

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.М. Виноградов
_____ 2021 г.

Разработка и оснащение операции для комплексной обработки
поверхностей детали «Кронштейн оси задней подвески»,
с визуальной верификацией траекторий обработки

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ–15.03.05.2021.385.00.000ПЗ ВКР

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

Автор работы
студент группы ДО-516
_____ Е.К. Дербеднев
_____ 2021 г.

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

Челябинск 2021

АННОТАЦИЯ

Дербеденев, Е.К. Разработка и оснащение операции для комплексной обработки поверхностей детали «Кронштейн оси задней подвески», с визуальной верификацией траекторий обработки – Челябинск: ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)», ИОДО; 2021, 100 с., 50 ил. Библиографический список – 16 наим., 8,5 листов чертежей ф. А1., 32 листов карт технологического процесса.

После анализа существующего технологического процесса, разработан новый вариант, более просчитанный и оснащенный. В ходе проектирования нового варианта технологического процесса проведён размерный анализ технологического процесса, сведены к минимуму припуски на механическую обработку, также получена управляющая программа для комплексной обработки поверхностей на станке с ЧПУ.

Спроектировано зажимное приспособление для комплексной операции, обеспечивающее быстроту и надежность закрепления, высокую точность обработки. Разработано приспособление для контроля радиального биения, которое уменьшает время производимых замеров за счет быстрогодействия приспособления. В качестве режущего инструмента спроектирована концевая виброустойчивая фреза.

Разработан план расположения оборудования и описаны мероприятия по охране труда на участке.

					15.03.05.2021.385.000 ПЗ			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		Дербеденев Е.К.			Разработка и оснащение операции для комплексной обработки поверхностей детали «Кронштейн оси задней подвески», с визуальной верификацией траекторий обработки	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>		Мальцев П.С.					6	117
<i>Н. контр.</i>		Микерина О.С.			ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)» ИОДО Кафедра ТТС			
<i>Утв.</i>		Виноградов К.М.						

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	9
1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ.....	14
1.1 Назначение и описание работы узла.....	14
1.3 Служебное назначение детали и технические требования, предъяв- ляемые к ней.....	15
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	17
2.1 Анализ технологичности детали	17
2.2 Анализ действующего технологического процесса.....	19
2.2.1 Анализ документации действующего технологического процесса	19
2.2.2 Анализ оборудования, режущего инструмента, оснастки.....	21
2.2.3 Выводы из анализа и предложения по разработке проектного техпроцесса.....	23
2.3 Разработка проектного технологического процесса	23
2.3.1 Выбор и обоснование метода получения исходной заготовки.....	23
2.3.2 Разработка маршрута и плана операций и переходов проектного технологического процесса.....	25
2.3.3 Выбор оборудования для реализации технологического процес- са.....	27
2.3.4 Размерный анализ проектного технологического процесса.....	30
2.3.5 Расчет режимов резания и норм времени.....	47
2.4 Подготовка управляющей программы с последующей верификацией траекторий движения инструмента, с использованием автоматизирован- ной системы NX CAM.....	50
2.4.1 Обоснование выбора детали для обработки на станке с ЧПУ....	50
2.4.2 Создание твердотельных моделей.....	51
2.4.3 Программирование обработки в NX CAM.....	52
3 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ.....	62
3.1 Проектирование приспособления для обработки отверстия.....	62
3.1.1 Определение схемы установки заготовки в приспособлении. Выбо- раз и разработка схем базирования	62
3.1.2 Разработка схемы сил, действующих на деталь, определение точ- ки приложения и направления действия зажимной силы.....	63
3.1.3 Компоновка зажимного приспособления.....	68
3.2 Расчет и проектирование фрезы концевой виброустойчивой.....	69
3.3 Проектирование приспособления для контроля радиального биения...	70
3.3.1 Схема замера радиального биения.....	71
3.3.2 Расчет контрольного приспособления.....	72
3.3.3 Компоновка приспособления.....	72
4 ПЛАНИРОВКА УЧАСТКА.....	74
4.1 Разработка планировки и описание работы участка механической об- работки.....	74

					15.03.05.2021.385.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

4.1.1	Определение количества оборудования и рабочих.....	74
4.1.2	Определение необходимого состава работающих и их численности.....	77
4.1.3	Выбор типов и определение количества транспортных средств.....	80
4.1.4	Расчет площадей для складирования заготовок и деталей.....	83
4.1.5	Выбор способа транспортирования стружки	84
4.1.6	Планировка оборудования и определение производственной площади.....	85
4.2	Описание мероприятий по охране труда.....	90
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....		99
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....		100

					15.03.05.2021.385.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

ВВЕДЕНИЕ

Эффективность производства, его технический прогресс и качество выпускаемой продукции во многом зависят от опережающего развития производства, от применения нового оборудования, машин, станков и аппаратов, от всемерного внедрения методов технико-экономического анализа, обеспечивающего решение технических вопросов и экономическую эффективность технологических и конструкторских разработок.

Значение постановки всех этих вопросов при подготовке квалифицированных кадров специалистов производства, полностью овладевших инженерными методами проектирования производственных процессов, очевидно.

Постоянное совершенствование и непрерывное развитие технологических процессов в изготовлении деталей в машиностроении открывают более новые способы их получения.

Становится возможным использование новых инструментальных материалов, что значительно расширяет технологические возможности получения заготовок с формами наиболее подходящими к форме готовой детали. Это в свою очередь снижает припуски на обработку, снижает трудоемкость и себестоимость. Применение нового высокопроизводительного оборудования позволяет увеличить режимы резания, снизить вспомогательное время и достигнуть максимального использования мощности оборудования.

Существуют такие средства оснащения техпроцесса, обеспечивающие получение деталей высокой точности с наименьшими затратами времени, оснастки. Поэтому рекомендуется использовать для проектирования техпроцессов и изготовления деталей следующие отечественные и зарубежные технологии и решения.

Савеловский машиностроительный завод (г. Кимры Тверской области) предлагает токарный станок ТПК-125А1-1 с ЧПУ высокой точности для патронной и центровкой обработки. На станке можно производить все виды токарной обработки, включая нарезание резьбы.

Станок оснащен агрегатом автоматизированной подачи прутка (вместимостью 25 шт.), механизмом приема готовой детали, а также устройством для лазерно-плазменного полирования, финишного процесса после механической токарной обработки. Максимальные диаметр устанавливаемой заготовки 125 мм, длина обрабатываемой поверхности 180 мм, пределы рабочих подач суппорта 1-6000 мм/мин со скоростью 8000 мм/мин, частота вращения шпинделя 50-4000 мин⁻¹. На станке можно установить шесть инструментов. Параметр шероховатости поверхностей обрабатываемых стальных деталей Ra 1,25, цветных сплавов (алмазным резцом) – Ra 0,32. Суммарная мощность электродвигателей 9,04 кВт. Габаритные размеры станка 1680 × 1040 × 1630 мм, масса 1,86 т.

Фирма Okuma (Франция) предлагает новый токарный станок модели Multus V300, характеризующийся многофункциональностью, высокой точностью, компенсацией нагрева, позволяющей осуществлять прецизионную обработку даже в

					15.03.05.2021.385.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

условиях варьирования температуры окружающей среды, наличием системы PACS, предохраняющей от столкновения при перемещении органов станка в процессе обработки. Станок оснащен системой ЧПУ, способствующей эргономическому использованию станка. Максимальные диаметр обработки 450 мм, длина 900 мм, частота вращения шпинделя 5000 мин^{-1} , мощность шпинделя 16 кВт и крутящий момент 328 Нм.

Ивановский завод тяжелого станкостроения предлагает потребителям горизонтальный обрабатывающий центр ИР320ПМФ4 с подвижной стойкой для комплексной обработки крупногабаритных корпусных и базовых деталей из черных и цветных металлов. Жесткие чугунные базовые детали станка со стальными объемнозакаленными планками, роликовые опоры качения в направляющих, двигатели подач переменного тока, редукторы с выборкой люфтов и прецизионные шариковинтовые пары обеспечивают скорости перемещений узлов до 10 м/мин; отсчет перемещений осуществляется круговыми или линейными измерительными датчиками. Портальная (двойная) подвижная стойка и термосимметричная конструкция шпиндельной бабки обеспечивают высокую жесткость, виброустойчивость и точность обработки; вертикальное перемещение шпиндельной бабки по оси Y составляет 2500 мм. стойка с правой стороны оснащена лифтом для оператора с автономным электроприводом; площадка оператора может выдвигаться в продольном направлении для обеспечения ручной смены инструмента и обслуживания шпинделя.

Фирма WFL (Франция) предлагает модель токарного многоцелевого станка M3 5 гаммы MILLTURN. Станки этой гаммы характеризуются крупными приспособлениями – спутниками, высокой точностью, качеством обработанных деталей, системой ЧПУ типа CNC и высокими подачами, которые существенно выше, чем у известных станков подобного типа. Эти станки, явившиеся результатом 20-летних исследований, позволяют осуществлять технологический процесс обработки детали с одного установка. Максимальный диаметр точения составляет 420 мм, мощность на фрезерном шпинделе 20 кВт, крутящий момент до 165 Нм.

Многоцелевой токарный станок фирмы Rosilio модели станка TCN-310, характеризующемся жесткой чугунной станиной, длиной ходов по осям X и Z 250 мм, высотой обработки над станиной 310 мм, мощностью на шпинделе 3,7 кВт при частоте вращения шпинделя 8000 мин^{-1} . На станке обеспечивается высокая точность позиционирования. Двигатели и вариаторы, связанные между собой, относятся к типу «полностью цифровых» [16].

Обрабатывающий центр будущего Фирма Wendt (США) предлагает обрабатывающий центр Wac 735 Centrac ЧПУ, имеющий пять основных и две дополнительных оси, что расширяет технологические возможности и позволяет использовать любые режущие пластины. Центр имеет встроенную центрирующую призму с автоматической регулировкой высоты для прецизионного механического центрирования, устройство автоматической компенсации изменения размеров заго-

					15.03.05.2021.385.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

товки и зажимное устройство, поворачивающееся на 360° вокруг своей оси и вокруг оси обрабатываемой детали.

Ульяновский государственный технический университет предлагает применение ситегрانا при изготовлении базовых деталей тяжелых фрезерных станков обусловлено высокой демпфирующей способностью, отсутствием внутренних напряжений в деталях, повышенной стабильностью во времени, малой теплопроводностью, коррозионной стойкостью, возможностью получения точных деталей без последующей обработки. Применение ситегрانا для изготовления державок режущего инструмента (токарных резцов, борштанг, фрез).

Группа компаний «Томский инструмент» представляет высокоточный инструмент, изготовленный по новой технологии – методом вышлифовки.

Спиральные сверла диаметром 2–20 мм с цилиндрическим хвостовиком для сверления отверстий в конструкционных сталях повышенной обрабатываемости твердостью 159-229 НВ, углеродистых и легированных сталях твердостью 179-321 НВ, углеродистых и инструментальных сталях твердостью 179-269 НВ, серых и ковких чугунах твердостью 170-210 НВ. Сверла класса точности А1 являются сверлами повышенной точности. Канавки и спинки таких сверл изготовлены методом вышлифовки. Сверла, изготовленные по технологии вышлифовки профиля, имеют следующие преимущества: стабильность размеров профиля; малые значения осевого и радиального биения; возможность нанесения одно- и многослойных износостойких покрытий. Малые значения осевого и радиального биения сверл позволяют получать равномерную нагрузку на режущие кромки, а это повышает стойкость; просверливаемое отверстие не разбивается, что важно, если по технологическому процессу отверстие после сверления подвергается дальнейшей обработке – нарезанию резьбы или зенкерования и развертыванию. Так, сверлами, изготовленными по технологии вышлифовки, можно получать отверстия 10-го качества, что в обычных условиях исключает операцию зенкерования. Наличие на сверлах износостойкого покрытия TiN способствует лучшему отводу стружки, предохраняет режущие кромки от высоких температур, обеспечивая увеличение скорости резания до 28 м/мин и стойкости сверл.

Машинные метчики с прямыми стружечными канавками и винтовой подточкой по передней грани для нарезания метрической резьбы в сквозных отверстиях из стали с пределом прочности до 800 МПа. Наличие винтовой подточки по передней грани (скос пера) обеспечивает совпадение направления схода стружки с направлением подачи метчика, что не позволяет стружке накапливаться на режущей части метчика. Это, в свою очередь, уменьшает величину крутящего момента и вероятность заклинивания и поломки метчика, что особенно важно при нарезании резьбы в автоматическом режиме, в частности на станках с ЧПУ и станках типа «обрабатывающий центр». Скорость резания машинного метчика конструкционной стали 15-18 м/мин, легированной $\sigma_{0.2}$ м/мин, инструментальной стали $\sigma_{0.2}$ м/мин, сплавов меди 10-12 м/мин, чугунов 10-18 м/мин. Нанесение на метчики износостойкого покрытия TiN улучшает отвод стружки, предохраняет режущие

					15.03.05.2021.385.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

кромки от высоких температур при увеличении скорости резания и стойкости метчика.

Машинные метчики с шахматным расположением зубьев и винтовой подточкой по передней грани для нарезания метрической резьбы в изделиях из вязких и труднообрабатываемых материалов (алюминия, меди, латуни, мягкой стали, жаропрочной стали, титановых сплавов) с пределом прочности до 800 МПа и отожженного чугуна. При нарезании резьбы в вязких и труднообрабатываемых материалах процесс резания сопровождается большими силами трения между витками инструмента и детали, а также «налипанием» стружки в канавках между витками. Это может привести к заземлению метчика в отверстии. Для улучшения условий резания на таких метчиках выполнено вырезание зубьев на калибрующей части - от одного пера к другому в шахматном порядке.

Южно-Уральский государственный университет предлагает методику установки инструмента на начальных этапах обработки, исключив дополнительные переходы.

Получение на станках с ЧПУ отверстий с высокой точностью расположения оси сверлами является сложной задачей. Использование кондукторных втулок крайне затруднительно.

Фирма Rigibore (США) предлагает регулируемую оснастку Smartbore для растачивания отверстий, обеспечивающую регулирование режущих кромок с микрометрической точностью у инструмента, установленного в шпинделе металлорежущего станка. Оснастка представляет собой картридж для растачивания отверстий диаметром от 28 мм или встраиваемую в расточной инструмент ползушку для растачивания отверстий диаметром от 16 мм.

Предлагаются сверла DeepDrill фирмы Iscar (Франция), предназначенные для сверления отверстий глубиной до 10 диаметров. Производительность этих сверл увеличена на 75% по сравнению с обычными. Сверла Duratomos, имеющие двухслойное покрытие из оксида алюминия Al_2O_3 , которое повышает стойкость инструмента и уменьшает наросты, особенно эффективны при обработке сталей в условиях повышенного нагрева.

Сверла фирмы Sandvic (Франция), имеющие покрытия Al_2O_3 , подвергаются минимальному химическому износу, а черный или золотистый цвет пластин облегчает детектирование износа на режущих кромках. Фрезы фирмы могут работать как с применением, так и без применения СОЖ.

Все большее количество производств переходит к обработке резанием с минимальным количеством СОЖ (MQL) или обработке без охлаждения (сухая обработка). Обработка по методу MQL осуществляется с охлаждением масляным туманом, который подается непосредственно в зону резания по системе трубок из коррозионно-стойкой стали с наконечниками. Давление масляного тумана в каждой трубке регулируется винтовым жиклером, который изменяет выходной диаметр наконечника. Такой подвод СОЖ эффективнее подвода по внутренним каналам инструмента, например, сверла, когда капли масла могут сливать между со-

					15.03.05.2021.385.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

бой. При охлаждении масляным туманом расход СОЖ составляет от 30 до 50 мл/ч, что на несколько порядков меньше расхода при охлаждении поливом, который составляет до 10 л/мин.

Смазочно-охлаждающая жидкость типа NeoSol создана в лаборатории фирмы Hangsterfer (Германия). Она экономична и биостатична, что обусловлено высокой концентрацией воды, с которой смешивается СОЖ. Такая СОЖ должна применяться в разбавленном состоянии порядка 30:1 или более, причем это соотношение зависит от условий обработки. СОЖ марки NeoSol в виде многофункциональной эмульсии характеризуется также возможностью длительного пребывания в отстойнике. Возможны различные варианты этого продукта. Так, СОЖ типа NeoSol 100 CF пригодна для применения при обработке чугунов и других черных сплавов, обеспечивая высокую стойкость против коррозии.

Фирма MasterWork-Holding (США) предлагает зажимное устройство для закрепления обрабатываемых деталей, использующее технологию закрепления за счет сил адгезии при воздействии ультрафиолетового облучения (технология Light Activated Adhesive Gripping – LAAG). Максимальное усилие зажима достигает 26,6 кН. Сначала в плиту устройства вводятся керамические штифты в соответствии с формой детали. Затем выступающая часть штифтов с помощью шприца покрывается клеем, между штифтами устанавливается закрепляемая деталь, а штифты подвергаются воздействию ультрафиолетового облучения.

В России сегодня доля машиностроения в общем выпуске производственной продукции составляет около 20%. В то же время объем машиностроения и металлообработки в экономически развитых странах (США, Германия, Япония) составляет от 36 до 45%. Это обеспечивает возможность перевооружения промышленности зарубежных стран каждые 7-10 лет.

Цель выпускной квалификационной работы – разработка и оснащение операции для комплексной обработки поверхностей детали «Кронштейн оси задней подвески», с визуальной верификацией траекторий обработки.

Задачи работы:

- разработать технологический процесс механической обработки;
- выполнить размерный анализ детали;
- разработать приспособление для контроля радиального биения;
- разработать режущий инструмент;
- разработать управляющую программу для станка с ЧПУ;
- разработать приспособление для комплексной обработки поверхностей;
- спроектировать участок механической обработки.

Объект работ – технологический процесс изготовления детали «Кронштейн оси задней подвески». Предмет работы – создание усовершенствованного технологического процесса изготовления детали «Кронштейн оси задней подвески».

Результаты работы можно использовать на производстве для более эффективного изготовления детали «Кронштейн оси задней подвески».

					15.03.05.2021.385.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ

1.1 Назначение и описание работы узла

На выпускную квалификационную работу выбрана деталь «Кронштейн оси». Данная деталь является составной частью оси задней балансирующей подвески. Кронштейн служит для крепления оси балансирующей подвески к раме автомобиля, а в свою очередь ось балансирующей подвески служит для балансировки сдвоенных задних мостов. Два кронштейна оси несут полную нагрузку, приходящуюся на сдвоенные задние мосты автомобиля. Эскиз узла изделия представлен на рисунке 1.1.

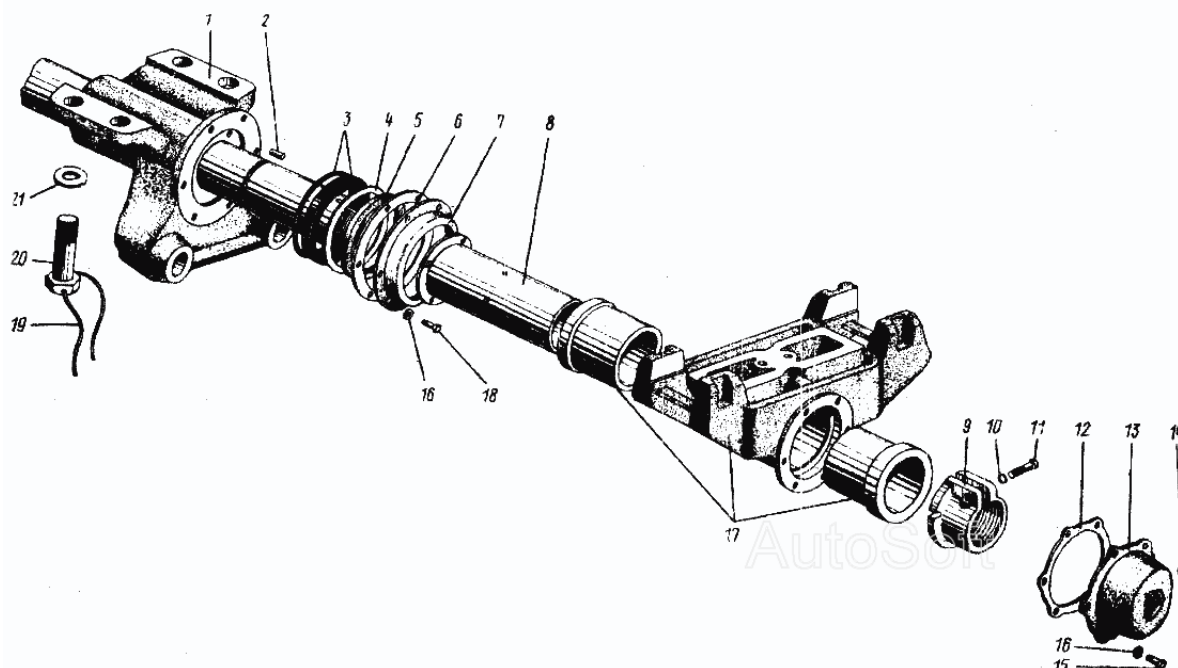


Рисунок 1.1 – Балансир задней подвески

Комплекующие балансира задней подвески представлены в таблице 1.1.

Кронштейн соединяется с другими частями оси задней балансирующей подвески с помощью отверстий $\varnothing 90^{+0,06}$, $\varnothing 5$, $\varnothing 43$, $\varnothing 33$.

Конструкция детали технологична, так как она получается из заданной заготовки по оптимальному классу точности. Заготовка литая. Изготавливается непосредственно на заводе в литейном цехе. Материал-сталь 35Л КТ35 ГОСТ 977-88. Данный материал обладает хорошими литейными свойствами и легко поддается обработке лезвийным инструментом.

Исходная заготовка получена с учетом точности детали, объема выпуска. Технологическая часть выполняется. Размеры, которые нужно выполнить в сборке соответствуют служебному назначению детали.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2021.385.000 ПЗ

Лист

14

Таблица 1.1 – Комплектующие балансира задней подвески

4320-918154	Кронштейн балансира правый	
1	375-2918052-02	Ось задней подвески с кронштейнами в сборе
2	258669	Штифт 10x22
3	375-2918033-02	Манжета в сборе
4	375-2918029	Кольцо упорное
5	375-2918096	Кольцо уплотнительное
6	375-2918093	Прокладка уплотнительная
7	375-2918094	Корпус сальников в сборе
8	375-2918065-Б	Втулка оси балансира
9	375-2918038	Гайка балансира
10	252156-П9	Шайба 10 пружинная
11	331503	Болт М10x37
12	375-298148	Прокладка уплотнительная
13	375-2918152-Б	Колпак балансира
14	262543-П29	Пробка РК3/8"
15	201455-П29	Болт М8-6gx18
16	252155-П9	Шайба пружинная 8
16	252155-П9	Шайба пружинная 8
17	375-2918010-30	Балансир со втулками в сборе
18	201455-П29	Болт М8-6gx18
19	258286	Шплинт 1,6x300
20	375-2918158	Болт М24x70 крепления кронштейна оси
21	336380-П29	Шайба 25

1.2 Служебное назначение детали и технические требования, предъявляемые к ней

Деталь «Кронштейн задней оси подвески» является основной деталью оси задней балансирующей подвески.

Требования чертежа детали соответствуют ее назначению.

Кронштейн соединяется с другими частями оси задней балансирующей подвески с помощью отверстий $\varnothing 90^{+0,06}$, $\varnothing 5$, $\varnothing 43$, $\varnothing 33$.

Для обеспечения герметизации зазора установочный диаметр выполнен с необходимым качеством точности.

Общие допуски по ГОСТ 30893.1 для валов Н12 для отверстий h12 Остальные $\pm IT12/2/$

Чертеж детали «Кронштейн оси» приведен в соответствии с рисунком 1.2.

						15.03.05.2021.385.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			15

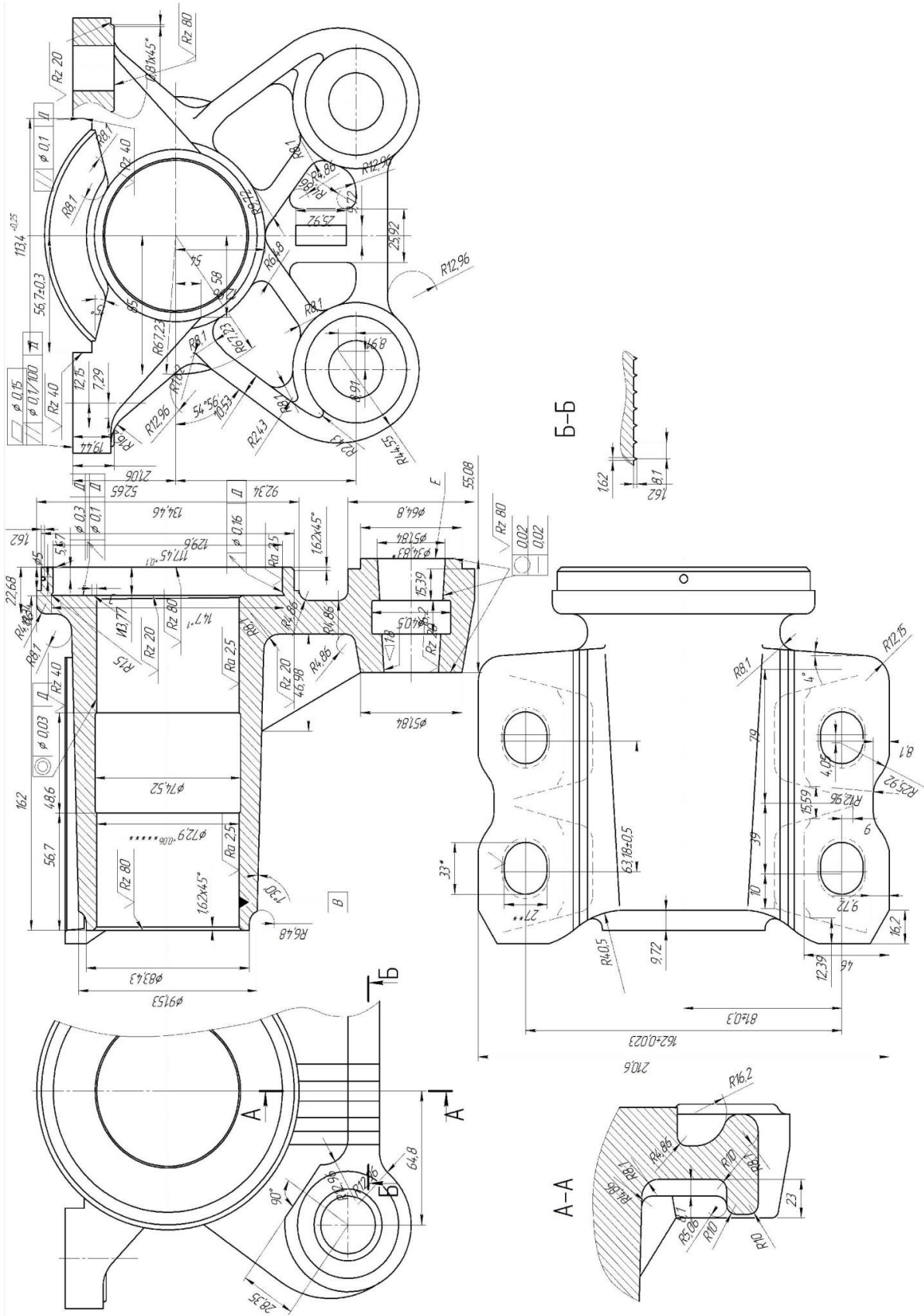


Рисунок 1.2 – Чертеж детали

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2021.385.000 ПЗ

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Анализ технологичности детали

При конструировании отдельных деталей сборочной единицы необходимо достичь удовлетворения не только эксплуатационных требований, но и требований рационального и экономичного изготовления изделия. Каждая деталь должна изготавливаться с минимальными трудовыми и материальными затратами. Эти затраты зависят в значительной степени от правильного выбора варианта технологического процесса, его оснащения, механизации и автоматизации, применения оптимальных режимов обработки и правильной подготовки производства. На трудоемкость изготовления детали оказывают особое влияние ее конструкция и технические требования на изготовление. При отработке на технологичность конструкции детали необходимо производить оценку в процессе ее конструирования. Чертеж детали представлен на рисунке 1.2.

