

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«Южно-Уральский государственный университет»

(национальный исследовательский университет)

Факультет «Машиностроения»

Кафедра «Технология автоматизированного машиностроения»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

_____ В.И. Гузеев

_____ 2019г

Разработка конструкторско-технологического обеспечения изготовления детали

«Крышка электромагнита постоянного тока»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ

ЮУрГУ.150305.2019.375 ПЗ ВКР

Нормоконтроль

_____ Т.В. Столярова

_____ 2019 г.

Руководитель, к.т.н., доцент

_____ П.В. Шаламов

_____ 2019г.

Автор проекта

студент группы П-452

_____ Р.Р. Султанова

_____ 2019г.

Челябинск 2019

АННОТАЦИЯ

Султанова Р. Р. Проектирование технологического процесса обработки детали «крышка электромагнита постоянного тока» для условий современного конкурентоспособного производства: пояснительная записка к курсовому проекту – Челябинск: ЮУрГУ, П-452, 89 с., 44 ил., библиогр. список – 11 назим.,

В курсовом проекте содержится анализ действующего технологического процесса изготовления детали «крышка электромагнита постоянного тока», анализ технологической документации. Так же содержится анализ проектного технологического процесса, оборудования, режущего инструмента и оснастки.

| | | | | | | | | | | |
|-------------|--------------|-----------------|----------------|-------------|--|--|--|-------------|-------------|---------------|
| | | | | | ЮУрГУ.150305.2019.452.ПЗ | | | | | |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | Проектирование технологического процесса обработки детали «крышка электромагнита постоянного тока» | | | <i>Лит.</i> | <i>Лист</i> | <i>Листов</i> |
| Разраб. | Султанова Р. | Кулыгин В. Л. | | | | | | | | |
| Провер. | | | | | ЮУрГУ Кафедра Тех. маш. | | | | | |
| Н.Контр. | . | | | | | | | | | |
| Утверд. | | | | | | | | | | |

| | | |
|-------|---|----|
| 3.2.2 | Описание принципа работы принятой конструкции схвата..... | 37 |
| 3.2.3 | Анализ основных размеров схвата..... | 38 |
| 3.2.4 | Расчет усилия захватывания заготовки | 38 |
| 3.2.5 | Расчет сил, действующих на основные элементы конструкции схвата | 39 |
| 3.2.6 | Выбор размеров силового привода | 40 |
| 3.2.7 | Выбор фланца для крепления схвата к роботу | 40 |
| 3.3 | Аналитический обзор и выбор стандартизированного режущего инструмента..... | 41 |
| 3.3.1 | Исходные данные..... | 41 |
| 3.3.2 | Выбор токарного инструмента..... | 43 |
| 3.3.3 | Выбор фрезерного инструмента..... | 45 |
| 3.3.4 | Выбор режущего инструмента для обработки отверстий | 48 |
| 3.4 | Проектирование и расчет специального режущего инструмента | 48 |
| 3.5 | Выбор измерительного оборудования и оснастки на операциях технического контроля | 49 |

ВВЕДЕНИЕ

Машиностроение - огромная область производства, которая создает машины, оборудование, аппараты, приборы, механизмы, вычислительную технику, транспортные средства; одним словом почти все, что применяется повсеместно. Продуктом конечной стадии машиностроения является изделие (станок, пресс, трактор, вертолет и т.д.) или детали изделия (колесо, руль, вал и т.д.). Машиностроение включает также металлообработку, ремонт машин и оборудования.

Машины окружают нас повсюду, с их помощью поддерживаются привычные условия жизни: подается вода, электроэнергия, тепло; производятся продукты питания, предметы одежды и обихода. Жизнь человека трудно представить без машин, они являются помощниками, а иногда и заменяют человеческий труд. Диапазон изделий весьма широк: от пружины часов или микроэлектронной схемы, которые весят малые доли грамма, до роторов мощных турбин и супертанкеров, масса которых составляет сотни тонн.

Машиностроение отличается от других отраслей промышленности рядом особенностей, которые имеют влияние на географию его размещения. Важным является наличие общественной потребности в продукции, квалифицированных трудовых ресурсов, собственного производства или возможности поставки конструкционных материалов и энергомоцностей.

Таким образом, научно-технический прогресс материализуется через продукцию машиностроения, следовательно, экономическим назначением продукции машиностроения является облегчение труда и повышение производительности.

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|------------------------------|-------------|
| | | | | | 15305.2019.452 ПЗ ВКР | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | |

1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ

1.1 Служебное назначение детали «Крышка электромагнита постоянного тока» и технические требования, предъявляемые к детали

Рабочий чертеж детали (рисунок 1) представляет собой чертеж крышки электродвигателя, выполненный в одной проекции, с дополнительными видами, показывающими расположение отверстий и канавки.

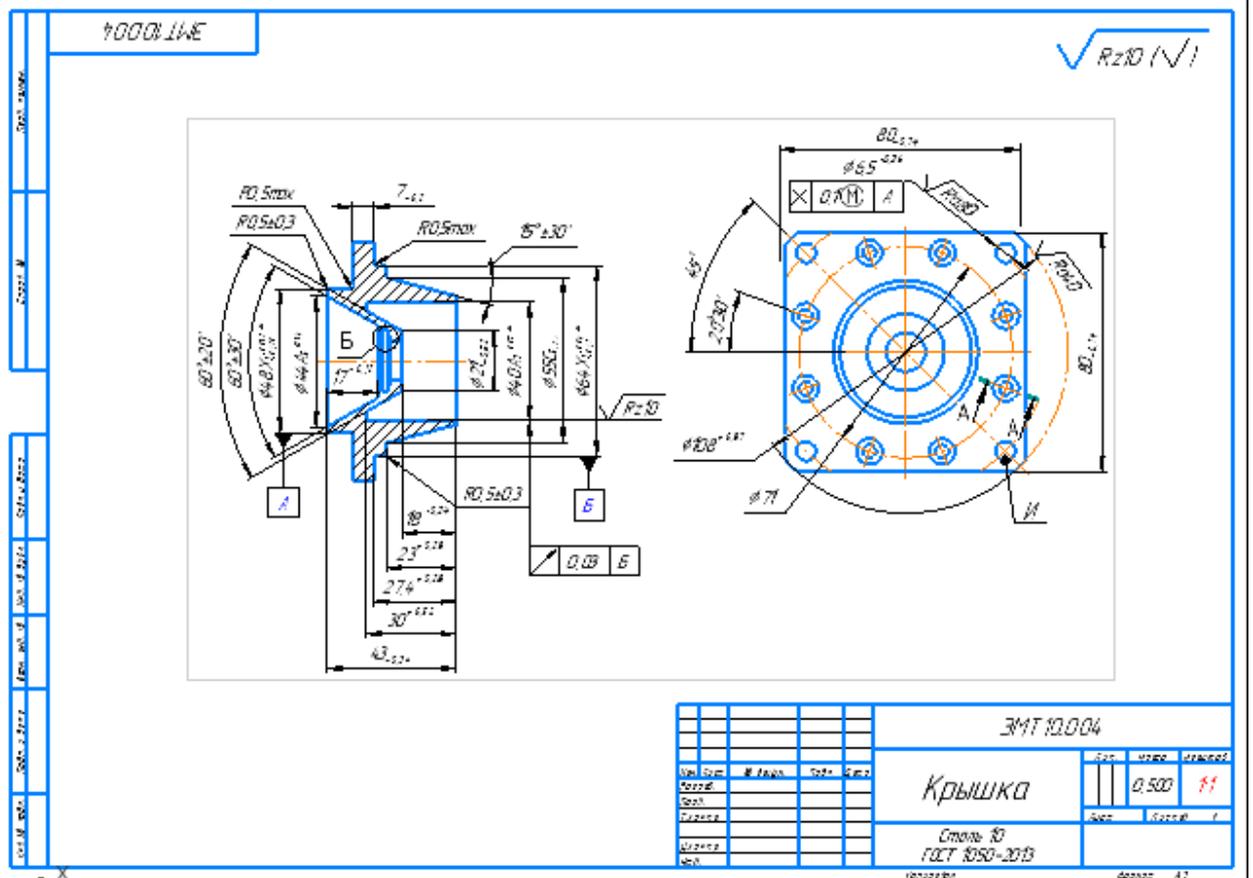


Рисунок 1 – Чертеж детали

Деталь «крышка электромагнита» предназначена для осевого перемещения в системах автоматики: выключателях фрикционов, гидросистемах и системах пневмоавтоматики, топливных насосах.

К детали предъявляются следующие технические требования:

- материал заготовки Сталь 10;
- радиальное биение– 0,03 мм;
- шероховатость Ra=1,25 мкм;

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

15305.2019.452 ПЗ ВКР

Лист

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

На сегодняшний день российское машиностроение отстает по уровню развития от большинства развитых и многих развивающихся стран. Несмотря на успешные попытки внедрения новых технологий и заимствование опыта зарубежных аналогов, темпы инновационного развития крайне недостаточны в конкурентной борьбе с европейскими, азиатскими и американскими машиностроительными компаниями.

Машиностроительная отрасль России в течение нескольких лет находилась в состоянии затяжной депрессии. Современная макроэкономическая и политическая ситуации только усугубили положение. Отечественная промышленность, к сожалению, в большей степени находится за пределами глобальной конкуренции. Основная часть предприятий ориентирована на внутренне российский или еще более узкий региональный рынки. До 20% российских промышленных предприятий вообще не испытывают серьезного конкурентного давления, 30% – конкурируют только с отечественными производителями на внутреннем рынке, 13% — с зарубежными производителями, около 40% — с теми и другими.

В западноевропейской экономике машиностроение занимает 1-е место среди всех отраслей промышленности и по числу занятых, и по стоимости продукции. На долю машиностроительного комплекса приходится до 40 % стоимости европейского промышленного продукта. Ключевая роль машиностроения определяется несколькими факторами:

– машиностроение является главной капитализирующей отраслью хозяйства, обеспечивая более 50 % общего объема капиталовложений в экономику, в решающей мере определяет уровень, темпы и масштабы технико-технологического перевооружения хозяйства, способствует дальнейшему повышению его эффективности;

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|------------------------------|-------------|
| | | | | | 15305.2019.452 ПЗ ВКР | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | |

– продукция машиностроения играет важную роль в удовлетворении спроса населения на разнообразные технические средства.

В структуре машиностроительного комплекса стран Западной Европы действует около 20 крупных отраслей и более 100 специализированных подотраслей и производств.

1.3 Формирование целей и задач проектирования

Целью курсового проекта является проектирование технологического процесса обработки детали «крышка электромагнита» для обеспечения эффективности производства и снижения себестоимости.

Задачи проектирования:

- выбрать и оценить способ получения заготовки;
- подобрать технологическое оборудование и оснастку;
- оценить эффективность с помощью расчета режимов резания.

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|------------------------------|-------------|
| | | | | | 15305.2019.452 ПЗ ВКР | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | |

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

Проведенный анализ оформления технологической документации на предприятии, показал, что маршрутная карта, выполненная по ГОСТ 3.1118-82, форма бланка №1, заполнена не полностью. В ней отсутствуют данные по объему производственной партии ОП, коэффициент штучного времени Кшт, норма подготовительно-заключительного времени на операцию Тпз и норма штучного времени на операцию Тшт. Также отсутствуют коды заготовки и материала по классификаторам.

Карта эскизов выполнена по ГОСТ 3.1105-74 форма 5 в соответствии с требованиями.

Операционная карта механической обработки выполнена по ГОСТ 3.1502-74, форма 2 в соответствии с требованиями. Но при эксплуатации данного технологического процесса некоторые ГОСТы инструментов изменены на более новые. Это недопустимо с точки зрения внедрения новых стандартов.

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|------------------------------|-------------|
| | | | | | 15305.2019.452 ПЗ ВКР | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | |

На 012 токарной операции (рисунок 3) производится подрезка торца, рассверливание отверстия, точение канавки. Вспомогательный инструмент – 7100-0010 Патрон ГОСТ 2675-80. В качестве режущего инструмента для:

– подрезки торца – резец (TaeguTeg) PCLNL 2020K12. Измерительным инструментом является штангенциркуль ШЦ-I-125-0,05 ГОСТ 166-89, 66-0,7, 58-0,7, 23^{+0,28}, 24,4^{+0,28}

– рассверливание отверстия – TDR 2240-32T2-07 Сверло (TaeguTeg), 18^{+0,24};

– растачивание отверстия – S16M-SCLCL09 резец (ZCC), 39^{+0,62}, 18^{+0,24};

– точение канавки – резец канавочный КР 2128-4073

Оборудование – токарный станок с ЧПУ 160НТ-01.

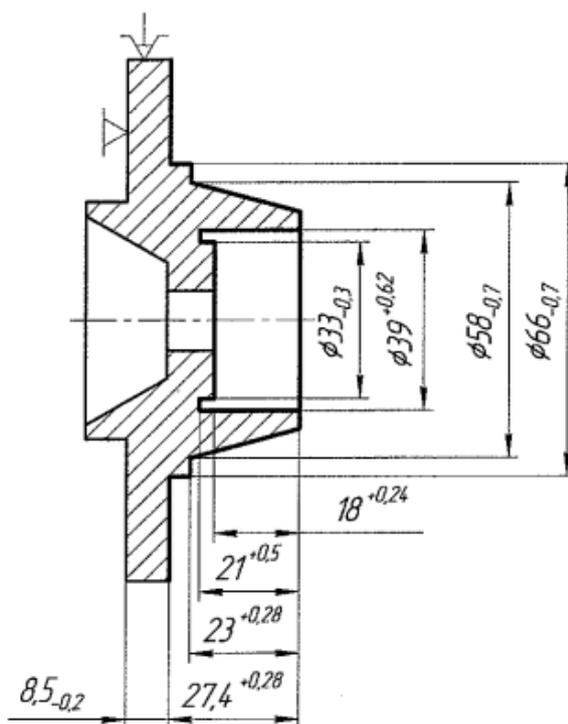


Рисунок 3 – Токарная операция с ЧПУ

На 013 токарно-винторезной операции (рисунок 4) производится зенкерование кольцевой канавки:

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-----------------------|------|
| | | | | | 15305.2019.452 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

– зенкерование кольцевой канавки – КР 2331-4005 Зенкер 39, $29^{+0,5}$.
Измерительным инструментом является штангенциркуль ШЦ-I-125-0,05
ГОСТ 166-89.

Оборудование – универсальный токарно-винторезный станок
норм.точн. 1К62, вспомогательный инструмент 7100-0010 Патрон ГОСТ
2675-80.

