Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет»
(национальный исследовательский университет)
Политехнический институт
Факультет «Механико-технологический»
Кафедра Машиностроение, автоматика и электроэнергетика

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой,
к.т.н., доцент
_____К.М. Виноградов
_____2018 г.

Участок механической обработки детали «Корпус С5.92.0008-3»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
15.03.05.2018.098.000 ПЗ ВКР

Консультанты
Безопасность жизнедеятельности,
_____
В.Г. Некрутов, доцент
_____2018 г.

Строительный раздел
_____
Б.А.Решетников, профессор
_____2018 г.

Руководитель работы
_____
Б.А.Решетников, профессор
_____2018 г.

Автор работы
студент группы ДО-507
_____А.В.Копашко
_____2018 г.

Нормоконтролер
_____
А.В. Иршин, доцент
_____2018 г.

Челябинск 2018

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ…….. 6
1АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ…….. 7
1.1 Назначение детали в узле…….. 7
1.1.2 Расшифровка марки материала ……..... 8
1.2 Служебное назначение детали……..... 8
1.3 Анализ соответствия требований чертежа детали требованиям её назначения …….……..... 9
1.4 Сравнение отечественных и передовых зарубежных технологий и решений..... 9
1.5 Задачи проектирования…… 11
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ..... 12
2.1 Анализ технологичности детали ……..... 12
2.2 Разработка предлагаемого варианта технологического процесса…..... 13
2.2.1 Выбор вида и метода получения заготовки…….…….. 13
2.2.2 Определение последовательности обработки поверхностей детали…… 14
2.2.3 Выбор методов и определение количества переходов для обработки поверхностей детали…...…… 14
2.2.4 Формирование операций и выбор оборудования……..... 17
2.3 Размерный анализ разработанного технологического процесса……... 18
2.3.1 Преобразование и кодирование чертежа детали……..... 18
2.3.2 Проверка точности разработанного технологического процесса..... 26
2.3.3 Расчет межоперационных размеров и размеров заготовки……..... 26
2.4 Расчет режимов резания, определение сил резания, проверка оборудования по мощности……... …..…… 28
2.5 Нормирование технологических операций……..... 29
3 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ…… 32
3.1 Проектирование расточного приспособления 32
3.1.1 Разработка теоретической схемы базирования……..... 32
3.1.2 Проектирование схемы приспособления и расчет его элементов 32
3.1.3 Компоновка приспособления..... 33
3.1.4 Расчет погрешности базирования..... 34
3.2 Проектирование сверла для глубокого сверления…….....… 35
3.3 Проектирование приспособления для контроля торцового и радиального биения.....…... 36
3.3.1 Выбор схемы контроля……..……..... 36
3.3.2 Компоновка приспособления……...……..... 36
3.3.3 Расчет погрешности измерения приспособления……..... 37
4 СТРОИТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ…… 39
4.1 Исходные данные для расчета участка механической обработки……. 39
4.2Определение состава и количества работающих…… 40
4.3 Выбор типов и определение количества транспортных средств……... 43
4.3.1 Расчет подвесного конвейера……..... 43

4.4 Выбор и определение потребного количества мостовых кранов…….. 44
4.5 Расчет площадей для складирования заготовок и деталей……..... 45
4.6 Выбор способа транспортирования стружки……... 46
4.7 Планировка оборудования и определение производственной площади…… 47
4.8 Выбор типов, формы и определение размеров здания..... 47
5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ..... 52
5.1 Меры защиты от механического травмирования на производственном участке..... 52
5.2 Определение показателей тяжести и напряженности трудового процесса ……..... 54
5.3 Мероприятия по предотвращению или уменьшению вероятности возникновения ЧС 57
6 ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ 61
6.1 Ориентировочные расчеты себестоимости изготовления детали..... 61
ЗАКЛЮЧЕНИЕ..... 62
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК……. 63

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы.

Поскольку в последнее время производству уделяется большое значение, поэтому применение усовершенствованной оснастки и современного оборудования способствует достижению поставленных целей.

Продукция промышленного производства должна обеспечивать: долговечность, надежность, современность поэтому ее конструкции постоянно дорабатываются, усовершенствуются в ходе научно-технического прогресса. Выполнение выше перечисленных требований решается использованием деталей особой конструкции, прогресс изготовления которых является актуальной темой на этапе совершенствования и развития военной промышленности.

В настоящее время на базовом предприятии на действующем производстве изготовление детали «Корпус» представляет определенные трудности:

- производство сложной оснастки, обеспечивающей получение заданных размеров и форм детали.

Цель работы – проектирование рационального технологического процесса изготовления детали «Корпус».

1 АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

1.1 Назначение детали в узле

Деталь «Корпус» в соответствии с рисунком 1 применяется в узле «Клапан» в соответствии с рисунком 2. Деталь «Корпус» поз. 5 является основной корпусной деталью узла, по внутреннему резьбовому отверстию М30х1,5-6Н и по наружной поверхности при помощи сварки соединяется с клапаном поз. 6, клапан поз.6 соединен при помощи сварки с деталью крышка поз. 4. По внутренней поверхности Ø27,5A_5 деталь «Корпус» соединяется с золотником поз. 11.

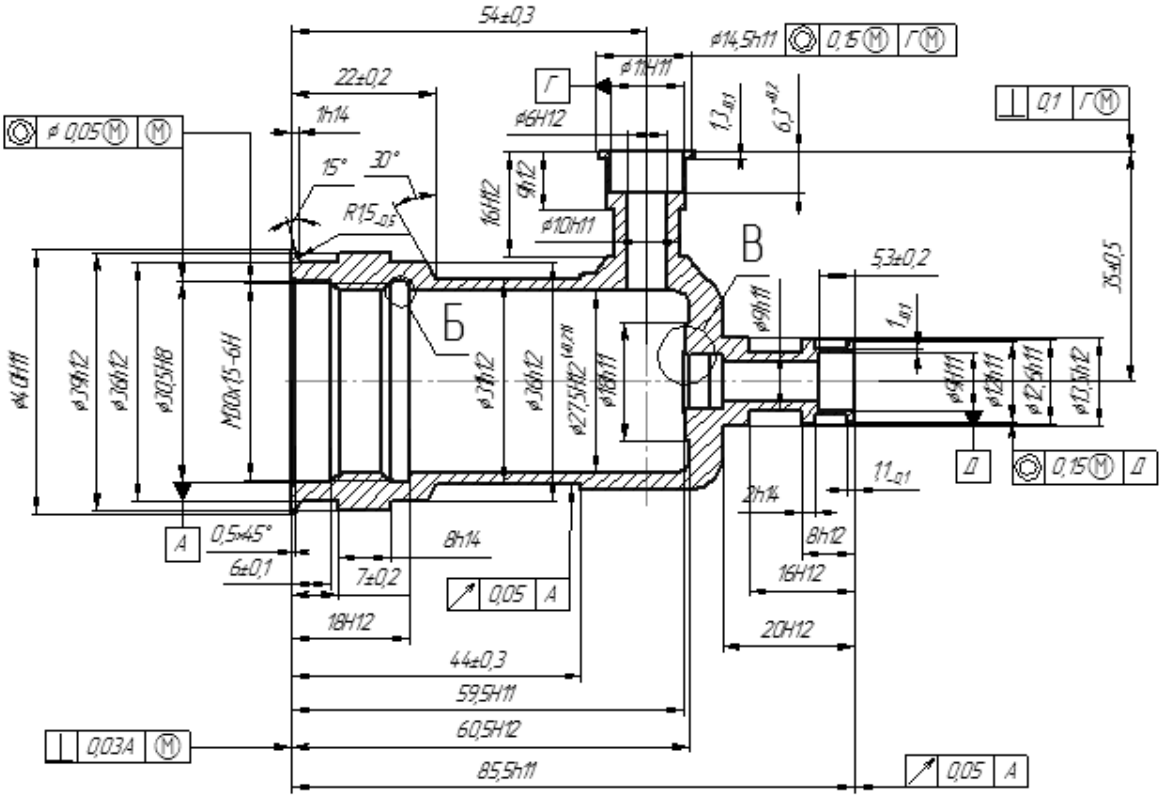


Рисунок 1 – Деталь "Корпус"

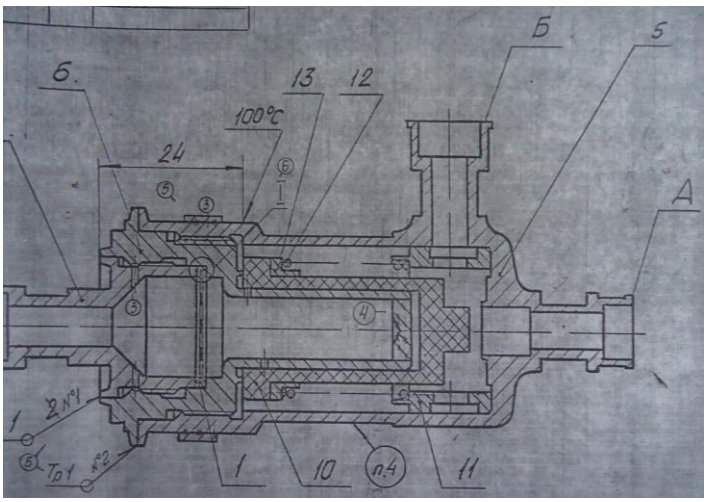


Рисунок 2 – Узел "Клапан"

1.1.2 Расшифровка марки материала

Марка материала из которой изготавливается деталь "Корпус" - коррозионно-стойкая (нержавеющая) обыкновенная 12Х21Н5Т-ВД ТУ 14-1-1283-75. Химический состав стали приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Химический состав стали

Содержание элементов в %						
Материал	Углерод, C	Марганец, Mn	Кремний, Si	Хром, Cr	Титан, Ti	Алюминий, Al
Сталь 12Х21Н5Т-ВД ТУ 14-1-1283-75	0,09-0,14	До 0,8	До 0,8	20-22	0,25-0,5	До 0,8

Механические свойства стали 12Х21Н5Т-ВД ТУ 14-1-1283-75 приведены в соответствии с таблицей 2.

Таблица 2 – Механические свойства стали

Материал	Предел прочности, $\sigma_{0,2}$,МПа	Предел прочности на разрыв, $\sigma_в$,МПа	Относительное удлинение, δ_5, %	Относительное сужение, ψ, %	Твердость по Бринелю, НВ
Сталь 12Х21Н5Т-ВД ТУ 14-1-1283-75	690	315	16	45	143

Технологические свойства стали 12Х21Н5Т-ВД ТУ 14-1-1283-75:

- коррозионностойкая;
- трудносвариваемая;
- склонна к отпускной способности;
- флокеночувствительна

1.2 Служебное назначение детали

Деталь «Корпус» служит в качестве основной детали всего узла. По внутренним поверхностям деталь «Корпус» соединяется с фильтром 5 и крышками 21.

Заданная шероховатость данных поверхностей Ra 1,25. При помощи «Корпуса» узел в целом ограждается от попадания посторонних веществ и предметов.

1.3 Анализ соответствия требований чертежа детали требованиям её назначения

Для обеспечения надежности, длительной работоспособности детали «Корпуса» заданы допускаемые отклонения формы и расположения поверхностей.

Все заданные величины соответствуют ГОСТ 24643-81.

1.4 Сравнение отечественных и передовых зарубежных технологий и решений

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) [15] предлагает токарный станок ТПК-125А1-1 с ЧПУ согласно рисунку 3 высокой точности для патронной и центровой обработки. На станке можно производить все виды токарной обработки, включая нарезание резьбы.

Рисунок 3 – Станок ТПК-125А1-1 с ЧПУ

Наличие на станке револьверной головки позволяет значительно расширить его технологические возможности, увеличить производительность, повысить качество обрабатываемых деталей. На суппорте станка смонтированы высокоточные линейные направляющие, пневмопатрон, высокоточные шариковые винтовые пары с арочным профилем. 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 дверей Ra 1,25, цветных сплавов (алмазным резцом) – Ra 0,32.

Суммарная мощность электродвигателей 9,04 кВт. Габаритные размеры станка 1680 х 1040 х 1630 мм, масса 1,86 т.

Фирма WFL [18] предлагает модель токарного многоцелевого станка М30 гаммы MILLTURN согласно рисунку 4. 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.

Рисунок 4 – Станок многоцелевой М30 гаммы MILLTURN

Эти станки, явившиеся результатом 20-летних исследований, позволяют осуществлять технологический процесс обработки детали с одного установа. Максимальный диаметр точения составляет 420 мм, мощность на фрезерном шпинделе 20 кВт, крутящий момент до 165 Нм [16].

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 зенкерованию и развертыванию. Так, сверлами, изготовленными по технологии вышлифовки, можно получать отверстия 10-го квалитета, 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.

Фрезы концевые шпоночные с цилиндрическим хвостовиком для обработки шпоночных пазов в изделиях из стали. Фрезы повышенной точности изготовлены методом вышлифовки из цельных заготовок и имеют износостойкое покрытие TiN.

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 6-8 м/мин, инструментальной стали 6 м/мин, сплавов меди 10-12 м/мин, чугунов 10-18 м/мин. Нанесение на метчики износостойкого покрытия TiN улучшает отвод стружки, предохраняет режущие кромки от высоких температур при увеличении скорости резания и стойкости метчика.

Фирма Rigibore 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 [34, 11].

Сверла фирмы Sandvic [20], 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 [17].

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.

1.5 Задачи проектирования

В выпускной квалификационной работе необходимо решить следующие задачи:

− спроектировать рациональный техпроцесс с учетом отечественных и зарубежных технологий и решений;

− спроектировать зажимное приспособление, режущий инструмент и приспособление для контроля;

− выполнить планировку участка;

− определить мероприятия и оптимальные параметры по безопасной работе на данном участке.

− произвести ориентировочный расчет себестоимости изготовления детали "Корпус".

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

2.1 Анализ технологичности детали

К повышению трудоемкости и себестоимости приводит увеличение допусков на обработку и высоты шероховатостей обработанных поверхностей. Это объясняется тем, что:

– с появлением дополнительных ходов возрастает основное время;

– увеличивается вспомогательное время, связанное с установкой, выверкой положения детали на станке, установкой режущего инструмента;

– применяются более точные и сложные, а значит и дорогие станки;

– увеличиваются затраты на режущий инструмент.

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

Технологичная конструкция детали должна так же предусматривать наиболее рациональный способ получения заготовки с размерами и формами возможно более близкими к готовой детали, то есть обеспечивающий наиболее высокий коэффициент использования материала и наименьшую трудоемкость механической обработки.