Технологическая конструкция детали должна предусматривать [6]:

- возможность создания детали наиболее рациональной формы с легкодоступными для обработки поверхностями и наличие достаточной жесткости с целью уменьшения трудоемкости и себестоимости механической обработки деталей;
- наличие на деталях удобных базирующих поверхностей;
- наиболее рациональный способ получения заготовок с размерами и формой возможно более близкими к форме готовой детали.
- конструкция детали должна состоять из стандартных и унифицированных конструктивных элементов или быть стандартной в целом;
- размеры и поверхности детали должны иметь соответственно оптимальные степень точности и шероховатость;
- физико-химические и механические свойства материала, жесткость детали, ее форма и размеры должны соответствовать требованиям технологии изготовления;
- показатели базовой поверхности (точность, шероховатость) детали должны обеспечивать точность установки, обработки и контроля;
- конструкция детали должна обеспечивать возможность применения типовых и стандартных технологических процессов ее изготовления.

Материалоемкость детали – количество материала, затрачиваемого на изделие. Этот показатель оценивается коэффициентом использования металла (КИМ)

$$\text{КИМ} = \frac{Q_{\text{д}}}{Q_{\text{заг}}}, \quad (2.1)$$

где $Q_{\text{д}}$ – масса детали, кг,
 $Q_{\text{заг}}$ – масса заготовки, кг.

					15.03.05.2021.385.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

$$\text{КИМ} = \frac{21.5}{29} = 0,74;$$

Чем больше этот коэффициент приближается к единице, тем деталь более технологична.

Показатели точности вычисляются по формуле

$$K_T = 1 - \frac{1}{A_{cp}}, \quad (2.2)$$

где A_{cp} – среднее значение качества обработки находим по формуле

$$A_{cp} = \frac{\sum A_i \cdot n_i}{n_i}, \quad (2.3)$$

где A_i – качество обработки,

n_i – число размеров, выполняемых по этому качеству.

$$A_{cp} = \frac{14 \cdot 29 + 12 \cdot 4 + 9 \cdot 6}{39} = 13;$$

$$K_T = 1 - \frac{1}{13} = 0,92.$$

Таким образом, картер дополнительного отбора мощности относится к детали невысокой точности, так как коэффициент точности обработки более 0,8.

Еще одним показателем точности является коэффициент шероховатости

$$K_{ш} = 1 - \frac{1}{V_{cp}}, \quad (2.4)$$

где V_{cp} – средняя шероховатость поверхностей, оцененная в R_a ,

$$V_{cp} = \frac{80 \cdot 4 + 20 \cdot 12 + 5 \cdot 3 + 10 \cdot 2 + 2.5 \cdot 4}{25} = 24,2;$$

$$K_{ш} = 1 - \frac{1}{24,2} = 0,96.$$

То есть несложная деталь в изготовлении.

					15.03.05.2021.385.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

Данная деталь изготовлена из стали 35Л, которая обладает достаточными литейными свойствами, прочностью и нормальной чувствительностью к нагреву.

Применение этой марки стали продиктовано условиями работы картера кронштейна оси задней подвески. Механические свойства этой стали обеспечивают выполнение условий технологичности. Деталь также технологична как по форме, так и по размерам. Технологичность заготовки обеспечена в достаточной мере, исходя из условий ее получения.

Деталь может быть обработана на многоцелевом центре ИР320ПМФ4.

Таким образом, исходная деталь – кронштейн оси задней подвески технологична как в плане обработки, так и в плане сборки и может быть обработана на станках с ЧПУ, так как эти станки требуют высокой степени технологичности.

2.2 Анализ действующего технологического процесса

2.2.1 Анализ документации действующего технологического процесса

В действующем технологическом процессе участок механической обработки кронштейна оси задней подвески работает достаточно долго, хотя обеспечивает требуемую точность и программу выпуска. Но участок, на котором в данное время осуществляется работа по действующей технологии, рассчитана на условия массового производства, что позволяет обрабатывать только данную деталь, получаем нехарактерное использование оборудования. При поставленных условиях получаем низкую загрузку оборудования, которое в свою очередь невозможно переналадить для обработки других деталей.

Действующий технологический процесс состоит из 15 операций, представленных в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Базовый технологический процесс обработки детали

№ операции	Название операции	Наименование оборудования	$C_{пр}$	γ %
005	Автоматная токарня	1K282	1	20
010	Вертикально-сверлильная	2C170	2	84
015	Карусельно-фрезерная	Полуавтомат 623	2	62
020	Агрегатная	12A983	2	30
025	Вертикально-сверлильная	2C170C932	4	99
030	Термическая			
035	Алмазно-расточная	OC9091	2	92

Продолжение таблицы 2.1

№ операции	Название операции	Наименование оборудования	Спр	γ %
040	Алмазно-расточная	ОС9862	1	33
045	Горизонтально-фрезерная	ГФ1931	1	20
050	Вертикально-сверлильная	2С170	1	15
055	Вертикально-сверлильная	2С170	1	9
060	Вертикально-сверлильная	2118А	1	10
065	Слесарная		Верстак Е-2466	
070	Маркирование		Верстак Е-2466	
075	Контроль		Верстак Е-2466	

Анализ маршрутных технологических карт

Маршрутные карты заполняются на бланках формы 1 и 1а ГОСТ 3.1118 –82. В маршрутном технологическом процессе кроме основных операций механической обработки предусмотрены контрольные, разметочные и слесарные операции. Все операции в операционных картах записаны в правильной последовательности.

Замечания по оформлению маршрутной карты:

- номера и названия операций не соответствуют ГОСТу 3.1118 –82;
- не указана следующая информация: масса заготовки и готовой детали; материал детали; профиль заготовки; твердость заготовки и др. параметры

Анализ оформления операционных карт и карт эскизов:

- на операционных картах не указан режущий инструмент и приспособления, основное и вспомогательное время, СОЖ, масса детали и заготовки, названия операций не соответствуют ГОСТ 3.1404-86;

– текст, описывающий технологический процесс и представленный в операционных картах, является не техническим, не соответствует ГОСТ 3.1404-86 (в записке уже приведен исправленный вариант);

– на части операционных эскизов отсутствуют размеры (часть размеров проставлены не верно) и выделение обрабатываемой поверхности, технические требования, предъявляемые к обрабатываемой поверхности; не везде проставленная получаемая шероховатость, в некоторых случаях одни и те же получаемые размеры проставляются по несколько раз.

										Лист
										20
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

15.03.05.2021.385.000 ПЗ

Все выше перечисленные недостатки затрудняют чтение технологического процесса рабочими, и может приводить к увеличению процента брака.

2.2.2 Анализ оборудования, режущего инструмента, оснастки

Рассмотрим некоторое используемое оборудование в действующем технологическом процессе [6].

1К282

Станок токарный восьмишпиндельный вертикальный полуавтомат последовательного действия модели 1К282 предназначен для черновой и получистовой токарной обработки деталей из черных и цветных металлов в патроне; применяется в крупносерийном и массовом производстве.

На полуавтомате 1К282 можно выполнять обтачивание, растачивание цилиндрических, конусных и торцовых поверхностей, сверление, зенкерование и развертывание отверстий одним или несколькими инструментами.

Принцип действия полуавтоматов 1К282 и 1283. Обработка деталей на токарных восьмишпиндельных вертикальных полуавтоматах 1К282 и 1283 производится по принципу последовательности действия. Заготовки, устанавливаемые на загрузочной позиции в зажимные приспособления, периодическим поворотом шпиндельного стола (индексацией) последовательно подводятся к рабочим позициям и одновременно обрабатываются на них инструментальными группами в соответствии с технологическим процессом. Работа таких полуавтоматов эквивалентна работе кольцевой автоматической линии из нескольких многолезцовых станков. Обработка заготовки, установленной в патроне или на оправке, осуществляется последовательно на семи рабочих позициях. Восьмая позиция — загрузочная.

Вертикальная компоновка полуавтомата 1К282 обеспечивает хорошее базирование деталей в зажимных приспособлениях и удобство обслуживания полуавтомата, исключает засорение направляющих суппортов стружкой и дает возможность максимально использовать производственные площади. Стружка отделяется от эмульсии и удаляется из полуавтомата шнековым транспортером.

2С170

Станки модели 2С170 предназначены для выполнения следующих видов работ: сверления, рассверливания, зенкования, зенкерования, развертывания, растачивания отверстия, нарезания резьбы машинными метчиками.

Технические требования: габариты, мм – 1680×1205×3515; мощность двигателя главного движения, кВт – 10; масса станка с выносным оборудованием, кг. – 4180; класс точности – Н; минимальная частота вращения шпинделя, об/мин – 31; максимальная частота вращения шпинделя, об/мин – 385.

2118А

Универсальный вертикально-сверлильный станок 2118 с условным диаметром сверления 18 мм предназначен для выполнения следующих операций: сверления, рассверливания, нарезания резьбы и подрезки торцов ножами.

					15.03.05.2021.385.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

Сверлильный станок 2118 предназначен для работы в основных производственных цехах, а также в условиях единичного и мелкосерийного производства в инструментальных, экспериментальных, ремонтно-механических и инструментальных цехах с индивидуальным выпуском продукции..

По своей конструкции сверлильный станок весьма прост в управлении. Для того, чтобы установить выбранную скорость сверления, необходимо переставить клиновидный ремень на соответствующую ступень шкива.

Автоматическая подача осуществляется через коробку подач, валик последней приводится во вращение от шпиндельного фляшквива через небольшой редуктор, который соединен с фляшквивом ремнем. Величина автоматической подачи составляет 0,2 мм за один оборот шпинделя. Подачу более 0,2 мм. можно осуществить только вручную, для чего в коробке подач устроен специальный обгонный

Пуск и остановка станка производятся при помощи электродвигателя, причем включение и выключение последнего производятся от барабанного переключателя. Автоматическая подача 0,2 мм. может быть применена для углеродистой стали, для диаметров сверления от Ø 6 мм до 18 мм. Для чугуна, для диаметров сверления от 3 мм. до 18 мм. При работе автоматической подачей рукоятку необходимо установить в среднее положение. Легкость выключения автоматической подачи осуществляется путем подбора роликов в коробке подач: Ø 12,3..12,7.

Анализ применяемого режущего инструмента, оснастки

Режущий инструмент, применяемый в базовом технологическом процессе, можно разделить на три группы [6]:

- 1) универсальный инструмент (45% от общего объема применяемого инструмента);
- 2) специальный инструмент (5 % от общего объема применяемого инструмента);
- 3) инструмент фирмы Sandvik (50 % от общего объема применяемого инструмента).

Для фиксирования детали на столе станка при последующей её обработке используют установочно-зажимные приспособления. Они бывают разных видов, и в основном их конструкция зависит от конкретных производственных условий на данном предприятии. Следует правильно выбирать системы приспособлений. Они должны быть наиболее рациональными, обеспечивать необходимые усилия, быстропереналаживаемыми, лучше универсальными: УНП, СНП, УСП и др. Допускается только в редких единичных случаях применять специальные приспособления.

Базовые конструкции приспособлений также можно механизировать за счет применения гидравлических, пневматических приводов, которые без проблем могут обеспечить усилия любого размера. Для обработки деталей маленькими 10 партиями на производстве применяют многоместные приспособления, где для каждой детали отведено своё гнездо.

					15.03.05.2021.385.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

Для возможности транспортировки приспособлений от участка к участку, из цеха в цех для обеспечения безопасности эксплуатации приспособлений обязательно наличие у таковых рым болтов или ручек, свободное удаление стружки из зоны приспособления, закрытость шлангов и трубопроводов для подачи сжатого воздуха или рабочей жидкости.

2.2.3 Выводы из анализа и предложения по разработке проектного техпроцесса

Анализ существующего техпроцесса позволил выявить следующие факторы, значительно увеличивающие трудоемкость и себестоимость изготовления детали:

- базовый техпроцесс состоит из 15 операций
- вся механическая обработка разбита на простейшие переходы
- обработка на универсальном оборудовании
- высокая доля ручного труда без использования каких-либо средств механизации.

На сегодняшний момент используется оборудование и инструмент, который обеспечивает заданную точность при изготовлении, но при использовании нового оборудования и нового инструмента со сменными пластинами позволит более качественную обработку.

При рассмотрении базового технологического процесса видим, что:

- а) Станки недозагружены на 5, 40, 45, 50, 55, 60 операциях;
- б) Используется устаревшее оборудование;
- в) Устаревший режущий инструмент;
- г) Обработка заусенцев происходит за счет зубила и напильников.

2.3 Разработка проектного технологического процесса

2.3.1 Выбор и обоснование метода получения исходной заготовки

В современном производстве одним из основных направлений развития технологии механической обработки является использование заготовки с экономическими и конструктивными формами, обеспечивающие возможность применения наиболее рациональных и экономичных способов их обработки на металлорежущих станках, то есть обработки с наибольшей производительностью и с наименьшим отходом металла в стружку.

Это требует непрерывного повышения точности поверхности заготовок с приближенными конструктивными формами и размерами к готовым деталям и позволяет, соответственно, сократить область применения обработки резанием. Выбор вида заготовки зависит от конструктивных форм деталей, их работы, от испытываемых напряжений и типа производства.

					15.03.05.2021.385.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

Выбор методов получения исходной заготовки оказывает влияние на решение задач экономии металла, т.е. на снижение себестоимости детали. При выборе методов получения исходных заготовок следует учитывать потери материала, связанные с этими методами [4].

Деталь «Кронштейн оси задней подвески» изготовлена из стали 35Л: 0,35% углерода. Предел текучести $\sigma_T=280\text{МПа}$, временное сопротивление при растяжении $\sigma_B=500\text{МПа}$.

Заготовку можно получить только литьем. Выбираем литье в песчано-глинистые формы.

Точность отливки 11m-0-0-11 ГОСТ 26645-85. 14 квалитета точности, шероховатости Rz 600. Покрытие-грунтовка на наружных необрабатываемых поверхностях по ГОСТ 6572-82 и 50-Д6Т. Неуказанные литейные уклоны 1° , литейные радиуса — 3...4 мм. Размеры и количество дефектов на необрабатываемых поверхностях, допускаемых без исправлений должны соответствовать ОСТ 1.900939-82.

Форма заготовки приведена в соответствии с рисунком 2.1.

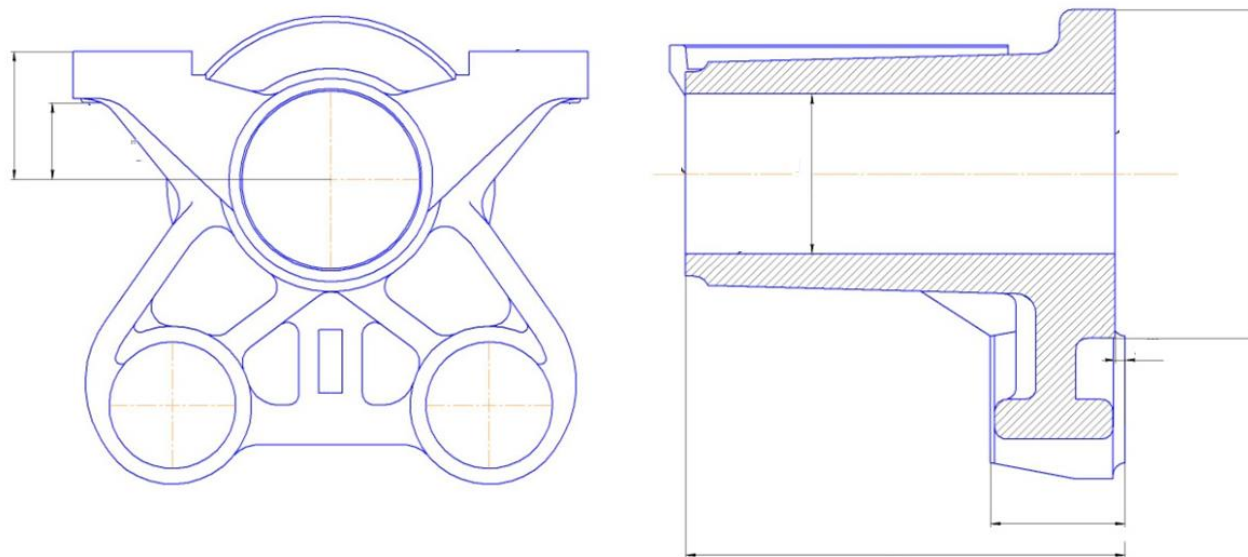


Рисунок 2.1 – Форма заготовки

Технические требования:

1. Отливка. Точность 11т-0-0-11 ГОСТ 23365-85
2. Материал отливки сталь 35Л
3. Литейная усадка 1%
4. Масса детали после механической обработки 21,5 кг
5. Остальные технические требования по ГОСТ 8479-70

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2021.385.000 ПЗ

Лист

24

2.3.2 Разработка маршрута и плана операций и переходов проектного технологического процесса

2.3.2.1 Выбор последовательности обработки поверхностей детали

Для определения последовательности обработки рассмотрим базовые поверхности детали. Базовые поверхности делятся на вспомогательные, функциональные и основные. Основной базовой поверхностью является внутренний диаметр $\varnothing 90^{+0,06}$ (см. рисунок 2.1.).

Остальные поверхности – вспомогательные базовые поверхности.

Обработку детали «Кронштейн оси задней подвески» производим в следующей последовательности:

а) базируемся по внутреннему $\varnothing 90^{+0,06}$ с упором в левый торец размера 200h14 и обрабатываем коническое отверстие размерами $\Delta 1:8 \varnothing 43$ и $\varnothing 34,5$ и канавку размерами $\varnothing 50H14$ и 20h14;

б) базируемся по двум отверстиям с конусом $\Delta 1:8 \varnothing 43$ и $\varnothing 34,5$ с упором в правый торец размера 68, обрабатываем конус $\Delta 1:8 \varnothing 90H8$ глубиной 200Js14, канавку $\varnothing 98H14$ глубиной 60Js14, $\varnothing 145H14$ глубиной 14h14, $\varnothing 147H14$; фрезеруем поверхность выдерживая размеры 179H12, 166H10 и 10 H12, 15 H12, 150 H12; фрезеруем поверхность в размер 153H12, сверлить отверстия выдерживая $\varnothing 8$, 20H14, 107H14, 185H14; рассверливаем отверстие в размеры $\varnothing 27$, 20H14, 107H14, 180H14, 185H14; фрезеровать поверхность в размеры 20 H14, 107H14, 185H14, 180H14, 33H14; фрезеровать поверхность выдерживая размеры 68H14, 222H14; сверлить поверхность выдерживая размеры $\varnothing 5$, 2H14, 7H14, 80H14.

2.3.2.2 Выбор способов и количества переходов для обработки поверхностей детали

Принимаем следующие методы обработки поверхностей [4, 6]:

I Обеспечение диаметральных размеров:

1. Обеспечение размера конусного отв. $\varnothing 43H12$ и $\varnothing 35,5H12 Rz20$:

– Сверление IT 12 Rz100;

– Растачивание получистовое IT 12 Rz20.

2. Обеспечение размера канавки $\varnothing 50H12$:

– Растачивание получистовое IT 12 Rz20.

3. Обеспечение отверстия $\varnothing 90H8 Rz 10$:

– Растачивание черновое IT 12 Rz100;

– Растачивание получистовое IT 10 Rz25;

– Растачивание чистовое IT 8 Rz10.

4. Обеспечение размера канавки $\varnothing 92H14 2,5$:

– Растачивание получистовое IT 12 Rz 25;

5. Обеспечение отверстия $\varnothing 145H14 Rz50$:

					15.03.05.2021.385.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

- Растачивание черновое IT 12 Rz100;
- Растачивание получистовое IT 12 Rz50;
- 6. Обеспечение размера Ø160H14 Rz100:
 - Точение черновое IT 14 Rz100.
- 7. Обработка отверстия Ø5H14:
 - Сверление черновое – IT12, Rz100.

II Обеспечение линейных размеров:

1. Обработка левого торца размера $222^{+0,46}$
 - фрезерование черновое IT12 Rz 100.
2. Обеспечение размера $68^{+0,3}$
 - фрезерование черновое IT12 Rz 80;
3. Обработка правого торца размера $14^{+0,4}$
 - точение черновое IT12 Rz 100;
4. Обеспечение размеров $10^{+0,15}$ Rz 100:
 - фрезерование черновое IT12 Rz 100.
5. Обеспечение размеров $15^{+0,15}$ Rz 100:
 - сверление IT12 Rz 100.
6. Обеспечение размеров $140^{+0,4}$ Rz 100:
 - фрезерование черновое IT12 Rz 100.
7. Обеспечение размеров $10^{+0,15}$ Rz 100:
 - фрезерование черновое IT12 Rz 100.
8. Обеспечение размера $60^{+0,4}$
 - точение черновое IT12 Rz 100.
9. Обеспечение размеров $176^{+0,6}$ Rz 100:
 - фрезерование черновое IT13 Rz 100.
10. Обеспечение размеров $179^{+0,6}$ Rz 100:
 - фрезерование черновое IT13 Rz 100.
11. Обеспечение размеров $153^{+0,6}$ Rz 100:
 - фрезерование черновое IT13 Rz 100.
12. Обеспечение размеров $33^{+0,25}$ Rz 100:
 - фрезерование черновое IT13 Rz 100.
13. Обработка левого торца размера $14^{+0,4}$
 - точение черновое IT12 Rz 100.

2.3.2.4 Формирование операций

000 Заготовительная (1065) Отливка.

005 Комплексная (4237).

IP320ПМФ4, FANUC.

I – Сверление черновое 2-х отверстий 17,1_{-1,25}.

II – Рассверливание черновое 2-х отверстий 21_{-1,25}.

III – Рассверливание черновое 2-х отверстий 34,2_{-1,25}.

					15.03.05.2021.385.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

- IV – Растачивание получистовое 2-х конусов в размеры $\Delta 1:8 \text{ } \varnothing 43$ и $\varnothing 34,5$.
 V – Растачивание черновое 2-х канавок $\varnothing 50$.
 010 Комплексная (4237).
 ИР320ПМФ4, FANUC
 I – Торцевое точение черновое правого торца $14^{+0,4}$ и обтачивание черновое $\varnothing 160 \pm 0,275$.
 II – Растачивание чистовое отверстия $\varnothing 90^{+0,06}$; $70 \pm 0,25$; $60 \pm 0,25$.
 III – Растачивание черновое отверстия $\varnothing 145 \text{H}14$; $14^{+0,4}$.
 IV – Фрезерование черновое поверхности в размер $179 \text{H}12$; $166 \text{H}10$; $10 \text{H}12$; $15 \text{H}12$, $150 \text{H}12$.
 V – Фрезерование черновое поверхности в размер $153 \text{H}12$.
 VI – Сверление черновое 4-х отверстий $\varnothing 8 \text{H}14$.
 VII – Сверление черновое 4-х отверстий $\varnothing 27 \text{H}14$.
 VIII – Фрезерование черновое 4-х контуров $R27$; $33^{+0,25}$;
 IX – Фрезерование поверхности в размер $68^{+0,3}$; $222^{+0,45}$.
 X – Сверление черновое отверстия $\varnothing 5 \text{H}14$.
 015 Слесарная (0108).
 Верстак слесарный.
 020 Контрольная (0260). Стол контрольный.

2.3.3 Выбор оборудования для реализации технологического процесса

Многоцелевой станок ИР320ПМФ4 с комбинированной системой числового программного управления, автоматической сменой инструмента и обрабатываемых деталей предназначен для обработки малогабаритных корпусных деталей особо сложной конфигурации [16].

По особому заказу за отдельную плату станки ИР320ПМФ4 изготавливаются по классу точности А ОСТ2 Н72-6—81 для обработки особо точных корпусных деталей и в исполнении с накопителем на 12 позиций.

Станок ИР320ПМФ4 предназначен для внутренних и экспортных поставок, в том числе для поставки в страны и районы с тропическим климатом.

Климатическое исполнение и категория размещения УЗ ГОСТ 15.150—69.

Обработку детали производят инструментом, закрепленным в шпинделе, при подаче стола (ось X), шпиндельной бабки (ось Y), ползуна (ось Z) и вращении стола (ось A).

На станке ИР320ПМФ4 можно производить сверление, зенкерование, развертывание, растачивание точных отверстий, связанных координатами, фрезерование по контуру с линейной и круговой интерполяцией, нарезание резьб метчиками и резцом, а также токарные операции.

Широкий диапазон частот вращения шпинделя и скоростей подач позволяет обрабатывать детали из различных конструкционных материалов с высокой производительностью.

					15.03.05.2021.385.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27

Обработывающий центр ИР320ПМФ4 находится на современном техническом уровне, обладает рядом принципиально новых конструктивных решений и обеспечивает качественно новые технологические методы изготовления деталей.

Все узлы смонтированы на жесткой Г-образной станине, являющейся общим основанием. Шпиндельная бабка расположена внутри порталной стойки.

Вертикально расположенный поворотный стол перемещается по отдельной станине, которая крепится на общем основании. Инструментальный магазин барабанного типа крепится на верхнем торце стойки. Общий вид станка представлен на рисунке 2.2.



Рисунок 2.2 – Общий вид станка

Отличительные особенности станка: высокоточная обработка деталей с поверхностями любой конфигурации за счет наибольшей концентрации операций, включая токарную обработку; возможность многостаночного обслуживания за счет автоматизированной смены обрабатываемых деталей из четырехместного или 12-местного накопителя; оснащение станка комбинированной системой числового программного управления повышенной интеграции; качественно новое и комплексное решение вопросов отвода и уборки стружки из зоны резания, а также полная очистка обрабатываемой детали в рабочей зоне станка без участия оператора; ограждение всех рабочих органов станка, обеспечивающее наиболее благоприятные условия для работы оператора.

Все базовые детали имеют наибольшую жесткость и виброустойчивость при высокопроизводительной обработке, а также гарантируют длительное сохранение точности. Шпиндель имеет высокую поверхностную твердость (HRC 67). Он смонтирован на прецизионных радиально-упорных шариковых подшипниках, что обеспечивает оптимальную точность, жесткость и виброустойчивость.

Гидромеханическое устройство зажима инструмента в шпинделе гарантирует надежность и быстрое крепление режущего инструмента с усилием 1000 кгс.

					15.03.05.2021.385.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28

Устройство автоматической смены инструментов

Безманипуляторная система состоит из вращающегося инструментального магазина барабанного типа с кодированными гнездами, емкостью магазина 36 инструментов.

Выбор инструмента происходит в любой последовательности с последующей гидромеханической фиксацией инструментального магазина. Конструкция магазина позволяет использовать многошпиндельные сменные головки.

Охлаждение

Смазочно-охлаждающая жидкость подается на инструмент через восемь отверстий, расположенных в корпусе шпинделя.

При подаче смазочно-охлаждающей жидкости на инструмент обеспечивается охлаждение шпиндельного узла, при подаче в зону резания — охлаждение детали и удаление с нее стружки.

Ограждение зоны резания

Зона резания имеет ограждение, которое надежно защищает оператора от стружки и смазочно-охлаждающей жидкости. При этом удобный визуальный контроль осуществляется через окно в раздвижной двери. Зона резания для удобства наблюдения освещена.

2.3.4 Размерный анализ проектного технологического процесса

Размерный анализ технологического процесса проводится по методике Матвеева В.В. [5]. В данной методике рассматривается весь технологический процесс до каждого перехода.

Технологический процесс должен быть спроектирован так, чтобы обеспечивалось изготовление детали в соответствии с чертежом при минимальных затратах. Поэтому, несмотря на высокую трудоемкость качественного выполнения размерного анализа, труд технолога многократно окупается при внедрении такого технологического процесса в производство.

Размерным анализом технологических процессов изготовления деталей машин называют специальные способы выявления и фиксации связей размерных параметров детали при ее изготовлении, а также методы расчета этих параметров путем решения размерных цепей.

Размерный анализ позволяет уточнить намечаемый вариант технологического процесса и решить следующие задачи:

- установить потребные размеры заготовки с минимально необходимыми припусками, что обеспечивает сокращение расхода материала;
- спроектировать технологический процесс с минимально необходимым количеством операций и переходов, что снижает трудоемкость изготовления изделий;
- создать процесс, при внедрении которого потребуется минимальная его корректировка или не потребуется совсем;

					15.03.05.2021.385.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		30

– спроектировать технологический процесс, гарантирующий изготовление качественных деталей и отсутствие брака при их производстве.

Для выполнения размерного анализа выполнен ряд работ:

- выполнение преобразования и кодирования чертежа детали;
- составление таблицы технологического маршрута обработки детали (назначение обоснованных допусков на выполняемые размеры и технических требований на всех операциях и переходах, установление допустимых величин погрешностей);
- определение минимально необходимых припусков на обработку по каждой операции и каждому переходу;
- построение специальных размерных схем намечаемого варианта технологического процесса;
- выявление и фиксация взаимосвязей всех размерных параметров по мере формоизменения заготовки;
- выявление и составление размерных цепей;
- проверка расчетным методом возможности выполнения чертежных размеров и технологических требований по намеченной технологии;
- проверка и установление рациональных операционных размеров путем решения размерных цепей;
- определение максимальных припусков.

