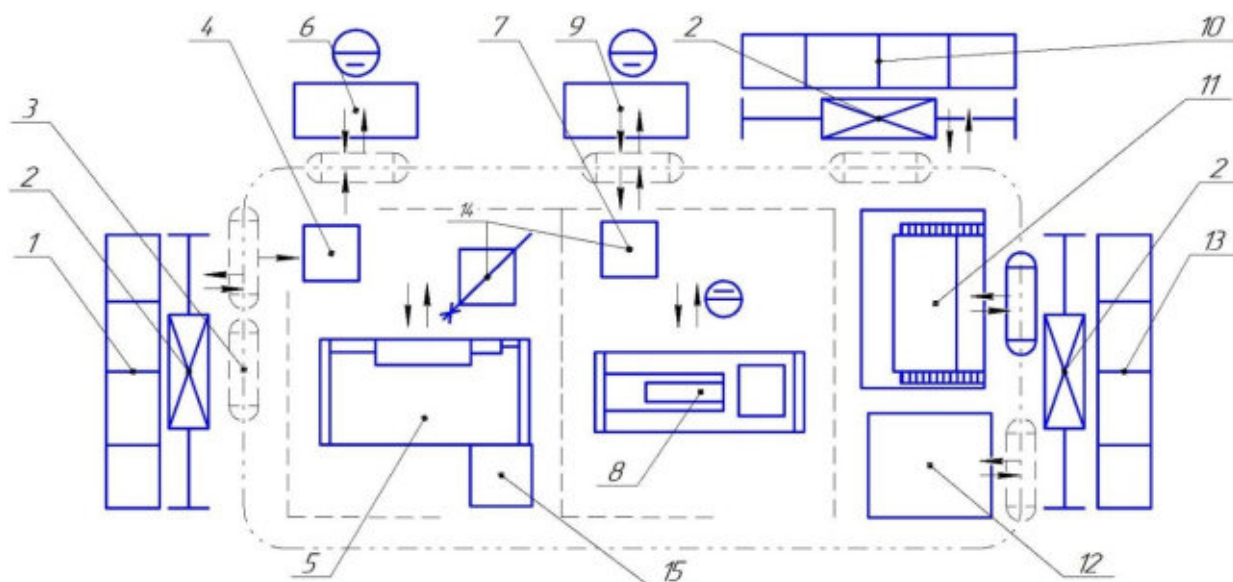


Рисунок 65 – План расстановки оборудования

(1-склад заготовок; 2-робот-штабелер; 3-автокар; 4-приемно-раздаточный стол; 5-первый обрабатывающий центр с ЧПУ; 6-первый стол промежуточного контроля; 7-приемно-раздаточный стол; 8-второй стол промежуточного контроля; 9-второй стол промежуточного контроля; 10-промежуточный склад хранения; 11-моечная установка; 12-пункт окончательного контроля; 13-склад готовой продукции; 14-робот-манипулятор; 15-бак для стружки)

На данной схеме показано перемещение заготовок со склада заготовок 1 роботом-штабелером 2 в накопителе на автокар 3, который перевозит заготовки на приемо-раздаточный стол 4, промышленный робот-манипулятор 13 устанавливает заготовку на станок 5, после обработки снимает ее со станка и возвращает на приемо-раздаточный стол 4, далее автокар 3 перемещает заготовку на стол промежуточного контроля 6, где рабочий проводит замеры. Далее автокар 3 забирает заготовку со стола промежуточного контроля 6 и устанавливает ее на приемо-раздаточный

					ЮУрГУ-150305.2018.288.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		82

стол 7, с которого проводится установка человеком 13 на протяжной станок 8. После обработки рабочий 13 возвращает заготовку на приемно-раздаточный стол 7, с которого на перемещается автокаром 3 на второй пункт промежуточного контроля 9. Далее заготовка перемещается на склад промежуточного хранения 10 автокаром 3. Со склада заготовка перевозится в моечную установку 11. После мойки и сушки заготовка поступает на пункт окончательного контроля 12 и далее на склад готовой продукции 13.

					ЮУрГУ-150305.2018.288.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		83

6 БЕЗОПАСНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ЦИКЛА ИЗДЕЛИЯ

6.1 Мероприятия и средства по созданию безопасных и безвредных условий труда

На всех предприятиях, в учреждениях, организациях создаются безопасные и безвредные условия труда. Обеспечение безопасных и безвредных условий труда возлагается на собственника или уполномоченный им орган. Условия труда на рабочем месте, безопасность технологических процессов, машин, механизмов, оборудования и других средств производства, состояние средств коллективной и индивидуальной защиты, используемых работником, а также санитарно-бытовые условия должны отвечать требованиям нормативных актов об охране труда.

