

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»
Институт открытого и дистанционного образования
Кафедра «Техника, технологии и строительство»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой,
к.т.н., доцент
_____ К.М. Виноградов
_____ 2021 г.

Участок механической обработки детали «Ударная втулка»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ–15.03.05.2021.412.00.000ПЗ ВКР

Руководитель работы,
преподаватель
_____ П.С. Мальцев
_____ 2021г.

Автор работы
студент группы ДО – 516
_____ А.С. Сыщиков
_____ 2021г.

Нормоконтролер,
преподаватель
_____ О.С. Микерина
_____ 2021г.

Челябинск 2021

АННОТАЦИЯ

Сыщиков, А.С. Участок механической обработки детали «Ударная втулка» - Челябинск: ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)», ИОДО; 2021, 90 с., 28 ил., библиографический список – 13 наименования, 11 листов чертежей ф.А1,

После анализа существующего технологического процесса предложены прогрессивный способ получения заготовки штамповки и новый вариант технологического процесса механической обработки детали «Ударная втулка». Вместо устаревшего программного технологического оборудования предложено использовать современные обрабатывающие центры, что позволило существенно сократить количество операций и штучное время изготовления одной детали.

Для оснащения технологического процесса спроектированы:

- зажимное приспособления для фрезерной обработки;
- приспособление для контроля радиального биения;
- протяжка для квадратного отверстия.

В части «Планировка участка» выпускной квалификационной работы выполнена рациональная планировка участка механического цеха и рассмотрены мероприятия по охране труда на предприятии.

15.03.05.2021.412.00.000 ПЗ

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Сыщиков А.С.			Участок механической обработки детали «Ударная втулка»	Лит.	Лист	Листов
Провер.		Мальцев П.С.				Д	6	87
Реценз.						ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)» ИОДО Кафедра «ТТС» гр.ДО-516		
Н. Контр.		Микерина О.С.						
Утверд.		Виноградов К.М.						

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	9
1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ	12
1.1 Назначение и описание работы агрегата. Служебное назначение детали	12
1.2. Служебное назначение детали и технические требования предъявляемые к ней	13
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	14
2.1 Анализ технологичности детали.....	14
2.2 Анализ действующего технологического процесса.	15
2.2.1 Анализ документации действующего технологического процесса	15
2.2.2 Анализ оборудования, режущего инструмента, оснастки, применяемой в базовом варианте технологического процесса изготовления детали.....	16
2.2.3 Выводы из анализа и предложения по разработке проектного технологического процесса	18
2.3 Разработка проектного технологического процесса	18
2.3.1 Выбор вида и обоснование метода получения исходной заготовки	18
2.3.2 Разработка маршрута, плана операций и переходов проектного технологического процесса	19
2.3.4 Выбор оборудования для реализации технологического процесса	21
2.3.5 Размерный анализ разработанного технологического процесса	22
2.3.6 Расчет режимов резания и норм времени.....	44
3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ	49
3.1 Проектирование станочного приспособления	49
3.1.1 Разработка теоретической схемы базирования	49
3.1.2 Проектирование схемы фрезерного приспособления и расчет его элементов	49
3.1.3 Компоновка фрезерного приспособления.....	53
3.1.4 Расчет погрешности базирования	54
3.2. Проектирование режущего инструмента.....	55
3.2.1 Исходные данные для проектировки протяжки	55
3.2.2 Определение величины подачи на зуб протяжки.....	55
3.2.4 Определение глубины стружечных канавок протяжки	56
3.2.5 Определение геометрических параметров протяжки	57
3.3 Описание работы контрольного приспособления	60
3.3.1 Выбор схемы контроля.....	60
3.3.2 Разработка схемы приспособления.....	61
3.3.3 Компоновка контрольного приспособления.....	62
3.3.4 Расчет конструктивных параметров пневмоцилиндра привода	63
3.3.5 Расчет приспособления на точность	66
4 ПЛАНИРОВКА УЧАСТКА	68
4.1 Разработка планировки и описание работы участка механической обработки	68
4.1.1 Определение количества оборудования и работающих	68

ВВЕДЕНИЕ

Технология машиностроения — наука, изучающая и устанавливающая закономерности протекания процессов обработки и параметры, воздействие на которые наиболее эффективно сказывается на увеличении производительности процессов обработки и повышении их точности. Основной задачей является изготовление машин заданного качества при наименьших затратах материалов, минимальной себестоимости и высокой производительности. Эта задача может быть произведена путем широкого применения прогрессивных технологических процессов, оснастки и оборудования, средств механизации и автоматизации, станков с программным управлением.

В структуре промышленного производства России удельный вес машиностроения составляет около 20%. Между тем, в зарубежных развитых странах на долю машиностроительных производств приходится от 30 до 50% и более общего объема выпуска промышленной продукции (в Германии – 53,6%, Японии – 51,5%, Англии – 39,6%, Италии – 36,4%, Китае – 35,2%). Пороговым с точки зрения экономической безопасности считается уровень машиностроения в ВВП – 30%. Доходы, получаемые от машиностроительной отрасли, обеспечивают полное техническое перевооружение всей промышленности развитых стран мира каждые 8 - 10 лет.

Основные причины утраты машиностроительным комплексом своего устойчивого положения в экономике страны кроются в снижении экономического потенциала РФ в целом и замедлении темпов научно-технического прогресса и инновационного развития промышленного производства. За прошедшие 20 лет российские машиностроительные предприятия значительно снизили объемы производства и за счет этого потеряли свои позиции на мировых рынках и отечественном рынке. Все это связано с резким снижением интеллектуального и производственного потенциалов данной группы предприятий. Непосредственно снижение производственного потенциала произошло из-за отсутствия инвестиций, что ускорило процессы старения основ фондов (физического и морального).

В современных условиях рыночной экономики промышленные предприятия сталкиваются с проблемой сбыта произведенной продукции. Для этого она должна обладать сочетанием новых свойств, характерных для рыночной экономики: высоким технологическим уровнем, быть качественной и приемлемой по цене.

Машиностроительные предприятия наиболее развитых зарубежных стран ориентируются на интенсивное развитие посредством формирования гибких производственных подразделений, заводов «будущего», которые способны удовлетворить практически любой индивидуальный или массовый запрос потребителей. Наиболее остро встал вопрос решение проблем информационного обеспечения предприятия, в том числе освоение новых принципов конструирования изделий, сокращение времени на освоение новой продукции на основе использования новейших технологий, современного высокопроизводительного оборудования, нового программного обеспечения. Решение этих задач позволило зарубежным

					15.03.05.2021.412.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

машиностроительным производствам быстро реагировать на изменяющиеся условия и потребности рынка.

В качестве примера завода «будущего» рассмотрим американское станкостроительное предприятие «Haas Automation». По объёмам производства Haas Automation является одним из крупнейших производителей станков в мире. Компания специализируется на выпуске токарных станков с ЧПУ, фрезерных станков с ЧПУ, вертикально-обрабатывающих центров и другого металлорежущего оборудования. В цехах механической обработки завода применяются гибкие производственные системы с роботизированными комплексами Fanuc для обеспечения непрерывного цикла производства. Использование станков с автоматическими сменными паллетами позволяет исключить простои и время на наладку станков с ЧПУ. Для обработки крупногабаритных деталей таких как поворотные столы, корпуса электродвигателей для станков модели Haas UMC-1000 применяются станки фирмы Makina имеющие до 10 сменных паллет. Для контроля качества изделий и калибровки мерительного инструмента на заводе Haas существует участок контроля, участок представляет из себя небольшую производственную площадь с постоянной заданной температурой и влажностью, на которой установлены координатно-измерительные машины (КИМ) с системой renishaw которые позволяют производить измерения до 0,0001 мм. Координатно-измерительная машина LK G90-C позволяет измерять отливки длиной до 3,5 м.

Сегодня, когда Россия проводит масштабную политику по возвращению себе позиций мощной индустриальной державы мирового уровня и идет массовое техническое переоснащение и наращивание производственных мощностей предприятий, все больший акцент делается на стремлении выпускать высокотехнологичную продукцию на собственной производственной и сырьевой базе. Предприятия выводятся на новый технологический уровень, идет масштабное обновление производств. Соответственно увеличивается и потребность в новом оборудовании. Учитывая перспективы развития, немецко-японский концерн «DMG-Mori» решил приблизить производство к потребителю, построив в России (г. Ульяновск) совместное сборочное предприятие, теперь станки данной марки являются Российскими. Gildemeister AG является крупнейшим производителем токарных и фрезерных станков с ЧПУ в Германии и во всём мире.

Градообразующее предприятие «УКВЗ» с 80-х годов прошлого столетия широко применяет в производственном процессе зарекомендовавшее себя оборудование компании DMG. В цехах завода используются станки токарной и фрезерной групп, со сроком эксплуатации от 35 лет и до 5 лет, что говорит о его надежности. Для разрабатываемого технологического процесса предлагается использовать оборудование на Ульяновского станкостроительного завода, а именно токарный с ЧПУ СТХ 310 ecoline, фрезерный с ЧПУ DMC 635 V ecoline, токарный с ЧПУ СТХ alpha 300. Наиболее подходящие по своим техническим возможностям и характеристикам для изготовления данной детали. Станки токарной группы могут выполнять ряд токарных и фрезерных операций, позволяющих вести обработку

					15.03.05.2021.412.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

вращающимся инструментом в осевом и радиальном направлении за счет приводных станций и наличия 3-й координатной оси «Y».

Целью выпускной квалификационной работы является закрепление, углубление и обобщение знаний, полученных студентами во время лекционных и практических занятий по дисциплине «Технология машиностроения», а также выполнение проектирования технологического процесса изготовления детали «Ударная втулка» с внесением усовершенствований в базовый технологический процесс, используемый на предприятии.

Задачи работы:

- разработать технологический процесс изготовления детали, выполнить размерный анализ разработанного технологического процесса, произвести расчет режимов резания и рассчитать нормы времени для технологических операций;
- Спроектировать участок механической обработки детали и описать мероприятия по охране труда на производстве.

Объект работы – процесс проектирования участка механической обработки детали «Ударная втулка». Результаты дипломной работы можно использовать на производстве для более эффективного изготовления детали «Ударная втулка».

									Лист
									11
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2021.412.00.000 ПЗ				

1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ

1.1 Назначение и описание работы агрегата. Служебное назначение детали

Деталь «Ударная втулка», изображённая на рисунке 1, входит в состав сборочной единицы «Накольник», которая предназначена для прорыва мембраны, инициирующей спусковой механизм затворной системы пневмогидравлического агрегата. Функционально, деталь «Ударная втулка» является корпусом сборочной единицы «Накольник», что говорит о ее высокой значимости в узле. Отверстия диаметром 3 мм необходимы для фиксации зацепов пружины, установленной в отверстии $\varnothing 27H10$ и ориентации рычага детали в сборе, относительно установленного внутри квадратного отверстия $\square 6H10$ детали «Кулачек». Поверхность $\varnothing 29,8$ является базовым направлением для движения детали «Корпус», с упором в торец размера $7H14$, а 4 резьбовых отверстия служат для закрепления детали «Рукоятка».

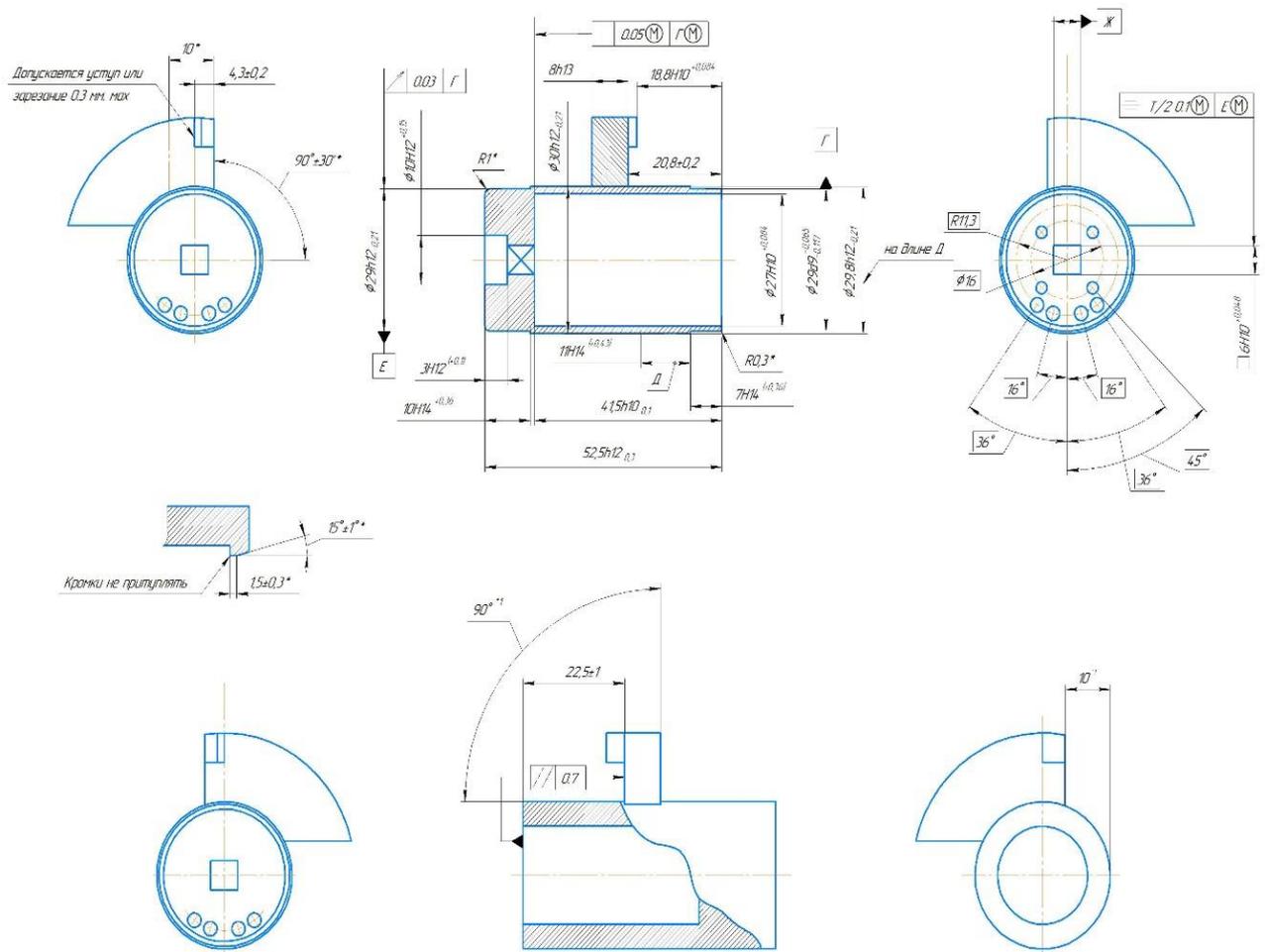


Рисунок 1 – Эскиз детали «Ударная втулка»

						Лист
						12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2021.412.00.000 ПЗ	

1.2. Служебное назначение детали и технические требования предъявляемые к ней

Марка материала из которой изготавливается деталь "Ударная втулка"— сталь коррозионно–стойкая, обыкновенная 09Х16Н4Б ГОСТ 5632–72. Она используется для изготовления высокопрочных металлических конструкций, штампованных и сварных изделий. Все детали из такой стали создаются для эксплуатации в суровых климатических условиях, системах с высоким давлением и с агрессивными средами. Химический состав стали указан в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Химический состав стали

Содержание элементов в %						
Материал	Углерод, С	Марганец, Mn	Сера, S	Фосфор, P	Хром, Cr	Кремний, Si
Сталь 09Х16Н4Б ГОСТ 5632-72	0,08-0,12	до 0,05	До 0,015	до 0,03	15-16.5	до 0,06

Механические свойства стали 09Х16Н4Б приведены в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Механические свойства стали

Материал	Предел прочности, $\sigma_{0,2}$, МПа	Предел прочности на разрыв, σ_B , МПа	Относительное удлинение, δ_5 , %	Относительное сужение, ψ , %	Твердость по Бринеллю, НВ
Сталь 09Х16Н4Б ГОСТ 5632–72	784	931	7	35	269 - 302

Технологические свойства стали 09Х16Н4Б ГОСТ 5632–72:

- хорошо сваривается;
- хорошо обрабатываемая в холодном состоянии;
- хорошо обрабатывается при штамповке;

Выводы по части один

В данной части были рассмотрены исходные данные для выпускной квалификационной работы, служебное назначение детали и положения детали в узле. Также был проанализирован материал из которого производится выполнения деталь.

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Анализ технологичности детали

К повышению себестоимости и трудозатранности детали приводит увеличение допусков на обработку и повышение класса шероховатостей обработанных поверхностей. Это объясняется тем, что:

- с добавлением дополнительных операций и переходов возрастает основное время;
- растет вспомогательное время, взаимосвязанное с закреплением, выверкой положения детали относительно станка, сборкой и привязкой режущего инструмента;
- применяются более точные и технически сложные, а значит и дорогостоящие станки;
- увеличиваются материальные издержки на режущий инструмент.

Чем меньше трудоемкость и себестоимость изготовления детали, тем она более технологична.

Технологичная конструкция изделия обязана предусматривать наиболее передовые способы получения заготовки с размерами и формами более близкими к готовому изделию, обеспечивающие наиболее высокий коэффициент использования материала и наименьшую трудоемкость при изготовлении.

Общая технологичность конструкции изделия расценивается следующими критериями:

- трудоемкость, то есть время, затраченное на производство изделия;
- коэффициент использования материала;
- себестоимость изготовления для производства;
- возможность нормального подвода и отвода режущего инструмента при обработке.

Технологичность заготовки должна предусматривать:

- скругление острых кромок;
- свойства поверхности и материала к задаваемым параметрам изделия;
- соответствие коррозионной стойкости и прочности;

Проводя анализ технологичности детали «Ударная втулка» эскиз представлен на рисунке 2, ее можно отнести к нетехнологичной. Потому что геометрия детали не позволяет экономично использовать материал заготовки тем самым иметь хороший пока КИМ, в имеющейся технологии он составляет всего 0,15. Так выполнение отдельных элементов детали требует разнообразного малоразмерного инструмента, что значительно сказывается при высокой твердости детали на системе СПИД при обработке. Для обеспечения технических требований делается больше переходов и установов детали, чтобы добиться соответствия допусков и шероховатости.

					15.03.05.2021.412.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

Автоматизированность базового используемого на предприятии технологического процесса можно считать низкой по следующим причинам:

– применение приспособлений с механическим зажимом детали при изготовлении и контроле;

– применение при обработке морально устаревшего фрезерного оборудования с ЧПУ.

– отсутствие полноценного использования технических возможностей применяемых современных станков с ЧПУ.

Эти причины приводят к увеличению основного времени, вспомогательного времени, что в свою очередь повышает трудоемкость и себестоимость изготовления детали.

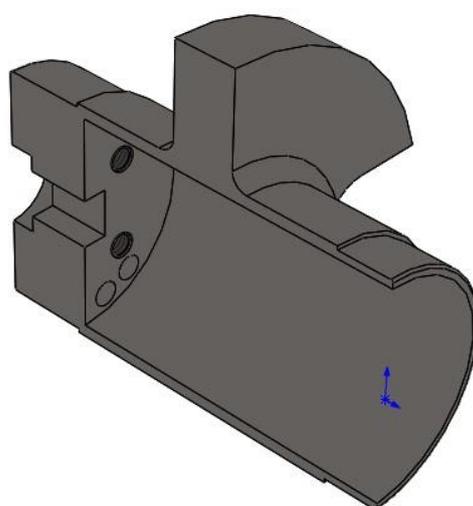


Рисунок 2 – Трехмерный эскиз детали «Ударная втулка»

2.2 Анализ действующего технологического процесса.

2.2.1 Анализ документации действующего технологического процесса

В структуру технологической документации на предприятии обычно входят маршрутные карты, описывающие перемещение детали в процессе обработки между операциями, применяемые станки и приспособления, операционные карты, в которых отображается содержание каждой операции, используемого режущего, мерительного и вспомогательного инструмента, а также технологические карты эскизов обработки.

Нередко для сокращения размеров документации все технологические карты соединяют. Для проведения анализа технологического процесса необходимо отдельно разобрать маршрутную и операционную карты.

					15.03.05.2021.412.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

В действующем(заводском) варианте технологического процесса детали «Ударная втулка» маршрутная карта включает в себя 11 операций с указанием станков, в бланках имеются незначительные ошибки в виде отсутствия обозначений шифра изделия.

Операционная технология детали включает в себя 35 бланков, выполненных по ГОСТ 3. 1118-82 форма 1б с описанием технологии изготовления детали «Ударная втулка». Операционные эскизы представлены на 8 картах эскизов, выпиленных по ГОСТ 3.1105-84 форма 8а. В процессе анализа карт эскизов были найдены следующие ошибки:

– в операциях, выполненных на оборудовании с ЧПУ отсутствуют координаты исходного положения инструмента и схемы применяемого инструмента;

Титульный лист исходного технологического процесса выполнен на соответствующем ГОСТ 3.1105-84 форма 2.В ходе анализа титульного листа ошибок найдено не было.

2.2.2 Анализ оборудования, режущего инструмента, оснастки, применяемой в базовом варианте технологического процесса изготовления детали

В базовом технологическом процессе для обработки детали «Ударная втулка» для фрезерной операции применяется устаревшее оборудования с ЧПУ 80 - х годов выпуска, которое имеет ряд недостатков по сравнению с новыми инновационными решениями в сфере производства. На производстве из-за старого, не автоматизированного оборудования, применяется метод пробных проходов, метод промежуточного контроля и т.д., что значительно увеличивает время обработки, необходимы рабочие высокой квалификации. Это всё увеличивает издержки производства, а, следовательно, и себестоимость детали.

Операция 010 Токарная с ЧПУ выполняется на станке фирмы DMG Mori модель NEF 400.Обработка происходит за 1 установ и 2 перехода. На операции в качестве режущего инструмента используются нормализованные по ГОСТ резцы с напаянными пластинами. Для закрепления детали используется токарный трехкулачковый патрон диаметром 200 мм.

Операция 015 Токарная с ЧПУ выполняется на станке фирмы DMG Mori модель NEF 400.Обработка происходит за 1 установ и перехода. На операции в качестве режущего инструмента применяется проходные и расточные резцы, нормализованные по ГОСТ. Для закрепления детали используется токарный трехкулачковый патрон диаметром 200 мм.

Операция 020 Токарная с ЧПУ выполняется на станке фирмы DMG Mori модель NEF 400.Обработка происходит за 1 установ и 6 переходов. На операции в качестве режущего инструмента применяется проходные и расточные резцы, нормализованные по ГОСТ, для сверления отверстий применяется центровка и сверло Ø 4 мм. Для закрепления детали используется токарный трехкулачковый патрон диаметром 200 мм.

										Лист
										16
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2021.412.00.000 ПЗ					

Операция 025 Электроэрозионная выполняется на электроэрозионном – проволочном станке, конкретная модель в карте технологического процесса не указана. В данной операции путем выжигания получают квадратное отверстие $\square 6H10$.

Операция 030 Токарная с ЧПУ выполняется на станке фирмы DMG Mori модель NEF 400. Обработка происходит за 1 установ и 5 переходов. На операции в качестве режущего инструмента используются токарные проходные и расточные резцы, нормализованные по ГОСТ. Для закрепления детали используется токарный трехкулачковый патрон диаметром 200 мм.

Операция 035 Фрезерная с ЧПУ выполняется на вертикально-фрезерном станке с ЧПУ FQS 400. Обработка происходит за 1 установ и 2 перехода. На операции в качестве режущего инструмента применяется твердосплавная концевая фреза диаметром 8 мм. Для закрепления детали используется универсальный трехкулачковый патрон с механизированным зажимом, для ориентации детали применяются элементы из набора УСП-12.

Операция 040 Фрезерная с ЧПУ выполняется на вертикально-фрезерном станке с ЧПУ FQS 400. Обработка происходит за 1 установ и 5 переходов. На операции в качестве режущего инструмента применяется центровки, сверла, зенкер нормализованные по ГОСТ. Для закрепления детали используется универсальный трехкулачковый патрон с механизированным зажимом, для ориентации детали применяются элементы из набора УСП-12.

Операция 045 Слесарная выполняется на слесарном верстаке. В операции зачищаются заусенцы, притупливаются острые кромки и нарезается резьба ручными метчиками.

Операция 050 Маркирование, в данной операции производится маркировка детали ударным способом с помощью набора букв и цифр.

Операция 055 Контрольная выполняется на контрольном столе. В этой операции производится контроль всех размеров детали контрольным инструментом, указанным в технологическом процессе. Контроль биения производится непосредственно на станке между операциями обработки с помощью индикатора рычажно-зубчатого типа, изображен на рисунке 3.

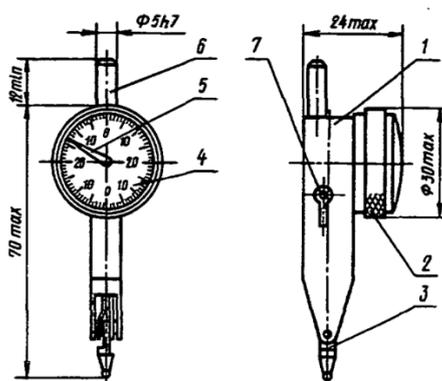


Рисунок 3 – Индикатор рычажно-зубчатого типа.

2.2.3 Выводы из анализа и предложения по разработке проектного технологического процесса

Выше были описаны основные операции и особенности технологического процесса, используемого в данный момент на предприятии «АО УКВЗ» из этого мы делаем вывод и предлагаем внести некоторые изменения и разработать проектный технологический процесс с учетом данных изменений. Ниже представлены предложение по улучшению технологического процесса изготовления детали «Ударная втулка»:

- замена устаревшего оборудования ЧПУ на более функциональное;
- сконцентрировать операции(переходы);
- заменить сварную конструкцию(заготовку) на штамповку;
- спроектировать специальный инструмент – протяжку;
- подобрать инструмент с механическим крепление пластин взамен старому;
- подобрать сверла и метчики импортного производства из сплавов, обеспечивающих большую стойкость при обработке;
- выполнить нарезку резьбы машинным способ на станке;

2.3 Разработка проектного технологического процесса

2.3.1 Выбор вида и обоснование метода получения исходной заготовки

В базовом технологическом техпроцессе заготовкой является – сварная конструкция, состоящая из 2-х деталей, что значительно увеличивает трудоемкость изготовления данной детали, из-за сварочных работ, сложной термообработки и предварительной мех. обработки. Кроме этого, возникает вопрос о необходимости сварной конструкции, если заготовку для данной детали технологичнее получать методом штамповки, а прочностные характеристики могут быть качественнее у цельной заготовки чем у сварной.

