

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»
Политехнический институт
Механико-технологический факультет
Кафедра техники и технологии

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой
_____/ А.В. Прохоров
« ___ » _____ 2018 г.

Проектирование участка механической обработки детали
«Ось насоса БЭН20/60» с разработкой
конструкторско-технологического оснащения

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ – 15.03.05.2018.282.00 ПЗ ВКР

Консультанты:
к.т.н., доцент
_____/ Д.В. Ардашев
« ___ » _____ 2018 г.

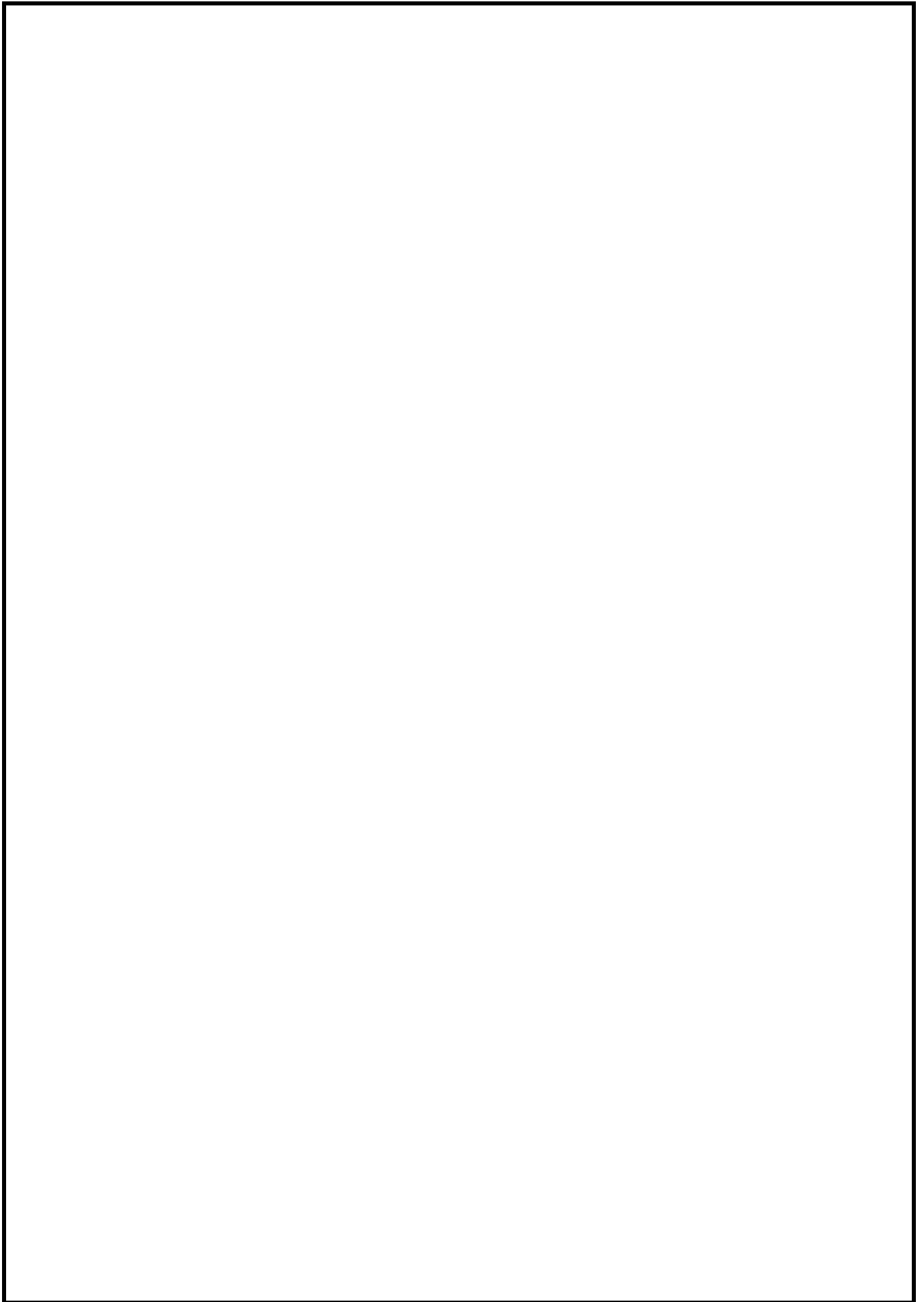
Руководитель работы
ст. преподаватель
_____/ А.В. Акинцева
« ___ » _____ 2018 г.

доцент
_____/ В.В. Ахлюстина
« ___ » _____ 2018 г.

Автор работы
студент группы ДО – 524
_____/ А.В. Агафонников
« ___ » _____ 2018 г.

ст. преподаватель
_____/ А.В. Акинцева
« ___ » _____ 2018 г.

Нормоконтролер
ст. преподаватель
_____/ Л.А. Силаева
« ___ » _____ 2018 г.



АННОТАЦИЯ

Агафонников, А.В. Проектирование участка механической обработки детали «Ось насоса БЭН 20/60» с разработкой конструкторско-технологического оснащения. Челябинск: ЮУрГУ, ДО – 524, 2018. 65 с., 10 табл., 14 илл., библиогр. список – 23 наим., 10 чертежей формата А1, листов карт техпроцесса.

После анализа существующего базового технологического процесса по изготовлению детали «Ось насоса БЭН 20/60», были выявлены недостатки и разработаны предложения по их устранению.

Дипломный проект состоит из трёх частей: общая и технологическая части, конструкторской часть.

В общей части настоящего дипломного проекта рассмотрены такие вопросы, как назначение детали, описание ее работы в узле, а также технические требования, применяемые к ней. В технологической части проектный технологический процесс изготовления детали «Ось насоса БЭН 20/60», в котором определен более выгодный способ получения заготовки, рассчитаны режимы резания, нормы времени.

В конструкторской части спроектированы специальные приспособления: станочное и контрольное, режущий инструмент.

Проектирование участка механической обработки детали «Ось насоса БЭН 20/60» с разработкой конструкторско-технологического оснащения позволит повысить производительность труда, коэффициент использования материала, снизить штучное время на механическую обработку.

					15.03.05.2018.282 ПЗ			
Изм.	Лист	№ док-та	Подпись	Дата	Проектирование участка механической обработки детали «Ось насоса БЭН 20/60» с разработкой конструкторско-технологического оснащения	Лист	Лист	Листов
Разработал		Агафонников А.В.						
Проверил		Акинцева А.В.					2	60
Н.контр.		Силаева Л.А.				ЮУрГУ Кафедра ТТ		
Утвердил		Прохоров А.В.						

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ	
1.1 Назначение и описание узла и работы детали в узле.....	6
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	
2.1 Анализ технологичности детали.....	9
2.2 Анализ действующего технологического процесса.....	10
2.2.1 Анализ документации действующего техпроцесса.....	11
2.2.2 Анализ оборудования, режущего инструмента, оснастки.....	15
2.2.3 Выводы из анализа и предложения по разработке проектного техпроцесса.....	22
2.3 Разработка проектного технологического процесса.....	23
2.3.1 Разработка маршрута проектного техпроцесса.....	23
2.3.2 Выбор оборудования для реализации техпроцесса.....	24
2.3.3 Выбор исходной заготовки.....	26
2.3.4 План операций и переходов проектного техпроцесса.....	27
2.3.5 Расчет припусков	28
2.3.6 Расчет режимов резания.....	36
2.3.7 Расчет потребного количества оборудования.....	48
2.4 Описание планировки участка.....	50
3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ	
3.1 Проектирование станочного приспособления.....	53
3.2 Проектирование режущего инструмента.....	60
3.3 Описание работы контрольного приспособления.....	61
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	63
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	64

ВВЕДЕНИЕ

Эффективность производства, качество выпускаемой продукции, во многом зависят от производства нового оборудования, машин, станков и аппаратов, от внедрения методов технико-экономического анализа, а также современных технологических и конструкторских разработок.

В настоящем дипломном проекте решаются следующие задачи: определение типа производства, расчет и обоснование метода получения заготовки, расчет режимов резания механической обработки, расчет и проектирование станочных и контрольного приспособлений, а также специального режущего инструмента.

Решение этих задач возможно лишь на основе наиболее полного использования возможностей прогрессивного технологического оборудования и оснастки, экономически оправданной степени автоматизации, создания гибких технологий.

Основная задача при этом заключается в том, чтобы при работе над проектом были внесены предложения по усовершенствованию существующей технологии, оснастки, организации производства с тем, чтобы, в конечном счете, был предложен оптимальный вариант.

Производство и технологический процесс тесно взаимосвязаны. Если технологический процесс порождает необходимость изготовления орудий труда, являясь причиной их появления, то развитие и совершенствование орудий труда в свою очередь стимулирует совершенствование самого процесса. Непрерывно растущие потребности общества порождают рост разнообразия машиностроительных изделий, их назначения.

Необходимость выпуска конкурентоспособной продукции усиливает эту тенденцию и требует непрерывного совершенствования технологических процессов и средств технологического оснащения.

Работа современных предприятий как отечественных, так и зарубежных в динамично изменяющихся условиях заставляет решать «взаимоисключающие» задачи:

					15.03.05.2018.282.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		4

- быстро переходить на выпуск новой продукции и одновременно внедрять новые технологии и технику;

-повышать качество изделий и снижать издержки производства, увеличивать объем технологической подготовки производства за единицу времени.

Развитие всех зарубежных и большинство отечественных производств, ориентировано на широкое применение прогрессивных материалов, упрочняющей технологии, на комплексную автоматизацию на основе применения станков с ЧПУ и САПР, устраняющая непосредственное участие в них человека, требует подготовки квалифицированных специалистов, не только обладающих глубокими теоретическими знаниями, но и способных практически их использовать в своей производственной деятельности.

					15.03.05.2018.282.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		5

1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ

1.1 Назначение и описание узла и работы детали в узле

Деталь «Ось насоса БЭН 20/60» используется при сборке насоса БЭН 20/60. Насос предназначен для перекачки радиоактивных технологических растворов с плотностью до 1,5 кг/см³ при наличии в них механических примесей в виде солей с крупностью кристаллов до 0,3 мм.

Насос применяется для перекачки растворов на промышленной площадке «ФГУП «ПО Маяк».

Таблица 1 – Технические характеристики насоса БЭН 20/60

	ФП.13.154.000	ФП.13.154.000-01
<i>Мощность номинальная $N_{з/в}$, кВт</i>	<i>8</i>	<i>13,5</i>
<i>Мощность максимально допустимая $N_{этmax}$, кВт</i>	<i>14,5</i>	<i>16</i>
<i>Производительность номинальная Q, м³/ч</i>	<i>20</i>	<i>10</i>
<i>Напор H при $N_{з/в}$, м</i>	<i>60</i>	<i>120</i>
<i>Диаметр рабочего колеса, мм</i>	<i>213</i>	<i>285</i>
<i>Питание – сеть переменного тока напряжением 380 вольт и частотой 50 герц</i>		
<i>Пусковой ток, амп</i>	<i>140</i>	

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

15.03.05.2018.282.00 ПЗ

Лист

6

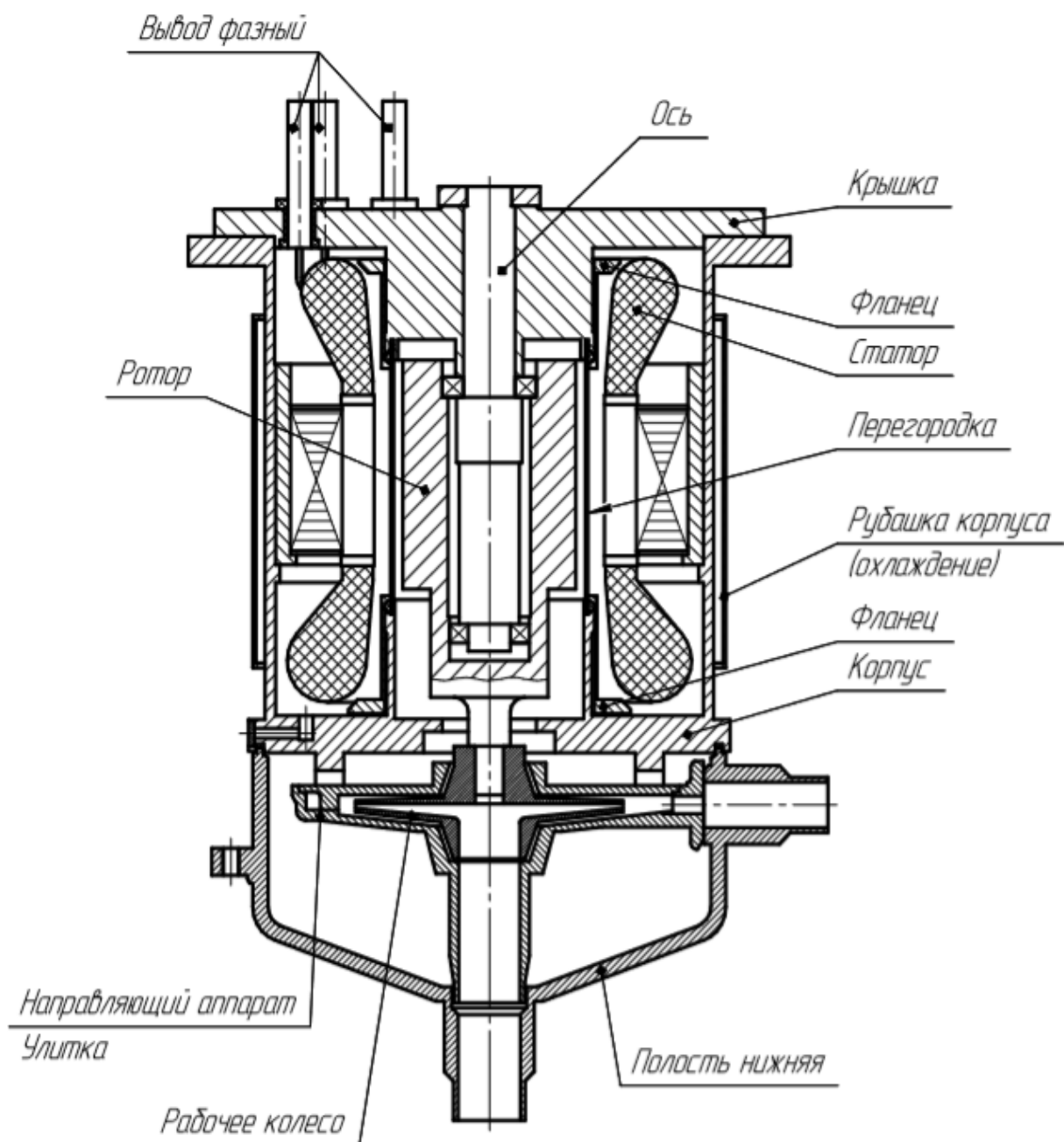


Рисунок 1 – Строение насоса БЭН 20/60

Насос представляет собой герметичный вертикальный центробежный агрегат с встроенным электроприводом асинхронного типа. Рабочее колесо крепится на консольном валу ротора электропривода (рисунок 1). Статор отделён от ротора специальной плотной и химически стойкой перегородкой.