Общая технологичность конструкции детали оценивается следующими показателями:

– трудоемкость, то есть время, затраченное на изготовление детали;

– коэффициент использования материала;

– себестоимость изготовления;

– возможность нормального входа и выхода режущего инструмента.

Технологичность заготовки предусматривает:

– отсутствие резких переходов в поперечных сечениях;

– закругление острых кромок;

– должны иметь уклон поверхности, расположенные перпендикулярно к плоскости разъема формы.

Конструкция детали «Корпус» состоит из стандартных конструктивных элементов. Формы и габариты детали, материал, из которого изготавливается деталь, соответствуют принятым для типовой конструкции деталей типа «Корпус». Конструкция детали обеспечивает возможность применения типовых и стандартных технологических процессов ее изготовления и ремонта. По всем этим параметрам деталь является технологичной. Однако деталь не является технологичной по шероховатости поверхностей по которым деталь взаимодействует с основными рабочими деталями узла. Проводя анализ технологичности детали «Корпус» ее можно отнести к нетехнологичной. Поэтому мы делаем больше переходов, чтобы допуски соответствовали шероховатости, это делает деталь технологичной.

Автоматизацию существующего технологического процесса можно считать низкой по следующим причинам:

– применение механических зажимных приспособлений;

– отсутствие автоматической загрузки деталей в станок и разгрузка их со станка.

Эти причины приводят к увеличению основного времени, вспомогательного времени, что в свою очередь приводит к повышению трудоемкости и себестоимости детали.

2.2 Разработка предлагаемого технологического процесса

2.2.1 Выбор вида и метода получения заготовки

В качестве заготовки для детали "Корпус" на предприятии используется кузнечная поковка, учитывая конструкцию детали, и тип производства предлагается использовать поковку штампованную. Заготовка для детали получена не рациональным способом - она является цельной поковкой, что не технологично из-за большого перерасхода материала. Исходя из конфигурации детали принимаем в качестве метода получения заготовки – штамповку на гидравлическом прессе.

Штампованная заготовка подвергается незначительной механической обработке. Расход дорогостоящего металла при штамповке в 3 раза меньше, чем например при поковке. При обработке штампованных заготовок сокращается трудоемкость механической обработки и расход режущего инструмента. Штамповка обеспечивает высокую производительность процесса.

Получили заготовку с точностью IT 14, Rz 200. Форма заготовки приведена в соответствии с рисунком 5.

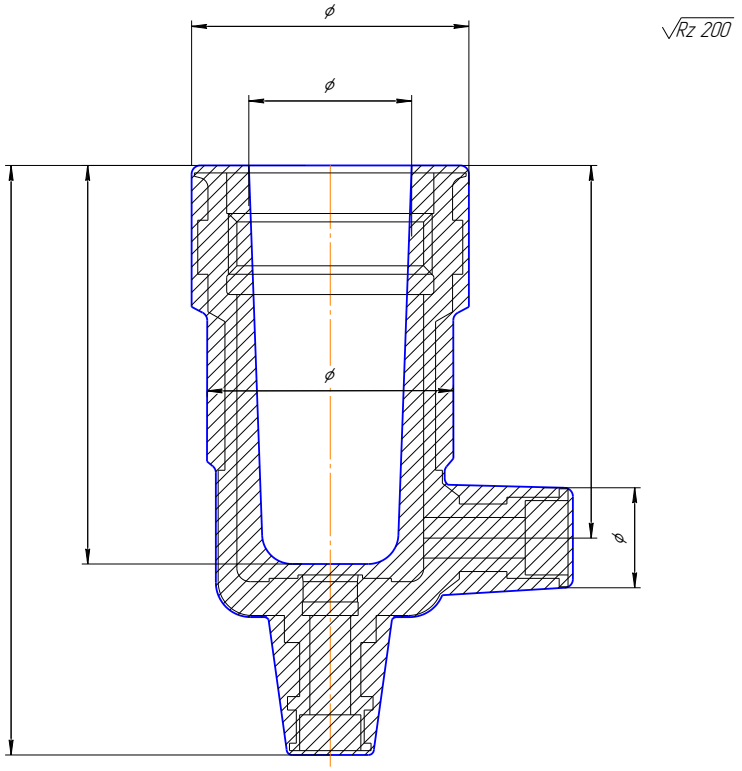


Рисунок 5 – Форма заготовки

2.2.2 Определение последовательности обработки поверхностей детали

Поверхности детали «Корпус» обрабатываются в следующем порядке:

– Обработка левого торца в размер 55±0,2 (предварительная).
– Обработка отверстия Ø25H14 с левого торца в размер 58±0,5(предварительная).
– Обработка правого торца размера 87,5h11 (предварительная); Ø13,6h11 (предварительная).
– Обработка левого торца размера 86,5h11 (окончательная) с получением размера 54±0,3.
– Обработка отверстия Ø27,5H12 в размер 60,5h12 с получением размеров Ø18h11 и 0,5 ± 0,05, подрезка торца внутреннего правого размера 59,5H11 и получением Ø9,5h11 (окончательная).
– Обработка канавки под выход резьбы Ø30,5H8 в размер 18h11, 3, R1; (окончательная).
– Обработка базового отверстия Ø30,5 H8 в размеры: 6 ±0,1 (окончательная).
– Обработка фасок 120˚ и 0,5x45˚(окончательная)
– Нарезка резьбы M30x1,5-6H (окончательная).
– Обработка торца в размер 35±0,5 (окончательная).
– Обработка отверстия Ø6H12 (окончательная).
– Обработка отверстия Ø11H11 в размер $6{,}3^{+0{,}2}$ (окончательная).
– Обработка Ø14,5h11; R0,2 в размер $1{,}3_{-0{,}1}$; Ø12,5h11 в размер 9h12 (окончательная).
– Обработка Ø10h11 в размеры 16h12 и 9h12 (окончательная).
– Обработка правого торца размера 85,5h11 (окончательная).
– Обработка отверстия Ø6H12 (окончательная).
– Обработка отверстия Ø9H11 в размер $5{,}3^{+0{,}2}$ (окончательная).
– Обработка Ø13,5h12 в размеры 20H12 и R2 (окончательная).
– Обработка Ø12,6h11 в размер 8h12 (окончательная).
– Обработка Ø9h11 ; Ø12h11; Ø11h11 в размеры 16h12 , 2h14, $1{,}1_{-0{,}1}$, 8h12, R0,5, R0,2, R1,6 (окончательная).
– Обработка Ø 40h11; Ø36h12; Ø39h12; Ø31h12 выдерживая размеры 7±0,2; $1B_7$; 8h14, 44±0,3; 22±0,2; $R1{,}5_{0{,}5}$ (окончательная).
– Обработка Ø 39h12 в размер 36h12 (окончательная).

2.2.3 Выбор методов и определение количества переходов для обработки поверхностей детали

Применяем табличный метод[7].

1) Обработка наружной цилиндрической поверхности Ø40 h11 Ra3,2:

а) точение черновое – IT 12, Rz 100;
б) точение получистовое – IT 11, Rz 50 с получением размеров 1h14; $R1{,}5_{-0{,}5}$<15˚;
в) точение чистовое – IT 8, Rz 12,5 с получением размеров 1h14; $R1{,}5_{-0{,}5}$<15˚

2) Обработка наружной цилиндрической поверхности Ø39h12 Ra3,2:

а) точение черновое – IT 12, Rz 100;
б) точение получистовое – IT 11, Rz 50.
в) точение чистовое – IT 8, Rz 12,5

3)Обработка наружной цилиндрической поверхности Ø36h12 Ra12,5 (2 места):
а) точение черновое IT 12, Rz 100;
б) точение получистовое — IT 11, Rz 50.

4) Обработка наружной цилиндрической поверхности Ø31h12 Ra12,5:
а) точение черновое – IT 12, Rz 100;
б) точение получистовое – IT 11, Rz 50 выдерживая размеры 22±0,2 и 44±0,3.

5) Обработка наружной цилиндрической поверхности Ø14,5h11 Ra12,5:
а) точение черновое – IT 12, Rz 100;
б) точение получистовое – IT 11, Rz 50.

6) Обработка наружной цилиндрической поверхности Ø13,5h12 Ra12,5:
а) точение черновое – IT 12, Rz 100;
б) точение получистовое – IT 11, Rz 50 в размер 20H12.

7) Обработка наружной цилиндрической поверхности Ø12,6h11 Ra12,5:
а) точение черновое – IT 12, Rz 100;
б) точение получистовое – IT 11, Rz 50 в размер 8 h12.

8) Обработка наружной цилиндрической поверхности Ø12h11 Ra12,5:
а) точение черновое – IT 12, Rz 100;
б) точение получистовое – IT 11, Rz 50 в размер $1{,}1_{-0{,}1}$.

9) Обработка наружной цилиндрической поверхности Ø12h11 Ra12,5:
а) точение черновое – IT 12, Rz 100;
б) точение получистовое – IT 11, Rz 50 в размер 9h12.

10) Обработка наружной цилиндрической поверхности Ø10h11 Ra12,5:
а) точение черновое – IT 12, Rz 100;
б) точение получистовое – IT 11, Rz 50 в размер 16H12

11) Обработка наружной цилиндрической поверхности Ø9h11 Ra12,5:
а) точение черновое – IT 12, Rz 100;
б) точение получистовое – IT 11, Rz 50 в размер 16H12

12) Обработка отверстия Ø30,5H8 Ra1,6 (2 места):
а) расточка черновая – IT 12, Rz 100;
б) расточка получистовая – IT 10, Rz 25;
в) расточка чистовая – IT 9, Rz 12,5;
г) расточка тонкая – IT 6, Rz 4 в размер 18H12; 6±0,1 и 3.

13) Обработка отверстия Ø27,5H12 Ra3,2:
а) расточка черновая – IT 12, Rz 100;
б) расточка получистовая – IT 10, Rz 25;
в) расточка чистовая – IT 9, Rz 12,5 в размер 60,5H12;

14) Обработка отверстия Ø11H11 Ra12,5:
а) расточка черновая – IT 12, Rz 100;
б) расточка получистовая – IT 10, Rz 25 в размер $6{,}3^{+0{,}2}$.

15) Обработка отверстия Ø9H11 Ra12,5:

а) расточка черновая – IT 12, Rz 100;
б) расточка получистовая – IT 10, Rz 25 в размер $5{,}3^{+0{,}2}$;

16) Обработка отверстия Ø8H8; 8,2H8 Ra1,6:

а) расточка черновая – IT 12, Rz 100;
б) расточка получистовая – IT 10, Rz 25;
в) расточка чистовая – IT 9, Rz 12,5
г) расточка тонкая – IT 6, Rz 4 в размеры 2H8 и 1±0,1.

17) Обработка отверстия Ø6H12 Ra12,5:

а) сверление черновое – IT 12, Rz 50;

18) Обеспечение размера 85,5H11 Ra12,5. Торцы детали обозначены в соответствии с рисунком 6:

а) обработка торца А
- торцовое точение черновое – IT 14, Rz 200;
- торцовое точение получистовое – IT 12, Rz 100;
- торцовое точение чистовое – IT 9, Rz 25;

б) обработка торца Г
- торцовое точение черновое – IT 14, Rz 200;
- торцовое точение получистовое – IT 12, Rz 100;
- торцовое точение чистовое – IT 9, Rz 25;

19) Обеспечение размера 60,5H12 Ra 12,5, (рисунок 6):

а) обработка торца А
- торцовое точение черновое – IT 14, Rz 200;
- торцовое точение получистовое – IT 12, Rz 100;
- торцовое точение чистовое – IT 9, Rz 25;

а) обработка торца Б
- расточка черновая – IT 12, Rz 100;
- расточка получистовая – IT 10, Rz 25

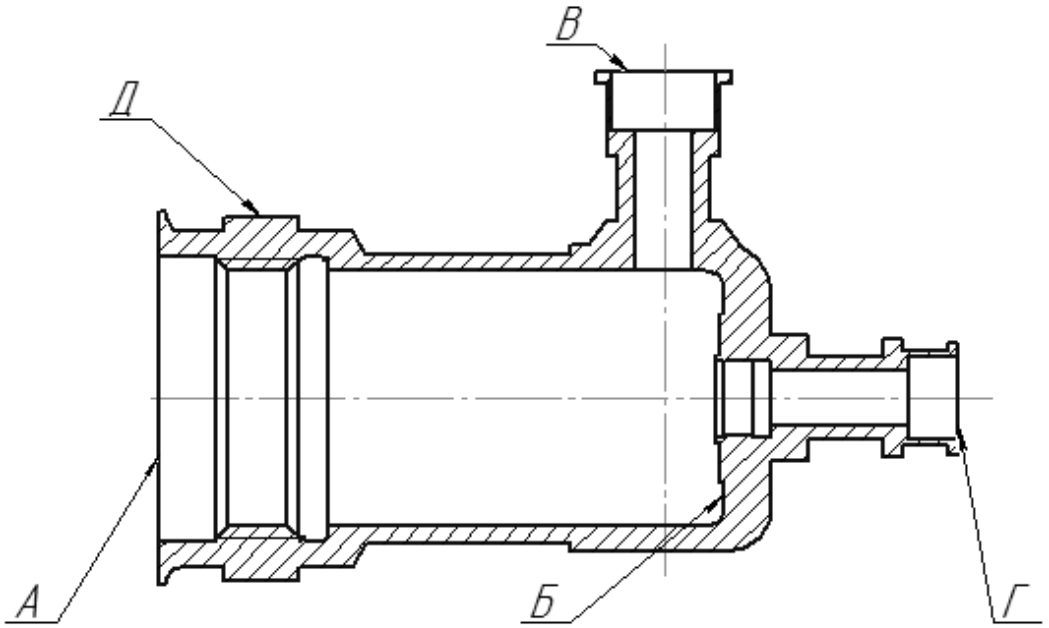


Рисунок 6 – Обозначение торцов детали «Корпус»

20) Обеспечение линейного размера 54±0,3, Ra 12,5:
а) обработка торца А: см. поз. 18;
21) Обеспечение линейного размера 35±0,5, Ra 12,5:
а) обработка торца В:
- торцовое точение черновое – IT 14, Rz 200;
- торцовое точение получистовое – IT 12, Rz 100;
- торцовое точение чистовое – IT 9, Rz 25.
22) Обеспечение линейного размера 44±0,3, Ra 12,5:
а) обработка торца А: см. поз. 18;
б) обработка наружной поверхности: см. поз.4.