На основании чего в качестве заготовки в дипломной работе предлагается использовать штамповку, с целью снижения затрат по трудоёмкости а, именно механической обработки, исключение сварочных работ, термической обработки, уменьшение приобретения сортамента основного и вспомогательного материала.

В современных условиях производства одним из приоритетных направлений развития технологии механической обработки является получение заготовки с экономически обоснованными конструктивными формами, обеспечивающими возможность применения наиболее прогрессивных и экономичных способов их обработки, т.е. обработки с наибольшей производительностью и наибольшим коэффициентом использования материала. Определение заготовки для дальнейшей механической обработки является одним из главных вопросов разработки технологического процесса изготовления детали.

Для нашей детали выбираем заготовку – штамповку. Этот вид заготовок получается обработкой металла давлением поэтому меняются физико-механические

					15.03.05.2021.412.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

свойства металла, увеличивается жесткость, прочность, сопротивление износу. Материал детали характеризуется возможностью хорошей обработкой давлением.

Заготовку этого типа возможно получать при помощи разных методов. В данном проекте будем использовать метод штамповки на кривошипном горячештамповочном прессе (КГШП). Штамповка обладает рядом преимуществ в зависимости от свободнойковки: более однородная структура металла, размеры наиболее близки к окончательным, уменьшается расход материала, себестоимость штамповки ниже чем ковкой заготовки, процесс штампования происходит намного быстрее по времени чем при ковке, требуются менее квалифицированные рабочие кадры, возможность получение нескольких заготовок за один ход пресса, одна плоскость разъема штампа, в отличие от штамповки на горизонтально-ковочной машине (ГКМ). Этот метод позволяет получить заготовку по 14 качеству точности, с шероховатостью Rz 200. На рисунке 4 изображена форма заготовки, из которой производится изделие.

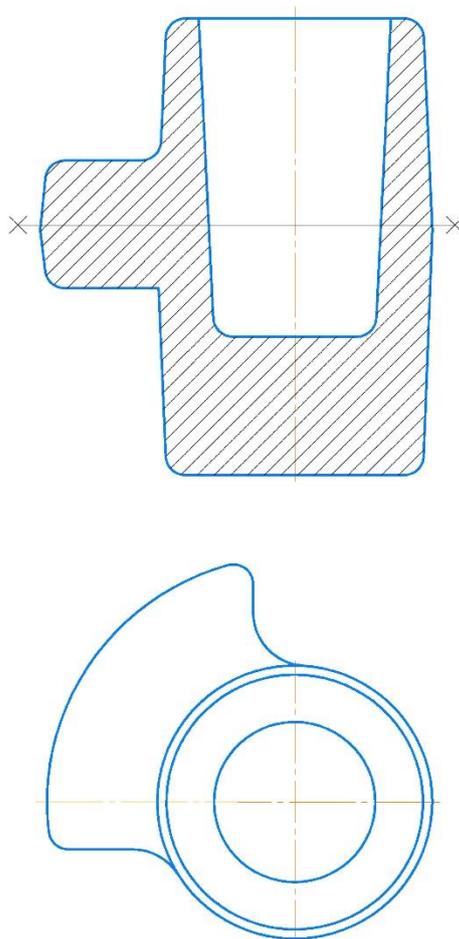


Рисунок 4 – Форма заготовки

2.3.2 Разработка маршрута, плана операций и переходов проектного технологического процесса

Для установления последовательности обработки детали «Ударная втулка» проанализируем базовые поверхности изделия. Базовые плоскости подразделяются на вспомогательные, функциональные и главные. Главными базовыми плоскостями считаются поверхности: $\varnothing 29h12$, торец размера $52,5h12$. Функциональная базовая поверхность – резьбы МЗ-7Н. Оставшиеся поверхности – являются вспомогательными базовыми поверхностями.

Вначале осуществляется предварительная обработка всех вспомогательных базовых поверхностей, после – обработка главных базовых поверхностей, и затем производится чистовая обработка базовых и вспомогательных поверхностей. В завершении производится обработка функциональных базовых поверхностей.

Для определения методов и количества переходов применяется табличный метод [12].

Диаметральные размеры:

- 1) $\varnothing 29h12$; $Ra=6,3$;
 - а) точение предварительное IT 12, $Rz = 100$;
 - б) точение получистовое IT 11, $Rz = 50$;
 - в) точение чистовое IT 8, $Ra = 6,3$;
 - 2) $\varnothing 30h12$; $Ra=25$;
 - а) точение предварительное IT 12, $Ra = 6,3$;
 - 3) $\varnothing 29d9$; $Ra=3,2$;
переходы см. позицию 1.
 - 4) $\varnothing 27H10$; $Ra=6,3$; совмещается с обработкой торца размера $41,5h10$
 $Ra=6,3$
 - а) растачивание предварительное IT 12, $Rz = 100$;
 - б) растачивание получистовое IT 10, $Rz = 25$;
 - в) растачивание чистовое IT 9, $Ra = 6,3$;
 - 5) $\varnothing 10H12$; $Ra=6,3$; совмещается с обработкой торца размера $3H12$
 $Ra=12,5$
переходы см. позицию 4.
 - б) R 59; $Ra=12,5$;
 - а) фрезерование предварительное IT 13, $Rz = 100$;
 - б) фрезерование чистовое IT 10, $Ra = 12,5$;
 - 7) $\square 6H10$ $Ra=12,5$;
 - а) строгание предварительное IT 13, $Rz = 100$;
 - б) строгание чистовое IT 10, $Ra = 12,5$;
- Обработка резьб МЗ – 7Н;
- а) сверление IT 12, $Rz = 100$.
 - б) нарезка метчиком IT 6, $Rz = 6,3$;
- 9) Обработка отверстий $\varnothing 3H14$; $Ra= 12,5$ с обеспечением линейного размера R 11,3, 36° , 16° ;
- а) сверление IT 12, $Rz = 100$.

					15.03.05.2021.412.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

б) зенкерование IT 11, Ra = 12,5.

Линейные размеры:

1) Размер 52,5h12; торец левый Ra=12,5; торец правый Ra=1,6

Торец левый:

а) торцевое точение предварительное IT14; Rz=200;

б) торцевое точение получистовое IT12; Rz=100;

в) торцевое точение чистовое IT9; Ra=1,6.

Торец правый:

а) торцевое точение предварительное IT14; Rz=200;

б) торцевое точение получистовое IT 12; Rz=100;

в) торцевое точение предварительное IT9; Rz=25;

г) торцевое точение тонкое IT7; Ra=1,6;

2) Размер 41,5h10; торец левый Ra=6,3; торец правый Ra=1,6

Обработка левого торца совмещена с обработкой Ø27H10 переходы см. позицию 1;

Обработка правого торца переходы см. позицию 1 торец правый.

3) Размер 10H14; торец левый Ra=12,5; торец правый Ra=12,5

Обработка торца левого смотри позицию 1; обработка торца правого переходы см. позицию 1 торец левый.

4) Размер 7H14; торец левый Ra=12,5; торец правый Ra=12,5

Обработка торца правого смотри позицию 1; обработка торца левого переходы см. позицию 1 торец левый.

5) Размер 3H12; торец левый Ra 12,5; торец правый Ra 12,5

Обработка торца левого смотри поз.1; торец левый.

б) Размер 8h13; торец левый Ra 12,5; торец правый Ra 12,5

а) фрезерование предварительное IT 13, Rz = 100;

б) фрезерование чистовое IT 10, Ra = 12,5;

2.3.4 Выбор оборудования для реализации технологического процесса

Операция 000 Заготовительная. Штамповка на КГШП.

Операция 005 Токарная.Токарно-винторезный универсальный станок SN-32.

Точение черновое Ø 29h12, Ø30h12, с черновой подрезкой торцов размеров 10.

Операция 010 Токарная с ЧПУ.Обрабатывающий центр DMG CTX 310 ecoline.

Точение черновое, чистовое Ø 29,8 h12 с черновой, чистовой подрезкой торца размера 10. Черновая, чистовая подрезка торца размера 18,8H10. Получистовое, чистовое точение размеров Ø 29d9 с подрезкой торца 7H14. Черновое сверление Ø27 и размера 41,5. Получистовое, чистовое растачивание Ø27H10 и размера 41,5h10. Черновое, чистовое фрезерование размеров Ø58h14, 22, Ø30h11, R5, черновое фрезерование размера 4,3.

Операция 015 Токарная с ЧПУ. Обрабатывающий центр DMG CTX alpha 300.

					15.03.05.2021.412.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

Точение полуцистовое, чистовое $\varnothing 30h12$ с полуцистовой, чистовой подрезкой торца размера 10. Полуцистовая, чистовая подрезка торца $52,5H12$. Полуцистовое, чистовое точение размера $\varnothing 29h12$ и торца $10h14$. Полуцистовое сверление отверстия $\varnothing 6$. Полуцистовое, чистовое растачивание $\varnothing 10h12$. Прошивание отверстия $\square 6H10$. Чистовое сверление 4 отверстий $\varnothing 3H14$ на проход. Чистовое сверление отверстий под нарезание резьбы $\varnothing 2,46$. Нарезание резьбы МЗ-7Н.

Операция 020 Фрезерная с ЧПУ. Обрабатывающий центр DMG 635V ecoline. Полуцистовое, чистовое фрезерование размеров $4,3 \pm 0,2$, R5. Черновое, чистовое фрезерование размеров $6 \pm 0,2$, 20,8, 4,3. Чистовое фрезерование торца 20,8 и R2, сохраняя $\varnothing 30h11$. Чистовое фрезерование размера $1,5 \pm 0,3$ угла 15° .

Операция 025 Слесарная.

Операция 030 Контрольная.

2.3.5 Размерный анализ разработанного технологического процесса

Размерный анализ производится по методу профессора Матвеева В.В. [1]

Размерный анализ выполняется в следующей очерёдности:

- преобразуется чертёж детали в 2 проекциях, на ось OX и ось OZ в системе координат XOZ;
- намечается маршрут обработки детали по операциям;
- вычерчиваются схемы размеров по осям OX и OZ;
- записываются уравнения размерных цепей и производится их расчет.

Окончательный чертёж детали изображен в 2 проекциях: на ось OX – в соответствии с рисунком 5 и на ось OZ – в соответствии с рисунком 6, в системе координат XOZ.

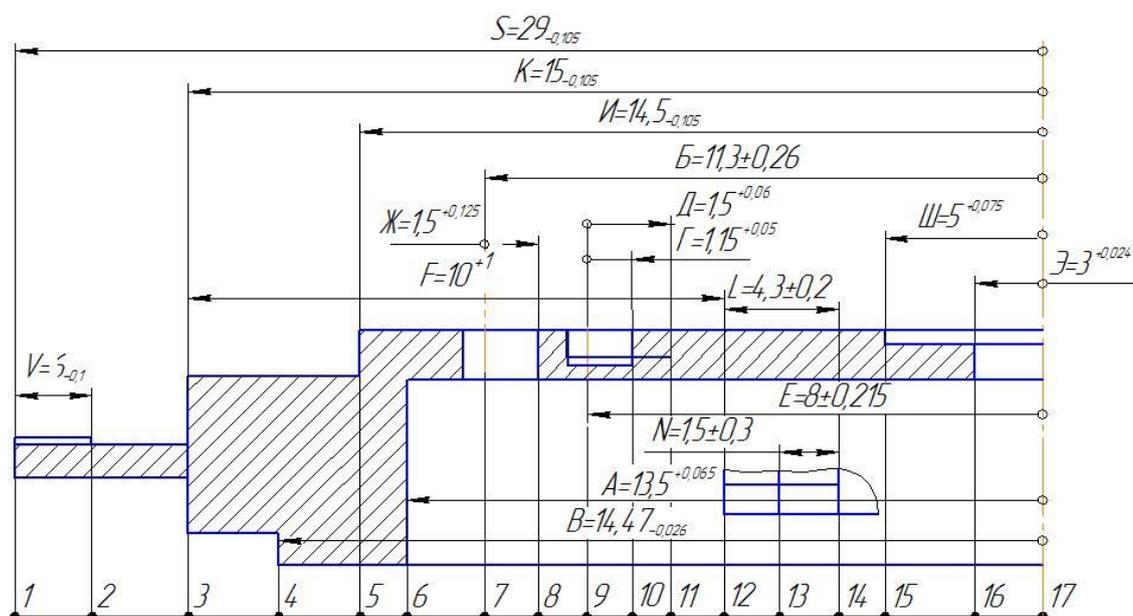


Рисунок 5 – Преобразованный чертёж на ось OX

					15.03.05.2021.412.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

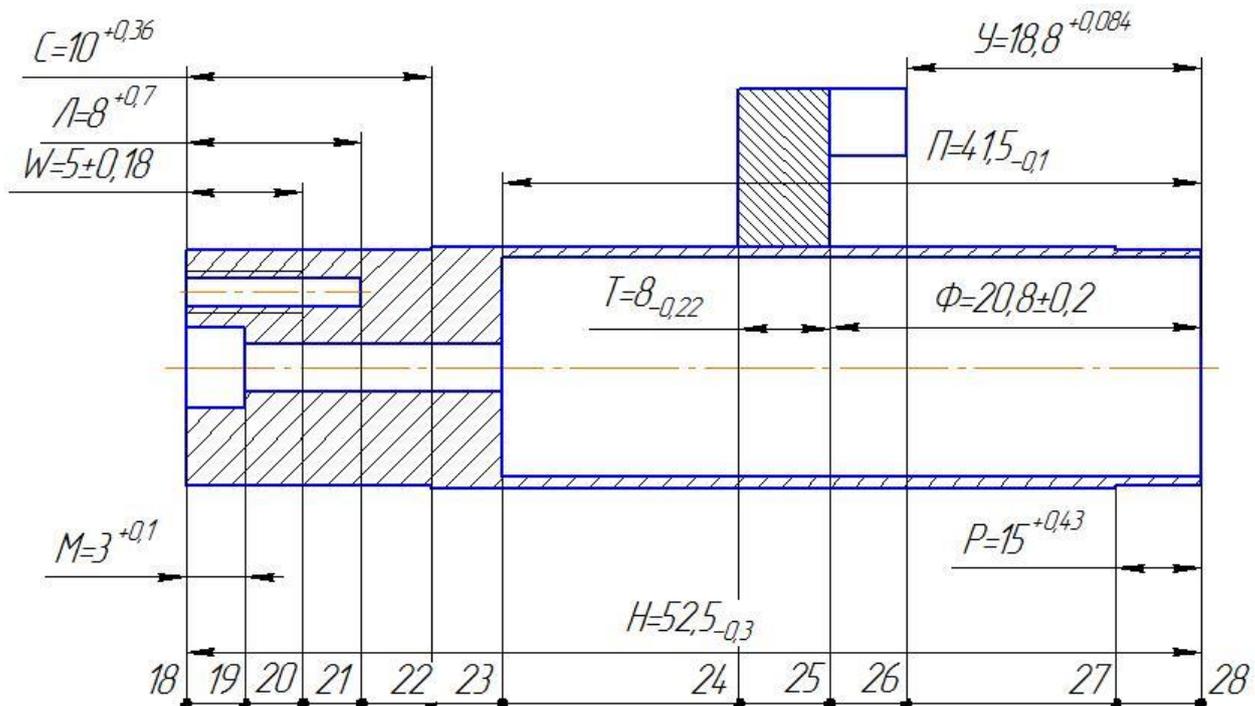


Рисунок 6 – Преобразованный чертёж на ось OZ

Таблица 2.1 – Маршрут обработки детали

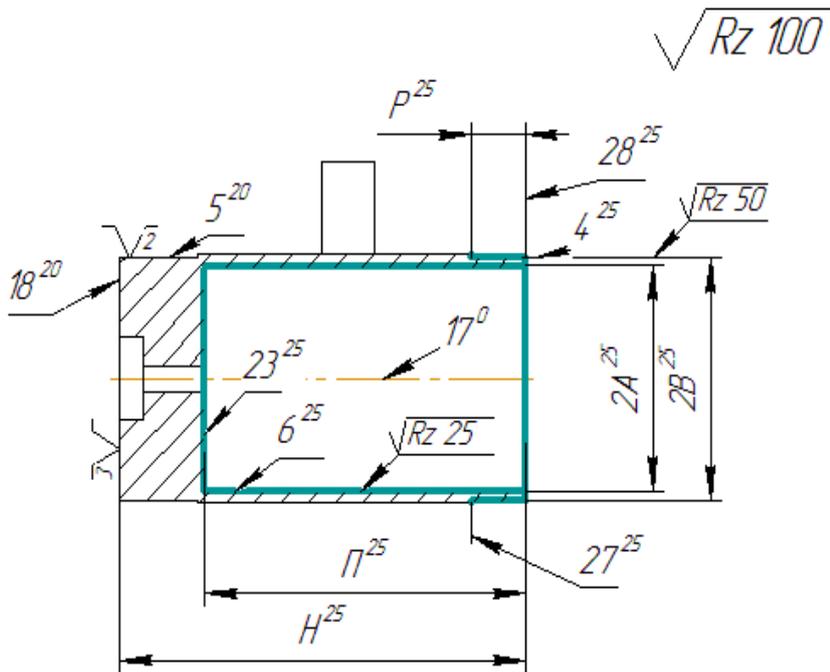
000 Заготовительная		<p> $TP^0=0,62$ $TGG^0=0,52$ $TY^0=0,52$ $TH^0=0,74$ $TF^0=0,36$ $TS^0=0,37$ $T2A^0=0,52$ $T2K^0=0,52$ $\odot 3^0 17^0=0,4$ $\odot 6^0 17^0=0,4$ $\odot 1^0 17^0=0,6$ $\perp 28^0 17^0=0,2$ </p>
---------------------	--	---

Продолжение таблицы 2.1

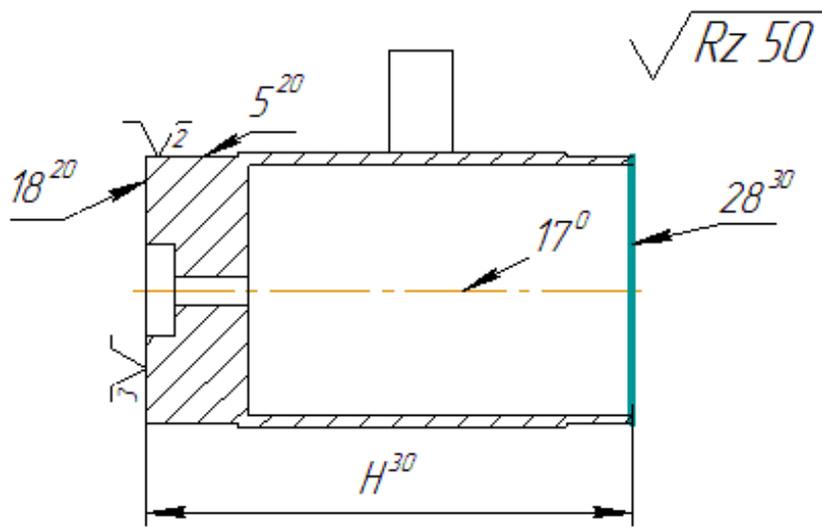
<p>005 Токарная</p>		<p> $TM^5=0,25$ $TC^5=0,36$ $T2K^5=0,21$ $T2И^5=0,21$ $T2Ш^5=0,12$ $TH^5= TH^5_{табл}$ $+Δ^0_{28}=0,74+0,2=0,94$ $◎3^5 6^0=0,16$ $◎5^5 6^0=0,16$ $◎15^5 6^0=0,1$ $⊥18^5 5^5=0,2$ </p>
<p>010 Токарная с ЧПУ</p>		<p> $TP^{10}=0,36$ $ТП^{10}=0,62$ $T2A^{10}=0,21$ $T2B^{10}=0,21$ $TH^{10}= TH^{10}_{табл}$ $+Δ^5_{18}=0,74+0,2=0,94$ $◎6^{10} 5^5=0,16$ $◎4^{10} 5^5=0,16$ $⊥28^{10} 4^{10}=0,2$ $⊥23^{10} 4^{10}=0,2$ </p>

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Продолжение таблицы 2.1



$TP^{25}=0,15$
 $ТП^{25}=0,25$
 $T2A^{25}=0,084$
 $T2B^{25}=0,13$
 $TH^{25}= TH^{25}_{табл}$
 $+\Delta^{20}_{18}=0,3+0,02=$
 $0,32$
 $\odot 6^{25}5^{20}=0,06$
 $\odot 4^{25}5^{20}=0,1$
 $\perp 28^{25}4^{25}=0,08$
 $\perp 23^{25}4^{25}=0,08$



$TH^{30}= TH^{30}_{табл}$
 $+\Delta^{20}_{18}=0,074+0,0$
 $2=0,094$
 $\perp 28^{30}4^{30}=0,02$

Продолжение таблицы 2.1

		$\sqrt{Rz\ 25}$ $TP^{35}=0,036$ $TP^{35}=0,062$ $T2A^{35}=0,052$ $T2B^{35}=0,033$ $TH^{35}=TH^{35}_{табл}$ $+\Delta^{20}_{18}=0,03+0,02=0,05$ $\odot 6^{35}5^{20}=0,04$ $\odot 4^{35}5^{20}=0,02$ 5 $\perp 28^{35}4^{35}=0,00$ 8 $\perp 23^{35}4^{35}=0,02$
<p>015 Токарная с ЧПУ</p>		$\sqrt{Rz\ 100}$ $T2И^{15}=0,13$ $T2Ш^{15}=0,048$ $T2Э^{15}=0,18$ $TC^{15}=0,15$ $TM^{15}=0,1$ $TH^{15}=TH^{15}_{табл}$ $+\Delta^{10}_{28}=0,3+0,2=0,5$ 5 $\odot 5^{15}6^{10}=0,1$ $\perp 18^{15}5^{15}=0,08$ $\equiv 16^{15}5^{15}=0,16$

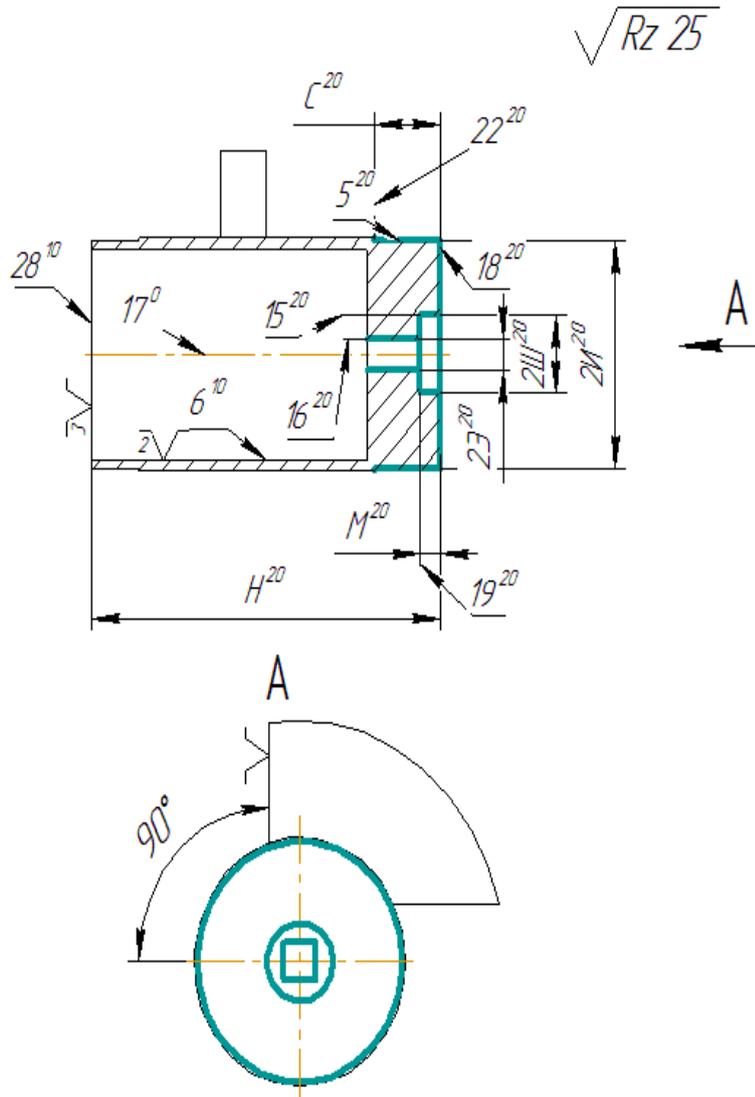
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2021.412.00.000 ПЗ

Лист

26

Продолжение таблицы 2.1



- $T2H^{20}=0,033$
- $T2Ш^{20}=0,036$
- $T2Э^{20}=0,048$
- $TC^{20}=0,036$
- $TM^{20}=0,025$
- $TH^{20}= TH^{20}_{табл}$
- $+Δ^{10}_{28}=0,074+0,2$
- $=0,274$
- $◎5^{20}6^{10}=0,02$
- 5
- $◎15^{20}6^{10}=0,0$
- 25
- $≡16^{20}5^{20}=0,04$
- $⊥18^{20}5^{20}=0,02$