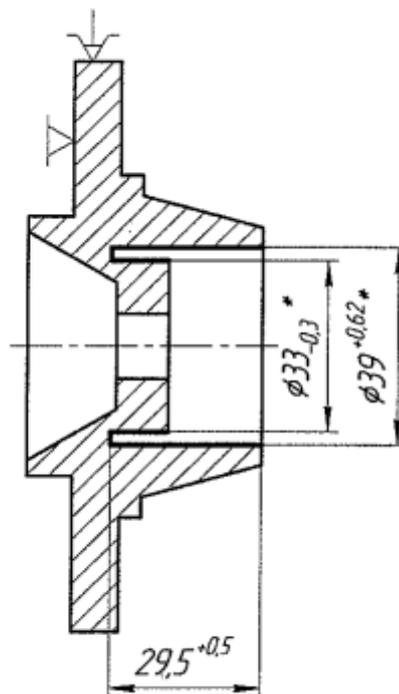


Рисунок 4 – Токарно-винторезная операция

На 047 токарной операции с ЧПУ (рисунок 5) производится точение наружных и внутренних поверхностей, растачивание отверстий. В качестве режущего инструмента для:

– точения – резец (TaeguTeg) PCLNL 2020K12, $8_{-0,7}$, $64,5_{-0,17}$, $55_{-0,4}$, $15 \pm 30'$, $27,4^{+0,28}$, $23^{+0,28}$. Измерительным инструментом является штангенциркуль ШЦ-I-125-0,05 ГОСТ 166-89, КР 8371-4048 Мера для контроля угла, 61.8124-4034 Калибр-кольцо $55_{-0,4}$, КР 8150-4309 Шаблон $23^{+0,28}$, КР 8150-4355 Шаблон $27,4^{+0,28}$.

– растачивание отверстия – S16M-SCLCL06 резец (ZCC), $13^{+0,43}$. Измерительным инструментом является 8133-0927 Н14 Калибр-пробка $13Н14^{+0,43}$ ГОСТ 14810-69

– растачивание отверстия – S16M-SCLCL09 резец (ZCC), $39,4^{+0,17}$, $60 \pm 20'$, $18^{+0,4}$, КР 2154-4067 резец канавочный, $21_{-0,52}$, $30^{+0,52}$. Измерительным инструментом является НМ9-281 Шаблон $18^{+0,24}$, КР8150-5751 Калибр $21_{-0,52}$, 61.8151-4765 Калибр $30^{+0,52}$.

Оборудование – токарный станок с ЧПУ 160НТ-01, вспомогательный инструмент 7100-0010 Патрон ГОСТ 2675-80.

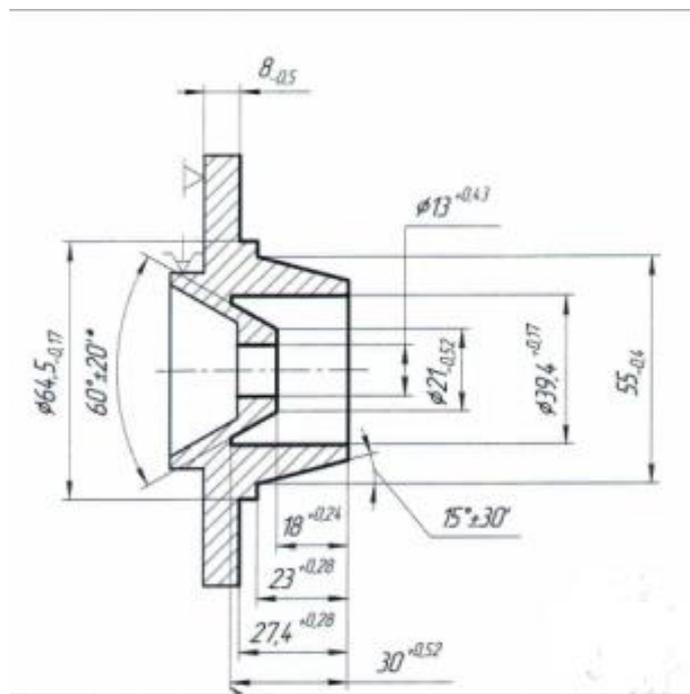


Рисунок 5 – Токарная операция с ЧПУ

На 051 токарной операции с ЧПУ (рисунок 6) осуществляется точение поверхностей и растачивание отверстий. В качестве режущего инструмента для:

– точения поверхности (предварительно) – PCLNL2020K12 резец (TaeguTeg), $7_{-0,2}$, $48_{-0,124}^{-0,074}$, $15,5_{-0,24}$, $43_{-0,34}$.

– точения поверхности (окончательно) – PCLNL2020K12 резец (TaeguTeg), $7_{-0,2}$, $48_{-0,124}^{-0,074}$, $15,5_{-0,24}$, $43_{-0,34}$, $R0,5\pm0,3$. Измерительным инструментом является ТКР 8113-6801 Скоба $48_{-0,124}^{-0,074}$, КР 8102-1444 Калибр скоба $43_{-0,34}$, КР8381-4054-01 Шаблон $R0,5\pm0,3$, Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,05 ГОСТ166-89, НИ-1394 Скоба предельная $7_{-0,2}$, КР 8151-5209 Шаблон глубины $15,5_{-0,24}$.

– растачивание отверстия – PCLNL2020K12 резец (TaeguTeg), $44^{+0,34}$ $60\pm20'$, $17^{+0,12}$. Измерительным инструментом является КР8321-1715 Калибр $44^{+0,34}\times60\pm20'$, КР 8151-5262 Шаблон $17^{+0,12}$

Оборудование – токарный станок с ЧПУ 160НТ-01, вспомогательный инструмент – 7100-0010 Патрон ГОСТ 2675-80.

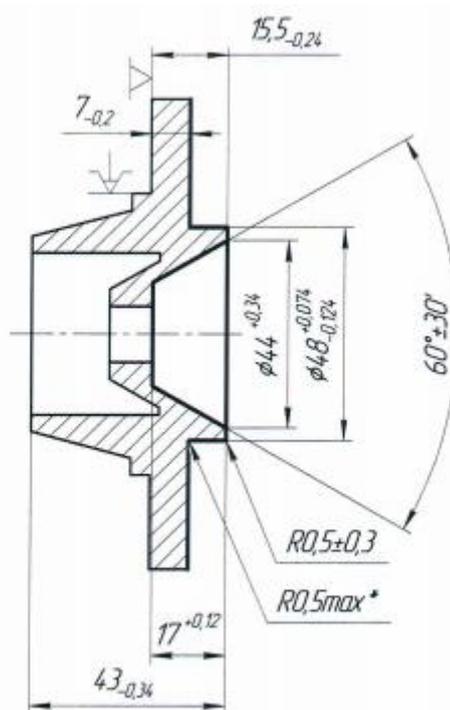


Рисунок 6 – Токарная операция ЧПУ

На 051а токарной операции (рисунок 7) осуществляется точение канавки. Оборудование универсально токарно-винторезный станок норм.точн. 1К62. В качестве вспомогательного инструмента используются патрон 7100-0010 ГОСТ 2675-80; в качестве режущего инструмента – КР 2128-4195 резец

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-----------------------|------|
| | | | | | 15305.2019.452 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

канавочный, $21^{+0,52}$, $1 \pm 0,2$. Измерительным инструментом являются НМ-105-47 Нутрометр, КР 8102-5555 Скоба $1 \pm 0,2$

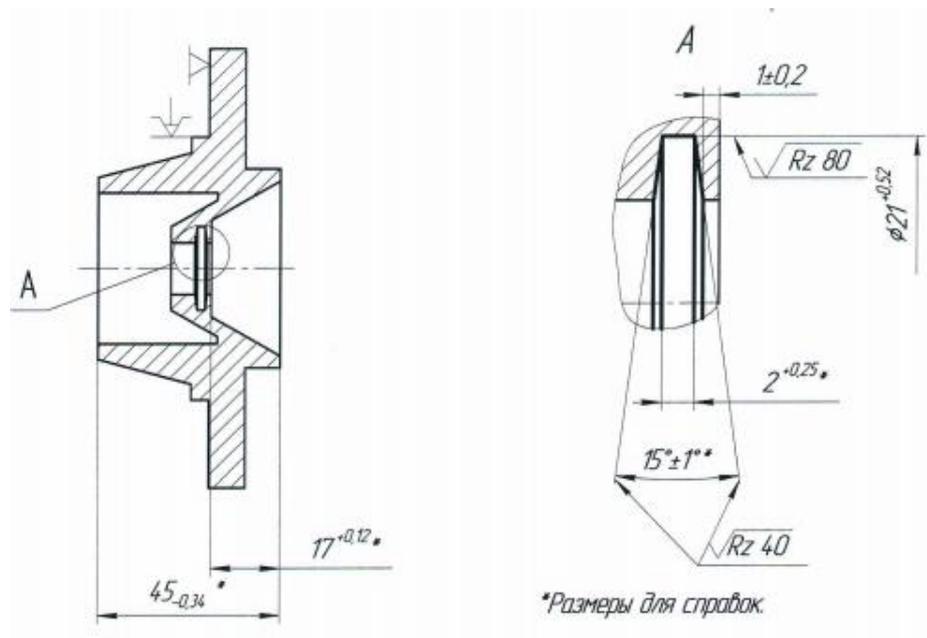


Рисунок 7 – Токарная операция

На 065 сверлильной (рисунок 8) осуществляется сверление отверстий. Оборудование – сверлильный настольный станок НС-12А. Вспомогательным инструментом является кондукторная плита КР 7363-4025, режущим – сверло 6,6 2300-0308-Р18 ГОСТ 10902-77. Измерительным инструментом является пробка 6,5 8133-0915А7 ГОСТ НИ-3357.

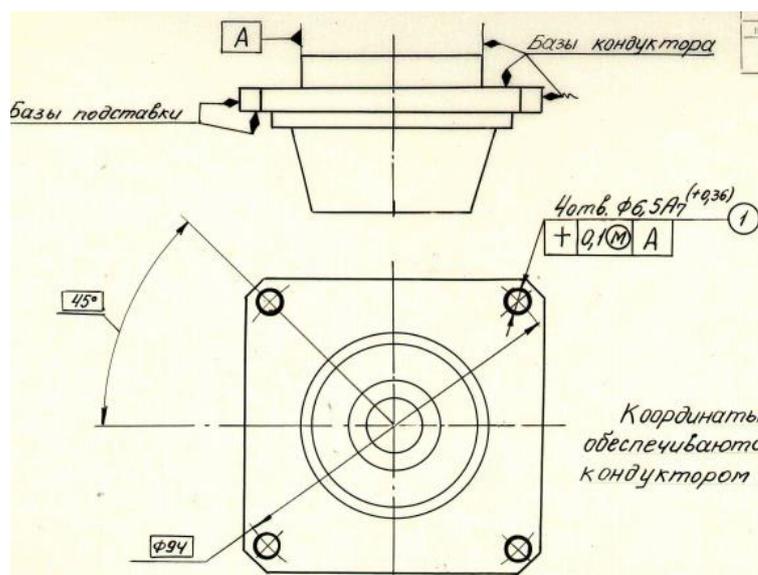


Рисунок 8 – Сверлильная операция

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

15305.2019.452 ПЗ ВКР

Лист

На 070 сверлильной операции (рисунок 9) производится сверление 8-ми отверстий. Оборудование – сверлильный настольный станок НС-12А. Вспомогательным инструментом является кондукторная плита КР 7363-4026, режущим – сверло 4,6 2300-0172-Р18 ГОСТ 10902-64. Измерительным инструментом является пробка 4,5 8133-098Н14 НИ-408 ГОСТ14810-69.

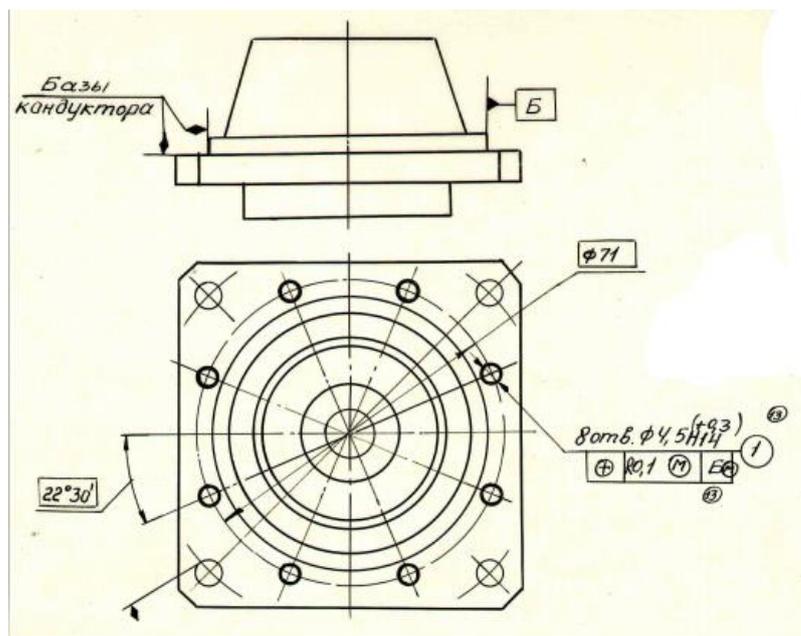


Рисунок 9 –Сверлильная операция

На 73 сверлильной операции (рисунок 10) осуществляется зенкерование отверстий. Оборудование –вертикально-сверлильный станок 2Н118. В качестве вспомогательного инструмента используются упорные планки П-59669. Режущим инструментом является 2301-0042 сверло13 ГОСТ 10903-77, заточенное под 90°. Измерительным инструментом являются шаблон для заточки сверла К 52183, КР Калибр 8162-0417 ,90°-2'

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-----------------------|------|
| | | | | | 15305.2019.452 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

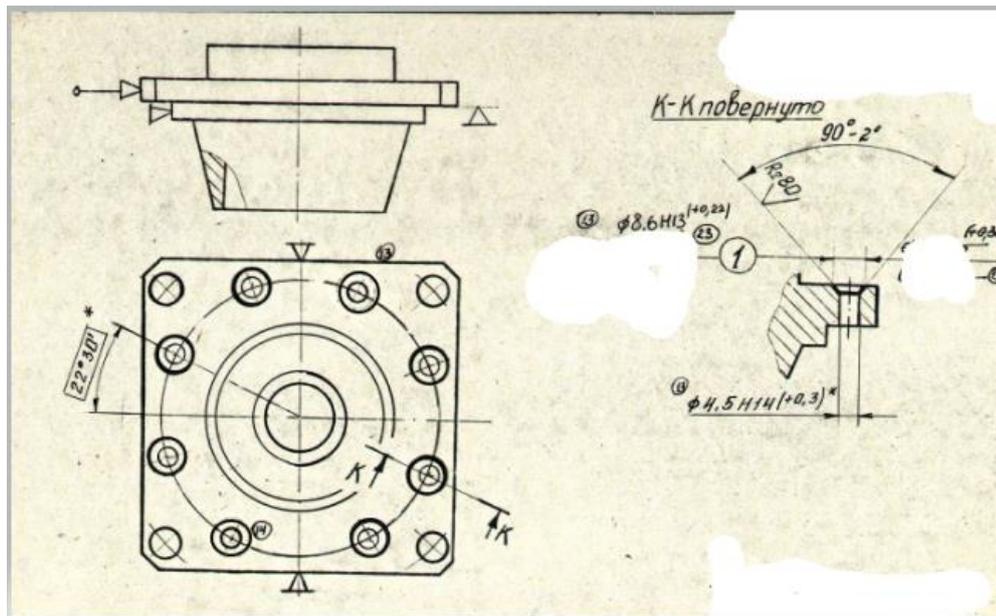


Рисунок 10 –Сверлильная операция

На 90 операции (рисунок 15) осуществляется контроль ОТК на столе контролера.