Ротор вращается на шариковых подшипниках, находящихся в полости ротора. Насос имеет водяное охлаждение.

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата

15.03.05.2018.282.00 ПЗ

Лист

7

Насос делится на две части – съёмную и несъёмную. Несъёмная часть – это нижняя полость (рисунок 1), соединение её патрубков с трубопроводами сварные. Остальные узлы насоса являются съёмными, в том числе и ось.

К данной детали предъявляются высокие требования по точности, соосность главных отверстий, плоскостность, параллельность и перпендикулярность базовых плоскостей.

										Лист
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	15.03.05.2018.282.00 ПЗ					8

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Анализ технологичности детали

Деталь «Ось насоса БЭН 20/60» (рисунок 2) представляет собой тело вращения и имеет «правильную» форму: шейки вала убывают по толщине к концам, что позволяет свободный подвод инструмента.

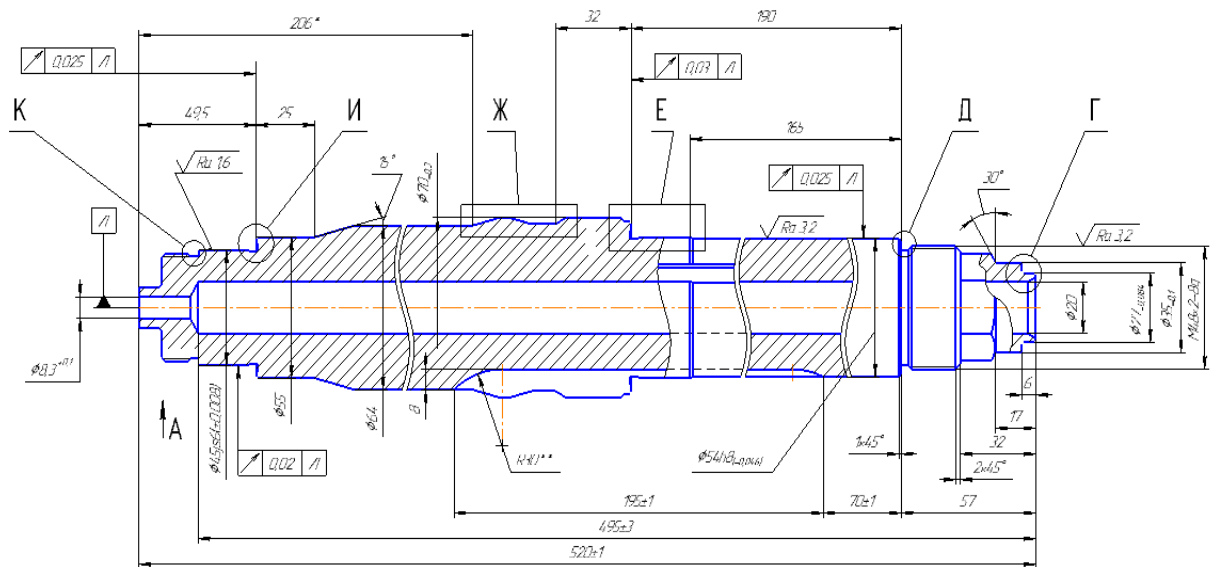


Рисунок 2 – Деталь «Ось насоса БЭН 20/60»

В соответствии с ГОСТ 14.205-83 технологичность - это совокупность свойств конструкции изделия, определяющих ее приспособленность к достижению оптимальных затрат при производстве, эксплуатации и ремонте при заданных показателях качества, объеме выпуска и условиях выполнения работ.

Основные требования, предъявляемые к технологичности конструкций деталей, представляющих собой тела вращения, изготовляемых в большинстве случаев из прутка или штамповочной заготовки, реже из отливок, заключается в следующем: конструкция деталей должна предусматривать небольшое количество обрабатываемых поверхностей, сопрягаемых с другими деталями.

По габаритам можно проследить, что деталь имеет небольшие перепады, это указывает на высокую жесткость (технологично).

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата

15.03.05.2018.282.00 ПЗ

Лист

9

Корпус изготавливается из стали 12Х18Н10Т (ГОСТ 5632-72) технологично т.к. приходится использовать режущий инструмент для обработки нетвердых материалов. Заготовкой является прокат, поэтому конфигурация наружного контура и внутренних поверхностей не вызывает значительных трудностей при обработке, что является технологичным показателем.

Обработка поверхностей производится различными инструментами. К инструментам относятся: фрезы, резцы, сверла, зенкеры, развертки, что является технологичным параметром.

Обеспечивается легкий доступ для обработки поверхностей. Обработка инструментами не вызывает трудностей. На не многие поверхности проставлены требования то шероховатости, большинство поверхностей выполняются по 14-му качеству.

Поверхности измеряются как обычными контрольными приспособлениями, так и специальными. Деталь не сборная, но в состав механизма монтируется без трудностей. Контроль на операциях не затруднен. Установка и демонтаж трудности не представляют. В целом деталь является технологичной.

2.2 Анализ действующего технологического процесса

Действующий технологический процесс включает в себя следующие операции:

005 – Отрезная

010 – Токарная

Токарный станок 16К20

015 – Токарная

Токарный станок 16К20

020 – Токарная

Токарный станок 16К20

					15.03.05.2018.282.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		10

025 – Фрезерная

Универсальный вертикально-фрезерный станок VM130M

030 – Фрезерная

Универсальный вертикально-фрезерный станок VM130M

035 – Слесарная

040 – Термическая

045 – Круглошлифовальная

Универсальный круглошлифовальный станок с ЧПУ модели КШ-3 CNC

050 – Гальваническая

055 – Контрольная

Представленный технологический процесс позволяет выполнить все требования чертежа, но он достаточно трудоемок.

Для увеличения производительности, снижения штучного времени необходимо заменить универсальный станок 16K20, токарно-фрезерным центром DMG MORI NTX1000, позволяющим вести обработку с большей скоростью, несколькими инструментами позволяя получать большую точность обработки.

Некоторые токарные операции следует объединить в одну в целях сокращения единиц оборудования, что приведет к снижению времени процесса обработки.

Режущий инструмент следует заменить на более производительный, который позволяет обеспечивать процесс резания с большими скоростями.

2.2.1 Анализ документации действующего техпроцесса

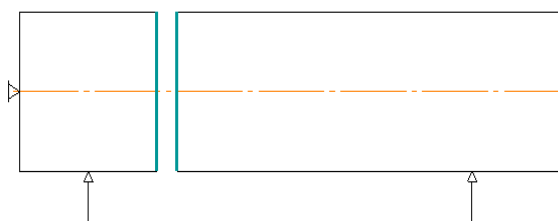
2.2.1.1 В маршрутной технологии анализируемого технологического процесса имеются: названия операций, соответствующих их кодовому номеру и применяемому оборудованию; указаны наименование и марка материала и материала-заменителя изготавливаемой детали, способ получения заготовки. Отсутствуют данные об объеме производственной партии, подготовительно-заключительное время штучное время.

					15.03.05.2018.282.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		11

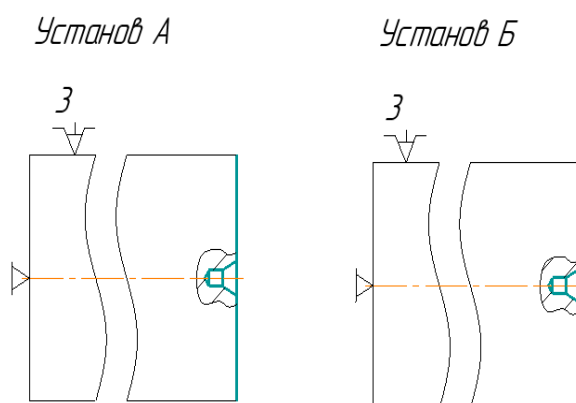
2.2.1.2 Анализ операционных карт: на операционных картах указаны операции и переходы техпроцесса, отсутствуют ГОСТы на некоторые виды режущего инструмента. В целом представлено подробное описание операций действующего технологического процесса.

2.2.1.3 Анализ карт эскизов: на операционных эскизах выполнены необходимые виды, на которых выделены обрабатываемые поверхности, указаны технологические базы. Не проставлена шероховатость обрабатываемой поверхности и номинальное значение операционного размера с предельными отклонениями. Все обрабатываемые поверхности выделены. Операционные размеры не пронумерованы. Многие операции выполняются за один установ, но за несколько технологических переходов, некоторые операции выполняются за несколько установов.

005 – Отрезная



010 – Токарная



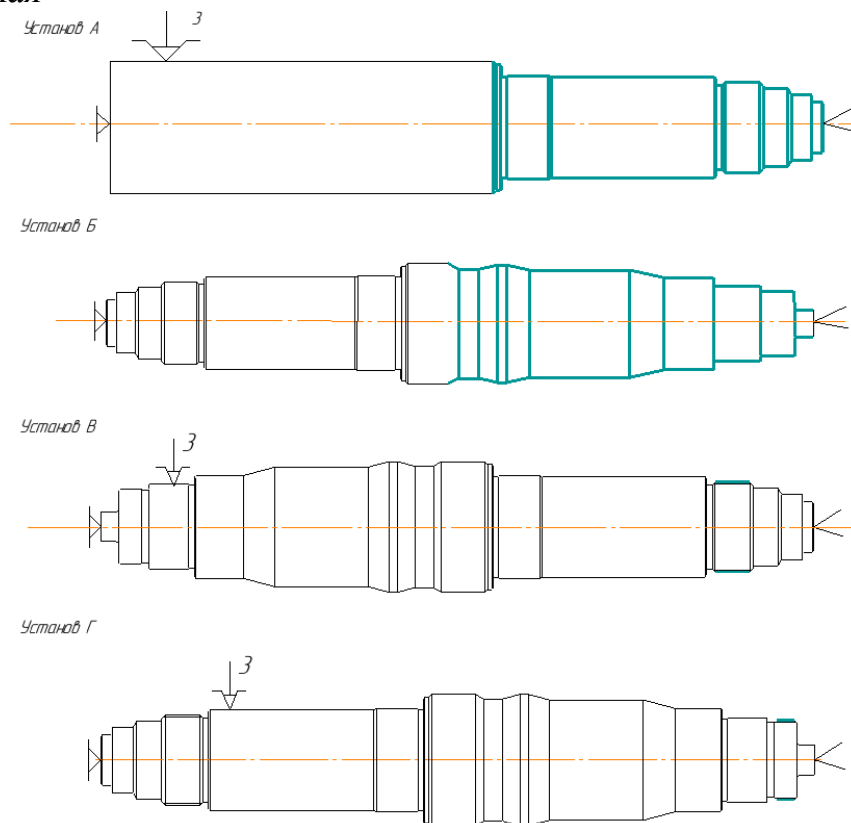
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата
-----	------	---------	---------	------

15.03.05.2018.282.00 ПЗ

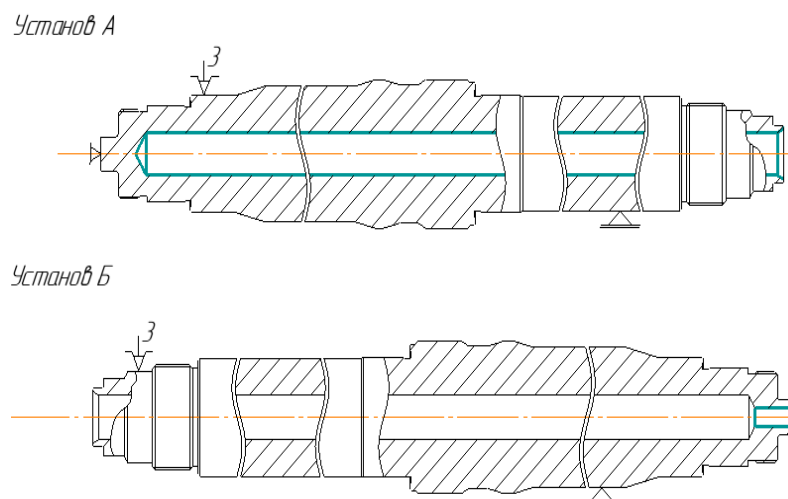
Лист

12

015 – Токарная



020 – Токарная



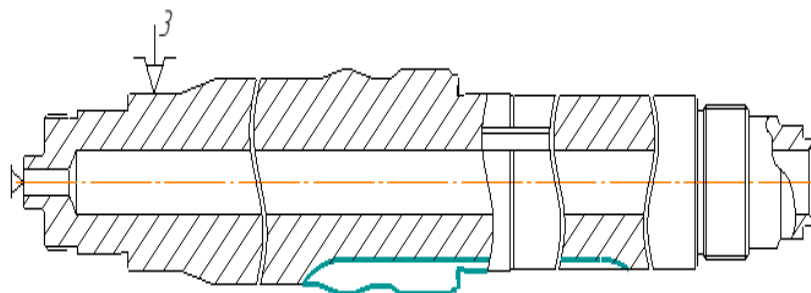
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата