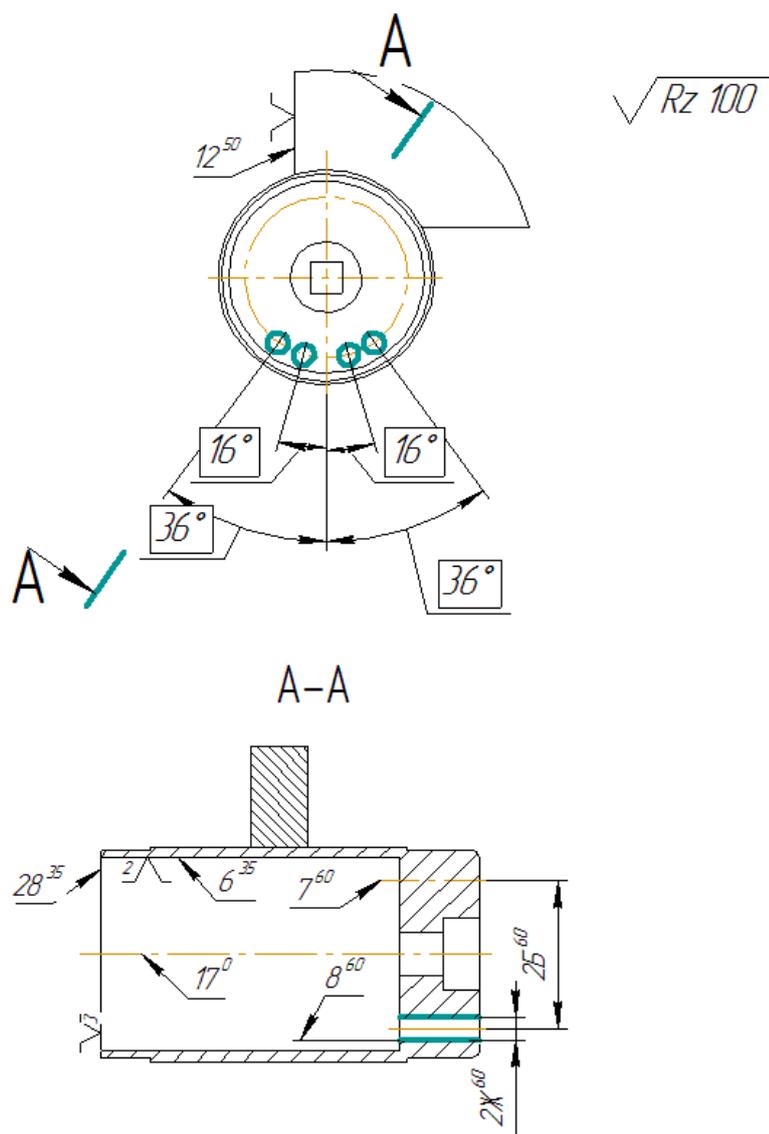
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2021.412.00.000 ПЗ

Лист

27

Продолжение таблицы 2.1



$T2B^{60}=0,52$
 $T2Ж^{60}=0,1$

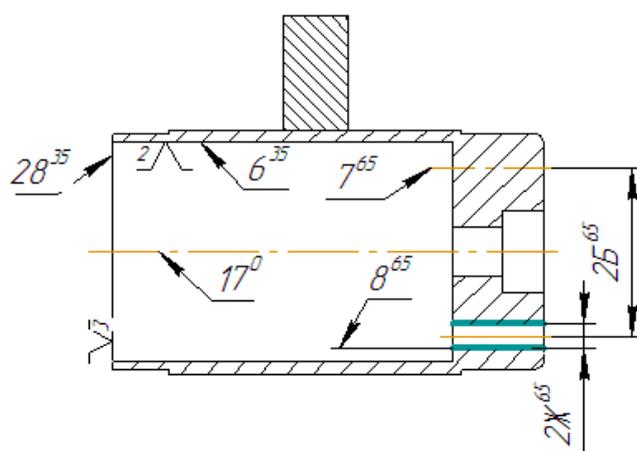
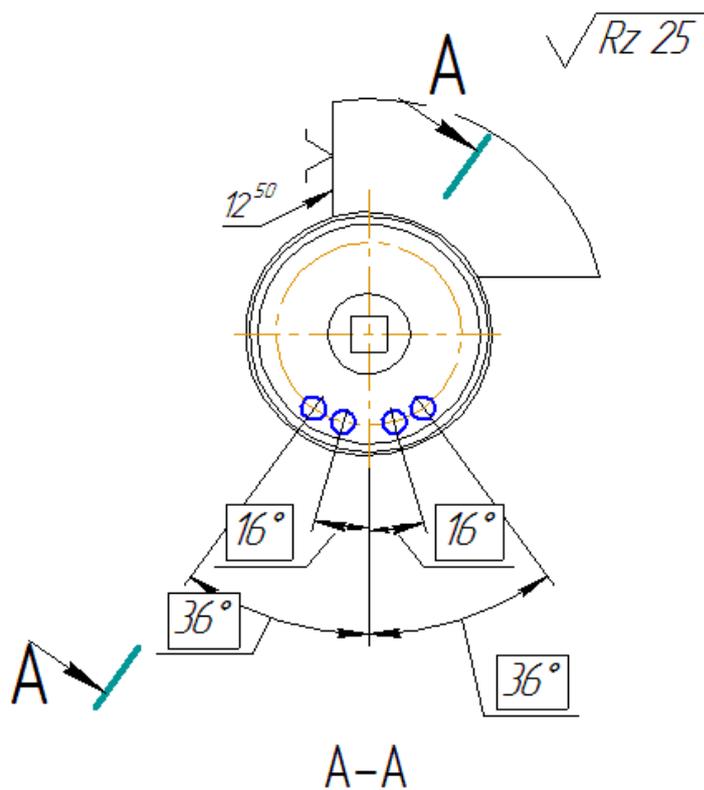
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2021.412.00.000 ПЗ

Лист

28

Продолжение таблицы 2.1



$T2B^{65}=0,52$
 $T2Ж^{65}=0,04$

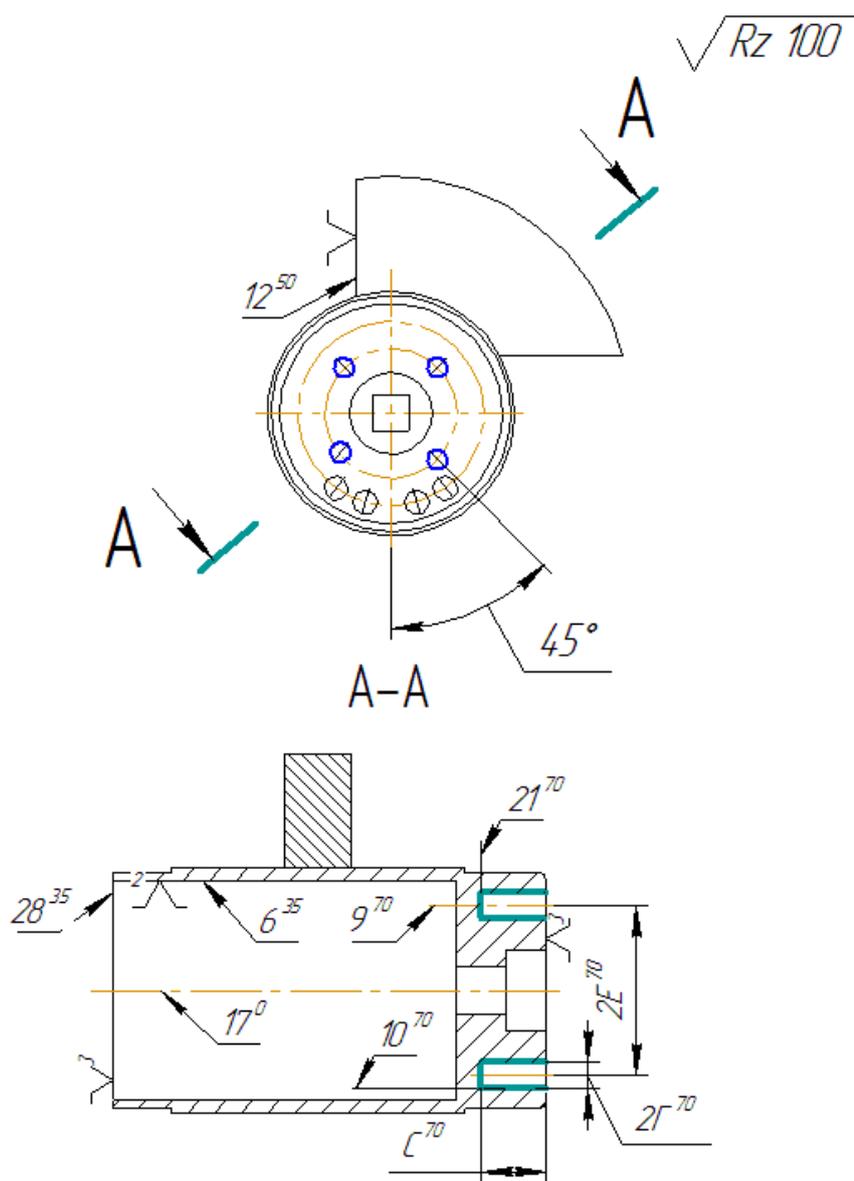
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2021.412.00.000 ПЗ

Лист

29

Продолжение таблицы 2.1



$T2\Gamma^{70}=0,1$
 $T2E^{70}=0,43$

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

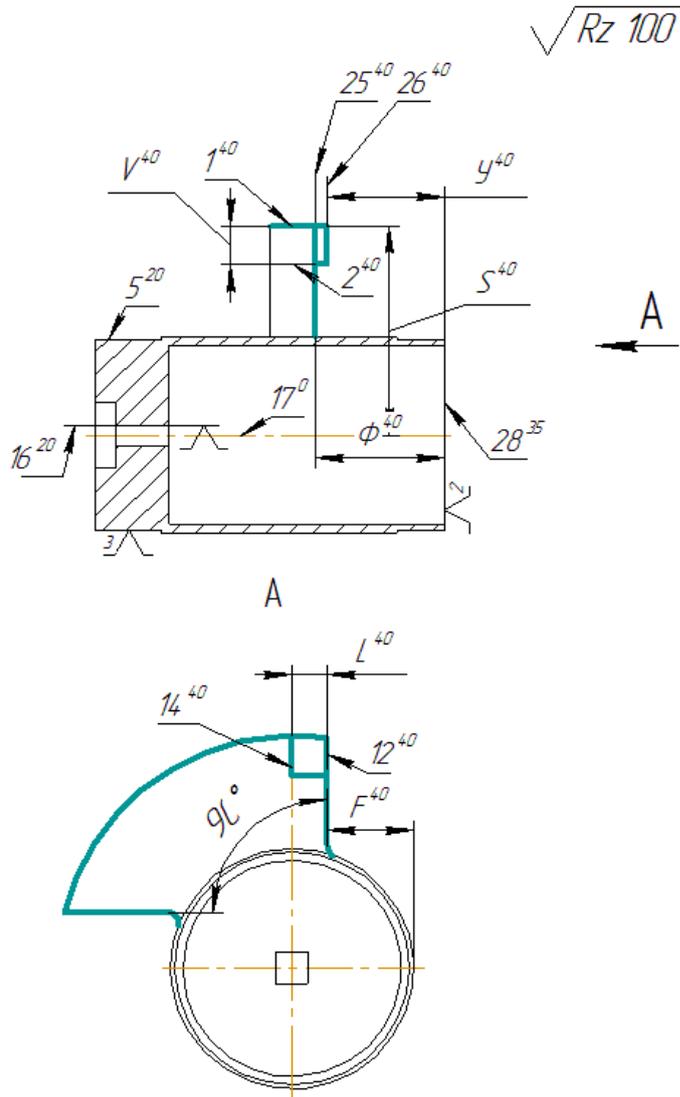
15.03.05.2021.412.00.000 ПЗ

Лист

30

Продолжение таблицы 2.1

040 Фрезерная с ЧПУ



$\sqrt{Rz\ 100}$
 $TL^{40}=0,18$
 $TF^{40}=0,062$
 $TS^{40}=0,23$
 $TV^{40}=0,18$
 $TU^{40}=TU^{40}_{\text{табл}}$
 $+\Delta^{35}_{28}=0,33+0,00$
 $8=0,338$
 $T\Phi^{40}=$
 $T\Phi^{40}_{\text{табл}}$
 $+\Delta^{35}_{28}=0,33+0,00$
 $8=0,338$
 $\odot 1^{40}5^{20}=0,1$
 $\perp 25^{40}5^{20}=0,16$

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

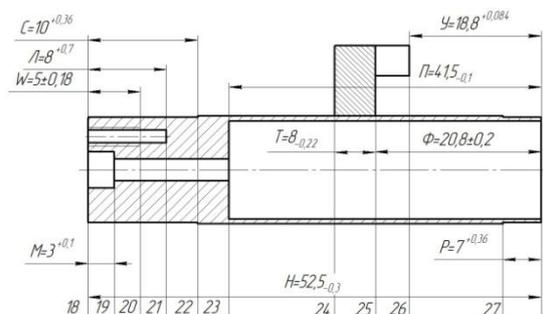
15.03.05.2021.412.00.000 ПЗ

Лист

31

На рисунках 7 и 8 изображены размерные схемы по оси OZ и OX.
На рисунке 9 изображена схема пространственных отклонений.

					15.03.05.2021.412.00.000 ПЗ	Лист
						32
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



№шп	Zi	TAi	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
020 Фр. с. ФНУ	$[z_{24}^{55}]$ $I=0,26$	$\Pi^{55}_{-0,0098}$							T^{55}				
	$[z_{26}^{50}]$ $I=0,26$	$\rho^{50}_{-0,0092}$							$[Z_{26}^{50}]$	y^{50}			
	$[z_{25}^{50}]$ $I=0,26$	$\rho^{50}_{\pm 0,046}$							$[Z_{25}^{50}]$		ϕ^{50}		
	$[z_{24}^{45}]$ $I=0,5$	$\Pi^{45}_{-0,28}$							T^{45}				
015 Токер с. ФНУ	$[z_{26}^{40}]$ $I=0,5$	$\rho^{40}_{-0,338}$							$[Z_{26}^{40}]$	y^{40}			
	$[z_{26}^{40}]$ $I=0,5$	$\rho^{40}_{\pm 0,169}$							$[Z_{26}^{40}]$		ϕ^{40}		
	$[W^{75}]$ $I=0,18$				W^{75}								
	$[l^{70}]$ $I=0,25$				l^{70}								
010 Токер с. ФНУ	$[z_{18}^{20}]$ $I=0,16$	$\rho^{20}_{-0,025}$							M^{20}				
	$[z_{19}^{20}]$ $I=0,16$	$\rho^{20}_{-0,026}$							$[Z_{19}^{20}]$				
	$[z_{22}^{20}]$ $I=0,16$	$\rho^{20}_{-0,274}$							C^{20}	$[Z_{22}^{20}]$	H^{20}		
	$[z_{18}^{20}]$ $I=0,26$	$\rho^{20}_{-0,01}$							M^{20}				
005 Токер с. ФНУ	$[z_{19}^{15}]$ $I=0,26$	$\rho^{15}_{-0,15}$							$[Z_{19}^{15}]$				
	$[z_{22}^{15}]$ $I=0,26$	$\rho^{15}_{-0,15}$							$[Z_{22}^{15}]$	H^{15}			
	$[z_{18}^{15}]$ $I=0,26$	$\rho^{15}_{-0,15}$							$[Z_{18}^{15}]$				
	$[z_{23}^{35}]$ $I=0,16$	$\rho^{35}_{-0,018}$							$[Z_{23}^{35}]$	H^{35}			
010 Токер с. ФНУ	$[z_{27}^{35}]$ $I=0,16$	$\rho^{35}_{-0,032}$							Π^{35}	$[Z_{27}^{35}]$	P^{35}		
	$[z_{28}^{35}]$ $I=0,16$	$\rho^{35}_{-0,035}$									$[Z_{28}^{35}]$		
	$[z_{20}^{30}]$ $I=0,07$	$\rho^{30}_{-0,004}$							$[Z_{20}^{30}]$	H^{30}			
	$[z_{23}^{25}]$ $I=0,26$	$\rho^{25}_{-0,25}$							$[Z_{23}^{25}]$	H^{25}			
005 Токер с. ФНУ	$[z_{27}^{25}]$ $I=0,26$	$\rho^{25}_{-0,15}$							Π^{25}	$[Z_{27}^{25}]$	P^{25}		
	$[z_{28}^{25}]$ $I=0,26$	$\rho^{25}_{-0,12}$									$[Z_{28}^{25}]$		
	$[z_{23}^{25}]$ $I=0,5$	$\rho^{25}_{-0,062}$							Π^{25}				
	$[z_{27}^{25}]$ $I=0,5$	$\rho^{25}_{-0,12}$							$[Z_{27}^{25}]$	H^{20}			
005 Токер с. ФНУ	$[z_{28}^{20}]$ $I=0,5$	$\rho^{20}_{-0,094}$							Π^{20}		P^{20}		
	$[z_{28}^{20}]$ $I=0,5$	$\rho^{20}_{-0,094}$							$[Z_{28}^{20}]$	H^{20}			
	$[z_{23}^{10}]$ $I=0,5$	$\rho^{10}_{-0,36}$							$[Z_{23}^{10}]$	H^{10}			
	$[z_{18}^5]$ $I=0,5$	$\rho^5_{-0,36}$							M^5	C^5	H^5		
000 Заключит	$[z_{28}^0]$ $I=0,5$	$\rho^0_{-0,52}$									y^0		
	$[z_{28}^0]$ $I=0,5$	$\rho^0_{-0,52}$									GG^0		
	$[z_{28}^0]$ $I=0,5$	$\rho^0_{-0,52}$									Π^0		
	$[z_{28}^0]$ $I=0,5$	$\rho^0_{-0,52}$									H^0		

Рисунок 7 – Схема линейных размеров

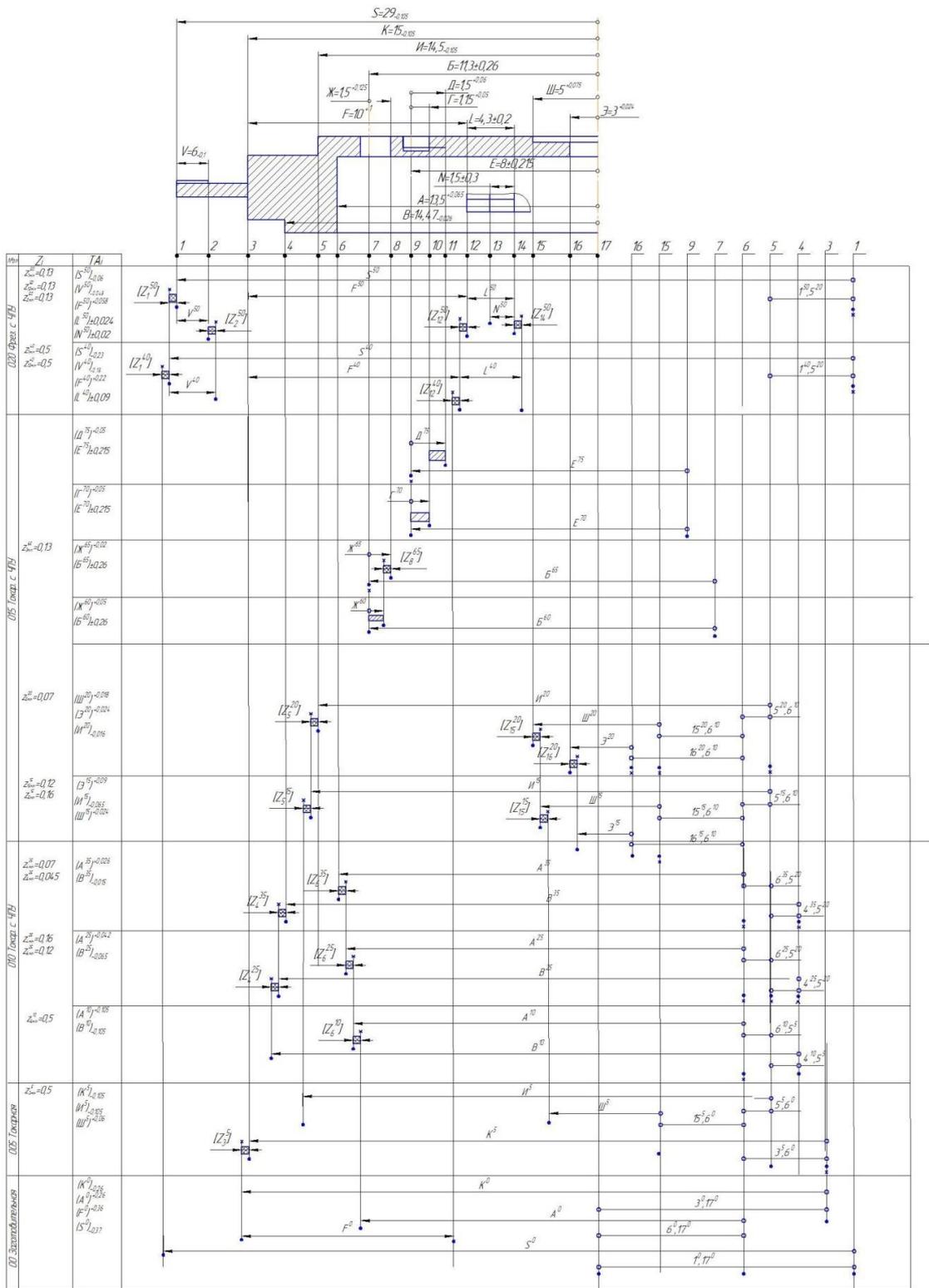


Рисунок 8 – Схема диаметральных размеров

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2021.412.00.000 ПЗ

Лист

34

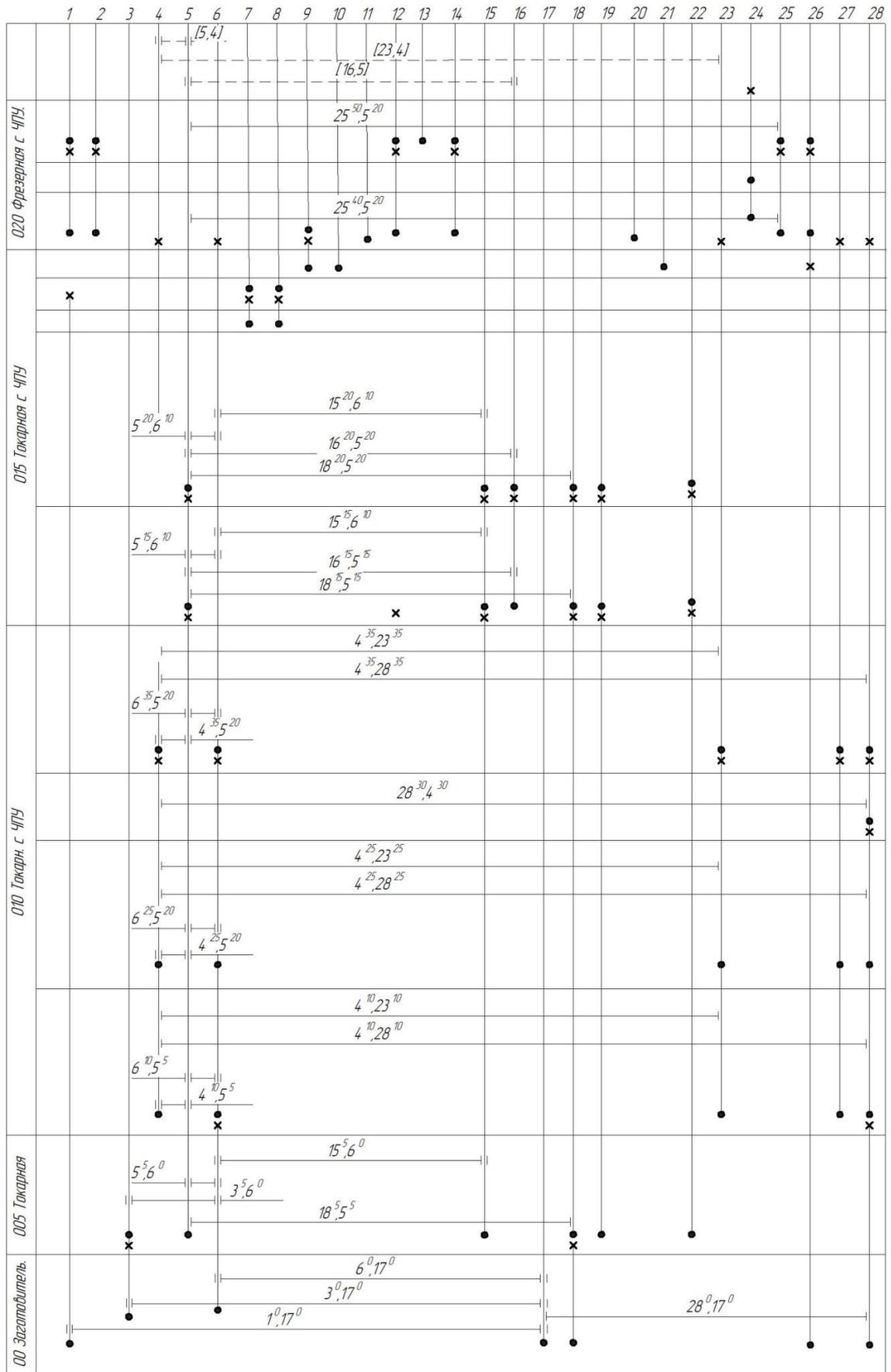


Рисунок 9 – Схема пространственных размеров

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

15.03.05.2021.412.00.000 ПЗ

Лист

35

Контроль точности проектного техпроцесса

По схеме пространственных отклонений:

1. $[16,5] = 16^{20}, 5^{20}$

0,1 > 0,04 обеспечивается.

2. $[23,4] = 4^{35}, 23^{35}$

0,05 > 0,02 обеспечивается.

3. $[5,4] = 4^{35}, 5^{20}$

0,03 > 0,025 обеспечивается.

Расчёт межоперационных размеров по схеме линейных размеров

$$Z_{28}^{35} = H^{30} - H^5$$

Дано: $H^{35}_{\min} = 52,45$ $H^{35}_{\max} = 52,5$ $TH^{30} = 0,094$

$$Z_{28}^{35}_{\min} = 0,1 + 0,06 = 0,16 \text{ мм}$$

$$Z_{28}^{35}_{\min} = H^{30}_{\min} - H^{35}_{\max}$$

$$H^{30}_{\min} = H^{35}_{\max} + Z_{28}^{35}_{\min}$$

$$H^{30}_{\min} = 52,5 + 0,16 = 52,66 \text{ мм}$$

$$H^{30}_{\max} = H^{30}_{\min} + TH^{30} = 52,66 + 0,094 = 52,754 \text{ мм}$$

$$Z_{28}^{35}_{\max} = H^{30}_{\max} - H^{35}_{\min}$$

$$Z_{28}^{35}_{\max} = 52,754 - 52,45 = 0,3 \text{ мм}$$

Номинальный размер $H^{30} = H^{30}_{\max} - ES = 52,754 - 0 = 52,754 \text{ мм}$.

Ответ: $H^{30} = 52,754_{-0,094}$ $Z_{28}^{35}_{\max} = 0,3 \text{ мм}$.

Оставшиеся уравнения, которые составлены по схеме линейных размеров, рассчитываются подобно. Результаты расчёта сводятся в таблицу 2.2.