2.2.4 Формирование операций и выбор оборудования

Назначаем следующую последовательность обработки детали.
000 – Заготовительная
005 – Токарная с ЧПУ.
Оборудование: токарный с ЧПУ модели EEN400
I позиция: торцевое точение левого торца А в размер 55±0,2.
II позиция: растачивание черновое отверстия Ø25H14 в размер 58±0,5.
III позиция: растачивание получистовое отверстия Ø27,5H14 в размер 59,5H11.
IV позиция: точение Ø40h11черновое, получистовое.
010 – Токарная с ЧПУ.
Оборудование: токарный с ЧПУ модели EEN400
I позиция: торцевое черновое точение торца Г в размер 87,5h11 .
II позиция: точение черновое и получистовое Ø13,5h12 в размер 20 H12, R2.
III позиция: сверление отверстия черновое Ø6H12.
015 – Расточная с ЧПУ.
Оборудование: Горизонтально-расточной станок W100B CNC с ЧПУ
I позиция: растачивание чистовое отверстия ø27,5H12 в размер 60,5h12 с получением размеров Ø18h11 и 0,5 ± 0,05, подрезка торца внутреннего правого размера 59,5H11 и получением Ø9,5h11 (чистовая).
II позиция: растачивание отверстий Ø8H8 и 8,2H11 в размер6 1 ± 0,1; 2H11 с получением размеров 6 ± 0,1
III позиция: растачивание чистовое канавки под выход резьбы Ø30,5H8 в размер 18h11, 3, R1; обработка фасок 120˚ и 0,5x45˚
IV позиция: растачивание тонкое базового отверстия Ø30,5 H8 в размеры: 6 ±0,1.
V позиция: Нарезка резьбы M30x1,5-6H.
020 – Токарная с ЧПУ.
Оборудование: токарный с ЧПУ модели EEN400
I позиция: торцевое точение черновое, получистовое торца В выдерживая размер 35±0,5;

II позиция: сверление отверстия черновое Ø6H12;

III позиция: точение получистовое Ø14,5h11 выдерживая размеры 16H12 и R0.2 max;

IV позиция: точение получистовое канавки Ø10h14 с получением размеров 16H12, 9h12, R1,6.

V позиция: точение получистовое $1{,}25_{-0{,}15}$; $1{,}3_{-0{,}1}$; R0.2 max; R0.5;

VI позиция: растачивание получистовое Ø11H11, выдерживая размеры $6{,}3^{+0{,}2}$; R0.2 max; R0.5.

025 – токарная с ЧПУ.

Оборудование: токарный с ЧПУ модели EEN400

I позиция: торцевое получистовое точение торца Г в размер 85,5h11;

II позиция: точение получистовое Ø12,6h11 на длину 16H12;

III позиция: точение получистовое R0.2 max , Ø12h11 на длину 5;

IV позиция: точение фасонное получистовое канавок Ø9h11 на длину 16H12, 8 h12, R1,6 и $1{,}25_{-0{,}15}$; $1{,}3_{-0{,}1}$; R0.2 max; R0.5 (резец фасонный);

V позиция: растачивание получистовое Ø9H11, выдерживая размеры $5{,}3^{+0{,}2}$; R0.2 max; R0.5.

030 – Токарная с ЧПУ.

Оборудование: токарный с ЧПУ модели EEN400

I позиция: точение получистовое Ø39h12 с получением размеров 1h14; $R1{,}5_{-0{,}5}$ <15˚.

II позиция: точение получистовое Ø36h12 с получением размеров 1h14; $R1{,}5_{-0{,}5}$; <15˚; 7±0,2.

III позиция: точение получистовое Ø36h12 с получением размера 8 h14.

IV позиция: точение получистовое Ø31h12 с получением размеров 44±0,3; <30˚; 22±0,2; 1,4 min.

035 – Фрезерная.

Оборудование: вертикально-фрезерный 6М13П.

I переход: фрезерование лысок на поверхности Ø39h12 в размер 36 h12.

040 – Слесарная.

Верстак.

Зачистка заусенцев и притупление острых кромок.

045 – Контрольная.

Стол контрольный.

Проверка размеров на заданную точность.

2.3 Размерный анализ разработанного технологического процесса

2.3.1 Преобразование и кодирование чертежа детали

В соответствии с чертежом детали производим преобразование линейных и диаметральных размеров детали, в соответствии с рисунками 7,8 [7]. Далее составляем таблицу технологического маршрута изготовления детали таблица 3.

По таблице технологического маршрута изготовления детали строим схемы линейных в соответствии с рисунком 9 и диаметральных в соответствии с рисунком 10 размеров детали. Схему пространственных отклонений не строим, так как необходимые технические требования достигаются нами на операции 015.

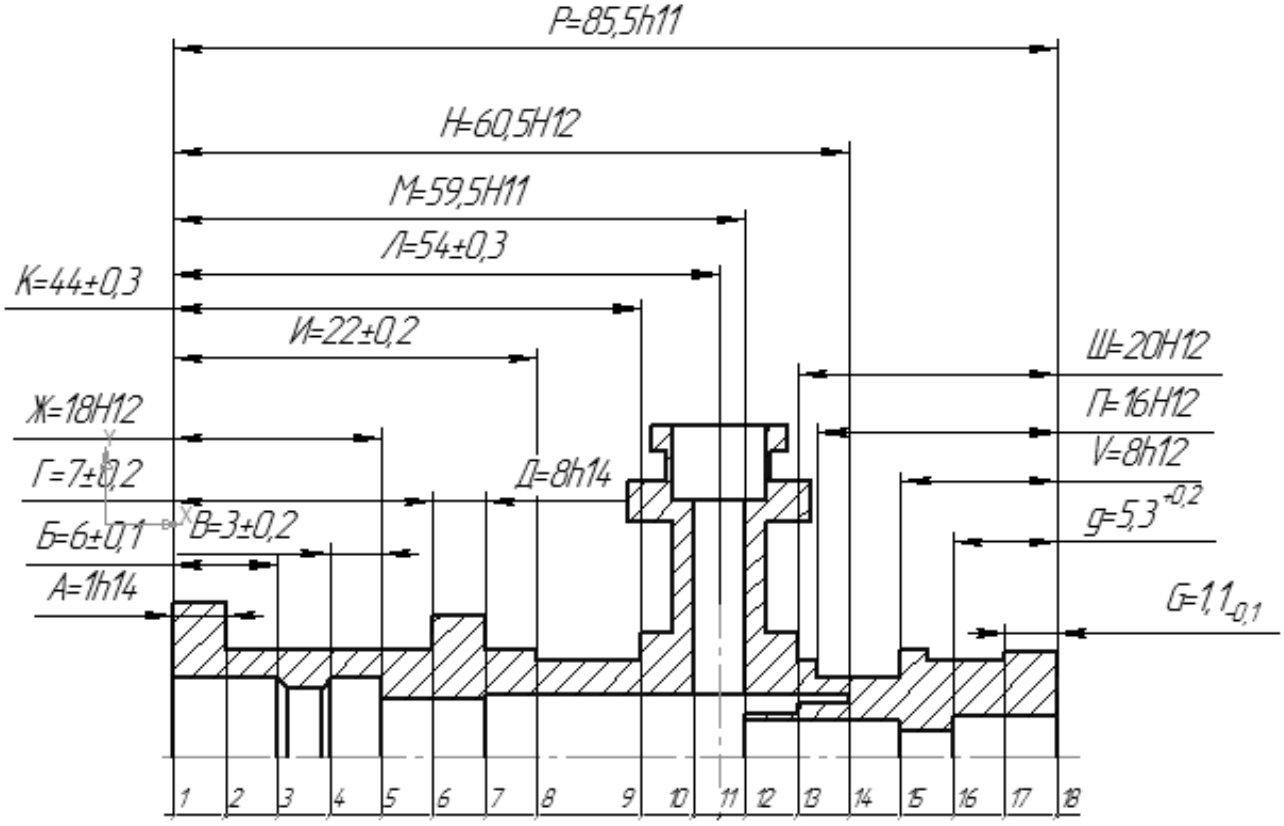


Рисунок 7 – Преобразование линейных размеров

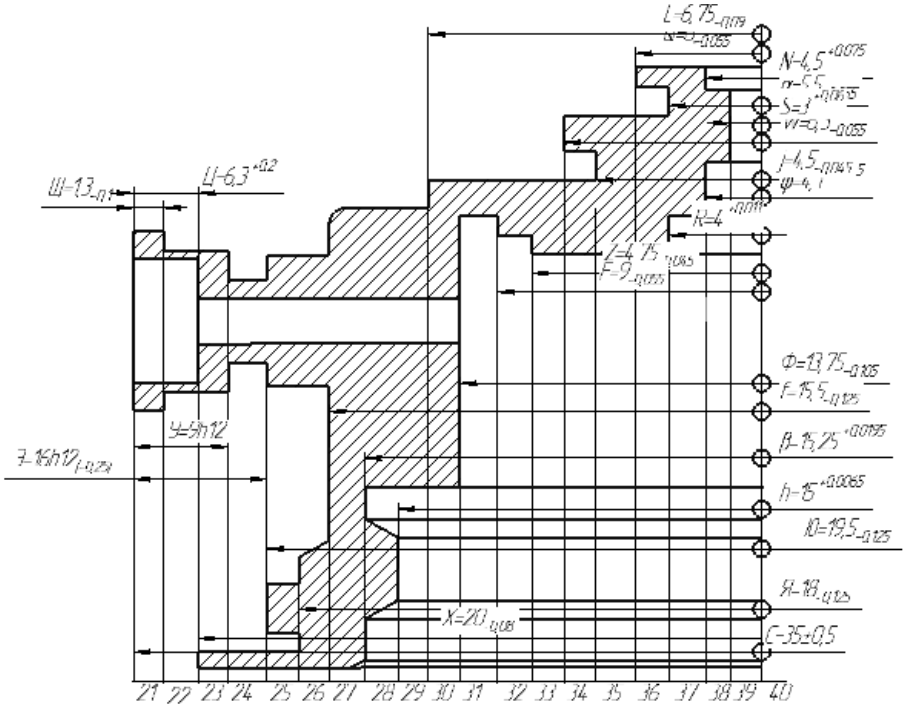
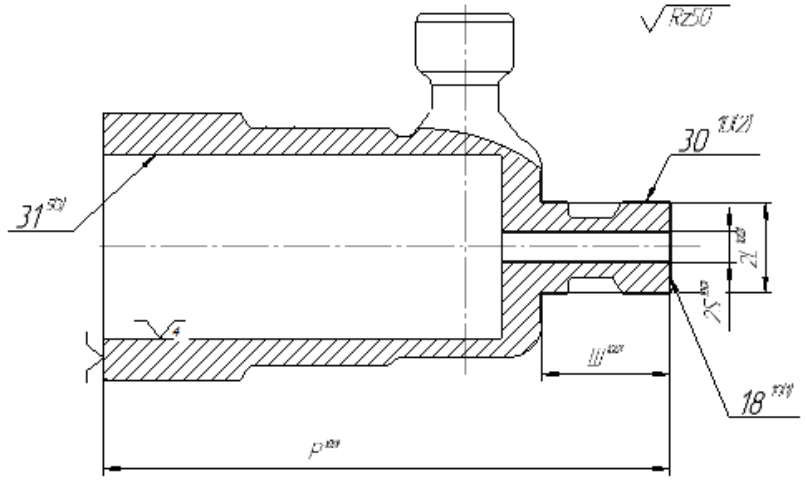
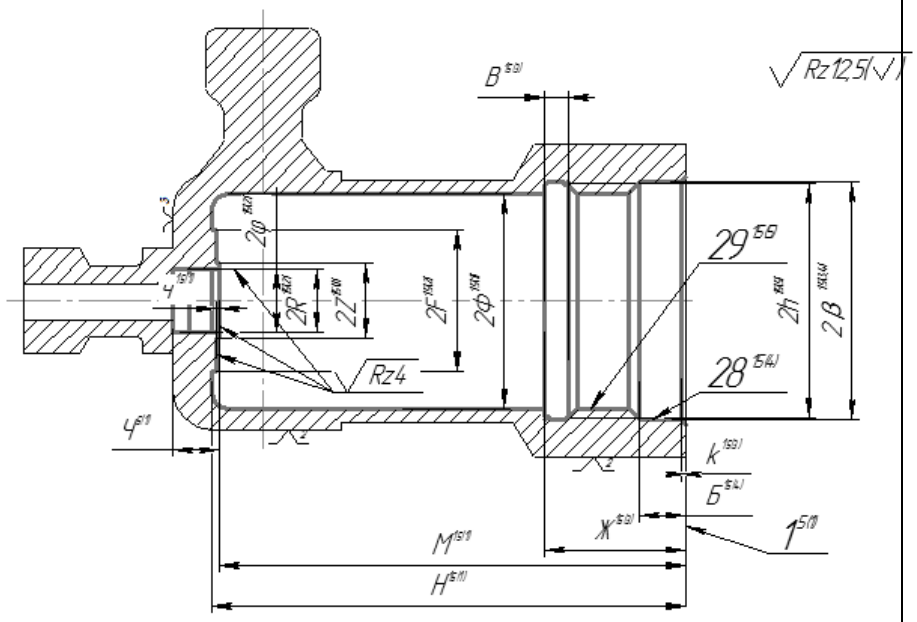
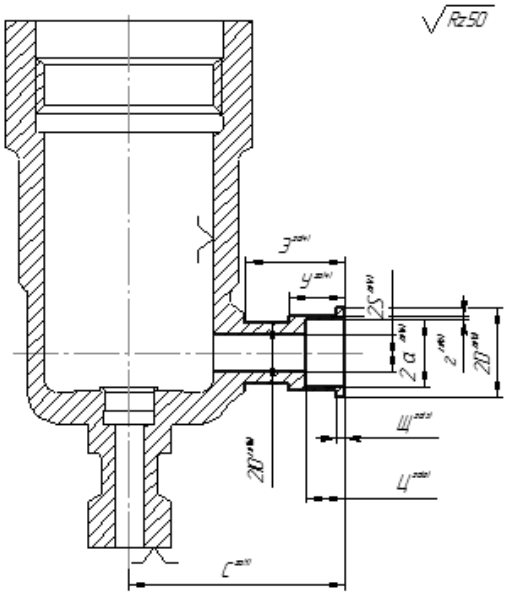