2.3.4.1 Преобразование и кодирование чертежа детали

Размерный анализ начинают с преобразования чертежа и его проверки. В каждой из проекций чертежа размеры должны располагаться только горизонтально.

Поэтому число проекций должно быть достаточным, чтобы это условие выполнялось. Обычно кодирование чертежа выполняется в двух проекциях.

Проведём преобразование и кодирование чертежа, представив его в двух проекциях: линейной (первой) по оси Ox , диаметральной (второй) по оси Oy . Каждому размеру детали присвоим буквенный код, а каждой обрабатываемой поверхности – цифровой код. Преобразованный чертёж в первой (линейной) проекции по оси Ox приведён в соответствии с рисунком 2.3.

Преобразованный чертёж во второй (диаметральной) проекции по оси Oy приведён в соответствии с рисунком 2.4.

					15.03.05.2021.385.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31

2.3.4.2 Составление технологического маршрута изготовления детали

Технологический маршрут изготовления детали приведен в таблице 2.2.

Таблица 2.1 – Технологический маршрут обработки детали

№ Оп.	Эскиз	Допуск, технические требования, мм.
000 Заготовительная		
005 комбинированная. Переход I		<p> $T\Pi^{5(1)}=0,35;$ $TK^{5(1)}=0,19;$ $T2O^{5(1)}=0,14;$ $\parallel 6^{5(1)}, 3^{5(1)} = 0,16,$ </p>

Продолжение таблицы 2.2

1	2	3
<p>005 комбинированная. Переход II</p>		<p> $TШ^{5(II)}=0,35;$ $TK^{5(II)}=0,19;$ $T2O^{5(II)}=0,14;$ $\odot 6^{5(II)}, 3^{5(II)} = 0,16,$ </p>
<p>005 комбинированная. Переход III</p>		<p> $TШ^{5(III)}=0,35;$ $TK^{5(III)}=0,19;$ $T2O^{5(III)}=0,14;$ $\odot 6^{5(III)}, 3^{5(III)} = 0,16$ </p>

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

15.03.05.2021.385.000 ПЗ

Лист

34

Продолжение таблицы 2.2

1	2	3
<p>005 комбинированная. Переход IV</p>		<p> $TШ^{5(IV)}=0,35,$ $T2P^{5(IV)}=0,5,$ $TK^{5(IV)}=0,5;$ $T2O^{5(IV)}=0,14;$ $\textcircled{3}^{5(IV)}, \textcircled{6}^{5(IV)}$ $=0,16$ </p>
<p>005 комбинированная. Переход V</p>		<p> $TШ^{5(V)}=0,35,$ $TA3^5=0,25;$ $TK^{5(V)}=0,5,$ $TAГ^{5(V)}=0,21;$ $T2H^{5(V)}=0,25;$ $\textcircled{3}^{005}, \textcircled{6}^{005}$ $=0,16;$ $\textcircled{6}^{005}, \textcircled{4}^{005}$ $=0,16.$ </p>

Продолжение таблицы 2.2

1	2	3
010 комбинированная. Переход III		$TE^{10(III)}=0,4,$ $TЖ^{10(III)}=0,4,$ $TУ^{10(III)}=0,4,$ $TЭ^{10(III)}=0,15.$ $TФ^{10(III)}=0,1$
010 комбинированная. Переход IV		$TI^{010}=0,4.$
010 комбинированная. Переход V		$T2E^{10(V)}=0,12,$ $TI^{10(V)}=0,46,$ $TВ^{10(V)}=0,3,$ $TA^{10(V)}=0,35,$ $TX^{10(V)}=0,21.$

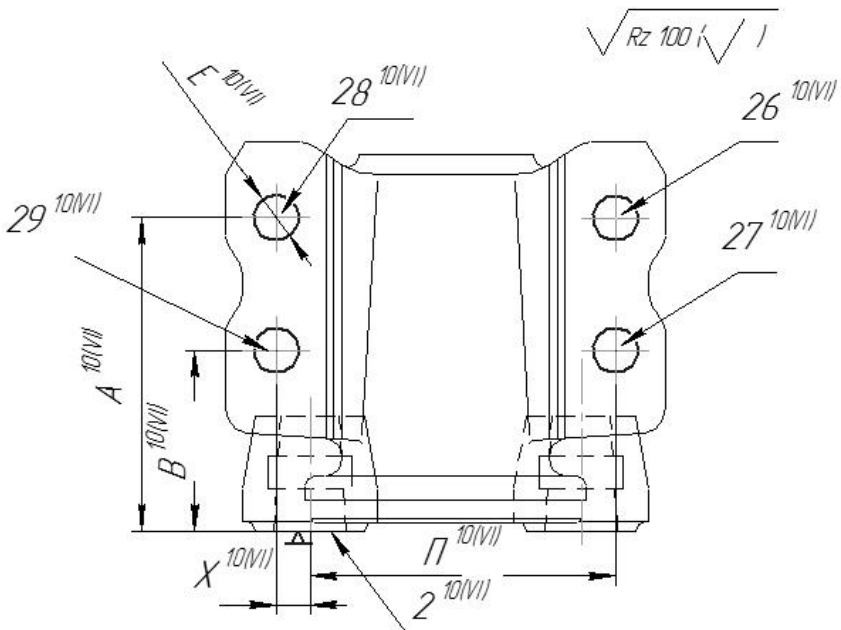
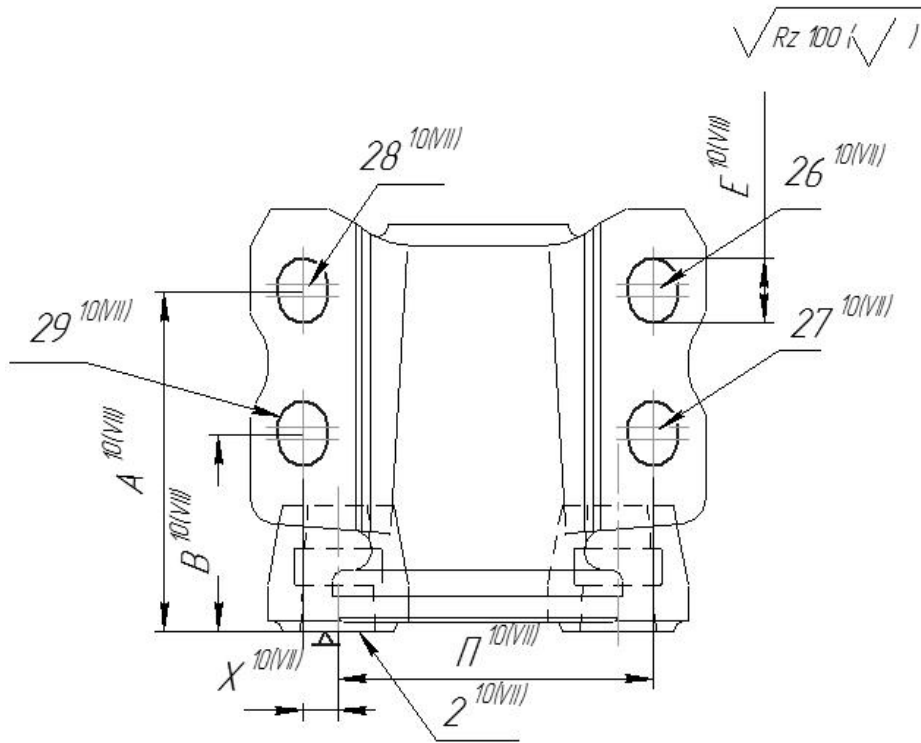
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

15.03.05.2021.385.000 ПЗ

Лист

37

Продолжение таблицы 2.2

1	2	3
010 комбинированная. Переход VI		$T2E^{10(VI)}=0,12$ $ТП^{10(VI)}=0,46,$ $TB^{10(VI)}=0,3,$ $TA^{10(VI)}=0,35,$ $TX^{10(VI)}=0,21.$
010 комбинированная. Переход VII		$T2E^{10(VII)}=0,12$ $ТП^{10(VII)}=0,46,$ $TB^{10(VII)}=0,3,$ $TA^{10(VII)}=0,35,$ $TX^{10(VII)}=0,21.$

Продолжение таблицы 2.2

1	2	3
010 комбинированная. Переход VШ		$TAC^{10(VШ)}=0,52$ $TK^{10(VШ)}=0,3.$
010 комбинированная. Переход IX		$T2Ж^{10(IX)}=0,12,$ $ТАЖ^{10(IX)}=0,21$ $,TK^{10(IX)}=0,300,$ $ТБ^{10(IX)}=0,3.$

По данным таблицы вычерчиваем схемы проекций А и Б размерных цепей в соответствии с рисунком – (рисунки 2.5 и 2.6), по разработанным схемам составляем уравнения размерных цепей для определения операционных размеров и размеров заготовки.

Проекция Б

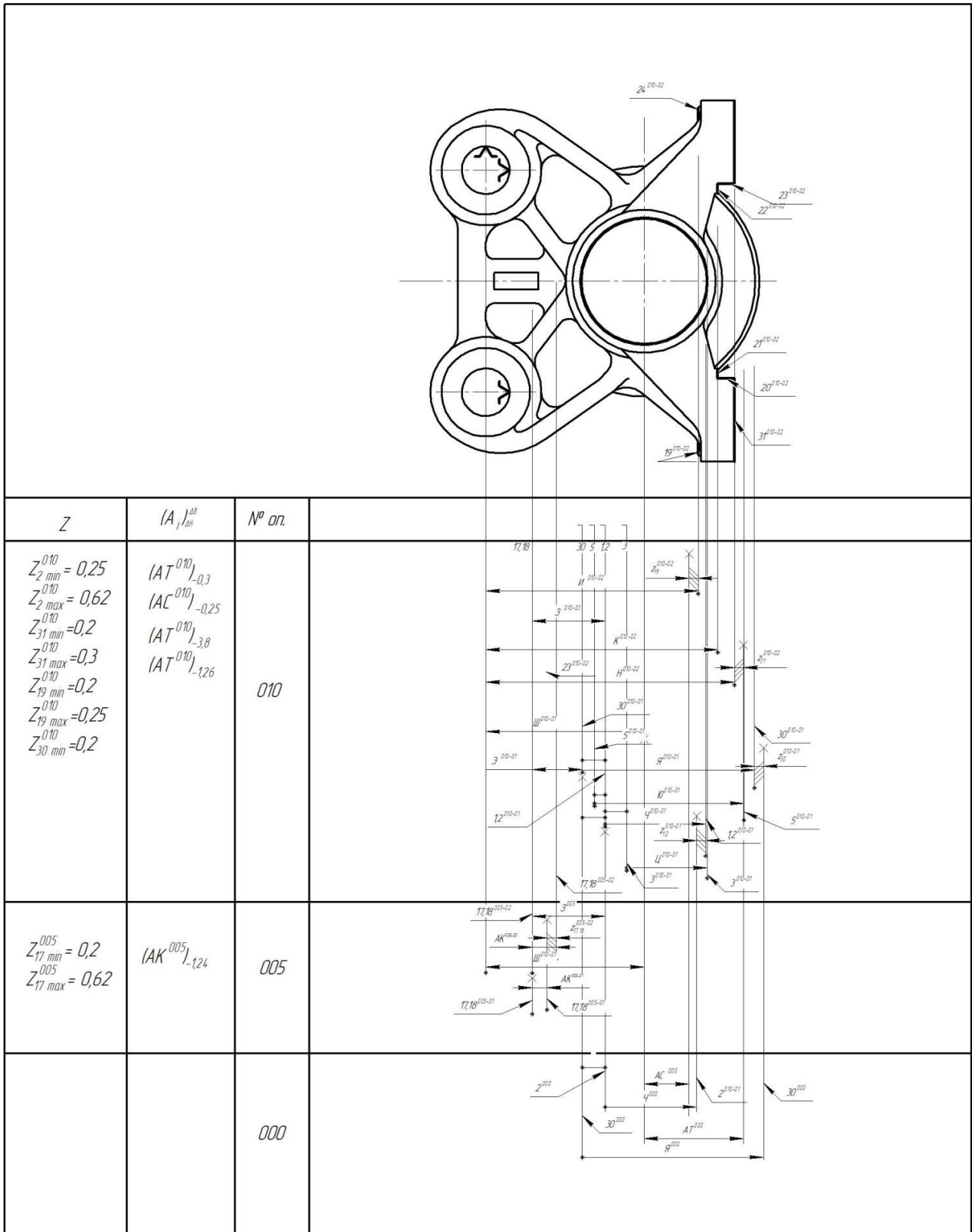


Рисунок 2.6 – Схема размерного анализа проекции Б

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

15.03.05.2021.385.000 ПЗ

Лист

41

2.3.4.3 Составление уравнений размерных цепей

По схемам линейных и диаметральных размеров по каждому переходу соответствующей операции составляются уравнения размерных цепей с целью определения номинальных межоперационных размеров.

По схеме линейных размеров получены следующие уравнения:

Замыкающих звеньев среди чертёжных размеров нет.

Размерный анализ (проекция А)

Определим минимальные припуски. Их расчет будем вести по методу профессора Матвеева, согласно которому минимальная величина припуска определяется по формуле

$$z_{\min}^l = R_Z^{l-1} + h^{l-1}, \quad (2.5)$$

где R_Z^{l-1} – высота неровностей поверхности, полученной на предыдущей операции;

h^{l-1} – величина дефектного слоя, оставшаяся на поверхности также после предыдущей операции.

Величины R_Z^{l-1} и h^{l-1} определим по табл.9 и 10 [1, с.34-35]:

$$z_{26,28}^{010-05}_{\min} = 0.05 + 0.05 = 0.1\text{м.}$$

$$z_9^{010-01}_{\min} = 0,18\text{м,1} \quad z_{15,16}^{005-02}_{\min} = 0,18\text{м,1} \quad z_7^{010-01}_{\min} = 0,18\text{м,1} \quad z_{13}^{005-02}_{\min} = 0.1\text{м.}$$

$$z_{13}^{005-01}_{\min} = 0.2\text{м.}$$

Составим уравнения размерных цепей:

$$[z_{26,28}^{010-05}] = E^{010-05} - E^{010-04}$$

$$z_{26,28}^{010-05}_{\min} = E_{\min}^{010-05} - E_{\max}^{010-04}$$

$$z_9^{010-01}_{\min} = AE_{\min}^{005} - \Phi_{\max}^{010-01}$$

$$z_{15,16}^{005-02}_{\min} = AE_{\min}^{005} - \Pi_{\max}^{005-02} - AE_{\max}^{000} + \Pi_{\min}^{000}$$

$$z_7^{010-01}_{\min} = P_{\min}^{000} - AE_{\max}^{000} + AE_{\min}^{005} - P_{\max}^{010-01}$$

$$z_{13}^{005-01}_{\min} = AE_{\min}^{000} - AE_{\max}^{005-01}$$

$$z_{13}^{005-02}_{\min} = AE_{\min}^{005-01} - AE_{\max}^{005-02}$$

Решаем уравнения и находим операционные размеры:

$$z_{26,28}^{010-05}_{\min} = E_{\min}^{010-05} - E_{\max}^{010-04}; TE^{010-05} = 0,12 \text{ мм}$$

$$E_{\max}^{010-04} = -z_{26,28}^{010-05}_{\min} + E_{\min}^{010-05} = -0,21 + 27 = 26,79 \text{ мм}$$

$$E_{\min}^{010-04} = E_{\max}^{010-05} - TE^{010-05} = 26,79 - 0,12 = 26,67 \text{ мм}$$

$$E^{010-04} = 26,79_{-0,12} \text{ мм}$$

$$z_9^{010-01}_{\min} = AE_{\min}^{005-02} - \Phi_{\max}^{010-01}; TAE^{005-02} = 0,072 \text{ мм}$$

$$AE_{\min}^{005-02} = z_9^{010-01}_{\min} + \Phi_{\max}^{010-01} = 0,18 + 222,83 = 223,01 \text{ мм}$$

$$AE_{\max}^{005-02} = AE_{\min}^{005-02} + TAE^{005-02} = 223,01 + 0,072 = 223,081 \text{ мм}$$

$$AE^{005-02} = 223,081_{-0,071}$$

$$z_{13}^{005-02}_{\min} = AE_{\min}^{005-01} - AE_{\max}^{005-02}; TAE^{005-01} = 0,3 \text{ мм}$$

$$AE_{\min}^{005-01} = z_{13}^{005-02}_{\min} + AE_{\max}^{005-02} = 0,1 + 223,081 = 223,91$$

$$AE_{\max}^{005-01} = AE_{\min}^{005-01} + TAE^{005-01} = 223,91 + 0,3 = 224,21$$

$$AE^{005-01} = 224,21_{-0,3}$$

$$z_{13}^{005-01}_{\min} = AE_{\min}^{000} - AE_{\max}^{005-01}; TAE^{000} = 2,9 \text{ мм}$$

$$AE_{\min}^{000} = z_{13}^{005-01}_{\min} + AE_{\max}^{005-01} = 0,18 + 224,21 = 224,39$$

$$AE_{\max}^{000} = AE_{\min}^{000} + TAE^{000} = 224,39 + 2,9 = 227,29 \text{ мм}$$

$$AE^{000} = 227,29_{-2,9}$$

$$z_{15,16}^{005-02}_{\min} = AE_{\min}^{005} - \Pi_{\max}^{005-02} - AE_{\max}^{000} + \Pi_{\min}^{000}; T\Pi^{000} = 1,9 \text{ мм}$$

$$\Pi_{\min}^{000} = z_{15,16}^{010-02}_{\min} - AE_{\min}^{005-02} + \Pi_{\max}^{005-02} + AE_{\max}^{000}$$

$$\Pi_{\min}^{000} = 0,18 - 223,01 + 68,3 + 227,29 = 72,67$$

$$\Pi_{\max}^{000} = \Pi_{\min}^{000} + T\Pi^{000} = 72,67 + 1,9 = 74,57 \text{ мм}$$

$$\Pi^{000} = 74,57_{-1,9}$$

					15.03.05.2021.385.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

$$z_7^{010-01}_{\min} = P_{\min}^{000} - AE_{\max}^{000} + AE_{\min}^{005-02} - P_{\max}^{010-01}; \quad TP^{000} = 0,9\text{мм}$$

$$P_{\min}^{000} = z_7^{010-01}_{\min} + AE_{\max}^{000} - AE_{\min}^{005-02} + P_{\max}^{010-01};$$

$$P_{\min}^{000} = 0,18 + 227,29 - 223,01 + 7,78 = 12,15$$

$$P_{\max}^{000} = P_{\min}^{000} + TP^{000} = 13,05\text{мм}$$

$$P^{000} = 13,05_{-0,9}$$

Размерный анализ (проекция Б)

Схема размерного анализа представлена на рисунке 1.8.

Замыкающих звеньев среди чертёжных размеров нет.

Составим уравнения размерных цепей:

$$z_{31}^{010-02}_{\min} = -H_{\max}^{010-02} + Ш_{\min}^{010-01} + AT_{\min}^{000}$$

$$z_{19}^{010-02}_{\min} = И_{\min}^{010-02} - Ш_{\max}^{010-01} - AC_{\max}^{000}$$

$$z_{30}^{010-01}_{\min} = -Я_{\max}^{010-01} - \left(30_{2}^{000} 2^{010-01}\right) - \left(30_{2}^{010-01} 2^{010-01}\right) + Я_{\min}^{000}$$

$$z_2^{010-01}_{\min} = -Ч_{\max}^{000} - \left(30_{2}^{000} 2^{000}\right) - \left(30_{2}^{000} 2^{010-01}\right)_{\max} + Ч_{\min}^{010-01}$$

$$z_{17}^{005-02}_{\min} = AK_{\min}^{005-02} - AK_{\min}^{005-01}$$

Вычислим минимально необходимые припуски и несоосности на обработку:

$$\left(30_{2}^{000} 2^{010-01}\right) = 0,25\text{мм};$$

$$\left(30_{2}^{010-01} 2^{010-01}\right) = 0,25\text{мм}$$

$$\left(30_{2}^{000} 2^{000}\right) = 1,6\text{мм}$$

Решаем уравнения и находим операционные размеры:

$$z_2^{010-01}_{\min} = Rz + \Delta h = 0,25\text{м}, \quad \text{- допуск суммарный для чистовой и черновой обработок.}$$

$$z_{17}^{005-02}_{\min} = 0,1\text{м}, 1 \quad \left[z_{30}^{010-01} \right] = 0,2\text{м},$$

$$z_{31}^{010-02}_{\min} = Rz + \Delta h = 0,2\text{м}, 2$$

$$z_{19}^{010-02}_{\min} = 0,2\text{м}, 2$$

					15.03.05.2021.385.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

$$z_{31}^{010-02}_{\min} = -H^{010-02}_{\max} + Ш^{010-01}_{\min} + AT^{000}_{\min}; TAT^{000} = 0,3$$

$$AT^{000}_{\min} = z_{31}^{010-02}_{\min} + H^{010-02}_{\max} - Ш^{010-01}_{\min} = 0,2 + 179 - 113,65 = 65,55 \text{ мм}$$

$$AT^{000}_{\max} = AT^{000}_{\min} + TAT^{000} = 65,85 \text{ мм}$$

$$AT^{000} = 65,85_{-0,3}$$

$$z_{19}^{010-02}_{\min} = И^{010-02}_{\min} - Ш^{010-01}_{\min} - AC^{000}_{\max}; TAC^{000} = 0,25$$

$$AC^{000}_{\max} = И^{010-02}_{\min} - Ш^{010-01}_{\max} - z_{19}^{010-02}_{\min} = 152,6 - 114 - 0,2 = 38,4$$

$$AC^{000} = 38,4_{-0,25}$$

$$z_{30}^{010-01}_{\min} = -Я^{010-01}_{\max} - (30^{000} z_{2}^{010-01}) - (30^{010-01} z_{2}^{010-01}) + Я^{000}_{\min}$$

$$Я^{000}_{\min} = z_{30}^{010-01}_{\min} + Я^{010-01}_{\max} + (30^{000} z_{2}^{010-01}) + (30^{010-01} z_{2}^{010-01}); TЯ^{000} = 1,25 \text{ мм}$$

$$Я^{000}_{\min} = 0,2 + 80,1875 + 0,25 + 0,4 = 81,0375 \text{ мм}$$

$$Я^{000}_{\max} = Я^{000}_{\min} + TЯ^{000} = 81,0375 + 1,9 = 82,2875$$

$$2Я^{000} = 164,575_{-3,8}$$

$$z_2^{010-01}_{\min} = -Ч^{000}_{\max} - (30^{000} z_2^{000}) - (30^{000} z_2^{010-01})_{\max} + Ч^{010-01}_{\min}; TЧ^{000} = 0,62 \text{ мм}$$

$$Ч^{000}_{\max} = -z_2^{010-01}_{\min} - (30^{000} z_2^{000}) - (30^{000} z_2^{010-01})_{\max} + Ч^{010-01}_{\min};$$

$$Ч^{000}_{\max} = -0,25 - 1,6 - 0,4 + 45 = 43,75 \text{ мм}$$

$$Ч^{000}_{\min} = Ч^{000}_{\max} - TЧ^{000} = 43,13$$

$$2Ч^{000} = 87,5_{-1,26}$$

$$z_{17}^{005-02}_{\min} = АК^{005-02}_{\min} - АК^{005-01}_{\max}; TAK^{005-01} = 0,62 \text{ мм}$$

$$AK^{005-01}_{\max} = -z_{17}^{005-02}_{\min} + АК^{005-02}_{\min} = -0,1 + 17,2 = 17,1 \text{ мм}$$

$$AK^{005-01}_{\min} = АК^{005-02}_{\max} - TAK^{005-02} = 17,1 - 0,62 = 16,58 \text{ мм}$$

$$AK^{005-01} = 34,2_{-1,24}$$

2.3.4.4 Оформление чертежа заготовки

Чертеж заготовки с полученными на основе результатов расчетов межоперационными размерами и припусков на обработку приведен в соответствии с рисунком 2.7.

					15.03.05.2021.385.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

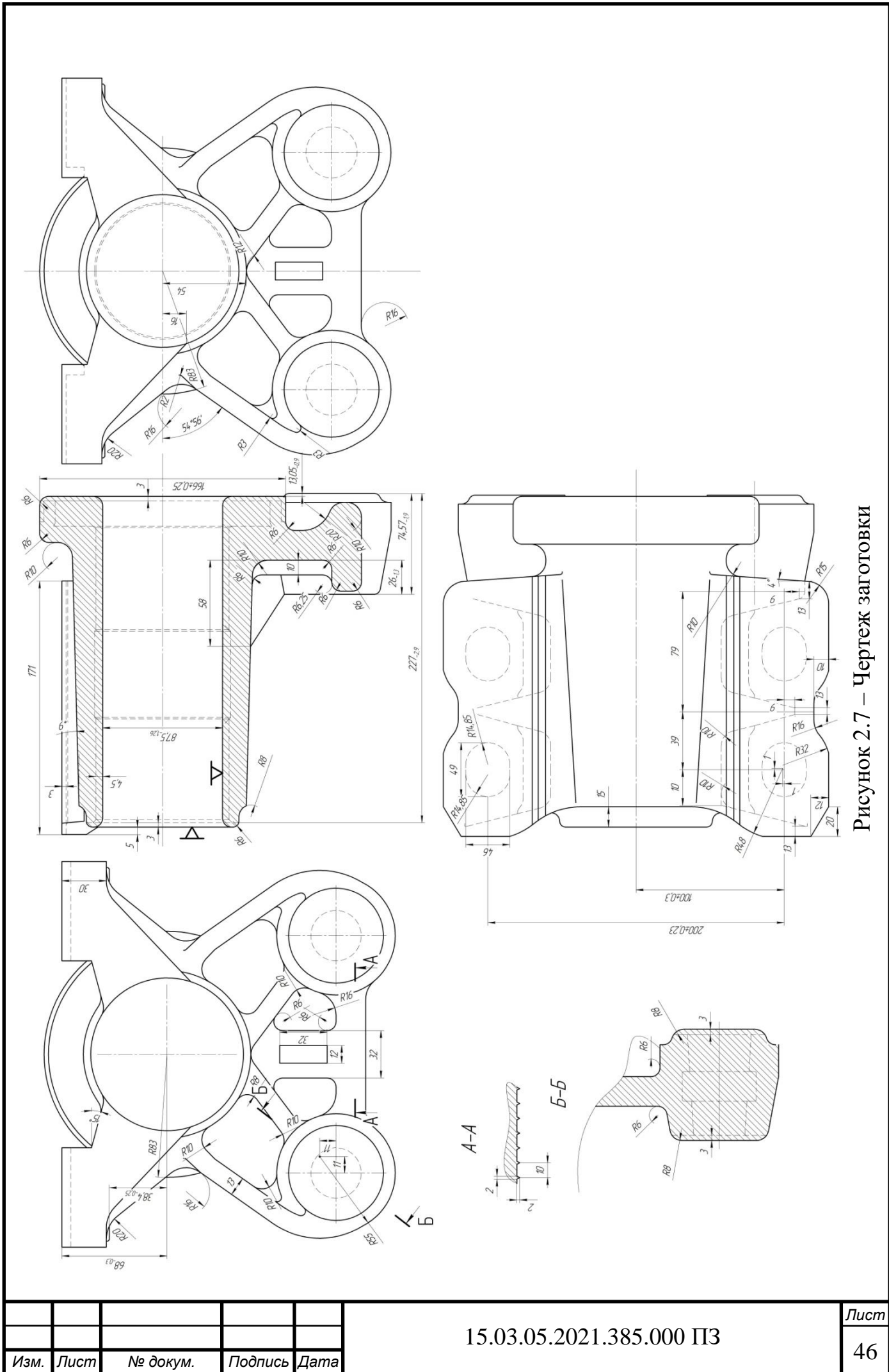
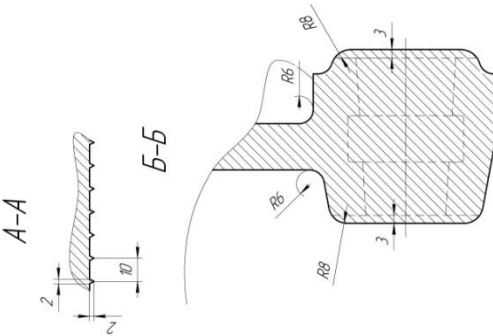


Рисунок 2.7 – Чертеж заготовки



Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2021.385.000 ПЗ

2.3.5 Расчёт режимов резания и норм времени

2.3.5.1 Расчёт режимов резания

Выбор режимов резания производится по справочникам [8]. Данные представлены в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Режимы резания

Название операции	t, мм	s, мм/об.	V, м/мин	n, об/мин	D, мм	N, кВт	L _{p.x.} , мм	t ₀ , мин.
Сверлильная 005-01	6	0,25	29	769	12	0,37	68	0,35
Рассверливание 005-01	8,5	0,5	35,4	341	34	0,2	68	0,4
Растачивание 005-02	0,72	0,5	145	1346	34,3	1,2	68	0,1
Точение черновое 010-01	3	1,1	95	182	166	10,9	14	0,07
Растачивание 010-01	5	1,2	80	176	145	1,6	17	0,08
Растачивание 010-01	5	1,2	80	276	92	1,9	249	0,75
Торцевое фрезерование 010-02	3	0,036	158	500	100	5,89	200	2
Сверление 010-03	2,5	0,12	17,6	1120	5	0,33	5	0,04
Сверление 010-04	6	0,2	13,7	547	8	0,14	26	0,24
Рассверливание 010-05	7	0,43	16,3	190	27	0,1	26	0,32
Концевое фрезерование 010-06	8	0,05	35,4	450	25	0,3	12	0,53

2.3.5.2 Нормирование технологического процесса

Операция 005 (черновая)

Основное время t₀ рассчитывается для всей операции по формуле [9]

$$t_0 = \frac{L_{p.x.прод.}}{n_{прод.} \cdot S_{прод.}} + \frac{L_{p.x.попер.}}{n_{попер.} \cdot S_{попер.}}, \text{ мин.}, \quad (2.6)$$

где $t_0 = 1,8$ мин.;

вспомогательное время t_B :

$$t_B = t_{B_1} + t_{B_2} + t_{B_3}, \text{ мин.}, \quad (2.7)$$

где t_{B_1} – время, связанное с установкой и снятием заготовки;

t_{B_2} – время, связанное с переходом (включение, выключение станка, управление станком, подвод инструмента, смена инструмента);

t_{B_3} – время, связанное с измерением.

$$t_{B_1} = 0,182 \text{ [9, карта 12];}$$

$$t_{B_2} = 0,2 + 0,05 = 0,25 \text{ [9, карта 21];}$$

$$t_{B_3} = 0,08 \text{ [9, карта 25];}$$

$$t_B = 0,182 + 0,25 + 0,08 = 0,512 \text{ мин.}$$

$$t_{опер.} = t_0 + t_B, \text{ мин.}, \quad (2.8)$$

где $t_{опер.}$ – оперативное время.

$$t_{опер.} = 1,8 + 0,512 = 2,312 \text{ мин.}$$

$t_{обс}$ – время, связанное с обслуживанием (уборка стружки и т.д.):

$$t_{обс} = 4\% \text{ мин. [4, карта 43].}$$

$$t_{обс} = 0,04 \cdot t_{опер.} = 0,04 \cdot 2,312 = 0,092 \text{ мин.}$$

$t_{отл}$ – время на отдых и личные надобности:

$$t_{отл} = 0,08 \cdot t_{опер.} = 0,08 \cdot 2,312 = 0,184 \text{ мин [9, карта 45].}$$

$t_{шт}$ – штучное время:

$$t_{шт} = t_{опер.} + t_{обс} + t_{отл}, \text{ мин.}, \quad (2.9)$$

где $t_{шт} = 2,312 + 0,092 + 0,184 = 2,588$ мин.

$$t_{шт-к} = T_{пз} / n + t_{шт}, \text{ мин.}, \quad (2.10)$$

					15.03.05.2021.385.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

где n – партия деталей; $n = 100$ шт.