Таблица 2.2 – Результаты расчёта размерных цепей по схеме линейных размеров

Исходное уравнение	Известные величины	Рассчитанные размеры
$Z_{18}^{30} = H^{25} - H^{30}$	$H^{30}_{\min} = 52,66$ $H^{30}_{\max} = 52,754;$ $TH^{25} = 0,32;$ $Z_{18}^{30}_{\min} = 0,02 + 0,05 = 0,07$ мм.	$H^{25} = 53,144_{-0,32};$ $Z_{18}^{30}_{\max} = 0,484 \text{ мм}.$
$Z_{28}^{25} = H^{20} - H^{25}$	$H^{25}_{\min} = 52,824$ $H^{25}_{\max} = 53,144;$ $TH^{20} = 0,274;$ $Z_{28}^{25}_{\min} = 0,2 + 0,06 = 0,26$ мм.	$H^{20} = 53,678_{-0,274};$ $Z_{28}^{25}_{\max} = 0,854 \text{ мм}.$
$Z_{18}^{20} = H^{15} - H^{20}$	$H^{20}_{\min} = 53,404$ $H^{20}_{\max} = 53,678;$ $TH^{15} = 0,5;$ $Z_{18}^{20}_{\min} = 0,1 + 0,06 = 0,16$ мм.	$H^{15} = 54,338_{-0,5};$ $Z_{18}^{20}_{\max} = 0,934 \text{ мм}.$

Продолжение таблицы 2.2

$Z_{18}^{15} = H^{10} - H^{15}$	$H_{\min}^{15}=53,838$ $H_{\max}^{15}=54,338;$ $TH^{10}=0,94;$ $Z_{18}^{15}{}_{\min}=0,2+0,06=0,26$ MM.	$H^{10}=55,538_{-0,94};$ $Z_{18}^{15}{}_{\max}=2,2$ MM.
$Z_{28}^{10} = H^5 - H^{10}$	$H_{\min}^{10}=54,598$ $H_{\max}^{10}=55,538;$ $TH^5=0,94;$ $Z_{28}^{10}{}_{\min}=0,2+0,3=0,5$ MM.	$H^5=56,978_{-0,94};$ $Z_{28}^{10}{}_{\max}=2,38$ MM.
$Z_{18}^5 = H^0 - H^5$	$H_{\min}^5=56,038$ $H_{\max}^5=56,978;$ $TH^0=0,74;$ $Z_{18}^5{}_{\min}=0,2+0,3=0,5$ MM.	$H^0=58,218_{-0,74};$ $Z_{18}^5{}_{\max}=2,18$ MM.
$Z_{19}^{20} = M^{20} - H^{20} + H^{20} - M^{15}$	$M_{\min}^{20}=3$ $M_{\max}^{20}=3,025;$ $TM^{15}=0,1;$ $Z_{19}^{20}{}_{\min}=0,1+0,06=0,16$ MM.	$M^{15}=2,9^{+0,1};$ $Z_{19}^{20}{}_{\max}=1,06$ MM.
$Z_{19}^{15} = M^{15} - H^{15} + H^{10} - M^5$	$M_{\min}^{15}=2,9$ $M_{\max}^{15}=3;$ $TM^5=0,25;$ $Z_{19}^{15}{}_{\min}=0,2+0,06=0,26$ MM.	$M^5=2,65^{+0,25};$ $Z_{19}^{15}{}_{\max}=1,39$ MM.
$Z_{22}^{20} = C^{20} - H^{20} + H^{15} - C^{15}$	$C_{\min}^{20}=10$ $C_{\max}^{20}=10,036;$ $TC^{15}=0,15;$ $Z_{22}^{20}{}_{\min}=0,1+0,06=0,16$ MM.	$C^{15}=9,85^{+0,15};$ $Z_{22}^{20}{}_{\max}=0,98$ MM.
$Z_{22}^{15} = C^{15} - H^{15} + H^{10} - C^5$	$C_{\min}^{15}=9,85$ $C_{\max}^{15}=10;$ $TC^5=0,36;$ $Z_{22}^{15}{}_{\min}=0,2+0,06=0,26$ MM.	$C^5=9,49^{+0,36};$ $Z_{22}^{15}{}_{\max}=1,28$ MM.
$Z_{27}^{35} = P^{35} - H^{35} + H^{30} - P^{25}$	$P_{\min}^{35}=7$ $P_{\max}^{35}=7,036;$ $TP^{25}=0,15;$ $Z_{27}^{35}{}_{\min}=0,1+0,06=0,16$ MM.	$P^{25}=6,85^{+0,15};$ $Z_{27}^{35}{}_{\max}=0,8$ MM.

Продолжение таблицы 2.2

$Z_{27}^{25} = P^{25} - H^{25} + H^{20} - P^{10}$	$P_{\min}^{25}=6,85$ $P_{\max}^{25}=7;$ $TP^{10}=0,36;$ $Z_{27}^{25}_{\min}=0,2+0,06=0,26$ мм.	$P^{10}=6,49^{+0,36};$ $Z_{27}^{25}_{\max}=1,36$ мм.
$Z_{25}^{50} = \Phi^{50} - \Phi^{40}$	$\Phi_{\min}^{50}=20,754$ $\Phi_{\max}^{50}=20,846;$ $T\Phi^{40}=0,338;$ $Z_{25}^{50}_{\min}=0,2+0,06=0,26$ мм.	$\Phi^{40}=20,325\pm 0,169;$ $Z_{25}^{50}_{\max}=0,7$ мм.
$Z_{26}^{50} = Y^{50} - Y^{40}$	$Y_{\min}^{50}=18,8$ $Y_{\max}^{50}=18,892;$ $TU^{40}=0,338;$ $Z_{26}^{50}_{\min}=0,2+0,06=0,26$ мм.	$Y^{40}=18,202^{+0,338};$ $Z_{26}^{50}_{\max}=0,7$ мм.
$Z_{26}^{40} = Y^{40} - H^{35} + H^{30} - H^{25} + H^{20} - H^{10} + H^5 - Y^0$	$Y_{\min}^{40}=18,202$ $Y_{\max}^{40}=18,54;$ $TU^0=0,52;$ $Z_{26}^{40}_{\min}=0,2+0,3=0,5$ мм.	$Y^0=18,102^{+0,52};$ $Z_{26}^{40}_{\max}=1,12$ мм.
$Z_{23}^{35} = \Pi^{35} - H^{35} + H^{30} - \Pi^{25}$	$\Pi_{\min}^{35}=41,438$ $\Pi_{\max}^{35}=41,5;$ $T\Pi^{25}=0,25;$ $Z_{23}^{35}_{\min}=0,1+0,06=0,16$ мм.	$\Pi^{25}=41,438_{-0,25};$ $Z_{23}^{35}_{\max}=0,62$ мм.
$Z_{23}^{25} = \Pi^{25} - H^{25} + H^{20} - \Pi^{10}$	$\Pi_{\min}^{25}=41,188$ $\Pi_{\max}^{25}=41,438;$ $T\Pi^{10}=0,62;$ $Z_{23}^{25}_{\min}=0,2+0,06=0,26$ мм.	$\Pi^{10}=41,188_{-0,62};$ $Z_{23}^{25}_{\max}=0,98$ мм.
$Z_{23}^{10} = \Pi^{10} - H^{10} + H^5 - \Pi^0$	$\Pi_{\min}^{10}=40,568$ $\Pi_{\max}^{10}=41,188;$ $T\Pi^0=0,62;$ $Z_{23}^{10}_{\min}=0,2+0,3=0,5$ мм.	$\Pi^0=40,568_{-0,62};$ $Z_{23}^{10}_{\max}=6,62$ мм.
$Z_{24}^{55} = T^{45} + \Phi^{45} - \Phi^{50} - T^{55}$	$T_{\min}^{55}=7,902$ $T_{\max}^{55}=8;$ $TT^{45}=0,38;$ $Z_{24}^{55}_{\min}=0,2+0,06=0,26$ мм.	$T^{45}=9,33_{-0,38};$ $Z_{24}^{55}_{\max}=1,17$ мм.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2021.412.00.000 ПЗ

Лист

38

Продолжение таблицы 2.2

$Z_{24}^{45} = GG^0 - H^5 + H^{10} - H^{20} + H^{25} - H^{30} + H^{35} - \Phi^{40} - T^{45}$	$T_{\min}^{45} = 8,95$ $T_{\max}^{45} = 9,33;$ $TGG^0 = 0,38;$ $Z_{24}^{45}_{\min} = 0,2 + 0,3 = 0,5 \text{ мм.}$	$GG^0 = 34,38_{-0,52};$ $Z_{24}^{45}_{\max} = 3,3 \text{ мм.}$
--	--	---

Вычисление межоперационных размеров по схеме диаметральных размеров

$$Z_6^{35} = A^{35} - A^{25} - \delta^{35} \delta^{20} - \delta^{25} \delta^{20}$$

Дано: $A^{35}_{\min} = 13,5$ $A^{35}_{\max} = 13,526$ $TA^{25} = 0,042$ $\delta^{35} \delta^{20} = \pm 0,02$ $\delta^{25} \delta^{20} = \pm 0,03$

Наименьший припуск на обработку равен сумме шероховатости предыдущего перехода и глубины дефектного слоя поверхности

$$Z_6^{35}_{\min} = 0,02 + 0,025 = 0,045 \text{ мм}$$

Далее находим увеличивающие и уменьшающие звенья

$$Z_6^{35}_{\min} = A^{35}_{\min} - A^{25}_{\max} - \delta^{35} \delta^{20}_{\max} - \delta^{25} \delta^{20}_{\max}$$

Выразим неизвестную величину $A^{10(3)}_{\max}$

$$A^{25}_{\max} = A^{35}_{\min} - \delta^{35} \delta^{20}_{\max} - \delta^{25} \delta^{20}_{\max} - Z_6^{35}_{\min}$$

$$A^{25}_{\max} = 13,5 - 0,02 - 0,03 - 0,045 = 13,4 \text{ мм}$$

$$A^{25}_{\min} = A^{25}_{\max} - TA^{25} = 13,4 - 0,042 = 13,358 \text{ мм}$$

$$Z_6^{35}_{\max} = A^{30}_{\max} - A^{25}_{\min} + \delta^{35} \delta^{20}_{\min} + \delta^{25} \delta^{20}_{\min}$$

$$Z_6^{35}_{\max} = 13,526 - 13,358 + 0,02 + 0,03 = 0,218 \text{ мм}$$

Номинальный размер $A^{25} = A^{25}_{\max} - ES = 13,4 - 0,042 = 13,358$

Ответ: $A^{25} = 13,358^{+0,042}$ $Z_6^{35}_{\max} = 0,218 \text{ мм.}$

Прочие уравнения, которые составлены по схеме диаметральных размеров считаются подобно. Результаты расчёта сводятся в таблицу 2.3.

										Лист
										39
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

Таблица 2.3 – Результаты расчёта размерных цепей по схеме диаметральных размеров

Исходное уравнение	Известные величины	Рассчитанные размеры
$Z_6^{25} = A^{25} - A^{10} - 6^{25}5^{20} - 5^{20}6^{10}$	$A^{25}_{\min}=13,358;$ $A^{25}_{\max}=13,4;$ $TA^{10}=0,105;$ $6^{25}5^{20}=\pm 0,03;$ $5^{20}6^{10}=\pm 0,0125;$ $Z_6^{25}_{\min}=0,1+0,02=0,12$ мм.	$A^{10} = 13,091^{+0,105}$; $Z_6^{25}_{\max} = 0,351$ мм.
$Z_6^{10} = A^{10} - A^0 - 6^{10}5^5 - 5^56^0$	$A^{10}_{\min}=13,091;$ $A^{10}_{\max}=13,196;$ $TA^0=0,26;$ $6^{10}5^5=\pm 0,08;$ $5^56^0=\pm 0,08;$ $Z_6^{10}_{\min}=0,2+0,3=0,5$ мм.	$A^0 = 12,171^{+0,26};$ $Z_6^{10}_{\max} = 0,86$ мм.
$Z_5^{20} = И^{15} - И^{20} - 5^{20}6^{10} - 5^{15}6^{10}$	$И^{20}_{\min}=14,484;$ $И^{20}_{\max}=14,5;$ $ТИ^{15}=0,65;$ $5^{20}6^{10}=\pm 0,0125;$ $5^{15}6^{10}=\pm 0,05;$ $Z_5^{20}_{\min}=0,05+0,02=0,07$ мм.	$И^{15} = 14,697^{-0,062};$ $Z_5^{20}_{\max} = 0,275$ мм.
$Z_5^{15} = И^5 - И^{15} - 5^{15}6^{10} - 6^{10}5^5$	$И^{15}_{\min}=14,632;$ $И^{15}_{\max}=14,697;$ $ТИ^5=0,105$ $5^{15}6^{10}=\pm 0,05;$ $6^{10}5^5=\pm 0,08;$ $Z_5^{15}_{\min}=0,1+0,06=0,16$ мм	$И^5 = 15,092^{-0,105};$ $Z_5^{15}_{\max} = 0,59$ мм.
$Z_4^{35} = B^{25} - B^{35} - 4^{35}5^{50} - 4^{25}5^{20}$	$B^{35}_{\min}=14,455;$ $B^{35}_{\max}=14,47;$ $TB^{25}=0,065$ $4^{35}5^{50}=\pm 0,0125;$ $4^{25}5^{20}=\pm 0,05;$ $Z_4^{35}_{\min}=0,02+0,05=0,07$ мм	$B^{25} = 14,665^{-0,065};$ $Z_4^{35}_{\max} = 0,27$ мм.
$Z_4^{25} = B^{10} - B^{25} - 4^{25}5^{20} - 5^{20}6^{10} - 6^{10}5^5 - 4^{10}5^5$	$B^{25}_{\min}=14,6;$ $B^{25}_{\max}=14,665;$ $TB^{10}=0,105$ $4^{25}5^{20}=\pm 0,05;$ $5^{20}6^{10}=\pm 0,0125;$ $6^{10}5^5=\pm 0,08;$ $4^{10}5^5=\pm 0,08;$ $Z_4^{25}_{\min}=0,1+0,06=0,16$ мм	$B^{10} = 15,15^{-0,105};$ $Z_4^{25}_{\max} = 0,77$ мм.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2021.412.00.000 ПЗ

Лист

40

Продолжение таблицы 2.3

$Z_{15}^{20} = \Pi^{20} - \Pi^{15} - 15^{20}6^{10} - 15^{15}6^{10}$	$\begin{aligned} \Pi_{\min}^{20} &= 5; \\ \Pi_{\max}^{20} &= 5,018; \\ \Gamma\Pi^{15} &= 0,024 \\ 15^{20}6^{10} &= \pm 0,0125; \\ 15^{15}6^{10} &= \pm 0,02; \\ Z_{15}^{20}{}_{\min} &= 0,02 + 0,05 = 0,07 \text{ мм} \end{aligned}$	$\begin{aligned} \Pi^{15} &= 4,897^{+0,024}; \\ Z_{15}^{20}{}_{\max} &= 0,18 \text{ мм.} \end{aligned}$
$Z_{15}^{15} = \Pi^{15} - \Pi^5 - 15^{15}6^{10} - 6^{10}5^5 - 5^56^0 - 15^56^0$	$\begin{aligned} \Pi_{\min}^{15} &= 4,8735; \\ \Pi_{\max}^{15} &= 4,8975; \\ \Gamma\Pi^5 &= 0,06 \\ 15^{20}6^{10} &= \pm 0,0125; \\ 6^{10}5^5 &= \pm 0,08; \\ 5^56^0 &= \pm 0,08; \quad 15^56^0 = \pm 0,05; \\ Z_{15}^{15}{}_{\min} &= 0,02 + 0,1 = 0,12 \text{ мм} \end{aligned}$	$\begin{aligned} \Pi^5 &= 4,463^{+0,06}; \\ Z_{15}^{15}{}_{\max} &= 1 \text{ мм.} \end{aligned}$
$Z_{16}^{20} = \Xi^{20} - \Xi^{15} - 16^{20}6^{10} - 16^{15}6^{10}$	$\begin{aligned} \Xi_{\min}^{20} &= 3; \\ \Xi_{\max}^{20} &= 3,024; \\ \Gamma\Xi^{15} &= 0,09; \\ 16^{20}6^{10} &= \pm 0,02; \\ 16^{15}6^{10} &= \pm 0,08; \\ Z_{16}^{20}{}_{\min} &= 0,1 + 0,03 = 0,13 \text{ мм} \end{aligned}$	$\begin{aligned} \Xi^{15} &= 2,68^{+0,09}; \\ Z_{16}^{20}{}_{\max} &= 0,44 \text{ мм.} \end{aligned}$
$Z_3^5 = K^0 - K^5 - 3^56^0 - 6^017^0 - 3^017^0$	$\begin{aligned} K_{\min}^5 &= 14,895; \\ K_{\max}^5 &= 15; \\ \Gamma K^0 &= 0,26 \\ 3^56^0 &= \pm 0,08; \\ 6^017^0 &= \pm 0,2; \quad 3^017^0 = \pm 0,2; \\ Z_3^5{}_{\min} &= 0,2 + 0,3 = 0,5 \text{ мм} \end{aligned}$	$\begin{aligned} K^0 &= 16,24_{-0,26}; \\ Z_3^5{}_{\max} &= 2,25 \text{ мм.} \end{aligned}$
$Z_{12}^{50} = F^{50} - F^{40}$	$\begin{aligned} F_{\min}^{50} &= 10; \\ F_{\max}^{50} &= 10,058; \\ \Gamma F^{40} &= 0,22 \\ Z_{12}^{50}{}_{\min} &= 0,1 + 0,03 = 0,13 \text{ мм} \end{aligned}$	$\begin{aligned} F^{40} &= 9,65^{+0,22}; \\ Z_{12}^{50}{}_{\max} &= 0,41 \text{ мм.} \end{aligned}$
$Z_{12}^{40} = F^{40} - K^5 + 3^56^0 + 6^017^0 - 3^017^0 + K^0 - F^0$	$\begin{aligned} F_{\min}^{40} &= 9,65; \\ F_{\max}^{40} &= 9,87; \\ \Gamma F^0 &= 0,36 \\ 3^56^0 &= \pm 0,08; \\ 6^017^0 &= \pm 0,2; \quad 3^017^0 = \pm 0,2; \\ Z_{12}^{40}{}_{\min} &= 0,2 + 0,3 = 0,5 \text{ мм.} \end{aligned}$	$\begin{aligned} F^0 &= 9,69^{+0,36}; \\ Z_{12}^{40}{}_{\max} &= 1 \text{ мм.} \end{aligned}$

Продолжение таблицы 2.3

$Z_{14}^{50} = L^{40} + F^{40} - F^{50} - L^{50}$	$L_{\min}^{50}=4,276;$ $L_{\max}^{50}=4,324;$ $TL^{40}=0,18$ $Z_{14}^{50}_{\min}=0,1+0,03=0,13 \text{ мм.}$	$L^{40}=4,95\pm 0,09;$ $Z_{14}^{50}_{\max}=0,63$ мм.
$Z_1^{50} = S^{40} - S^{50} - 1^{50}5^{20} - 1^{40}5^{20}$	$S_{\min}^{50}=28,94;$ $S_{\max}^{50}=29;$ $TS^{40}=0,23$ $1^{50}5^{20}=\pm 0,05;$ $1^{40}5^{20}=\pm 0,2;$ $Z_1^{50}_{\min}=0,1+0,03=0,13 \text{ мм.}$	$S^{40}=29,61_{-0,23};$ $Z_1^{50}_{\max}=0,92$ мм.
$Z_1^{40} = S^0 - S^{40} - 1^{40}5^{20} - 5^{20}6^{10} - 6^{10}5^5 - 5^56^0 - 6^017^0 - 1^017^0$	$S_{\min}^{40}=29,38;$ $S_{\max}^{40}=29,61;$ $TS^0=0,37$ $1^{50}5^{20}=\pm 0,05; 6^{10}5^5=\pm 0,08;$ $5^{20}6^{10}=\pm 0,0125; 5^56^0=\pm 0,08;$ $Z_1^{40}_{\min}=0,2+0,3=0,5 \text{ мм.}$	$S^0=31,36_{-0,37};$ $Z_1^{40}_{\max}=2,86$ мм.
$Z_2^{50} = V^{40} - S^{40} + 1^{40}5^{20} - 1^{50}5^{20} + S^{50} - V^{50}$	$V_{\min}^{50}=5,952;$ $V_{\max}^{50}=6;$ $TV^{40}=0,18$ $1^{50}5^{20}=\pm 0,05;$ $1^{40}5^{20}=\pm 0,2;$ $Z_2^{50}_{\min}=0,1+0,03=0,13 \text{ мм}$	$V^{40}=7,23_{-0,18};$ $Z_2^{50}_{\max}=0,99$ мм.
$Z_8^{65} = Ж^{65} - Б^{65} + Б^{60} - Ж^{60}$	$Ж_{\min}^{65}=1,5; \quad Ж_{\max}^{65}=1,52;$ $ТЖ^{60}=0,05;$ $Б^{65}=11,3\pm 0,26;$ $Z_8^{65}_{\min}=0,1+0,03=0,13 \text{ мм.}$	$Ж^{60}=0,8_{+0,05};$ $Z_8^{65}_{\max}=1,24$ мм.

По результатам размерного анализа представлена заготовка в соответствии с рисунком 10 с минимальными припусками под обработку.

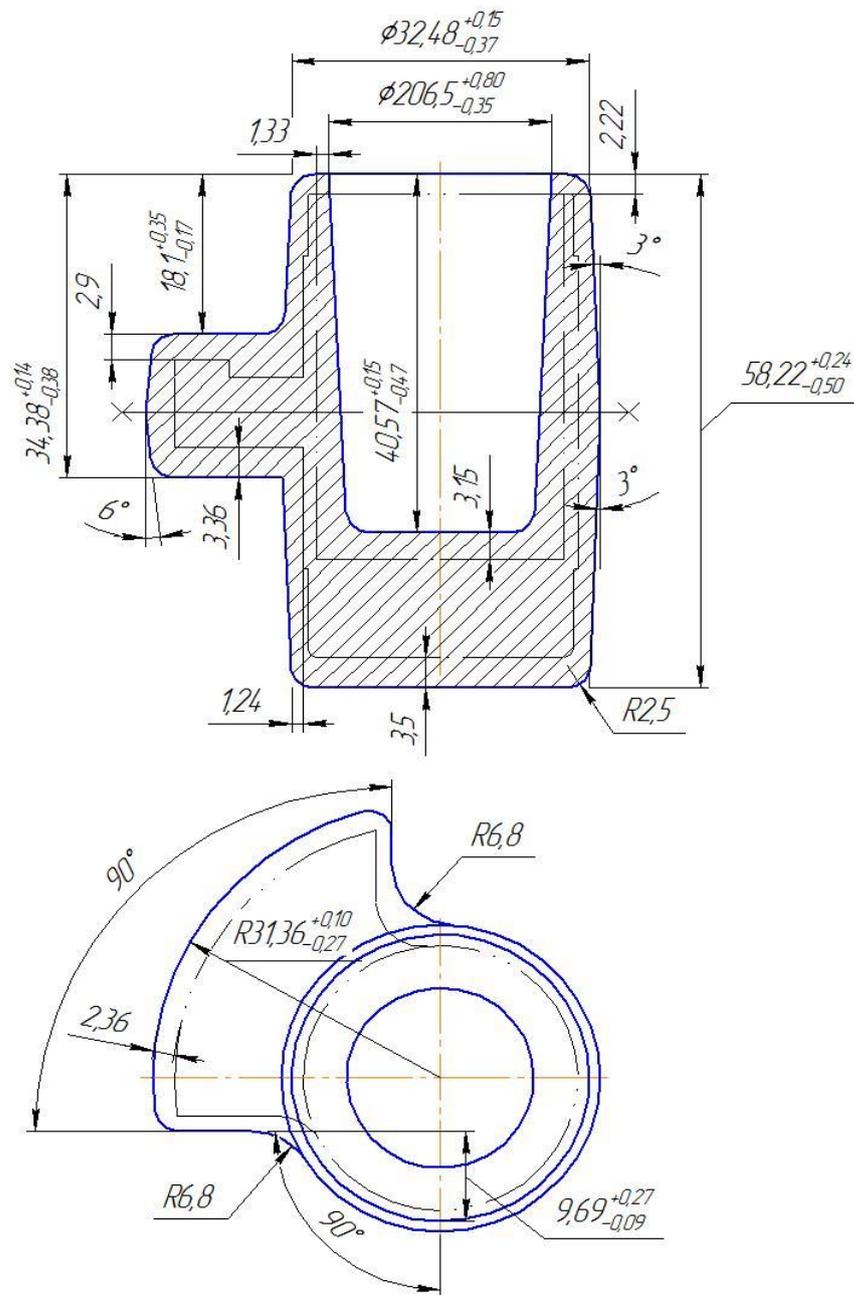


Рисунок 10 – Эскиз заготовки

Согласно ГОСТ 7505-89 Сквозные отверстия и углубления выполняют в том случае, если их оси совпадают с направлением движения высадочного блока пуансонов. Диаметры или размеры прошиваемых отверстий - не менее 30 мм, а длина их не превышает трех диаметров. Отверстия диаметром менее 30 мм в поковках не делают, их получают сверлением. Таким образом корректируем полученный эскиз заготовки исключив глухое отверстие, окончательный вариант штамповки приведен на чертеже графической части работы.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2021.412.00.000 ПЗ

Лист

43

2.3.6 Расчет режимов резания и норм времени

Расчет режимов резания производится [4] на операцию 005 токарную. Станок – SN 32 (16K20), материал детали – сталь 09Х16Н4Б ГОСТ 5632–72

Выполняется предварительная подрезка торца в размер 12h14 и предварительная обточка $\varnothing 31h11$. Нужно выбрать режущий инструмент, определить режимы резания и скорректировать согласно паспортным данным станка.

Выбираем для токарной обработки проходной резец компании ISCAR PWLNR 2020K-08X, с пластиной WNMX 080712-M4MV из твердого сплава IC 807, сечение резца 20×20.

Назначаем режимы резания $t=1.5$ мм; подача по нормативам $S_z=0,1-0,3$ мм/об (принимаем $S_z=0,2$ мм/об). Назначаем период стойкости резца $T=60$ мин.