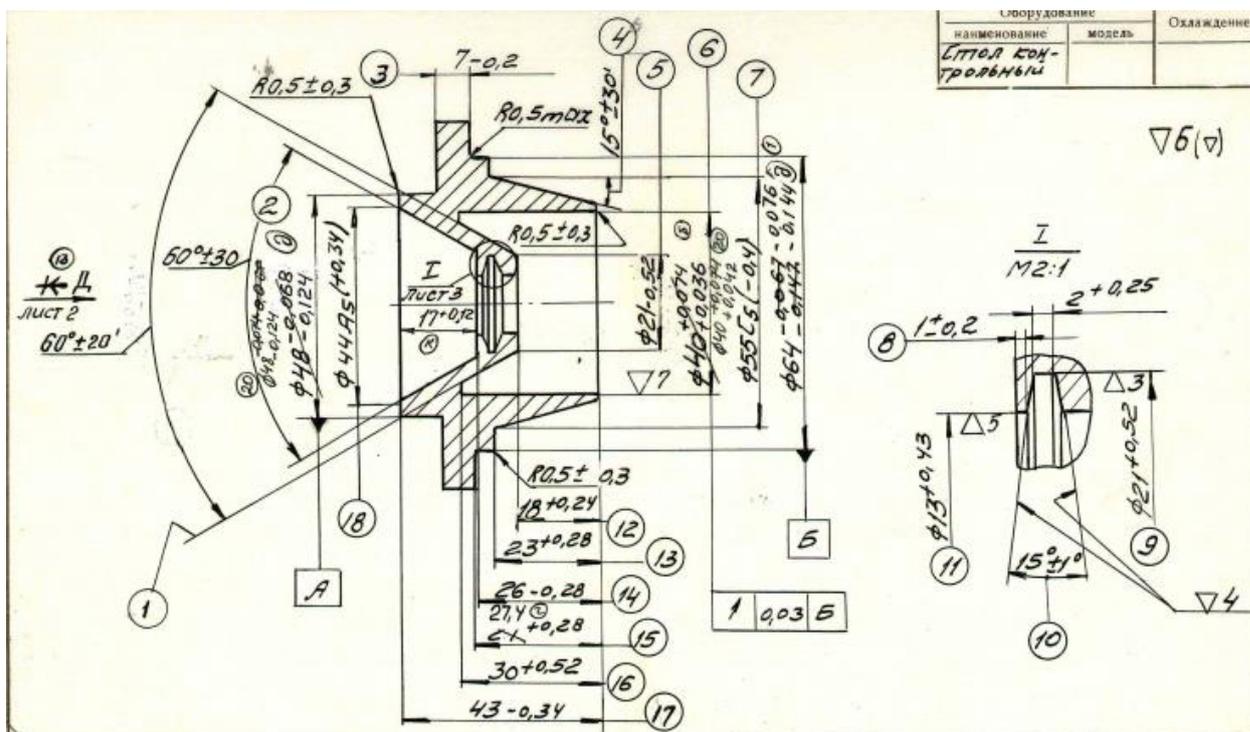


Рисунок 15 – Контрольная операция

На 100 операции осуществляется хромирование. Покрытие хромовое твердое, толщиной 12мкм гидрофобизирующей жидкостью.

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

15305.2019.452 ПЗ ВКР

Лист

На 105 операции осуществляется транспортирование детали цеховым автокаром.

2.1.3 Размерно-точностной анализ действующего технологического процесса

Размерная цепь – совокупность размеров, образующих замкнутый контур и непосредственно участвующих в решении поставленной задачи.

Размерным анализом технологического процесса называют выявление и фиксирование размерных связей между операциями данного технологического процесса. Размерная схема представлена на рисунке 16.

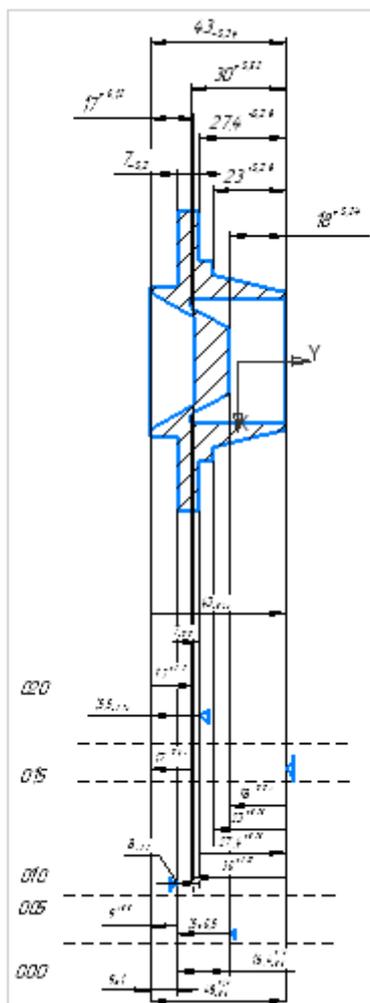


Рисунок 16 – Размерная схема

Так как в данной размерной схеме отсутствуют замыкающие звенья, найдем исходный размер заготовки.

| | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-----------------------|--|--|--|------|--|
| | | | | | | | | | Лист | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | 15305.2019.452 ПЗ ВКР | | | | | |

Общий размер участка – $17_{-0,72}$ мм. На 10 токарной операции данный размер равен $17_{-0,3}$. Таким образом, размер получаемой детали выполняется с запасом.

Найдем исходный размер заготовки. Для начала необходимо найти промежуточный размер [17...28] через припуск (18...17):

$$[18 \dots 17] = (17 \dots 28) - (28 \dots 18) \quad (10)$$

$$[18 \dots 17] = Z_{min} + \frac{T_{Ai}}{2} - \Delta_0 Ai,$$

где $Z_{min} = Rz + Df = 200 + 100 = 300 \text{ мкм} = 0,3 \text{ мм}$ – минимальный припуск на обработку, T_{Ai} – допуск на припуск, $\Delta_0 Ai$ – середина поля допуска припуска.

$$[18 \dots 17] = 0,3 + \frac{0,55 + 0,31}{2} - 0 = 0,18 \text{ мм.}$$

Из формулы (10) получим:

$$(17 \dots 28) = 0,18 + 17 = 17,18 \text{ мм.}$$

Аналогично найдем размер заготовки через припуск:

$$[28 \dots 27] = (27 \dots 17) - (17 \dots 28) \quad (11)$$

$$[28 \dots 27] = 0,18 + \left(\frac{0 + (0,43)}{2} - \frac{0 + (-0,12)}{2} \right) = 0,24 \text{ мм.}$$

$$(27 \dots 17) = 0,24 + 17 = 17,24 \text{ мм.}$$

В технологическом процессе детали исходный размер равен 17, что отличается от полученного размера.

2.1.4 Выводы по разделу

В ходе проведения анализа существующей на предприятии документации по конструкторско-технологической подготовке действующего производства были проанализированы операционные карты технологического процесса детали вал. Было выяснено, что технологическая документация заполнена в соответствии с нормами, но не полностью. При анализе технологического оборудования, оснастки и режущего инструмента были обнаруже-

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|------------------------------|------|
| | | | | | 15305.2019.452 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

| | | | об/мин | мм | |
|---------------------|-----|-----|--------|----|-----|
| DMTG СКЕ 6130 | 300 | 500 | 3500 | 40 | нет |
| Haas SL- 30 | 370 | 760 | 3400 | 88 | нет |
| VTurn A26 CSV | 380 | 750 | 3500 | 86 | да |
| LA-150 Takisava | 300 | 650 | 5000 | 80 | да |

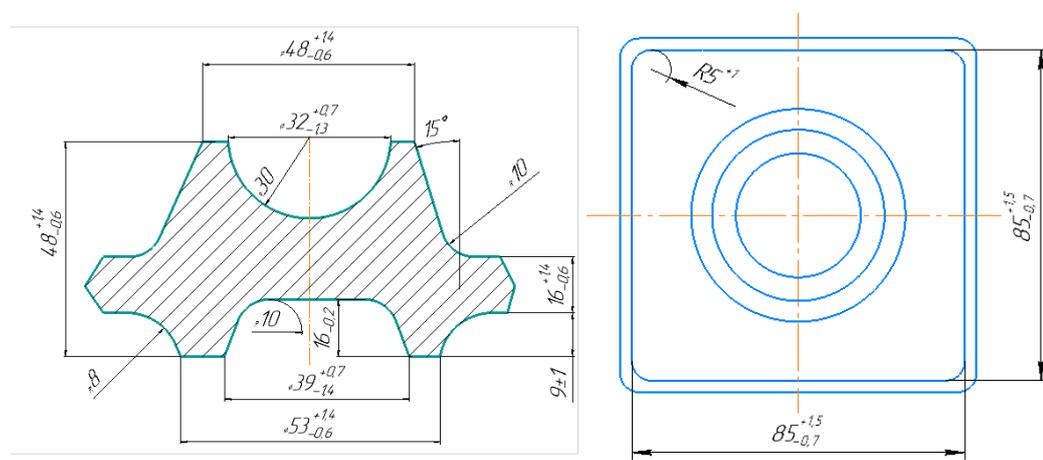
Выбираем двухшпиндельный токарный станок с ЧПУ LA-150 Takisava, который обладает возможностью использования приводного инструмента, имеет максимальную частоту вращения, что позволяет сократить количество оборудования.

Для сверильной операции используем станок HC-12A

2.2.3 Формирование операционно-маршрутной технологии проектного варианта

Проектный технологический процесс состоит из 9 операций:

000 Заготовительная операция (рисунок 17);



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

15305.2019.452 ПЗ ВКР

Лист

Рисунок 17 – Заготовительная операция

005 Токарная операция с ЧПУ (рисунок 18) (подрезка торцов и получение центровых отверстий);

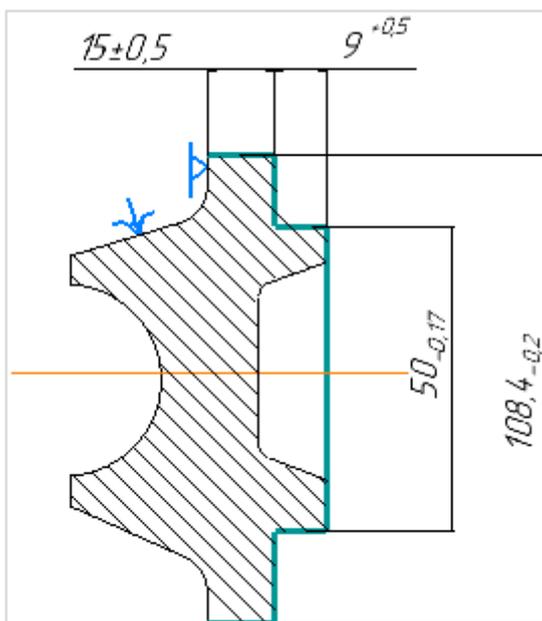


Рисунок 18 –Токарная операция с ЧПУ

010 Токарная операция с ЧПУ (рисунок 19) (обработка наружной и внутренней поверхности);

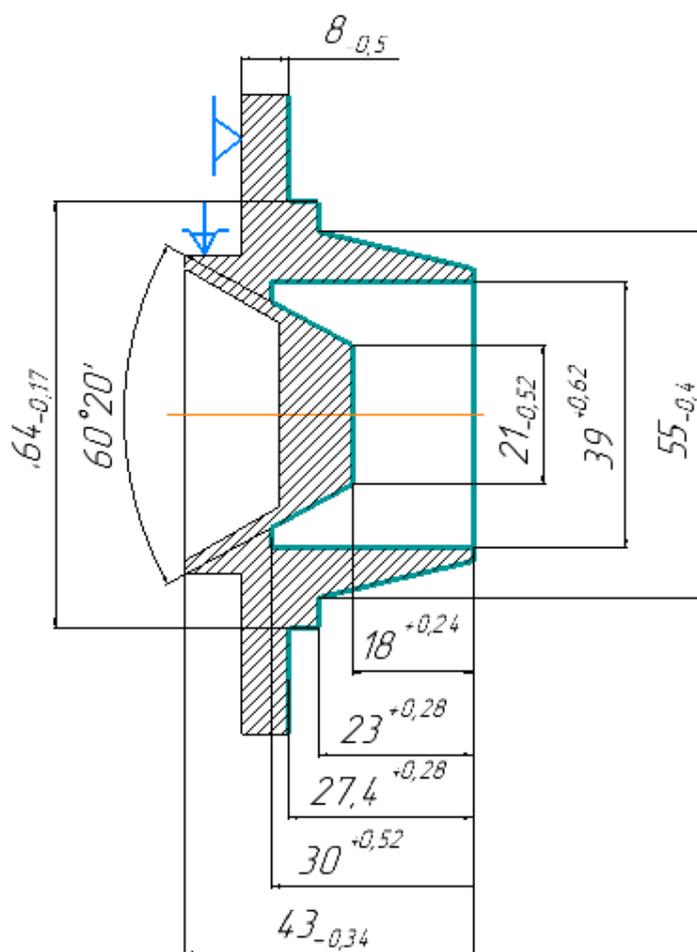
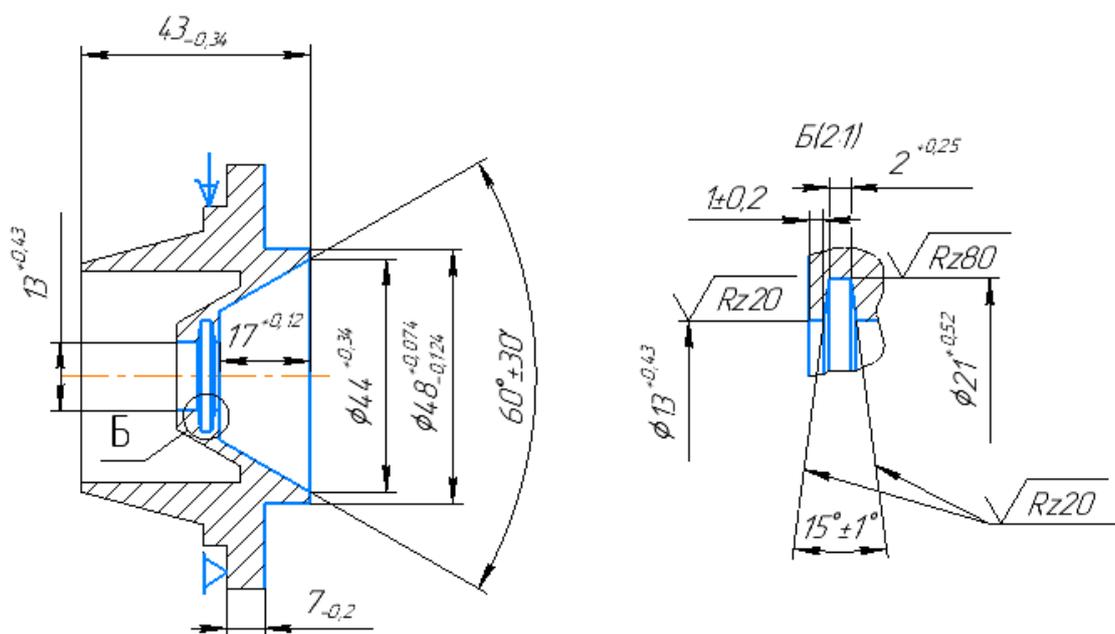


Рисунок 19 – Токарная операция

015 Токарная операция с ЧПУ (рисунок 20) (обработка внутренней поверхности);