$T_{пз}$ – подготовительно заключительное время

$$T_{пз} = i \cdot T_{инстр} + T_{крепл} + T_{подг}, \text{ мин}, \quad (2.11)$$

i – количество инструментов; $i = 3$

$T_{инстр}$ – время на единицу инструмента. Принята 1.5 мин

$T_{крепл}$ – слагаемое времени, зависящее от способа крепления заготовки;

$T_{подгот}$ – время на подготовку оснастки;

$T_{крепл} = 8$ мин.

$T_{подг} = 3$ мин.

$T_{пз} = 3 \cdot 1,5 + 8 + 3 = 15,5$ мин.

$t_{шт-к} = T_{пз} / n + t_{шт} = 15,5 / 100 + 2,588 = 0,155 + 2,588;$

$t_{шт-к} = 2,743$ мин.

Операция 010 (черновая)

Основное время t_0 рассчитывается для всей операции по формуле

$$t_0 = \frac{L_{р.х.прод.}}{n_{прод.} \cdot s_{прод.}} + \frac{L_{р.х.попер.}}{n_{попер.} \cdot s_{попер.}}, \quad t_0 = 15,16 \text{ мин}; \quad (2.12)$$

Вспомогательное время t_g :

$t_{в_1} = 0,182$ [9, карта 12];

$t_{в_2} = 0,2 + 0,05 = 0,25$ [9, карта 21];

$t_{в_3} = 0,08 / 4$, карта 25/;

$t_{в} = 0,182 + 0,25 + 0,08 = 0,512$ мин.

$t_{опер.} = 15,16 + 0,512 = 15,672$ мин.

$t_{обс} = 4\%$ мин. [9, карта 43].

$t_{обс} = 0,04 \cdot t_{опер} = 0,04 \cdot 15,672 = 0,627$ мин.

$t_{отл}$ – время на отдых и личные надобности:

$t_{отл} = 0,08 \cdot t_{опер} = 0,08 \cdot 15,672 = 1,254$ мин [9, карта 45].

$t_{шт}$ – штучное время:

$t_{шт} = t_{опер.} + t_{обс} + t_{отл}$, мин.

где $t_{шт} = 15,672 + 0,627 + 1,254 = 16,553$ мин.

$T_{пз}$ – подготовительно заключительное время

$T_{пз} = i \cdot T_{инстр} + T_{крепл} + T_{подг}$

i – количество инструментов; $i = 7$

$T_{инстр}$ – время на единицу инструмента. Принята 1,5 мин

					15.03.05.2021.385.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		49

$T_{\text{креп}}$ – слагаемое времени, зависящее от способа крепления заготовки;

$T_{\text{подгот}}$ – время на подготовку оснастки;

$T_{\text{креп}} = 8$ мин.

$T_{\text{подг}} = 3$ мин.

$T_{\text{пз}} = 7 \cdot 1,5 + 8 + 3 = 21,5$ мин.

$t_{\text{шт-к}} = T_{\text{пз}} / n + t_{\text{шт}} = 21,5/100 + 16,553 = 0,215 + 16,553;$

$t_{\text{шт-к}} = 16,768$ мин.

Времена по всем операциям приведены в таблице 2.4.

Таблица 2.4 – Нормирование операций обработки

№	Название операции	t_0 , мин.	t_v , мин.	$t_{\text{опер.}}$, мин.	$t_{\text{обс}}$, мин.	$t_{\text{отл}}$, мин.	$t_{\text{шт}}$, мин.	$t_{\text{шт-к}}$ мин.
005	черновая	1,8	0,512	2,312	0,092	0,184	2,588	2,743
010	черновая	15,16	0,512	15,672	0,627	1,254	16,553	16,768

2.4 Подготовка управляющей программы с последующей верификацией траекторий движения инструмента, с использованием автоматизированной системы NX CAM

2.4.1 Обоснование выбора детали для обработки на станке с ЧПУ

Каждая деталь характеризуется набором технических данных (материал, геометрия), определяющих технические требования, и некоторым набором организационно-экономических требований (годовой выпуск в штуках, число деталей в партии, допустимые затраты на изготовление). Номенклатура деталей, обработка которых предполагается эффективной на оборудовании с ЧПУ, определяется на основе изучения технической документации, ограничений, зависящих от конкретного производства, и характера постановки задач.

Практика показывает, что значительный эффект достигается при обработке на станке с ЧПУ сложных деталей, с большим числом поверхностей, контуры которых содержат криволинейные участки и элементы прямых и плоскостей, непараллельных координатным осям станка [1, 2].

Выбору данной детали способствовали следующие причины:

- 1) высокая концентрация обработки на станке по сравнению с универсальным оборудованием, что повышает эффективность использования ЧПУ;
- 2) сложная поверхность конической формы, с высокими требованиями точности;
- 3) уменьшение количества установов, способствующих повышению точности при обработке;
- 4) уменьшение времени на наладку и разметочные операции.

2.4.2 Создание твердотельной модели детали и заготовки

3D моделирование – это построение математического отображения трехмерного объекта с помощью специализированного программного обеспечения, которое позволяет получить всю необходимую информацию о поверхности и размерах детали, для последующего проектирования УП.

3D – модель детали, полученная после сверлильно-расточной операции изображена в соответствии с рисунком 2.7.

Данная модель сохраняется в формате «STEP», который позволяет обеспечить совместимость со всеми современными САПР-системами и cad программами, для правильного понимания элементов детали.

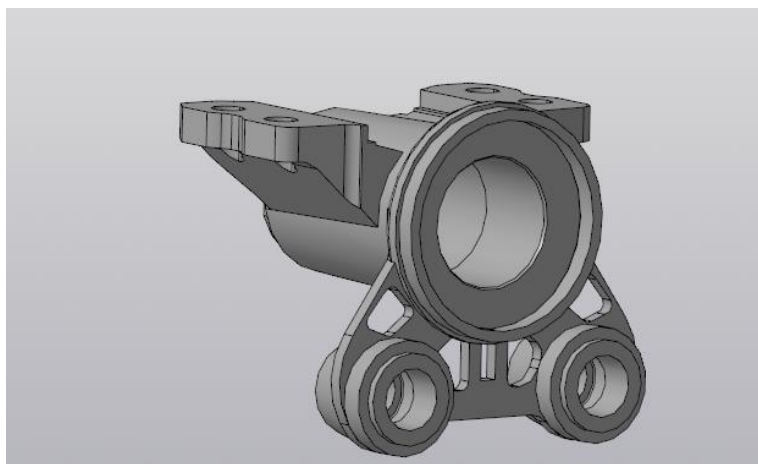


Рисунок 2.7 – 3D модель детали после 005 операции

Следующим этапом является создание заготовки, соответствующей той форме изображенной на рисунке 2.8.

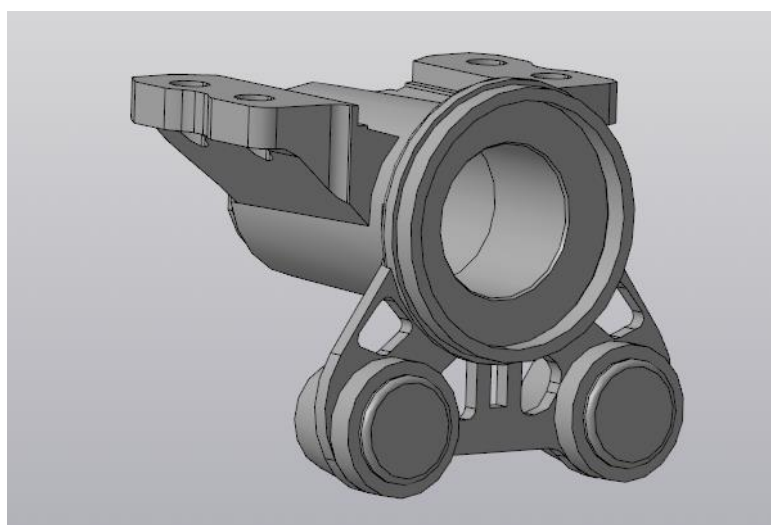


Рисунок 2.8 – 3D модель заготовки до 005 операции

Модель заготовки также сохраняется в формате «STEP» и переносится в рабочую область программы NX CAM.

2.4.3 Программирование обработки в NX CAM

Инициализация.

При первом входе в модуль обработки производится выбор окружения обработки, или инициализация. При инициализации ряд объектов обработки создается автоматически. Так как для разных видов обработки требуются разные объекты, на этой стадии и уточняем вид обработки. В NX имеется несколько способов инициализации [3].

Так как нас интересует обработка, то активируем вкладку «Обработка».

Окно Шаблоны содержит список шаблонов на разные виды обработки. Шаблон – это файл модели, который содержит преднастроенные операции, инструменты, методы, геометрические объекты, программные группы. Он позволяет выполнить начальные установки для типовых видов работ. Шаблоны могут содержать и настройки, учитывающие специфику конкретного производства.

Шаблон Общие настройки наиболее универсальный, на этом этапе будем и пользоваться его. Окно инициализации обработки изображено на рисунке 2.9.

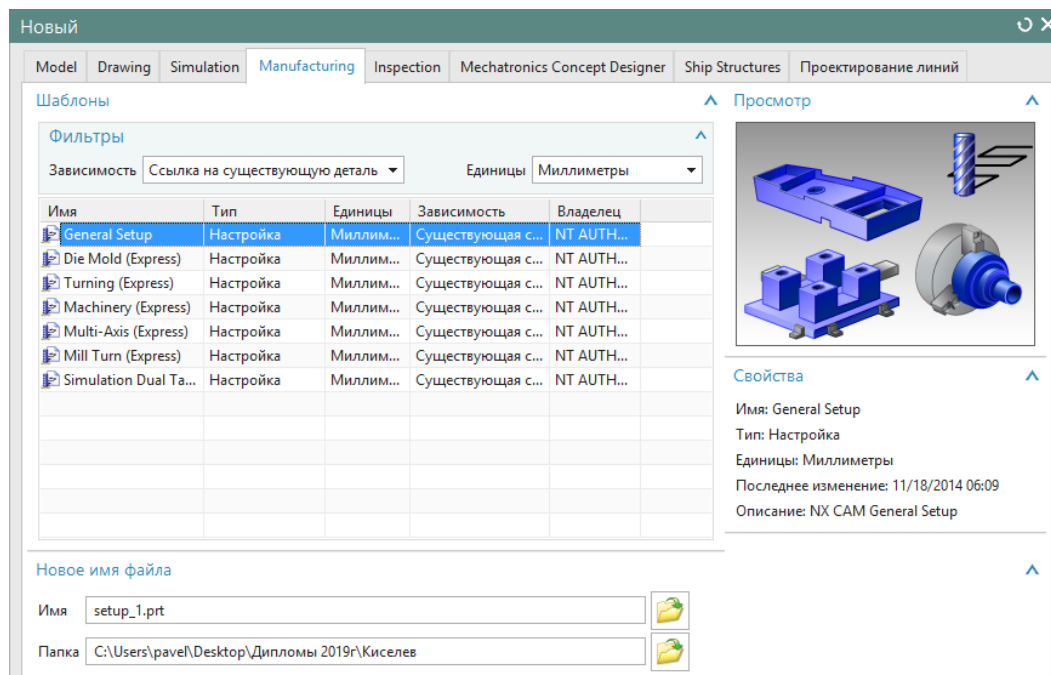


Рисунок 2.9 – Диалоговое окно инициализации обработки

Подготовка модели к обработке.

Выполним команду Вставить – Ассоциативное тело – Редактор геометрических связей WAVE. Появится новое диалоговое окно, тип объекта должен быть Тело.

Указываем обрабатываемое тело и нажмите ОК. деталь в рабочей области NX CAM изображена на рисунке 2.10.

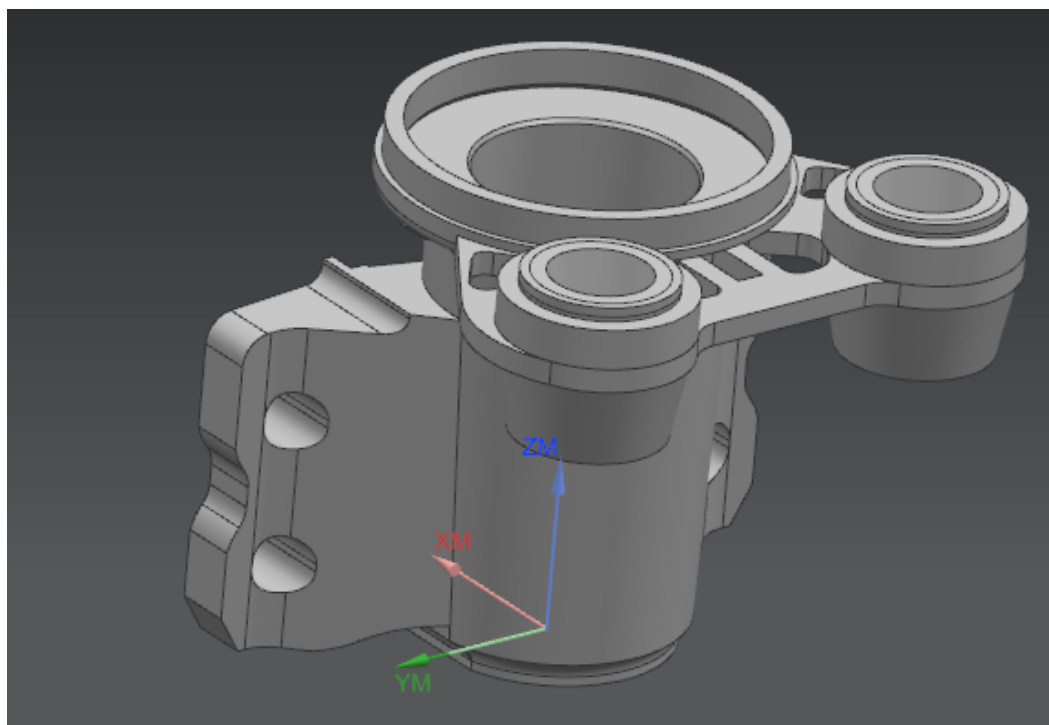


Рисунок 2.10 – Рабочая область NX CAM

Система координат

Для задач обработки используется специальная система координат – Система координат станка (СКС). Для вспомогательных построений применяется уже известная нам Рабочая система координат (РСК). Отображать их можно независимо – в меню **Формат – Отображать СКС**, там же: **Формат – РСК – Отображать РСК**. СКС отображается только тогда, когда вы находитесь в модуле обработки. В графической области оси СКС маркируются как XМ, YМ и ZМ, в отличие от РСК, где используются XС, YС и ZС.

СКС задается в геометрической группе MSC_MILL. В проекте должна быть хотя бы одна СКС, она должна быть установлена в характерную точку детали/заготовки, чтобы оператор мог использовать эту точку для привязки программы к детали. Для этой точки в программировании обработки используется термин «Нулевая точка программы».

Дважды щелкнув по MSC_MILL в навигаторе операций (вид геометрии).

Появится диалоговое окно, выполняем команду Меню СК – Если тип установлен Динамика, то в графической области СКС отобразим с динамическими маркерами, с помощью которых систему координат можно перемещать и преобразовывать.

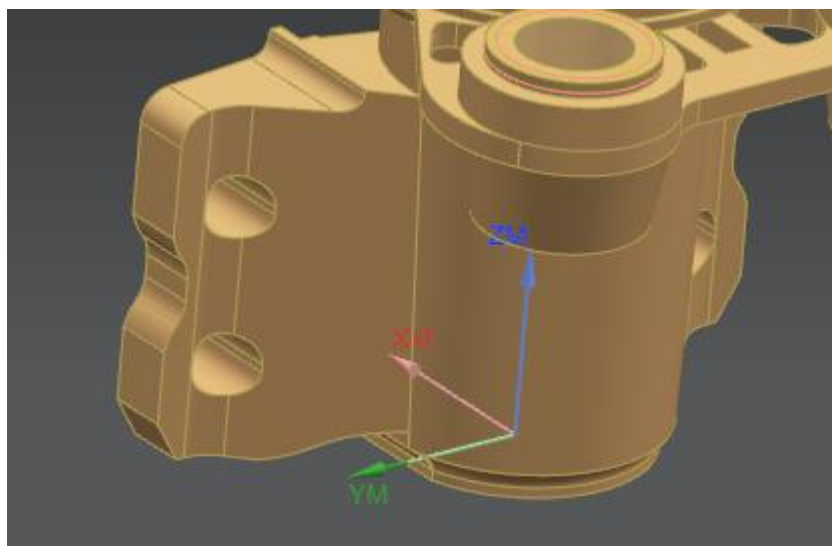


Рисунок 2.11 – Привязка СКС к 3D модели

Геометрия детали и заготовки.

Геометрия детали и заготовки задается в геометрической группе WORKPIECE. Диалоговое окно задания геометрии Детали и Заготовки изображено на рисунке 2.12.

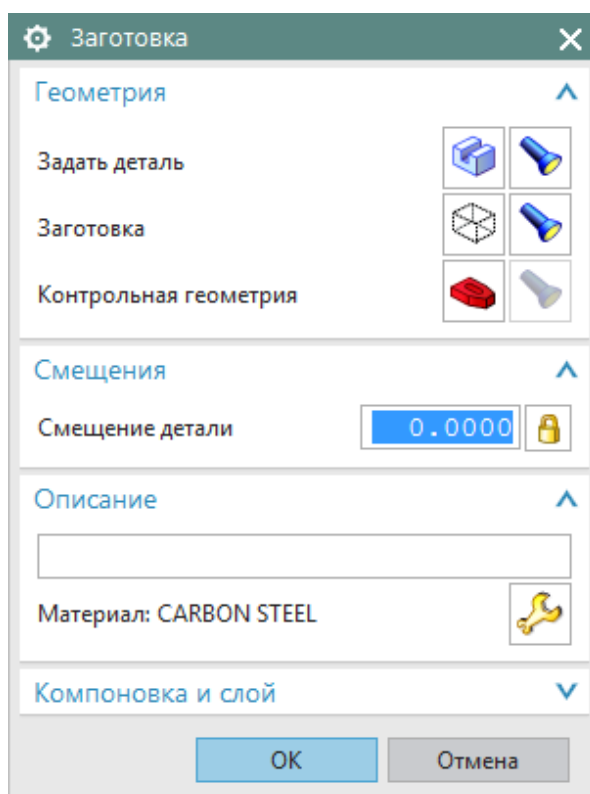


Рисунок 2.12 – Диалоговое окно задания геометрии Детали и Заготовки

Самый простой способ задания заготовки – это использовать значение Ограничивающий блок. В этом случае заготовка задается как параллелепипед или цилиндр с габаритными размерами детали.

Но для нас необходима заготовка после предварительной обработке, которая соответствует ранее созданной модели, поэтому вставляем модель заготовки в рабочую область программы и проводим операцию «Сопряжения», совмещая поверхность детали и заготовки, что изображено на рисунке 2.13.

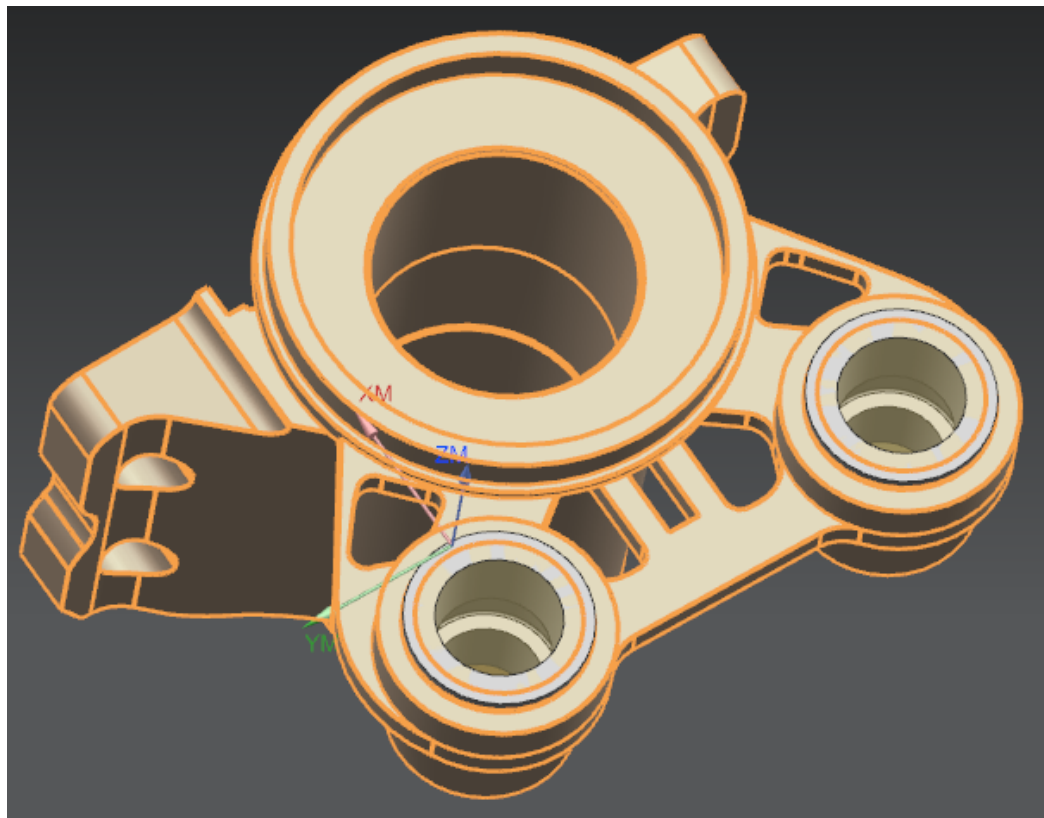


Рисунок 2.13 – Совмещение поверхности детали и заготовки

Выбранная геометрия подсвечивается в графическом окне.

Режущий инструмент.

В диалоговом окне имеется возможность вызова инструмента из библиотеки.

Также есть еще одно диалоговое окно, где задается геометрия инструмента, окно для выбора геометрии инструмента, с примером задания параметров сверла, для 2-х отверстий, изображено на рисунке 2.14.

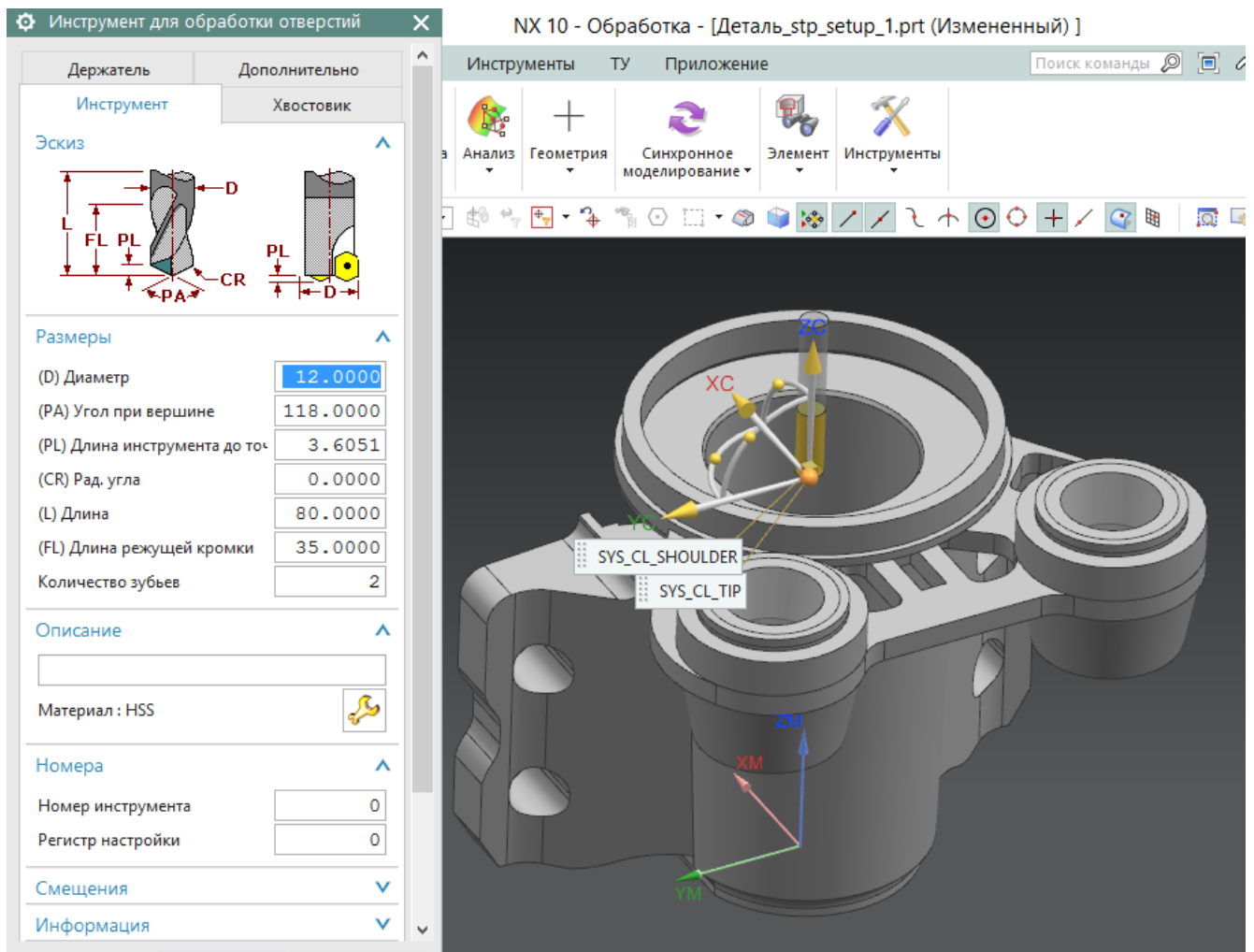


Рисунок 2.14 – Диалоговое окно задания геометрии Инструмента

В окне имеются 4 вкладки, основные параметры сверла задаются на вкладке Инструмент, активной по умолчанию.