Рисунок 8 – Преобразование диаметральных размеров

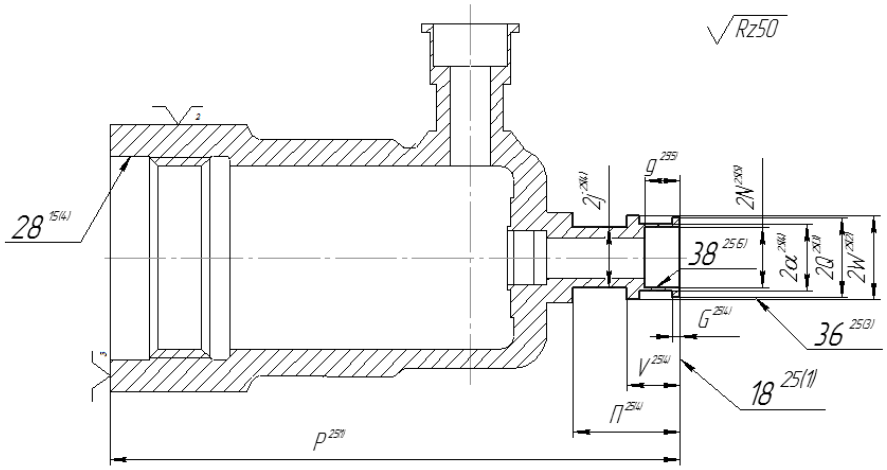
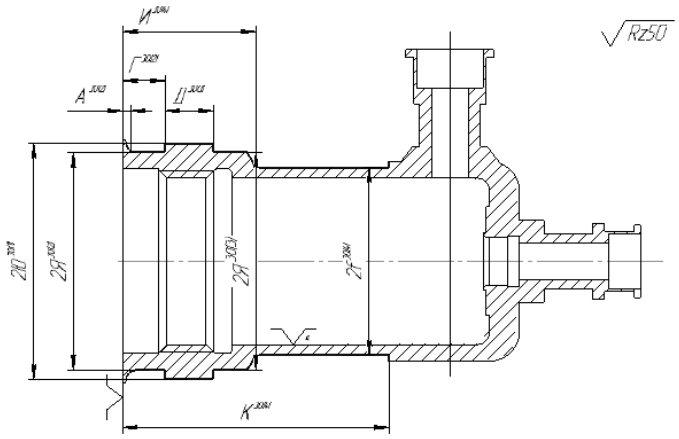
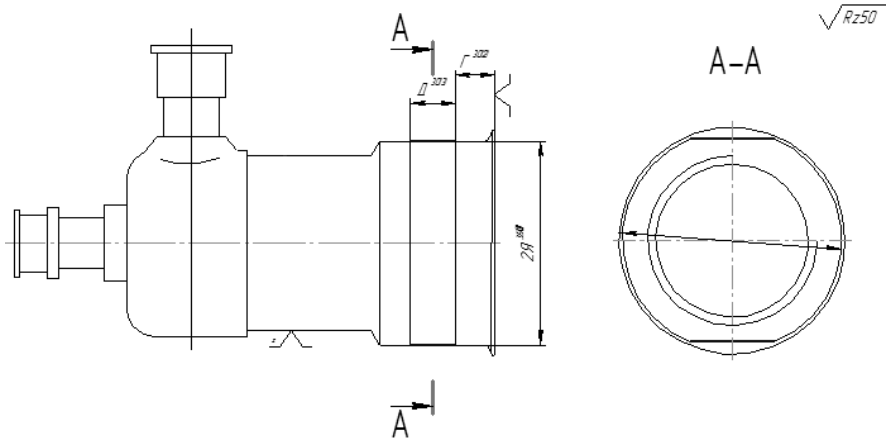
Таблица 3 – Технологический маршрут изготовления детали "Корпус"

№ опер.	Эскиз	Допуски и ТТ
000 заготовительная		$ТМ^0$ =0,74 $ТЛ^0$ =0,74 $ТР^0$ =0,87 $Т2D^0$=0,43 $Т2Х^0$=0,62 $Т2Ф^0$=0,52 $Т2L^0$=0,43 $Т2Я^0$=0,62 ◎31^0,40^0=1,0 ⊥18^0,40^0=0,5
005 токарная с ПУ		$ТР^{5(1)}$=$ТР_т$+ Δ^0_{18}= 0,22+0,44=0,66 $ТМ^{5(2)}$ = $ТМ_т$=0,5 $Т2Ф^{5(2)}$= $Т2Ф_т$+ Δ =0,52+0,26=0,78 $ТМ^{5(3)}$ = $ТМ_т$=0,44 $Т2Ф^{5(3)}$= 0,32 $Т2Х^{5(4)}$= $Т2Х_т$=0,45 ⊥$31^{5(3)}$,$1^{5(1)}$=0.12 ◎$31^{5(3)}$,25^0=0,12 ◎$31^{5(3)}$,$21^{5(3)}$=0,12

Продолжение таблицы 3.

010 токарная с ПУ		$ТР^{10(1)} = ТР_т + \Delta^5_1$ =0,22+0,23=0,43 $ТШ^{10(2)}$ = 0,21 $Т2L^{10(2)}=TL_т$=0.40 $Т2S^{10(3)}$=0,15 ⊥$31^{5(3)}$,$18^{10(1)}$=0.08 ◎$30^{10(2)}$,$31^{5(3)}$=0,12 ◎$39^{10(2)}$,$31^{5(3)}$=0,12
015 расточная с ПУ		$ТМ^{15(1)} = ТМ_т$=0,12 $ТН^{15(1)}$ = 0,12 $ТЧ^{15(1)}$ = 0,09+ $\Delta_{изм}$= 0,09+0,12=0,21 $Тч^{15(1)}$ = 0,075 $Т2Z^{15(1)}$=0,11 $Т2F^{15(1)}$=0,13 $Т2\varphi^{15(2)}$=0,09 $Т2R^{15(2)}$=0,022 $ТЖ^{15(3)}$ = 0,21 $ТК^{15(3)}$ = 0,12 $Т2\beta^{15(3)}$ = 0,25 $ТБ^{15(4)}$ = 0,15 $Т2Ф^{5(3)}$= 0,32 $Т2\beta^{15(4)} = Т\beta_т$ =0,039 $Т2h^{15(4)}$=0,016 ◎$28^{15(4)}$,$29^{15(5)}$=0.05 ⊥$28^{15(4)}$,$1^{15(1)}$=0,02 ◎$28^{15(4)}$,$31^{15(2)}$=0,05
020 токарная с ПУ		$ТС^{20(1)}$ = 0,25+0,24=0,49 $Т2S^{20(2)}$ = 0,15 $Т2D^{20(3)}$ = 0,11 $ТУ^{20(4)}$ = 0,15 $ТЭ^{20(4)}$ = 0,18 $Т2ю^{20(4)}$ = 0,11 $Тг^{20(5)}$ = 0,12 $ТЩ^{20(5)}$ = 0,12 $ТЦ^{20(6)}$ = 0,15 $Т2\alpha^{20(6)}$ = 0,11

Продолжение таблицы 3.

025 токарная с ПУ		$TP^{25(1)} = TP_т + \Delta_{изм}$ =0,12+0,02=0,14 $T2W^{25(2)} = 0,11$ $T2Q^{25(3)} = 0,11$ $T2\alpha^{25(4)} = 0,11$ $T2j^{25(4)} = 0,09$ $TG^{25(4)} = 0,06$ $TV^{25(4)} = 0,15$ $TП^{25(4)} = 0,18$ $T2N^{25(5)} = 0,09$ $Tg^{25(5)} = 0,075$ ↗ $28^{15(4)}, 18^{25(1)}$=0.02 +0.01=0.03 ⊥ $38^{25(5)}, 18^{25(1)}$=0,05 ◎ $38^{25(5)}, 36^{25(3)}$=0,12 ◎ $38^{25(5)}, 40^{25(5)}$=0,05 ◎ $36^{25(3)}, 40^{25(5)}$=0,12
030 Токарная с ПУ		$T2Ю^{30(1)} = 0,25$ $T2Я^{30(2)}$ = 0,25+0,31=0,56 $TA^{30(2)} = 0,25$ $TГ^{30(2)} = 0,15$ $TД^{30(3)} = 0,36$ $T2Я^{30(3)} = 0,25$ $T2И^{30(4)} = 0,21$ $T2f^{30(4)} = 0,25$ $TK^{30(4)} = 0,25$ ◎ $31^{15(2)}, 27^{30(2)}$=0,12 ◎ $27^{30(2)}, 26^{30(5)}$=0,05 ◎ $27^{30(2)}, 26^{30(5)}$=0,12 ◎ $27^{30(2)}, 25^{30(5)}$=0,11
035 Фрезерная		$T2Я^{35(1)}$ = 0,16+0,26=0,42 $T2Ю^{30(1)} = 0,25$

На основании схем записываем уравнения размерных цепей.
Уравнения размерных цепей по схеме линейных размеров:

1) $\left[Z_{3}^{35(2)}\right]=R^{35(1)}-R^{35(2)}$;

2) $\left[Z_{5}^{35(2)}\right]=L^{35(1)}-L^{35(2)}$;

3) $\left[Z_{18}^{10(V)}\right]=F^{10}-P^{20}+P^{25}-F^{30}$;

4) $\left[Z_{8}^{30}\right]=n^{30}+K^{10}-n^{10}-K^{30}+P^{20}-P^{25}$;

5) $\left[Z_{10}^{30}\right]=n^{30}-P^{25}+P^{20}-n^{10}$;

6) $\left[Z_{12}^{30}\right]=U_{1}^{10}+n^{10}-P^{20}+P^{25}-n^{30}-U_{1}^{30}$.

Уравнения размерных цепей по схеме диаметральных размеров:

1) $\left[Z_{27}^{35(2)}\right]=N^{35(1)}-N^{35(2)}$;

2) $\left[Z_{32}^{35(2)}\right]=\varphi^{35(1)}-\varphi^{35(2)}$;

3) $\left[Z_{27}^{35(1)}\right]=N^{15}N^{35(1)}-27^{35(1)}40^{5}-27^{15}40^{5}$;

4) $\left[Z_{26}^{30}\right]=Я^{10}-Я^{30}-26^{30}40^{5}-26^{10}40^{5}$;

5) $\left[Z_{19}^{30}\right]=C^{10}-C^{30}-40^{5}19^{30}-40^{5}19^{10}$;

6) $\left[Z_{30}^{30}\right]=W^{10}-W^{30}-40^{5}30^{30}-40^{5}30^{10}$;

7) $\left[Z_{29}^{30}\right]=Q^{10}-Q^{30}-40^{5}29^{30}-40^{5}29^{10}$;

8) $\left[Z_{23}^{30}\right]=Щ^{10}-Щ^{30}-40^{5}23^{30}-40^{5}23^{10}$;

9) $\left[Z_{38}^{25}\right]=h^{25}-h^{0}-38^{25}27^{15}-27^{15}40^{5}-27^{0}40^{5}-38^{0}27^{0}$;

10) $\left[Z_{27}^{15}\right]=N^{0}-N^{15}-27^{15}40^{5}-27^{0}40^{5}$;

11) $\left[Z_{25}^{15}\right]=Ю^{15}-Ю^{0}-25^{15}40^{5}-27^{0}40^{5}-27^{0}25^{0}$;

12) $\left[Z_{19}^{10}\right]=C^{0}-C^{10}-19^{10}40^{5}-30^{0}40^{5}-30^{0}19^{0}$;

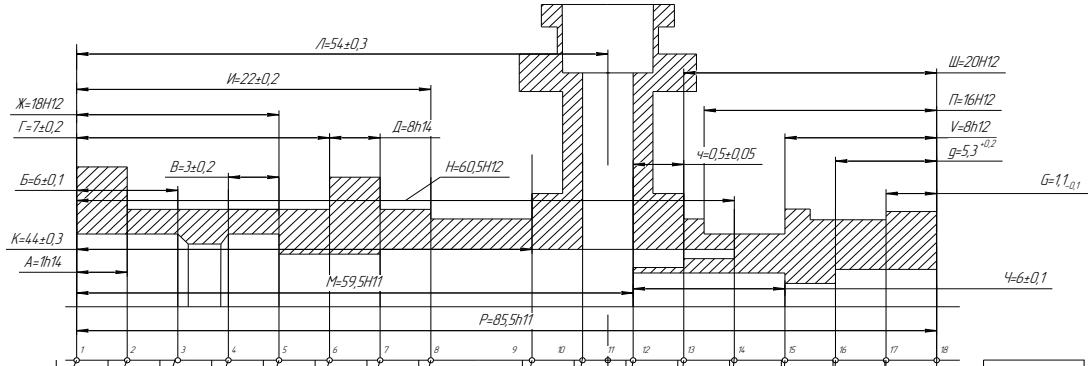
13) $\left[Z_{29}^{10}\right]=Q^{0}-Q^{10}-29^{10}40^{5}-30^{0}40^{5}-40^{5}29^{10}$;

14) $\left[Z_{30}^{10}\right]=W^{0}-W^{10}-30^{10}40^{5}-30^{0}40^{5}$;

15) $\left[Z_{26}^{10}\right]=Я^{0}-Я^{10}-26^{10}40^{5}-27^{0}40^{5}-27^{0}26^{0}$;

16) $\left[Z_{23}^{10}\right]=Щ^{0}-Щ^{10}-23^{10}40^{5}-30^{0}40^{5}-23^{0}30^{0}$;

17) $\left[Z_{34}^{30}\right]=Ф^{10}-Ф^{30}-34^{30}40^{5}-34^{10}40^{5}$.