15.03.05.2018.282.00 ПЗ

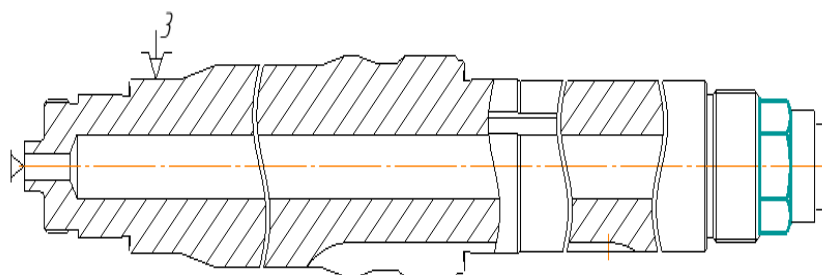
Лист

13

025 – Фрезерная



030 – фрезерная



035 – Круглошлифовальная

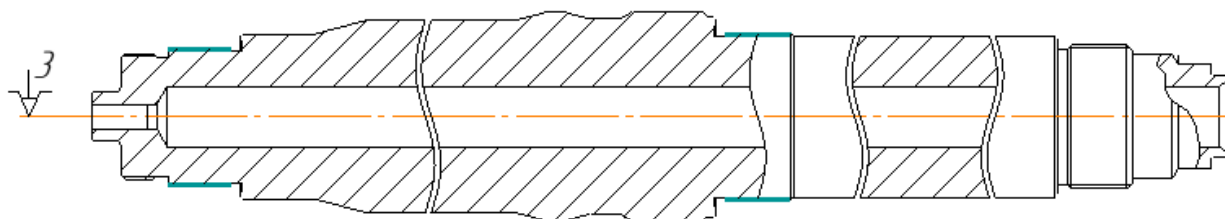


Рисунок 3 – Операционный эскиз действующего техпроцесса

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата

15.03.05.2018.282.00 ПЗ

Лист

14

2.2.2 Анализ оборудования, режущего инструмента, оснастки

Токарно винторезный станок 16К20 (рисунок 4) предназначен для выполнения разнообразных токарных работ: обтачивания и растачивания цилиндрических и конических поверхностей, нарезания наружных и внутренних метрических, дюймовых, модульных и питчевых резьб, а также сверления, зенкерования, развертывания, и т.п. Отклонение от цилиндричности 7 мк, конусности 20 мк на длине 300 мм, отклонение от прямолинейности торцевой поверхности на диаметре 300 мм – 16 мк. Станки оснащены механическим фрикционом, приводом быстрых перемещений суппорта.



Рисунок 4 – Токарно винторезный станок 16К20

Таблица 2 – Технические характеристики станка модели 16К20

Параметры	Значение
1	2
Мах диаметр обработки над станиной	400 мм
Мах диаметр обработки над суппортом	220 мм
Длина обрабатываемой заготовки	250...1500 мм
Диаметр отверстия в шпинделе	55 мм

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата

15.03.05.2018.282.00 ПЗ

Лист

15

Продолжение таблицы 2

1	2
Число ступеней вращения шпинделя	23
Размер конуса в шпинделе	Морзе 6
вращения шпинделя	12.5...2000 об/мин.
Число ступеней продольных подач	42
Число ступеней поперечных подач	42
Продольные подачи	0.07-4.16 мм/об
Поперечные подачи	0.035...2.08
Число нарезаемых метрических резьб	45
Число нарезаемых дюймовых резьб	28
Число нарезаемых питчевых резьб	37
Число нарезаемых модульных резьб	38
Число нарезаемых резьб архимедовой спирали	5
Шаг нарезания метрической резьбы	0.5...192 мм
Шаг нарезания дюймовой резьбы	24...1.625 ниток на дюйм
Шаг нарезания модульной резьбы	0.5...48 модулей
Шаг нарезания питчевой резьбы	96... 1 питч
Шаг нарезания резьбы архимедовой спирали	3/8", 7/16" дюймов (8, 10, 12 мм)
Наибольшее перемещение пиноли задней бабки	200 мм
Поперечное смещение корпуса задней бабки	+/-15 мм
Наибольшее сечение резца	25
Питание	220/3 80В, 50Гц
Мощность электродвигателя главного привода	10 кВт
Мощность электродвигателя привода ускоренного перемещения суппорта	0,75...1,1

Продолжение таблицы 2

1	2
Габаритные размеры (длина* ширина* высота)	2812*1166*1324 мм
Масса	2140 кг
Мах диаметр обработки над станиной	400 мм
Мах диаметр обработки над суппортом	220 мм
Длина обрабатываемой заготовки	750...1500 мм
Диаметр отверстия в шпинделе	55 мм
Число ступеней вращения шпинделя	23
Размер конуса в шпинделе	Морзе 6
Частота вращения шпинделя	12.5...2000 об/мин.
Число ступеней продольных подач	42
Продольные подачи	0.07-4.16 мм/об
Поперечные подачи	0.035...2.08
Число нарезаемых метрических резьб	45
Число нарезаемых дюймовых резьб	28
Число нарезаемых питчевых резьб	37
Число нарезаемых модульных резьб	38
Число нарезаемых резьб архимедовой спирали	5
Шаг нарезания метрической резьбы	0.5...192 мм
Шаг нарезания дюймовой резьбы	24...1.625 ниток на дюйм
Шаг нарезания модульной резьбы	0.5...48 модулей
Шаг нарезания питчевой резьбы	96... 1 питч
Шаг нарезания резьбы архимедовой спирали	3/8", 7/16" дюймов (8, 10, 12 мм)
Наибольшее перемещение пиноли задней бабки	200 мм
Поперечное смещение корпуса задней бабки	+/-15 мм

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

15.03.05.2018.282.00 ПЗ

Лист

17

Продолжение таблицы 2

1	2
Наибольшее сечение резца	25
Питание	220/380В, 50Гц
Мощность электродвигателя главного привода	10 кВт
Мощность электродвигателя привода ускоренного перемещения суппорта	0,75...1,1
Габаритные размеры (длина* ширина* высота)	2812*1166*1324 мм
Масса	2140 кг
Мах диаметр обработки над станиной	400 мм
Мах диаметр обработки над суппортом	220 мм

Станок используется неэффективно, используется на 4 операциях и значительное время простаивает.

Фрезерный станок модели VM130M.

Широкоуниверсальный фрезерный станок VM130M (рисунок 5) предназначен для фрезерования, растачивания и сверления поверхностей деталей в условиях мелкосерийного и серийного производства. Станок рекомендуется использовать для выполнения точной и чистовой обработки.

Конструктивные особенности станка при высокой точности обработки обеспечивают широкие технологические возможности, простоту управления и обслуживания. Технологические возможности и эффективность работы на станке достигаются наличием вертикального и горизонтального рабочих столов, горизонтального и вертикального шпинделей, бесступенчатой регулировкой скоростей подач.

По заказу потребителя универсальный фрезерный станок VM130M комплектуется пневмомеханической системой зажима инструмента, системой цифровой индикации фактического положения координат.



Рисунок 5 – Фрезерный станок VM130M

Таблица 3 – Технические характеристики универсального фрезерного станка VM130M

Класс точности	Н (П)
1	2
Размеры рабочей поверхности столов, мм:	
- вертикального	160x500
- горизонтального	250x630
Наибольшее перемещение стола, мм:	
- продольное	250
- вертикальное	300
Перемещение горизонтальной шпинд. головки	200
Угол поворота вертикальной головки, град	± 45
Конус отверстия шпинделя	40AT5
Пределы частоты вращения шпинделя, об/мин:	
- горизонтального	45-2000
- вертикального	63-2800
Количество скоростей шпинделя	12
Пределы изменения подач, мм/мин	12-1250

Продолжение таблицы 3

1	2
Мощность электродвигателей, кВт:	
- главного движения	3
- привода подач	1,6
Масса обрабатываемой детали с приспособлением, кг	140
Габариты, мм	1400x1000x1720
Масса, кг	930

Станок используется неэффективно, используется на 2 операциях и значительное время простаивает.

Универсальный круглошлифовальный станок с ЧПУ модели КШ-3 CNC.

Шлифовальный станок (рисунок 6) укомплектован деталями и узлами импортного производства с учетом высоких требований к точности, производительности и надежности в работе, что позволяет ему выгодно отличаться от базовых моделей.

Управление технологическим процессом обработки на прецизионном универсальном круглошлифовальном станке КШ-3 CNC осуществляется системой числового программного управления «NCT-104» Венгерского производства, позволяющей гибко перепрограммировать станок под различные задачи:

- шлифование сложных поверхностей методом копирования, при этом правка круга производится одним или двумя алмазами по двум координатам;
- возможность задания программы для шлифования нескольких поверхностей;
- для шлифования деталей, имеющих эксцентриковые поверхности, как опция вводится управляемая координата на вращение детали;
- наличие в прецизионном универсальном круглошлифовальном станке с ЧПУ модели КШ-3 CNC большого диапазона скоростей для перемещения стола и

шлифовальной бабки, минимальное значение скорости перемещения составляет 0,002 мм/мин;

- наличие отсчетных оптических преобразователей производства фирмы «HEIDENHEIN» позволяют вести отсчет по двум координатам с дискретой 0,1 мкм. Для повышения надежности этих преобразователей в их корпус вводится осушенный и очищенный сжатый воздух.

- для исключения механических и гидравлических промежуточных устройств в приводе подач, а также повышения их точности, по двум координатам применены линейные электродвигатели в комплекте с частотно-регулируемым приводом производства «RUCHSERVOMOTOR».

- введение гидродинамических опор в шлифовальном шпинделе и шпинделе самого изделия обеспечивает повышение срока службы и точности вращения шпинделей. Возможность плавного изменения числа оборотов шпинделей дают высокую стабильность позиционирования исполнительных узлов, что позволяет отказаться от применения в универсальном шлифовальном станке прибора активного контроля.



Рисунок 6 – Круглошлифовальный станок с ЧПУ модели КШ-3 CNC

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата

15.03.05.2018.282.00 ПЗ

Лист

21

Таблица 4 – Основные технические характеристики универсального круглошлифовального станка с ЧПУ модели КШ-3 CNC

Наименование	Параметр
Класс точности по ГОСТ 8-82	С
Наибольший диаметр устанавливаемого изделия, мм	200
Диаметр наружного шлифования, мм	От 1,5 до 100
Наибольшая длина наружного шлифования, мм	360
Диаметр шлифуемого отверстия, мм(не более)	50
Наибольшая длина шлифуемого отверстия, мм	80
Круглость образца (d=35) при обработке в неподвижных центрах, мкм	0,2 ÷ 0,3
Высота центров над столом, мм	125
Расстояние между центрами, мм	600
Габаритные размеры станка, мм	2180×1630×1870
Масса станка, кг (не более)	2000

2.2.3 Выводы из анализа и предложения по разработке проектного технологического процесса

Анализ действующего технологического процесса показал, что технология изготовления детали, предложенная технологами обеспечивает требования чертежа, но в некоторых случаях встречаются недоработки. Необходимо вводить коррективы в действующий техпроцесс и разрабатывать новые предложения: такие как смена устаревшего оборудования, инструмента, а также изменение операций изготовления данной детали, упростить установку заготовки на столе станка и сохранить единство баз, использовать контрольно-измерительные машины.

При разработке технологического процесса механической обработки перед технологом всегда возникает задача: выбрать из нескольких вариантов обработки один, обеспечивающий наиболее экономическое решение. Технологический процесс разрабатывают развернутым, то есть разбивают на отдельные операции с подробным перечислением последовательности выполнения всех приемов работы в пределах каждой операции. Проектируя технологический маршрут обработки детали, следует придерживаться следующих правил:

- 1) использование типовых процессов обработки деталей и типовых поверхностей деталей с целью экономии труда и времени технологической подготовки производства;
- 2) использование, по возможности, стандартного режущего и измерительного инструмента;
- 3) возможность обработки наибольшего количества поверхностей детали за одну установку и т.п.

2.3 Разработка проектного технологического процесса

2.3.1 Разработка маршрута проектного техпроцесса

005 – Отрезная

010 – Фрезерно – центровая

015 – Комплексная с ЧПУ

020 – Слесарная

025 – Термическая

030 – Круглошлифовальная

035 – Контрольная

					15.03.05.2018.282.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		23

2.3.2 Выбор оборудования для реализации техпроцесса

NTX 1000. Компактный токарно-фрезерный обрабатывающий центр для комплексной 6-сторонней обработки. Данный станок имеет большую рабочую зону для заготовки и не занимает огромного места в цеху. Станок загружает заготовки длиной до 800 мм и диаметром до 430 мм.

Станок имеет высочайшую точность полной токарно-фрезерной 5-ти осевой обработки, что сокращает время на выполнение детали, за счёт сокращения установов.

Восьмигранный ползун позволяет сохранять центральное положение инструментального шпинделя для прецизионной обработки.