Обработка детали «Соединительная полумуфта», относится к категории Ib (энерготраты 140-174 Вт), поскольку работа персонала цеха сопровождается небольшими физическими нагрузками. К категории Ib относятся работы, производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся некоторым физическим напряжением. Нормируемые параметры микроклимата не должны выходить за пределы нормативных величин, приведенных в таблице 11.

Таблица 11 – Нормируемые параметры микроклимата

Период года	Температура воздуха (поверхностей), °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный и переходный	21-23	40-60 (до 75)	0,1
Теплый	22-24	40-65	0,2

Выполнение этих норм осуществляется путем проведения следующих мероприятий:

- 1) в теплое время за счет вентиляции, кондиционеров;
- 2) в холодное время за счет вентиляции, отопления.

Для спроектированного техпроцесса предусматриваются следующие виды защиты:

- 1) предохранительные, автоматически отключающие оборудование при выходе какого-либо параметра за пределы допустимого;
- 2) ограничивающие, закрывающие доступ к опасным частям оборудования. Для этого используются кожухи, щиты, экраны. Ограждения должны быть достаточно прочными, надежно крепиться к фундаменту или частям машины;
- 3) у станков предусмотрены дверцы для защиты от разлетающейся стружки.
- 4) сигнализирующие, окраска опасных частей оборудования в красный цвет;

Мероприятия по безопасной эксплуатации лезвийного инструмента:

Для безопасной эксплуатации режущего инструмента необходимо постоянно следить за его состоянием, проверять крепление инструмента в оправках и твердосплавных пластин в сборных инструментах.

Проводятся также следующие организационные мероприятия:

1) Инструктаж техники безопасности производится, как правило, во время приобретения профессионально и/или специального образования. Так же правила техники безопасности публикуются в соответствующих той или иной специальности учебных пособиях. По характеру и времени проведения, инструктажи подразделяют на:

- вводный;
- первичный на рабочем месте;
- повторный;
- внеплановый;
- целевой.

					ЮУрГУ-150305.2018.288.00.ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		85

2) привлечение к ремонту оборудования лиц электротехнического персонала, своевременно прошедших инструктаж.

3) запрещение операторам ремонтировать электрооборудование.

Мероприятия, проводимые при использовании СОТС:

1) на состав применяемой СОТС необходимо разрешение санитарного надзора;

2) состав СОТС на водном растворе, их антимикробная защита и пастеризация должны удовлетворять требованиям ГОСТ 121.3.025-80 ССБТ «Обработка металлов резанием. Общие требования безопасности»;

3) приготовление и подача СОТС к станкам должна быть централизованной;

4) периодичность и промывка систем для подачи СОТС должна быть не реже 1 раза в 6 месяцев;

5) помещение оборудуется общеобменной вентиляцией с подачей приточного воздуха в рабочую зону со скоростью не более 0,5 м/с. Общая производительность вентиляции должна составлять 850-900 м³/час на один станок;

6.2 Мероприятия по электробезопасности

Электробезопасность – система организационных мероприятий и технических средств, обеспечивающих защиту людей от опасного и вредного действия электрического тока.

На участке необходимо проводить следующие мероприятия по электробезопасности:

1) изолировать токоведущие части, что защищает электроустановки от чрезмерной утечки токов, предохраняет людей от поражения током и исключает возникновение пожаров;

2) применять двойную изоляцию, состоящую из рабочей изоляции и дополнительной, повышающей надежность работы, то есть защищающей человека от поражения при повреждении изоляции;

					ЮУрГУ-150305.2018.288.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		86

3) зануление, обеспечивающее быстрое отключение поврежденной установки или участка цепи максимальной токовой защиты вследствие короткого однофазного замыкания;

4) заземление нейтрали, обеспечивающее невозможность появления напряжения относительно земли на корпусе машины.

6.3 Мероприятия по пожарной безопасности

Пожар – это неконтролируемое горение вне специального очага, наносящее материальный ущерб. Горение – это химическая реакция окисления, сопровождающаяся выделением тепла. Для возникновения горения необходимы:

- горючее вещество;
- окислитель;
- источник загорания.

Опасными факторами пожара являются:

- повышенная температура воздуха и предметов;
- открытый огонь и искры;
- токсичные продукты горения;
- дым;
- взрывы;
- повреждения и разрушения зданий и сооружения.

Оценка пожарной опасности участка.

Спроектированный участок размещается в помещении пожарной опасности категории Д. Это помещения, в которых находятся и обрабатываются негорючие вещества и материалы в холодном состоянии.