№оп.	z	TA_i	Операционные размеры
035	$z^{60}_{1min}=0,025$ $z^{60}_{1max}=0,315$ $z^{60}_{5min}=0,025$ $z^{60}_{5max}=0,215$ $z^{60}_{10min}=0,025$ $z^{60}_{10max}=0,312$	$TГ^{60}=0,095$ $TИ^{60}=0,117$ $TФ^{60}=0,112$	$Г^{60}=99\pm0,05$ $И^{60}=320,9_{-0,1}$ $Ф^{60}=283,1^{+0,112}$
030 (4)	$z^{55(2)}_{2min}=0,1$ $z^{55(2)}_{2max}=1,45$	$TS^{55(2)}=0,31$ $TS^{55(1)}=1,03$	$S^{55(2)}=4,94\pm0,15$ $S^{55(1)}=4,94,8\pm0,5$
030 (3)	$z^{50}_{6min}=0,1$ $z^{50}_{6max}=1,264$ $z^{50}_{17min}=0,1$ $z^{50}_{17max}=1,05$	$TV^{50}=0,161$ $TH^{50}=0,074$	$V^{50}=4,90\pm0,1$ $H^{50}=52_{-0,074}$
030 (2)	$z^{50(2)}_{11min}=0,1$ $z^{50(2)}_{11max}=0,352$	$TИ^{50(2)}=0,052$	$И^{50(2)}=22,25^{-0,052}$
030 (1)	$z^{50}_{4min}=0,1$ $z^{50}_{4max}=0,89$ $z^{50}_{13min}=0,1$ $z^{50}_{13max}=0,89$	$TИ^{50}=0,19$ $TФ^{50}=0,19$ $TK^{50}=0,3$ $TИ^{50(1)}=0,21$ $TV^{50}=0,3$	$И^{50}=32,1_{-0,19}$ $Ф^{50}=282,9^{+0,19}$ $Ж^{50}=16\pm0,2$ $Ти^{50(1)}=22,56_{-0,21}$ $V^{50}=4,90\pm0,1$
025 (5)	$z^{45}_{7min}=0,2$ $z^{45}_{7max}=0,74$	$TG^{45}=0,31$	$G^{45}=390,5_{-0,3}$
025 (4)	$z^{40}_{15min}=0,2$ $z^{40}_{15max}=2,38$	$TQ^{40}=0,31$	$Q^{40}=319,7_{-0,3}$
025 (3,2)	$z^{35(2)}_{3min}=0,2$ $z^{35(2)}_{3max}=1,12$ $z^{35(2)}_{5min}=0,1$ $z^{35(2)}_{5max}=1,12$	$TR^{35(2)}=0,215$ $TL^{35(2)}=0,215$ $TB^{35(2)}=0,3$	$R^{35(2)}=462,8_{-0,215}$ $L^{35(2)}=411,6_{-0,215}$ $B^{35(2)}=16_{-0,215}$
025 (1)	$z^{35(1)}_{5min}=0,2$ $z^{35(2)}_{5max}=4,2$	$TR^{35(1)}=0,69$ $TL^{35(1)}=0,69$	$R^{35(1)}=463,7_{-0,7}$ $L^{35(1)}=412,5_{-0,7}$
020	$z^{30}_{5min}=0,2$ $z^{30}_{5max}=2,67$ $z^{30}_{8min}=0,2$ $z^{30}_{8max}=3,83$ $z^{30}_{10min}=0,2$ $z^{30}_{10max}=?$ $z^{30}_{12min}=0,2$ $z^{30}_{12max}=4,43$ $z^{30}_{13min}=0,2$ $z^{30}_{13max}=3,35$ $z^{30}_{17min}=0,2$ $z^{30}_{17max}=4,62$	$TF^{30}=0,41$ $TФ^{30}=0,58$ $TK^{30}=0,21$ $TИ^{30}_1=0,21$ $TH^{30}=0,3$ $Tu^{30}=0,58$ $TV^{30}=0,79$	$F^{30}=117\pm0,2$ $Ф^{30}=282,2^{+0,58}$ $K^{30}=24,2\pm0,1$ $И^{30}_1=25,5\pm0,1$ $H^{30}=52,3_{-0,3}$ $u^{30}=321,8_{-0,58}$ $V^{30}=490,6\pm0,35$
015 (4,5)	$z^{25}_{1min}=0,1$ $z^{25}_{1max}=1,28$	$Tv^{25}=0,35$ $TP^{25}=0,54$	$v^{25}=118,7^{+0,35}$
015 (2,3)	$z^{20}_{18min}=0,1$ $z^{20}_{18max}=1,6$	$TP^{20}=0,62$ $TQ^{20}=0,75$	$P^{20}=510,7\pm0,3$ $Q^{20}=321,9_{-0,75}$
015 (1)	$z^{15}_{5min}=0,4$ $z^{15}_{5max}=3,2$	$TL^{15}=1,73$	$L^{15}=416,1_{-1,7}$
010	$z^{10}_{13min}=0,4$ $z^{10}_{13max}=5,1$ $z^{10}_{10min}=0,4$ $z^{10}_{10max}=4,45$ $z^{10}_{8min}=0,4$ $z^{10}_{8max}=5,86$ $z^{10}_{6min}=0,4$ $z^{10}_{6max}=3,75$	$Tγ^{10}=1,4$ $Tu^{10}=1,48$ $TK^{10}=0,26$ $TИ^{10}_1=0,9$ $TФ^{10}=1,48$ $TF^{10}=1,2$	$γ^{10}=374,4\pm0,7$ $u^{10}=324,7_{-1,5}$ $K^{10}=24,8^{+0,26}$ $И^{10}_1=29,1\pm0,26$ $Ф^{10}=281^{+1,2}$ $F^{10}=119,3\pm0,6$
005	$z^{5}_{1min}=0,4$ $z^{5}_{1max}=3$ $z^{5}_{18min}=0,4$ $z^{5}_{18max}=6,8$	$TГ^{5}=1,2$ $TP^{5}=1,0$	$Г^{5}=93,9\pm0,6$ $P^{5}=511,6\pm0,5$
000		$TГ^{0}=1,4(\pm0,7)$ $TM^{0}=1,9(\pm0,95)$ $TЛ^{0}=1,9(\pm0,95)$ $TИ^{0}_1=0,9(\pm0,45)$ $TK^{0}=0,9(\pm0,45)$ $TE^{0}=0,9(\pm0,45)$ $TP^{0}=2,8(\pm1,4)$	$Г^{0}=95,6\pm0,7$ $M^{0}=262,8\pm1$ $Л^{0}=185,5\pm0,95$ $И^{0}_1=34,5\pm0,45$ $K^{0}=25,6\pm0,45$ $E^{0}=27,5\pm0,45$ $P^{0}=516,9\pm$

Рисунок 9 – Схема линейных размеров

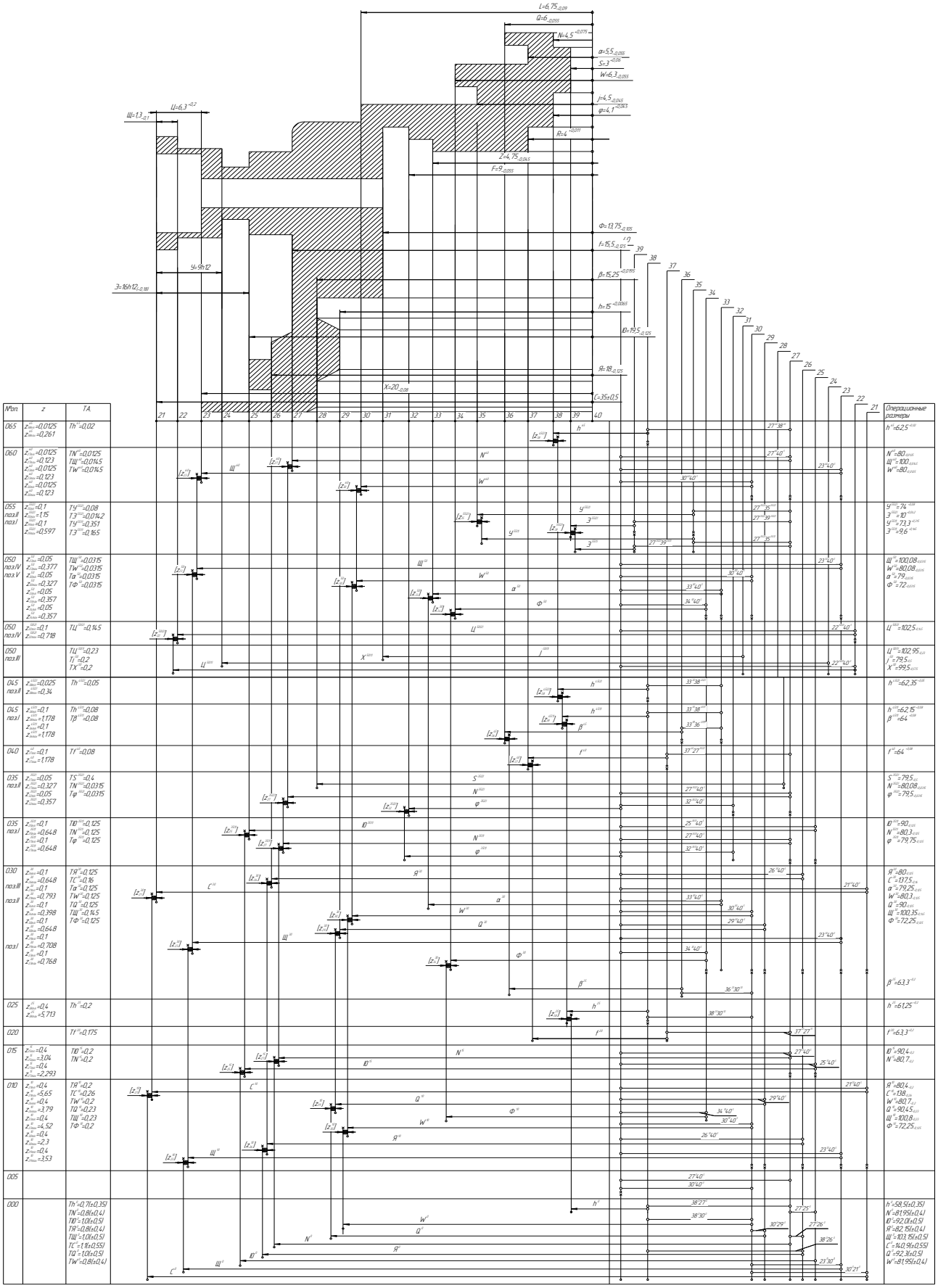


Рисунок 10 – Схема диаметральных размеров

2.3.2 Проверка точности разработанного технологического процесса

На основании построенных уравнений проводим проверку точности разработанного технологического процесса.

По схеме линейных размеров:

1) $[Б] = P^{25} - R^{25(2)}$

$ТБ \geq TP^{25} + TR^{25(2)}$

$0{,}8 \geq 0{,}54 + 0{,}215$

$0{,}8 \geq 0{,}755$ - условие выполнено.

2) $[A] = P^{25} - C^{20(2)}$

$TA \geq TP^{25} + TC^{20(2)}$

$1 \geq 0{,}54 + 0{,}31$

$1 \geq 0{,}85$ - условие выполнено.

3) $[Ш] = Q^{25} - P^{25} + G^{25}$

$ТШ \geq TQ^{25} + TP^{25} + TG^{25}$

$1{,}2 \geq 0{,}31 + 0{,}54 + 0{,}31$

$1{,}2 \geq 1{,}16$ - условие выполнено.

4) $[Д] = P^{25} - Q^{25}$

$ТД \geq TP^{25} + TQ^{25}$

$1 \geq 0{,}54 + 0{,}31$

$1 \geq 0{,}85$ - условие выполнено.

Проведенные расчеты показывают, что разработанный технологический процесс обеспечивает достижение заданной точности.

2.3.3 Расчет межоперационных размеров и размеров заготовки

На основании построенных схем и уравнений производим расчет межоперационных размеров и размеров заготовки.

По схеме диаметральных размеров. Расчет проводим по уравнению:

$$\left[Z_{25}^{35}\right] = Ю^{30} - Я^{35}$$

Известно: $z_{25\min}^{35} = 0{,}025$; $Я^{35} = 18_{-0{,}42}$; $TЮ^{30} = 0{,}25$; $\Delta_н Я^{35} = 0{,}25$;

$Z_{25\min}^{35} = Ю_{\min}^{30} - Я_{\max}^{35}$

$Ю_{\min}^{30} = Z_{25\min}^{35} + Я_{\max}^{35}$

$Ю_{\min}^{30} = 0{,}025 + 18 = 18{,}025$

$Ю_{ном}^{30} = Ю_{\min}^{30} - \Delta_н Ю^{30} = 18{,}025 - (-0{,}25) = 18{,}275$

$$\boxed{Ю^{30} = 18{,}275_{-0.25}}$$

$2Ю^{30} = 36{,}55_{-0{,}5}$

$Z_{25\max}^{35} = Ю_{\max}^{30} - Я_{\min}^{35} = 18{,}275 - 17{,}58 = 0{,}695$

$$\boxed{Z^{35}_{25max} = 0{,}695}$$

По схеме линейных размеров. Расчет проводим по уравнению:

$$\left[Z^{20}_{27}\right] = N^{25(2)} - N^{30} - 27^{30}40^{5} - 27^{25(2)}40^{5}$$

Известно: $Z^{20}_{27min} = 0{,}0125$; $N^{25(2)} = 80_{-0.0125}$; $TN^{25(2)} = 0{,}0315$;

$$\Delta нN^{25(2)} = -0{,}0315\ ;\ 27^{20},40^{5} = 0 \pm 0{,}006\ ;\ 27^{25(2)},40^{5} = 0 \pm 0{,}0025$$

$$Z^{20}_{27min} = N^{25(2)}_{min} - N^{30}_{max} - 27^{30},40^{5}_{max} - 27^{25(2)},40^{5}_{max}$$

$$N^{25(2)}_{min} = Z^{20}_{27min} + N^{30}_{max} + 27^{30},40^{5}_{max} + 27^{25(2)},40^{5}_{max}$$

$$N^{25(2)}_{min} = 0{,}0125 + 80 + 0{,}006 + 0{,}025 = 80{,}0435$$

$$N^{25(2)}_{ном} = N^{25(2)}_{mix} - \Delta нN^{25(2)} = 80{,}0435 - 0{,}0315 = 80{,}075$$

$$N^{25(2)} = 80{,}08_{-0{,}0315}$$

$$Z^{20}_{27max} = N^{25(2)}_{max} - N^{25(2)}_{min} - 27^{30},40^{5}_{min} - 27^{25(2)},40^{5}_{min}$$

$$Z^{20}_{27max} = 80{,}08 - 79{,}9875 - (-0{,}006) - (-0{,}025) = 0{,}1255$$

$$\boxed{Z^{20}_{27max} = 0{,}125}$$

В ходе расчетов получаем исходные размеры заготовки в соответствии с рисунком 11.

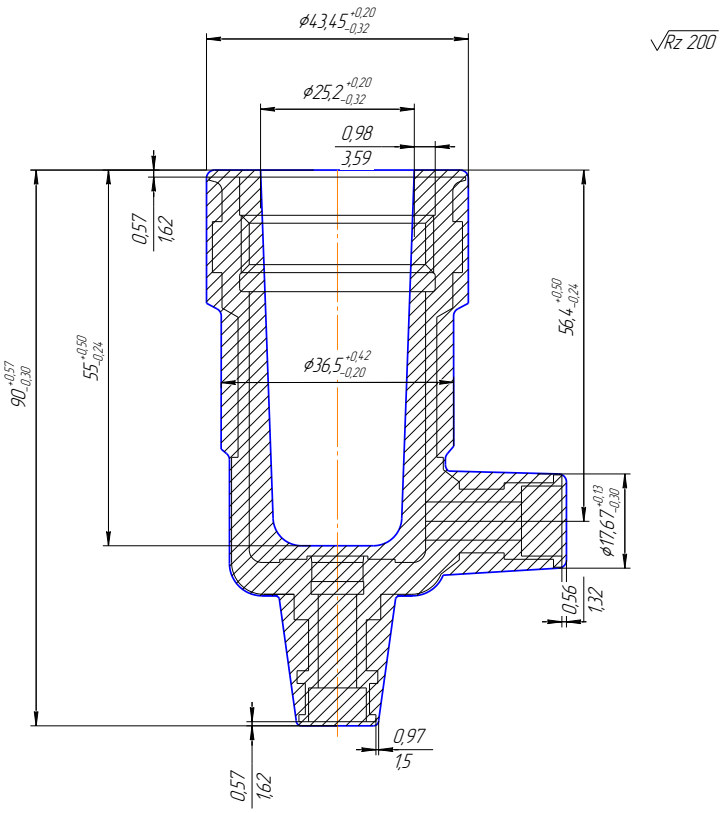


Рисунок 11 – Исходные размеры заготовки

2.4 Расчет режимов резания, определение силы резания, проверка оборудования по мощности

Расчет режимов резания выполняется на операцию 005 токарную с ЧПУ, I позиция. Станок: токарный с ЧПУ модели EEN400, материал заготовки – сталь 12Х21Н5Т-ВД ТУ 14-1-1283-75.