Рисунок 7 – Токарно-фрезерный обрабатывающий центр NTX 1000 SZM

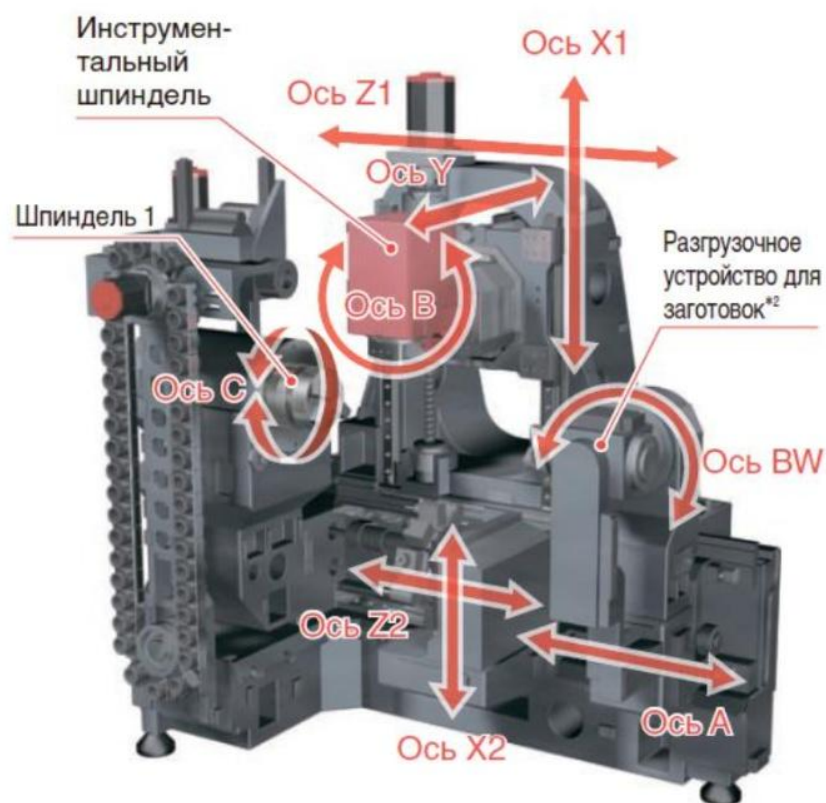


Рисунок 8 – Модель рабочей зоны станка NTX 1000

Таблица 5 – Технические характеристики станка NTX 1000

Наименование	Параметр
Макс. диаметр токарной обработки	400 мм
Макс. длина токарной обработки	500 мм
Наибольший диаметр обрабатываемого прутка	65 мм
Частота вращения главного шпинделя	5000 об/мин
Скорость вращения приводного инструмента	6000 об/мин
Мощность двигателя главного шпинделя	11/7,5 кВт

2.3.3 Выбор исходной заготовки

Материал, из которого изготовлена деталь – 12Х18Н10Т (ГОСТ 5632-72).

Деталь изготовлена из стали 12Х18Н10Т по ГОСТ 5632-72. Эта сталь относится к конструкционным легированным.

Таблица 6 – Химический состав стали, %

C	Mn	Si	Cr	Mo	Al
≥ 0,12	≥ 2	≥ 0,8	17-19	0,15-0,25	0,7-1,1

Среднее содержание углерода обеспечивает вязкость сердцевины, что после азотирования позволяет получить высокую твердость поверхности и обеспечить достаточную прочность всей детали.

Добавки марганца повышают прочность и прокаливаемость стали.

Кремний увеличивает прочность, при сохранении вязкости, а также повышает упругость материала.

Добавки хрома при незначительном снижении пластичности, повышают прочность и коррозионную стойкость стали.

Молибден увеличивает упругость и коррозионную стойкость.

Алюминий повышает вязкость и коррозионную стойкость.

Также содержание молибдена и алюминия являются обязательными для азотируемости стали. В свою очередь азотирование позволяет значительно увеличить износостойкость и предел выносливости при циклопеременных нагрузках.

Согласно техническим требованиям конструкторской документации твердость детали должна быть в пределах HRC 165-180, неуказанные предельные отклонения размеров по 14 качеству.

2.3.4 План операций и переходов проектного техпроцесса

План операций и переходов проектного техпроцесса представлен в таблице 7.

Таблица 7 – План операций и переходов проектного техпроцесса

Опера-ция	Содержание или наименование операции	Станок, оборудование	Оснастка
005	Отрезная: Отрезать заготовку	Станок ленточнопильный мод. МЕВА ЕСО 335G	Патрон
010	Фрезерно – центровая Подрезать торцы, сверление центровочных отверстий	Станок фрезерно- центровальный 2Г942.00	Кондуктор на неподвижных опорах
015	Комплексная с ЧПУ Точить наружный диаметр, сверлить отверстие, нарезание наружной резьбы	Токарный-фрезерный центр DMG MORI NTX1000	Трехкулачковый патрон, центр.
020	Слесарная	Верстак	Механические тиски
025	Термическая	Печь типа СНО - 4.82,5/13Н2	-
030	Круглошлифовальная Шлифование наружных поверхностей	Универсальный круглошлифовальный станок с ЧПУ модели	Упорный центр, плавающий центр
035	Контрольная Контроль поверхностей	Стол контролёра	Измерительный инструмент

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

15.03.05.2018.282.00 ПЗ

Лист

27

2.3.5 Расчет припусков

Припуск должен назначаться на все поверхности, подлежащие механической обработке, с целью удаления поверхностного слоя металла и придания деталям степени точности размеров и чистоты, обусловленных техническими условиями и чертежами.

Чем больше припуск, тем больше количество проходов необходимо сделать для его удаления или тем меньше скорости резания и подачи при обработке могут быть назначены при работе за один проход, что в том и другом случае ведет к увеличению трудоемкости механической обработки. Увеличение припусков вызывает повышение расходов на электроэнергию и режущий инструмент, увеличивает отходы металла, превращаемого в стружку, увеличивает потребность в оборудовании механического цеха и площадях для его установки.

Таким образом, для снижения себестоимости механической обработки следует стремиться к уменьшению припусков, т.е. к более высокой точности заготовок. Однако не следует забывать, что повышение точности заготовок вызывает и повышение себестоимости их изготовления в заготовительных цехах. Следовательно, необходимо выбирать припуск по величине таким, чтобы, с одной стороны, этот припуск обеспечивал хорошее качество детали после её механической обработки (отсутствие брака по черноте) и, с другой стороны, минимальную себестоимость обработки детали как в механических, так и в заготовительных цехах.

Размер припуска определяют разностью между размером заготовки и размером детали по рабочему чертежу.

Припуски разделяют на общие, т.е. которые удаляются в течение всего процесса обработки данной поверхности, и межоперационные, которые удаляются при выполнении отдельных операций. Величина межоперационного припуска определяется разностью размеров, полученных на предыдущей и последующей операциях.

Общим припуском на обработку называется слой металла, удаляемый с поверхности заготовки в процессе ее обработки на всех операциях.

Промежуточный припуск – слой металла, необходимый для выполнения технологического перехода. Он определяется разностью размеров, получаемых на смежных технологических переходах процесса обработки данной поверхности.

Для наружных поверхностей детали:

$$z_i = a - b, \quad (1)$$

для внутренних поверхностей соответственно:

$$z_i = b - a, \quad (2)$$

где z_i – промежуточный припуск;

a – размер, полученный на предшествующем переходе;

b – размер, который должен быть получен на выполняемом переходе.

Наименьший припуск на обработку при наименьшем предельном размере заготовки (для наружных поверхностей) и при наибольшем предельном размере заготовки (для внутренних поверхностей) может быть выражен в общем, виде формулой:

$$z_{i \min} = (R_z + T)_{i-1} + |\rho_{i-1} + \varepsilon_i|, \quad (3)$$

где $z_{i \min}$ – наименьший припуск на сторону;

$R_{z_{i-1}}$ – шероховатость поверхности, полученная на предыдущем переходе;

T_{i-1} – глубина дефектного слоя поверхности заготовки после предыдущего перехода;

ρ_{i-1} – векторная сумма пространственных отклонений взаимосвязанных поверхностей, полученных на предыдущем переходе;

ε_i – векторная сумма погрешностей установки и базирования детали на выполняемом переходе.

При обработке поверхностей вращения суммарное значение ρ_{i-1} определяется как векторная сумма пространственных отклонений поверхностей заготовки: смещения зацентровки $\rho_{ц}$ и кривизны заготовки $\rho_{к}$:

$$\rho_{i-1} = \rho_{ц} + \rho_{к} \quad (4)$$

В тех случаях, когда нельзя предвидеть направление вектора в пространстве, в целях получения наиболее вероятного значения ρ_{i-1} его значение суммируют по правилу квадратного корня:

$$\rho_{i-1} = \sqrt{\rho_{ц}^2 + \rho_{к}^2} \quad (5)$$

Аналогично определяют суммарное значение погрешностей установки, закрепления и базирования детали:

$$\varepsilon_i = \sqrt{E_{\delta}^2 + E_y^2 + E_z^2} \quad (6)$$

Чтобы обеспечить постоянство промежуточных припусков на каждом переходе, размер обрабатываемой поверхности должен находиться в определенных пределах, характеризующих допуск припуска.

Чтобы обеспечить постоянство промежуточных припусков на каждом переходе, размер обрабатываемой поверхности должен находиться в определенных пределах, характеризующих допуск припуска.

Допуск на припуск определяется как разность наибольшего и наименьшего предельных значений припуска, удаляемого на данном переходе (операции):

$$\delta_{zi} = Z_{i \max} - Z_{i \min} = \delta_{i-1} - \delta_i, \quad (7)$$

где δ_{i-1} – допуск размера заготовки на предыдущей операции;

δ_i – допуск размера заготовки на данной операции.

Рассчитаем припуски на наиболее точную цилиндрическую поверхность - шейку Ø55js6. Последовательность обработки данной поверхности, оборудование, установка приведены в таблице 8.

Таблица 8 – Последовательность обработки шейки Ø55js6

Метод обработки	№ операции	Оборудование	Установка заготовки
Точение черновое	015	16К20	в центрах
Точение чистовое	015	16К20	в центрах
Шлифование черновое	035	КШ-3 CNC	в центрах
Шлифование чистовое	035	КШ-3 CNC	в центрах

Аналитический метод определения припусков базируется на анализе производственных погрешностей, возникающих при конкретных условиях обработки заготовки.

Величина промежуточного припуска для поверхностей тел вращения:

$$2z_{\min} = 2(Rz_{i-1} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + e_{yi}^2}), \quad (8)$$

где $Rz_{i-1}, T_{i-1}, \rho_{i-1}$ – соответственно высота микронеровностей, глубина дефектного слоя и суммарное значение пространственных отклонений для элементарных поверхностей на предшествующем переходе;

e_{yi} – погрешность установки заготовки при выполняемом переходе.

Суммарные отклонения расположения штампованной заготовки при обработке в центрах:

$$\rho_0 = \sqrt{\rho_{\text{кор}}^2 + \rho_{\text{ц}}^2}, \quad (9)$$

где $\rho_{кор}$ – общая кривизна заготовки, мкм;

$\rho_{ц}$ – величина смещения, мкм.

Общая кривизна заготовки определяется как:

$$\rho_{кор} = \Delta_{к} \cdot L, \quad (10)$$

где $\Delta_{к}$ – удельная кривизна (1,5 мкм/мм) [1, с.180, табл. 1]

L – общая длина заготовки (L=525 мм)

Получаем, что:

$$\rho_{ко} = \Delta_{к} \cdot L = 1,5 \cdot 525 = 787,5 \text{ (мкм)}$$

Величина смещения оси заготовки в результате погрешность зацентровки определяем по формуле:

$$\rho_{ц} = 0,25 \cdot \sqrt{\delta^2 + 1}, \quad (11)$$

где δ – допуск на диаметр базовой поверхности заготовки, использованной при зацентровке, $\delta=1,3$,мм.

$$\rho_{ц} = 0,25 \cdot \sqrt{1,3^2 + 1} = 410 \text{ (мкм)}$$

Суммарное отклонение расположения:

$$\rho_0 = \sqrt{787,5^2 + 410^2} = 570 \text{ (мкм)}$$

Погрешность установки при базировании заготовки в центрах:

$\varepsilon_2=190$ мкм [2, с. 139, табл. 6]

Остаточное суммарное расположение заготовки после черновой обработки:

$$\rho_{\text{ост}} = K_y \cdot \rho_0, \quad (12)$$

где K_y – коэффициент уточнения [6, с. 190].

При базировании в центрах погрешность установки в радиальном направлении:

$$\varepsilon_i = \varepsilon_{i-1} \cdot K_y, \quad (13)$$

$$\varepsilon_3 = \varepsilon_1 K_y = 2500 \cdot 0,04 = 100 \text{ (мкм)}$$

$$\varepsilon_4 = \varepsilon_1 K_y = 2500 \cdot 0,02 = 50 \text{ (мкм)}$$

Промежуточные расчетные размеры по обрабатываемым поверхностям:

$$d_{\min_{i-1}} = d_{i \min} + 2Z_{\min_i}, \quad (14)$$

$$d_{\min_5} = 55,002 \text{ мм}$$

$$d_{\min_4} = 55,002 + 0,122 = 55,124 \text{ (мм)}$$

$$d_{\min_3} = 55,124 + 0,202 = 55,326 \text{ (мм)}$$

$$d_{\min_2} = 55,326 + 0,581 = 55,907 \text{ (мм)}$$

$$d_{\min_1} = 55,907 + 1,98 = 57,887 \text{ (мм)}$$

$$d_{\max_i} = d_{i \min} + Td_i, \quad (15)$$

$$d_{\max_1} = 57,887 + 3 = 60,887 \text{ (мм)}$$

$$d_{\max_2} = 55,907 + 0,65 = 56,557 \text{ (мм)}$$

$$d_{\max_3} = 55,326 + 0,15 = 55,476 \text{ (мм)}$$

$$d_{\max_4} = 55,124 + 0,063 = 55,187 \text{ (мм)}$$

$$d_{\max_5} = 55,002 + 0,02 = 55,022 \text{ (мм)}$$

Минимальные припуски:

$$2Z_{\min_i} = d_{i-1 \min} - d_i \min, \quad (16)$$

$$2Z_{\min_2} = 57,887 - 55,907 = 1,98 \text{ (мм)}$$

$$2Z_{\min_3} = 55,907 - 54,326 = 0,58 \text{ (мм)}$$

$$2Z_{\min_4} = 55,326 - 54,124 = 0,202 \text{ (мм)}$$

$$2Z_{\min_5} = 55,124 - 54,002 = 0,122 \text{ (мм)}$$

Максимальные припуски:

$$2Z_{\max_i} = d_{i-1 \max} - d_i \max, \quad (17)$$

$$2Z_{\max_2} = 60,887 - 55,557 = 4,33 \text{ (мм)}$$

$$2Z_{\max_3} = 56,557 - 54,476 = 1,08 \text{ (мм)}$$

$$2Z_{\max_4} = 55,476 - 54,187 = 0,289 \text{ (мм)}$$

$$2Z_{\max_5} = 55,187 - 54,022 = 0,165 \text{ (мм)}$$

Проверка результатов расчёта.