Выбор первичных средств пожаротушения. На участке располагаются следующие первичные средства пожаротушения:

- огнетушитель углекислотный ОУ-10 (3 шт), применяется для тушения электроустановок;

					ЮУрГУ-150305.2018.288.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		87

- огнетушитель ОП-10 (3 шт), применяемый для тушения пожаров класса Д);
- ящики с песком (1 шт);
- ломы (2 шт);
- топоры (2 шт).

Мероприятия, предупреждающие пожар на участке.

Пожарная профилактика – комплекс организационно-технических мероприятий, направленных на предупреждение пожаров, уменьшение его размеров. Пожарная профилактика осуществляется по следующим направлениям:

- 1) устранение непосредственных или возможных причин пожаров в процессе эксплуатации зданий, технологического оборудования, систем отопления, вентиляции, освещения, электроснабжения;
- 2) ограничения возможного распространения пожара и взрыва;
- 3) обеспечение эвакуации людей и оборудования из горящего здания;
- 4) обеспечение быстрого развертывания действий по пожаротушению;
- 5) разработка наглядных пособий по пожарной безопасности;
- 6) разработка инструкций по пожарной безопасности.

К организационным мероприятиям относятся:

- разработка инструкций о соблюдении противопожарного режима и о действиях людей при возникновении пожара;
- организация обучения рабочих и служащих по правилам пожарной безопасности.

					ЮУрГУ-150305.2018.288.00.ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		88

6 ВЫВОДЫ ПО КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ

Проектирование технологических процессов изготовления деталей должно вестись в соответствии с требованиями единой системы технологической подготовки производства (ЕСТПП), которая предусматривает широкое применение прогрессивных типовых технологических процессов, стандартная технологическая оснастка и оборудования средств механизации и автоматизации производственных процессов, инженерно-технических и управленческих работ.

Данная выпускная квалификационная работа представляет собой расчетно-графическую работу, в которой обобщаются все технологические познания и навыки, приобретенные за время обучения. Здесь анализируется действующий технологический процесс, выявляются его недостатки и разрабатывается проектный вариант технологического процесса.

Для проектного варианта был выбран наилучший способ получения заготовки в условиях крупносерийного производства, основное технологическое оборудование с учётом автоматизации механической обработки заготовки. Так же была сформирована операционно-маршрутная технология, произведён размерно-точностной анализ проектного варианта технологического процесса, рассчитаны режимы резания и нормы времени на все операции.

В конструкторской части были проанализированы и выбраны технологическая оснастка и режущий инструмент, было рассмотрено станочное приспособление, а также спроектированы операции технологического контроля и выбрано измерительное оборудование.

В процессе выполнения курсового проекта была разработана схема гибкого производственного участка для изготовления детали «Соединительная полумуфта». Для автоматизации участка определены составы станочного и вспомогательного оборудования, а также разработана структура АТСС и АСУО.

					ЮУрГУ-150305.2018.288.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		89

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кулыгин, В. Л., И. А. Кулыгина. Основы технологии машиностроения: учебное пособие для вузов по направлению "Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств", специальности "Технология машиностроения" направления "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств" - М. : БАСТЕТ, 2011 . – 168 с.

2. Гузеев В.И., Батуев В.А., Сурков И.В. Режимы резания для токарных и сверлильно-фрезерно-расточных станков с числовым программным управлением. – М.:Машиностроение, 2007.368 с.

3. Батуев, В.В. Автоматизация производственных процессов в машиностроении учебное пособие по выполнению курсового проекта / В.В. Батуев. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2015. – 39 с.

4. Батуев, В.В. Оформление технологической документации: учебное пособие / В.В. Батуев. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2015. – 50 с.

5. Режимы резания для токарных и сверлильно-фрезерно-расточных станков с числовым программным управлением: Справочник / В.И. Гузеев, В.А. Батуев, И.В. Сурков; под ред. В.И. Гузеева. – М.: Машиностроение, 2005. – 368 с.: ил.

6. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т/ Под редакцией А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М: Машиностроение, 1986. – Т1–656с.

7. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. / Под редакцией А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М: Машиностроение, 1986. – Т2–496с.

8. СТО ЮУрГУ 04–2008 Стандарт организации. Курсовое и дипломное проектирование. Общие требования к содержанию и оформлению

					ЮУрГУ-150305.2018.288.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		90

/ составители: Т.И. Парубочая, Н.В. Сырейщикова, В.И. Гузеев, Л.В. Винокурова. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2008. – 56 с.