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

15305.2019.452 ПЗ ВКР

Лист

020 Сверлильная операция (рисунок 22) ;

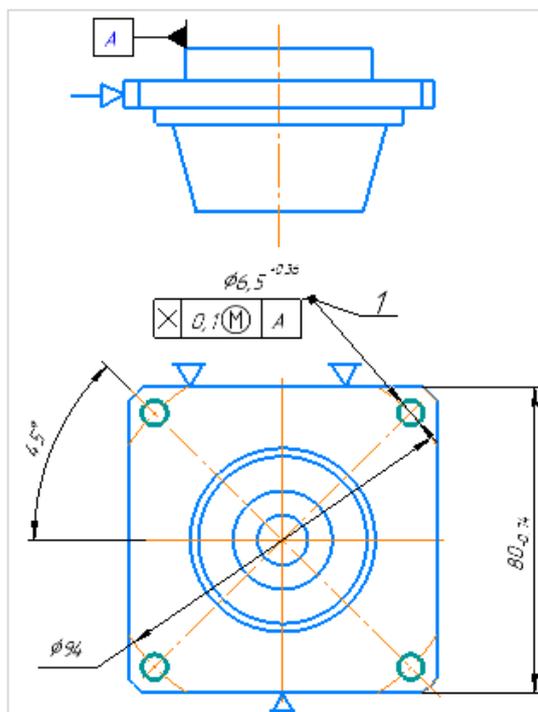


Рисунок 20 –Сверление

025 Сверлильная операция;

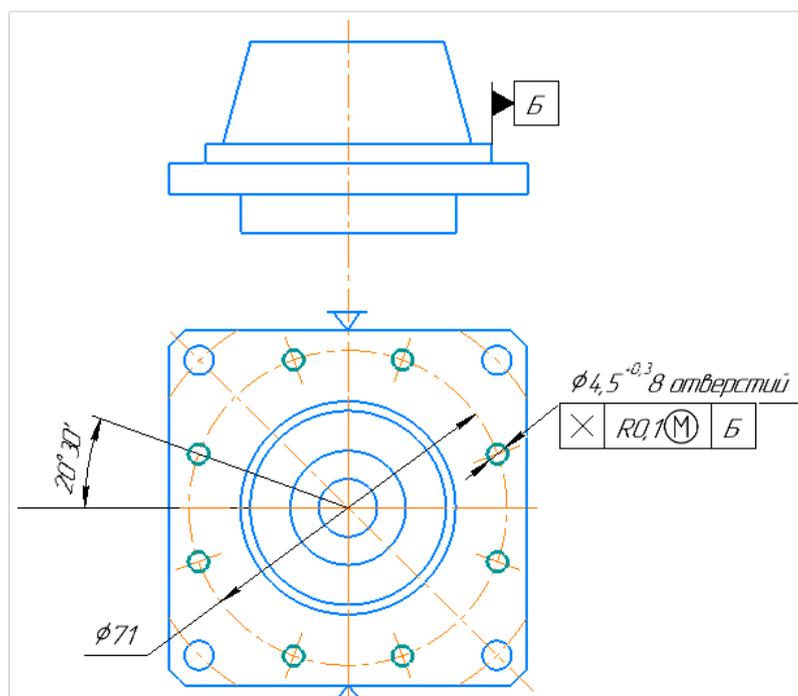


Рисунок 21- Сверление

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

15305.2019.452 ПЗ ВКР

Лист

030 Свкрильная (рисунок 23) (обработка зенкерованием);

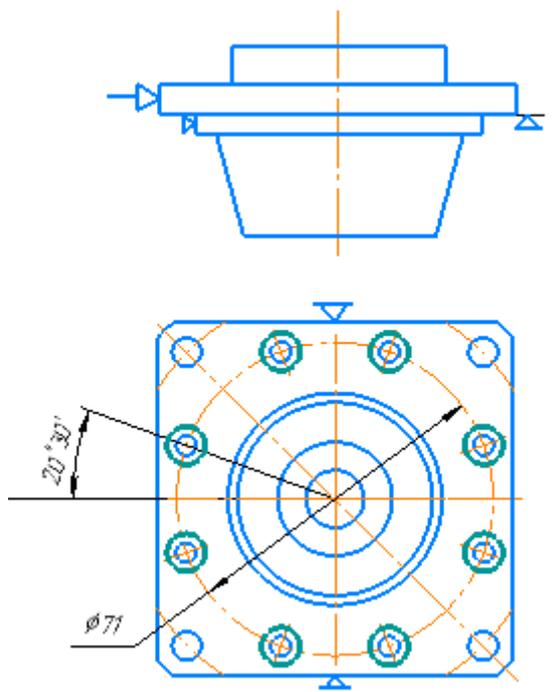


Рисунок 22 – Зенкерование

035 Контрольная операция (производится контроль размеров)

2.2.4 Размерно-точностной анализ проектного варианта технологического процесса

Для проектного варианта технологического процесса составим размерную схему (Рисунок 24), в которой определим наличие замыкающих звеньев.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-----------------------|------|
| | | | | | 15305.2019.452 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

$$[17 \dots 18] = 0,18 + \frac{0,4+0,63}{2} + 0,015 = 0,71\text{мм};$$

$$[16\dots17] = - (17\dots227) + (227\dots226)$$

$$[16 \dots 17] = 0,18 + \frac{0,72+0,72}{2} - 0 = 0,9\text{мм};$$

$$[228\dots227] = (227\dots17) - (17\dots148) - (148\dots198) - (198\dots228)$$

$$[228 \dots 227] = 0,18 + \frac{0,72+0,63+0,13+0,13}{2} - 0,315 = 0,35\text{мм};$$

$$[227..226] = (226\dots16) - (16\dots227)$$

$$[227 \dots 226] = 0,18 + \frac{0,25+0,25+0,52+0,25}{2} + 0,125 = 0,94\text{мм}.$$

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

Для 005 токарной операции с ЧПУ определим следующие режимы резания:

Чистовое точение:

По [1] выбираем глубину резания и подачу: $t=0,5\text{мм}$, $S=0,25 \text{ мм/об}$.

Скорость резания находится по формуле (1):

$$V = \frac{C_v K_v}{T^m t^x S^y} \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

где C_v – коэффициент;

T – стойкость инструмента, мин;

t – глубина резания, мм;

s – подача, мм/об;

K_v – общий поправочный коэффициент на скорость резания;

x, y, m – показатели степени.

$$C_v=420, K_v=1,09, T=30\text{мин}, m=0,125, x=0,25, y=0,33.$$

Подставляем значения в формулу (1):

$$V = \frac{420 * 1,09}{30^{0,125} * 0,5^{0,25} * 0,25^{0,33}} = 51,4 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

Частоту вращения шпинделя найдем по формуле (2):

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|------------------------------|------|
| | | | | | 15305.2019.452 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

$$n = \frac{1000V}{\pi D}, \text{ мин}^{-1}$$

$$n = \frac{1000 * 51,4}{3,14 * 53} = 315 \text{ мин}^{-1}$$

По аналогии рассчитываем обтачивание поверхности

| Технологические переходы | t, мм | S, мм/об | n, мин ⁻¹ | V, м/мин |
|--------------------------|-------|----------|----------------------|----------|
| Черновое точение | 0,5 | 0,25 | 315 | 51,4 |
| Обтачивание поверхности | 0,5 | 0,28 | 315 | 114 |

Для 010 токарной операции с ЧПУ определим следующие режимы резания:

Чистовое точение:

По [1] выбираем глубину резания и подачу: t=0,5мм, S=0,15 мм/об.

Скорость резания находится по формуле:

$$V = \frac{420 * 1,09}{1,5 * 4,1 * 0,53} = 138 \frac{\text{м}}{\text{мин}} \quad (1)$$

Частоту вращения шпинделя –

$$n = \frac{1000 * 138}{3,14 * 80} = 400 \text{ мин}^{-1}$$

Растачивание отверстия

Растачивание рассчитывается по формуле (3):

$$V = V_{\text{табл}} * K1 * K2 * K3 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

где K1 – коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала таблица стр.32 [2], принимаем K1=1,33;

K2 – коэффициент, зависящий от стойкости и марки инструмента таблица стр.33 [2], принимаем K2=1,55;

КЗ – коэффициент, зависящий от вида обработки таблица стр.34 [1], принимаем КЗ=0,8;

V_{табл.} – рекомендуемая скорость резания нормативами;

$$V = 37 * 1,33 * 1,55 * 0,8 = 61,2 \frac{\text{М}}{\text{МИН}}$$

Частоту вращения шпинделя найдем по формуле (2):

$$n = \frac{1000 * 61,2}{3,14 * 40} = 500 \text{ мин}^{-1}$$

Точение канавки

По [1] выбираем: S=0,1, C_v=420, K_v=0,9, T=30 мин, m=0,125, y=0,33.

Скорость рассчитываем по формуле (1):

$$V = \frac{420 * 0,9}{30^{0,125} * 30^{0,25}} = 61,2 \frac{\text{М}}{\text{МИН}}$$

Зенкерование канавки

По [1] выбираем: S=0,05, C_v=16,3, K_v=0,9, T=30 мин, m=0,125, y=0,33

Найдем по формуле (4):

$$V = \frac{C_v \cdot D^a}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} K_v,$$

$$V = \frac{16,3 * 40^{0,3}}{30^{0,125} * 30^{0,25} * 0,05^{0,33}} * 0,9 = 61,2 \frac{\text{М}}{\text{МИН}}$$

Частоту вращения шпинделя найдем по формуле (2):

$$n = \frac{1000 * 61,2}{3,14 * 40} = 500 \text{ мин}^{-1}$$

По [1] выбираем: S=0,2 мм/об, C_v=350 K_v=0,8, T=30 мин, m=0,125, y=0,33.

$$V = \frac{350 * 0,8}{30^{0,125} * 30^{0,25} * 0,2^{0,2}} = 138 \frac{\text{М}}{\text{МИН}}$$

Частоту вращения шпинделя найдем по формуле (2):

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-----------------------|------|
| | | | | | 15305.2019.452 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

$$n = \frac{1000 * 138}{3,14 * 80} = 400 \text{ мин}^{-1}$$

| Технологические переходы | t, мм | S, мм/об | n, мин ⁻¹ | V, м/мин |
|--------------------------|-------|----------|----------------------|----------|
| Чистовое точение | 2 | 0,15 | 400 | 138 |
| Растачивание отверстия | 18 | 0,1 | 500 | 61,2 |
| Точение канавки | 30 | 0,1 | 500 | 61,2 |
| Зенкерование канавки | 3 | 0,05 | 500 | 61,2 |
| Чистовое точение | 3 | 0,2 | 400 | 138 |

Для 015 токарной операции с ЧПУ определим следующие режимы резания:

Черновое точение

По [1] выбираем: S=0,2 мм/об, C_v=420, K_v=1,09, T=30 мин, m=0,125, y=0,33, x=0,25.

$$V = \frac{420 * 1,09}{30^{0,125} * 17^{0,25} * 0,2^{0,33}} = 138 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

Частоту вращения шпинделя найдем по формуле (2):

$$n = \frac{1000 * 93,35}{3,14 * 20} = 400 \text{ мин}^{-1}$$

Чистовое точение

По [1] выбираем: S=0,2 мм/об, C_v=420, K_v=1,09, T=30 мин, m=0,125, y=0,33, x=0,25.

$$V = \frac{420 * 1,09}{30^{0,125} * 17^{0,25} * 0,2^{0,33}} = 13,7 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

Частоту вращения шпинделя найдем по формуле (2):

$$n = \frac{1000 * 93,35}{3,14 * 20} = 350 \text{ мин}^{-1}$$

По [1] выбираем: S=0,2 мм/об, C_v=420, K_v=1,09, T=30 мин, m=0,125, y=0,33, x=0,25.

$$V = \frac{420 * 1,09}{30^{0,125} * 170,25 * 0,2^{0,33}} = 24,5 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

Частоту вращения шпинделя найдем по формуле (2):

$$n = \frac{1000 * 93,35}{3,14 * 20} = 600 \text{ мин}^{-1}$$

По [1] выбираем: S=0,2 мм/об, C_v=420, K_v=1,09, T=30 мин, m=0,125, y=0,33, x=0,25.

$$V = \frac{420 * 1,09}{30^{0,125} * 170,25 * 0,2^{0,33}} = 39,6 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

Частоту вращения шпинделя найдем по формуле (2):

$$n = \frac{1000 * 93,35}{3,14 * 20} = 600 \text{ мин}^{-1}$$

Полученные режимы резания удовлетворяют паспортным данным станка.

Норма штучного времени рассчитывается по формуле (8):

$$T_{шт} = (T_o + T_{всп}) \left(1 + \frac{\alpha}{100}\right),$$

где T_o – основное время, мин;

T_{всп} – вспомогательное время, мин;

α – время на техническое организационное обслуживание и на отдых, % ($\alpha \approx 9\%$).

Основное время, необходимое на каждую операцию по формуле (9):

$$T_o = \sum \frac{L * h}{n * S * t'}$$

где L – длина перемещения режущего инструмента, мм;

t – глубина резания за один проход;

h – общая глубина резания ($h=t*i$, где i – число проходов);

n – частота вращения шпинделя, мин^{-1} ;

S – подача, мм/об.

Вспомогательное время на операцию определяется по формуле (10):

$$T_{\text{всп}} = T_{\text{уст}} + T_{\text{оп}} + T_{\text{изм}}$$

где $T_{\text{уст}}$ – время на установку и снятие детали, мин;

$T_{\text{оп}}$ – время, связанное с операцией (невошедшее в управляющую программу), мин;

$T_{\text{изм}}$ – время, необходимое на измерение, мин.