Инструменты сгруппированы по типам, что позволяет легко найти нужный и задать необходимые параметры.

Эскиз инструмента содержит параметры, обозначенные буквами, поля ввода параметров тоже снабжены этими же буквами, таким образом, назначение параметров очень наглядно.

Создание операции.

Операции, так же как и инструменты, сгруппированы по типам. В верхней части диалогового окна указывается геометрическая информация, с которой работает операция. Параметр Геометрия установлен на WORKPIECE, команды Задать деталь и Задать заготовку неактивны, но команда с изображением фонарика (просмотр) активна. Это признак, что эти объекты заданы, но не непосредственно в операции, а они наследуются из родительской группы.

Другие геометрические группы (Контрольная, Область резания и Граница об-

резки) в данный момент не заданы и не используются. На это указывает неактивная команда Просмотр для этих объектов. Диалоговое окно задания параметров Операции обработки (на примере операции Глубинного сверления) изображена на рисунке 2.15.

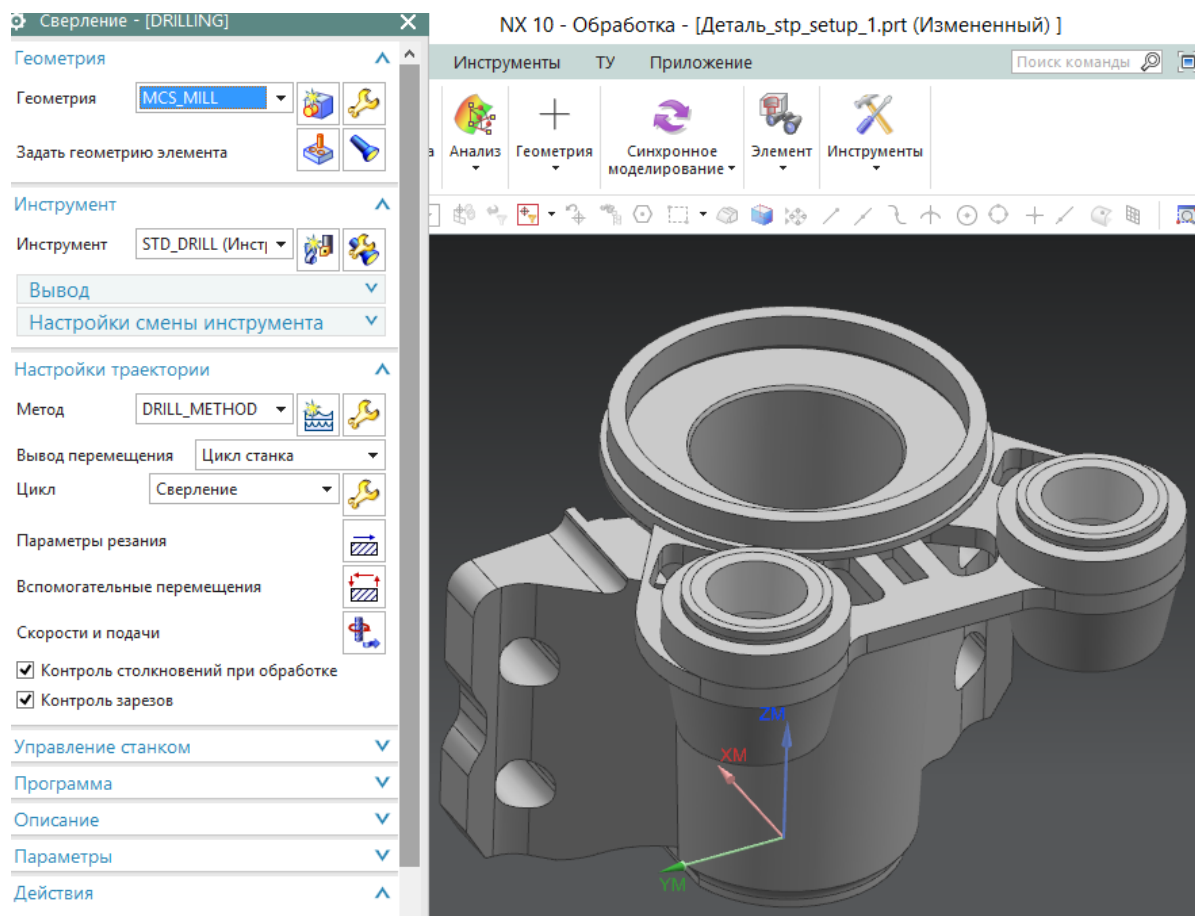


Рисунок 2.15 – Диалоговое окно задания параметров Операции обработки (на примере операции Глубинного сверления)

После задания области резания переходим к заданию параметров резания.

Рабочими движениями или движениями резания являются движения, при которых инструмент контактирует с деталью, в отличие от вспомогательных движений (движений без резания), к которым относим врезание, отвод, переход и некоторые другие типы движений между движениями резания.

Диалоговое окно имеет несколько вкладок, организованных в привычном стиле Windows. Большинство параметров сопровождается контекстно-зависимыми рисунками, в текущей версии NX эти рисунки стали всплывающими. Чтобы появилась подсказка, надо курсор задержать на названии или значении параметра. Первая вкладка Стратегия задает дополнительные параметры шаблона резания. В данном случае задано попутное направление резания, что иллюстрируется соответствующим рисунком, пример изображен на рисунке 2.16.

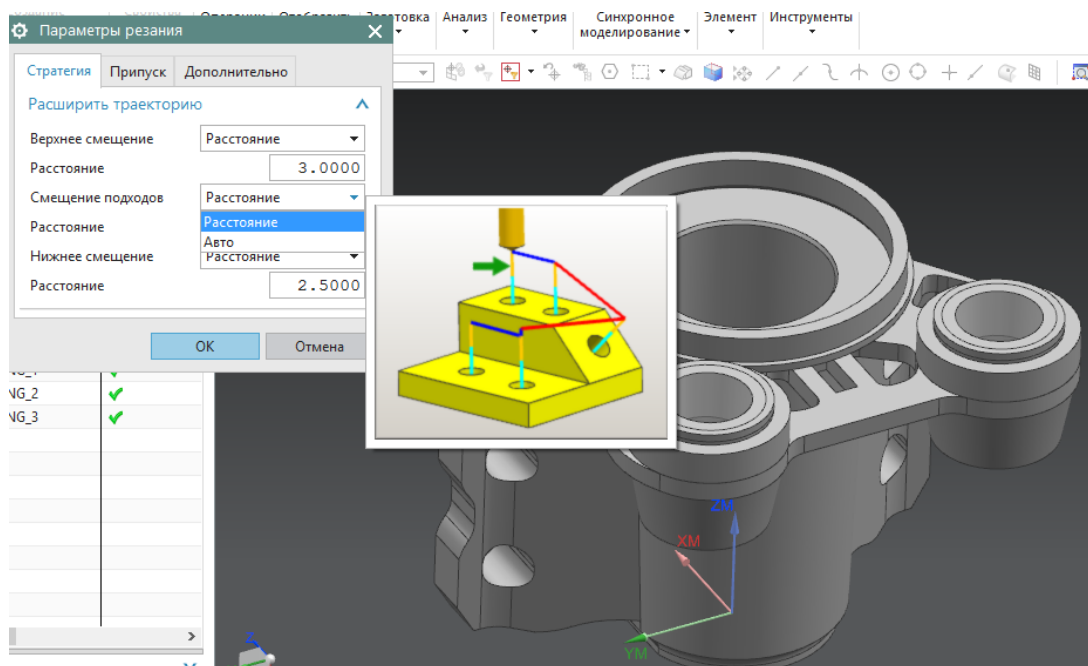


Рисунок 2.16 – Диалоговое окно Параметры резания – Стратегия

Вспомогательные движения должны обеспечивать безопасные или более эффективные перемещения между движениями резания.

Некоторые типы инструментов накладывают ограничения на вспомогательные перемещения. Например, для ряда концевых фрез недопустимо вертикальное врезание в материал, и должно использоваться наклонное врезание или погружение в предварительно засверленное отверстие.

Движения подход, отход, обход отображаются одним цветом – синим. Ускоренные перемещения показываются красным цветом. Цвета всех типов движений можно переназначить. Пример цветовой маркировки различных типов движения в траектории изображен на рисунке 2.17.

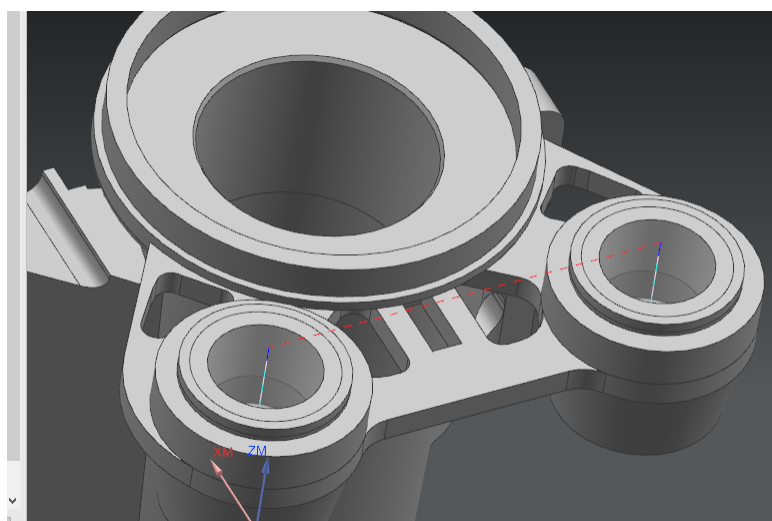


Рисунок 2.17 – Пример траектории сверления отверстий

После внесения всех необходимых параметров обработки, нажимаем на кноп-

ку «Генерировать» .

Прежде чем выполнять постпроцессирование, необходимо проверить операцию. Для этого существуют различные инструменты. Рассмотрим Верификацию – самый простой вид симуляции, который целесообразно использовать на ранних стадиях разработки проекта обработки. Данный тип проверки УП позволяет выявить возможные проблемы, такие как резезы, столкновения, контакт с материалом на ускоренной подаче, чрезмерный припуск на обработку и т. д.

В графической области визуализируется процесс съема материала инструментом. В любой момент можно выполнить команду Стоп, а затем продолжить анимацию. Пример верификации обработки изображен на рисунке 2.18.

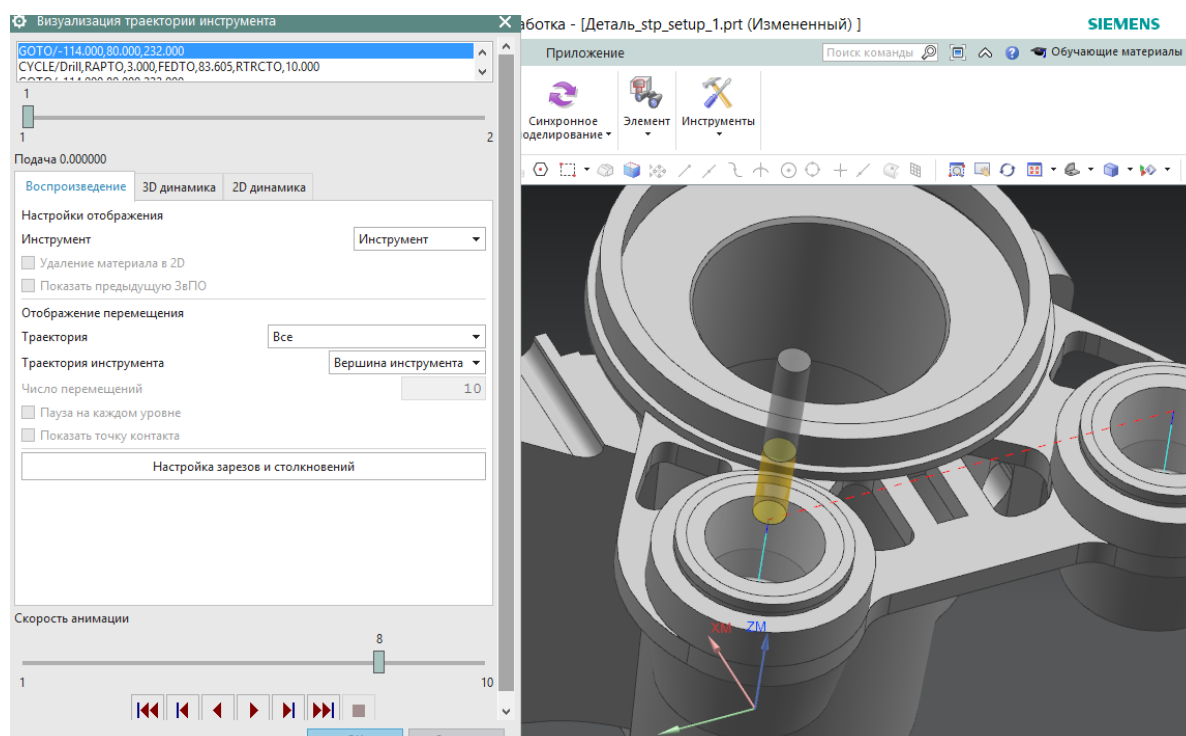


Рисунок 2.18 – Диалоговое окно управления верификацией и результат верификации операции обработки

Постпроцессирование.

Чтобы получить управляющую программу (УП), траектория инструмента должна быть обработана постпроцессором. Именно постпроцессор учитывает особенности кинематики и формат кадра конкретного станка или системы ЧПУ.

Выбираем операцию CAVITY_MILL в Навигаторе операций и выполняем команду Постпроцессировать – Появится диалоговое окно постпроцессорирования – Затем выбираем один из доступных постпроцессоров, соответствующий типу обработки и системе станка. Диалоговое окно постпроцессорирования операций изображено на рисунке 2.19.

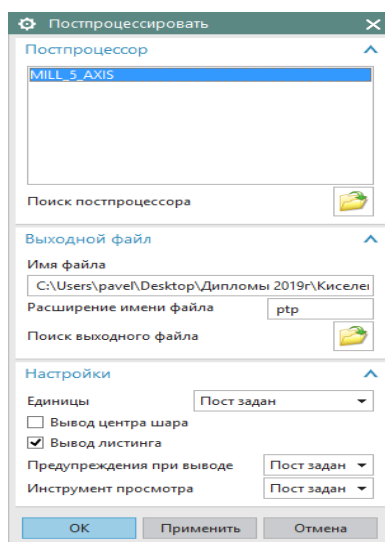


Рисунок 2.19 – Диалоговое окно постпроцессирования операций

Результат будет записан в текстовый файл с расширением, принятым для конкретной системы ЧПУ (для Sinumerik это mpf). Кроме того, если включен режим Вывод листинга, текст УП выводится и в информационное окно, в соответствии с рисунком 2.20. Операция, выведенная на постпроцессор, получит статус Закончена, который отображается в навигаторе операций.

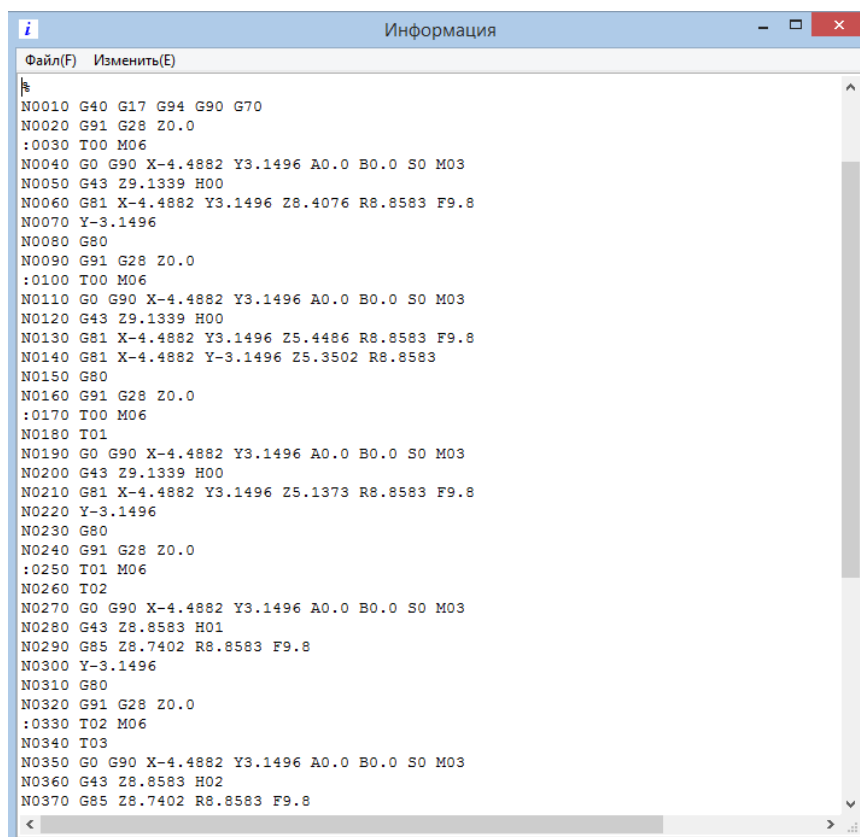


Рисунок 1.20 – Текст управляющей программы (УП) как результат постпроцессирования

Вывод по части два

Во втором разделе проанализирован заводской технологический процесс изготовления детали «Кронштейн оси задней подвески» и выявлен ряд технологических недостатков.

Разработан предлагаемый вариант технологического процесса. Выполнен размерный анализ разработанного технологического процесса для установления требуемых размеров заготовки с минимально необходимыми припусками, что обеспечивает сокращение расходов на материалы. Выполнен расчет режимов резания, произведено нормирование технологических операций. Разработана управляющая программа для комплексной операции, с последующей верификацией.

					15.03.05.2021.385.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		61

3 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ

3.1 Проектирование станочного приспособления для комплексной обработки поверхностей

3.1.1 Определение схемы установки заготовки в приспособлении. Выбор баз и разработка схем базирования

Погрешностью базирования называется разность предельных расстояний измерительной базы относительно установленного на размер инструмента, возникающая при не совмещении инструмента установочной базы в результате неточности формы и размеров [12]. Теоретическая схема базирования представлена в соответствии с рисунком 3.1.

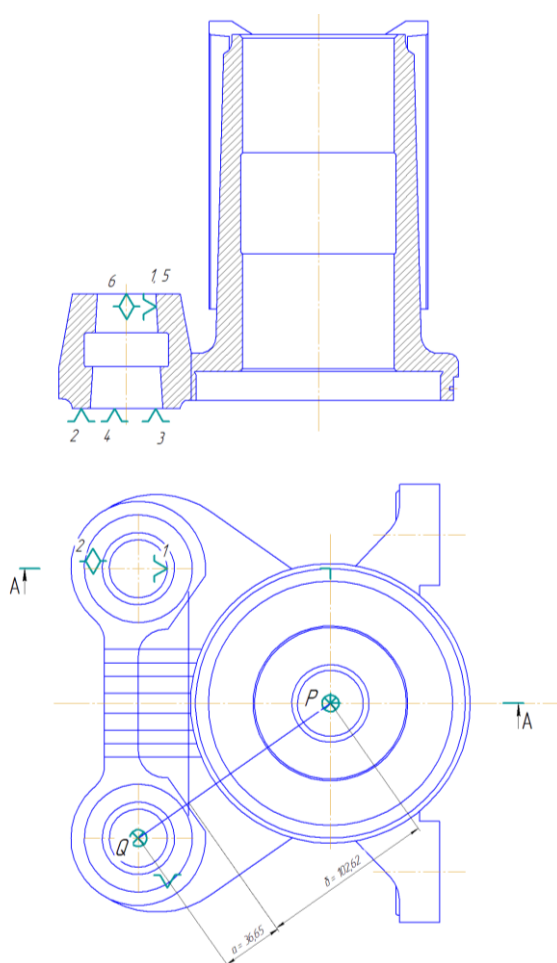


Рисунок 3.1 – Теоретическая схема базирования

Погрешность базирования возникает в результате несовпадения конструкторских и установочных баз, в данном случае измерительной базой является деталь, в которой и производится упор детали во время обработки [12, 13]

$$\varepsilon_{\delta} = S_{\min} \quad (3.1)$$

где S_{\max} – минимальный радиальный зазор посадки на палец
 $S_{\max} = 0$ мм (коническое отверстие)

$$\varepsilon_{\delta} = 0 \text{ мм}$$

3.1.2 Разработка схемы сил, действующих на деталь, определение точки приложения и направления действия зажимной силы

В процессе обработки возможно опрокидывание детали под действием силы резания при растачивании P_T или силы резания при фрезеровании P_{ϕ} или сдвиг детали под действием окружной силы резания при фрезеровании $P_{окр}$.

Для приведённой схемы нагружения составим уравнения моментов относительно точки O:

$$-P_T \cdot b + \frac{4Q_1 \cdot a}{K} = 0 \quad (3.2)$$

$$-P_{\phi} \cdot b + \frac{4Q_2 \cdot a}{K} = 0 \quad (3.3)$$

$$-P_{окр} \cdot \Gamma + \frac{4F_{тр} \cdot a}{K} = 0 \quad (3.4)$$

где K – коэффициент, учитывающий конкретные условия выполнения технологической операции;

P_T – сила при черновом точении, $P = 6884$ Н;

P_{ϕ} – сила при черновом фрезеровании (Н);

$P_{окр}$ – сдвигающая сила при черновом фрезеровании (Н);

$F_{тр}$ – сила трения ($F_{тр} = Q_3 (f_1 + f_2)$) (Н);

f_1, f_2 – коэффициенты трения, $f_1 = f_2 = 0,15$.

Q_1 , – сила необходимая для удерживания детали от опрокидывания при точении (Н);

Q_2 – сила необходимая для удерживания детали от опрокидывания при фрезеровании (Н);

Q_3 – сила необходимая для удерживания детали от сдвига при фрезеровании (Н);

					15.03.05.2021.385.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		63

а, б, в – плечи действующих сил.

Схема нагружения осевой силой при растачивании представлена на рисунке 3.2. Схема нагружения при фрезеровании представлена на рисунках 3.3 и 3.4.

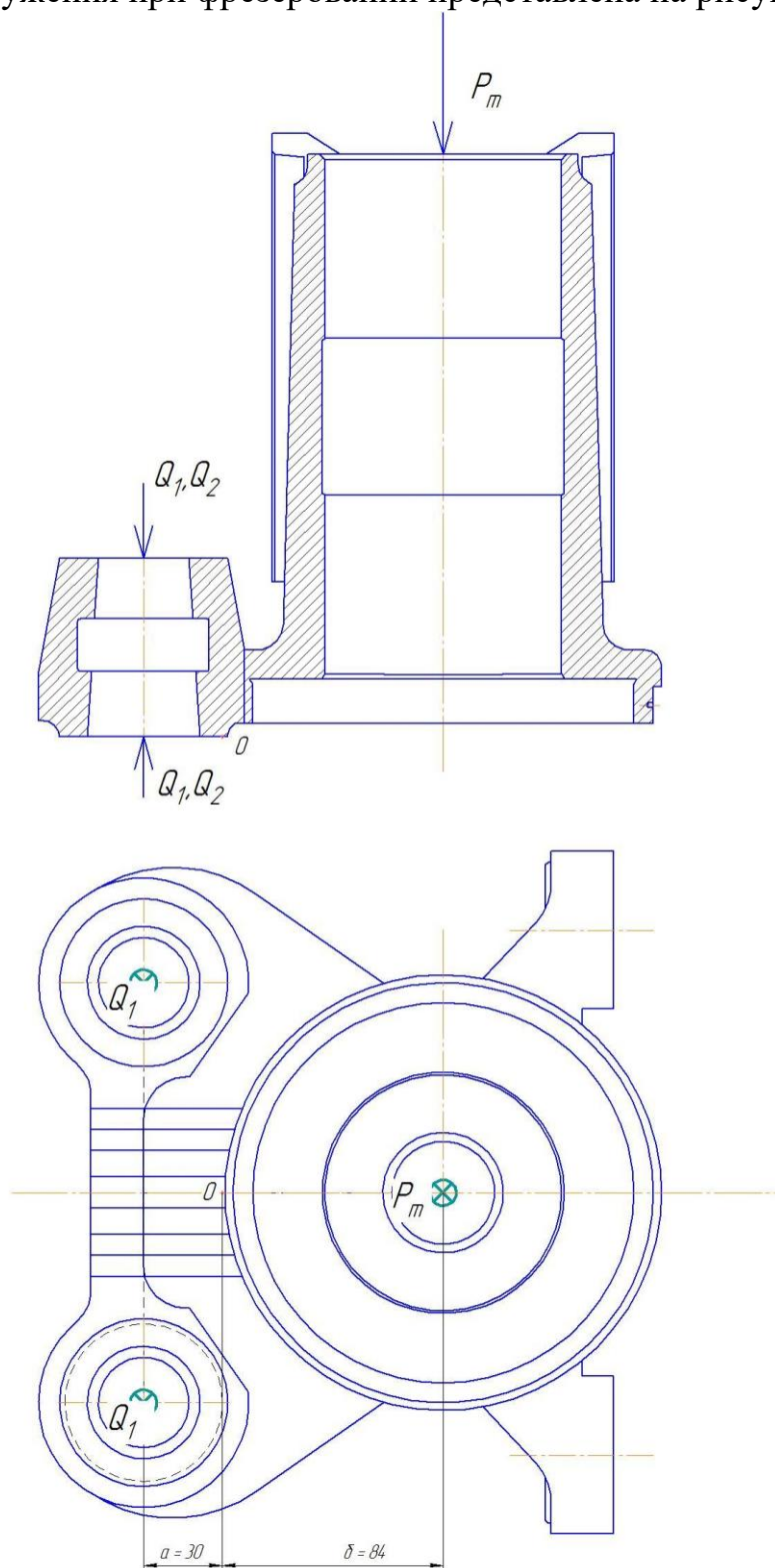


Рисунок 3.2 – Схема нагружения осевой силой при растачивании

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2021.385.000 ПЗ

Лист

64

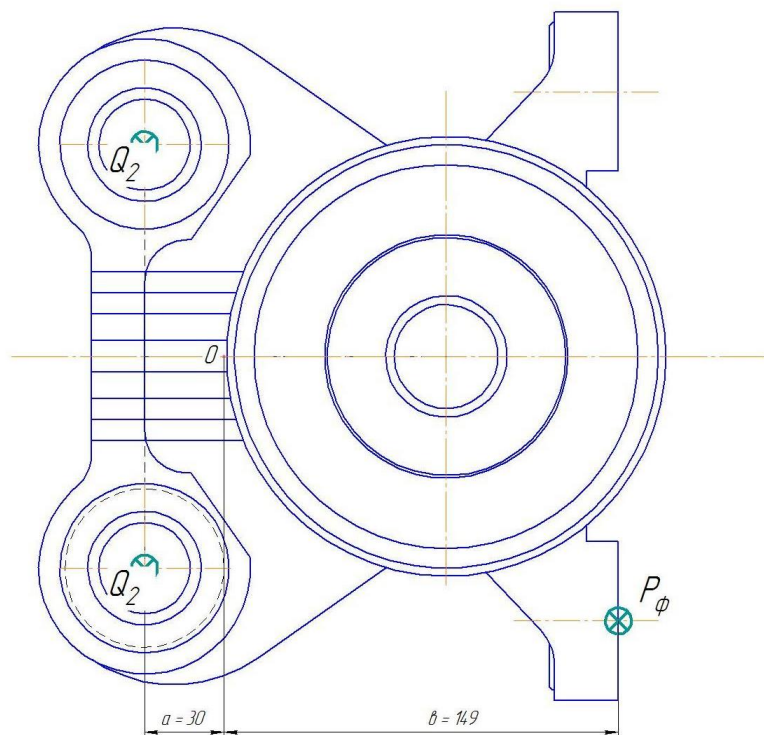


Рисунок 3.3 – Схема нагружения при фрезеровании

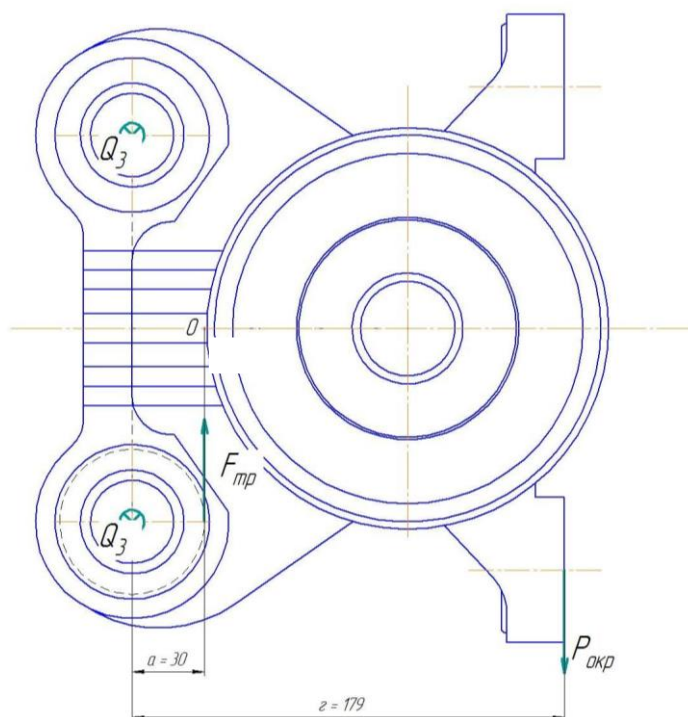


Рисунок 3.4 – Схема нагружения при фрезеровании

Станочное приспособление для 010 операции представлено на рисунке 3.5.