Определяем скорость резания по формуле:

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

где $C_v=420$; $m=0,2$; $x=0,15$; $y=0,2$. по табл.17

Определяем поправочный коэффициент по формуле:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv},$$

$$\text{где } K_{mv} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{nv} = 1 \cdot \left(\frac{750}{931} \right)^1 = 0,8 \text{ по табл.1 и табл.2}$$

коэффициент, учитывающий влияние механических свойств обрабатываемого материала по табл.1 и табл.2;

$K_{nv} = 0,8$ -коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки по табл.5;

$K_{uv} = 1,0$ - коэффициент, учитывающий влияние материала инструмента по табл.6 ;

$$K_v = 0,8 \cdot 0,8 \cdot 1 = 0,64.$$

$$V = \frac{420}{60^{0,2} \cdot 1,5^{0,15} \cdot 0,2^{0,2}} \cdot 0,64 = 65$$

									Лист
									44
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

Находим частоту вращения шпинделя станка:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} \text{ об/мин}$$

$$n = \frac{1000 \cdot 65}{3,14 \cdot 60} = 346 \text{ об/мин}$$

Скорректируем частоту вращения шпинделя согласно паспорту станка $n=315$ об/мин. Находим действительную скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} \text{ м/мин.}$$

$$V = \frac{3,14 \cdot 60 \cdot 315}{1000} = 60 \text{ м/мин}$$

Определим силу резания:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \text{ Н}$$

где $C_p=204$; $x=1$; $y=0,75$; $n=0$ по табл.22

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\alpha p} \cdot K_{\tau p}$$

$$K_{mp} = \left(\frac{931}{750} \right)^{0,75} = 1,18;$$

$$K_{\varphi p} = 0,89; \quad K_{\gamma p} = K_{\alpha p} = K_{\tau p} = 1. \text{ по табл. 9, 10, 23}$$

$$P_z = 10 \cdot 204 \cdot 1,5^1 \cdot 0,2^{0,75} \cdot 94^0 = 918 \text{ Н.}$$

Находим мощность, затрачиваемую на резание:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{918 \cdot 94}{1020 \cdot 60} = 1,4 \text{ кВт.}$$

Проверим хватает ли мощности привода станка. У токарного станка SN 32 $N_{\text{шп}} = 4 \times 0,8 = 3,2$ кВт; $N_{\text{рез}} \leq N_{\text{шп}}$; $1,4 < 3,2$ поэтому обработка возможна.

Остальные данные сведем в таблицу 2.6

					15.03.05.2021.412.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

Таблица 2.6 – Расчетные режимы резания

№оп., оборуд.	№ пере- хода, пози- ции	B или D	L	t	i	S	n	V
005, SN - 32	I поз.	60	15	1,5	2	0,2	315	60
	II поз.	32	25	1,5	2	0,2	400	42
010, СТХ 310 ecoline	I поз.	34	40	2	1	0,1	1000	106
	II поз.	20	45	10	1	0,2	1500	95
	III поз.	27	44	3,5	4	0,1	2000	170
	IV поз.	10	150	2	10	900	4500	140
015, СТХ alpha 300	I поз.	30	65	2,5	3	0,1	2000	180
	II поз.	6	15	3	1	0,1	1500	28
	III поз.	10	5	2	3	0,1	4000	125
	IV поз.	8	150	1,25	1	0,03	0	2,5
	V поз.	3	15	1,5	4	0,06	2500	23
	VI поз.	2,5	7	1,25	4	0,06	2500	20
	VII поз.	3	7	0,25	4	0,05	100	40
020, DMC 635V ecoline	I поз.	6	25	2	14	640	4000	70
	II поз.	8	14	0,05	60	600	3000	75

Нормирование технологических операций

Нормирование выполняется по [6] на операцию 005 токарная.

Найдем основное время на эту операцию:

$$T_0 = \frac{L}{S \cdot n} \cdot i, \text{ мин}$$

где L – длина рабочего хода резца;

i – число проходов;

n – частота вращения шпинделя станка;

S – подача.

I переход:
$$T_0 = \frac{15}{0,2 \cdot 315} \cdot 2 = 0,5 \text{ мин},$$

II переход:
$$T_0 = \frac{25}{0,2 \cdot 400} \cdot 2 = 0,7 \text{ мин}.$$

$$T_0 = 0,5 + 0,7 = 1,2 \text{ мин}$$

Вспомогательное время:

Время на установку и снятие детали $T_{уст} = 0,18$ мин.

Вспомогательное время на 1 пер. 0,11 мин.

Вспомогательное время на 2 пер. $0,15 + 0,035 + 0,05 = 0,235$ мин.

Вспомогательное время $T_{всп.} = 0,11 + 0,235 = 0,345$ мин.

Вспомогательное время на контрольные измерения:

I переход: $t_{изм} = 0,08$ мин.

I переход: $t_{изм} = 0,06 + 0,08 = 0,14$ мин.

$T_{общ.изм} = 0,08 + 0,14 = 0,22$ мин.

$T_{всп.опер.} = T_{общ.уст} + T_{всп.} + T_{общ.изм}$

$T_{всп.опер.} = 0,18 + 0,345 + 0,22 = 0,8$ мин.

Определим $T_{шт}$ на данную операцию:

$$T_{шт} = (T_0 + T_{всп.опер.}) \cdot K, \text{ мин}$$

где, $K=1,08$ – коэффициент на техническое обслуживание рабочего места, отдых, естественные нужды.

$$T_{шт} = (1,2 + 0,8) \cdot 1,08 = 2,16 \text{ мин}$$

Найдем подготовительно-заключительное время на партию деталей:

а) на наладку станка, привязку инструмента, принимается 14 мин;

б) на прочие приемы $t = 5$ мин;

в) на получение инструмента и сдачу его по завершении работы $t = 5$.

$$T_{пз} = 14 + 5 + 5 = 24 \text{ мин.}$$

Нормы времени на остальные операции определяем аналогичным способом, значения сводим в таблицу 2.7.

									Лист
									47
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

15.03.05.2021.412.00.000 ПЗ

Таблица 2.7 – Нормы времени

№ оп., оборудование.	№ перехода, позиции	То, мин	Твсп, мин	Тп.з, мин	Тшт, мин
005, SN - 32	I поз.	0,5	0,8	24	2,16
	II поз.	0,7			
010, CTX 310 ecoline	I поз.	0,8	1,16	23	5
	II поз.	0,15			
	III поз.	0,88			
	IV поз.	1,66			
015, CTX alpha 300	I поз.	1	2,5	28	5,4
	II поз.	0,1			
	III поз.	0,05			
	IV поз.	0,06			
	V поз.	0,4			
	VI поз.	0,27			
	VII поз.	0,28			
020, DMC 635 V ecoline	I поз.	1,1	2,3	14	5,3
	II поз.	1,5			
025, Верстак слесарный		2,7	1,7	10	4,75

Выводы по части два

В данной части произведен анализ технологичности детали, разработан предполагаемый технологический процесс, выполнен размерный анализ. Рассчитаны режимы резания и определены нормы времени на выполнение технологических операций изготовления детали.

3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Проектирование станочного приспособления

3.1.1 Разработка теоретической схемы базирования

Базирование детали при фрезеровании производится по квадратному отверстию $\square H10$, так как это одна из самых точных поверхностей от которой задано расположение элементов рычага, а именно размеров $4,3 \pm 0,2$ мм, угла $90^\circ \pm 30'$, также угла 15° и размера $1,5 \pm 0,3$ мм.

В соответствии с рисунком 11 приведена теоретическая схема базирования.

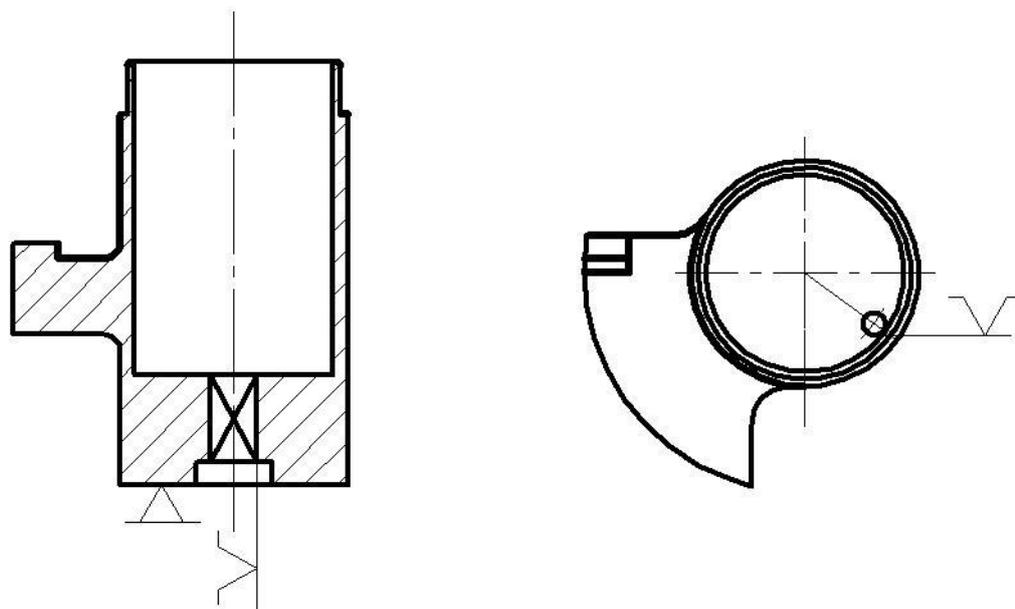


Рисунок 11 – Теоретическая схема базирования

3.1.2 Проектирование схемы фрезерного приспособления и расчет его элементов

Разработка схемы приспособления и расчет усилия зажима и сил, действующих на деталь при механической обработке

Исходя из конфигурации обрабатываемой детали, для фрезерования рычага предполагается разработать приспособление с пневматическим приводом. Ось детали расположить вертикально. Обработку предполагается производить на станке модели DMC 635V Ecoline. Схема станочного приспособления изображена на рисунке 12.

					15.03.05.2021.412.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		49

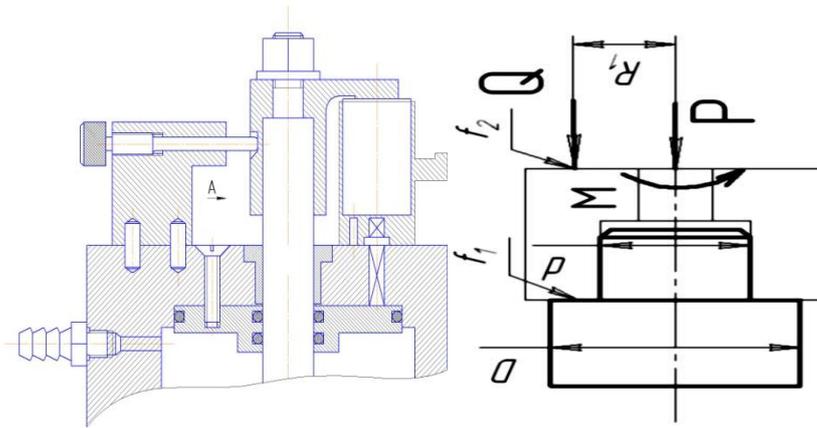


Рисунок 12 – Схема приспособления и закрепления детали

В процессе механической обработки на деталь действуют силы резания и крутящий момент. Из схемы обработки видно, что наибольшее значение имеет сила P , стремящаяся повернуть деталь вокруг оси и создающая крутящий момент.

Для определения указанных параметров производим расчет режимов резания [4] операции № 025

Назначаем режимы резания согласно операции 025:
 принимаем фрезу $\varnothing 8$ из твердого сплава число режущих зубьев 4
 ширина фрезерования $B=10$ мм;
 глубина фрезерования $t=1$ мм;
 подача (по справочникам) $S = 0,02-0,06$ мм/об (примем $S = 0,04$)
 назначим период стойкости фрезы $T = 60$ мин.

Определим скорость резания:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v \text{ м/мин,}$$

где $C_v=22,5$ $q=0,35$ $m=0,27$ $x=0,21$ $y=0,48$ $u=0,03$ $p=0,1$.

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv}$$

где $K_{mv} = 0,8$ $K_{pv} = 1$ $K_{iv} = 1$

$$V = \frac{22,5 \cdot 8^{0,35}}{60^{0,27} \cdot 1^{0,4} \cdot 0,01^{0,48} \cdot 10^{0,1} \cdot 4^{0,1}} \cdot 0,8 = 74,5 \text{ м/мин}$$

Определим частоту вращения фрезы:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} \text{ об/мин}$$

$$n = \frac{1000 \cdot 74,5}{3,14 \cdot 8} = 2966 \approx 3000 \text{ об/мин}$$

Корректировать частоту вращения шпинделя по станку не требуется, так как шпиндель станка имеет бесступенчатую систему регулировку оборотов шпинделя. Тогда действительная скорость резания будет равняться:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} \text{ м/мин.}$$

$$V = \frac{3,14 \cdot 8 \cdot 3000}{1000} = 75 \text{ м/мин}$$

Определим силу резания

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot V^u \cdot K_{МП} \cdot z}{D^q \cdot n^w} \text{ Н,}$$

где $C_p=82$; $x=0,75$; $y=0,6$; $u=1$; $q=0,86$; $w=0$,

$$K_{МП} = \left(\frac{\delta_B}{750} \right)^{\Pi}$$

где $\Pi=0,3$

$$K_{МП} = \left(\frac{\delta_B}{750} \right)^{\Pi} = \left(\frac{931}{750} \right)^{0,3} = 1,06$$

$$P_z = \frac{10 \cdot 82 \cdot 1^{0,75} \cdot 0,01^{0,75} \cdot 10^{0,6} \cdot 1,06 \cdot 4}{8^{0,86} \cdot 3000^0} = 69,5 \text{ Н}$$

					15.03.05.2021.412.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

Следовательно, получаемый крутящий момент при фрезеровании:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100}$$

где $P_z = 69.5$ Н - сила резания;

$D = 8$ мм диаметр фрезы

$$M_{кр} = \frac{69.5 \times 8}{2 \times 100} = 2.78 \text{ Нм}$$

Находим из схемы приспособления силы, действующие на заготовку.

Заготовка центрируется при помощи оправки и удерживается от поворота силой трения на кольцевой площадке бурта оправки и между заготовкой и зажимом.

$$Q = \frac{k \cdot M_{кр}}{2R_1 \cdot f_1 + f_2 \cdot \frac{D+d}{4}}$$

где f_1 и f_2 - коэффициент поверхностей зажима и основания равен 0,16

Коэффициент запаса K находится применительно к конкретным условиям обработки по формуле:

$$K = K_0 K_1 K_2 K_3 K_4 K_5 K_6$$

где: $K_0 = 1,5$ – гарантированный коэффициент запаса для всех случаев;

K_1 – коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовок:

$K_1 = 1$ – для чистовой поверхности;

K_2 – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания от прогрессирующего затупления инструмента ($K_2 = 1,0$ – $1,9$)

K_3 – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания при прерывистом резании ($K_3 = 1,2$).

K_4 – коэффициент, учитывающий постоянство силы зажима, развиваемой силовым приводом приспособления. ($K_4 = 1$ – для механизированных силовых приводов пневматических, гидравлических)

K_5 – данный коэффициент учитывается только при наличии крутящих моментов, стремящихся повернуть обрабатываемую деталь.

$K_6 = 1$ – при установке детали базовой плоскостью на опоры с ограниченной поверхностью контакта (штыри);

$$K = K_0 K_1 K_2 K_3 K_4 K_5 K_6 = 1,5 \cdot 1 \cdot 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 = 2.7$$

Тогда требуемая сила зажима будет равна:

						15.03.05.2021.412.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			52

$$Q = \frac{2,7 \cdot 2,78}{2 \cdot 0,027 \cdot 0,16 + 0,16 \cdot \frac{0,027+0,010}{4}} = 650\text{Н}$$

Данную усилие на штоке пневмоцилиндра можно получить при следующим диаметре цилиндра, определяемого из формулы:

$$Q = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot P \cdot \eta}{4},$$

где D - диаметр цилиндра;
P - давление воздуха ;
 η -кпд цилиндра;

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{p \cdot \eta \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 65}{6,3 \cdot 10^3 \cdot 0,85 \cdot 3,14}} = 0,112\text{м},$$

Принимаем размеры диаметра цилиндра: D = 100 мм.

3.1.3 Компоновка фрезерного приспособления

Для фрезерования было спроектировано приспособление, в соответствии с рисунком 13

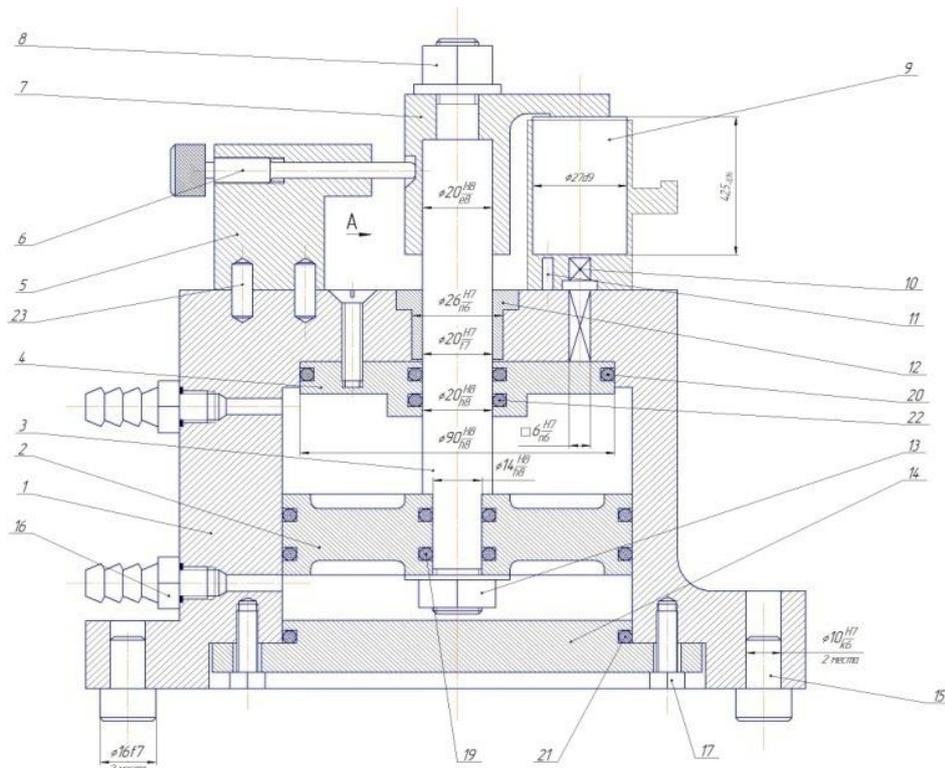


Рисунок 13 – Компоновка зажимного приспособления

					15.03.05.2021.412.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53

Приспособление состоит из корпуса 1, со встроенным пневмоцилиндром, поршня 2, штока 3, прижима 7, крышки 14. Сжатый воздух подаётся через штуцер 16 в нижнюю полость пневмоцилиндра, при этом поршень со штоком и прижимом поднимается вверх. На наружной поверхности прижим 7 имеет винтовую канавку, в которую введена цилиндрическая часть направляющего винта 6, установленного в кронштейне 5 на корпусе приспособления с помощью в штифтов 23 и 17. За счет этих элементов при движении штока 3 вверх прижим 7 поворачивается на угол 90° тем самым освобождая зону для установки детали. Обрабатываемая деталь устанавливается отверстием $\square 6H10$ и отверстием $\varnothing 3$ с упором в торец на квадратный палец 10 и палец круглый 11, который предназначен для исключения возможности неправильной установки детали. Кроме базирования и ориентации детали в приспособлении пальцы 10 и 11 несут дополнительную функцию препятствующую провороту детали в оснастке. В деталь устанавливается вкладыш 9 предназначенный для восприятия усилия от прижима 7 и служит для исключения деформации обработанных, тонкостенных элементов детали. Давление воздуха в нижней полости пневмоцилиндра сбрасывается, воздух подается в верхнюю полость, поршень 2 со штоком 3 движутся вниз, в это время прижим 7 за счет винтовой канавки и направляющего винта 6 поворачивается на 90° в рабочее положение и через вкладыш 9 прижимает деталь к опорной поверхности закрепляя ее в приспособлении. У для установки приспособления на столе фрезерного станка, в корпусе 1 предусмотрены установочные пальцы 15, позволяющие ориентировать приспособление в направляющих пазах стола.

3.1.4 Расчет погрешности базирования

При закреплении детали на жесткую оправку с зазором для обработки плоской поверхности $4,3 \pm 0,2$ возникает погрешность [10] базирования в виде зазора отверстия $\square 6H10$ детали относительно установочного квадратного пальца приспособления с размером $6g6$, следовательно, определяем погрешность базирования по следующей формуле [10]

$$\delta_p \geq \Delta \epsilon_6 = \delta_1 + \delta_2 + 2\Delta$$

где δ_p - допуск на размер $4,3 \pm 0,2$ (0,4)

δ_1 - допуск на размер отверстия 0,048 мм.

δ_2 - допуск на размер пальца 0,008 мм

Δ - минимальный зазор посадки заготовки на палец

$$\Delta \epsilon_6 = \delta_1 + \delta_2 + 2\Delta = 0,048 + 0,008 + 2 \cdot 0,004 = 0,064 \text{ мм}$$

Таким образом поле допуска на выполняемый размер $4,3 \pm 0,2$

$0,4 \geq 0,064$ – условие точности выполнено.

						15.03.05.2021.412.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			54

3.2. Проектирование режущего инструмента

3.2.1 Исходные данные для проектировки протяжки

Необходимо спроектировать квадратную протяжку для обработки квадратного отверстия 6Н10 и глубиной 8 мм.

Материал обрабатываемой детали сталь 09Х16Н4Б ГОСТ 5632-72

Твердость при протягивании – НВ 275-350

Отверстие под протягивание обработано.

Диаметр отверстия до протягивания $D_0 = 6Н10(+0,048)$ мм.

Диаметр отверстия после протягивания $S_n = 6Н10(+0,048)$ мм.

Параметр шероховатости поверхности $Ra = 6,3$ мкм.

Длина протягивания $L_d = 8$ мм.

Расчет выполняем по методике [13]

Устанавливаем группу обрабатываемости: сталь 09Х16Н4Б ГОСТ 5632-72 с твердостью НВ 275-350 относится к IV группе обрабатываемости.

Принимаем 2 группу качества в зависимости от шероховатости поверхности и качества отверстия.

Материал для изготовления протяжки принимаем быстрорежущую сталь Р18 ГОСТ 19265-73.

3.2.2 Определение величины подачи на зуб протяжки.

Отличительной особенностью квадратных протяжек является разная длина режущих кромок на разных зубьях, что позволяет подачу на зуб делать увеличивающейся по мере возрастания диаметров зубьев. Для этого все режущие зубья протяжки разбивают на несколько групп, т.е. ступеней.

Принимаем количество ступеней равных 3.

Подача на зуб первой ступени $S_{Z1} = 0,015$ рассчитывается согласно базовой методике, а для любой i -й ступени определяется по формуле:

$$S_{Zi} = \xi \cdot S_{Z1}$$

где ξ – коэффициент увеличения подачи

для второй ступени $\xi = 1,8$

для третьей ступени $\xi = 3$

$$S_{Z2} = 1.8 \cdot 0.015 = 0.027 \approx 0.03 \text{ мм.}$$

$$S_{Z3} = 3 \cdot 0.015 = 0.045 \approx 0.05 \text{ мм.}$$

					15.03.05.2021.412.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55

Вычисленные величины S_{zi} следует округлять до величины кратной 0,01 мм.

3.2.3 Определение шага режущих зубьев протяжки

Предварительно шаг режущих зубьев определяют по формуле

$$t_{\text{пред}} = 1.5\sqrt{L}$$

где $L = 8$ длина протягиваемого отверстия, мм.

$$t_{\text{пред}} = 1.5\sqrt{8} = 4.25$$

По найденной величине шага рассчитывают максимальное число одновременно работающих зубьев.

$$Z_{\text{max}} = \frac{L}{t_{\text{пред}}} = \frac{8}{4,25} = 1.88 \approx 2$$

Вычисленную величину округляют до целого числа в большую сторону. Величина Z_{max} должна соответствовать условию: $2 < Z_{\text{max}} < 6$. В обратном случае эту величину необходимо скорректировать. т.к. данное условие не выполняется принимаем $Z_{\text{max}} = 3$

Далее по найденной выше величине Z_{max} уточняют шаг t режущих зубьев:

$$t = \frac{L}{Z_{\text{max}} - 0.1} = \frac{8}{3 - 0.1} = 2.75 \approx 3 \text{ мм}$$

Величину t следует округлять в большую сторону кратно 0,5 мм. и окончательно принять для протяжки.

3.2.4 Определение глубины стружечных канавок протяжки

Глубина стружечных канавок h выбирается кратной 0,5 мм. из интервала $h=(0,38...0,45)t$

$$h = (0.38 \dots 0.45)t = 0.42 \cdot 3 = 1.26 \approx 1.5$$

Выбранную величину h следует проверить по условию размещения стружки в стружечных канавках:

$$h \geq 1.13\sqrt{S_z L K} \text{ мм.}$$

					15.03.05.2021.412.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		56

где K – коэффициент заполнения стружечных канавок. Коэффициент $K=3$

$$h \geq 1.13\sqrt{0.015 \cdot 8 \cdot 3}=0.678$$

Условие выполняется.

3.2.5 Определение геометрических параметров протяжки

Передние углы γ всех зубьев протяжки принимаются в зависимости от материала заготовки (табл. 1.2) принимаем $\gamma=10^\circ$

Для разбивки режущей части на ступени находим границы ступеней, т.е. диаметры последних зубьев ступеней:

$$d_i = \eta_i S$$

где d_i – диаметр последнего зуба i -й ступени мм.

где η_j – коэффициент (табл 1.12)

$$d_1 = \eta_1 S = 1.06 \cdot 6 = 6.36$$

$$d_2 = \eta_2 S = 1.15 \cdot 6 = 6.9$$

Находим величины задних углов α (см. п. 1.1.6)

1 ступень $\alpha=3^\circ$,

2 ступень $\alpha=2^\circ$,

3 ступень $\alpha=1^\circ$,

Для того чтобы найти размеры профиля стружечных канавок необходимо рассчитать размеры профиля g , r , R (см. п. 1.1.7). Рекомендуются размеры:

$$b = (0,3 - 0,35) t; r = (0,5 - 0,6) h; R = (0,65 - 0,8) t$$

$$b = (0,3 - 0,35) t=0,3 \cdot 3=0,9$$

$$r = (0,5 - 0,6) h=0,5 \cdot 1,5=0,75$$

$$R = (0,65 - 0,8) t=0,8 \cdot 1,5=1,2$$

Номинальный размер S_n по граням зуба протяжки находится по формуле:

$$S_n = S_{\max} - \delta$$

					15.03.05.2021.412.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		57

где S_n – наибольший предельный размер по граням обрабатываемого отверстия, мм; δ - величина разбивки отверстия (см. п. 1.1.11). В учебном расчете следует принимать $\delta = (0,005...0,01)$ мм.

$$S_n = 6,048 - 0,008 = 6,04$$

Верхнее предельное отклонение принимаем равным нулю, нижнее - выбираем в пределах от 1/4 до 1/3 величины допуска на размер S детали со знаком «минус».