Найдем Тшт на 005 токарную операцию с ЧПУ:

По формуле (9) определим основное время, при $L_1=12\text{мм}$, $L_2=35\text{мм}$, $h_1=9\text{мм}$, $h_2=1\text{мм}$:

$$T_o = \frac{35 * 9}{315 * 0,28 * 0,5} + \frac{12 * 1}{35 * 0,28 * 0,5} = 3,03 \text{ мин}$$

По формуле (10) определим вспомогательное время:

$$T_{\text{всп}} = 1,56 + 0,8 = 2,36 \text{ мин}$$

Тогда

$$T_{\text{шт}} = (3,03 + 2,36) \left(1 + \frac{9}{100} \right) = 5,8.$$

Найдем Тшт на 010 токарную операцию с ЧПУ:

По формуле (9) определим основное время, при $L_1=23\text{мм}$, $L_2=18\text{мм}$, $L_3=11,5\text{мм}$, $L_4=11,5\text{мм}$, $L_5=11,5\text{мм}$, $h_1=1\text{мм}$, $h_2=1,5\text{мм}$, $h_3=3\text{мм}$.

| | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-----------------------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | 15305.2019.452 ПЗ ВКР | | | | | |

$$T_o = \frac{23 * 1}{400 * 0,2 * 4,5} + \frac{18 * 1,5}{500 * 0,1 * 4} + \frac{11,5 * 1}{350 * 0,1 * 3} + \frac{11,5 * 2}{500 * 0,5 * 0,3} + \frac{11,5 * 3}{400 * 0,2 * 4} = 1,72 \text{ мин}$$

По формуле (10) определим вспомогательное время:

$$T_{всп} = 0,8 + 1,4 = 2,2 \text{ мин}$$

Тогда

$$T_{шт} = (1,72 + 2,2) \left(1 + \frac{9}{100}\right) = 4,24 \text{ мин.}$$

Найдем Тшт на 015 токарную операцию с ЧПУ:

По формуле (9) определим основное время, при $L_1=17\text{мм}$, $L_2=17\text{мм}$, $L_3=11\text{мм}$, $L_4=11\text{мм}$, $L_5=6,51\text{мм}$ $h_1=4,6\text{мм}$, $h_2=0,4 \text{ мм}$, $h_3=1,5\text{мм}$.

$$T_o = \frac{17 * 4,6}{400 * 0,2 * 1} + \frac{17 * 0,4}{400 * 0,07 * 2,5} + \frac{11 * 1,5}{350 * 0,1 * 13} + \frac{11 * 1,5}{600 * 0,07 * 0,5} + \frac{6,5 * 1,5}{600 * 0,1 * 3,5} = 2,62 \text{ мин}$$

По формуле (10) определим вспомогательное время:

$$T_{всп} = 2,3 + 0,8 = 2,1 \text{ мин}$$

Тогда

$$T_{шт} = (2,1 + 2,62) \left(1 + \frac{9}{100}\right) = 5,09 \text{ мин.}$$

Найдем Тшт на 020 сверлильную операцию с ЧПУ:

По формуле (9) определим основное время, при $L_1=14\text{мм}$, $h_1=6,5\text{мм}$, :

$$T_o = \frac{14 * 6,5}{1400 * 0,05 * 3,3} = 0,8 \text{ мин}$$

По формуле (10) определим вспомогательное время:

$$T_{всп} = 0,18 + 0,8 + 0,23 = 0,98 \text{ мин}$$

Тогда

$$T_{шт} = (0,8 + 0,49) \left(1 + \frac{9}{100}\right) = 1,92 \text{ мин.}$$

Найдем Тшт на 025 сверлильную операцию:

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|------------------------------|------|
| | | | | | 15305.2019.452 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

По формуле (9) определим основное время, при $L_1=12\text{мм}$, $h_1=6.5\text{мм}$:

$$T_o = \frac{12 * 6.5}{1400 * 0,05 * 2.3} = 0,9 \text{ мин}$$

По формуле (10) определим вспомогательное время:

$$T_{всп} = 1.45 + 0.18 = 1.63\text{мин}$$

Тогда

$$T_{шт} = (1.63 + 0,9) \left(1 + \frac{9}{100}\right) = 1.8 \text{ мин.}$$

Найдем $T_{шт}$ на 030 сверлильную операцию:

По формуле (9) определим основное время, при $L_1=7.3\text{мм}$, $h_1=2\text{мм}$:

$$T_o = \frac{7.3 * 2}{710 * 0,1 * 2} = 0.11 \text{ мин}$$

По формуле (10) определим вспомогательное время:

$$T_{всп} = 0,37 + 0,18 = 0.55\text{мин}$$

Тогда

$$T_{шт} = (0,11 + 0.55) \left(1 + \frac{9}{100}\right) = 0.9 \text{ мин.}$$

2.2.6 Выводы по разделу

В данном разделе рассмотрены различные методы получения исходной заготовки, предложен проектный вариант технологического процесса изготовления детали, выбрано оборудования для изготовления детали, что необходимо для повышения производительности, качества получаемой продукции, а так же для уменьшения времени на изготовления.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|------------------------------|------|
| | | | | | 15305.2019.452 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Аналитический обзор и выбор стандартизированной технологической оснастки

Для обработки детали вал используем токарный станок с ЧПУ LA-150 Takisava. Он имеет в наличии револьверную головку с креплением VDI40 (рисунок 26), которая может перемещаться в продольном и поперечном направлениях относительно заготовки.

Основные параметры для выбора инструментальной оснастки:

- количество инструментов: 12;
- количество приводных инструментов: 12 (DIN-5480);
- размер державки призматического инструмента: 25 мм;
- максимальный диаметр осевого инструмента, 50 мм;
- частота вращения приводного инструмента, 5000 об/мин.

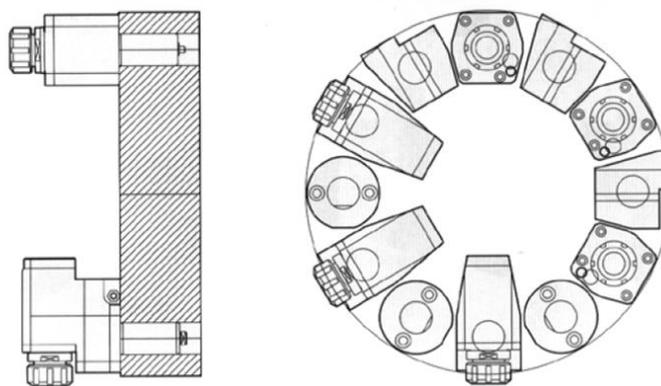


Рисунок 26 – Револьверная головка

Таким образом, инструментальная оснастка будет выглядеть следующим образом [4]:

Для резцов примем держатель В1-40х25, правый, короткий (H1=25мм, B1=85мм, D=40мм, L1=44мм, L2=22мм) (рисунок 27).

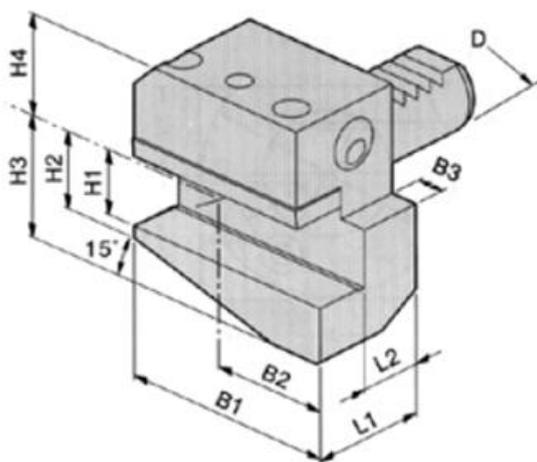


Рисунок 27 – Держатель

Для фрез используем сверлильно-фрезерную головку DA20-5480-16 (B=80мм, F=42мм, G=34мм, S=50мм, A=124мм, E=110мм, M=90мм, X=2-20мм, C=44мм) (рисунок 28).

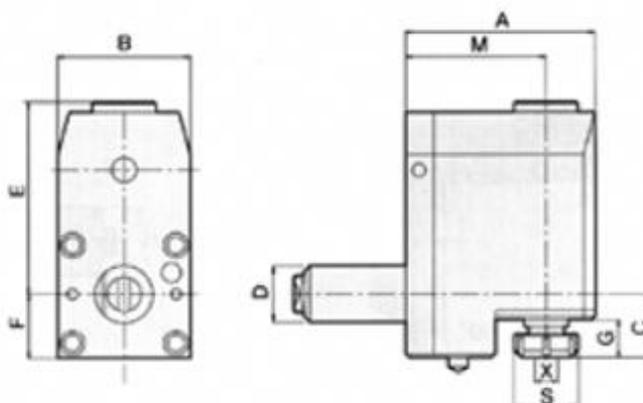


Рисунок 28 – Сверлильно-фрезерная головка

3.2 Проектирование и расчет специального станочного приспособления

Основным направлением развития машиностроения является увеличение производительности и повышение качества при одновременном снижении трудовых затрат. Для этого необходимы средства автоматизации.

Эффективность автоматизации за счет применения робототехники может быть достигнута только при комплексном подходе к созданию и внедре-

нию промышленных роботов (ПР), обрабатывающего оборудования, средств управления, вспомогательных механизмов и устройств и т. п. Проводить значительный объем организационно-технологических мероприятий ради единичного внедрения ПР нерентабельно. Только расширенное применение ПР в составе сложных роботизированных систем будет оправдано технически, экономически и социально. Промышленные роботы необходимо рассматривать и как важный фактор обеспечения многостаночного обслуживания, а значит, и экономии рабочей силы. Наибольший экономический эффект может быть достигнут при обслуживании роботом нескольких станков, при обеспечении двух- и трехсменной работы оборудования.

В качестве специального станочного приспособления используем промышленный робот, с помощью которого возможно автоматизированное перемещение, установка и снятие детали.

3.2.1 Выбор промышленного робота для автоматизации смены обрабатываемых деталей

Промышленный робот выбираем исходя из требований грузоподъемности и необходимой зоны обработки.

Для выбора типа робота по грузоподъемности, найдем массу заготовки:

$$m = V \cdot \rho,$$

V – объём заготовки, м³;

ρ – плотность заготовки (сталь), $\rho = 7820$ кг/м³;

$$V = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot l}{4},$$

D – диаметр заготовки, м;

l – длина заготовки, м;

$$m = \frac{3,14 \cdot 0,025^2 \cdot 0,205}{4} \cdot 7820 = 0,51 \text{ кг};$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|------------------------------|------|
| | | | | | 15305.2019.452 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

Так как заготовка имеет небольшой вес, для нее примем промышленный робот KUKA KR 3 AGILUS, имеющий грузоподъемность до 3 кг. Основные характеристики робота приведены в таблице 7.



Рисунок 29 – Промышленный робот KUKA KR 3 AGILUS

Таблица 7 – Характеристики робота

| | |
|----------------------------------|---------------|
| Специализация робота | Универсальный |
| Тип запястья | standart |
| Число степеней свободы | 6 |
| Максимальный радиус действия, мм | 541 |
| Грузоподъемность, кг | 3 |
| Точность, мм | ±0,02 |
| Вес манипулятора, кг | 26 |

3.2.2 Описание принципа работы принятой конструкции схвата

На рисунке 30 представлена выбранная схема схвата.

где m – масса удерживаемой детали, $m = 0,78$ кг;

g – ускорение свободного падения $g = 9,8$ м/с²;

a – ускорение центра масс, $a = 5$ м/с²;

K_1 – коэффициенты, зависящий от формы губок схвата и положения детали относительно губок,

K_2 – коэффициент запаса, $K_2 = 1,5$.

$$K_1 = \frac{\sin\theta}{2 \cdot \mu},$$

где θ – угол призмы, $\theta = 45^\circ$;

μ – коэффициент трения $\mu = 0,15$.

$$K_1 = \frac{\sin 45}{2 \cdot 0,15} = 2,36;$$

$$P_1 = 0,78 \cdot (9,8 + 5) \cdot 2,36 \cdot 1,5 = 40,8 \text{ Н.}$$

3.2.5 Расчет сил, действующих на основные элементы конструкции схвата

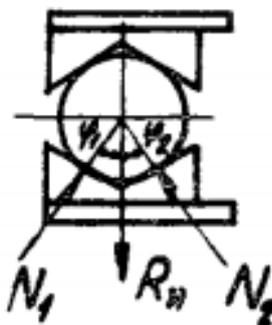


Рисунок 31 – Силевая схема

В результате зажима на губку действует реакция заготовки, которая определяется по формуле:

$$N_{1,2} = R_H \cdot \frac{\sin \varphi_{1,2} - \mu \cdot \cos \varphi_{1,2}}{\sin(\varphi_1 + \varphi_2) - 2 \cdot \mu \cdot \cos(\varphi_1 + \varphi_2)}$$

где $N_{1,2}$ - усилия контакта между деталью и губкой, Н;

R_H - реакция на губку захвата, Н;

μ - коэффициент трения, $\mu=0,15$;

$\varphi_{1,2}$ - угол контакта, $\varphi_{1,2} = 45^\circ$

$$N_{1,2} = 358,4 \cdot \frac{\sin 45 - 0,15 \cos 45}{\sin 90 - 2 \cdot 0,15 \cos 90} = 215,4 \text{ Н.}$$

3.2.6 Выбор размеров силового привода

Определение тягового усилия пневмоцилиндра P_2 :

$$P_2 = \frac{P_1 \cdot l}{\sin \gamma},$$

где P_1 – сила захватывающая заготовку; l – плечо губок; γ – угол поворота губок.

$$P_2 = \frac{215,4 \cdot 0,133}{\sin 15^\circ} = 358,4 \text{ Н.}$$

Определение необходимого диаметра поршня привода схвата:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot P_2}{\pi \cdot p \cdot \eta}} = 37,5 \text{ мм,}$$

где p – давление воздуха в пневмосистеме, $p=0,4$ МПа, $\eta=0,9$.

Принимаем стандартное значение пневмоцилиндра $d = 40$ мм. Основные размеры пневмоцилиндра по ГОСТ 15608-81.

3.2.7 Выбор фланца для крепления схвата к роботу

Схват крепится к роботу при помощи фланца. Исполнение и размеры фланца берутся по ГОСТ 26063-84 (Роботы промышленные. Устройства захватные. Типы, номенклатура основных параметров, присоединительные размеры) (рисунок 32). Размеры фланца представлены в таблице 8.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|------------------------------|------|
| | | | | | 15305.2019.452 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

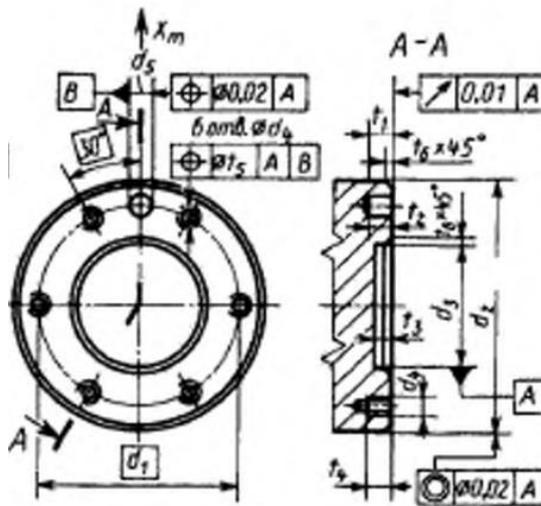


Рисунок 32 – Эскиз фланца

Таблица 8 – Размеры фланца

| $d1$ | $d2$ | $d3$ | $d4$ | $d5$ | $t1$ | $t2$ | $t3$ | $t4$ | $t5$ | $t6$ | Число отверстий |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----------------|
| 100 | 125 | 63 | M8 | 8 | 6 | 8 | 6 | 10 | 15 | 1 | 6 |

3.3 Аналитический обзор и выбор стандартизированного режущего инструмента

При разработке технологического процесса механической обработки детали выбор и количество режущего инструмента зависит от таких параметров, как точность получаемых поверхностей, шероховатость, вид обрабатываемой поверхности, материал заготовки. Режущий инструмент необходимо выбирать со сменными многогранными пластинами (СМП), так как он, в отличие от цельного режущего инструмента, обладает повышенной прочностью пластины, возможностью быстрой переналадки, а также такой инструмент не нуждается в переточках.

3.3.1 Исходные данные

- деталь: крышка (рисунок 33);
- исходная заготовка: штамповка;
- материал заготовки: Сталь 10 ГОСТ 1050-13, $\sigma_B=980$ МПа, 134 НВ;

3.3.2 Выбор токарного инструмента

Для обработки поверхности 1 выбираем токарный режущий инструмент по следующей методике:

- тип выполняемой операции: черновое точение;
- условия обработки: черновое прерывистое точение;
- группа резания: углеродистая и легированная сталь (Р);
- крепление пластины: тип Р (рисунок 34);
- материал СМП: ТС20РТ-Р.