					15.03.05.2021.385.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		65

Значение K определяют как произведение нескольких частных коэффициентов [13]:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad (3.5)$$

где $K_0 = 1,5$ – гарантированный коэффициент запаса;

$K_1 = 1,2$ – учитывает состояние технологической базы;

$K_2 = 1$ – учитывает увеличение сил резания вследствие затупления режущего инструмента;

$K_3 = 1$ – учитывает наличие ударной нагрузки;

$K_4 = 1,3$ – учитывает стабильность силового привода;

$K_5 = 1$ – характеризует зажимные механизмы с ручным приводом;

$K_6 = 1$ – учитывает наличие моментов, стремящихся повернуть обрабатываемую заготовку вокруг её оси.

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,3 \cdot 1 \cdot 1 = 2,34$$

Согласно рекомендациям $K = 2,5$.

Принимая коэффициент трения равным $0,16$, находим силу закрепления:

$$Q_1 = \frac{P_T \cdot bK}{4a}; \quad (3.6)$$

$$Q_1 = \frac{6884 \cdot 84 \cdot 2,5}{4 \cdot 30} = 12100 \text{Н};$$

$$Q_2 = \frac{P_\phi \cdot v \cdot K}{4a}; \quad (3.7)$$

$$Q_2 = \frac{2236 \cdot 149 \cdot 2,5}{4 \cdot 30} = 6943 \text{Н}$$

$$Q_3 = \frac{P_{\text{окр}} \cdot \Gamma \cdot K}{4(f_1 + f_2) \cdot a}; \quad (3.8)$$

$$Q_3 = \frac{1836 \cdot 179 \cdot 2,5}{4 \cdot 0,3 \cdot 30} = 22823 \text{Н}$$

Для расчета диаметра резьбы выбираем наибольшую из двух сил Q_3 .

					15.03.05.2021.385.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		66

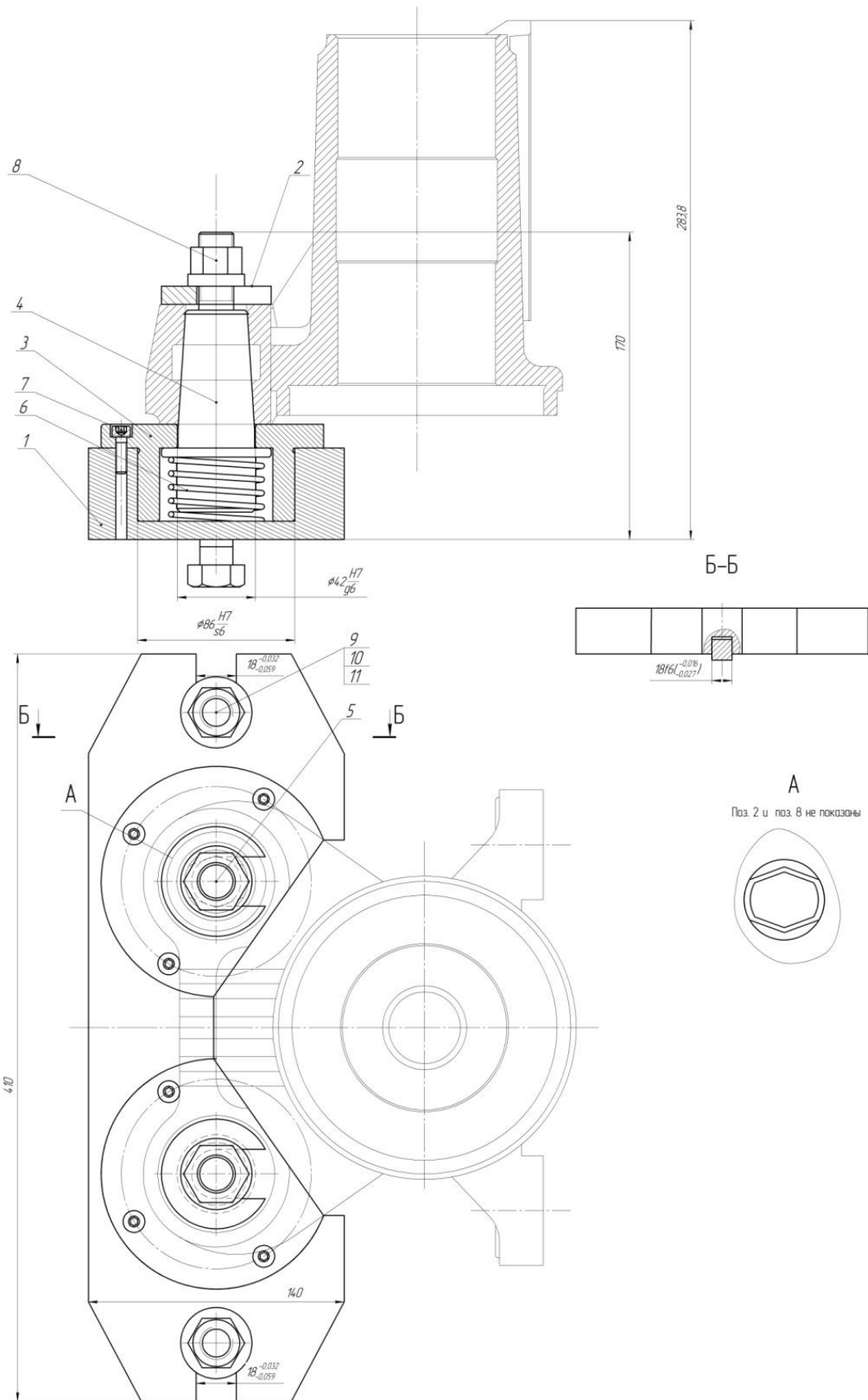


Рисунок 3.5 – Станочное приспособление для 010 операции

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

15.03.05.2021.385.000 ПЗ

Лист

67

Минимальный диаметр резьбы определяется по формуле:

$$d = 1.4 \sqrt{\frac{Q}{\sigma}} ; \quad (3.9)$$

где σ_b – предел текучести стали, $\sigma_b = 82$ МПа;

$$d = 1.4 \sqrt{\frac{22823}{82 \cdot 10^6}} = 0,024 \text{ м}$$

$$d = 33 \text{ мм}$$

Принимаем резьбу М36, $p = 3$ мм

где D_1 – внутренний диаметр резьбы, $D_2 = 34,051$;

D_2 – средний диаметр резьбы, $D_1 = 32,319$;

β – половина угла резьбы, $\beta = 30^\circ$;

φ – угол конуса резьбы (для цилиндрической $\varphi = 0$);

α – угол подъема резьбы, $\alpha = \arctg 3/3.14 \cdot 34.051 = 1^\circ 46'$;

Расчет момента затяжки:

$$M_{\text{зат}} = Q \frac{D}{2} \text{tg}(\alpha + \varphi); \quad (3.10)$$

где $M_{\text{зат}}$ – момент затяжки, развиваемый гайковертом, Н·м;

D – размер гайки под ключ, $D = 50$ мм.

$$M_{\text{зат}} = 22823 \cdot \frac{0.05}{2} \text{tg}(1^\circ 41') = 18 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

В данном случае целесообразно использование пневматического гайковерта. Принимаем пневматический гайковерт Калибр ПГУ-16/550 00000043430.

3.1.3 Компоновка зажимного приспособления

В корпусе станочного приспособления в соответствии с рисунком 3.5 установлен стакан 3, в который вмонтирована оправка 4, подпружиненная пружиной 6. Установка детали происходит на пальцы оправки. Закрепление установленной детали происходит на две оправки с помощью быстросъемной шайбы 2 и гайки 8, закрученной до рассчитанного момента. Установка самого приспособления происходит в крепежные Т-образные пазы станка с помощью крепежных болтов с гайками и шайбами 9,10,11.

					15.03.05.2021.385.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		68

3.2 Расчет и проектирование фрезы концевой виброустойчивой

Концевые фрезы представляют собой группу фрез, отличающихся креплением в шпинделе фрезерного станка. Крепление фрез в шпинделе станка производят при помощи цилиндрического или конического хвоста. Зубья на цилиндрической части конструируют аналогично зубьям цилиндрических фрез [6].

Данный тип фрез предназначен для фрезерования пазов, карманов, уступов и фрезерования по контуру изделий из цветных металлов, конструкционных, углеродистых и низколегированных сталей, а так же инструментальных сталей с большим пределом прочности (до 1000 Н/мм).

Геометрия фрез позволяет:

- использовать фрезы эффективно при чистовом фрезеровании;
- иметь высокую эффективность охлаждающей жидкости в зоне резания;
- иметь постоянную величину задней поверхности по цилиндру при переточках фрез;
- обеспечивать плавность при фрезеровании, что значительно увеличивает стойкость режущих кромок и улучшает качество обрабатываемых поверхностей;
- эффективно отводит стружку, т.е. исключить основную причину поломки фрез при увеличенных подачах.

Как можно ожидать от любой механической обработки дискретного типа, фрезерование создает вибрации, и такие вибрации могут варьировать по амплитуде от пренебрежимо малых до очень больших. При обработке концевой фрезой инструмент обычно подвергается как изгибающим, так и крутящим усилиям, которые имеют дискретный характер в результате того, что зуб входит в контакт с обрабатываемой поверхностью и выходит из него. Как это известно тем, кто бывает в механическом цехе, эти вибрации генерируют звуки, частоты и амплитуды которых находятся в области, воспринимаемой человеческим ухом.

Обрабатываемая деталь также испытывает вибрации, характер которых будет существенным для крупного полого объекта и пренебрежимо малым для сплошной, хорошо закрепленной и имеющей хорошую опору детали.

Заметная вибрация, иногда именуемая вибрированием, вредна для механической обработки не только из-за производимого шума. Такие вибрации являются непосредственной причиной плохого качества механической обработки детали, а также сокращения срока службы фрезы и пониженной точности обработки.

Нежелательные вибрации могут присутствовать в режущем инструменте или в детали и могут присутствовать и в инструменте, и в детали.

Серьезная проблема возникает, когда частота вибрации фрезы соответствует или близка к собственной частоте обрабатываемой детали, что приводит к резонансу. Возникающее при этом резкое увеличение амплитуды делает невозможным приемлемое выполнение работы, а генерируемый звук может быть крайне неприятным. Весьма вероятны также поломка фрезы, например, концевой фрезы, или выход детали в брак. Использование более жесткой фрезы и применение до-

					15.03.05.2021.385.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		69

полнительных опор для детали вывело бы частоту вибрации на безопасный и не воспринимаемый ухом уровень и существенно уменьшило бы амплитуду, но такие желательные меры не всегда доступны.

Повышение скорости резания также часто является непрактичным, поскольку реально приводит к сокращению срока службы инструмента. Использование концевых фрез со спиральными зубьями, как и геликоидальных шестерен, способствует ослаблению, но не решению данных проблем.

Предлагается использовать фрезу, имеющую неравное угловое расстояние между смежными зубьями, причем вибрация, обусловленная угловым расстоянием между по меньшей мере одной парой смежных зубьев, подобрана так, чтобы подавить, по меньшей мере, часть вибрации, обусловленной угловым расстоянием между, по меньшей мере, другой парой смежных зубьев (рисунок 3.6).

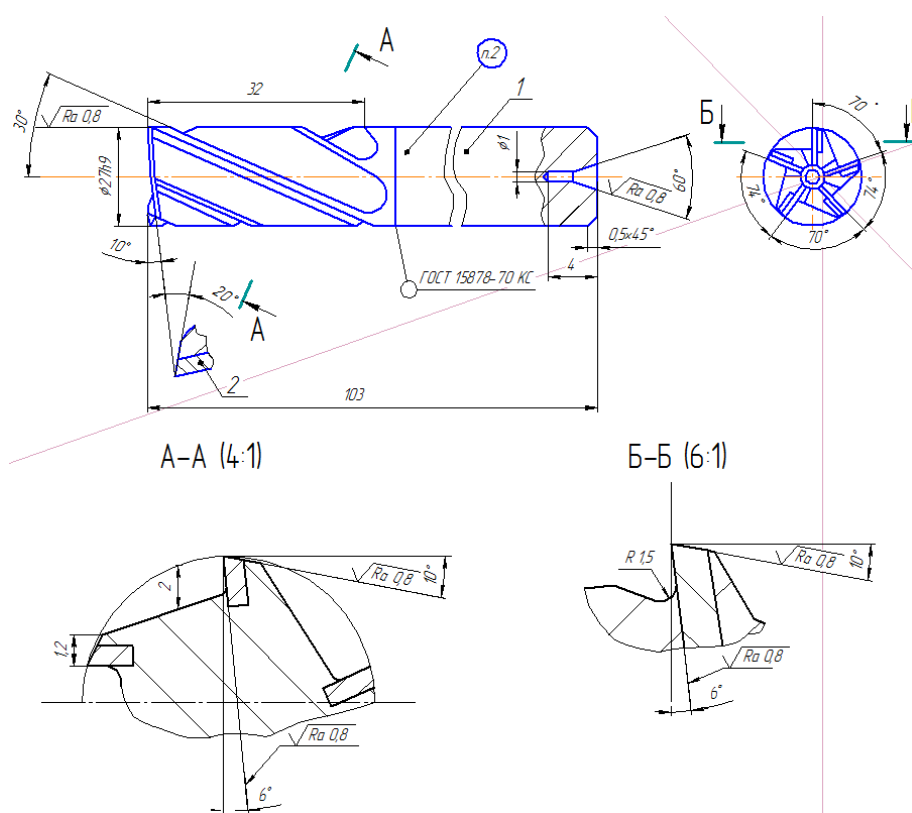


Рисунок 3.6 – Фреза концевая виброустойчивая

3.3 Проектирование приспособления для контроля радиального биения

Радиальное биение – разность D.gif (74 bytes) наибольшего и наименьшего расстояний от точек реального профиля поверхности вращения до базовой оси в сечении плоскостью, перпендикулярной к базовой оси.

Радиальное биение является результатом совместного проявления отклонения от круглости профиля рассматриваемого сечения и отклонения его центра относи-

тельно базовой оси. Оно не включает в себя отклонений формы и расположения образующей поверхности вращения [13].

3.3.1 Схема замера радиального биения

Схема представлена в соответствии с рисунком 3.10. На ней изображены основные части, участвующие в процессе установки, замера и осуществления основного движения.

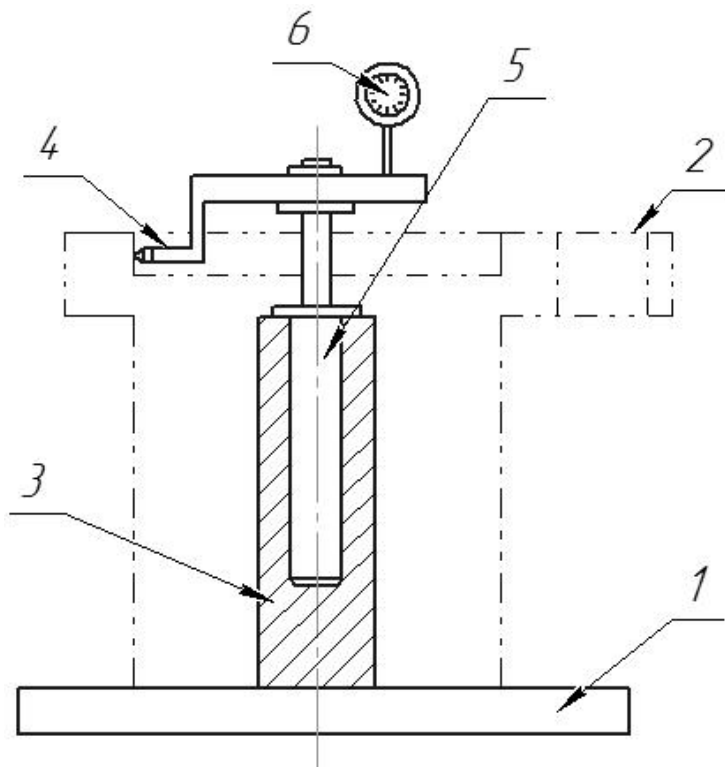


Рисунок 3.7 – Схема замера радиального биения: 1 – основание; 2 – деталь; 3 – посадочная втулка; 4 – датчик; 5 – стойка - индикатора; 6 – индикатор.

3.3.2 Расчет контрольного приспособления

При данном расчете имеем:

Радиальное биение не более 0,16 мм.

1. Погрешность измерения складывается из погрешности установки и погрешности измерительного устройства.

а) Погрешность установки:

Для $\text{Ø}90^{+0,06}$ мм с полем допуска оправки g6 по деталь базируется на подпружиненных шариках:

$$z_{\max} = 0 \text{ мм.}$$

Максимальный зазор для $\text{Ø}28 \text{ H7/g6}$ по «таблице предельных отклонений отверстий и валов» [13, с.90]:

$$z_{\max} = 0,028 \text{ мм.}$$

Погрешность установки: $\Delta_{уст} = 0,028$ мм

б) Погрешность измерительного устройства:

Выбираем в качестве измерительного устройства индикатор электронный ИЭ-1 с ценой деления 0,01 мм и пределами измерения 0...5 мм.

По точности исполнения этот индикатор относится к первому классу точности, т.е. погрешность при повороте стрелки на 1 оборот=0,015 мм.

$\Delta_{индик.} = 0,015$.

в) Погрешность рычага приспособления:

Максимальный зазор для $\varnothing 5$ мм по посадке Н7/ф7 по «таблице предельных отклонений отверстий и валов» [13, с.90]:

$z_{max} = 0,034$ мм.

Погрешность рычага: $\Delta_{уст} = 0,034$ мм

г) Погрешность измерения рассчитываем по формуле (3.18).

$$\Delta_{измер.} = \sqrt{0,028^2 + 0,015^2 + 0,034^2} = 0,046 \text{ мм.}$$

$$0,046 \leq 0,16 \cdot 0,3;$$

$$0,046 \leq 0,048.$$

Условие выполнено, следовательно, индикатор, рычаг и посадки сопряжений подобраны правильно.

3.3.3 Компоновка приспособления

Общий вид данного приспособления для контроля радиального биения представлен в соответствии с рисунком 3.8.

Для установки служит плоскость. Устанавливается на плите. На отдельной стойке смонтированы конструкция, позволяющая зафиксировать по внутренней цилиндрической поверхности. Контроль реализуется поворотом детали. Замеры производятся с помощью индикатора на стойке.

Деталь устанавливается по цилиндрической поверхности Д на основание 1. Оправка 3 с индикатором ИЭ-1 устанавливается в отверстие. Деталь от проворота удерживается рукой рабочего. Поворотом оправки производится контроль биения. Наконечник 11 посредством рычага 5 передает биение на наконечник 7, а затем на индикатор 19.

					15.03.05.2021.385.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		72

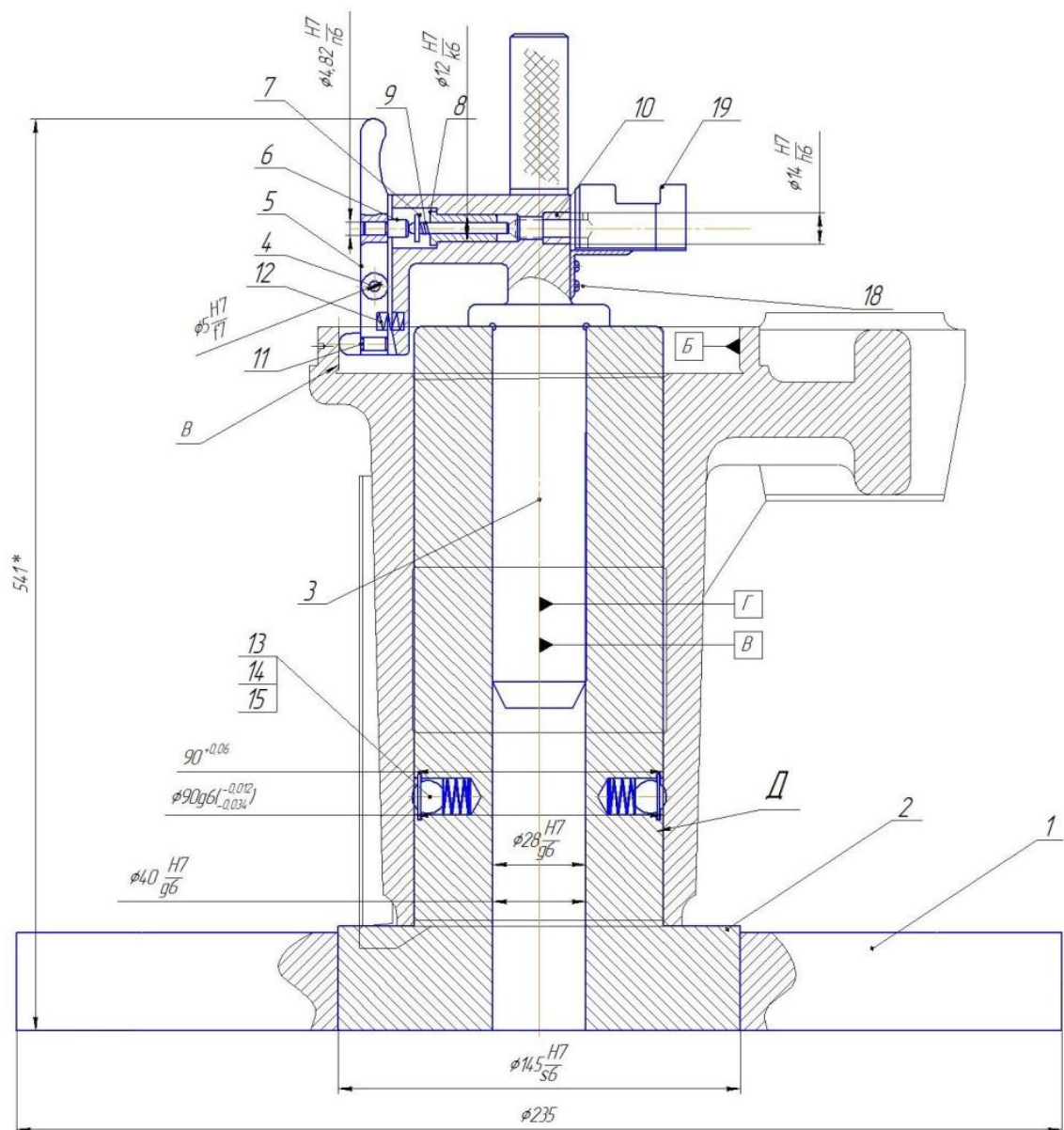


Рисунок 3.8 – Приспособление для проверки радиального биения

Выводы по части три

В данной части спроектированы приспособления для комплексной обработки поверхностей на 005 и 010 операцию, позволяющие сократить время на установку и закрепление детали, упростить процесс выполнения операции. Была спроектирована фреза концевая виброустойчивая; спроектированы контрольные приспособления для замера радиального биения.

4 ПЛАНИРОВКА УЧАСТКА

4.1 Разработка планировки и описание работы участка механической обработки

4.1.1 Определение количества оборудования

Деталь представитель – Кронштейн оси задней подвески.

Масса детали – 21,5 кг.

Масса заготовки – 29 кг.

Производство – серийное.

Тип пролета – средний.

Остальные исходные данные для расчёта сведены в таблицу 4.1.

Для определения требуемого количества оборудования и рабочих на операциях исходными данными является время, необходимое для выполнения этих операций: t_0 – основное время, или машинное, мин; t_B – время рабочего, включающее вспомогательное время, время на обслуживание рабочего места и время на отдых и личные надобности, мин; $t_{шт}$ – штучное время на операции, являющееся суммой t_0 и t_B ; $t_{шт-к}$ – штучно-калькуляционное время, являющееся суммой $t_{шт}$ и времени на переналадку.

Таблица 4.1 – Исходные данные для расчета

№	Название операции	t_0 , МИН.	t_B , МИН.	$t_{опер}$, МИН.	$t_{обс}$, МИН.	$t_{отл}$, МИН.	$t_{шт}$, МИН.	$t_{шт-к}$ МИН.
05	Комплексная с ЧПУ	1,8	0,512	2,312	0,092	0,184	2,588	2,743
10	Комплексная с ЧПУ	15,16	0,512	15,672	0,627	1,254	16,553	16,768

Определение годового приведенного выпуска детали

Выбор формы организации производства предопределяет годовая производственная программа запуска изделий Q_3 [15]:

$$N_{ПР} = N_{год} (1 + \alpha + \beta), \quad (4.1)$$

где $N_{ПР}$ – годовая приведенная программа выпуска изделий, шт.;

α, β – коэффициенты, учитывающие расход изделий на опытные, контрольные образцы, технологические испытания и наладку.

									Лист
									74
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

$$N_{\text{ПР}} = 1500 (1 + 0,1) = 1705 \text{ шт.}$$

Действительный годовой фонд времени работы оборудования определяется как [15]:

$$F_{\text{qo}} = (F_{\text{k}} - \Pi) \cdot S \cdot h \cdot (1 - k), \quad (4.2)$$

где F_{k} – календарный годовой фонд времени работы оборудования, дни;

Π – праздничные и выходные дни (в соответствии с производственным календарем на текущий год);

S – режим работы оборудования (количество смен) $S = 2$;

h – продолжительность рабочего дня (8 ч) ;

k – коэффициент, учитывающий плановые простои оборудования в ремонте (при работе металлорежущего оборудования в две смены $k=0,03$).

$$F_{\text{qo}} = (365 - 118) \cdot 2 \cdot 8 \cdot (1 - 0,03) = 3833,44 \text{ ч.}$$

Для современного механосборочного производства характерен высокий уровень автоматизации производственных процессов, поэтому технологическое оборудование должно обеспечивать не только автоматизацию обработки или сборки, но и стыковаться с оборудованием и техническими средствами, объединяющими отдельные виды технологического оборудования в единый автоматизированный процесс.

Расчетное количество оборудования по каждой операции C_{pi} определяется как [15]:

$$C_{\text{pi}} = \frac{t_{\text{шт.}i} \cdot Q_{\text{з}}}{F_{\text{qo}} \cdot 60}, \quad (4.3)$$

где $t_{\text{шт.}i}$ – штучное время i -той операции, мин.

$$C_{\text{p005}} = \frac{2,59 \cdot 1705}{3833,44 \cdot 60} = 0,19.$$

Принятое число единиц оборудования $C_{\text{при}}$ находится округлением C_{pi} до ближайшего большего целого $C_{\text{пр005}} = 1$.