9. Шамин, В.Ю. Теория и практика решения конструкторских и технологических размерных цепей: электронное учебное пособие/ В.Ю. Шамин – 5-е изд., перер. и доп. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2012. – 530 с.

10. Безопасность жизнедеятельности в дипломных проектах: учебное пособие/ В.Н. Бекасова, С.И. Боровик, Н.В. Глотова и др.; под ред. И.С. Окраинской. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2007. – 166 с.

ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. – М.: Изд-во стандартов, 2000. – 24 с.

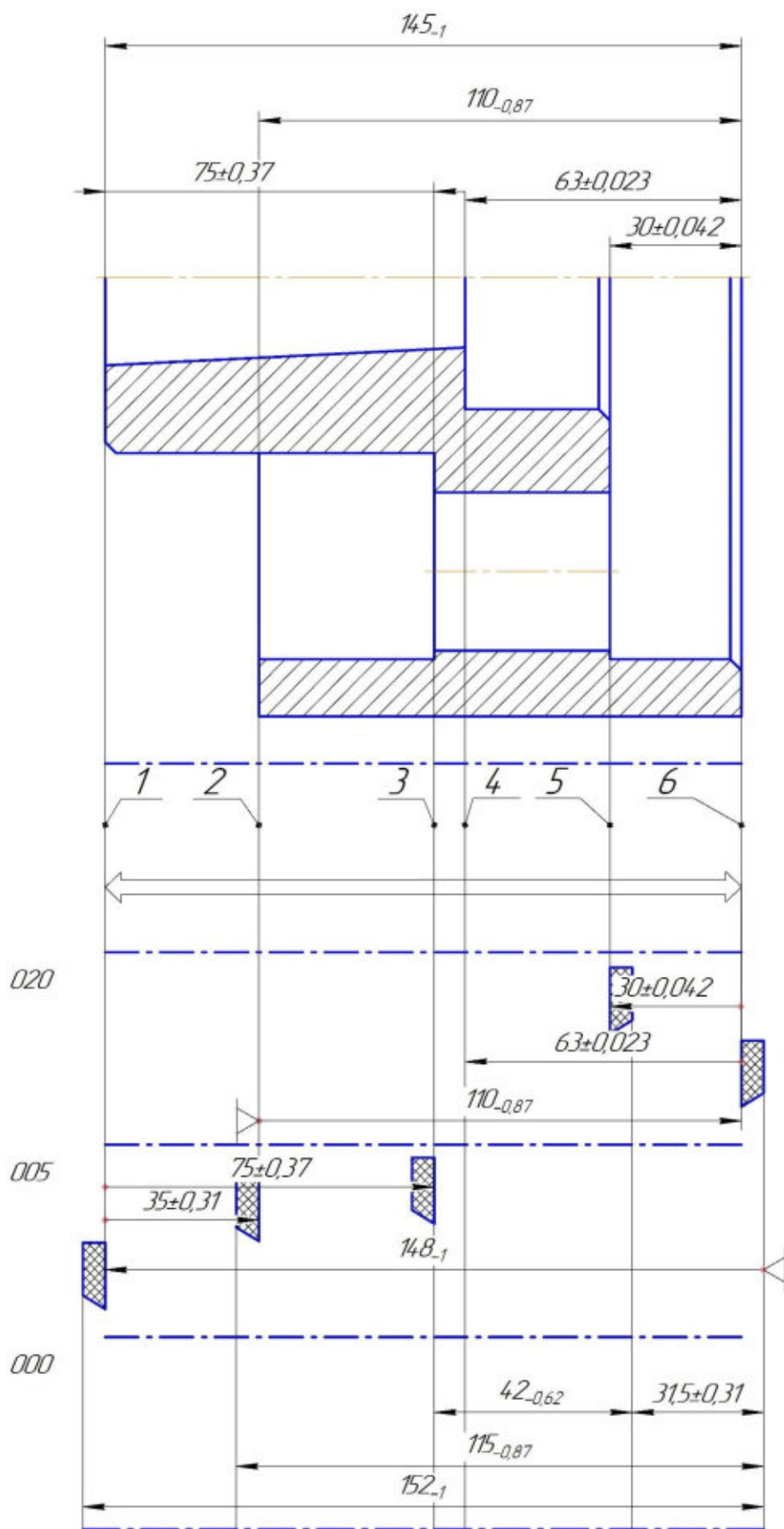
11. ГОСТ 12.3.025-80 ССБТ. Обработка металлов резанием. Требования безопасности. – М.: Стандартинформ, 2008. – 15 с

12. Каширин, Н.А. Оформление технологических карт в курсовых и дипломных проектах: Учебное пособие. Компьютерная версия/ Н.А. Каширин, В.А. Батуев, И.М. Морозов– 2-е изд. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2006 – 77 с.