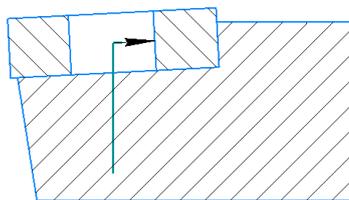


Рисунок 34 – Тип крепления пластины

Для данной операции выбираем резец [2] PDJNL 2525 M15-04 (рисунок 35а) ($L=150\text{мм}$, $B=25\text{мм}$, $H=25\text{мм}$, $f=32\text{мм}$) и пластину DNMG-150408 ($d=12.7\text{ мм}$, $d_1=5.16\text{мм}$, $L=15,5\text{мм}$) (рисунок 35б).

Расшифровка державки:

Р – система крепления: прижим рычагом за отверстие;

D – форма пластины: ромб;

J – главный угол в плане $\varphi=93^\circ$;

N – задний угол пластины $\alpha=0^\circ$;

R – направление резание: левое;

25 – высота державки, мм;

25 – ширина державки, мм;

M – длина державки $L=150\text{ мм}$;

15 – длина режущей кромки, мм;

04 – режущая пластина 4,76 мм.

Расшифровка сменной многогранной пластины:

D – форма пластины: ромб;

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|------------------------------|-------------|
| | | | | | 15305.2019.452 ПЗ ВКР | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | |

N – задний угол пластины $\alpha=0^\circ$;
M – класс допуска;
A – форма передней поверхности;
15 – длина режущей кромки;
04 – толщина пластины $S=4,76$ мм;
08 – радиус при вершине $r=0,8$ мм.

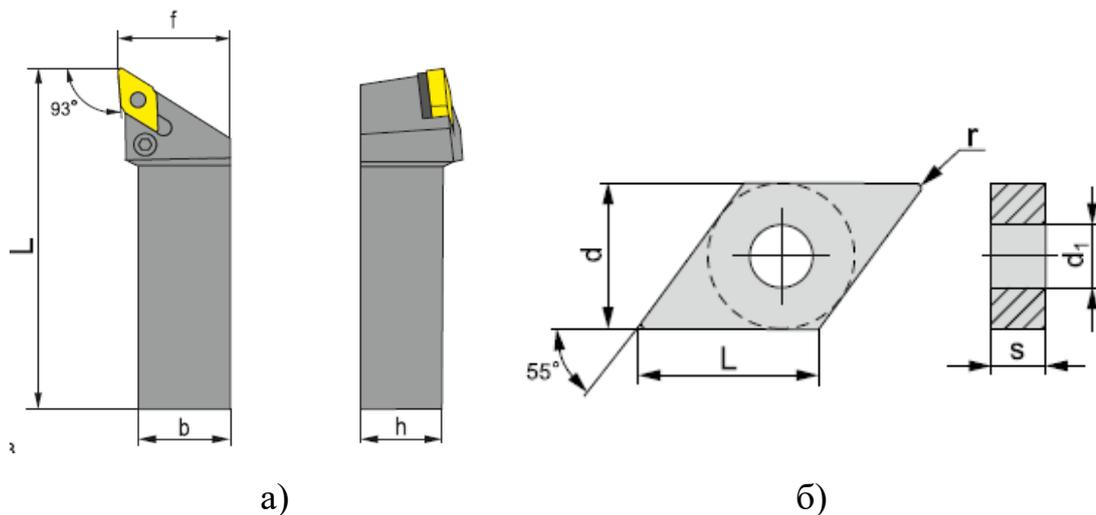


Рисунок 35 – Резец токарный, а) державка, б) СМП

Для нарезания резьбы (поверхность 7) используем резец R166.4FG-2525-16 (рисунок 36,а) и пластину R166.06-16MM01-100 (рисунок 36,б) из твердого сплава с покрытием [3] со следующими параметрами: $V=25$ мм, $H=25$ мм, $WF=32$ мм, $HF=25$ мм, $ОНХ=22,2$ мм, $LF=150$ мм, $IC=9.525$ мм, $НВ=0.15$ мм, $НА=0.75$ мм.

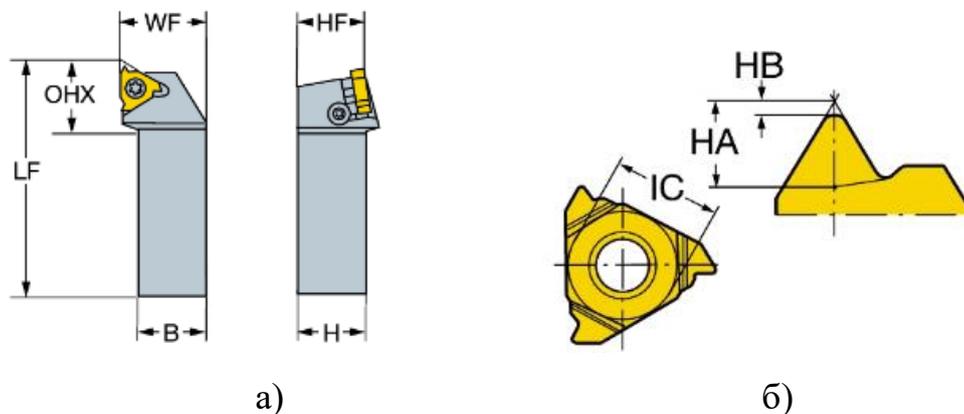


Рисунок 36 – Резец для нарезания резьбы, а) державка, б) пластина

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-----------------------|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | 15305.2019.452 ПЗ ВКР | | | | |

- вид и форма обрабатываемой поверхности: шпоночный паз с точностью 14 квалитета;
- условия обработки: получистовая обработка;
- группа применимости фрезы: углеродистая и легированная сталь (P);
- выбор главного угла в плане: $\varphi=90^\circ$, обработка тонкостенных заготовок;
- выбор диаметра фрезы: $D=6\text{мм}$.
- выбор шага фрезы: нормальный (M).

Для данной операции подходит концевая фреза общего назначения R216.32-06030 AC10P ($d_m=6\text{мм}$, $l_2=57\text{мм}$, $a_r=10\text{мм}$)(рисунок 38) [3].

Расшифровка фрезы:

R – направление вращения: правое;

21 – тип инструмента: концевая фреза;

6 – возможности по сверлению: сверлящая;

3 – тип концевых фрез: с фаской на уголках или без фаски;

2 – число зубьев;

060 – рабочий диаметр фрезы, умноженный на 10 (6 мм);

30 – угол подъема винтовой канавки;

A – тип хвостовика: цилиндрический;

C – длина фрезы: удлиненный хвостовик;

10 – максимальная глубина резания, мм;

P – тип геометрии: режущая кромка прямая, передний угол $\gamma=9^\circ-12^\circ$.

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|------------------------------|-------------|
| | | | | | 15305.2019.452 ПЗ ВКР | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | |

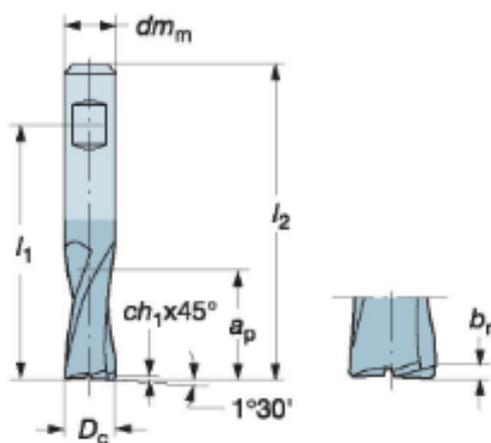


Рисунок 38 – Концевая фреза

Для обработки паза под сегментную шпонку используем дисковую цельную фрезу 13x3-1-1-N9 ГОСТ Р 53412-2009 ($d=13\text{мм}$, $d_1=10\text{мм}$, $d_2=4.6\text{мм}$, $l=3\text{мм}$, $L=56\text{мм}$, $s=0.2\text{мм}$)(рисунок 39) [6].

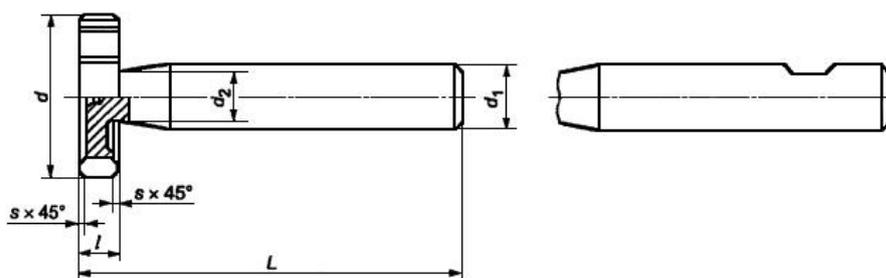


Рисунок 39 – Фреза дисковая

Для фрезерования торцевых поверхностей используем торцевую фрезу FUDS-50N22-R5SD13 ($D=50\text{мм}$, $D_1=64,5\text{мм}$, $H=40\text{мм}$, $L=20\text{мм}$, $d=22\text{мм}$, $a_p=5,8\text{мм}$, $z=5$) с пластинами SDNT 1305AD SP (рисунок 40)

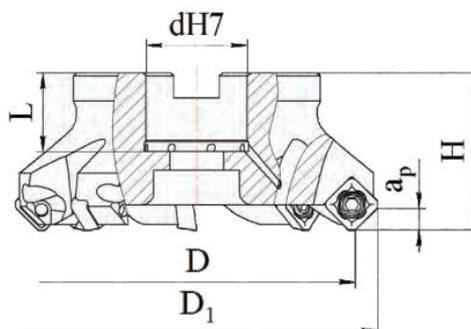


Рисунок 40 – Торцевая фреза

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

15305.2019.452 ПЗ ВКР

Лист

3.5 Выбор измерительного оборудования и оснастки на операциях технического контроля

Для измерения линейных размеров, глубины канавок и шпоночных пазов используем штангенциркуль ШЦ I-125-0,05 ГОСТ 166-89.

Штангенциркуль (рисунок 42) обеспечивает измерение внутренних, наружных линейных размеров, а также глубины. Конструкция штангенциркуля обеспечивает механический принцип измерения. Отсчет измеряемой величины производится методом визуальной оценки и совпадения делений измерительной шкалы на штанге, с делениями нониуса, который расположен на рамке. Данный измерительный инструмент имеет невысокую цену, что является еще одним его достоинством.



Рисунок 42 – Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,05 ГОСТ 166-89

Для измерения диаметральных размеров используем скобу рычажную СР 50 ГОСТ 11098-75.

Рычажная скоба (рисунок 43) – прибор, предназначенный для измерения более точных измерений внешних диаметров деталей типа тел вращения, таких как валы, оси, болты и т. п., а также для измерений толщин и длин. Позволяет измерять размеры предметов, заготовок (в механической металлообработке) с погрешностью не более 1—2 мкм.



Рисунок 43– Скоба рычажная СР 50 ГОСТ11098-75

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-----------------------|------|
| | | | | | 15305.2019.452 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

Для измерения внутренних линейных размеров нутрометр (рисунок 44).

Калибр – измерительный инструмент, предназначенный для проверки правильности размеров и формы изделий(рис.45).

Калибры предназначаются, главным образом, для измерения одного определенного размера. Они не позволяют измерить фактический размер изделия, а только дают возможность установить, что изделие не вышло за пределы указанных в чертеже допусков на его изготовление.



Рисунок 44 – Нутрометр



Рисунок 45 – Калибр-скоба

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|------------------------------|-------------|
| | | | | | <i>150305.2018.452.10 ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | |

1 АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

Целью автоматизации технологического процесса является повышение производительности, качества и надежности изготавливаемых изделий. Обработка детали может быть автоматизирована полностью или частично в зависимости от задач, которые стоят перед производством, поэтому необходимо получить наибольшую информацию о возможности автоматизации, что достигается анализом проектного варианта технологического процесса, учитывая нижеперечисленные факторы.

1.1 Наличие в технологическом процессе слесарных, универсальных или специальных операций

Технологический процесс детали «Рабочее колесо КН Н 1ВВ1-S601.01.200.00» предусматривает вспомогательные операции на межоперационном контроле, т.к. заготовка получается литьём в оболочковые формы и из-за внутренних напряжений в сплаве могут возникнуть раковины, различные трещины, для устранения которых необходимы сварочные работы, а также слесарные для зачистки швов для дальнейшей механической обработки.

1.2 Возможность встраивания основного оборудования в ГПС

Для опциональной модернизации оборудования в условиях ГПС предусмотрены промышленные роботы для снятия и установки заготовки на станки с ЧПУ, которые снабжены датчиками для наладки и диагностики, как самой системы, так и режущего инструмента. Автоматизация на уровне управление программой, которая позволяет регулировать полный цикл изготовления от открывания-закрывания дверей до уборки отходов из рабочей зоны станка.

1.3 Концентрация переходов на операциях механической обработки

С целью повышения надежности и качества продукции переходы на операциях механической обработки сконцентрированы. Что позволяет сократить время на перемещение и переустановку заготовок, повышая производительность

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

150305.2018.452.10 ПЗ

Продолжение таблицы 2

| № | Критерий оценки | Сравнительная характеристика | Характеристика оценки |
|----|---|--|-----------------------|
| 5 | Наличие труднообрабатываемых поверхностей детали | Труднообрабатываемые поверхности на детали отсутствуют | Технологично |
| 6 | Возможность совмещения конструкторских и технологических баз | Конструкторские и технологические базы можно совместить | Технологично |
| 7 | Обеспечение конструкцией 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 | Основное оборудование обеспечивает достижение наиболее точных размеров | Технологично |
| 9 | Возможность достижения минимальной заданной шероховатости поверхности детали на основном оборудовании | Основное оборудование обеспечивает достижение минимальной заданной шероховатости поверхности | Технологично |
| 10 | Высокая обрабатываемость основного материала | Сталь для отливок 20ГЛ имеет хорошую обрабатываемость В закаленном и отпущенном состоянии при 197-277 НВ и $\sigma_B = 637$ Н/мм ² $K_v = 1,15$ (твердый сплав) $K_v = 1,0$ (быстрорежущая сталь) | Технологично |

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

150305.2018.452.10 ПЗ

Лист

5 ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТРУКТУРЫ И СОСТАВА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ТРАНСПОРТНО-СКЛАДСКОЙ СИСТЕМЫ 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.

5.1 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:

$$K_{\text{наим}} = \frac{60 \cdot 305 \cdot 1}{7,3 \cdot 100} = 25,06 \text{ шт.}$$

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 $K_{\text{наим}} = 6$ шт.

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

150305.2018.452.10 ПЗ

5.2 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 дета-
леустановок, 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:

$$K_{\text{дет}} = 6 \cdot 200 = 1200 \text{ шт.}$$

Для расчетов можно использовать следующие значения трудоемкостей опе-
раций по загрузке (t_z) и разгрузке (t_p) деталей: $t_z = 5$ мин; $t_p = 3$ мин.

Подставляя получим:

$$n_{\text{поз}} = \frac{8 \cdot 800}{305 \cdot 60} = 0,52 \approx 1.$$

5.3 Расчет числа позиций контроля

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

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

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

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

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

150305.2018.452.10 ПЗ

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); $k_1 = 1,15$; $k_2 = 1,05$.