Загрузка оборудования по операциям рассчитывается по формуле [15]

$$\gamma = \frac{C_{\text{р}}}{C_{\text{пр}}} \cdot 100\%, \quad (4.4)$$

					15.03.05.2021.385.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		75

где γ – коэффициент загрузки оборудования на соответствующей операции, %.

$$\gamma_{005} = \frac{0,52}{1} \cdot 100\% = 52\%$$

В соответствии с приведенным расчетом определяется средняя загрузка по участку.

$$\gamma_{\text{ср}} = \frac{\sum_{i=1}^k C_{pi}}{\sum_{i=1}^k C_{\text{пр}i}} \cdot 100\%; \quad (4.5)$$

$$\gamma_{\text{ср}} = \frac{2,42}{3} \cdot 100\% = 80,67\%$$

Результаты расчета потребности в оборудовании и его загрузка представлены в таблице 4.2

Таблица 4.2 – Расчет количества оборудования

№ операции	Наименование оборудования	$t_{\text{шт}}$, мин.	$t_{\text{см}}$	t_3	$t_{\text{маш}}$	C_p	$C_{\text{пр}}$	K_3
005	ИР320ПМФ4	2,59	1,81	1,01	1,80	0,52	1	0,52
010	ИР320ПМФ4	16,55	15,17	1,01	15,16	1,23	2	0,62
Итого		26,07				1,75	3	0,58

По данным расчетов строятся графики загрузки оборудования для базового и проектного варианта (рисунок 4.1)

Средний коэффициент загрузки оборудования на проектируемом механическом участке обработки детали определяется по формуле [15]

$$K_{3\text{ср}} = \frac{\sum C_{pi}}{\sum C_{ni}}, \quad (4.6)$$

$$K_{3\text{ср}} = \frac{0,52 + 1,23}{1 + 2} = \frac{1,75}{3} = 0,58.$$

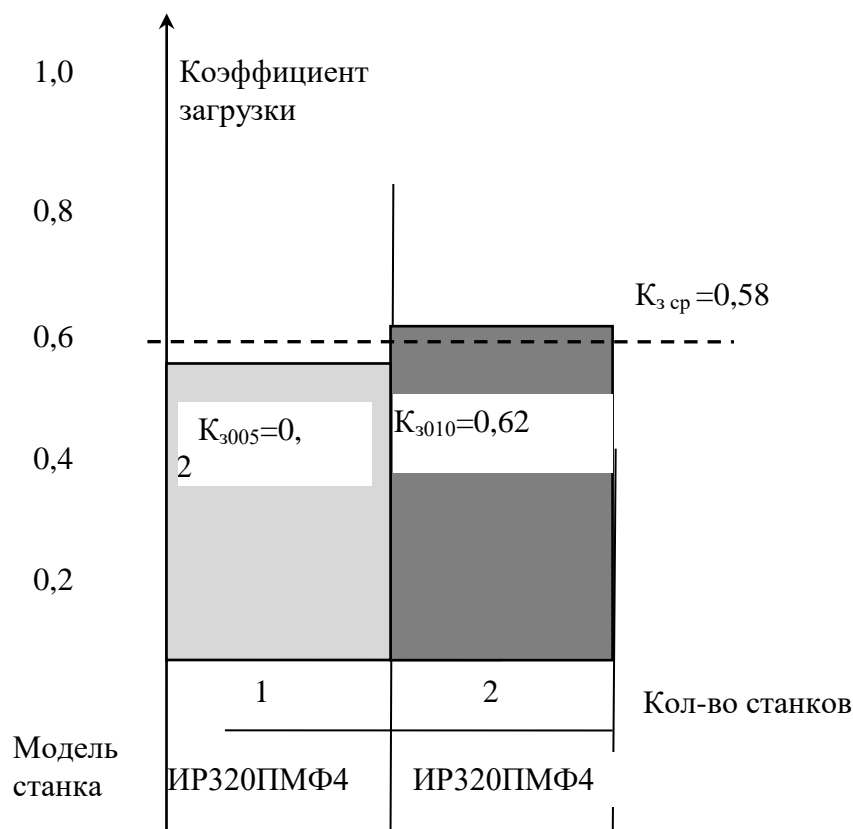


Рисунок 4.1 – График загрузки оборудования на участке

4.1.2 Определение состава и количества работающих

Рассчитаем величину межоперационных заделов.

Время, в течение которого повторяется изготовление определенного числа предметов принято называть периодом оборота (R). Для проектного варианта принимаем значение $R=240$ мин.

Исходя из установленного периода оборота, рассчитываем время необходимое для формирования задела по каждой из операций технологического процесса, с учетом загрузки оборудования:

$$T_i = R \cdot K_{зi} \text{ мин} \quad (4.7)$$

где T_i – время формирования задела на i -той операции.

Размер оборотного задела ($Z_{об}$) между каждой парой смежных операций (i -й и $(i+1)$ -ой) за период T определяют по формуле [15]

$$Z_{об} = \frac{T \cdot C_i}{t_{шт.н.i}} - \frac{T \cdot C_{i+1}}{t_{шт.н.i+1}} \text{ шт} \quad (4.8)$$

где C_i и C_{i+1} – число единиц оборудования, $t_{шт.н.i}$ и $t_{шт.н.i+1}$ – нормы штучного времени соответственно на i -той и на $(i+1)$ -ой операциях технологического процесса, мин.

T – период времени, в течении которого смежные операции находятся в неизменных условиях по производительности, при неизменном количестве работающего оборудования.

Таблица 4.3 – Оборотные межоперационные заделы

№ опер.	Наименование операции	$t_{шт.н.}$	C_i	K_3	$T_{iн}$	$Z_{об}$
005	Комплексная с ЧПУ	2,59	1	0,19	45,6	64
010	Комплексная с ЧПУ	16,55	2	0,62	148,8	

На рисунке 4.2 представлена циклограмма многостаночного обслуживания по операции 010 по проектному варианту.

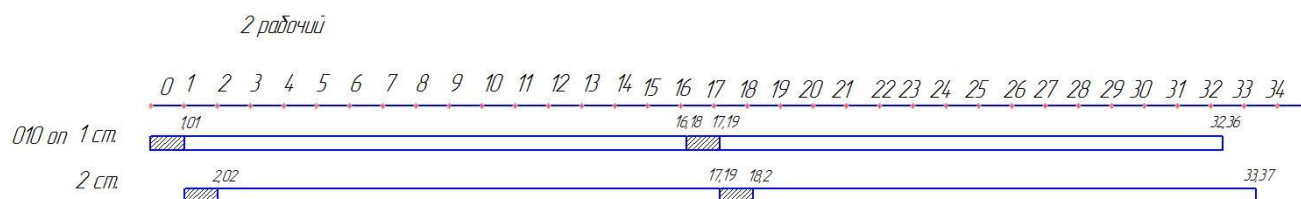


Рисунок 4.2 – Циклограмма многостаночного обслуживания оп. 010

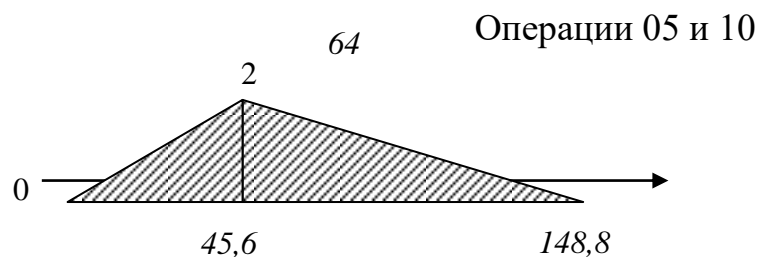


Рисунок 4.3 – Эпюры межоперационных заделов

Штат работающих для механосборочных цехов определяют согласно рекомендациям. При укрупненных расчетах число станочников определяют по станкоемкости годового объема работ или по принятому числу станков участка (цеха). Расчет численности производственных рабочих $R_{п}$ производится по каждой профессии и разряду (по операциям), исходя из трудоемкости работ за год по формуле: [15]

$$R_{\text{прасч.}} = \frac{T_{\text{шк}} \cdot N_{\text{пр}}}{F_{\text{др}} \cdot 60 \cdot K_{\text{м}}},$$

$$R_{\text{стр 005}} = \frac{1,23 \cdot 17050}{1970 \cdot 60 \cdot 1} = 0,27 \text{ чел.}$$

где $F_{\text{др}}$ – действительный годовой фонд времени производственного рабочего, $F_{\text{др}} = 1970$ ч;

Коэффициент многостаночного обслуживания $K_{\text{м}}$ равен единице, поскольку операции, выполняемые на станках, состоят из двух и более переходов и непрерывное машинно-автоматическое время является непродолжительным.

Принимаем что на участке работает 2 станочника в смену.

Средний разряд производственных рабочих $i_{\text{ср}}$ определяется по формуле [15]

$$i_{\text{ср}} = \frac{\sum_{\text{топ}} (i \cdot R_{\text{п}})}{\sum_{\text{топ}} R_{\text{п}}};$$

где i – разряд рабочего.

Численность вспомогательных рабочих при укрупненном проектировании определяют общим числом в зависимости от числа производственных рабочих. При детальном проектировании вспомогательных служб число вспомогательных рабочих определяют либо по нормам обслуживания, либо в зависимости от трудоемкости выполняемого объема работ. Количество вспомогательных рабочих принимаем 25% от количества основных рабочих.

$$K_{\text{всп.}} = K_{\text{осн}} \cdot 25\%;$$

На проектируемом участке принимаем одного оператора-наладчика станков с ЧПУ в смену.

Численность специалистов при укрупненных расчетах определяют в зависимости от числа станков в цехе. Эти данные в дальнейшем уточняются по мере разработки структуры управления.

Для среднесерийного производства принимают 15–21% от числа станков.

$Ч_{\text{СС}} = 0,18 \cdot 3 = 0,54$, следовательно, назначаем 1 человека.

Численность служащих определяют в зависимости от числа производственных рабочих. Так для механических цехов среднесерийного производства принимают 0,9–0,9 % от числа основных производственных рабочих, отсюда:

$Ч_{\text{СЛ}} = 0,015 \cdot 4 = 0,06$ следовательно, назначаем 1 человек.

						15.03.05.2021.385.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			79

Операционное управление участком осуществляет мастер.

Фонд оплаты труда служащих и специалистов рассчитывается на основе должностных окладов. Доплаты к месячному должностному окладу включают районный коэффициент (15%) и средний размер премий (40%).

Таблица 4.4 – Численность служащих и специалистов

Должность	Численность работников, чел
Руководители:	1
Мастер	1
Станочники	2
Инженер-технолог	1
Служащие:	1
Контролер	1
ИТОГО базовый вариант:	11
ИТОГО проектный вариант:	7

4.1.3 Выбор типов и определение количества транспортных средств

Выбор того или иного вида цехового транспорта зависит от характера продукции, ее веса и размеров; вида производства и формы организации работы; размеров грузооборота (количества перемещаемых грузов); назначения транспорта.

В цехах массового и крупносерийного производства в качестве межоперационного транспорта для перевозки мелких деталей используют специальные тележки, оборудованные стеллажами разнообразной формы, в зависимости от вида транспортируемых деталей.

В современном производстве для автоматизации межоперационного транспортирования, установки на станки и снятия с них обрабатываемых деталей распространены консольные поворотные краны.

4.1.3.1 Определение необходимого количества кранового оборудования

Участок механической обработки кронштейна размещается в одноэтажном здании, так как в этом случае облегчается установка тяжелого оборудования и упрощаются транспортные связи.

Для данного здания выбирается сетка колонн 18×12 м, где 18 м – ширина пролета, 12 м – шаг колонн. Длина и ширина пролета выбрана такой, чтобы можно было рационально разместить оборудование для участка. При такой укрупненной сетке удобнее размещать оборудование ввиду незначительного числа колонн, вокруг которых образуется "мертвая зона". Длина пролета выбирается, исходя из

количества оборудования и его рациональной планировки. На основании габаритных размеров площадь проектируемого участка равна 130 м².

Сечение колонн выбирается в зависимости от ширины пролета и грузоподъемности крана. При ширине пролета 18 м и грузоподъемности крана 5 т размеры колонн 800х400, размеры фундамента колонн 5200х3600.

Высота пролета Н рассчитывается с учетом размеров выбранного крана, максимальной высоты станка и размеров перемещаемого груза.

Выбор и определение потребного количества мостовых кранов.

Потребное количество кранов определяется по формуле [15]

$$K = \frac{D \cdot i}{\Phi \cdot m} \cdot \frac{\left(\frac{l_{cp}}{V_{cp}} + t_z + t_p \right)}{\Phi_n \cdot K_i}, \quad (4.9)$$

где D – количество перевезенных грузов (контейнеров с деталями) определяется по формуле:

$$D = \frac{N \cdot G_i}{G_k}, \quad (4.10)$$

где N – годовая программа выпуска деталей, N=15500 шт;

G_i – вес одной детали, G_i=21,5 кг;

G_k – вес контейнера с деталями, G_k=2150 кг;

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

Φ – количество рабочих дней в году, Φ=240;

i – количество крановых операций на один перевезенный груз, i=4;

l_{cp} – средняя длина пути на одну крановую операцию, l_{cp}=40 м;

V_{cp} – средняя скорость движения крана, V_{cp}=0,5 км/ч;

t_z, t_p – время на одну загрузку и одну разгрузку, t_z, t_p=2 мин;

Φ_n – номинальный фонд работы крана, Φ_n=480 мин;

K_i – коэффициент, учитывающий простой крана, K_i=0,85;

$$D = \frac{15500 \cdot 21,5}{2150} = 155 \text{ шт};$$

$$K = \frac{155 \cdot 4}{240 \cdot 2} \cdot \frac{\left(\frac{30}{8,3} \cdot 2 + 2 \right)}{480 \cdot 0,85} = 0,86 \text{ шт}$$

Полученное количество кранов K округляется до целого числа, K_п=1 шт.

					15.03.05.2021.385.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		81

В разрабатываемом цехе установим однобалочный мостовой кран КМОО-1-5.

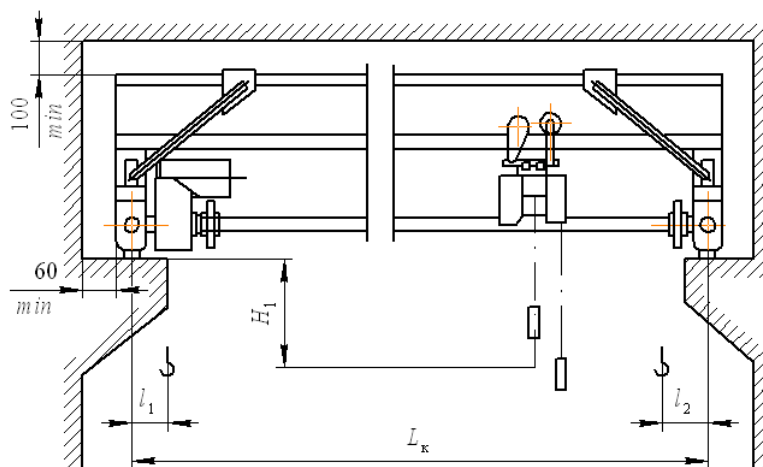


Рисунок 4.4 – Схема установки однобалочного мостового крана с электроталью

Имеющееся оборудование для механической обработки в количестве 3 штук следует разместить в соответствии с кольцевым расположением для удобства управления и перемещения оборудования, деталей и оснастки.

Деталь весом более 16,5 кг следует перемещать и устанавливать с помощью вспомогательного оборудования, консольных кранов.

Консольные краны (поворотные) с электротальями и подъемниками служат для непосредственного обслуживания рабочих мест. Устанавливают их на отдельных стойках или на колоннах, а также встраивают в станок. Грузоподъемность их 0,5 – 0,7 т, высота подъема – до 5 м.

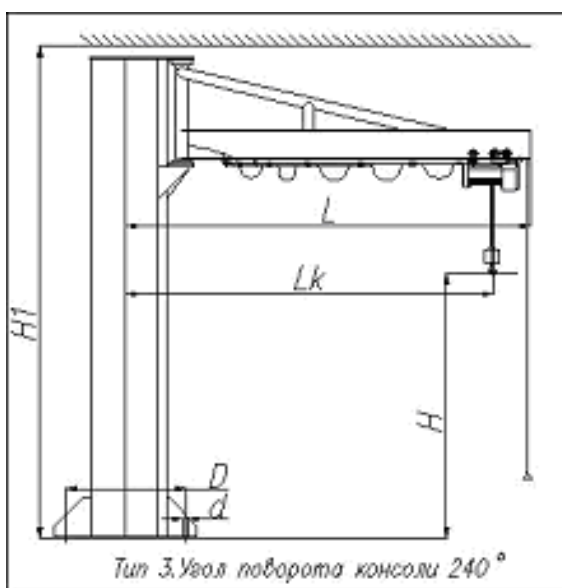


Рисунок 4.5 – Схема консольно-поворотного крана

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2021.385.000 ПЗ

Лист

82

4.1.4 Расчет площадей для складирования заготовок и деталей

Для обеспечения нормального хода производства в цехе должны иметься склады металла, заготовок, межоперационные склады и склады готовых деталей. Размеры складов определяются масштабом и характером производства.

Склад металла целесообразно устраивать единый, общезаводской. Склады заготовок должны размещаться при соответствующих заготовительных цехах, а в механическом цехе на складе должен быть запас заготовок на 5-20 дней. Для достижения прямого и кратчайшего пути движения заготовки цеховые склады должны размещаться в начале соответствующих технологических потоков.

В цехах поточного производства для хранения заготовок предусматривают площадки в начале линии. В поточном производстве межоперационные склады не устраиваются, а необходимый межоперационный запас деталей-полуфабрикатов хранится непосредственно у станка.

Склады готовых деталей располагают в конце участков или линий механической обработки, за контрольным отделением, по пути движения деталей на сборку. В поточном производстве склады готовых деталей представляют собой выделенные складские площадки, расположенные в концах поточных линий, или подвижные склады-конвейеры.

Величину площади складов материалов и заготовок определяют исходя из необходимости хранения определенного количества запаса металла, заготовок, полуфабрикатов с учетом допустимой грузонапряженности пола складского помещения по формуле [6]

$$S_3 = \frac{Q_0 \cdot \alpha_{\text{ср}}}{\Phi \cdot g_{\text{ср}} \cdot K_{\text{И}}}, \quad (4.11)$$

где Q_0 – общий черновой вес материалов или заготовок, подлежащих механической обработке в течение года, т; $Q_0 = N \times m_3 = 1500 \times 23 = 34500$ кг;

$\alpha_{\text{ср}}$ – среднее количество дней, на которое принимается запас материала (запас материалов и заготовок должен быть невелик и содержать минимум, необходимый для бесперебойной работы станков); $\alpha_{\text{ср}} = 1$ дня;

Φ – количество рабочих дней в году ($\Phi = 260$);

$g_{\text{ср}}$ – средняя допустимая нагрузка на площадь цеха, кН/м²; (принимается 1,5 кН/м²);

$$S_3 = \frac{34500 \cdot 1}{260 \cdot 1 \cdot 0,8} = 78,6 \text{ м}^2.$$

Величину площади складов готовых деталей определяют исходя из необходимости хранения определенного количества металла, заготовок. полуфабрикатов с

					15.03.05.2021.385.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		83

учетом допустимой грузонапряженности пола складского помещения по формуле [15]

$$S_{\text{д}} = \frac{Q_0 \cdot \alpha_{\text{ср1}}}{\Phi \cdot g_{\text{ср1}} \cdot K_{\text{И}}}, \quad (4.12)$$

где Q_0 – общий черновой вес материалов или заготовок, подлежащих механической обработке в течение года, т; $Q_0 = N \times m_3 = 1500 \times 21,4 = 32100$ кг;

$\alpha_{\text{ср1}}$ – среднее количество дней, на которое принимается запас материала (запас материалов и заготовок должен быть невелик и содержать минимум, необходимый для бесперебойной работы станков); $\alpha_{\text{ср}} = 2$ день;

Φ – количество рабочих дней в году ($\Phi = 260$);

$g_{\text{ср1}}$ – средняя допустимая нагрузка на площадь цеха, кН/м²; (принимается 1,5кН/м²);

$$S_{\text{д}} = \frac{32100 \cdot 2}{260 \cdot 1 \cdot 0,8} = 83,6 \text{ м}^2.$$

Размещают склады металла и заготовок в начале цеха (участка), поперек пролетов, вблизи магистрального проезда. Склад готовой продукции - с противоположной стороны цеха (участка).

4.1.5 Выбор способа транспортирования стружки

В результате механической обработки металлов резанием образуется значительное количество стружки, которое можно определить как разность масс заготовки и детали из расчета годового объема выпуска.

Несмотря на внедрение экономичных методов производства заготовок в процессе обработки резанием образуется значительное количество стружки. В зависимости от рода заготовок среднее количество стружки от массы заготовок составляет 20%.

Стружку, прежде всего, необходимо отвести из зоны образования, а далее транспортировать ее к месту сбора и переработки.

Выбор необходимых решений по транспортировке стружки зависит от вида стружки, ее количества и площади, на которой она образуется.

Техническое решение по организации сбора и транспортирования стружки зависит от годового количества стружки на 1 м² производственной площади C , т/м² [15, с118]:

$$C = \frac{(m_{\text{заг}} - m_{\text{дет}}) \cdot Q}{F_{\text{ст}} \cdot 1000}, \quad (4.13)$$

					15.03.05.2021.385.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		84

где $m_{\text{заг}}$ – масса заготовки, кг; $m_{\text{заг}} = 29$ кг;

$m_{\text{дет}}$ – масса детали, кг; $m_{\text{дет}} = 21.5$ кг;

Q – годовой объем выпуска деталей, шт; $Q = 1500$ шт;

$F_{\text{ст}}$ – производственная площадь, м^2 ; $S = 250$ м^2 .

$$C = \frac{(29 - 21.5) \cdot 1500}{250 \cdot 1000} = 0,31 \text{ т/м}^2.$$

Стружка собирается в тару, расположенную около каждого станка. Уборка стружки в тару производится конвейером, расположенном на станке с ЧПУ, затем вывозится рабочим.

4.1.6 Планировка оборудования

Планировка цеха – это план расположения производственного, подъемно-транспортного и др. оборудования, инженерных сетей, рабочих мест, проездов, проходов и др.

Планировка оборудования выполнена в масштабе 1:100 помощью темплетов. При планировке оборудования учтены все факторы, которые оказывают влияние на работающих. Основные из них следующие: доступ к рабочим местам, удобство работы рабочего и доставка заготовок к месту работы, близость комнат для курения и туалетов, раздевалок, хорошее освещение, достаточный обмен воздуха.

В качестве противопожарных мероприятий обеспечено удобное расположение противопожарного инвентаря, наличие свободных проходов для быстрого вывода работающих и проемов для пожарных машин.

Также планировка оборудования выполнена с учетом размещения санитарно-технических и энергетических служб.

После расстановки оборудования проверим рациональность выполнения планировки участка.

Определим фактическую площадь участка по формуле [15]

$$F = L \cdot l,$$

где L – длина участка, $L = 36$

l – ширина участка, $l = 18\text{м}$

$$F = 36 \cdot 18 = 648 \text{ м}^2.$$

Расчетная площадь, определяемая с учетом удельной площади на единицу оборудования, $F_{\text{расч}} = F_{\text{ст}} = 250 \text{ м}^2$.

Расхождение расчетной площади и фактической в процентном отношении определяем по формуле [15]

					15.03.05.2021.385.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		85

$$\delta = \frac{(F - F_{\text{РАСЧ}})}{F} \cdot 100\%,$$

$$\delta = \frac{(540 - 200)}{540} \cdot 100\% = 0,614 \cdot 100\% = 61,4\%.$$

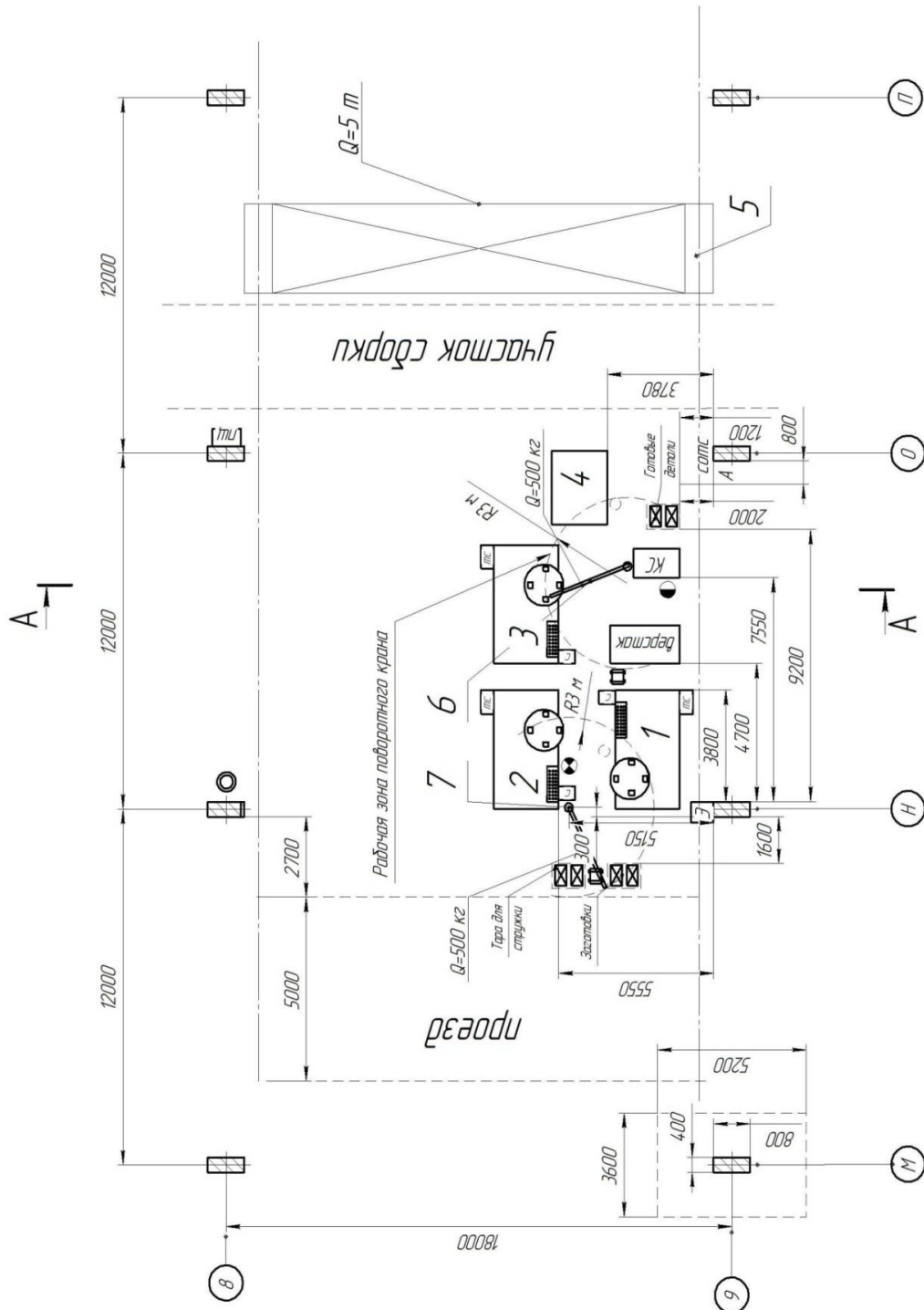


Рисунок 4.6 – Планировка участка

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2021.385.000 ПЗ

Лист

86

4.1.7 Выбор типа, формы и определение размеров здания

Механосборочное производство обычно размещают в зданиях, имеющих один или несколько параллельных по возможности однотипных пролётов. Пролётом называют часть здания, ограниченную в продольном направлении двумя параллельными рядами колонн.

Высота от пола до головки подкранового рельса [15, с 43]:

$$H_k = h_1 + h_2 + h_3 + h_4, \quad (4.14)$$

где h_1 – максимальная высота оборудования, определяемая с учетом крайних положений подвижных частей станка, но не менее 2,3 м ($h_1 = 2,50$ м);

h_2 – минимальное расстояние между оборудованием и перемещаемым грузом, м ($h_2 = 0,4$ м);

h_3 – высота транспортируемых грузов со стропами, м ($h_3 = 2,2$ м);

h_4 – высота крана по паспорту, м ($h_4 = 1,1$ м).

$$H_k = 2,5 + 0,4 + 2,2 + 1,1 = 6,2 \text{ м.}$$

Ближайшее большее стандартное значение, $H_k = 8,16$ м [15, с 43].

Размеры пролетов являются унифицированными, поэтому принимаем по стандартам высоту цеха до нижнего пояса ферм $H = 10,8$ м [15, с 43]. Поперечный разрез изображен в соответствии с рисунком 4.7.