Переход I. Производится черновое точение торца в размер 55±0,2. Необходимо выбрать режущий инструмент, рассчитать режимы резания и скорректировать по паспортным данным станка.

Выбираем резец проходной с пластинами из твердого сплава ВК8.

Назначаем режимы резания t=3; Д=44; подача по нормативам S=0,1.

Определяем скорость резания [2]

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

где C_v=350, m=0,2, x=0.15, y=0,35,.

$$V = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 3^{0,15} \cdot 0,1^{0,35}} \cdot 0,84 = 44 м/мин$$

Определяем частоту вращения шпинделя станка [2]

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

$$n = \frac{1000 \cdot 44}{3,14 \cdot 44} = 318 \text{ об/мин}$$

Корректируем частоту вращения шпинделя по станку n= 300 об/мин. Тогда действительная скорость резания будет равна [2]

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

$$V = \frac{3,14 \cdot 44 \cdot 300}{1000} = 41,44 \text{ м/мин}$$

Определяем силу резания

$$Pz = Cp \cdot t^x \cdot S^y \cdot v^n \cdot K_{мп}$$

где C_p=300; x=1; y=0,75; n=-0.15;

$$K_{мп} = \left(\frac{\delta_в}{750}\right)^n = \left(\frac{500}{750}\right)^{0,75} = 0,74$$

$$Pz = 300 \times 3^1 \times 0,1^{0,75} \times 41,44^{-0,15} \times 0,74 = 670 \text{ Н}$$

Определяем мощность по формуле [2]

$$N_{рез} = \frac{Pz \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{670 \cdot 41,44}{1020 \cdot 60} = 0,45 \text{ кВт}$$

Проверяем достаточна ли мощность привода станка. У станка EEN400 $N_{ШП}$=7,5х0,8 кВт;

$$N_{рез} \le N_{шп} \text{ ;}$$

0,45 < 6, то есть обработка возможна. Остальные значения сводим в таблицу 4.

Таблица 4 – Режимы резания

№ оп., оборуд.	№ перехода, позиции	B или D	L	t	i	S	n	V
005,EEN400	I поз.	44	27	3	2	0.1	300	41.44
	II поз.	25	58	2.5	1	0.1	200	15.7
	III поз.	27.5	59,5	2.5	2	0.1	200	17
	IV поз.	41	29	4	2	0.1	200	25.7
010, EEN400	I поз.	15	14	3	2	0,1	315	19
	II поз.	15	14	1,2	1	0,1	315	19
	III поз.	6	32	3	1	0,1	315	5
015, W100B CNC	I поз.	27,5	45	2,5	2	0,1	200	17
	II поз.	18	45	2	2	0,1	200	11
	III поз.	8	10	1,5	2	0,05	250	6,3
	IV поз.	30,5	70	3	1	0,05	200	19
	V поз.	30	28	1,5	2	1,5	200	19
020, EEN400	I поз.	20,5	15	4	3	0,1	315	20
	II поз.	6	32	3	1	0,1	315	5
	III поз.	20,5	19	3	1	0,1	315	20
	IV поз.	14,5	14	7	2	0,05	315	14
	V поз.	14,5	11	0,5	1	0,1	315	14
	VI поз.	11	9	2,6	3	0,05	315	11
025, EEN400	I поз.	19	12	1	1	0,1	315	19
	II поз.	19	20	3	3	0,1	315	19
	III поз.	12	3	4,9	2	0,05	315	12
	IV поз.	12.6	7	8	1	0,05	315	13
	V поз.	9	9	1	1	0,05	300	10
030, EEN400	I поз.	40	27	0,5	1	0,1	250	31
	II поз.	40	12	1,5	1	0,05	200	25
	III поз.	39	12	1,5	1	0,1	200	25
	IV поз.	36	27	2	1	0,1	250	28
035, 6M13П		14	30	1,5	1	20	500	22

2.5 Нормирование технологических операций

Нормирование выполняется на операцию 005 токарную. Определяем основное время на данную операцию [13]:

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

где L – длина рабочего хода резца;

i – число проходов;

n – частота вращения шпинделя станка;

S – подача.

I позиция: $To = \frac{27}{0{,}1 \cdot 300} \cdot 2 = 1{,}8 мин$,

II позиция: $To = \frac{58}{0{,}1 \cdot 200} \cdot 1 = 2{,}9 мин$.

III позиция: $To = \frac{59{,}5}{0{,}1 \cdot 200} \cdot 2 = 5{,}95 мин$

IV позиция: $To = \frac{29}{0{,}1 \cdot 200} \cdot 2 = 2{,}9 мин$

$$To = 1{,}8 + 2{,}9 + 5{,}95 + 2{,}9 = 13{,}55 мин$$

Вспомогательное время.
Время на установку и снятие детали $Туст_1$=3,1 мин.
Время на установку и перемещение детали $Туст_2$=0,9 мин.

Тобщ.уст=3,1+0,09=4 мин.

Вспомогательное время на операцию Твсп.=0,24 мин.
Вспомогательное время на контрольные измерения:
I позиция: $t_{изм}$=0,16+0,26=0,42 мин
II позиция: $t_{изм}$=0,1
III позиция: $t_{изм}$=0,2
IV позиция: $t_{изм}$=0,15
Тобщ.изм=0,42+0,1+0,2+0,15=0,87мин

Твсп.опер.= Тобщ.уст+ Твсп.+ Тобщ.изм

Твсп.опер.=4+0,24+0,87=5,11 мин.

Определяем Тшт на данную операцию:

$$Тшт = (To + Твсп.опер) \cdot К, мин$$

К=1,08 – коэффициент на организацию, техническое обслуживание рабочего места, отдых, естественные нужды.

Тшт=(13,55+5,11)·1,08=20,15 мин

Подготовительно-заключительное время на партию деталей:
а) на наладку станка, инструмента, принимается t=10 мин;
б) на дополнительные приемы t=1,5 мин;
в) на получение инструмента и сдача их после окончания обработки t=5.

Тпз=10+1,5+5=16,5 мин

Расчет на остальные операции производится аналогично, результаты сведены в таблицу 5.

Таблица 5 – Нормы времени

№ оп., оборуд.	То, мин	Твсп, мин	Тп.з, мин	Тшт, мин
005, EEN400	13,55	5,11	16,5	20,15
010,EEN400	2,78	2,82	16,5	6,07
015, W100BCNC	13,02	6,81	19	21,41
020,EEN400	7,06	3,74	16,5	11,67
025, EEN400	5,76	2,49	16,5	8,91
030, EEN400	9,72	5,11	16,5	16,02
035, 6М13П	3,0	4,7	24	8,32

Выводы по разделу два

В этом разделе рассмотрена деталь «Корпус» и произведен анализ технологичности, а так же определен ряд конструкторских предложений по улучшению технологии изготовления детали.

Определено количество переходов и их последовательность для достижения точности и шероховатости при обработке поверхностей, а так же произведено формирование операций.

Произведен расчет минимально требуемых припусков под обработку для всех обрабатываемых поверхностей. По итогам размерного анализа построен эскиз заготовки.

Выполнены расчеты режимов резания и нормирование технологического процесса.

3 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ

3.1 Проектирование расточного приспособления

3.1.1 Разработка теоретической схемы базирования

Базирование обрабатываемой детали при расточке производим по диаметрам Ø40h11и Ø 36 h12, так как эти поверхности и дают минимальную погрешность базирования.

В соответствии с рисунком 12 приведена теоретическая схема базирования.

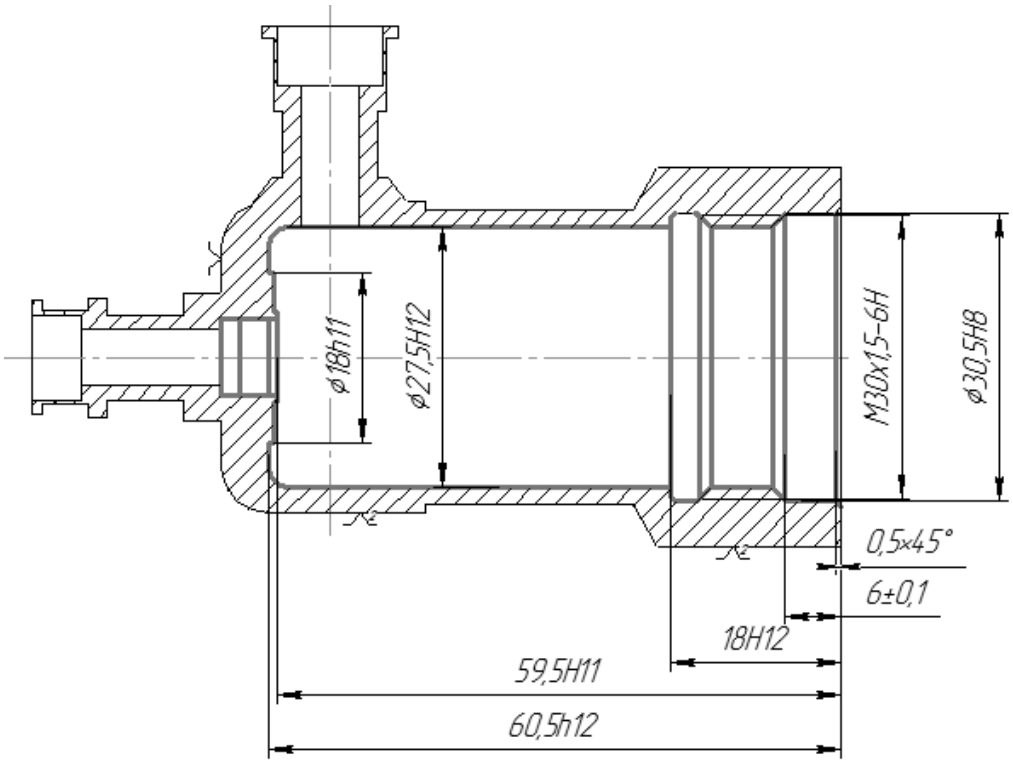


Рисунок 12 – Теоретическая схема базирования

3.1.2 Проектирование схемы приспособления и расчет его элементов

Схема приспособление приведена в соответствии с рисунком 11. Деталь устанавливается на две поверхности Ø40h11и Ø 36 h12 в призмы сборок поз. 1 и поз. 2. Зажим детали производится с помощью двух пневмоцилиндров. Фиксация приспособления на столе станка производится двумя шпонками поз. 4. Закрепление приспособления на станке производится через четыре паза на установочной плите.

Рассчитаем элементы приспособления. Определим необходимое усилие зажима Q, в Н, по формуле [4] и расчетной схеме, показанной на рисунке 13.

$$Q = 0.758(D^2 - d^2) \cdot P_p \cdot \eta \cdot i$$

где D- диаметр цилиндра,

d- диаметр штока,

Pp- 4 кгс/см^2 - рабочее давление сжатого воздуха,

η = 0,85…0,90 -КПД цилиндра,

i =1,36 – передаточное отношение прижима.

$$Q = 0.785(70^2 - 22^2) \cdot 4 \cdot 0{,}9 \cdot 1{,}36 = 16029$$

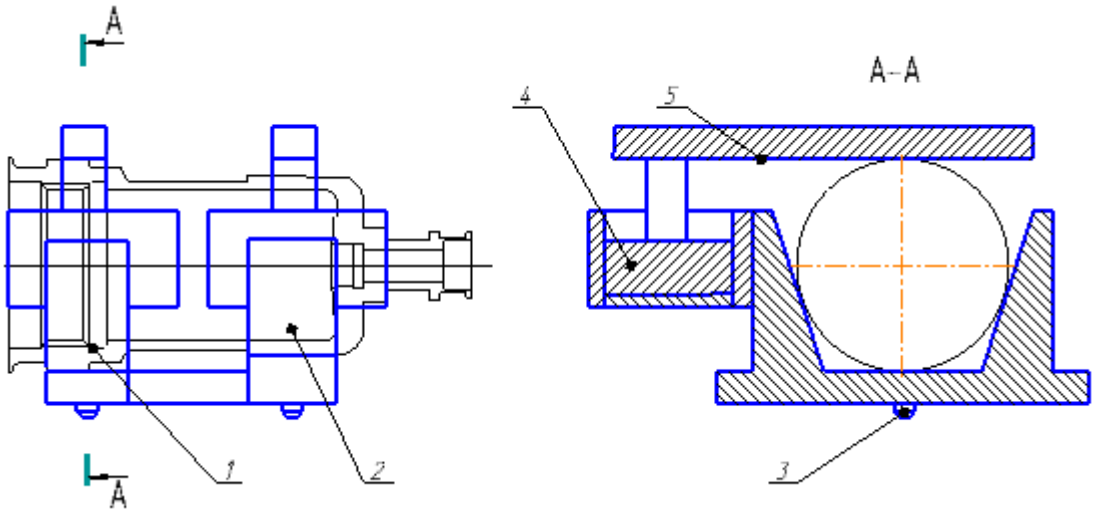


Рисунок 13 – Схема приспособления

Рассчитаем силу зажима при обработке в призме по формуле:

$$W = \frac{K}{f} \cdot \sin\frac{\alpha}{2} \cdot \sqrt{P_1^2 + P_2^2 + P_3^2}$$

где К – коэффициент запаса,

f - коэффициент трения на рабочих поверхностях зажимов. Для гладких повепхностей f= 0,25

$$K = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 = 1{,}5 \cdot 1{,}15 \cdot 1 = 1{,}725$$

K_1= 1,5 – гарантированный коэффициент запаса;

K_2= 1,15 – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания при прогрессирующем затуплении инструмента;

K_3= 1 – коэффициент, учитывающий постоянство сил зажима;

f = 0,25 – коэффициент трения для гладких рабочих поверхностей.