Подставляя получим:

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

$$K_{\text{дет.к}} = \frac{1200}{2} = 600.$$

Время контроля одной деталиустановки:

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

где t_{k_1} , t_{k_2} , ..., 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:

$$t_{\text{п}} = 5 \text{ мин};$$

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

$$t_{\text{к.ок}} = 10 \text{ мин.}$$

Подставляя получим:

$$t_k = 5 + 10 = 15 \text{ мин};$$

$$n_{\text{поз.к}} = \frac{15 \cdot 600}{305 \cdot 60} = 0,5 \approx 1$$

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

5.4 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.

Первый вариант расположения оборудования представлен на рисунке 2.

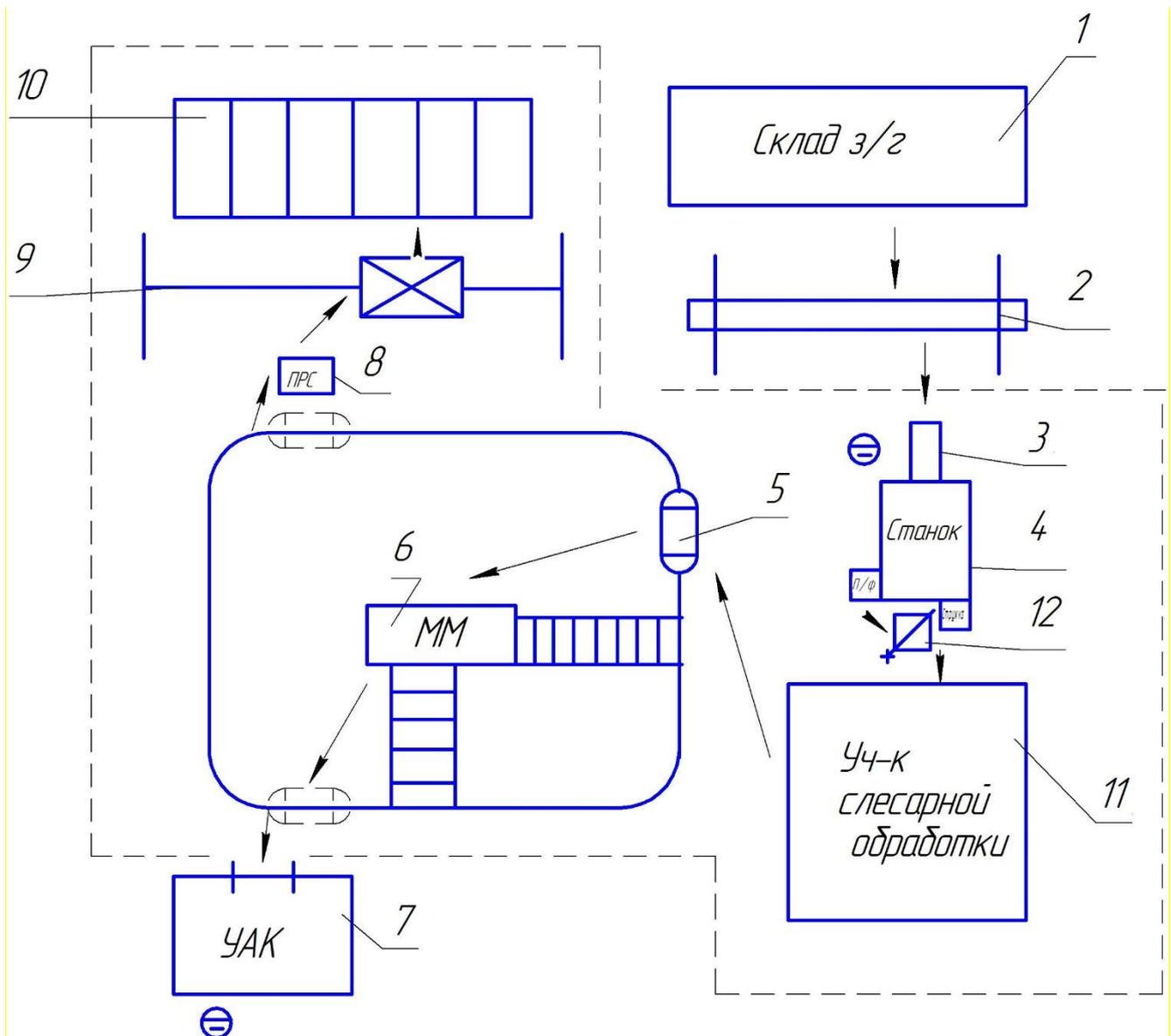


Рисунок 2– Схема расположения станков

На данной схеме показано перемещение со склада заготовок кран-балкой на барфидер (при участии человека); со станка на участок слесарной обработки, при помощи промышленного робота. Далее с участка слесарной обработки робокар

| | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-----------------------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | 150305.2018.452.10 ПЗ | | | | | |

отвозит заготовки на моечную машину, а после на участок активного контроля, где при участии человека производится промежуточный контроль. После контроля робокар перевозит заготовки на приемо-раздаточный стол, откуда кран-штабелёр доставляет их на склад.

Для выявления всех суммарных перемещений была составлена матрица ориентировочных перемещений подвижных механизмов АТСС (таблица 3).

Структурная схема представляет из себя:

- 1) склад заготовок;
- 2) кран-балка;
- 3) барфидер;
- 4) станок токарный с ЧПУ;
- 5) робокар;
- 6) моечная машина;
- 7) участок активного контроля;
- 8) приемо-раздаточный стол;
- 9) кран-штабелёр;
- 10) склад готовых деталей;
- 11) участок слесарной обработки;
- 12) промышленный робот.

Таблица 3 – Матрица перемещений подвижных механизмов АТСС (в мм)

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|----|---|------|------|---|------|------|------|------|------|------|-----|-----|
| 1 | | 1000 | | | | | | | | | | |
| 2 | | | 1500 | | | | | | | | | |
| 3 | | | | 0 | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | 600 |
| 5 | | | | | | 1000 | | | | | | |
| 6 | | | | | | | 2000 | | | | | |
| 7 | | | | | | | | 6000 | | | | |
| 8 | | | | | | | | | 1000 | | | |
| 9 | | | | | | | | | | 1000 | | |
| 10 | | | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | 3000 | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | | 600 | |

Суммарное перемещение при такой компоновке ГПС – 16700 (мм).

Второй вариант расположения оборудования представлен на рисунке 3.

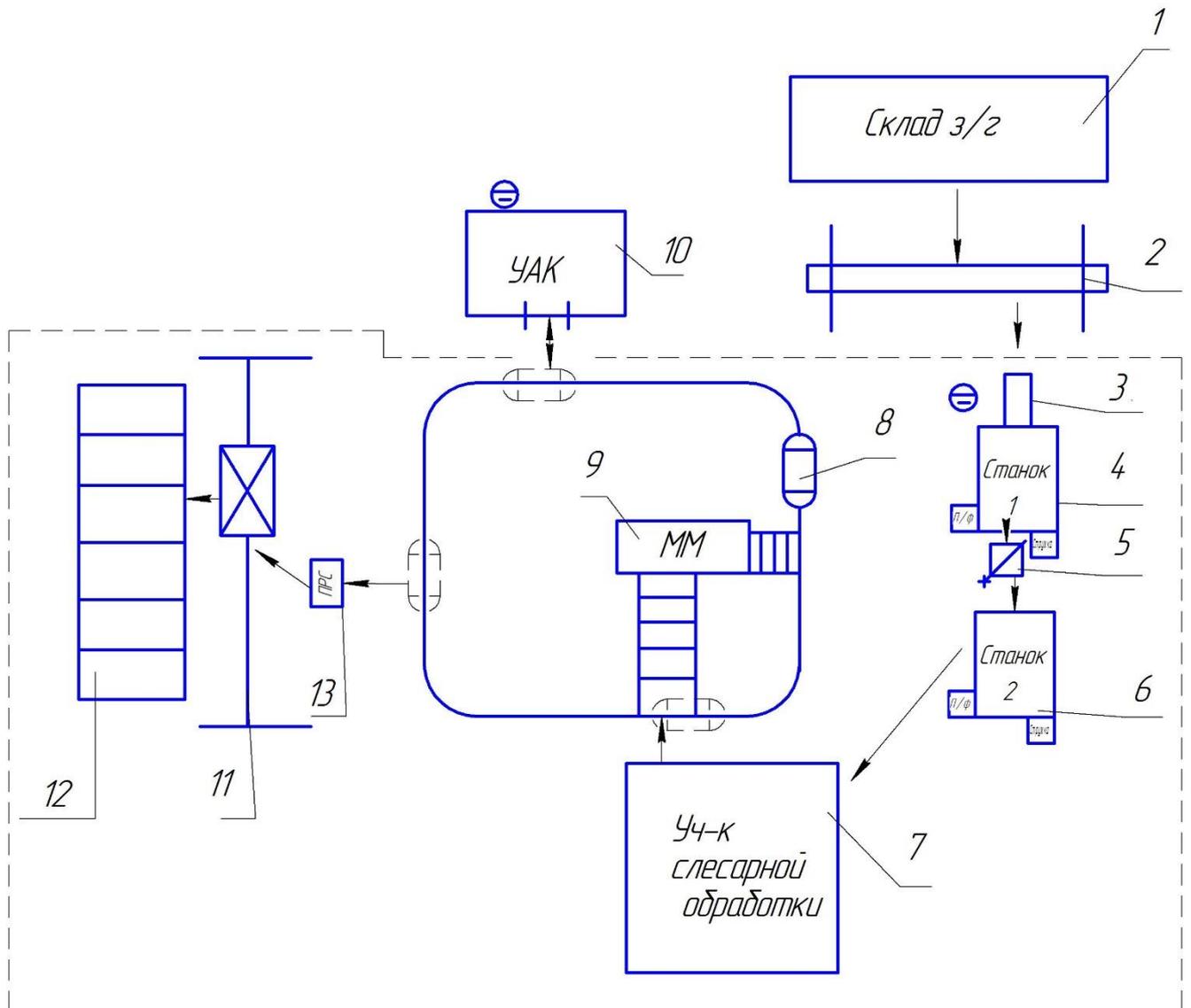


Рисунок 3 – Схема расположения станков

При такой схеме расположения оборудования задействовано 2 станка. На данной схеме показано перемещение со склада заготовок кран-балкой на барфидер (при участии человека). Барфидер в свою очередь подает заготовку на станок 1, далее со станка 1 промышленный робот переносит заготовки на станок 2. Со станка заготовки отправляются на участок слесарной обработки при помощи робокара, после робокар отвозит их в моечную машину. Далее с моечной машины робокар перемещает детали на участок активного контроля, где при участии человека производится промежуточный контроль. После контроля робокар перевозит

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

150305.2018.452.10 ПЗ

Суммарное перемещение при такой компоновки ГПС равно 19300 мм.

Исходя из расчетов, выбираем первую схему расположения станков.

5.5 Определение числа подвижных транспортных механизмов АТСС

Робот штабелер, расположенный со стороны станков, должен передавать ящик с заготовками со стеллажа на станок, со станка на станок и со станка на стеллаж.

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 спутника со станка на станок, мин.

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

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

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

150305.2018.452.10 ПЗ

где L_x и L_y – соответственно длина перемещения штабелера по осям x и y , м; V_x и V_y – соответственно скорость перемещения штабелера по осям x и y , м/мин.

Для расчетов принимаем: $V_x = 60$ м/мин; $V_y = 6$ м/мин; $L_x = 3$ м; $L_y = 1$ м.

Подставляя получим:

$$t_{\text{под}} = \frac{3}{60} + \frac{1}{6} = 0,22 \text{ мин};$$

$$t_1 = t_2 = 0,17 + 0,22 + 0,2 = 0,59 \text{ мин};$$

$$t_{\text{стел-ст}} = t_{\text{ст-ст}} = 0,59 + 0,59 = 1,18 \text{ мин};$$

$$T_{\text{обсл}} = 2 \cdot 0,59 + 0 \cdot 1,18 = 1,18 \text{ мин}.$$

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

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

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

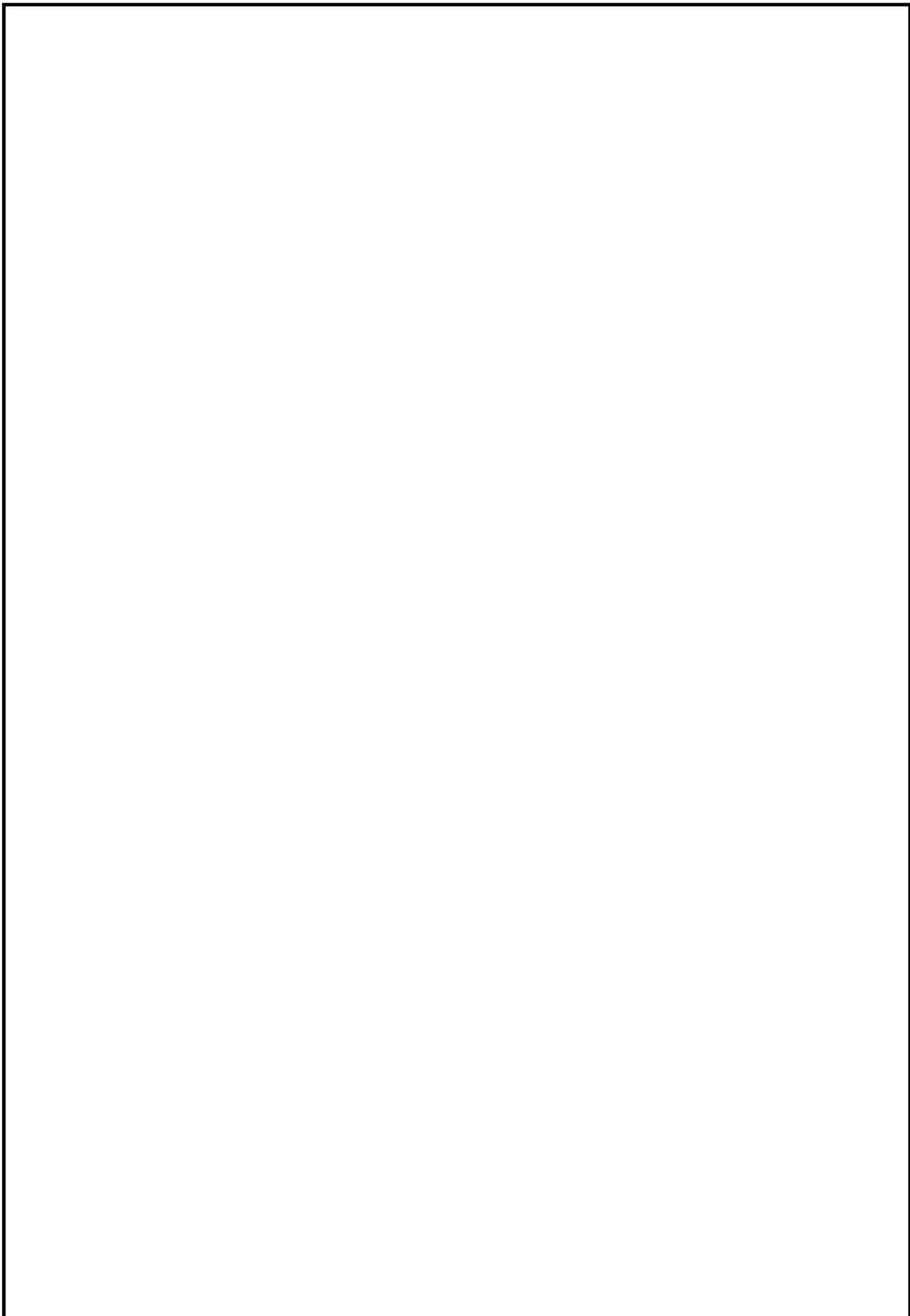
Подставляя получим:

$$K_{\text{шт1}} = \frac{1,18}{305 \cdot 60} = 0,65 \cdot 10^{-4} \approx 1.$$

Для выполнения работы по перемещению заготовок и готовых деталей требуется один робот штабелер.