Условие проверки:

$$2Z_{\max_i} - 2Z_{\min_i} = TD_{i-1} - TD_i, \quad (18)$$

$$2Z_{\max_5} - 2Z_{\min_5} = 0,165 - 0,122 = 0,043$$

$$TD_4 - TD_5 = 0,063 - 0,02 = 0,043$$

$$2Z_{\max_4} - 2Z_{\min_4} = 0,289 - 0,2 = 0,089$$

$$TD_3 - TD_4 = 0,15 - 0,063 = 0,087$$

$$2Z_{\max_3} - 2Z_{\min_3} = 1,08 - 0,58 = 0,5 \text{ мм}$$

$$TD_2 - TD_3 = 0,65 - 0,15 = 0,5 \text{ мм}$$

$$2Z_{\max_2} - 2Z_{\min_2} = 4,3 - 1,98 = 2,32$$

$$TD_1 - TD_2 = 3 - 0,65 = 2,35$$

Расчеты показывают, что расчёт припусков выполнен верно.

2.3.6 Расчет режимов резания

Так как расчет режимов резания занимает большой объем пояснительной записке. Рассмотрим расчет режимов резания на примере трех видов обработки (фрезерно-центральной обработки, токарной и шлифовальной), результаты остальных расчетов сведем в таблицу 9.

I Расчет режимов резания для операции 005 «Фрезерно-центральная»

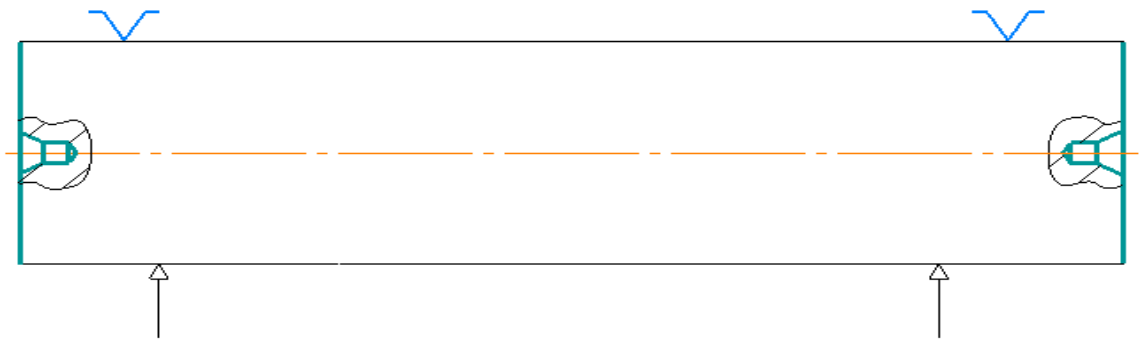


Рисунок 9 – Операционный эскиз для операции 005

1) Определим скорость вращения фрезы (м/мин):

$$V = \frac{C_v \cdot D^q \cdot K_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y \cdot B^u \cdot z^p}, \quad (19)$$

где $C_v = 332$; $q = 0,2$; $x = 0,1$; $y = 0,4$; $u = 0,2$, $p = 0$; $m = 0,2$ – коэффициенты принимающиеся по литературе [9].

$$V = \frac{332 \cdot 50^{0,2} \cdot 1,125}{240^{0,2} \cdot 2,25^{0,1} \cdot 0,1^{0,4} \cdot 40^{0,2} \cdot 8^0} = 146, \text{ м/с.}$$

2) Определим число оборотов фрезы:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \quad (20)$$

где

$$n = \frac{1000 \cdot 244}{3,14 \cdot 100} = 465 \text{ об/мин};$$

Станок фрезерно-центровальный модели 2Г942.00

Пересчитаем скорость:

$$v_{np} = \frac{\pi D n_{np}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 80 \cdot 450}{1000} = 141,3, \text{ м/мин}$$

$$K_v = K_{mv} \times K_{nv} \times K_{uv} = 1,125$$

K_{mv} – учитывает качество обрабатываемого материала $K_{mv} = 1,25$;

K_{nv} – учитывает состояние поверхности заготовки $K_{nv} = 0,9$;

K_{uv} – учитывает влияние материала режущей части инструмента $K_{uv} = 1$;

3) Произведем проверку на точность

$$P_z = \frac{C_p \times t^x \times s^y \times B^u \times z}{D^g \times n^\omega} \times K_p \quad (21)$$

где $C_v = 825$; $q = 1,3$; $x = 1$; $y = 0,75$; $u = 1,1$, $\omega = 0,2$, $K_p = K_{mp} = 0,75$;

$$P_z = \frac{825 \times 1,05 \times 0,09^{0,75} \times 40^{1,1} \times 8}{80^{1,3} \times 450^{0,2}} \times 0,75 = 171, \text{ Н};$$

$$N_{рез} = \frac{P_z \times V}{102 \times 60}, \text{ кВт};$$

$$N_{рез} = \frac{171 \times 141}{102 \times 60} = 3,93, \text{ кВт}.$$

Максимальная мощность фрезерной бабки составляет 11 кВт. При учете КПД = 0,81, она будет составлять 8,91 кВт, что в полной мере покрывает силу резания ($N_{рез} = 3,93 \text{ кВт} < N_{см} = 8,91 \text{ кВт}$). Следовательно, установленный режим резания по мощности осуществим.

4) Расчет основного времени производится по формуле:

$$T_0 = \frac{l_0 + l_{BP} + l_n}{S_z \cdot n \cdot z} \cdot i \text{ мин} \quad (22)$$

где S_z – подача на зуб фрезы;

z – число зубьев фрезы;

n – число оборотов фрезы в минуту;

i – число проходов фрезы;

$$T_0 = \frac{2 + 35 + 2}{0,09 \cdot 450 \cdot 10} = 0,1, \text{ мин}.$$

Расчет режимов резания при сверлении:

5) Определяем длину рабочего хода сверла:

$$L_{p.x} = l + l_1, \quad (23)$$

где $l_1 = 4 \text{ мм}$, величина врезания и перебега [14];

$l = 7 \text{ мм}$, длина отверстия;

$$L_{p.x} = 12,5 + 4 = 16,5$$

6) Назначаем подачу. При обработке заготовки из стали 12Х18Н10Т сверлом с диаметром 5 мм рекомендуется $S = 0,18 - 0,22$ мм/об [14]. Принимаем $S = 0,2$ мм/об.

7) Определяем период стойкости инструмента:

$$T = T_m \lambda \quad (24)$$

где T_m – стойкость инструментов наладки в минутах машинной работы станка.

$T_m = 80$ мин;

λ – коэффициент времени резания, определяется по формуле:

$$\lambda = \frac{l}{L_{p.x.}} = \frac{7}{11} = 0,63;$$

$$T = 80 \cdot 0,63 = 50,9 \approx 51 \text{ ,мин};$$

8) назначаем скорость главного движения резания. Расчет скорости резания производится с учетом поправочного коэффициента $K = 0,85$ [14], гарантирующего получение расчетных значений стойкости режущих инструментов. Подаче $S = 0,2$ об/мм соответствует скорость $V_{табл.} = 20$ м/мин, так как поправочные коэффициенты равны единице то $V = V_{табл.} \times 0,85 = 17$ м/мин.

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 17}{3,14 \cdot 5} = 1082 \text{ об/мин};$$

9) Станок фрезерно-центровальный модели 2Г942.00 ($n_{max} = 1588$ об/мин; $n_{min} = 159$ об/мин). Следовательно, ближайшее число оборотов к 1604 об/мин будет являться 1120.

Пересчитаем скорость:

					15.03.05.2018.282.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		39

$$v_{np} = \frac{\pi D n_{np}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 5 \cdot 1120}{1000} = 17,6, \text{ м/мин}$$

10) Определяем силу резания. Осевая сила резания для одного сверла $P = 350$ кг [14]. Значение осевой силы при четырех работающих одновременно сверлах равно 1400 кг. Это меньше силы резания, допустимой по паспорту станка (1600 кг). Мощность резания для одного сверла $N = 0,8$ кВт [14], для 4-х $N = 3,2$ кВт.

Мощность электродвигателя $N_{\partial} = 4$ кВт.

Мощность на шпинделе по приводу (для $n = 750$ об/мин) $N_{см} = 3,24$ кВт, так как ориентировочно принимаем $\eta_{см} = 0,81$ [14].

$$N_{рез} = 3,2 \text{ кВт} < N_{см} = 3,24 \text{ кВт}.$$

Следовательно, установленный режим резания по мощности осуществим.

11) Расчет основного времени производится по формуле:

$$T_0 = \frac{L_{p.x}}{n_{np} \cdot S_{np}}, \quad (25)$$

где $L_{p.x}$ – длина рабочего хода сверла, мм;

n_{np} – принятое число оборотов сверлильного шпинделя, об/мин;

S_{np} – принятая подача;

$$T_0 = \frac{16,5}{1120 \cdot 0,2} = 0,074, \text{ мин};$$

Расчет штучного времени

					15.03.05.2018.282.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		40

$$T_{ш} = t_0 + t_с + t_{тех} + t_{орг} + t_{отл} \quad (26)$$

где t_0 – основное (технологическое) время, мин;

$t_с$ – вспомогательное время, мин;

$t_{тех}$ – время на техническое обслуживание рабочего места, мин;

$$t_{тех} = \frac{t_0 \times t_{см}(t_n)}{T} \quad (27)$$

где $t_{см}$ – время на смену инструмента [14]

t_n – время на одну правку [14]

$t_{орг}$ – время на организационное обслуживание рабочего места, мин;

$$t_{орг} = \frac{(t_0 + t_с) \times a_{орг}}{100} \quad (28)$$

где $a_{орг}$ – время на организационное обслуживание в процентах от оперативного времени [14]

$t_{отл}$ – время на отдых и личные надобности, мин;

$$t_{отл} = \frac{(t_0 + t_с) \times a_{отл}}{100} \quad (29)$$

где $a_{отл}$ – время перерывов на отдых и личные надобности в процентах от оперативного времени.

Рабочей позе «стоя» соответствует индекс – 4, значения физической нагрузки, монотонности, темпа работы принимаются как благоприятные и индексы по ним не назначаются, следовательно $a_{отл} = 4\%$ [14].

Расчет штучного времени при обработке на фрезерно-центровальном станке

По таблицам нормативов вспомогательное время, связанное с переходом 0,36 мин.

$$T_g = 0,65 \text{ мин.}$$

$$T_{on} = 0,65 + 0,45 + 0,08 = 1,18 \text{ мин.}$$

Величина времени обслуживания рабочего мест, отдыха и личных надобностей составляет 3% и 4% от оперативного времени соответственно и равно $0,0346 + 0,07 = 0,1046$ мин.

$$T_{um} = 0,65 + 0,89 + 0,174 = 1,714 \text{ мин.}$$

II Расчет режимов резания на токарные операции

1) Определяем длину рабочего хода суппорта:

$$L_{p.x(прод)} = l + l_1 + l_2 \text{ мм}$$

где l_1 – величина врезания;

l_2 – величина перебега,

$l = 28,5$ мм: $l_1 = 0$ мм, $l_2 = 3$ мм, так как осуществляем резание на проход.

$$L_{p.x} = 28,5 + 3 = 31,5 \text{ мм;}$$

Так как размеры припуска (t) при черновом точении $t = 3,5$ мм, на диаметр. Следовательно, глубина резанья будет составлять 1,75 мм, на сторону.

2) Назначаем подачу [14]. Для обработки заготовки диаметром до 100 мм из конструкционной легированной стали, при глубине резания до 3 мм при черновой обработки рекомендуется подача $s = 0,6 \dots 0,9$ мм/об. Принимаем среднее значение $s = 0,75$ мм/об;

					15.03.05.2018.282.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		42

3) Скорость резания при наружном продольном точении определяется по следующей формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^m t^{x_v} S^{y_v}} K_v \text{ м/мин} \quad (30)$$

где $T = 60$ мин – стойкость при обработке резцом; $C_v = 350$; $x_v = 0,15$; $y_v = 0,35$; $m = 0,2$; [14]

$$K_v = K_{m.v} K_{n.v} K_{u.v} K_{\phi.v} K_{o.v}$$

где $K_{m.v} = 75/\sigma_s = 75/61 = 1,23$ – коэффициент, учитывающий качества обрабатываемого материала [14];

$K_{n.v} = 0,8$ – коэффициент, учитывающий состояния поверхности заготовки;

$K_{u.v} = 1$ – коэффициент, учитывающий материал режущей части;

$K_{\phi.v} = 0,7$ – коэффициент, учитывающий главный угол в плане;

$K_{o.v} = 1$ – коэффициент, учитывающий вид обработки.

$$K_v = 1,23 \times 0,8 \times 1 \times 0,7 \times 1 = 0,69$$

$$v = \frac{350}{60^{0,2} \times 1,75^{0,15} \times 0,75^{0,35}} \times 0,69 = 110 \text{ м/мин};$$

$$n = \frac{1000 \times v}{\pi D_{\max}}, \text{ об/мин};$$

где $D_{\max} = 70$ мм – максимальный диаметр обработки.

$$n = \frac{1000 \times 110}{3,14 \times 70} = 500 \text{ ,об/мин;}$$

4) Проверку режима целесообразнее производить по мощности, как более удобную и достаточно точную: $N_{рез} = 3,8$ кВт, так как $t = 2$ мм, $s = 0,75$ и $V = 78$ м/мин [14]. Мощность электродвигателя $N_{дв} = 12$ кВт.