Для уменьшения трения на плоских сторонах зубьев принимается задний угол 1° , который располагается позади ленточек шириной 0,8 мм.

Сила резания рассчитываем аналогично, как для цилиндрической протяжки диаметром S с величиной подачи на зуб a_1 . В данном случае эмпирическая формула для нахождения силы резания принимает вид:

$$P_k = C_p S_{z1}^x S \pi Z_{\max} K_\gamma K_c K_i$$

где C_p – постоянная величина, которая зависит от свойств обрабатываемого материала (табл. 1.2); x - показатель степени при величине подачи (табл. 1.2); $K_\gamma K_c K_i$ поправочные коэффициенты, учитывающие соответственно влияние переднего угла, состава смазывающе-охлаждающей жидкости (СОЖ), степени износа зубьев (табл.1.6)

$$P_k = 3090 \cdot 0,015^{0,85} \cdot 6 \cdot 3,14 \cdot 3 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 4907,5 \text{ Н}$$

Диаметр последнего режущего зуба находится по формуле для квадратной протяжки:

$$d_{pz} = S_n \sqrt{2} - \Delta$$

$$d_{pz} = 6,04 \sqrt{2} - 0,15 = 8,39 \approx 8,4$$

где Δ – величина притупления уголков, которая выбирается в интервале $\Delta=0,1-0,2$ мм. Величина d_{pz} должна быть кратной 0,05 мм. Следует помнить, что у протяжек, срезающих припуск по генераторной схеме, калибрующие зубья отсутствуют, однако после последнего режущего зуба выполняют несколько запасных зубьев, по размеру равных последнему режущему зубу, обычно принимают $Z_{\text{зап}} = 3 - 4$ зуба. Принимаем 4 запасных зуба.

Диаметры зубьев протяжки сводим в таблицу 3.1.

										Лист
										58
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2021.412.00.000 ПЗ					

Таблица 3.1 – Зубья протяжки

Диаметр зуба	Номер зуба	Диаметр зуба	Номер зуба
6,9	21	6,03	1
7	22	6,06	2
7,1	23	6,09	3
7,2	24	6,12	4
7,3	25	6,15	2
7,4	26	6,18	6
7,5	27	6,21	7
7,6	28	6,24	8
7,7	29	6,27	9
7,8	30	6,3	10
7,9	31	6,33	11
8	32	6,36	12
8,1	33	6,42	13
8,2	34	6,48	14
8,3	35	6,54	15
8,4	36	6,6	16
8,4	37	6,66	17
8,4	38	6,72	18
8,4	39	6,78	19
8,4	40	6,84	20

Диаметр каждого последующего зуба определяется путем увеличения диаметра предыдущего зуба на удвоенную подачу для данной ступени последним зубом данной ступени следует считать зуб, диаметр которого наиболее близок к вычисленной расчетной величине d_i .

Диаметр передней направляющей принимается равным диаметру отверстия в заготовке $d_{пн} = d_0$, а допуск диаметра передней направляющей - по f7.

$$d_{пн} = 6f7$$

Длина передней направляющей принимается равной длине протягиваемого отверстия

$$l_{пн} = L = 8 \text{ мм.}$$

Задняя направляющая выполняется квадратного сечения у квадратных протяжек. Диаметр задней направляющей $d_{зн}$ определяется путем округления диаметра последних зубьев d_{pz} до меньшего целого. Длина задней направляющей $l_{зн} = 0,75L$, но не менее 20 мм, принимаем 20 мм.

На торцевой плоскости задней направляющей выполняется фаска размером $1 \times 45^\circ$.

Общая длина протяжки определяется по формуле:

$$L_{пр} = l_{пн} + l_{рез} + l_{зн}$$

где $l_{пн} = 8 \text{ мм.}$ – длина передней направляющей

$l_{\text{реж}} = 120 \text{ мм.}$ – длина режущей части

$l_{\text{зн}} = 20 \text{ мм.}$ – длина задней направляющей

$$L_{\text{пр}} = 8 + 120 + 20 = 148 \text{ мм.}$$

Чертеж протяжки приведен на рисунке 14.

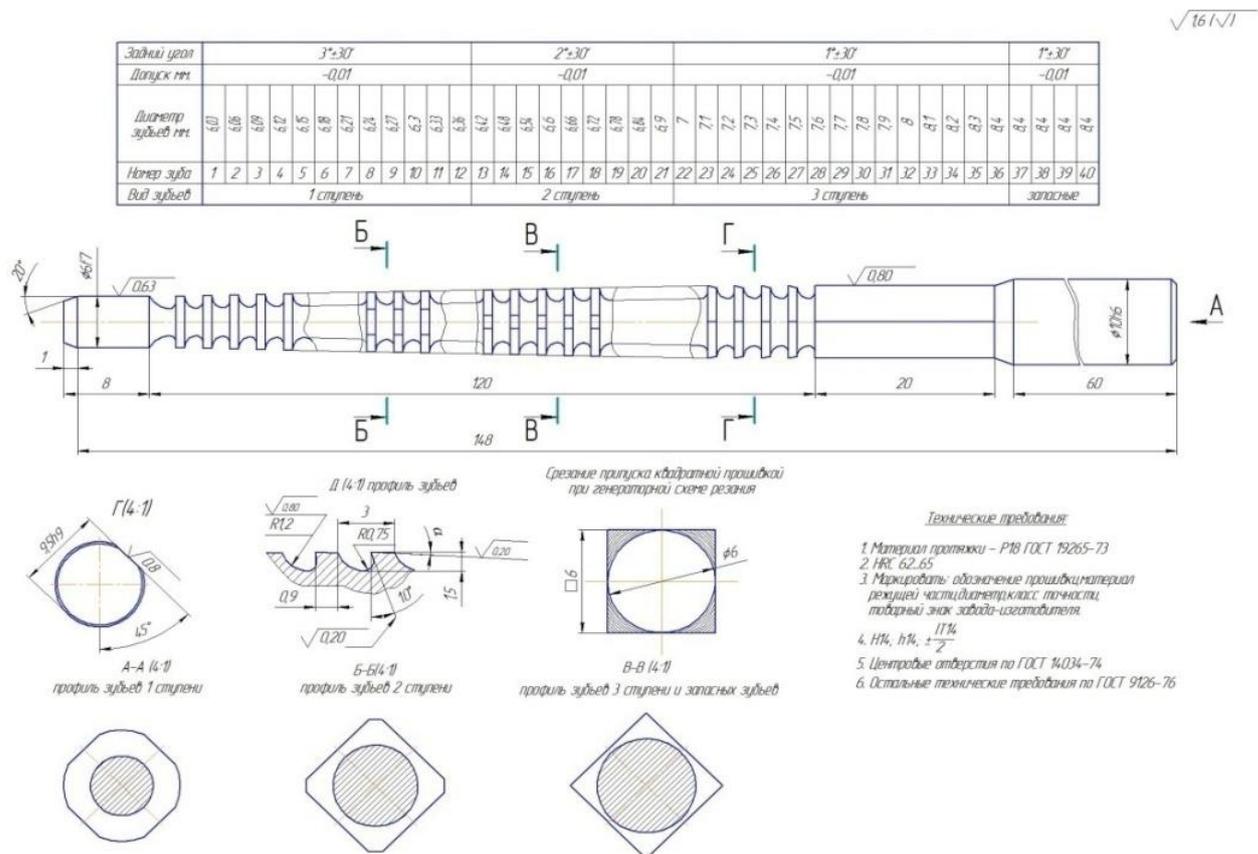


Рисунок 14 – Протяжка

3.3 Описание работы контрольного приспособления

3.3.1 Выбор схемы контроля

Контрольное приспособление предназначено для измерения радиального биения $\varnothing 29h12$ относительно базового диаметра $\varnothing 29d9$ с помощью индикатора. Для данного вида контроля воспользуемся схемой в соответствии с рисунком 15.

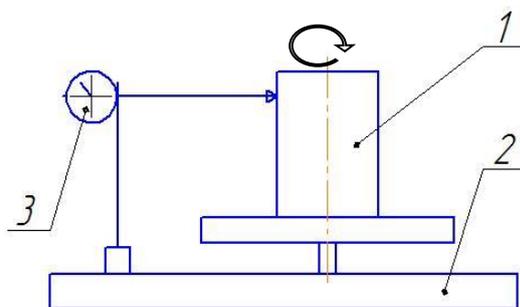


Рисунок 15 – Схема контроля радиального биения
 1 – контролируемая деталь; 2 – корпус приспособления; 3 – измерительная головка.

3.3.2 Разработка схемы приспособления

Исходя из конфигурации контролируемой детали, предлагается разработать специальное приспособление с пневматическим приводом. Ось вращения детали располагается вертикально. Контроль предлагается производить в приспособлении, оснащённом индикатором.

Схема приспособления для контроля биения приведена в соответствии с рисунком 16.

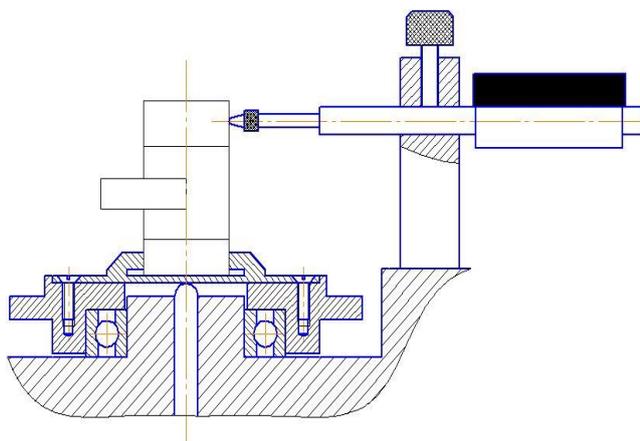


Рисунок 16 – Схема контрольного приспособления

Приспособление состоит: из центрирующего зажимного устройства типа мембранного патрона. Мембранные патроны обеспечивают точность центрирования деталей 0,004–0,007 мм., в свободном состоянии кулачки мембраны образуют цилиндрическую поверхность, диаметр которой на 0,05 - 0,08 должен быть меньше наименьшего наружного диаметра детали, такой небольшой натяг обеспечивает повышение точности центрирования. В нем измеряемая деталь центрируется и закрепляется по наружному диаметру $\varnothing 29$ на поворотном устройстве корпуса приспособления. В корпусе встроены пневматический механизм, для раскрепления детали, состоящий из пневмоцилиндра одностороннего действия. Для снятия показаний, на корпусе установлена стойка с закрепленным на ней индикатором.

3.3.3 Компоновка контрольного приспособления

Приспособление предназначено для проверки радиального биения, $\varnothing 29h12$ относительно базового диаметра $\varnothing 29d9$ с помощью индикатора. компоновка приспособления приведена на рисунке 17

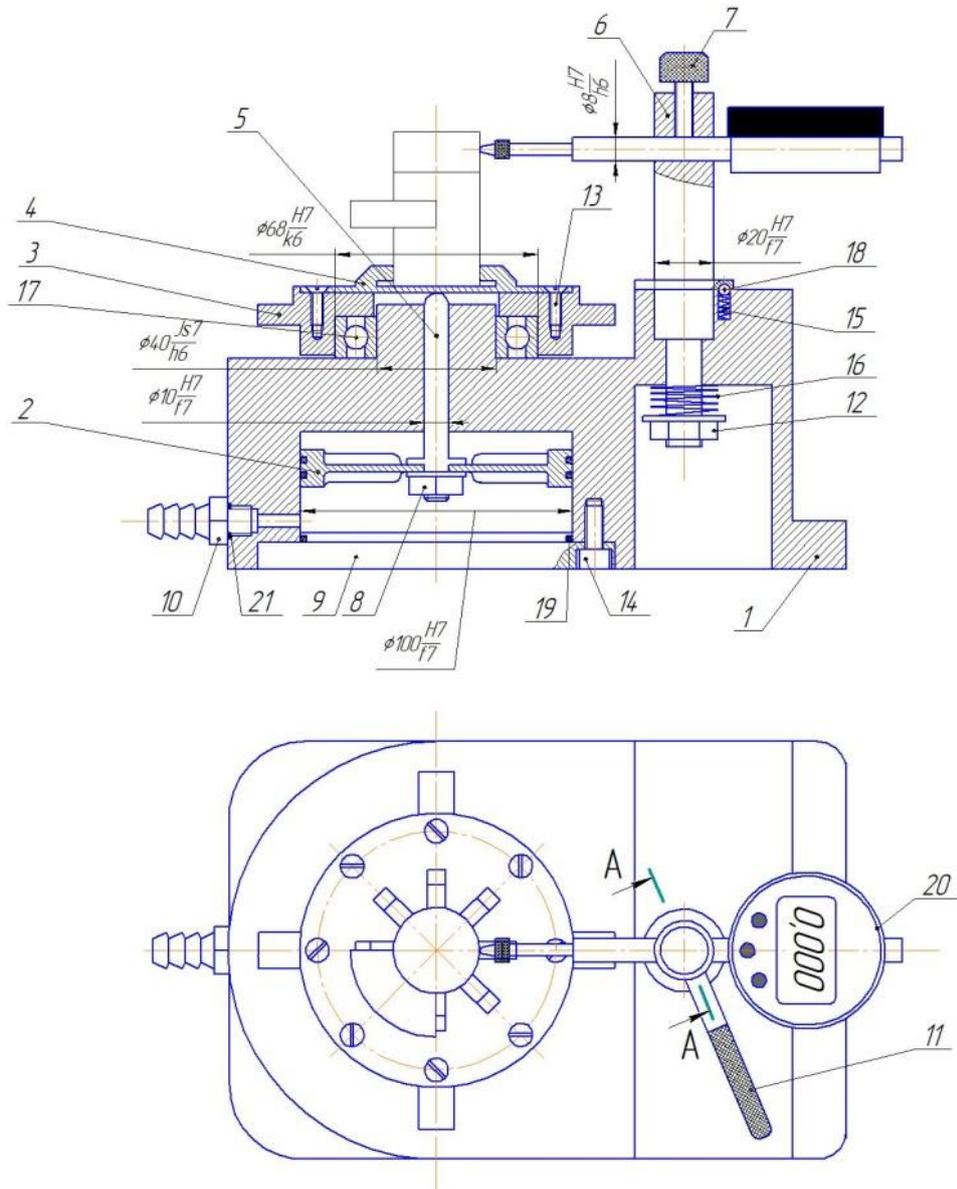


Рисунок 17 – Приспособление для контроля торцевого биения

Для установки детали в приспособлении сжатый воздух подаётся через штуцер 10 и отверстие в корпусе 1 в рабочую полость пневмоцилиндра. Под действием давления поршень 2 с закрепленным на нем штоком 5 давит на мембрану 4, тем самым разжимая кулачки мембранного патрона. Проверяемая деталь устанавливается посадочным диаметром в кулачки мембраны 4. Затем рабочее давление воздуха в полости пневмоцилиндра сбрасывается мембрана выпрямляется принимает

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2021.412.00.000 ПЗ

Лист

62

исходное положение и закрепляет деталь, шток с поршнем под воздействием упругости сих мембраны опускается в нижнее положение. Мембрана 4 с помощью винтов 13 закреплена на поворотной опоре 3, которая установлена на подшипнике 17 корпуса приспособления и обеспечивает вращение детали вокруг оси. С помощью рукоятки 11 стойка 6 с закрепленным на ней с помощью винта 7 электронным индикатором 20, поворачивается в рабочее положение, ножка индикатора касается контролируемой поверхности детали с натягом ≈ 1 мм. Показания дисплея индикатора с помощью кнопки сбрасываются на «0» тем самым позволяя исключить погрешность измерения, возникающую за счет зазоров в посадке между индикаторной стойкой и корпусом приспособления при ее поворотах. Деталь с помощью рукояток на опоре 3 вращается, на дисплее индикатора отражаются результаты контролируемого параметра. Использование при измерениях электронного индикатора значительно упрощает процесс подготовки приспособления к измерениям, а также повышает точность снятия показаний при контроле биения за счет наличия электронного дисплея, отражающего с максимальной точностью в цифровом виде результаты измерений.

3.3.4 Расчет конструктивных параметров пневмоцилиндра привода

Для расчета конструктивных параметров пневмоцилиндра привода контрольного приспособления используем методику расчета мембранного патрона. Отдельные величины в формулах данного расчета не принимаем во внимание так как деталь в приспособлении не подвергается силовым нагрузкам, не обходимо только ее закрепление для проведения контрольных измерений.

На рисунке 18, показана конструктивно-расчетная схема мембранно-рожкового патрона.

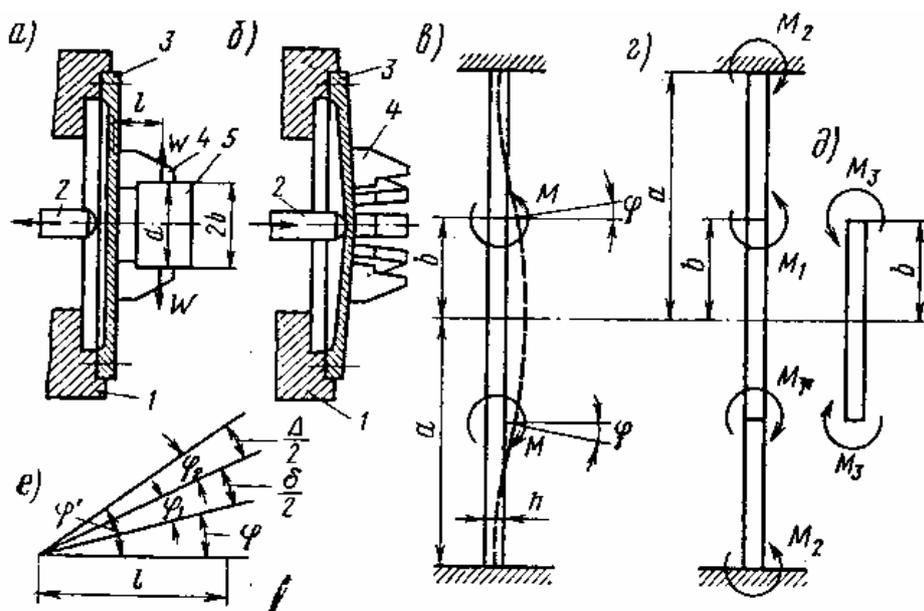


Рисунок 18 – Конструктивно-расчетная схема мембранно-рожкового патрона

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

$$Q_3 = \frac{k_3 M_{\text{рез}}}{z \cdot f \cdot r}$$

Таким образом в формуле для определения требуемой силы закрепления на одном кулачке мембранного патрона можно исключить из расчета $M_{\text{рез}}$ сохранив в числителе лишь коэффициент запаса k_3 присвоив ему стандартное значение 1.5, а остальные величины равны:

$z = 8$ - количество кулачков на мембране патрона приспособления
 $f = 0,12$ - коэффициент трения в контакте кулачков с деталью
 $r = 14.5$ - радиус наружной поверхности детали, по которой происходит закрепление.

$$Q_3 = \frac{1,5}{8 \cdot 0,12 \cdot 14,5} = 0,11 \text{ кг}$$

Определяем суммарный изгибающий момент на мембране при действии силы закрепления на всех кулачках.

$$M_{\text{изг}} = Q_3 \cdot r \cdot l$$

где l - вылет кулачков патрона равен 7 мм. (принято по чертежу детали)

$$M_{\text{изг}} = 0,11 \cdot 14,5 \cdot 7 = 11,2$$

Суммарный изгибающий момент условно можно представить как сумму двух изгибающих моментов действующих на два элемента мембраны при ее деформации от штока пневмоцилиндра.

$$M_{\text{и}} = M_1 + M_2$$

M_1 - изгибающий момент, действующий на внешней части мембраны до кулачков.

M_2 - изгибающий момент, действующий на внутренней части мембраны внутри кулачков. Этот момент возникает в следствии поворота кулачков на некоторый угол φ при установке и закреплении детали.

Соотношение моментов M_1 и M_2 определяется в зависимости от отношения радиусов R – радиуса мембраны (45 мм) и r – радиус закрепляемой детали по таблице 3.2

$$R/r = \frac{45}{14,5} = 3,1$$

					15.03.05.2021.412.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		64

Таблица 3.2 – Радиус закрепляемой детали

R/r	1,25	1,5	1,75	2	2,25	2,5	2,75	3
κ ₁	0,785	0,645	0,56	0,51	0,48	0,455	0,44	0,42
κ ₂	0,215	0,355	0,44	0,44	0,52	0,545	0,56	0,58

Тогда:

$$M_1 = M_{и} \cdot \kappa_1 = 11,2 \cdot 0,42 = 4,7$$

$$M_2 = M_{и} \cdot \kappa_2 = 11,2 \cdot 0,58 = 6,5$$

Определяем цилиндрическую жесткость пружины по формуле

$$B = \frac{E \cdot h^3}{12(1 - \mu^2)}$$

где $E = 2,1 \cdot 10^6$ кг/см модуль упругости стальной мембраны

$h = 1$ мм - толщина мембраны

$\mu = 0,3$ - коэффициент Пуассона

$$B = \frac{2,1 \cdot 10^6 \cdot 1^3}{12(1 - 0,3^2)} = 1,9 \cdot 10^5 \text{ кг/см}$$

Определяем угол разжима кулачков при закреплении детали с наименьшими предельными размерами

$$\varphi' = \frac{M_2 \cdot r}{B(1 + \mu)} \text{ рад}$$

где $r = 14,5$ - радиус закрепляемой детали

$$\varphi' = \frac{6,5 \cdot 14,5}{1,9 \cdot 10^5(1 + 0,3)} = 0,0004 \text{ рад}$$

Определяем угол наибольшего разжима кулачков

$$\varphi = \varphi' + \frac{1}{2L}(TD + \Delta)$$

где $L = 2$ мм - вылет кулачка до точки контакта с деталью

$TD = 0,052$ мм - допуск на наружный диаметр детали

						15.03.05.2021.412.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			65

$\Delta = 0,5$ мм - гарантированный зазор необходимый для установки детали

$$\varphi = 0,0004 + \frac{1}{2 \cdot 2} (0,052 + 0,5) = 0,14$$

Определяем силу на штоке пневмоцилиндра мембранного патрона необходимую для прогиба мембраны при разжиге кулачков на максимальный угол φ .

$$W = \frac{4\pi V \varphi}{2,3 \cdot \lg \frac{R}{r}} \text{ кг}$$

где $R = 40$ мм. - радиус мембраны до точки закругления на корпусе

$$W = \frac{4 \cdot 3,14 \cdot 1,9 \cdot 10^5 \cdot 0,14}{2,3 \cdot \lg \frac{40}{14,5}} = 334 \text{ кг}$$

Определяем по расчетному усилию диаметр поршня по формуле

$$D_{\pi} = \sqrt{\frac{4W}{\pi \cdot \rho \cdot \eta}}$$

где $\rho = 6 \text{ кг/см}^2$ - рабочее давление в пневмосистеме
 $\eta = 0,96$ - потери на трение в пневмоцилиндре

$$D_{\pi} = \sqrt{\frac{4 \cdot 334}{3,14 \cdot 6 \cdot 0,96}} = 8,6 \text{ см} = 86 \text{ мм.}$$

На основании полученных результатов и рекомендаций принимаем диаметр пневмоцилиндра 100 мм.

3.3.5 Расчет приспособления на точность

Каждому способу контроля характерны определенные погрешности измерения. Систематические погрешности обособливаются конструктивными особенностями конкретного приспособления и используемого способа измерения.

Общая погрешность приспособления для контроля не должна быть выше 25-30% от допуска параметра который контролируется [29].

Для контроля радиального биения 0,03 диаметра 29h12 относительно базового отклонение должно быть не больше $0,3 \cdot 0,03 = 0,009$ мм.

					15.03.05.2021.412.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		66

Произведем расчет погрешности измерения разработанного приспособления. Погрешность измерения при осуществлении контроля радиального биения найдем по формуле:

$$\Delta_{\text{изм}} = \sqrt{\Delta 1^2 + \Delta 2^2 + \Delta 3^2},$$

где $\Delta 1$ – погрешность измерения электронного цифрового индикатора $\Delta 1 = 0,003$ мм;

$\Delta 2$ – погрешность установки контролируемой детали в мембранном патроне $\Delta 2 = 0,005$

$\Delta 3$ – максимальный зазор в посадке между поворотной стойкой и корпусом приспособления, $\Delta 3 = 0,062$ мм; (учитывая, что при каждом повороте измерительной стойки с электронным индикатором к детали будет производиться сброс показаний индикатора на "0" данную составляющую можно исключить из расчета), тогда:

$$\Delta_{\text{изм}} = \sqrt{0,003^2 + 0,005^2} = 0,0058.$$

Таким образом, погрешность измерения не превышает максимально допустимой величины – 30% от допуска на контролируемый параметр $0,009 \geq 0,0058$.

Выводы по части три

В данной части рассчитаны и спроектированы: фрезерное приспособление с пневматическим приводом, протяжка для квадратного отверстия $\square 6$, контрольное приспособление для контроля радиального биения.

									Лист
									67
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

15.03.05.2021.412.00.000 ПЗ

4 ПЛАНИРОВКА УЧАСТКА

4.1 Разработка планировки и описание работы участка механической обработки

Начальными данными для разработки планировки оборудования и рабочих мест являются годовая программа выпуска деталей, технологический маршрут обработки и штучное время затраченное для осуществление каждой операции обработки детали. Начальные данные для проектирования приведены в таблице 4.1.