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

150305.2018.452.10 ПЗ



| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|------------------------|------|
| | | | | | 150305.2019.452 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 3 |

1 БЕЗОПАСНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ЦИКЛА ИЗДЕЛИЯ

1.1 Мероприятия и средства по созданию безопасных и безвредных условий труда

Для снижения и предупреждения травматизма на производстве применяют современные средства обеспечения безопасности (рисунок 52). Несмотря на их непрерывное совершенствование, полностью устранить опасности из производственного процесса и исключить их влияние на работающих не удастся, так как нулевой риск возможен лишь в системах, лишенных запасенной энергии, а также химических или биологических активных компонентов.

Средства управления включают в себя все системы, задействованные в управлении рабочими органами машин и оборудования (пускатели, кнопки, рычаги, тормозные системы, рулевое управление и т. д.).



Рисун ок 52 – Классификация технических средств безопасности и защиты работающих

Информативные средства служат для обеспечения операторов всей необходимой для работы информацией. К таким средствам относят соединенные с преобразователями (датчиками) индикаторы, табло, средства сигнализации (звуковой сигнал, стоп-сигнал, указатели поворота и т. п.), зеркала заднего вида, стеклоочистители, омыватели стекол и т. п.

Средства регулирования микроклимата (кондиционеры, отопители, вентиляторы, пылеотделители, аспирационное оборудование и др.) поддерживают требуемые параметры воздушной среды рабочей зоны оператора.

Дополнительные средства используют при техническом обслуживании или ремонте машин и ликвидации отклонений от нормального протекания технологического процесса. К таким средствам относят приспособления для настройки предохранительных муфт, очистки рабочих органов (крючки, чистики), огнетушители, лопаты и т. п.

Ограждения (кожух, капот, решетки, сетки, крышки, перила, барьеры, экраны, жалюзи, козырьки и т. д.) защищают оператора от механических воздействий движущихся и вращающихся частей, высоких или низких температур, повышенных уровней излучений, агрессивного действия химических веществ, биологических вредностей и излишней информации.

Посредством блокировок можно предотвратить: пуск двигателя трактора при включенной передаче, начало движения при открытых дверях транспортного средства, включение рабочих органов при снятом ограждении, самопроизвольное включение рабочих органов и др.

Ограничители энергии служат для предотвращения появления в технических системах излишнего количества энергии, влекущего за собой развитие нестационарных режимов и экстремальных ситуаций.

1.1.1 Мероприятия по нормализации состояния воздушной среды производственных помещений

Для нормализации температурно-влажностного режима применяют системы вентиляции, отопления и кондиционирования воздуха. При правильном выборе их типа, производительности и оптимальной конструкции условия труда на рабочих местах поддерживаются в пределах норм с минимальными затратами средств, труда и энергии. Температуру в

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|------------------------|------|
| | | | | | 150305.2019.452 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 5 |

помещениях для обогрева поддерживают в пределах 22...24°С, что несколько выше значений, предусмотренных для санитарно-бытовых помещений.

1.1.2 Вентиляция производственных помещений

Процесс замены загрязненного воздуха помещений свежим, чистым называют вентиляцией. После принятия мер по совершенствованию технологии и оптимизации конструктивного исполнения оборудования с целью исключения воздействия вредностей на человека или снижения их уровней и концентраций до предельно допустимых значений вентиляция позволяет наилучшим образом снизить избыточные количества теплоты, влаги, вредных газов, паров и пыли.

Назначение рабочих систем вентиляции — удаление из помещений вредностей или снижение их концентраций до предельно допустимых для постоянного поддержания требуемых параметров воздушной среды. Тем не менее существуют определенные производства, в воздух рабочих зон которых могут внезапно поступать большие количества вредных веществ (кроме пыли). Для предотвращения острых отравлений работающих в таких помещениях устраивают аварийную систему вентиляции (как правило, вытяжную), которая совместно с рабочей вентиляцией должна обеспечивать $k \geq 8$. С помощью аварийной вентиляции также поддерживают необходимые параметры воздушной среды при выходе из строя рабочей системы вентиляции.

1.1.3 Производственный шум и вибрация

Для обеспечения безопасности производственной деятельности необходимо учитывать способность звуковых волн отражаться от поверхностей или поглощаться ими. Степень отражения зависит от формы отражающей поверхности и свойств материала, из которого она изготовлена. При большом внутреннем сопротивлении материалов (таких, как войлок, резина и т. п.) основная часть падающей на них звуковой волны (энергии) не отражается, а поглощается.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|------------------------|------|
| | | | | | 150305.2019.452 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 6 |

Особенности конструкции и формы помещений могут приводить к многократному отражению звука от поверхностей пола, стен и потолка, удлиняя тем самым время звучания. Такое явление называют реверберацией. Возможность возникновения реверберации учитывают на стадии проектирования зданий и помещений, в которых предполагается установить шумные машины и оборудование.

Мероприятия по уменьшению воздействия на человека любого вредного производственного фактора, в том числе и шума, можно разделить на четыре группы:

1. Меры законодательного характера включают в себя: нормирование шума; установление возрастных цензов при приеме на работу, выполняемую в условиях повышенного шума; организацию предварительных и периодических медицинских осмотров работников; сокращение времени работы с шумными машинами и оборудованием и др;

2. Предотвращения образования и распространения шума ведут в следующих направлениях:

– внедрение автоматического и дистанционного управления оборудованием;

– рациональное планирование помещений;

– изменение технологии с заменой оборудования на менее шумное (например, замена клепки сваркой, штамповки прессованием);

– повышение точности изготовления деталей и балансировки вращающихся деталей, замена цепных передач ременными, подшипников качения подшипниками скольжения, цилиндрических колес с прямыми зубьями цилиндрическими косозубыми; изменение конструкции лопастей вентиляторов; снижение турбулентности и скорости прохождения жидкостями и газами входных и выходных отверстий (например, посредством установки глушителей шума); преобразование возвратно-поступательного движения во вращательное; установка демпфирующих

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|------------------------|------|
| | | | | | 150305.2019.452 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 7 |

элементов в местах соприкосновения машин и ограждающих конструкций помещений и т. д.;

– экранирование или использование звукоизолирующих кожухов (капотов), в которых часть звуковой энергии поглощается, часть отражается, а часть проходит беспрепятственно;

– изменение направления шума, например, ориентированием воздухозаборных и выпускных отверстий систем механической вентиляции и компрессорных установок в сторону от рабочих мест;

– отделка стен звукопоглощающими материалами (войлоком, минеральной ватой, перфорированным картоном и т. п.), в которых звуковая энергия за счет вязкого трения в узких порах преобразуется в тепловую. При этом следует учитывать частотные характеристики шума, так как коэффициент звукопоглощения таких материалов на различных частотах неодинаков;

3. Применение средств индивидуальной защиты в тех случаях, когда перечисленными мерами не удастся снизить уровень шума до нормативных значений. В зависимости от характеристики шума и вида используемых средств достигают уменьшения уровня интенсивности звука на 5...45 дБ;

4. Меры биологической профилактики направлены на снижение последствий действия вредности (шума) на организм и повышение его резистентности. К таким мерам относят рационализацию режима труда и отдыха, назначение специального питания и лечебно-профилактических процедур.

1.2 Мероприятия по электробезопасности

Согласно ГОСТ 12.1.009, под термином электробезопасность понимается система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|------------------------|------|
| | | | | | 150305.2019.452 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 8 |

Электробезопасность должна обеспечиваться:

- конструкцией электроустановок;
- техническими способами и средствами защиты;
- организационными и техническими мероприятиями.

Электрический шок – это своеобразная тяжелая нервно-рефлекторная реакция в ответ на сильное раздражение электрическим током. Она сопровождается опасными расстройствами кровообращения, дыхания, обмена веществ и т. п. Шоковое состояние может длиться различное время (от нескольких минут до суток), после чего наступает либо гибель организма в результате полного угасания жизненно важных функций, либо выздоровление после своевременного активного лечебного вмешательства. Опасность воздействия электрического тока на человека зависит от приложенного к нему напряжения, сопротивления тела человека, силы тока, проходящего через тело, длительности его воздействия, пути прохождения, рода и частоты тока, индивидуальных свойств пострадавшего и целого ряда других факторов, включая факторы окружающей среды.

1.3 Мероприятия по пожарной безопасности

Пожары все чаще угрожают жизни и здоровью людей, несмотря на повышение уровня противопожарной защиты. Основными причинами возникновения пожаров являются: неосторожное обращение с огнем, нарушение правил пожарной безопасности, устройства и эксплуатации электрооборудования, обращения с горючими и легковоспламеняющимися жидкостями, нарушение технологического процесса производства и неисправность производственного оборудования.

Пожары могут быть предупреждены, и последствия от их возникновения значительно ослаблены благодаря систематическому проведению профилактических мероприятий, неукоснительному выполнению требования правовых нормативных актов и документов в

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|------------------------|------|
| | | | | | 150305.2019.452 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 9 |

области пожарной безопасности, применению современных технических средств предупреждения, оповещения и пожаротушения.

Для предотвращения пожаров на предприятии производятся следующие мероприятия по обеспечению пожарной безопасности:

1. Во всех производственных, административных, складских и вспомогательных помещениях на видных местах должны быть вывешены таблички с указанием номера телефона вызова пожарной охраны;

2. Правила применения на территории предприятий открытого огня, проезда транспорта, допустимость курения и проведения временных пожароопасных работ устанавливается общеобъектовыми инструкциями о мерах пожарной безопасности;

3. На каждом предприятии приказом (инструкцией) должен быть установлен соответствующий их пожарной опасности противопожарный режим, в том числе:

- определены и оборудованы места для курения;
- определены места и допустимое количество одновременно находящихся в помещениях сырья, полуфабрикатов и готовой продукции;
- установлен порядок уборки горючих отходов и пыли, хранения промасленной спецодежды;
- определен порядок обесточивания электрооборудования в случае пожара и по окончании рабочего дня;
- регламентированы: порядок проведения временных огневых и других пожароопасных работ; порядок осмотра и закрытия помещений после окончания работы; действия работников при обнаружении противопожарного инструктажа и занятий по пожарно-техническому минимуму, а также назначены ответственные за их проведение;

4. В зданиях и сооружениях (кроме жилых домов) при одновременном нахождении на этаже более 10 человек должны быть разработаны и на видных местах вывешены планы (схемы) эвакуации людей в случае пожара, а

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|------------------------|------|
| | | | | | 150305.2019.452 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 10 |

также предусмотрена система (установка) оповещения людей о пожаре. Руководитель объекта с массовым пребыванием людей (50 человек и более) в дополнение к схематическому плану эвакуации людей при пожаре обязан разработать инструкцию, определяющую действия персонала по обеспечению безопасной и быстрой эвакуации людей, по которой не реже одного раза в полугодие должны проводиться практические тренировки всех задействованных для эвакуации работников. Для объектов с ночным пребыванием людей (детские сады, школы-интернаты, больницы и т. п.) в инструкции должны предусматриваться два варианта действий: в дневное и в ночное время;

5. Работники предприятий, а также граждане обязаны:

– соблюдать на производстве и в быту требования пожарной безопасности, стандартов, норм и правил, утвержденных в установленном порядке, а также соблюдать и поддерживать противопожарный режим;

– выполнять меры предосторожности при пользовании газовыми приборами, предметами бытовой химии, проведении работ с легковоспламеняющимися (ЛВЖ) и горючими (ГЖ) жидкостями, другими опасными в пожарном отношении веществами, материалами и оборудованием;

– в случае обнаружения пожара сообщить о нем в пожарную охрану и принять возможные меры к спасению людей, имущества и ликвидации пожара;

6. Граждане обязаны предоставлять в порядке, установленном законодательством Российской Федерации, возможность государственным инспекторам по пожарному надзору проводить обследования и проверки принадлежащих им производственных, хозяйственных, жилых и иных помещений и строений в целях контроля за соблюдением требований пожарной безопасности.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|------------------------|------|
| | | | | | 150305.2019.452 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 11 |

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе был произведен анализ действующего технологического процесса изготовления детали «Вал электродвигателя». На основе выявленных недостатков и ошибок был разработан новый технологический процесс изготовления детали. Данный технологический процесс является усовершенствованным, так как используется более современное оборудование. Также были рассчитаны режимы резания и нормы времени; подобраны соответствующие режущие инструменты, а также координатно-измерительная машина. Спроектированы специальное станочное приспособление для фрезерной операции и хват промышленного робота для установки, закрепления и снятия заготовки со станка. Разработан план участка механической обработки с применением станков с ЧПУ.

Таким образом, новый технологический процесс позволил сократить время обработки детали, повысить производительность и исключить брак.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|------------------------|------|
| | | | | | 150305.2019.452 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 12 |

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. А. Г. Косилова. Справочник технолога-машиностроителя. – М: Машиностроение, 1986. 496 с.
2. Металлорежущий инструмент. Каталог – Кировградский завод твердых сплавов, 2017.
3. Токарные инструменты. Каталог – Sandvik Coromant, 2017.
4. Инструментальная оснастка – <https://www.opravki.net>
5. Вспомогательный инструмент к станкам с ЧПУ. Каталог «Ир-лен».
6. ГОСТ Р 53412-2009. Фрезы для обработки пазов сегментных шпонок. Технические условия.
7. ГОСТ 14952-75. Сверла центровочные комбинированные. Технические условия.
8. СТО ЮУрГУ 21–2008 Стандарт организации. Система управления качеством образовательных процессов. Курсовая и выпускная квалификационная работа. Требования к содержанию и оформлению / составители: Т.И. Парубочая, Н.В. Сырейщикова, А.Е. Шевелев, Е.В. Шевелева. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2008. – 55 с.
9. Режущий инструмент и оснастка станков с ЧПУ: Справ. пособие. Фельдштейн Е. Э. – 336 с.
10. СТО ЮУрГУ 04–2008 Стандарт организации. Курсовое и дипломное проектирование. Общие требования к содержанию и оформлению/ составители: Т. И. Парубочная, Н. В. Сырейщикова, В. И. Гузеев, Л. В. Винокурова. – Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2008.
11. Кулыгин, В.Л. Основы технологии машиностроения: учебное пособие/ В.Л. Кулыгин, И.А. Кулыгина – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2010. – 147 с.
12. Зотов, Б.И. Безопасность жизнедеятельности на производстве: Учебник для студентов вузов, обучающихся по специальностям 311300,

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|------------------------|------|
| | | | | | 150305.2019.452 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 13 |

311500, 311900/ В.И. Курдюмов.- 2-издание, переработанное и дополненное.
- М.: Колос, КолосС, 2003.- 432 с.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|------------------------|------|
| | | | | | 150305.2019.452 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 14 |