Принимаем $\eta_{см} = 0,7 - 0,85$, следовательно, $N_{дв} = 12 \times 0,85 = 10,2$ кВт.

$$N_{рез} = 3,8 \text{ кВт} < N_{см} = 10,2 \text{ кВт.}$$

Следовательно, установленный режим резания по мощности осуществим. Расчет основного времени осуществляется по формуле:

$$T_o = \frac{L_{p.x}}{n_{np} \times s_{0np}} \text{ , мин,}$$

$L_{p.x} = 31,5$ мм; $n = 500$ об/мин; $s = 0,75$ мм/об:

$$T_o = \frac{31,5}{500 \times 0,75} = 0,084 \text{ , мин;}$$

III Расчет режимов резания на шлифовальную обработку

Данная операция выполняется на кругло-шлифовальном станке модели КШ-3 CNC.

I Расчет режимов резания на переход:

- 1) шлифовать поверхность диаметром 45, выдерживая размер 24;
- 2) шлифовать поверхность диаметром 55, выдерживая размер 25;

Инструмент: круг шлифовальный 600x25x305 25AF446K6V ГОСТ P52781-2007; Принимаем скорость круга равной 35 м/с;

					15.03.05.2018.282.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		44

Определяем скорость движения окружной подачи: $v_{Sокр}=20\dots40$ м/мин [14], принимаем среднее значение $v_{Sокр} = 30$ м/мин.

Определяем частоту вращения заготовки, соответствующую принятой скорости движения окружной подачи:

$$n_3 = \frac{1000v_{Sокр}}{\pi d_3} \quad (31)$$

d_3 – диаметр заготовки, мм;

n_3 – число оборотов заготовки, об/мин;

$$n_3 = \frac{1000 \times 30}{3,14 \times 45} = 212, \text{ об/мин}$$

Определяем радиальную подачу, для окончательной обработки рекомендуется $s_p = 0,001 - 0,005$ мм/об [14], принимаем среднее значение $s_p = 0,003$ мм/об.

Определяем мощность затрачиваемую на резание:

$$N = C_N v_\delta^r s_p^y d_3^q b^z$$

где d_3 – диаметр заготовки, $d_3 = 45$ мм;

b – ширина шлифования, $b = 24$ мм;

$C_N = 0,14$; $r = 0,8$; $y = \text{—}$; $q = 0,2$; $z = 1$; [14].

$$N = 0,14 \times 30^{0,8} \times 0,003 \times 45^{0,2} \times 24^1 = 0,29 \text{ кВт}$$

У станка мощность на шпинделе равна: $N_{ин} = N_\delta \eta_{ст}$

где $N_\delta = 3,7$ кВт – мощность электродвигателя;

$\eta_{ст}$ КПД станка, ориентировочно принимаем $\eta_{ст} = 0,7 - 0,85$ для станков с

вращательным главным движением.

$$N_{ин} = 3,145 \text{ кВт}$$

Следовательно, обработка возможна так как $N \leq N_{ин}$.

Расчет основного времени:

$$T_0 = \frac{L_{p.x}}{n_s s_p} \times K,$$

где $L_{p.x}$ – длина рабочего хода инструмента, $L_{p.x} = 24$, мм;

K – коэффициент точности, учитывающий время на выхаживание, т.е. шлифование без поперечной подачи, при окончательном шлифовании $K \approx 0,005$;

$$T_0 = \frac{24}{212 \times 0,003} \times 0,05 = 1,91, \text{ мин};$$

$$T_0 = \frac{25}{212 \times 0,003} \times 0,05 = 1,98, \text{ мин};$$

Таблица 9 – Расчёт режимов резания

Переход	V, м/мин	n, мин ⁻¹	S, мм/об	t, мм	Lp.x, мм	To, мин
1	2	3	4	5	6	7
010 Фрезерно - центровая						
Подрезка торца	465	142	0,2	2	75	0,2
Центровать торец	17,6	1120	0,2	7	7,89	0,07
015 Комплексная с ЧПУ Установ А						
Точить Ø70	102	1160	0,11	2,5	265	1,14
Точить Ø67	102	1160	0,11	3	250	0,91

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

15.03.05.2018.282.00 ПЗ

Лист

46

Продолжение таблицы 9

1	2	3	4	5	6	7
Точить Ø55,2	102	1160	0,09	3	247	2,2
Точить канавку b=3	90	500	0,09	1	3	0,06
Точить Ø54h8	102	1160	0,09	1,2	210	1,1
Точить Ø48	102	1160	0,11	3	57	1,4
Точить канавку b=3	90	500	0,09	3	3	0,09
Проточить фаску 1x45°	90	361	0,2	1	1	0,1
Точить Ø41,6	102	1160	0,09	3,5	32	1,2
Точить Ø35	102	1160	0,09	3	17	0,6
Точить Ø27	102	1160	0,09	2	6	0,2
Нарезать резьбу M48x2	146	500	0,35	2,5	22	0,19
Фрезеровать шестигранник S=36	102	800	0,2	2.8	22	3.2
015 Комплексная с ЧПУ Установ Б						
Сверлить отверстие Ø 20	30	1600	0.05	2,5	495	10,18
015 Комплексная с ЧПУ Установ В						
Точить Ø70	102	1160	0,11	2,5	255	1,12
Фрезеровать паз 8×8	102	800	0,2	8	135	7,1
Точить Ø64	102	1160	0,11	3	206	1,01
Точить Ø55	102	1160	0,09	2	85	1,3
Точить Ø45,2	102	1160	0,09	2,5	49,5	1,55
Точить Ø42	102	1160	0,11	3	25,5	1,4
Проточить фаску 1,6x45°	90	361	0,2	1,6	1,6	0,11
Точить канавку b=3	90	500	0,09	4	4	0,09
Нарезать резьбу M42x1,5	146	500	0,35	2,5	12	0,19

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

15.03.05.2018.282.00 ПЗ

Лист

47

Продолжение таблицы 9

1	2	3	4	5	6	7
Точить Ø16	102	1160	0,09	3	9,5	0,2
015 Комплексная с ЧПУ Установ Г						
Сверлить отверстие Ø 8,3	30	1600	0.05	2,5	30	1,8
030 Круглошлифовальная						
Шлифовать Ø55	30	212	0,003	0,2	25	0,1
Шлифовать Ø45	30	212	0,003	0,2	24	0,1

2.3.7 Расчет потребного количества оборудования

Правильный выбор оборудования определяет его рациональное использование во времени. При выборе станков для разработанного технологического процесса этот фактор должен учитываться таким образом чтобы исключить их простои, т.е. нужно выбирать станки по производительности. С этой целью определяют наряду с другими технико-экономическими показателями критерии, показывающие степень использования каждого станка в отдельности и всех вместе по разработанному технологическому процессу.

Определим такт работы линии по формуле:

$$t_B = \frac{F_D \cdot 60}{N}, \quad (32)$$

где F_D – действительный фонд времени

$$F_D = (F_K - \Pi) \cdot S \cdot h \cdot \left(1 - \frac{a}{100}\right), \quad (33)$$

где $F_K = 365$ – кол-во календарных дней в году;

$\Pi = 117$ – кол-во праздничных и выходных дней;

$S = 1$ – сменность работы;

$h = 8$ – продолжительность работы, ч;

$a = 10$ – потери времени на ремонт оборудования (5-10%).

$$F_{\dot{A}} = (365 - 117) \cdot 1 \cdot 8 \cdot \left(1 - \frac{10}{100}\right) = 1785,6 \text{ часов}$$

$$t_{\dot{A}} = \frac{1785,6 \cdot 60}{2000} = 53,56 \text{ мин}$$

Расчетное число станков по операциям, находим по формуле:

$$C_P = \frac{T_{\text{шт}}}{t_B}, \quad (34)$$

$$C_{P005} = \frac{30,9}{53,56} = 0,604, \text{ принимаем } C_{005a} = 1 \text{ станок}$$

$$C_{P005} = \frac{12,0}{53,56} = 0,230, \text{ принимаем } C_{005b} = 1 \text{ станок}$$

$$C_{P010} = \frac{8,98}{53,56} = 0,167, \text{ принимаем } C_{010a} = 1 \text{ станок}$$

Коэффициент загрузки оборудования, определяем:

$$K_3 = \frac{C_P}{C_{\text{пр}}} \cdot 100\%, \quad (35)$$

$$K_{3005} = \frac{0,601}{1} \cdot 100\% = 60\%$$

$$K_{3005} = \frac{0,230}{1} \cdot 100\% = 20\%$$

$$K_{3010} = \frac{0,167}{1} \cdot 100\% = 17\%$$

2.4 Описание планировки участка

В зависимости от масштаба производства и размера цеха состав отделений может быть различным – некоторые отделения и складские помещения объединяются, в ряде случаев некоторые отделения являются общими для нескольких цехов. На складе заготовок должен храниться запас заготовок необходимый для обеспечения бесперебойной работы участка согласно нормам.

Общая площадь спроектированного участка механической обработки составляет 126 м², на данном участке устанавливаются один станок с ЧПУ NTX 1000 SZM габаритными размерами 2397x2554x2701мм×мм×мм и контрольно измерительное приспособление.

Оборудование располагается по ходу технологического процесса.

Производственную площадь участка по обработке комплекта деталей определяем из удельной площади станка f_{Ci} и числа станков. В удельную площадь включаются площадь станка, площадь необходимая для рабочего, проходов и проездов, м² (для укрупненного расчета удельная площадь станка равна 14 м²):

$$F_{\text{пр}} = \sum_{i=1}^m n_{Ci} \cdot f_{Ci}, \quad (36)$$

где $\sum_{i=1}^m n_{Ci}$ – общее количество станков, шт.;

f_{Ci} – удельная площадь станка, м².

$$F_{\text{пр}} = 3 \cdot 14 = 10,4 \text{ (м}^2\text{)}.$$

Площадь вспомогательных отделений для механических цехов:

$$F_{\text{в}} = F_{\text{з}} + F_{\text{р}}, \quad (37)$$

где $F_{\text{з}}$, $F_{\text{р}}$ – площади вспомогательных отделений заточного и ремонтно-механического, м².

Площадь каждого из этих отделений определяется так же, как и для производственных участков по числу станков.

Площадь бытовых помещений $F_{\text{б}}$, определяется исходя из числа основных и вспомогательных рабочих, работающих в одну смену, м².

Норматив площади на одного человека – 0,7 м².

Средство автоматизации – электропогрузчик, имеется в цеху, он обслуживает станки, подвозит и отвозит тары с заготовками и готовыми деталями. Стол контролёра находится на участке ОТК. Готовые, годные детали с участка ОТК в таре вывозятся на сборочный участок. Слесарный участок, участок инструментообеспечения, бытовые помещения находятся в том же цеху.

Разработанный участок соответствует нормам промышленной санитарии, электробезопасности и пожаробезопасности (ящики с песком, пожарные щиты, углекислотные ОУ-5 и воздушно-пенные огнетушители ОВП-5, пожарные краны, все они расположены равномерно по территории участка вдоль стены, так же имеются стенды с наглядной агитацией по обеспечению пожарной безопасности).

Аптечка располагается возле станка на территории участка.

					15.03.05.2018.282.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		51

Выводы по разделу:

а) произведен анализ действующего технологического процесса на основе которого разработан проектный;

б) произведен выбор заготовки (расчет стоимости показал целесообразность заготовки из проката;

в) произведен расчет оптимальных режимов резания, что позволит увеличить время работы применяемого режущего инструмента и добиться оптимальной чистоты обрабатываемых поверхностей;

г) произведен расчет требуемого количества оборудования, на основе которого спроектирован участок;

					15.03.05.2018.282.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		52

3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Проектирование станочного приспособления

Наружные элементы конструкций приспособлений не должны иметь острых углов, кромок и других поверхностей с неровностями, представляющими источник опасности, если их наличие не определяется функциональным назначением. Радиусы скругления и размеры фасок наружных поверхностей должны быть не менее 1 мм, если их размеры не оговорены особо.

Элементы приспособлений не должны препятствовать работе станка, ограничивать доступ к органам управления, создавать опасность работе станочника. Конструкция приспособлений должна обеспечивать надежное и удобное соединение со станком и сменными наладочными элементами (при помощи болтов к станочным пазам, прижимных планок, винтов и т.п.). Способ соединения должен исключать возможность самопроизвольного ослабления крепления и смещения приспособлений и его элементов в процессе эксплуатации.

К станку на специальные направляющие, прикрепленные к станине, устанавливается робот модели РБ-242.