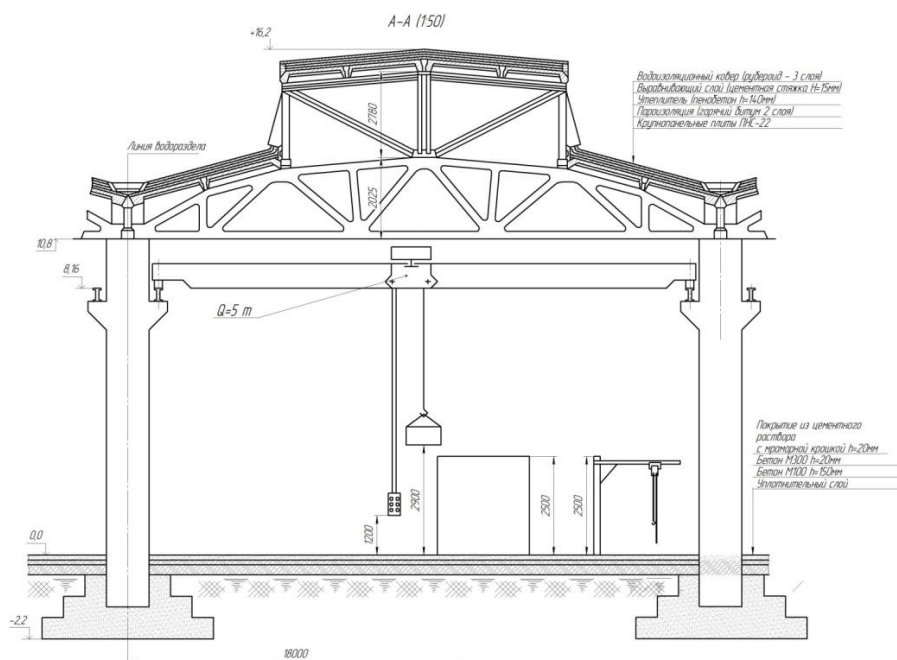


Рисунок 4.7 – Поперечный разрез здания

					15.03.05.2021.385.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		87

Колонны одноэтажных промышленных зданий преимущественно делают железобетонными прямоугольного сечения. При высоте пролетов 8,4–10,8 м, оборудованных мостовыми кранами с грузоподъемностью 10 и 20 т, принимаем колонны прямоугольного сечения (600x800 мм) серии КЭ-01-49 длиной 11,2 м.

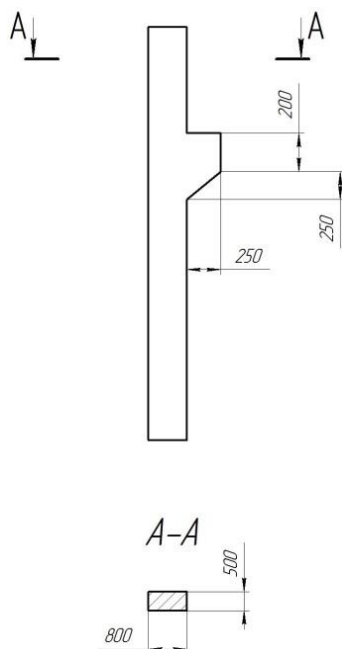


Рисунок 4.8 – Колонны для здания

К несущей конструкции одноэтажных промышленных зданий относятся фермы, которые изготавливаются сборными железобетонными или стальными.

На проектируемом участке механической обработки в качестве несущей конструкции применяются цельные безраскосные железобетонные фермы серии 1.463-3.

Форма и габаритные размеры железобетонных ферм приведены на рисунке 4.9.

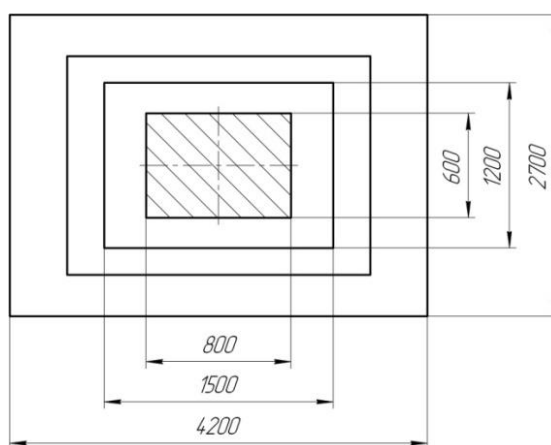


Рисунок 4.9 – Фундамент под колонны серии КЭ-01-49

К несущей конструкции одноэтажных промышленных зданий относятся фермы, которые изготавливаются сборными железобетонными или стальными.

Фундаменты под колонны зданий представляют собой отдельностоящие железобетонные стоящие конструкции, на которые устанавливаются также железобетонные фундаментные балки под стены.

На проектируемом участке механической обработки в качестве несущей конструкции применяются цельные безраскосные железобетонные фермы серии 1.463-3.

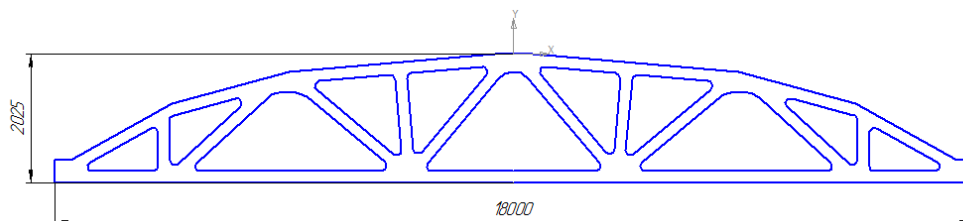


Рисунок 4.10 – Габаритные размеры железобетонных ферм

Оборудование участка в основном устанавливают непосредственно на полу.

Поэтому полы в цехах представляют собой многослойную конструкцию, включающую утрамбованный фунт, надежную бетонную подготовку толщиной 250 мм, песчано-цементную стяжку для выравнивания, слой гидроизоляции, а также покрытие пола. В качестве покрытия полов используются плитки из мраморной крошки. На главных магистральных проездах применяют бетонные плитки. На главных магистральных проездах применяют чугунные плитки. Конструкция полов участка приведена в соответствии с рисунком 4.11.

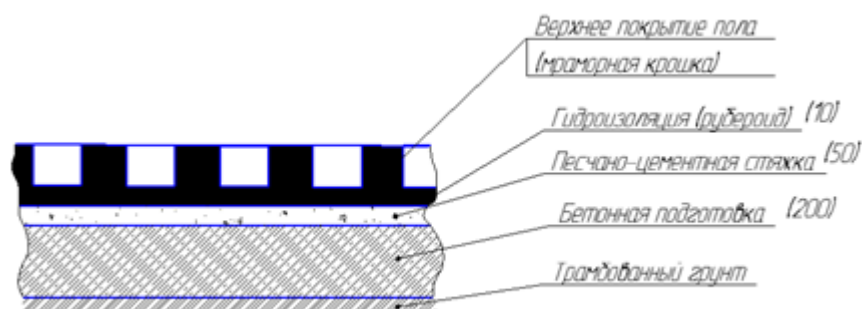


Рисунок 4.11 – Конструкция полов участка

Кровля является ограждающим покрытием строений и для машиностроительных цехов является утепленной и многослойной. Кровля производственных зданий состоит из сборных настилов, укладываемым по балкам. Несущий настил при шаге стропильных конструкций в 6 м выполняется из унифицированных железобетонных плит.

					15.03.05.2021.385.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		89

бетонных плит с номинальными размерами 1,5х6 м и высотой ребер 0,3 м с напряженным и ненапряженным армированием и из легкобетонных плит шириной 1,5 м

В качестве первого слоя применяется песчано-цементная стяжка, выравнивающая плиты покрытия и заполняющая их швы; она покрывается пароизоляцией из пергаментной бумаги по битумной грунтовке. Конструкция кровли приведена в соответствии с рисунком 4.12.

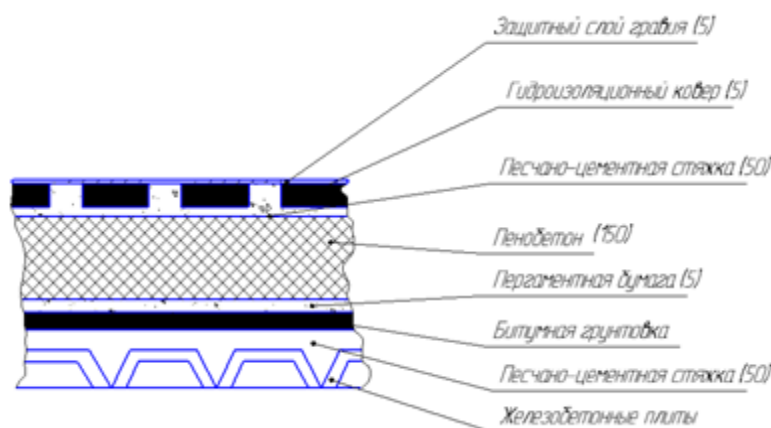


Рисунок 4.12 – Конструкция кровли

4.2 Описание мероприятий по охране труда

Охрана труда — система сохранения жизни и здоровья наемных работников и приравненных к ним лиц в процессе трудовой деятельности, включающая в себя правовые, социально-экономические, организационно-технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия [14].

4.2.1 Допуск к самостоятельной работе

К самостоятельной работе в качестве станочника допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие обучение по специальности, медицинский осмотр и не имеющие противопоказаний, прошедшие первичный инструктаж по безопасности труда на рабочем месте, получившие квалификационное удостоверение, знающие и умеющие оказать первую доврачебную помощь и допущенные приказом по цеху на основании приказа по предприятию.

4.2.2 Опасные и вредные производственные факторы

Опасным производственным фактором (ОПФ) называется такой производственный фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях приводит к травме или к другому внезапному резкому ухудшению здоровья.

					15.03.05.2021.385.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		90

Вредным производственным фактором (ВПФ) называется такой производственный фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях приводит к заболеванию или снижению трудоспособности. Заболевания, возникающие под действием вредных производственных факторов, называются профессиональными.

К вредным и опасным производственным факторам при производстве детали «Кронштейн оси задней подвески» в соответствии с ГОСТ 12.0.003-2015 относятся:

Физические:

- движущиеся машины и механизмы;
- подвижные части производственного оборудования;
- повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны;
- повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека;
- острые кромки заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования.

Химические:

- токсические и раздражающие химические вещества (аэрозоли, масла, свинец, кадмий и т.д.).

Биологические:

- микробы в СОЖ и продукты их жизнедеятельности.

Психофизиологические:

- монотонность труда.

4.2.3 Требования охраны труда к производственному оборудованию

Производственное оборудование должно соответствовать требованиям безопасности в течение всего срока эксплуатации по ГОСТ 12.2.003-91 «Оборудование производственное. Общие правила безопасности». На оборудование для холодной обработки металлов должна быть нормативно-техническая документация (паспорт, инструкция по эксплуатации и др.), содержащая требования безопасности в соответствии с ПОТ РМ-006-97 «Межотраслевые правила по охране труда при холодной обработке металлов».

В нормативно-технической документации, прилагаемой к оборудованию, должны быть указаны:

- требования по обеспечению безопасности при транспортировании, монтаже (демонтаже), наладке, эксплуатации, обслуживании и ремонте оборудования;
- предельно допустимые уровни опасных и вредных производственных факторов, создаваемых им (шум, вибрация, запыленность, загазованность);
- удобство обслуживания;
- усилия, требуемые для управления и обслуживания.

Специальные требования безопасности, необходимость которых может быть вызвана особенностями конструкции станков и условиями их эксплуатации,

					15.03.05.2021.385.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		91

должны также указываться в нормативно-технической документации на оборудование.

Подключение оборудования к электросети и его пуск должны производиться только после установки на место всех защитных и предохранительных устройств и с разрешения руководства цеха (участка).

Все эксплуатируемое оборудование (токарные и фрезерные станки с ЧПУ) должно находиться в исправном состоянии. Не допускается работа на неисправном оборудовании. Неиспользуемое длительное время и неисправное оборудование должно быть отключено от всех энергоносителей и технологических трубопроводов (электрическое напряжение, сжатый воздух, подводка СОЖ и др.).

4.2.4 Смазка, охлаждение, отвод стружки при работе на производственном оборудовании

Станки должны быть оборудованы централизованной системой смазки с учетом Санитарных правил СП «Санитарные правила при работе со смазочно-охлаждающими жидкостями и технологическими смазками».

Конструкция смазочных устройств должна исключать попадание смазки на фрикционные поверхности муфт и тормозов оборудования, за исключением муфт, конструкция которых предусматривает работу в масляной ванне. Установленные на оборудовании резервуары для масла, СОЖ и других, используемых в технологическом процессе, жидкостей должны сообщаться с атмосферой (во избежание создания вакуума в емкости при расходе жидкости) и закрываться крышками с уплотнениями, исключающими попадание в них воды, стружки и пыли.

Конструкция крышки должна исключать ее самопроизвольное смещение или открывание.

Конструкция резервуаров должна обеспечивать их устойчивость, контроль за уровнем жидкости в них и удобство очистки.

Форма станков и их элементов (станин, столов, приспособлений и др.) должна обеспечивать удобный и безопасный отвод стружки и СОЖ из зоны обработки, а также удаление стружки с поверхностей станка.

Для удаления стружки с поверхностей станка вручную работающие должны обеспечиваться щетками–сметками и крючками. Крючки должны иметь гладкие рукоятки, без проушин. Для защиты рук от травмирования стружкой крючок должен быть снабжен защитным экраном. Удаление стружки разрешается производить только на остановленном оборудовании и в защитных очках.

4.2.5 Требования охраны труда при работе со смазочно–охлаждающей жидкостью

Для защиты кожного покрова от воздействия СОЖ и пыли токсичных металлов должны применяться дерматологические защитные средства (профилактические пасты мази, биологические перчатки) по ГОСТ 12.4.068-79 «Система стан-

					15.03.05.2021.385.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		92

дартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты дерматологические. Классификация и общие требования».

Требования к показателям защитных, эксплуатационных и физиолого-гигиенических свойств дерматологических средств должны устанавливаться нормативно-технической документацией на конкретные препараты.

Эмульсии, использованные на операциях лезвийной обработки металлов, для станков с индивидуальной системой охлаждения рекомендуется заменять 1 раз в месяц, а в летнее время – 1 раз в две недели; при обработке черных металлов – не реже 1 раза в две недели; при обработке сплавов, содержащих алюминий, – 1 раз в неделю.

Помещение, в котором проводятся работы должно быть оборудовано приточно-вытяжной вентиляцией.

При попадании СОЖ на кожу – снять загрязненную одежду, промыть кожу водой с мылом. При попадании жидкости на слизистую оболочку глаз – промыть глаза обильным количеством чистой воды при хорошо раскрытой глазной щели.

При разливе СОЖ в помещении или на открытой площадке необходимо собрать продукт в отдельную емкость. В помещении место разлива протереть ветошью, на открытой площадке – засыпать песком. После полного впитывания удалить ветошь и песок для дальнейшего обезвреживания.

4.2.6 Требования охраны труда при мойке деталей и узлов в моечных растворах

Мойку производим в специально отведенном рабочем месте с работающей вытяжной вентиляцией.

При очистке деталей водными моющими растворами остерегайся попадания горячего раствора в глаза и на открытые участки тела.

В случае попадания раствора, пораженные участки следует обильно промыть холодной проточной водой. Растворы, содержащие вредные химические вещества, применяют с учетом требований ПОТ РМ-004-97 «Межотраслевые правила по охране труда при работе с химическими веществами».

К работе на установке типа МА-10-395 и другом оборудовании допускаются лица, прошедшие инструктаж по безопасности труда и имеющие допуск к работе на данном оборудовании.

При работе соблюдай правила охраны труда, используй спецодежду, спецобувь и средства индивидуальной защиты согласно выполняемой работе, защищающие от воздействия на работника вредного производственного фактора.

4.2.7 Требования безопасности при выполнении работ на станках с ЧПУ

Должны выполняться требования ГОСТ 12.2.072-98 «Роботы промышленные. Роботизированные промышленные комплексы. Требования безопасности и методы испытаний».

					15.03.05.2021.385.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		93

Станки с ЧПУ и другие станки, встраиваемые в автоматические линии, должны иметь защитные устройства, ограждающие зону обработки. В станках с ЧПУ и других станках, входящих в состав автоматических линий или работающих отдельно, механизированные и автоматизированные поворотные столы и барабаны, инструментальные магазины, движущиеся части транспортных и загрузочных устройств должны быть ограждены, если существует вероятность травмирования ими обслуживающего персонала.

Станки с ЧПУ, агрегатные станки и автоматические линии должны иметь блокировки:

- позволяющие работать по программе только при закрытых ограждениях;
- исключающие включение цикла обработки при незакрепленных деталях или при неправильном их положении на рабочих позициях;
- не допускающие самопроизвольных перемещений подъемников, транспортных устройств, механизмов поворота деталей, накопителей и других подвижных элементов станка или линии;
- не допускающие выполнения нового автоматического цикла обработки до полного окончания предыдущего.

От всех станков автоматизированных линий и комплексов удаление стружки будет осуществляться автоматически.

Для контроля размеров обрабатываемой детали при работе линии в автоматическом режиме должны быть установлены специальные контрольные приборы. Должна быть исключена возможность снятия деталей вручную с рабочей позиции для контроля размеров во время работы линии.

Перед началом работы на станках с ЧПУ и оборудовании в составе ГПС должен быть произведен пробный цикл работы на холостом ходу.

4.2.8 Требования к рабочему месту

Для цехов холодной обработки металлов количество, тип, мощность и габариты устанавливаемого основного и вспомогательного оборудования, используемых транспортных средств и средств механизации, а также организацию цеховых складов следует принимать в зависимости от размеров обрабатываемых изделий и принятых технологий.

Размещение основного и вспомогательного оборудования, расстояния между оборудованием и стенами здания должны соответствовать действующим нормам технологического проектирования, строительным нормам и правилам, утвержденным ПОТ РО 14 000-001-98. Основное и вспомогательное оборудование цехов для холодной обработки металлов должно устанавливаться в соответствии с направлением основного грузопотока. Размещение производственного оборудования должно обеспечивать безопасность и удобство его обслуживания, ремонта, монтажа и демонтажа.

Планировка рабочего места должна обеспечивать свободный проход, доступ к пультам и органам управления оборудованием, удобство и безопасность действий

					15.03.05.2021.385.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		94

при выполнении трудовых операций и отвечать требованиям СТПЕ 2379-91 «Требования к размещению производственного оборудования и организации рабочих мест», а также ГОСТ 12.2.033-78 «Рабочее место, при выполнении работ стоя» и ГОСТ 12.2.032-78 «Рабочее место при выполнении работ сидя».

На рабочих местах должны быть предусмотрены площадки, на которых располагают стеллажи, тару, столы и другие устройства для размещения оснастки, материалов, заготовок, полуфабрикатов, готовых деталей и отходов производства. Рабочие места должны находиться вне линии движения грузов, переносимых грузоподъемными средствами. На каждом рабочем месте около станка на полу должны быть деревянные трапы на всю длину рабочей зоны, а по ширине не менее 0,6 м от наиболее выступающих частей станка.

Размещение оборудования и планировка рабочих мест в цехах и участках должны предусматривать возможность безопасной эвакуации персонала в случае чрезвычайной ситуации.

4.2.9 Требования к инструменту, приспособлениям

Ручной слесарный инструмент: напильник, шабер и приспособления повседневного применения должны быть закреплены за работающими для индивидуального или бригадного пользования. Ручной инструмент, находящийся в инструментальной, должен осматриваться не реже одного раза в десять дней, а также непосредственно перед применением. Неисправный инструмент подлежит изъятию.

Не допускается использование напильников, шаберов без рукояток и бандажных колец на них или с плохо закрепленными рукоятками.

Не допускается работа неисправным и изношенным инструментом.

4.2.10 Требования к освещению, вентиляции, шуму, вибрации. Пожаробезопасность

Производственные и вспомогательные помещения цеха и участка должны быть оборудованы системами отопления, вентиляции в соответствии с требованиями СНиП 2.04.05-91 «Требования к системам отопления, вентиляции и кондиционирования», обеспечивающими на рабочих местах снижение содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны до значений, не превышающих предельно допустимых концентраций, а также метеорологические условия, соответствующие гигиеническим требованиям к микроклимату производственных помещений.

Рекомендуется использовать воздушные системы отопления, совмещенные с приточной вентиляцией. В нерабочее время для дежурного отопления может быть использована рециркуляция воздуха. Для отопления должны применяться

нагревательные приборы с гладкой, легко очищаемой от пыли, поверхностью. В производственных и вспомогательных помещениях применение бытовых и самодельных электронагревательных приборов запрещается.

					15.03.05.2021.385.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		95

В помещении цеха холодной обработки металлов допускается использовать естественную и искусственную вентиляцию. Выбор системы вентиляции должен обосновываться расчетом, подтверждающим обеспечение требуемых параметров воздушной среды в помещениях.

Помещение цеха (участка) для холодной обработки металлов должны быть оборудованы обще обменной приточно-вытяжной вентиляцией. При этом воздух должен подаваться в верхнюю зону помещения или рассеянно в рабочую зону со скоростью соответствующей нормативам. В зимнее время приточный воздух должен подогреваться.

Помещения, в которых хранятся концентраты СОЖ и готовятся рабочие растворы технологических жидкостей, должны быть оборудованы приточно-вытяжной вентиляцией.

Очистка вентиляционных установок и воздуховодов от осевшей пыли и грязи выполняется не реже двух раз в год в нерабочие дни. Удаление сухой пыли и шлама из пылеотделителей должно быть механизировано.

Воздухозаборные устройства систем вентиляции следует размещать в зоне, где загрязненность воздуха вредными веществами составляет не более 30% от их ПДК рабочей зоны, на высоте не менее 2 м, а при размещении их в зеленой зоне – не менее 1 м от уровня земли до нижнего края патрубка. При этом входные отверстия воздухозаборных устройств должны быть защищены от попадания в них посторонних частиц, предметов и т.д.

1) Освещение

Основные правила и требования безопасности, связанные с освещением производственных помещений, содержатся в СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение» и в СНиП II-А.9-71 «Искусственное освещение. Нормы проектирования» и направлены на обеспечение основной задачи производственного освещения – поддержания на рабочем месте освещенности, соответствующей характеру зрительных работ.

Производственное освещение делится на:

- естественное;
- искусственное;
- совмещенное.

Размеры объекта различения определяют характеристику работы и ее разряд:

- 1 разряд – наивысшей точности (размер объекта менее 0,15 мм);
- 2 разряд – очень высокой точности (0,15–0,5 мм);
- 3 разряд – высокой точности (0,31–0,5);
- 4 разряд – средней точности (0,51–1);
- 5 разряд – малой точности (1,1 –5 мм);
- грубая работа (при размере объекта более 5 мм).

Для обработки детали «Корпус» принимаем 4 разряд работ – средняя точность. В данных условиях принимаем совмещенное освещение: искусственное и естественное. Искусственное освещение – комбинированное: общее и местное.

					15.03.05.2021.385.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		96

Освещенность от 400 до 750 лк.

2) Шум

При разработке технологических процессов, проектировании и модернизации оборудования необходимо использовать различные методы и средства снижения шума, чтобы шумовые характеристики оборудования и уровень шума на рабочих местах не превышали величин, установленных гигиеническими нормативами СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах в помещениях общественных зданий и территории жилой застройки» или техническими условиями.

3) Электробезопасность

При модернизации технологического процесса обработки детали «Корпус» в помещении цеха присутствуют следующие факторы: возможности одновременного прикосновения человека к имеющим соединение с землей металлоконструкциям зданий, технологическим аппаратам, механизмам и т.п., с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования – с другой. Следовательно, делаем вывод, что данное помещение будет относиться к категории с повышенной опасностью по электробезопасности.

4) Пожаробезопасность

В организациях должна быть обеспечена пожарная безопасность в соответствии со ППБ-01-2003 «Правила пожарной безопасности в РФ».

На территории организации, в производственных и санитарно-бытовых помещениях, в зависимости от характера выполняемых работ, должны быть необходимые средства пожаротушения.

Все производственные и подсобные помещения должны быть оборудованы первичными средствами пожаротушения и пожарным инвентарем. На каждые 400–800 м² площади цеха должны быть предусмотрены первичные средства пожаротушения. Их количество и состав должны соответствовать действующим нормам.

Места расположения, количество и состав первичных средств пожаротушения и пожарного инвентаря должны согласовываться с пожарной инспекцией.

Огнетушители должны быть опломбированы, иметь учетные номера и бирки, маркировочные надписи на корпусе, окрашены в красный сигнальный цвет и размещены на высоте не более 1,5 м от уровня пола. Тепловые или световые извещатели устанавливаются в помещениях для хранения растворителей, ЛВЖ, ГЖ, смазочных материалов, а также в местах, где расположены оборудование и трубопроводы по перекачке горючих жидкостей и масел. Световые извещатели размещают в помещениях с производством и хранением щелочных материалов, металлических порошков; тепловые – в помещениях, где возможно выделение пыли.

Выводы по части четыре

Используя данные технологического раздела, разработан план расположения оборудования и рабочих мест. Расчет показал, что на участок механической обработки требуется 3 единицы оборудования, 2 рабочих, 1 вспомогательных рабочих,

					15.03.05.2021.385.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		97

2 ИТР и 1 служащий. В качестве транспортных средств использован кран мостовой грузоподъемностью 10 т. и электротележка. Рассчитаны площади складирования заготовок и деталей. Система уборки стружки – комбинированная. Выбраны основные параметры здания: сетка колонн 18 × 6, высота пролета 10,8 м.

Описаны мероприятия по охране труда на участке.

					15.03.05.2021.385.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		98

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной выпускной квалификационной работе разработан усовершенствованный вариант технологического процесса механической обработки детали «Кронштейн оси задней подвески», с использованием комплексной обработки поверхностей.

Применение станков с ЧПУ повысило гибкость участка, точность обработки, уменьшило количество бракованных деталей, сократился цикл обработки детали за счет уменьшения вспомогательного времени. В новом технологическом процессе деталь обрабатывается за 2 установка.

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы были рассчитаны припуски на обработку, операционные размеры, режимы резания по всем операциям, проведено нормирование операций технологического процесса.

Спроектировано станочное приспособление для комплексной обработки поверхностей; контрольное приспособление для контроля радиального биения, спроектирована фреза концевая виброустойчивая.

Выполнена планировка участка. Оборудование на участке расположено по ходу технологического процесса. Рассмотрены безопасные условия работы на участке изготовления изделия.

Выполнен размерный анализ технологического процесса. Благодаря чему припуски на механическую обработку минимально необходимые, что ведёт к экономии металла, времени обработки, снижению себестоимости.

Таким образом, цель работы достигнута, задачи – решены.

										Лист
										99
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2021.385.000 ПЗ					

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Шипова, Г.М. Моделирование и создание чертежей в Auto CAD/ В.Г. Хрящев, Г.М. Шипова – СПб.: БХВ – Петербург, 2004. – 224 с.
- 2 Красильникова, Г.А., Автоматизация инженерно-графических работ/ С.Н. Тарелкин. В.В. Самсонов – СПб.: Питер, 2000. – 256 с.
- 3 Ведмидь, П.А Программирование обработки в NX САМ / Учебное пособие / П.А. Ведмидь., А.В. Сулинов – М.: ДМК Пресс, 2014. – 304.
- 4 Косилова, А.Г. Точность обработки, заготовки и припуски в машиностроении / А.Г. Косилова, Р.К. Мещеряков, М.А. Калинин. – М.: Машиностроение, 1976. – 288 с.
- 5 Матвеев, В.В. Размерный анализ технологических процессов / В.В. Матвеев и др. – М.: Машиностроение, 1982. – 264 с.
- 6 Справочник технолога-машиностроителя: в 2 т. Т. 1 / под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – М. : Машиностроение, 1985. – 656 с.
- 7 Техническое нормирование операций механической обработки деталей: Учебное пособие, 2-е изд., перер. /И.М. Морозов, И.И. Гузеев, С.А. Фадюшин. — Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2005. — 65 с.
- 8 Справочник технолога машиностроителя: справочник: в 2 Т./ под ред. В.М. Кован. – М.: Машиностроение, 1956. – 584с.
9. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для технического нормирования станочных работ. Серийное производство. – 2-е изд. – М.: Машиностроение, 1974.
- 10 Матвеев, В.В. Проектирование экономичных технологических процессов в машиностроении./ В.В. Матвеев, Ф.И. Бойков, О.Н. Свиридов. – Челябинск.: инженерное издательство, 1998. – 100с.
- 11 Матвеев, В.В. Размерный анализ технологических процессов: учебное пособие / В. В. Матвеев, М. М. Тверской, Ф. И. Бойков. М.: Машиностроение , 1982. - 263 с.
- 12 Горошкин, А.К. Приспособления для металлорежущих станков: справочник/ А.К. Горошкин. – 4-ое. изд. – М.: Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы, 1999. – 380с.
- 13 Зависляк, Н.И. Современные приспособления к металлорежущим станкам: учебное пособие/ Н.И. Зависляк. – М.: Машиностроение, 1993. – 176с.
- 14 Смирнов, А.Т. Безопасность жизнедеятельности: учебное пособие для вузов/ А.Т. Смирнов. – М.: Высшая школа, 2009. – 375с.
- 15 Решетников, Б.А. Проектирование механосборочных цехов: учебное пособие по курсовой работе / Б.А. Решетников, В.Ю. Рогинский, С.В. Сергеев. – Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 1999. – 82 с.
- 16 https://stankomach.com/katalog-stankov/frezernye/?utm_source=google&utm

					15.03.05.2021.385.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		100