3.1.3 Компоновка приспособления

Расточное приспособление приведено в соответствии с рисунком 14. Приспособление предназначено для растачивания отверстий ⌀30,5H8, ⌀27,5H12.

Приспособление состоит из корпуса 1 на котором с помощью винтов крепятся стойки на которых расположены два пневмоцилиндра 2. При подаче воздуха в верхнюю часть пневмоцилиндров, шток тянет вниз тягу и прижим 14, тем самым прижимая деталь к призмам.

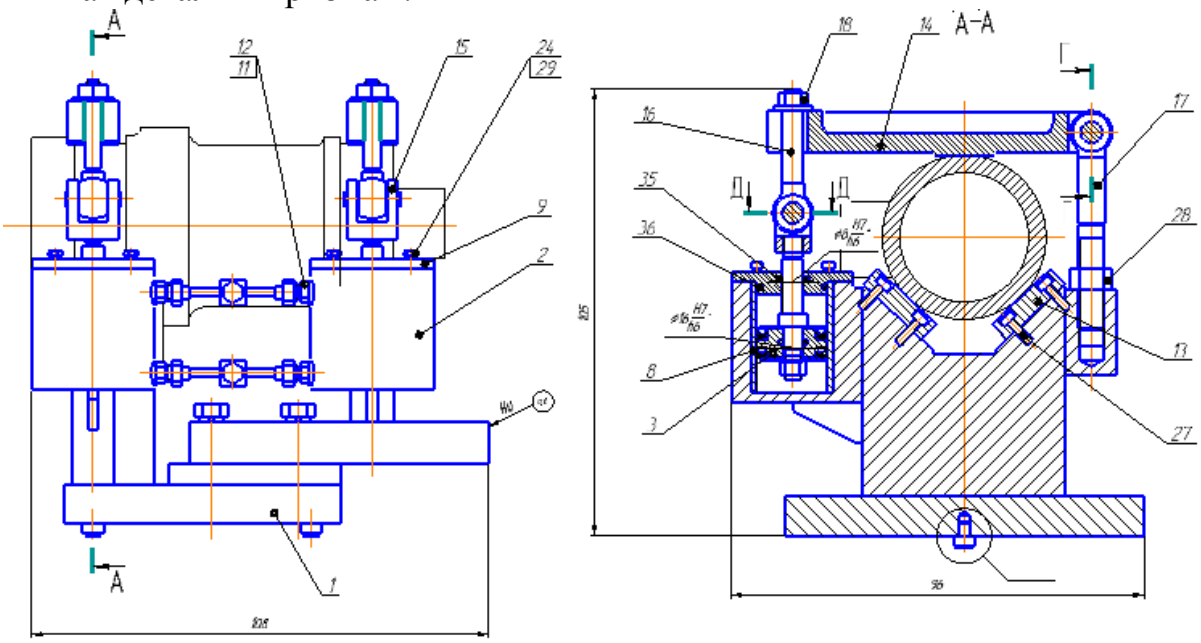


Рисунок 14 – Приспособление фрезерное

3.1.4 Расчет погрешности базирования

Рассчитаем погрешность базирования $\Delta_б$ по формуле [1] для размера 205±0,1.

$$\frac{y}{2} \geq \Delta_б = \frac{y_1}{2} + P \cdot (d_{вн} - d_{св}) \cdot \frac{h+b}{l}$$

где y = 0,2 – допуск на межцентровое расстояние отверстий в детали;

y_1 = 0,02 – допуск на межцентровое расстояние отверстий сменных рабочих втулок в кондукторной плите;

$d_{вн}$ = + 0,018 – верхнее отклонение диаметра отверстия рабочей втулки, в мм;

$d_{св}$ = - 0,018 – нижнее отклонение диаметра сверла, в мм;

h = 0 – расстояние между торцом втулки и заготовкой, в мм;

b = 14 – глубина сверления, в мм;

l = 40 – длина направляющей отверстия рабочей втулки, в мм;

P = 0,35 - коэффициент, учитывающий наиболее вероятную величину перекоса сверла.

$$\Delta_б = \frac{0{,}02}{2} + 0{,}35 \cdot (0{,}018 + 0{,}018) \cdot \frac{0+14}{40} = 0{,}014$$

Таким образом y > $2\Delta_б$ (0,2 > 0,014).

3.2 Проектирование сверла для глубокого сверления

Рассчитаем длину сверла для сверления отверстия ∅6 и длиной 57,5мм. В данном случае необходимо учитывать размеры: длинны на переточку сверла, глубины отверстия; длина хвостовика.

Длину сверла рассчитываем по формуле:

$$L=N+W+B+F+LA$$

где N - Длина под переточку;

N = H-D= 25-6=19мм;

D=6мм - Диаметр сверления;

W =30мм - Глубина отверстия;

B = 19,5мм - Место для отвода стружки;

F = 20мм

LA = 40мм - Длина хвостовика;

Длину канавки находим по формуле:

$$LS = N + W + B$$

LS =20+57,5+19,5=97мм

L = 20+57,5+19,5+20+40=157мм

Геометрия сверла представлена на рисунке 15.

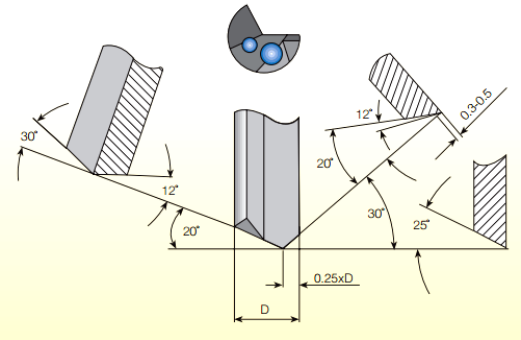


Рисунок 15 – Геометрия сверла

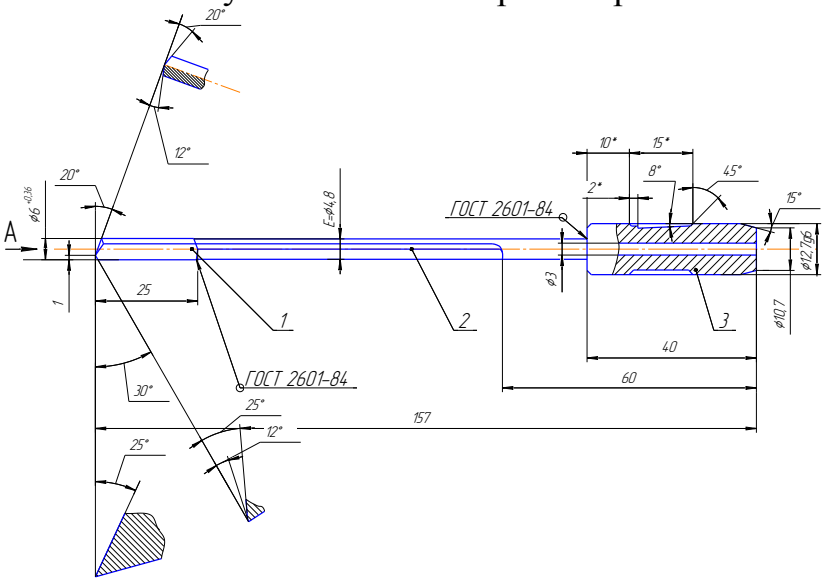


Рисунок 16 – Сверло для глубокого сверления

3.3 Проектирование приспособления для контроля торцевого и радиального биения

3.3.1 Выбор схемы контроля

Измерение радиального и торцового биения производится при вращении детали на оправке в соответствии с рисунком 17.

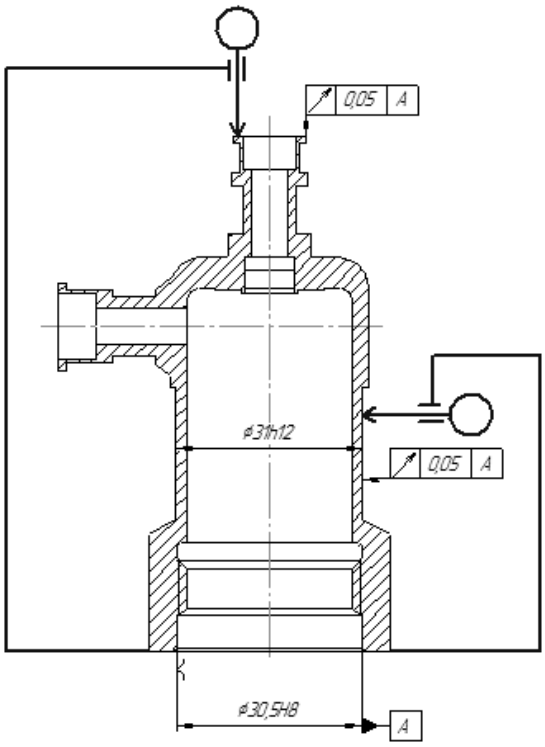


Рисунок 17 – Схема контрольного приспособления

При снятии замеров по данной схеме контроля индикатор показывает истинное значение контролируемого параметра.

3.3.2 Компоновка приспособления

Контрольное приспособление приведено в соответствии с рисунком 18. Приспособление предназначено для контроля радиального и торцового биения относительно отверстия ϕ30,5H8.

Приспособление состоит из корпуса 3 на котором с помощью винтов крепятся стойки на которую с помощью штифтов 32, гайки с шайбой 28, 30 крепится штатив 4, пружина 5 необходима для регулирования высоты штатива.

По штативу с помощью винта 9 и хомутика 10 перемещается лапка с закрепленным на ней индикатором.

Контролируемая деталь устанавливается на оправку которая установлена на основание корпуса. При подаче воздуха в верхнюю часть пневмокамеры шток движется вверх при этом шток давит на гидропластовую прокладку, за счет которой тонкостенная втулка оправки зажимает деталь.

Вращение детали производится с помощью ручек. Для предотвращения проворота установлен подшипник.

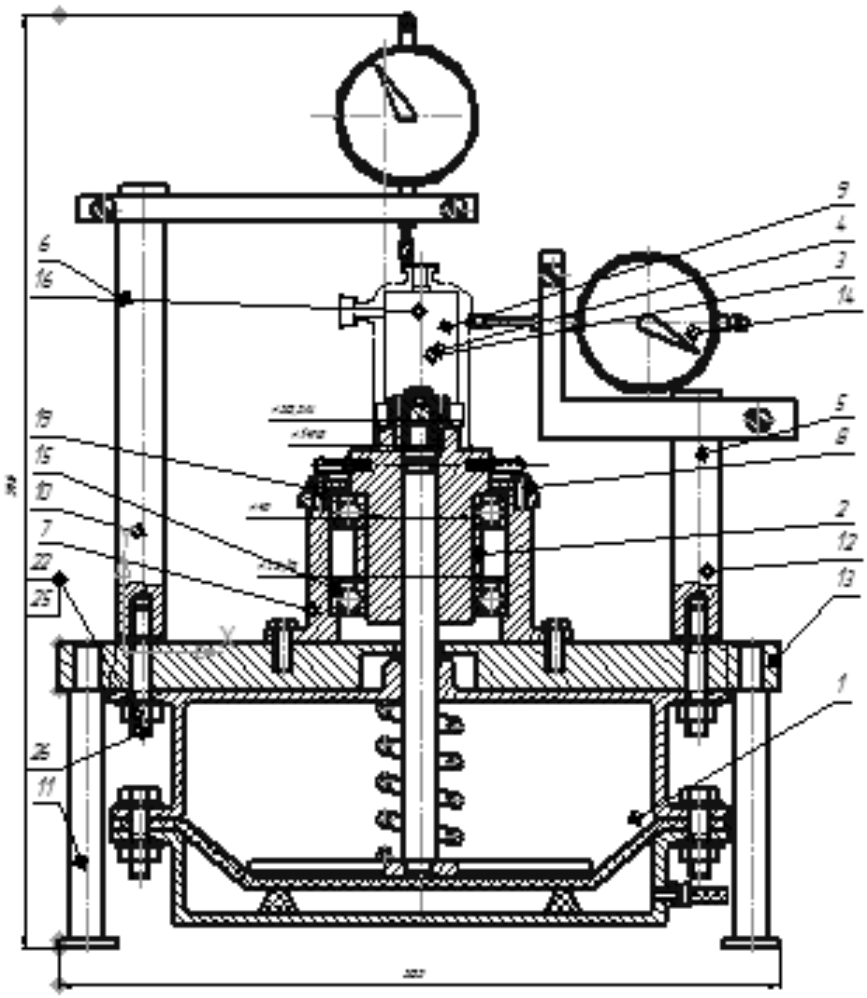


Рисунок 18 – Контрольное приспособление

Перед началом измерения устанавливается эталонная деталь подводится индикатор и устанавливается на 0, После этого эталонная деталь снимается и устанавливается контролируемая деталь и производится измерение детали.

3.3.3 Расчет погрешности измерения приспособления

Любому методу контроля свойственна погрешности измерения. Систематические погрешности вызываются конструктивными особенностями самого измерительного устройства и принятого метода измерения. Допускаемая погрешность измерения включает случайные и неучтенные систематические погрешности измерения и является наибольшей допустимой погрешностью измерения.

Погрешность среднего измерения (инструментальная конструктивная погрешность)

$$\Delta_{сум} = \sqrt{\Delta_1^{\ 2} + \Delta_2^{\ 2} + \Delta_o^{\ 2}}$$

где Δ_1 – случайная погрешность измерения;

Δ_2 – средняя погрешность вариаций;
Δ_1 – относительная погрешность.

$$\Delta_1 \leq 6\,\delta = 6 \cdot 0{,}004 = 0{,}024\text{мм}$$

$\delta = 0{,}004$ мм

Средняя погрешность вариаций в показаниях индикатора принимается [4]

$$\Delta_2 \leq 0{,}1 \cdot Тр = 0{,}1 \cdot 0{,}05 = 0{,}012\text{мм}$$

где Тр – допуск измеряемого размера, т.е., т.е. 0,05 мм

Решающее значение о правильности выбора конструкции измерительного устройства имеет не абсолютная, а относительная погрешность, выраженная в % к допуску проверяемого элемента, т.е. 0,15%

$$\Delta о = \frac{Т_р \cdot 100\%}{15\%}$$

$$\Delta о = \frac{0{,}05 \cdot 100\%}{15\%} = 0{,}03\,\text{мм}$$

Следовательно, предельная суммарная погрешность измерения составляет

$$\Delta_{сум} = \sqrt{0{,}024^2 + 0{,}012^2 + 0{,}03^2} = 0{,}03\text{м},$$

Действительная средняя квадратичная погрешность контрольного приспособления

$$G \leq \frac{\Delta_{сум}}{3}$$

$$G \leq \frac{0{,}03}{3} = 0{,}01 \text{ мм}$$

Основная погрешность приспособлений, включающих индикатор и работающих при температуре 25 ^{0}С и относительной влажности до 80% , не должна превышать 0,05 мм согласно ОСТ 92-2747-69.