Деталь - «Ударная втулка»

Тип производства - крупносерийное

Масса детали - 0,09 кг;

Масса заготовки – 0,3 кг;

Программа выпуска деталей, Nгод - 10000 шт;

Таблица 4.1 - Исходные данные

№ оп.	Оборудование	To, мин	Tвсп, мин	Tшт, мин
005	Токарный SN - 32	1,2	0,8	2,16
010	Токарный с ЧПУ СТХ 310 ecoline	3,5	1,16	5
015	Токарный с ЧПУ СТХ alpha 300	2,16	2,5	5,4
020	Фрезерный с ЧПУ DMC 635V ecoline	2,6	2,3	5,3
025	Верстак слесарный	2,7	1,7	4,75

4.1.1 Определение количества оборудования и работающих

При выборе состава технологического оборудования для передовых цехов механосборочного производства, обязательно нужно учитывать следующие основные факторы: развития технологических процессов; повышения качества деталей и сборки агрегатов; обширную автоматизацию производственных технических процессов; увеличение производительности труда и рентабельности предприятия. Расчет числа станков, требуемых для выполнения каждой операции, определяется по формуле [2]

$$C'_p = \frac{t_{шт}}{\tau},$$

где $t_{шт}$ – штучное время выполнения одной операции, мин (определено при нормировании см. табл. 4.1)

$\tau = \Phi_{\text{эф}} \times 60 / N$ – такт выпуска деталей, мин;

$\Phi_{\text{эф}}$ – эффективный годовой фонд времени работы оборудования 3800 часов (табл. 2.1);

Тогда: $\tau = \Phi_{\text{эф}} \times 60 / N = 3800 \times 60 / 100000 = 2,28$

Рассчитано количество потребного оборудования и рабочих и результаты сведены в таблицу 4.2

Таблица 4.2 - Расчет количества потребного оборудования

№опер	Модель станка	Тшт, мин	С _р ' шт.	С _р , шт.	С _п , шт.	Кз
005	Токарный SN 32	2,16	0,95	1,1	2	0,6
010	Токарный с ЧПУ CTX 310 ecoline	5	2,2	2,6	3	0,86
015	Токарный с ЧПУ CTX alpha 300	5,4	2,3	2,7	3	0,9
020	Фрезерный с ЧПУ DMC 635V ecoline	5,3	2,3	2,7	3	0,9
025	Верстак слесарный	4,75	1,98	2	2	1
Итого				11,3	13	-

$$K_{з.ср} = \frac{11,1}{13} = 0,85$$

График загрузки оборудования изображен на рисунке 19.

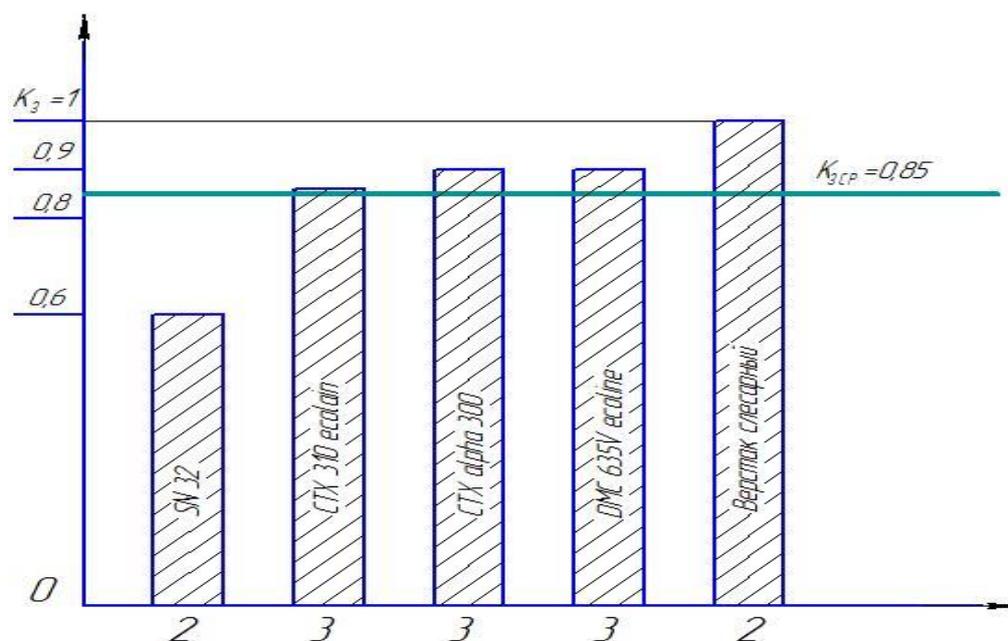


Рисунок 19 – График загрузки оборудования

4.1.2 Определение численности основных рабочих

Расчет количества производственных работников производится согласно методике. При укрупненных расчетах число станочников определяется по станкоемкости годового объема выпуска деталей либо по принятому числу станков находящихся на участке.

В этом случае количество станочников определяется по формуле

$$R_{\text{ст}} = \frac{T_{\Sigma}}{\Phi_{\text{эф}} \times K_{\text{м}}},$$

где: $T_{\Sigma} = \sum t_{\text{шт}} \times N$ – суммарная станкоемкость изготовления деталей на станках данного типа на участке, в станко-часах;

$\Phi_{\text{эф}}$ – эффективный годовой фонд времени рабочего (табл. 4.3);

$K_{\text{м}}$ – коэффициент многостаночного обслуживания.

Коэффициент $K_{\text{м}}$ зависит от вида оборудования. Для универсальных станков с ручным управлением $K_{\text{м}} = 1$. Для прутковых токарных и токарно-револьверных полуавтоматов $K_{\text{м}} = 3 \dots 8$; для многошпиндельных полуавтоматов $K_{\text{м}} = 1 \dots 4$; для зубообрабатывающих полуавтоматов $K_{\text{м}} = 2 \dots 4$; для агрегатно-сверлильных, агрегатно-расточных $K_{\text{м}} = 1 \dots 3$; для станков с программным управлением $K_{\text{м}} = 2 \dots 3$.

Таблица 4.3 - Фонд времени работы рабочих

Продолжительность рабочей недели, ч	Номинальный фонд времени, ч	Продолжительность основного отпуска, дни	Потери номинального фонда времени, %	Эффективный годовой фонд времени, ч
40	2000	24	11	1720

Количество станочников рассчитываем по числу станков участка с учетом размещения оборудования и анализа возможности многостаночного обслуживания. Принимая во внимание что при расчетах выявлено, что многостаночное обслуживание возможно на операции 010 где $K_{\text{м}} = 2$, так как многостаночное обслуживание будет возможно только на 2 станках, принимается решение о совмещении на одном рабочем месте выполнение разных операций на станках токарной группы, таким образом получить возможность многостаночного обслуживания. Для чего разместим на планировке станки оп 010 и 015 попарно, то есть изготовленная на 010 операции деталь будет устанавливаться без транспортировки на второй обслуживаемый станок, для выполнения следующей 015 операции.

Состав и численность рабочих приведены в таблице 4.4.

Таблица 4.4 - Расчет численности рабочих

№ опер.	Спр, шт	Профессия рабочих	Тшт, мин	Rn рас, чел.	Спр, шт	Количество рабочих, чел. Всего Rn
005	13	Токарь	2,16	2,3	2	4
010		Оператор	5	2,6	3	3
015		Оператор	5,4	2,7	3	3
020		Оператор	5,3	2,67	3	6
025		Слесарь	4,75	4,02	2	4

Общее число станочников и слесарей работающих в две смены $R_{общ.} = 20$ чел.

4.1.3 Определение типов количества транспортных средств

Межоперационное перемещение деталей типа «Ударная втулка» при весе обрабатываемой детали от 0,1 кг до 0,4 кг и наибольших размерах 60 мм, может производиться на участке механической обработки по партиям, на электротележках.

Используемые на механическом участке детали заблаговременно на складе заготовок складываются в межоперационную тару и перемещаются в ней от одного станка к другому поступая на склад готовой продукции. После на складе готовой продукции складываются в контейнеры весом до 400 кг. Транспортировку контейнеров осуществляют электротележками на склад сборочного цеха либо на склад завода. Потребное количество электротележек (ЭТМ) рассчитаем по формуле:

$$T = \frac{Q \cdot i}{g \cdot 60 \cdot \Phi_n \cdot m \cdot K_1} \left(\frac{l_{cp}}{v_{cp}} + t_3 + t_p \right),$$

где $Q = 5000$ – грузопоток заготовок за год;

$q = 0,8$ – коэффициент заполнения ЭТМ за один рейс;

$i = 2$ – число транспортных операций за один рейс (туда и обратно);

$\Phi_n = 2070$ - номинальный годовой фонд времени работы ЭТМ в смену;

$K_1 = 0,85$ - коэффициент, с учетом простоя ЭТМ;

$l_{cp} = 2000$ м - средний пробег ЭТМ за один рейс туда и обратно;

$v_{cp} = 7$ м/мин - средняя скорость ЭТМ;

$m = 2$ – количество рабочих смен в сутки;

$t_p, t_3 = 5$ мин. - время одной загрузки и одной разгрузки тележки.

$$T = \frac{50 \cdot 2}{0,8 \cdot 60 \cdot 2070 \cdot 2 \cdot 0,85} \left(\frac{2000}{7} + 5 + 5 \right) = 0,25$$

Принимаем $T = 1$.

						Лист
					15.03.05.2021.412.00.000 ПЗ	71
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Определение потребного количества мостовых кранов

Потребность количества мостовых кранов находят по формуле:

$$K = \frac{D \cdot i}{\Phi \cdot m} \cdot \frac{\left(\frac{l_{\text{ср}}}{V_{\text{ср}}} + t_a + t_p \right)}{\Phi_{\text{и}} \cdot K_i}$$

где D – число перевезенных грузов (контейнеров с заготовками) определяют по формуле:

$$D = \frac{N \cdot G_i}{G_k}$$

где $G_j = 0,4$ кг – вес одной заготовки;

$G_k = 400$ кг – вес контейнера с изделиями;

$m = 2$ – число рабочих смен в сутки;

$\Phi = 240$ – число календарных рабочих дней в году;

i – число операций выполненных кранов на один перевезенный груз;

$l_{\text{ср}} = 40$ м – средний путь на одну крановую операцию;

$V_{\text{ср}} = 0,5$ км/ч – средняя скорость движения крана;

$t_3, t_p = 5$ мин. – время на одну загрузку и одну разгрузку;

$\Phi_{\text{и}} = 480$ мин. – номинальный фонд работы мостового крана;

$K_i = 0,85$ – коэффициент, с учетом простоя крана.

$$D = \frac{100000 \cdot 0,4}{400} = 100$$

$$K = \frac{100 \cdot 2}{240 \cdot 2} \cdot \frac{\left(\frac{80}{0,5} + 5 + 5 \right)}{480 \cdot 0,85} = 0,43$$

Принимаем $K = 1$

Коэффициент загрузки крана $K_{\text{зкр}}$ по времени находится по формуле:

$$K_{\text{зкр}} = \frac{K}{K_{\text{и}}}$$

					15.03.05.2021.412.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		72

$$K_{зкр} = \frac{0,73}{1} = 0,73$$

Принимаем мостовой кран однобалочный с трубчатым мостом и кабиной управления, изображён на рисунке 20.

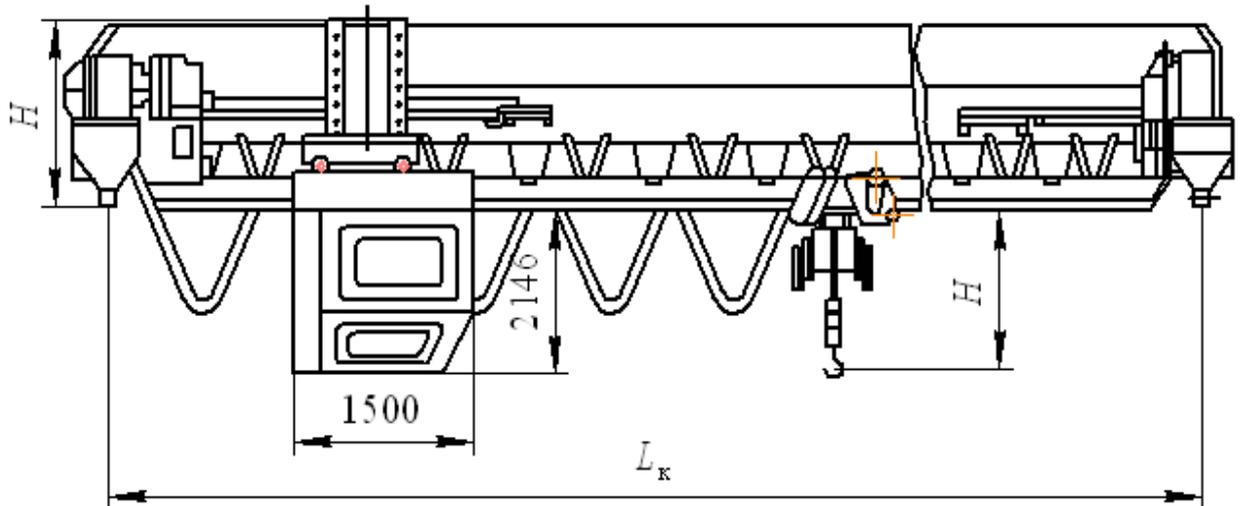


Рисунок 20 – Кран мостовой однобалочный с трубчатым мостом

4.1.4 Выбор способа транспортирования стружки

В результате механической обработки металлов резанием происходит образование значительного количества стружки, которое определяется как разность масс заготовки и детали исходя из расчета годового объема выпуска. При укрупненных расчетах масса стружки принимается равной 10... 15% от массы готовых изделий. Для облегчения транспортировки длина металлической стружки не должна превышать 200 мм, а диаметр спирального витка должен быть не более 25... 30 мм.

Техническое решение по организации сбора и транспортировки стружки напрямую зависит от годового количества стружки, образующегося на 1 м² цеха.

Существует три системы уборки стружки от металлорежущих станков: М - механизированная с применением ручного труда или средств малой механизации; К - комплексная, с помощью линейных конвейеров установленных вдоль станочных линий со специальной тарой в конце конвейера; А - автоматизированная с использованием непрерывного транспорта. Площадь механического участка определяется по формуле:

$$F = n_1 \cdot q_1 + n_2 \cdot q_2 + n_3 \cdot q_3,$$

где n_1, n_2, n_3 - число станков соответственно мелких, средних и крупных,

$$n_1 = 2 \text{ шт.}, n_2 = 5 \text{ шт.}, n_3 = 6 \text{ шт.}$$

q_1, q_2, q_3 - удельная площадь, которая приходится на один мелкий, средний или крупный станок,

$$q_1=10 \text{ м}^2, \quad q_2=25 \text{ м}^2, \quad q_3=30 \text{ м}^2.$$

$$F= 2 \cdot 10 + 15 \cdot 9 = 155 \text{ м}^2.$$

Число стружки на 1 м² цеха определим по формуле:

$$Q = (M_3 - M_4) \cdot N_{np} / F \cdot 1000$$

$$Q = (0,4 - 0,085) \cdot 100000 / 155 \cdot 1000 = 0,2$$

Так как $Q = 0,2$ выбираем комплексную систему транспортировки стружки (система K от 0,2 до 0,55), предусматриваются линейные конвейеры вдоль станочных линий со специальной тарой в конце конвейера. Стружка у станка собирается в тару и сваливается в канал транспортера в оборудованных местах.

Линейные конвейеры размещают в каналах глубиной 600 - 700 мм и шириной 400 - 500 мм.

Принимаем глубину линейного конвейера равной 700 мм, а ширину - 500 мм.

В качестве транспортера стружки выбираем шнековый транспортер рисунок 21.

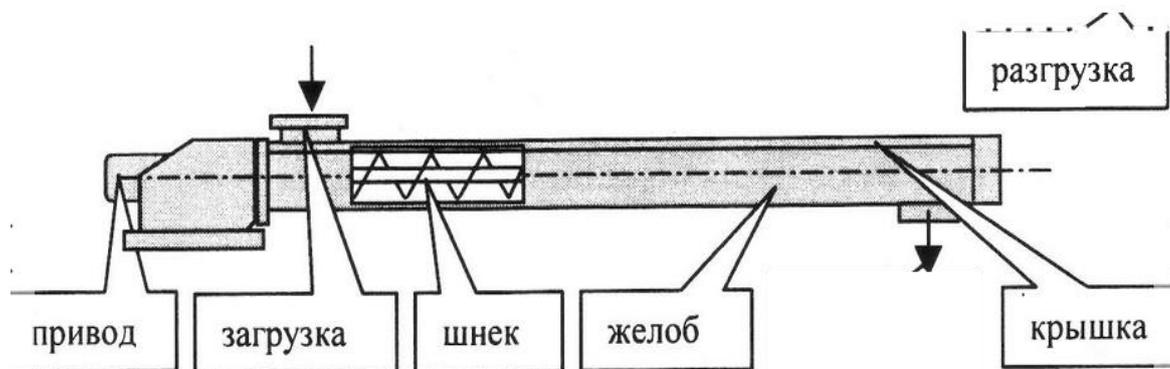


Рисунок 21 – Схема шнекового транспортера

4.1.5 Расчёт площадей для складирования заготовок и деталей

При большом объёме выпуска изделий целесообразно, чтобы склады заготовок находились при соответствующих цехах-потребителях. Цеховой склад заготовок предназначен для обеспечения бесперебойного снабжения станков и поточных линий материалами и заготовками, но не для хранения металла и заготовок, поступающих на завод от поставщиков большими партиями.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

При укрупненном расчете площадь склада принято считать в процентном отношении от площади цеха (участка)

$$F_{сз} = (10...15\%) S.$$

$$F_{сз} = 0,15 \cdot 155 = 24 \text{ м}^2$$

Место накопления и хранения готовых обработанных изделий, которые ожидают поступление на сборку, называется промежуточный склад.

Потребная площадь промежуточного склада определяется по формуле, подобно формуле для расчета площади склада материалов.

$$F_{сз} = 0,1 \cdot 155 = 15,5 \text{ м}^2$$

4.1.5 Планировка оборудования

Планировка оборудования для участка механической обработки обычно выполняется в масштабе 1:100 для малых и средних цехов. При проектировании планировки оборудования нужно учесть все возможные факторы, которые могут оказывать воздействие на рабочих. Главные из них следующие: беспрепятственный доступ рабочих к рабочим места; близость помещений для отдыха и естественных потребностей, душей и столовых; достаточное освещение на рабочем месте и цеху, достаточная циркуляция воздуха; удобство расположение кранов или фонтанчиков для питья и т.д. Для соблюдение противопожарной безопасности следует учесть следующие факторы: удобство расположение противопожарного инвентаря, наличие свободных проходов для быстрой эвакуации работающих и свободный проезд для пожарного транспорта, все двери в помещение обязаны открываться наружу.

Планировка оборудования производится с учётом размещения вспомогательных служб для обеспечение технического контроля за коммуникациями. Магистральные водопроводы, трубопроводы, канализацию, силовые провода для питания станков, систему освещения участка, подвод шлангов с сжатым воздухом, размещение приборов для поддержание температуры в цехе, удаление стружки полученные в результате производства – всё это проектируются так, чтобы данные коммуникации не проходили в зоне работы транспорта и не представляли опасность для рабочих и оборудования.

Планировка участка, выполненная в соответствии с рисунком 22.

									Лист
									75
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

15.03.05.2021.412.00.000 ПЗ

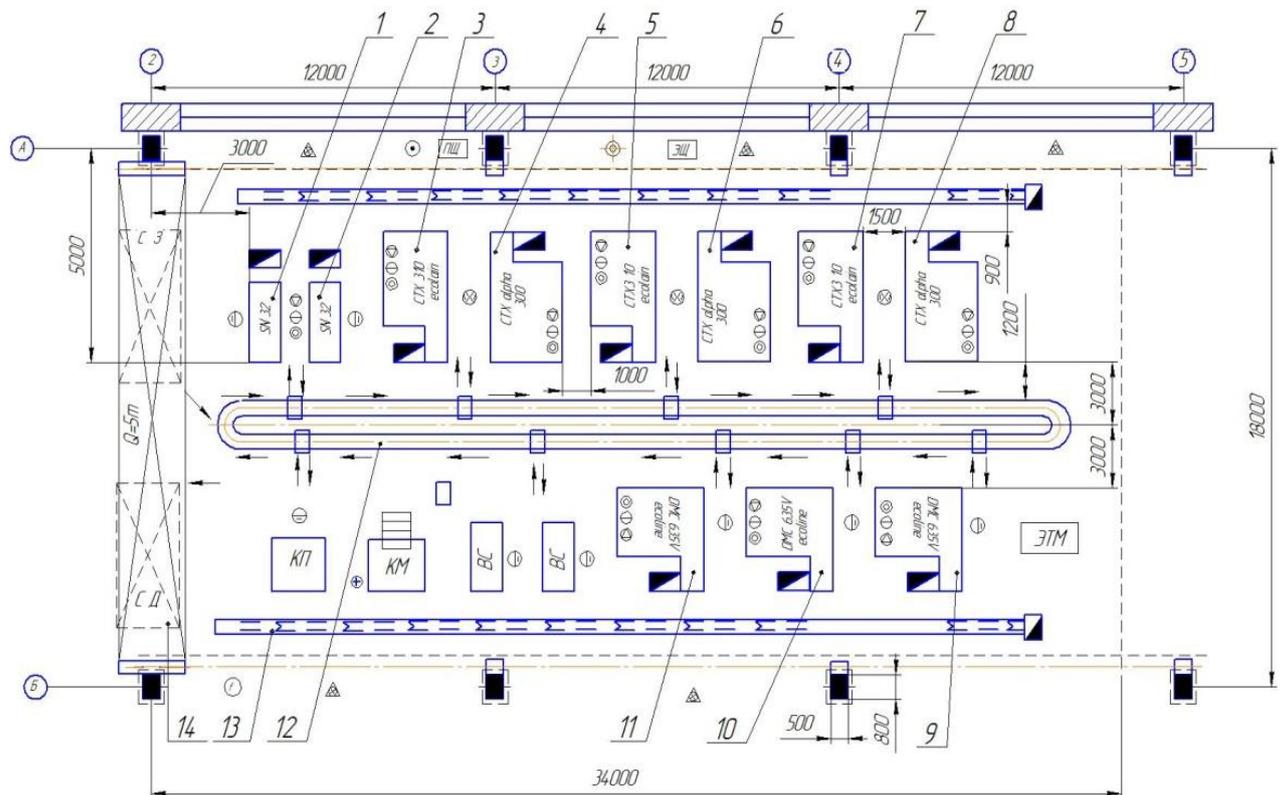


Рисунок 22 – Планировка механического участка обработки

После того как мы расставили оборудования была получена фактическая площадь участка: ширина участка составляет $B = 18$ м, длина участка составляет $L = 34$ м.

Фактическая площадь находится по формуле:

$$F = B \cdot L$$

$$F = 18 \cdot 34 = 612 \text{ м}^2.$$

4.1.6 Выбор типов, формы и определение размеров здания

Механосборочный участок обычно размещается в зданиях, которые имеют один или несколько параллельных пролетов. Главными строительными параметрами таких здания являются:

- ширина пролета L - расстояние между продольными осями колонн
- шаг между колоннами t - расстояние между их поперечными осями
- высота пролета H - расстояние от пола до уровня нижней несущей конструкции.

Выбор главных параметров здания определяет технологический процесс и целесообразность размещения производства. Сетка колонн и высота выбирается из унифицированных величин. Так как максимальная высота равна оборудованию $h_1 =$

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

15.03.05.2021.412.00.000 ПЗ

Лист

76

3 м, минимальное расстояние между оборудованием и транспортируемым грузом $h_2 = 1$ м, а также высота перемещаемых грузов $h_3 = 1,5$ м, крана $h_4 = 1$ м, находят высоту до головки подкранового рельса H_k согласно формуле:

$$H_k = h_1 + h_2 + h_3 + h_4,$$

$$H_k = 3 + 1 + 1,5 + 1 = 6,5 \text{ м.}$$

Принимается $H_k = 6,9$ м. Тогда высота цеха будет равна $H = 9,6$ м.

Поперечный разрез здания у самой высокой точки от уровня пола изображен на рисунке 23.

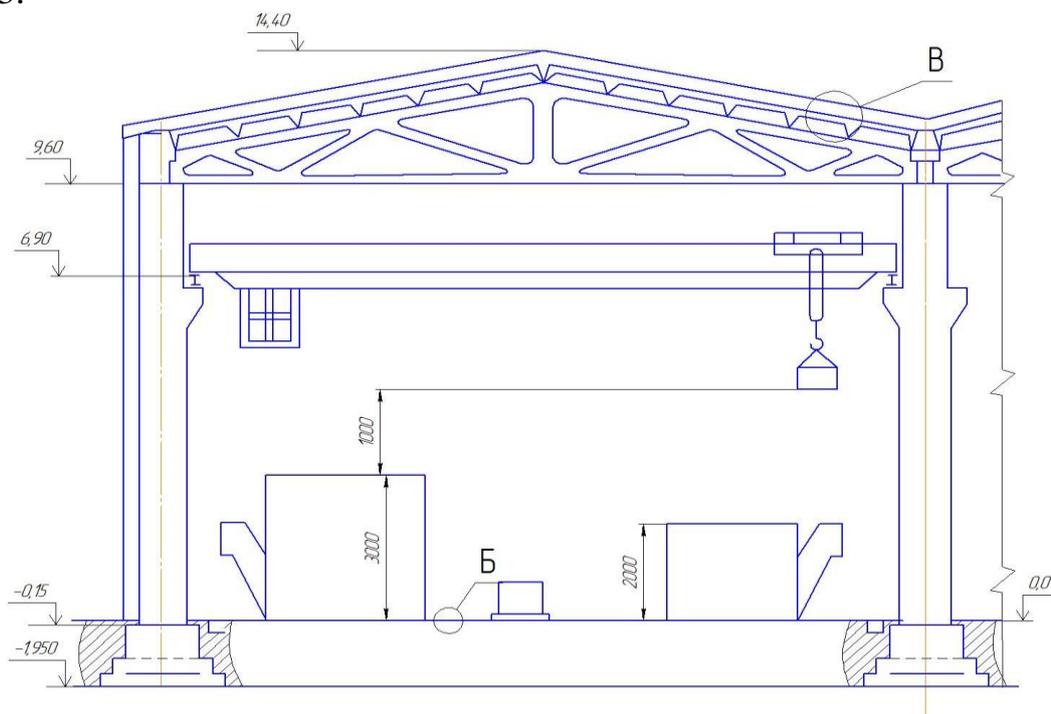


Рисунок 23 – Поперечный разрез здания

Колонны одноэтажных промышленных строений чаще всего делаются железобетонными прямоугольного сечения. При высоте пролета равной 8,4... 10,8 м, оборудованного мостовым краном и грузоподъемностью 5 и 10 т, выбираются колонны прямоугольного сечения (600x800 мм) серии КЭ-01-49, изображенные на рисунке 24.