					15.03.05.2018.282.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		53

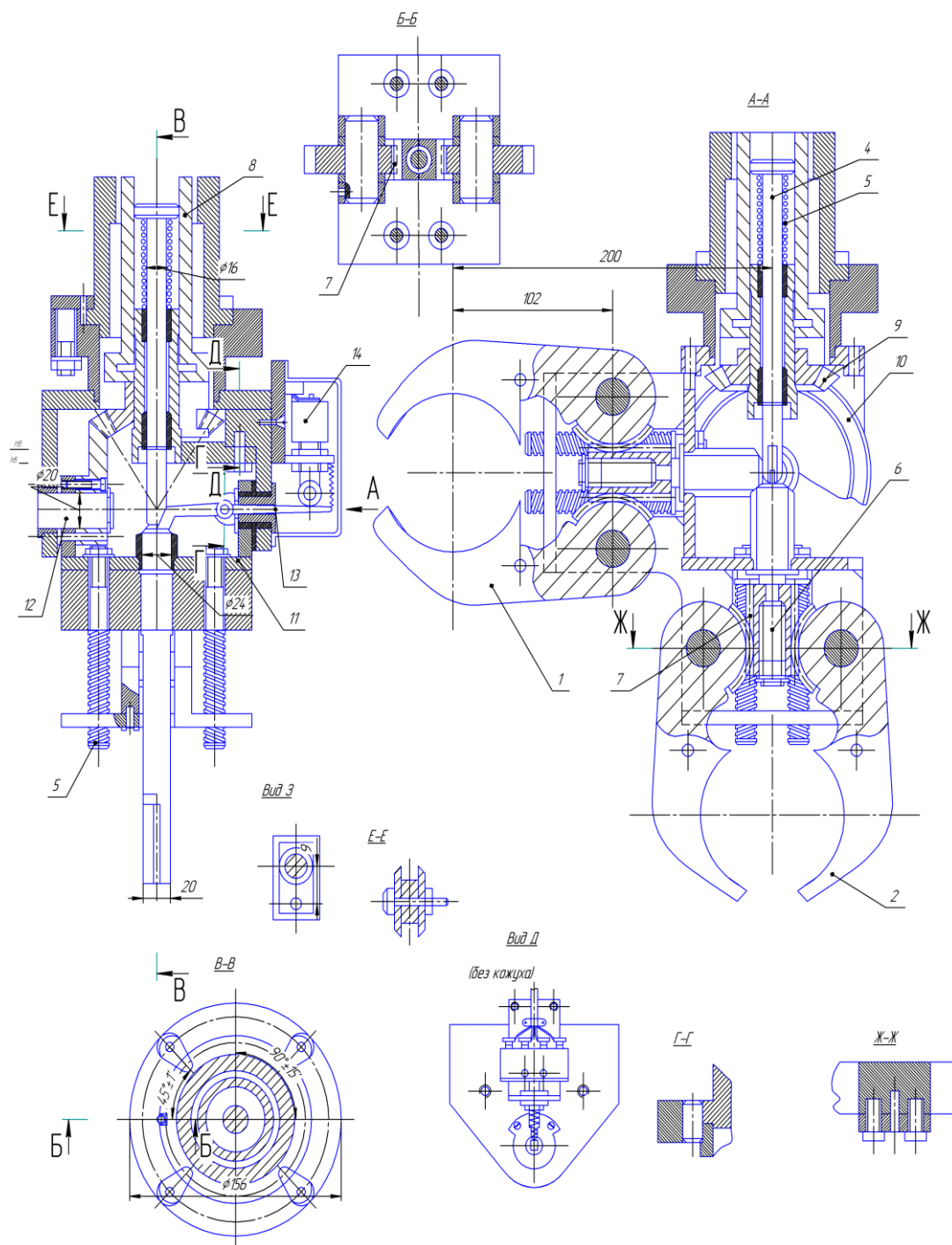


Рисунок 10 – Двухпозиционное центрирующее захватное устройство

Функции работы:

- перемещение вдоль направляющих, переустанавливая заготовки в патроны;
- поворачиваться в вертикальной плоскости перпендикулярно оси центров станка;
- вращаться в горизонтальной плоскости для снятия с загрузочного устройства заготовок, укладки на стол обработанных деталей.

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата

15.03.05.2018.282.00 ПЗ

Лист

54

Требования, предъявляемые к конструкции фланцевых колец как к группе заготовок, обрабатываемых на роботизированном комплексе:

– сгруппированные детали имеют однородные по форме и расположению поверхности для базирования и захвата, позволяющие без дополнительной выверки устанавливать их в рабочую зону;

– конструкция детали обеспечивает ее надежное захватывание, удержание и перенос с помощью захватного устройства робота.

Робот имеет электропривод, который обеспечивает соответствующее управление по отдельным осям координат с позиционированием в любой точке рабочей зоны; поддерживает постоянный момент на валу двигателя во всем диапазоне частот вращения; обеспечивает высокую точность отработки двигателем управляющих воздействий. Также, для обеспечения безопасности, в состав привода включается электромагнитный тормоз для фиксации положения вала электродвигателя при случайных перерывах в питании.

– в пределах одного РТК переход от манипулирования деталями одного типоразмера к манипулированию деталями другого типоразмера сопровождается минимальным числом смен захватных устройств и переналадок робота.

Робот имеет пять возможных координатных перемещений: 3 линейных (Z, X и R) и 2 угловых (α , β). Обработанную деталь робот кладет на стол, расположенный в непосредственной близости от станка.

Технические характеристики робота представлены в таблице №10.

Таблица 10 – Технические характеристики робота РБ-242

Грузоподъемность, кг	20
1	2
Число степеней подвижности (без захватного устройства)	6
Тип привода	Электромеханический
Управление	Позиционное

Продолжение таблицы 10

1	2
Число программируемых координат	6
Способ программирования перемещений	Обучение
Вместимость памяти системы (число команд)	649
Погрешность позиционирования, мм	±0,5
Наибольший вылет R руки, мм	1100
Линейные перемещения, мм/максимальная скорость, м/с	
Z	500/0,5
R	1100/1,0
Угловые перемещения, градус/максимальная скорость, градус/с	
α	-90, 90, 180/1,53
β	180/2,2

Магазин для установки фланцевых колец.

Заготовки деталей загружаются в кассеты, в которых предусмотрены гнезда по соответствующим размерам.

Кассеты в количестве трех штук устанавливаются на стол загрузочного устройства в определенном отрегулированном положении.

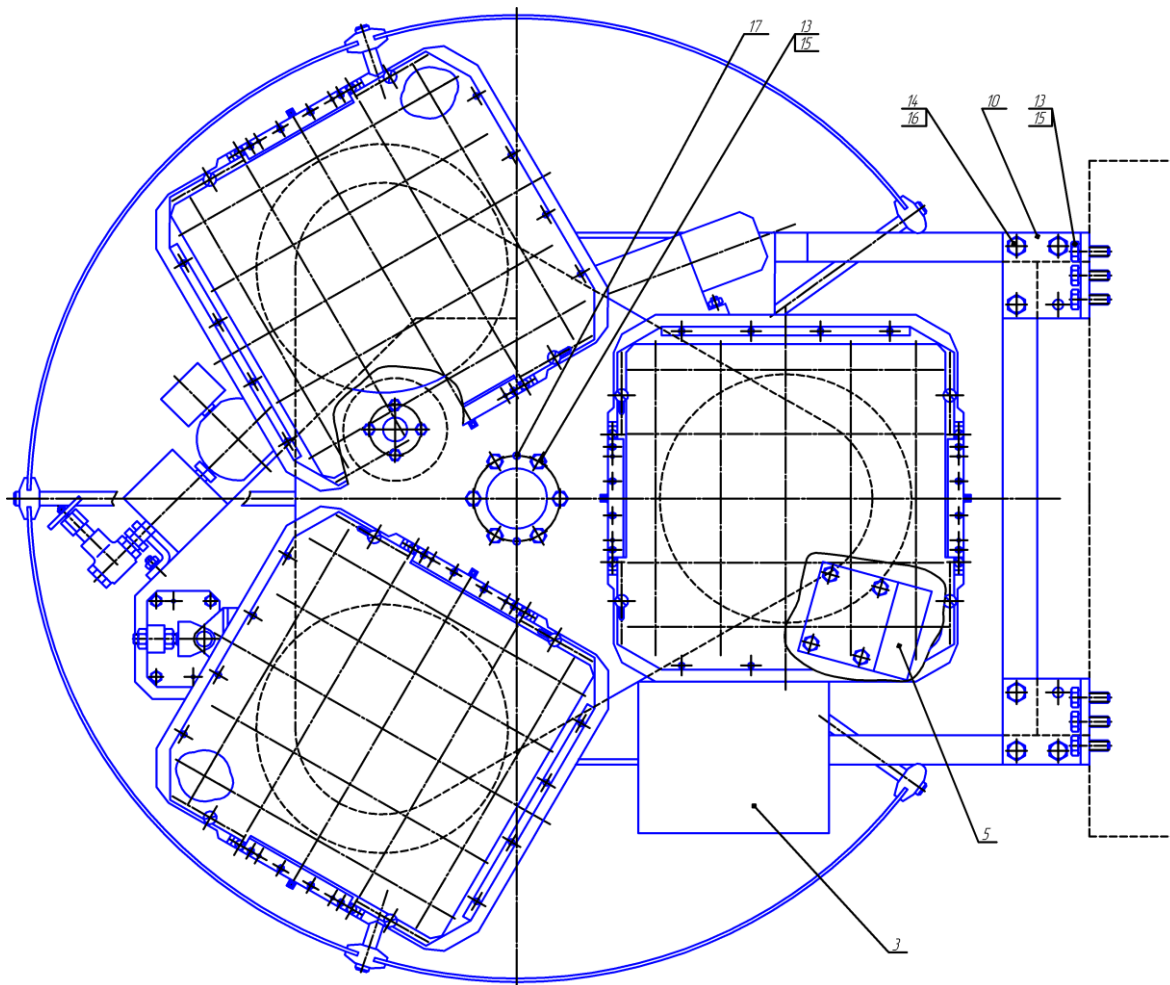


Рисунок 11 – Магазин для заготовок

Стол имеет поворотное и подъемное устройство, согласованное с работой робота. Обработанные детали удаляются из зоны обработки роботом, при его перемещении вправо и укладываются в лоток для готовых деталей.

Для загрузки заготовок в рабочую зону к станку крепится промышленный робот и устанавливается загрузочное устройство с поворотным столом. Робот устанавливается на направляющие прикрепленные к станку, позволяющие роботу перемещаться вдоль станка. Робот имеет 4 основных механизма для пятикоординатного перемещения: три линейных и два угловых (механизм управления обеспечивающий поворот в вертикальной плоскости и вращение в горизонтальной для снятия заготовок с загрузочного устройства, захватное и поворотное устройство для установки заготовок в патрон и перемещения от загрузочного устройства до емкости для готовых деталей. Загрузочное устройство

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата

15.03.05.2018.282.00 ПЗ

Лист

57

состоит из основания, на котором установлены продольная и поперечная направляющие типа ласточкина хвоста, обеспечивающие регулировку положений устройства, подъемный механизм с передачей винт-гайка, позволяет регулировать загрузочное устройство по высоте. На верхнюю часть траверсы загрузочного устройства по трем ловителям устанавливается стол. На столе расположены пульт управления и узел управления поворотом загрузочного устройства, согласованного с работой робота. Стол может поворачиваться на 120 градусов. На столе размещены три подкассетника на упорных подшипниках для обеспечения поворота их на 15,30 и 45 градусов вместе с кассетами. Для координатной установки кассет на подкассетники предусмотрены две стойки. В кассетах имеются специальные ложементы с ячейками по соответствующим размерам заготовок. При установке ложементы регулируются стяжками и фиксируются винтами.

					15.03.05.2018.282.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		58

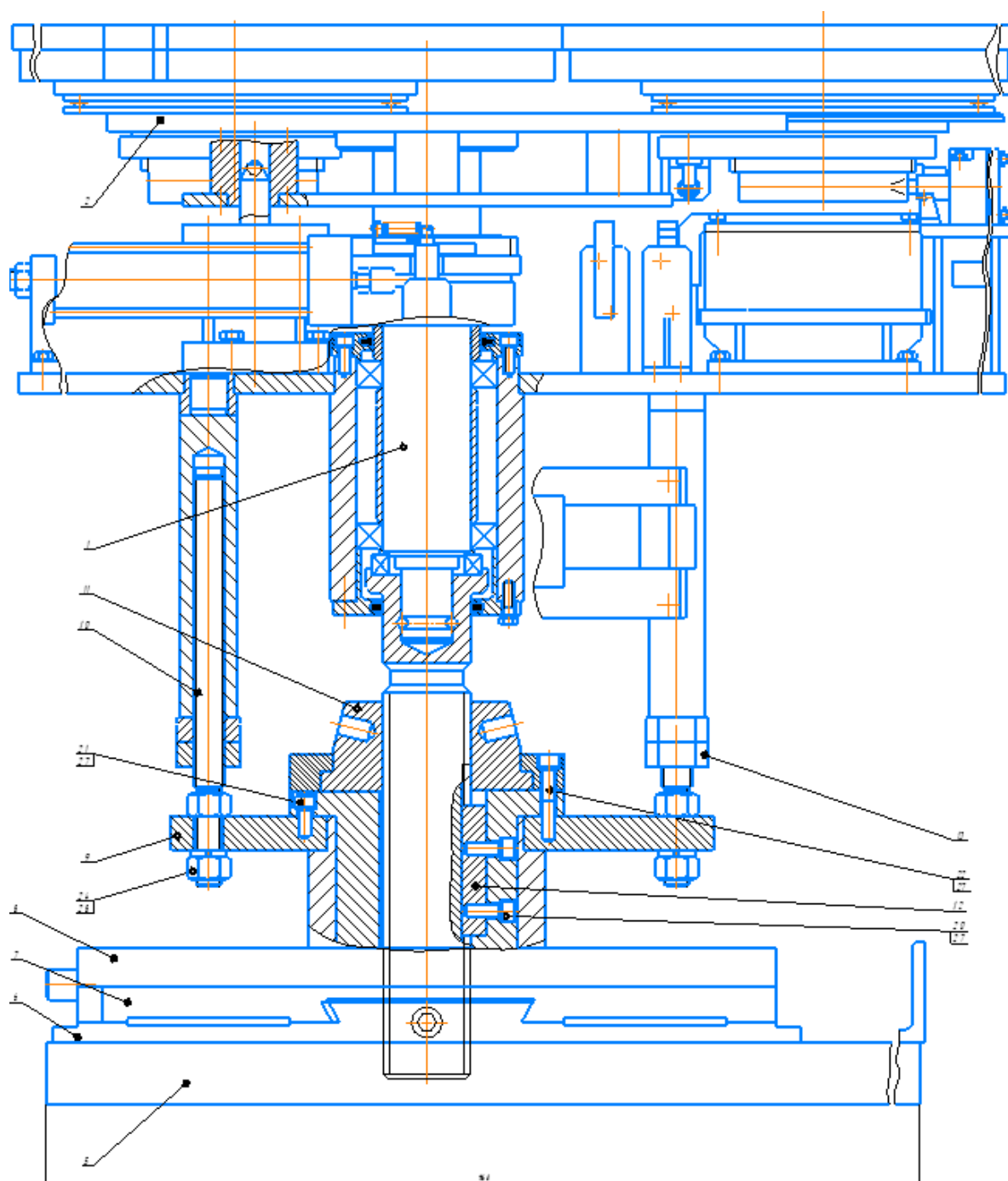


Рисунок 12 – Главный вид подъемного механизма

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата

15.03.05.2018.282.00 ПЗ

Лист

59

3.2 Проектирование режущего инструмента

Сверла ружейные применяются для сверления глубоких отверстий небольшого диаметра.