13. Каширин, Н.А. Технологическая документация при выполнении дипломных и курсовых проектов: Учебное пособие. Компьютерная версия. / Н.А. Каширин, И.М. Морозов, В.А. Батуев. – 2-е изд., перер. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2005. – 74 с.

					ЮУрГУ-150305.2018.288.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		91

ПРИЛОЖЕНИЕ А



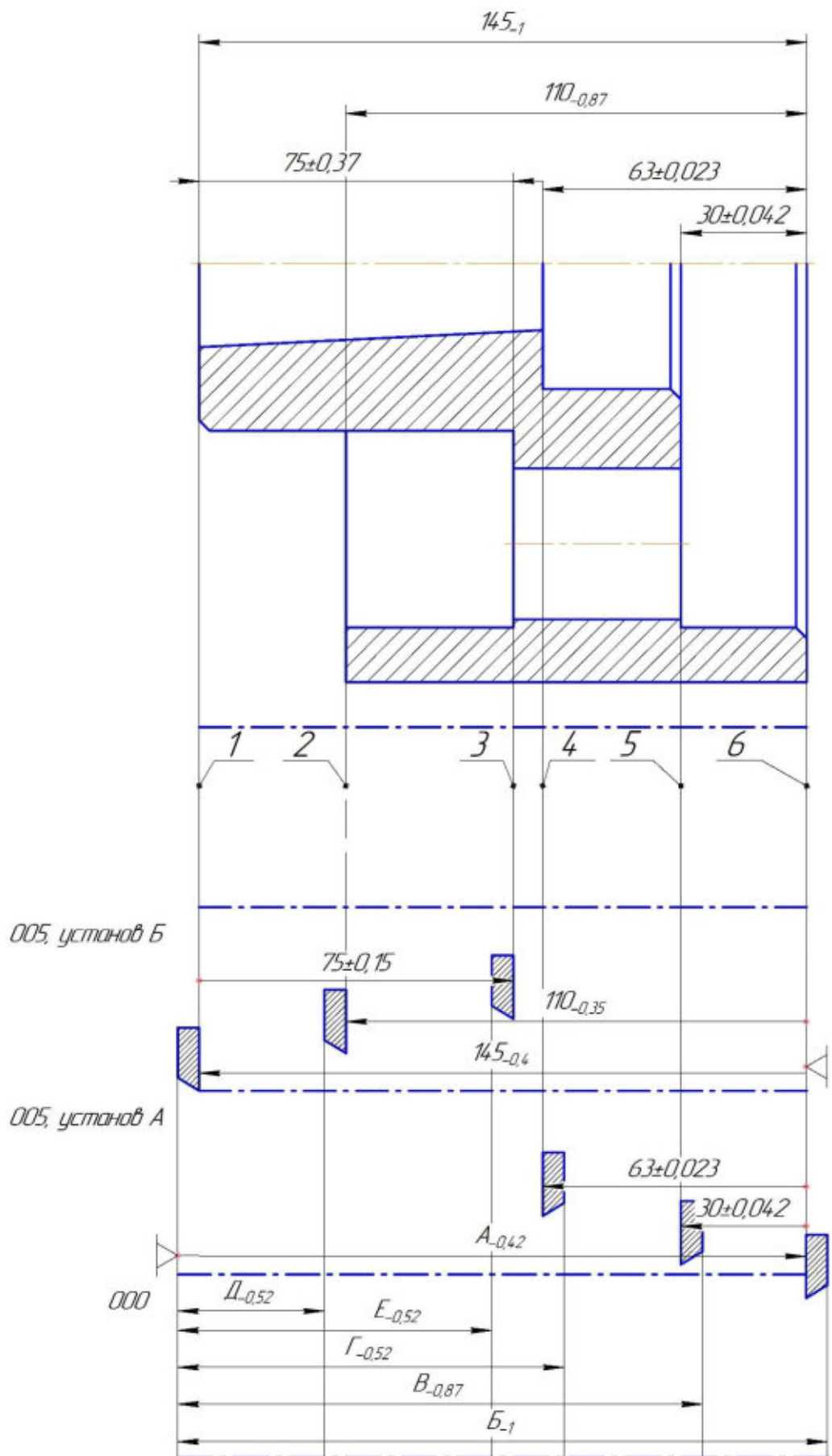
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

ЮУрГУ-150305.2018.288.00.ПЗ

Лист

92

ПРИЛОЖЕНИЕ Б



Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

ЮУрГУ-150305.2018.288.00.ПЗ