						15.03.05.2021.412.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			77

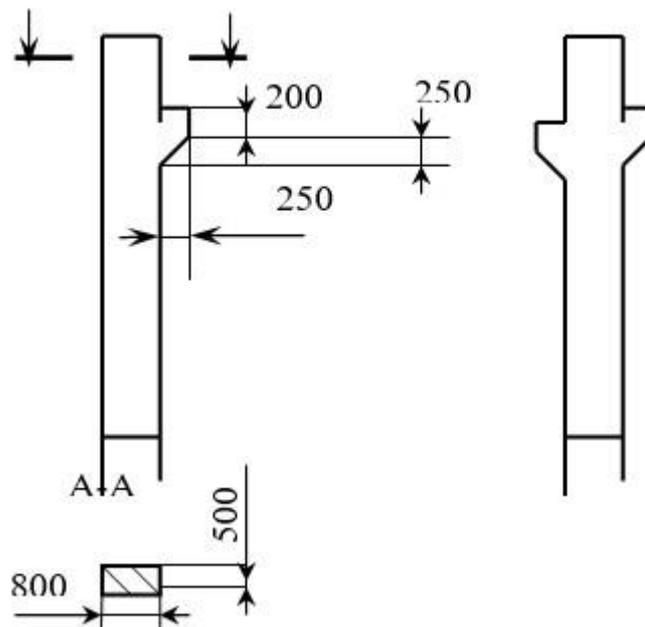


Рисунок 24 – Колонна для здания серия КЭ-01-49

К несущим конструкциям одноэтажных зданий относятся колонны, стены (несущие), балки и фермы покрытий, подкрановые балки и т. п. В строительстве одноэтажных производственных зданий применяют сборные железобетонные колонны квадратного или прямоугольного сечений и двухветвевые.

Железобетонная ферма выполнена в соответствии с рисунком 25.

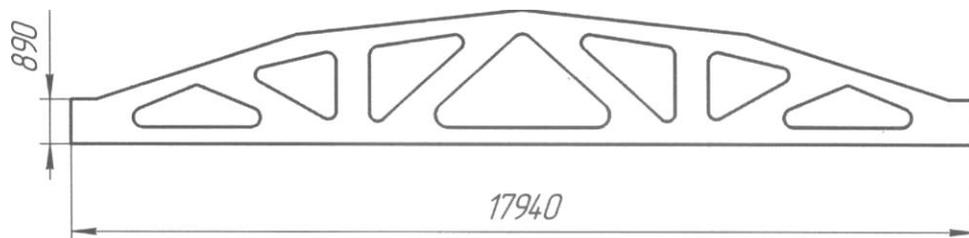


Рисунок 25 – Железобетонная безраскосная ферма серии 1.463-3

Фундаменты железобетонных колонн. Выбор рационального типа, формы и надлежащих размеров фундаментов существенно влияет на стоимость здания в целом. В фундаментах предусматривают уширенные отверстия — стаканы, имеющие форму усеченной пирамиды, для установки в них колонн. Верхняя часть фундамента располагается на 150 мм ниже уровня пола, отметка подошвы фундамента ниже на 1,95 м.

Размеры фундамента показаны в соответствии с рисунком 26.

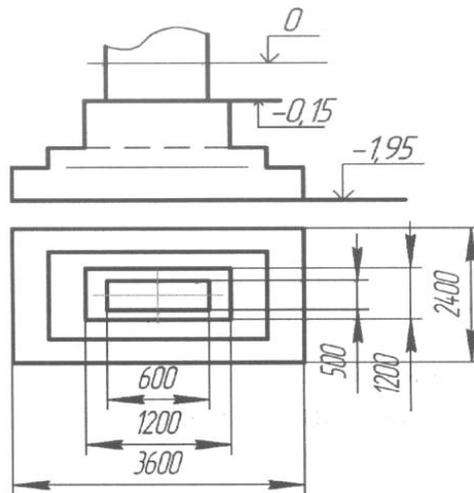


Рисунок 26 – Фундамент серия КЭ-01-49

Покрытие крыши предохраняет здание от атмосферных воздействий и отводит дождевые и талые воды с кровли здания, а также при необходимости сохраняет в помещениях заданный температурно-влажностный режим. Крыша должна отвечать предъявляемым к ней требованиям по теплоизоляции и водонепроницаемости и обладать достаточной несущей способностью. Кровля промышленных строений обычно состоит из сборных настилов, укладываемым по балкам или фермам. В основном распространение получили железобетонные плиты, в соответствии с рисунком 28 применяемые как в не отапливаемых, так и в отапливаемых помещениях.

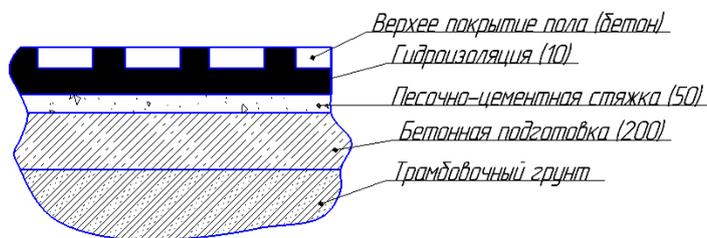


Рисунок 27 – Конструкция пола

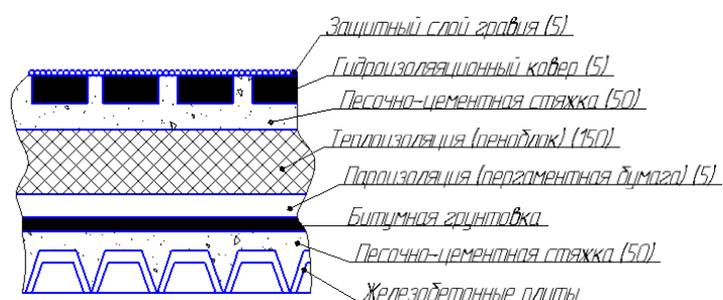


Рисунок 28 – Конструкция кровли

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2021.412.00.000 ПЗ

Лист

79

4.2 Описание мероприятий по охране труда

4.2.1 Общие понятие охраны труда и техники безопасности на предприятии

Охрана труда и техника безопасности на предприятии – это комплекс мер, необходимых, чтобы обезопасить трудящихся во время выполнения ими порученных работодателем задач. По направлениям работы они подразделяются на:

- обеспечение безопасности электрооборудования, кабельных линий, ЛЭП, молниезащиту;
- защиту от пожаров, возгораний и задымления;
- безопасную организацию всех категорий работ;
- поддержание исправности оборудования (поверка, ремонт, своевременная замена);
- содержание в надлежащем состоянии зданий различного назначения, сооружений, построек, а также территории;
- нейтрализацию влияния на работников шума, запыленности, вибрации и других вредных факторов;
- защиту людей, которые трудятся в опасных условиях: на высоте, под землей, в условиях повышенных или пониженных температур, различных излучений, контактируют с горячими или движущимися предметами и их частями и т.д.;
- обучение работников, учащихся, управленческого персонала (инструктажи по охране труда и технике безопасности, специальные курсы, плакаты, схемы, рисунки и др.);
- мониторинг показателей здоровья работников (предварительные, предсменные, ежегодные, внеочередные медосмотры и освидетельствования), организация санаторного лечения, выдачи лечебно-профилактическое питания, молока;
- общественный мониторинг организации охраны труда и техники безопасности на предприятии: работа уполномоченных по ОТ, профсоюзов, других общественных объединений.

С учетом требований нормативной документации, которая регулирует деятельность конкретных организаций, ими разрабатываются собственные стандарты СУОТ. Вся нужная сотрудникам информация по безопасному ведению работ излагается в инструкциях по охране труда и технике безопасности по конкретным профессиям или выполнению определенных работ (погрузочно-разгрузочные, огневые и т. д.).

4.2.2 Меры безопасности при работе на токарных станках

Информирование о технике безопасности при работе на токарном станке необходимо для сохранения жизни и здоровья сотрудников, а также для исключения повреждения дорогостоящих узлов оборудования. Получить аттестацию обязан каждый, кто управляет сложной техникой. Технология должна разрабатываться с

									Лист
									80
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

учетом инструкций предприятия и требований Ростехнадзора в сфере промышленных объектов.

Техника безопасности при работе на токарном станке предусматривает:

- использование средств индивидуальной защиты;
- установку блокировочных механизмов и устройств;
- монтаж защитных приспособлений;
- размещение предупреждающих и запрещающих табличек и плакатов;
- при необходимости использование средств медицинской помощи и пожаротушения;
- отработку методов оказания помощи пострадавшим;
- изучение методов действий при авариях и чрезвычайных происшествиях.

В Российской Федерации все работники предприятий обязаны иметь удостоверение по охране труда. Каждый обучаемый посещает лекции в течение 40 часов с последующей сдачей экзамена по пройденному материалу. Перед допуском к самостоятельному выполнению обязанностей руководитель должен провести инструктажи: вводный и на рабочем месте.

Техника безопасности при работе на токарном станке включает в себя "Межотраслевые правила по охране труда в электроустановках". Питание оборудования осуществляется от 380 Вольт переменного тока. Вторую группу безопасности должны иметь: операторы, наладчики, механики. Третью группу электробезопасности обязаны иметь все электрики и электронщики.

Жидкости не должны попадать на электрические элементы: клеммные коробки, двигатели, пульты оператора. Под ногами оператора должен быть установлен настил, конструктивно предотвращающий скопление влаги при аварийной утечке охлаждающих жидкостей или масла. Желательно, чтобы под ногами было размещено основание из диэлектрика.

Станок должен быть заземлен, все провода, проходящие по внешней части станины, обязаны иметь защиту из металла или проложены в металлической оплетке. Запрещается трогать руками оголенные участки, где отсутствует изоляция. При обнаружении искрения или дыма рекомендуется незамедлительно остановить работу аварийным грибком и обесточить цепи главным рубильником.

При обработке металлов стружка раскаленная, и она вплавляется в пластиковые предметы, поэтому к спецодежде и защитным приспособлениям выдвигаются особые требования. Внешним опасным фактором является неравномерность освещения. Рабочая зона не должна иметь слабое, а также чрезмерное освещение. Отходя от светлого участка станка, оператор или наладчик могут споткнуться или упасть из-за того, что зрение еще не успело перестроиться на более темную область помещения.

4.2.4 Меры безопасности при работе на обрабатывающих центрах с ЧПУ

Инструкция по охране труда — основной документ по технике безопасности на производствах, где применяются станки с ЧПУ. Она разрабатывается в

									Лист
									81
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

15.03.05.2021.412.00.000 ПЗ

соответствии с «Межотраслевыми правилами по охране труда при холодной обработке металлов» и утверждается приказом по организации. Инструкцию по охране труда для станочника должен хранить у себя мастер цеха.

Охрана труда при работе на станках с ЧПУ — одно из условий безаварийной эксплуатации оборудования и отсутствия несчастных случаев.

Самые тяжелые травмы, иногда со смертельным исходом работники получают из-за несоблюдения этих простых правил. По статистике только 3,6% несчастных случаев в промышленности происходит по причине отказа оборудования, все остальное — человеческий фактор.

Чтобы быть допущенным к управлению станком, оператор должен пройти медосмотр, и подтвердить знание правил эксплуатации оборудования. Присвоенный рабочему разряд указывается в квалификационном свидетельстве.

Эксплуатация станков с ЧПУ разрешается обслуживающему персоналу только после прохождения инструктажа по технике безопасности. Его проведение позволяет убедиться, что оператор знает все риски, которые могут возникнуть при работе с данным видом оборудования.

Приводы станка требуется отключать каждый раз, когда необходимо установить заготовку или снять готовое изделие. Это же правило следует соблюдать при уборке стружки, проведении замеров и смене инструмента. Когда при обработке металлических заготовок образуется мелкая стружка, оператор должен пользоваться защитными экранами или очками. Запрещено выдувать стружку сжатым воздухом или счищать ее со станка руками. Для уборки отходов производства со станка необходимо применять специальные щетки или крючки во избежание порезов сливной стружкой или попадания горячей стружки на кожу.

При выполнении рабочих операций станочник должен находиться в спецодежде и спецобуви. Комбинезон или куртка застегиваются на все пуговицы. Это снижает риск захвата одежды движущимися частями оборудования, а также защищает кожу работающего от ранений и ожогов при нештатных ситуациях. Обувь оператора должна быть закрытого типа с металлическим подноском, чтобы при падении тяжелых предметов — инструмента или заготовок — защитить ноги от травм.

Станочнику необходимо прочно закрепить обрабатываемую заготовку. Для этих целей нужно использовать предназначенные для этого приспособления. Необходимо прочно закрепить рабочий инструмент таким образом, чтобы исключить вероятность его раскрепления и поломки во время обработки.

При любой технической неисправности, которая может послужить причиной аварии, надо остановить работу и известить мастера цеха.

Для исключения несчастных случаев, вызванных поражением электротоком, операторы станков с ЧПУ должны соблюдать правила электробезопасности при эксплуатации оборудования. Подключать станок к электрической сети можно только после того, как станина и электродвигатель заземлены.

В случае поражения оператора электрическим током следует прежде всего прекратить воздействие электричества на пострадавшего. Для этого нужно

										Лист
										82
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

15.03.05.2021.412.00.000 ПЗ

использовать сухие предметы, которые не проводят электроток — доска, канат, швабра. Человека требуется оттащить от источника напряжения, избегая брать его за обувь или открытые участки тела. При этом для защиты рук надо использовать любой диэлектрик — сухую ветошь или резину.

После завершения технологических операций станочнику нужно отключить электропривод оборудования. Затем необходимо удалить стружку, сложить заготовки и готовые изделия. Инструмент надо убрать на штатное место. Если в течение рабочей смены были неполадки оборудования или со станком проводились ремонтные операции, необходимо передать эту информацию следующему станочнику или мастеру. После остановки движущихся частей станка требуется провести их смазку. При этом использованную ветошь надо поместить в закрывающийся стальной ящик.

4.2.5 Мероприятия по предотвращению или уменьшению вероятности возникновения ЧС

Предупреждение чрезвычайных ситуаций как в части их предотвращения (снижения вероятности возникновения), так и в плане уменьшения потерь и ущерба от них (смягчения последствий) проводится по следующим направлениям:

- мониторинг и прогнозирование чрезвычайных ситуаций;
- рациональное размещение производительных сил и поселений на территории страны с учетом природной и техногенной безопасности;
- предотвращение в возможных пределах некоторых неблагоприятных и опасных природных явлений, и процессов путем систематического снижения накапливающегося разрушительного потенциала;
- предотвращение аварий и техногенных катастроф путем повышения технологической безопасности производственных процессов и эксплуатационной надежности оборудования;
- разработка и осуществление инженерно–технических мероприятий, направленных на предотвращение возникновения источников чрезвычайных ситуаций, смягчение их последствий, защиту населения и материальных средств;
- обучение производственного персонала и повышение технологической и трудовой дисциплины;
- подготовка объектов экономики и систем жизнеобеспечения населения к работе в условиях чрезвычайных ситуаций;
- декларирование промышленной безопасности;
- лицензирование деятельности опасных производственных объектов;
- проведение государственной экспертизы в области предупреждения чрезвычайных ситуаций;
- государственный надзор и контроль по вопросам природной и техногенной безопасности;
- страхование ответственности за причинение вреда при эксплуатации опасного производственного объекта;

					15.03.05.2021.412.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		83

- информирование населения о потенциальных природных и техногенных угрозах на территории проживания;
- подготовка населения в области защиты от чрезвычайных ситуаций мирного и военного времени.

Прогнозирование чрезвычайной ситуации – это опережающее предположение о вероятности возникновения и развития чрезвычайной ситуации на основе анализа причин ее возникновения и ее источника в прошлом и настоящем. Главным в этом процессе является информация об объекте прогнозирования, раскрывающая его поведение в прошлом и настоящем, а также закономерности этого поведения.

В основе всех методов, способов и методик прогнозирования лежат эвристический и математический подходы. Суть эвристического подхода состоит в изучении и использовании мнений специалистов–экспертов. Этот подход применяется для прогнозирования процессов, формализовать которые нельзя. Математический подход заключается в использовании данных о некоторых характеристиках прогнозируемого объекта после их обработки математическими методами для получения зависимости, связывающей эти характеристики со временем, и вычислении с помощью найденной зависимости характеристик объекта в заданный момент времени. Этот подход предполагает активное применение моделирования или экстраполяции.

Прогнозирование в большинстве случаев является основой предупреждения чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. В режиме повседневной деятельности прогнозируется возможность возникновения таких ситуаций: их место, время и интенсивность, возможные масштабы и другие характеристики. При возникновении чрезвычайной ситуации прогнозируется возможное развитие обстановки, эффективность тех или иных мер по ликвидации ситуации, необходимый состав сил и средств. Наиболее важным является прогноз вероятности возникновения чрезвычайной ситуации. Его результаты могут быть наиболее эффективно использованы для предотвращения многих аварий и катастроф, а также некоторых природных бедствий.

В техногенной сфере работу по предотвращению аварий ведут в соответствии с их видами на конкретных объектах. В качестве мер, снижающих риск возможных ЧС, наиболее эффективными являются совершенствование технологических процессов; повышение качества технологического оборудования и его эксплуатационной надежности; своевременное обновление основных фондов; использование технически грамотной конструкторской и технологической документации, высококачественного сырья, материалов и комплектующих изделий; наличие квалифицированного персонала, создание и применение передовых систем технологического контроля и технической диагностики, безаварийной остановки производства, локализации и подавления аварийных ситуаций и многое другое.

Одним из направлений эффективного уменьшения масштабов чрезвычайных ситуаций является строительство и использование защитных сооружений различного назначения. К ним следует отнести гидротехнические защитные сооружения, предохраняющие водотоки и водоемы от распространения радиоактивного

										Лист
										84
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

15.03.05.2021.412.00.000 ПЗ

загрязнения, а также сооружения, защищающие сушу и гидросферу от некоторых других поверхностных загрязнений. Плотины, шлюзы, насыпи, дамбы и укрепление берегов используют для защиты от наводнений. Важная роль в деле снижения ущерба окружающей природной среде отведена коммунальным и промышленным очистным сооружениям. Для уменьшения негативного воздействия оползней, селей, обвалов, осыпей и лавин в горной местности применяют защитные инженерные сооружения на коммуникациях и в населенных пунктах. Для смягчения эрозивных процессов используют защитные лесонасаждения. Для защиты персонала объектов экономики и населения от опасностей военного времени, а также от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера используются защитные сооружения гражданской обороны.

4.2.7 Меры предупреждения ЧС связанных с терроризмом

В настоящее время особое значение приобретает борьба с терроризмом. В связи с этим разрабатывается и осуществляется комплекс следующих мероприятий:

- уточнение перечня объектов и систем жизнеобеспечения, наиболее вероятных для проведения на них террористических актов;
- разработка на объектах экономики мероприятий по предотвращению несанкционированного проникновения посторонних лиц и прогнозирование возможных чрезвычайных ситуаций на них в случае террористических актов;
- внедрение системы страхования ответственности за причинение вреда гражданам, в том числе и от аварий в результате террористических актов;
- осуществление лицензирования деятельности опасных производств, декларирование безопасности и повышение готовности к локализации и ликвидации аварий, в том числе в результате террористических актов;
- подготовка специальных разведывательных групп для обнаружения и идентификации опасных веществ, использование которых возможно при совершении террористических актов;
- определение перечня и разработка специальных мероприятий по обнаружению и обезвреживанию средств совершения технологических террористических актов.

В качестве профилактических мер на объектах целесообразно использовать следующее:

- ужесточение пропускного режима при входе и въезде на территорию;
- установка систем сигнализации, аудио–и видеозаписи;
- тщательный подбор и проверка кадров;
- использование специальных средств и приборов обнаружения взрывчатых веществ;
- организация и проведение совместно с сотрудниками правоохранительных органов инструктажей и практических занятий с работающим персоналом;
- регулярный осмотр территорий и помещений. Все указанные выше мероприятия по предупреждению возникновения и развития ЧС имеют общий характер. На

					15.03.05.2021.412.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		85

каждом отдельном объекте экономики с учетом его специфики специалисты разрабатывают и осуществляют конкретные мероприятия.

Выводы по части четыре

В этой части произведен расчет количества оборудования и рабочих. Определен тип и рассчитано количество транспортных средств. Выполнен расчет площадей для складирования заготовок и готовых изделий, спроектирована планировка оборудования участка механической обработки. А также выполнен выбор формы и размеров здания. В части мероприятий по охране труда были рассмотрены возможные травмы, от механического воздействия, инструкции и документы необходимые для работы на металлорежущем оборудовании, а также варианты обеспечения безопасности на производственном участке. Рассмотрены мероприятия по предотвращению и уменьшению вероятности возникновения ЧС, связанных с терроризмом.

									Лист
									86
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2021.412.00.000 ПЗ				

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной выпускной квалификационной работе был разработан усовершенствованный технологический процесс обработки детали «Ударная втулка», с внесением изменений в конструкцию детали, а именно получения заготовки другим способом. Позволившей сократить не только трудоемкость действующего на заводе техпроцесса механической обработки на 1/3 штучного времени, но и исключить из производственного процесса трудозатраты на сварочно-сборочные работы и термическую обработку при изготовлении сварной заготовки. Применение предложенного высокопроизводительного оборудования и инструмента в разработанном технологическом процессе в комплексе позволило повысить производительность труда в 5 раз. Увеличен КИМ с 0,15 до 0,22.

При этом были изучены и внедрены новейшие направления технологических методов обработки металлов и средств оснащения. В конструкторской части было спроектировано приспособление с пневмозажимом для фрезерной операции выполняемой на обрабатывающем центре DMC 635V esoline, разработано приспособление для контроля радиального биения детали, а так же был спроектирован режущий инструмент – протяжка, для квадратного отверстия 6Н10, выполняемого на токарном обрабатывающем центре с ЧПУ СТХ alpha 300. Выполнен размерный анализ, в результате которого были рассчитаны наиболее оптимальные размеры заготовки и подобраны режимы резания.

В части «Планировка участка» произведен расчёт количества потребного оборудования, количества основных и вспомогательных рабочих. Согласно годовому объёму выпуска деталей был выполнен расчет транспортных средств, склада заготовок, склада готовых деталей, подъёмно-транспортного оборудования, системы транспортирования стружки, а также была спроектирована рациональная планировка механического участка. Также в этом разделе были рассмотрены вопросы и необходимых мероприятиях, и инструкциях по охране труда при работе на металлорежущем оборудовании, об обеспечении защиты от механического травмирования на участке механической обработки и рассмотрены мероприятия по предотвращению или уменьшению и прогнозированию возникновения чрезвычайных ситуации.

В результате выполненного анализа и расчетов установлена экономическая целесообразность внедрения технологического процесса с применением станков с ЧПУ. В связи с уменьшением количества рабочих, применением многостаночного обслуживания, повышения степени концентрации операций на одном рабочем месте и возрастанию производительности труда в цеху, экономический эффект был достигнут путем снижения себестоимости механической обработки в разработанном варианте технологического процесса. Рост производительности труда возрастает в 4-5 раз.

Таким образом, цель работы достигнута, задачи – решены.

									Лист
									87
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

15.03.05.2021.412.00.000 ПЗ

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Ануриев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3-х Т. – 8-е изд., перераб. и доп. Под ред. И.Н. Жестковой. – М.: Машиностроение, 2001. – 920 с.
2. Проектирование режущих инструментов: учеб. пособие для вузов по направлению подгот. "Конструкт.-технол. обеспечение машиностроит. пр-в"/ В. А. Гречишников, С. Н. Григорьев, И. А. Коротков, А. Г. Схиртладзе. - Старый Оскол: ТНТ, 2009. - 299 с. : ил.; 21 см.- Библиогр.: с. 297-299.
3. Справочник технолога-машиностроителя. Т.1 / Под ред. А.М. Дальского, А.Г. Сулова, А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. – 5-е изд., исправл. – М.: Машиностроение-1, 2003. – 912 с.
4. Справочник технолога-машиностроителя. Т.2 / Под Т. 2 / Под ред. А. М. Дальского, А. Г. Сулова, А. Г. Косиловой, Р. К. Мещерякова- 5-е изд., перераб. и доп. -М.: Машиностроение-1, 2001 г. 944 с.
5. Чинёнов, С.Г, Расчёт и проектирование станочных приспособлений: учеб. пособие / С.Г. Чинёнов, Т.П. Чинёнова, М.В. Губин, и др. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2003. – 78 с.
6. Гришин, Р. Г. Нормирование станочных работ. Определение основного и вспомогательного времени при механической обработке заготовок: учебное пособие / Р. Г. Гришин, Н. В Лысенко, Н. В. Носов. – Самара, 2008. – 135 с.
7. Баранчиков, В.И. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов: справочник / В.И. Баранчиков, А.В. Жаринов, Н.Д. Юдина, и др.–М.:Машиностроение, 1990. – 400 с.
8. Барановский, Ю.В. Режимы резания металлов: справочник / Ю.В. Барановский, Л.А. Брахман, А.И. Гдалевич, А.Д. Корчемкин и др., под ред. Корчемкина А.Д. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: НИИТавтопром, 1995. – 456 с.
9. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Пожарная безопасность: учебное пособие / под ред. В.Н. Павлова. – СПб: изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2001. – 284с.
10. Гузеев, В.И. Теоретические основы базирования деталей и расчета размерных цепей при механической обработке: учебное пособие. Компьютерная версия. – 2-е изд. перер. и доп. / В.И. Гузеев, С.Н Корчак, В.Н. Выбойщик, В.Л. Кулыгин, В.Ю. Шамие; под общ.ред. В.И. Гузеева. – Челябинск: ЮУрГУ. 2006. – 144 с.
11. Ванин, В. А. Приспособления для металлорежущих станков / В. А. Ванин. – Тамбов: Изд-во ТГТУ, 2007. – 316 с.
12. Матвеев, В.В. Проектирование экономичных технологических процессов в машиностроении / В.В. Матвеев, Ф.И. Бойков, Ю.Н. Свиридов. – Челябинск, 1979. – 111 с.
13. Мокроносов Л.Д. Проектирование металлорежущих инструментов учеб. пособие / Л.Д. Мокроносов, Н.В. Бородина, Д.Г. Мирошин. 2-е изд., перераб. и доп. Екатеринбург: Изд-во ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.- пед. ун-т», 2013. 136 с.

					15.03.05.2021.412.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		88