На (рисунке 15) показано сверло для отверстий диаметром 20 мм. Сверло состоит из рабочей части и стебля. Рабочая часть представляет собой трубку из быстрорежущей стали, провальцованную так, что образуется (определяемое углом φ) пространство для отвода стружки и серпообразный канал для подвода охлаждающей жидкости. Точно так же провальцован и стебель по всей своей длине за исключением участка, используемого для закрепления сверла в наконечнике суппорта станка. Размеры пространства и канала имеют важное значение; сложность подбора их сечений обусловлена тем, что с изменением одного из них меняется и другое. С уменьшением сечения канала увеличивается сечение канала, что приводит к улучшению условий подачи охлаждающей жидкости и увеличению жесткости стебля, но в то же время затрудняется отвод стружки, и наоборот. Практически установлено, что наиболее удовлетворительной является величина угла $\varphi = 110/120^\circ$.

Для облегчения резания и лучшего направления вершина сверла смещена относительно оси. В результате этого при работе сверла на дне отверстия образуется конус, который способствует направлению и центрированию сверла.

Ружейные сверла для отверстий диаметром 18-45 мм отличаются от сверл меньшего диаметра тем, что рабочая часть сверла изготавливается из сплошного материала. Для подвода охлаждающей жидкости в рабочей части сверла сделано отверстие диаметром $d_1 = 5/12$ мм. Рабочая часть сверла приваривается к стеблю с двумя фрезерованными канавками: одна с углом φ служит для отвода стружки, другая шириной $d_1 + (1,5/2 \text{ мм})$ – для впаивания медной трубки по которой подводится охлаждающая жидкость к рабочей части сверла.

					15.03.05.2018.282.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		60

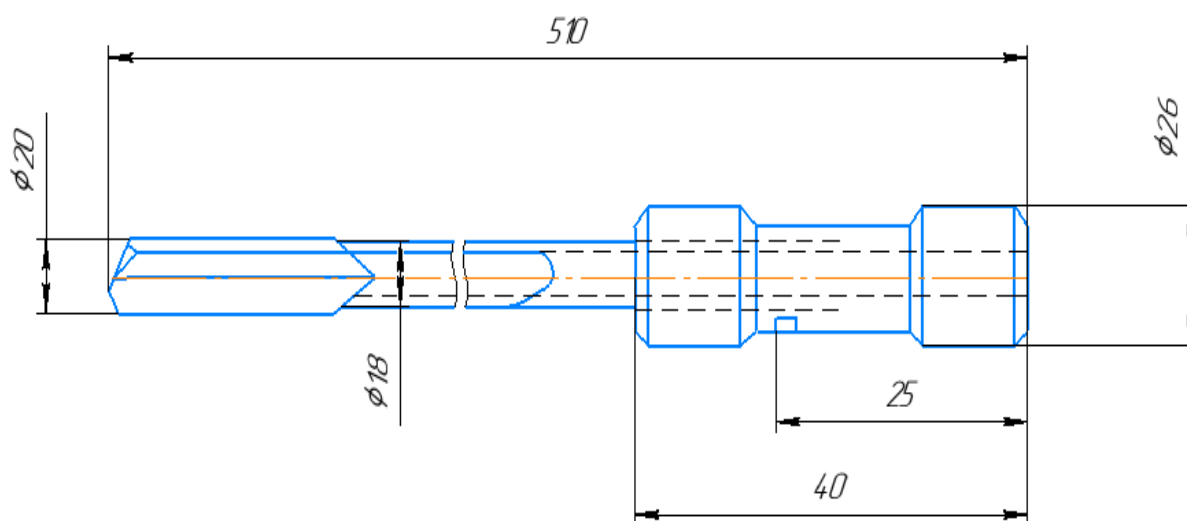


Рисунок 13 – Проектирование ружейного сверла

3.3 Описание работы контрольного приспособления

Приспособление для контроля торцевого и радиального биения.

Процесс контроля предусматривает преимущественно сплошную проверку торцевого биения вала ведущего, радиального биения ступеней вала, которую можно проводить на контрольном приспособлении (рисунок 16). На плите установлены центр подвижный и неподвижный, на которые устанавливается деталь. Контроль осуществляется с помощью индикаторных головок. Для контроля радиального биения поверхности необходимо установить приспособление для необходимой ступени вала. Настроить индикатор на 0 и, вращая деталь, смотреть отклонение на индикаторе, которое не должно превышать значений, указанных на чертеже детали.

Для контроля торцевого биения подвести рычаги приспособления к проверяемым поверхностям, зафиксировать шток винтом и, прокручивая деталь, смотреть отклонение на индикаторе, которое не должно превышать значений указанных на чертеже детали.

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата

15.03.05.2018.282.00 ПЗ

Лист

61

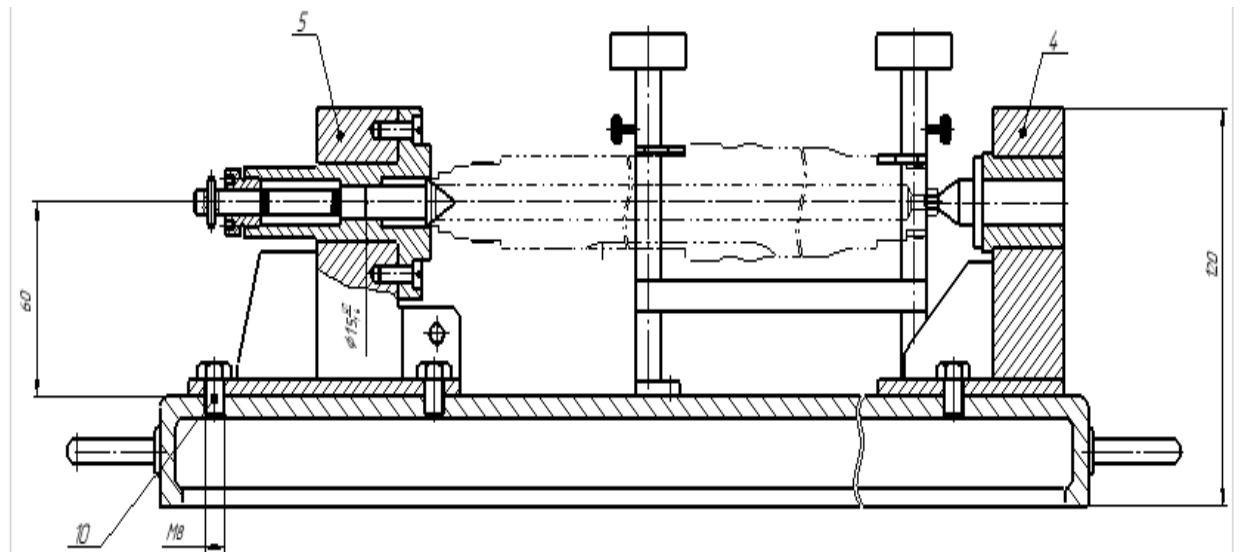


Рисунок 14 – Контрольное приспособление

Выводы по разделу:

- а) было произведено проектирование станочного приспособления, что позволило облегчить установку деталей на станок и тем самым сократить подготовительное время;
- б) спроектировано контрольное приспособление, позволяющее быстро и точно контролировать биение согласно предъявляемым к детали требованиям.
- в) произведен выбор современного режущего инструмента.

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата

15.03.05.2018.282.00 ПЗ

Лист

62

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В дипломной работе в результате проведения анализа действующего технологического процесса изготовления детали «Ось насоса БЭН 20/60» были выявлены его недостатки, которые были учтены при разработке нового усовершенствованного варианта технологического процесса.

Внедрение токарно-фрезерного обрабатывающего центра способствует повышению производительности труда, освобождению площадей участка, снижению затрат на подготовку производства, улучшению условий труда и, соответственно, увеличению прибыли предприятия. Был разработан технологический процесс механической обработки детали, произведен анализ технологичности детали, разработана маршрутная и операционная технологии, спроектировано специальное приспособление, подобран современный режущий инструмент и спроектировано контрольное приспособление. Также был спроектирован специальный участок механической обработки для данной детали.

					15.03.05.2018.282.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		63

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ансеров, А.М. Приспособления для металлорежущих станков / А.М. Ансеров. Л.: Машиностроение, 1966 – 650 с.
2. Ахлюстина, В.В. Метрология, стандартизация и сертификация: учебное пособие / В.В. Ахлюстина, Э.Р. Логунова. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2008. – 212 с.
3. Багиев, Г.Л. Маркетинг. Словарь и библиография: Справочное пособие / Г.Л. Багиев. – СПб.: СПбГУЭФ, 1998. – 350 с.
4. Балабанов, А.Н. Краткий справочник технолога-машиностроителя: справочник / А.Н. Балабанов. – М.: Издательство станков, 1982. – 464 с.
5. Великов, К.М. Экономика и организация в дипломных проектах: Учебное пособие для машиностроительных вузов / Великов К.М., Васильев Э.Г. – 4-е изд., перераб. и дополнено. – Л.: Машиностроение, 1986- 285 с.
6. Глебова, Е.В. Производственная санитария и гигиена труда: учебное пособие / Е.В. Глебова. – М.: «Высшая школа», 2007. – 258 с.
7. Горбачевич, А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие / А.Ф. Горбачевич. – Минск: Высшая школа 1975. – 288 с.
8. Гузеев, В.И. Режимы резания для токарных и сверлильно-фрезерно-расточных станков с числовым программным управлением: Справочник / В.И. Гузеев, В.А. Батуев, И.В Сурков. – 2-е изд. – М.: Машиностроение, 2007. – 368с.
9. Дихтль, Е.П. Практический маркетинг: Учебное пособие / Е.П. Дихтль, Х.Ю. Хершген. – М.: Высшая школа, 2006. – 341 с.
10. Добрыднев, И.С. Курсовое проектирование по предмету технология машиностроения: учебное пособие / И.С. Добрыднев. – Москва: Машиностроение, 1985. – 184 с.
11. Егоров, М.Е. Основы проектирования машиностроительных заводов: учебник / М.Е. Егоров. – М.: Машиностроение, 1989. – 480 с.

					15.03.05.2018.282.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		64

12. Единая система допусков и посадок СЭВ в машиностроении и приборостроении. Справочник, т.1. – М.: Изд. стандартов, 1979. – 212с., 16 ил.
13. Каталоги инструмента фирмы SECO <http://seco-tool.ru/katalogi>.
14. Косилова, А.Г. Справочник технолога-машиностроителя: в 2-х т / А.Г. Косилов, Р.К. Мещеряков. – М: Машиностроение, 1972. – 694 с.
15. Крылов, В.К. Освещение производственных объектов: учебное пособие / В.К. Крылов. – М.: ВЗИИТ, 1995. – 156 с.
16. Логунова, Э.Р. Приспособления к металлорежущим станкам: учебное пособие / Э.Р. Логунова, В.В. Ахлюстина., Д.В. Ардашев. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2011. – 174 с.
17. Маталин, А.А. Технология машиностроения: учебник / А.А. Маталин. – Л.: Машиностроение, 1985. – 512 с.
18. Нефедов, Н.А. Расчет курсового по проектированию цехов / Н.А. Нефедов, К.А. Осипов. – М.: Машиностроение, 1990. – 448 с.
19. Нефедов, Н.Е. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту: учебное пособие / Н.Е. Нефедов. – М.: Машиностроение 1977. – 448 с.
20. Обработка металлов резанием: Справочник технолога / Под общей ред. А.А. Панова. – М.: Машиностроение, 1988. – 736 с.
21. Панов, А.А. Обработка металлов резанья: справочник / А.А. Панов. – М.: Машиностроение, 1988. – 784 с.
22. Сахаров, С.Н. Металлорежущие инструменты: учебник / С.Н. Сахаров. – М: Машиностроение, 1989. – 328 с.
23. Справочник технолога том 1 и 2 / под редакцией А.Г. Косиловой, Р.П Мещерякова. – М.: Машиностроение 1986. – 912 с.
24. Шамин, В.Ю. Теория и практика решения конструкторских и технологических задач: учебное пособие в 3 ч. / В.Ю. Шамин. – Челябинск: Изд-во ЧГТУ, 2009. – 572 с.

					15.03.05.2018.282.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		65

					15.03.05.2018.282.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		66