Таким образом, погрешность измерения приспособлением не выходит за пределы допустимого, т.е. 0,01 мм $\leq$ 0,05 мм.

Выводы по разделу три

В конструкторском разделе спроектированы приспособления: приспособление расточное, для контроля торцевого и радиального биения. Также разработана конструкция сверла для глубокого сверления. Разработанное приспособление, позволяет сократить время на обработку и зажим детали. Спроектированное приспособление для контроля торцового и радиального биения позволяет контролировать размеры детали во время обработки, тем самым, снижая возможность брака и уменьшая время на контроль размера.

4 СТРОИТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

4.1 Исходные данные для расчета участка механической обработки

Выполнение строительного раздела осуществляется на основе разработанного технологического процесса обработки детали «Корпус».

Для лучшего обзора и анализа, полученных в технологической части проекта результатов, а также для удобства выполнения расчетов в данном разделе составлена таблица 1 исходных данных.

Деталь представитель – Корпус.

Масса детали – 0,16кг.

Масса заготовки – 0,24 кг.

Годовой приведенный выпуск, Nпр – 50000 шт.

Таблица 8 – Исходные данные

№ опер.	Наименование операции	Модель станка	Нормы времени, мин			
			То	Тв	Тпз, мин	Тшт, мин
005	токарная с ЧПУ	EEN400	13,55	5,11	16,5	20,15
010	токарная с ЧПУ	EEN400	2,78	2,82	16,5	6,07
015	расточная с ЧПУ	W100BCNC	13,02	6,81	19	21,41
020	токарная с ЧПУ	EEN400	7,06	3,74	16,5	11,67
025	токарная с ЧПУ	EEN400	5,76	2,49	16,5	8,91
030	токарная с ЧПУ	EEN400	9,72	5,11	16,5	16,02
035	фрезерная	6М13П	3,0	4,7	24	8,32

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.

Произведем расчет количества станков на примере токарной операции.

Число станков для каждой операции определяют по формуле:

$$C_P^I = \frac{t_{шт}}{\tau}$$

где $t_{шт}$ – штучное время выполнения операций, мин;

$$t_{шт} = (t_м + t_{всп}) \cdot \left(1 + \frac{a}{100}\right),$$

$t_м$ – машинное время выполнения операции, мин;

$t_{всп}$ – вспомогательное время выполнения операции, не перекрываемое машинным временем, мин;

$\alpha = 6.10\%$ – процент потерь времени на обслуживание рабочего места и регламентированные перерывы в работе;

τ – такт, выпуска деталей, который определяется по формуле:

$$\tau = \frac{Фо \cdot 60}{Nпр}$$

где Фо – эффективный годовой фонд времени работы оборудования, Фо=3900ч

$$\tau = \frac{3900 \cdot 60}{50000} = 4{,}68\,ч$$

Подставляя полученное значение в формулу, получаем:

$$C_p^I = \frac{20{,}15}{4{,}68} = 4{,}3\,шт$$

Полученное значение C^I_p округляем до ближайшего большего числа и получаем расчетное количество станков Срасч.

В нашем случае Срасч=4

После этого определяем коэффициент загрузки станков на данной операции, который определяется по формуле:

$$К_з = \frac{C_p^I}{C_{рас}}$$

$К_з$=4,3/4=1,07

Для остальных операций расчет количества оборудования приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Расчет количества потребного оборудования

№ опер	Тип и модель станка	Nпр шт	То	Тв	Тшт мин	Sрасч шт	Sпр шт	Кз
005	EEN400	50000	13,55	5,11	20,15	4,1	4	0,78
010	EEN400		2,78	2,82	6,07	1,09	1	0,92
015	W100BCNC		13,02	6,81	21,41	4,57	5	0,91
020	EEN400		7,06	3,74	11,67	2,49	3	0,83
025	EEN400		5,76	2,49	8,91	1,9	2	0,95
030	EEN400		9,72	5,11	16,02	3,42	3	1,14
035	6М13П		3,0	4,7	8,32	1,7	2	0,85

Итого: $\Sigma C_{расч}$=20,07 $\Sigma C_{пр}$=21

Средний коэффициент загрузки станков проектируемого участка определяется по формуле:

$$К_{зср} = \Sigma C_{расч} / \Sigma C_{пр} = 20{,}07/21 = 0{,}95$$

4.2 Определение состава и количества работающих

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).

$$R_{ст} = \frac{T\Sigma}{Ф_р \cdot К_м}$$

где ТΣ– суммарная станкоемкость изготовления деталей на станках данного типа, на участке в станко-часах;

$$T\Sigma = \frac{\Sigma t_{шт} \cdot N}{60} = \frac{15{,}37 \cdot 50000}{60} = 80358 \text{ станко-часов}$$

Фр – эффективный годовой фонд рабочего времени (принимаем 3900);

Км – коэффициент многостаночного обслуживания (принимаем Км=2).

Коэффициент Км зависит от вида оборудования. Для универсальных станков с ручным управлением, как правило, Км=1. Для прутковых токарных и токарно-револьверных полуавтоматов Км=3-8; для многошпиндельных полуавтоматов Км=1-4; для зубообрабатывающих полуавтоматов Км=2-4; для агрегатно-сверлильных, агрегатно-расточных станков Км=1-3; для станком с программным управлением Км=2-3.

При определении числа производственных рабочих пользуются усредненными значениями Км: для мелкосерийного и единичного производства Км=1,1-1,35; для среднесерийного Км=1,3-1,5; для крупносерийного и массового Км=1,9-2,2.

$$R_{ст} = \frac{T\Sigma}{Ф_р \cdot К_м}$$

$$R_{ст} = \frac{803358}{3900 \cdot 2} = 10 \text{ чел}$$

Число станочников можно определить также по числу станков Сп цеха или участка:

$$R_{ст} = \frac{С_п Ф_{эф} К_з К_и}{Ф_{эф} К_м},$$

где $Ф_{эф}$ – эффективный годовой фонд времени работы оборудования (3900ч);

$К_з$ и $К_и$ – коэффициенты соответственно загрузки и использования оборудования ($К_з$ =0,95 и $К_и$=0,9).

$$R_{ст} = \frac{21 \cdot 3900 \cdot 0{,}95 \cdot 0{,}9}{3900 \cdot 2} = 9{,}7 \text{ чел}$$

Принимаем $R_{ст}$=10чел

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.

$$Rвс = Rст \cdot 24\%$$

Rвс =10·0,24=2,4=3 чел

При распределении общей численности вспомогательных рабочих по сменам можно принимать, что в первую смену работают в цехах единичного и мелкосерийного производства 65%, среднесерийного 60%, крупносерийного и массового 55% вспомогательных рабочих.

При укрупненном проектировании численность инженерно-технических работников (ИТР) механических цехов определяют по нормам в зависимости от числа основных станков цеха, а ИТР сборочных цехов в зависимости от числа производственных рабочих.

$$R_{итр}=R_{ст}\cdot 20\%$$

$$R_{итр}=10\cdot 0{,}2=2\text{чел}$$

Число служащих механических сборочных цехов определяют по нормам в зависимости от числа производственных рабочих. Для механических цехов единичного и мелкосерийного производства число служащих составляет 1,2…2,2%, среднесерийного производства 0,9…1,9%, крупносерийного производства 0,6…1,6%, массового производства 0,1…1,4%.

$$К_{сл}=10*1\%=0{,}10=1\text{чел}$$

Определим коэффициент многостаночного обслуживания

Расчетное значение коэффициента многостаночного обслуживания определяется по формуле:

$$К_{мо}=\frac{Т_{ма}+Т_{вн}}{Т_{вн}+Т_{вп}+Т_{п}},$$

где $Т_{ма}$ – машинное автоматическое время То=Тма+Твн;

$Т_{вн}$ – вспомогательное время, не перекрываемое машинным временем;

$Т_{п}$ –время на переход от одного станка к другому.

Величина многостаночности в нашем случае рассчитывается для 010 операции.

$$К_{мо}=\frac{9{,}24+4{,}31}{4{,}31+2+0{,}5}=2$$

Величину коэффициента многостаночного обслуживания можно определить путем построения циклограммы многостаночной работы.

На циклограмме в соответствии с рисунком 19 изображается время работы станка и рабочего, что дает представление о том, каким образом один рабочий может обслужит несколько станков, а также о полноте использования рабочего времени в пределах расчетного цикла. Под циклом многостаночной работы понимается период времени, в течении которого регулярно выполняются одни и те же повторяющиеся работы на всех обслуживаемых рабочим станках. Длительность цикла складывается из машинно-автоматического времени и вспомогательного неперекрываемого времени.

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.

Для остальных операций расчет произведен аналогично и показывает что многостаночность принимается только на 010 операции.

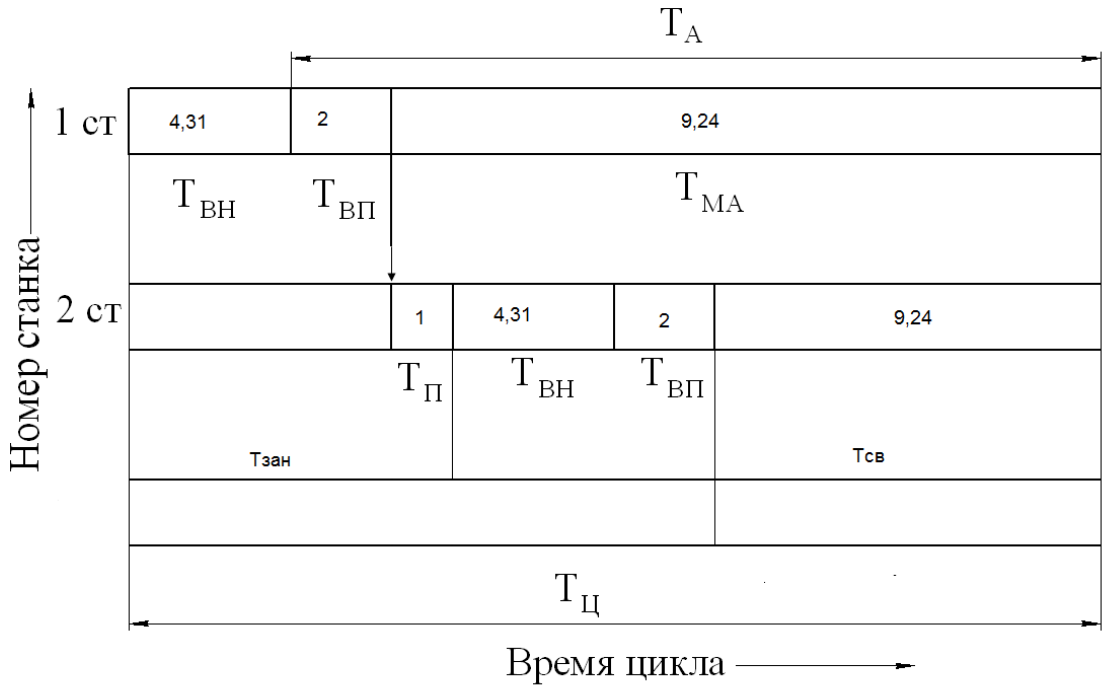


Рисунок 19 - Циклограмма многостаночного обслуживания станков-дублеров

4.3 Выбор типов и определение количества транспортных средств

4.3.1 Расчет подвесного конвейера

В качестве межоперационных транспортных средств применяются подвесные конвейеры.

Основным параметром конвейера является его скорость V (м/мин) и производительность Q (шт./час).

Скорость конвейера определяется по формуле:

$$V = \frac{l}{\tau \cdot n}$$

где τ – такт работы поточной линии, τ=0,395 мин.;

l – шаг подвесок, l=10 м;

n – количество изделий на одной подвеске, n=5 шт.

$$V = \frac{10}{0{,}395 \cdot 5} = 25{,}06 \text{ м/мин}$$

Принимаем скорость движения конвейера V=2,5м/мин.

Производительность определяется по формуле:

$$Q = \frac{V \cdot 60 n}{l}$$

$$Q = \frac{5{,}06 \cdot 60 \cdot 5}{10} = 15 \text{ шт/час}$$

Выбираем грузонесущий подвесной конвейер, изображенный на рисунке 20.

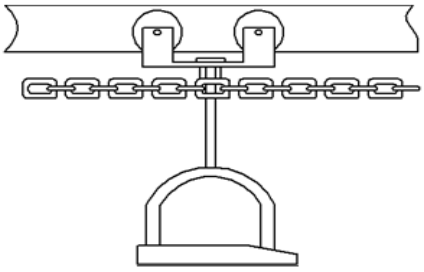


Рисунок 20 — Грузонесущий подвесной конвейер

4.4 Выбор и определение потребного количества мостовых кранов

Потребное количество кранов определяют по формуле:

$$К = \frac{Д \cdot i}{Ф \cdot m} \cdot \frac{\left(\frac{l_{ср}}{V_{ср}} + t_з + t_р\right)}{Ф_и \cdot K_i},$$

где Д – количество перевезенных грузов (контейнеров с деталями) на годовую программу выпуска N деталей.

$$Д = \frac{N \cdot G_i}{G_к}$$

где G_i=0,16 кг – вес одной детали;

$G_к$=58кг – вес контейнера с деталями (50шт + 50кг контейнер);

m=2 – количество рабочих смен в сутки;

Ф=240 – количество рабочих дней в году;

I – количество крановых операций на один перевезенный груз;

$l_{ср}$=40 м – средняя длина пути на одну крановую операцию;

$V_{ср}$=0,5 км/ч=8,33м/мин – средняя скорость движения крана;

$t_з$,$t_р$=2 мин – время на одну загрузку и одну разгрузку;

$Ф_и$=480 мин – номинальный фонд работы крана;

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

Д=50000*0,16/58=137

$$К = \frac{137 \cdot 5}{480 \cdot 2} \cdot \frac{\left(\frac{40}{8,33} + 2 + 2\right)}{480 \cdot 0,85} = 0,9$$

Коэффициент загрузки крана $К_{з\ кр}$ по времени

$$К_{зкр} = \frac{К}{К_n};$$

$$К_{зкр} = \frac{0,9}{1} = 0,9$$

Выбираем кран мостовой однобалочный грузоподъемностью 5т КМОО-1-5 в соответствии с рисунком 21.

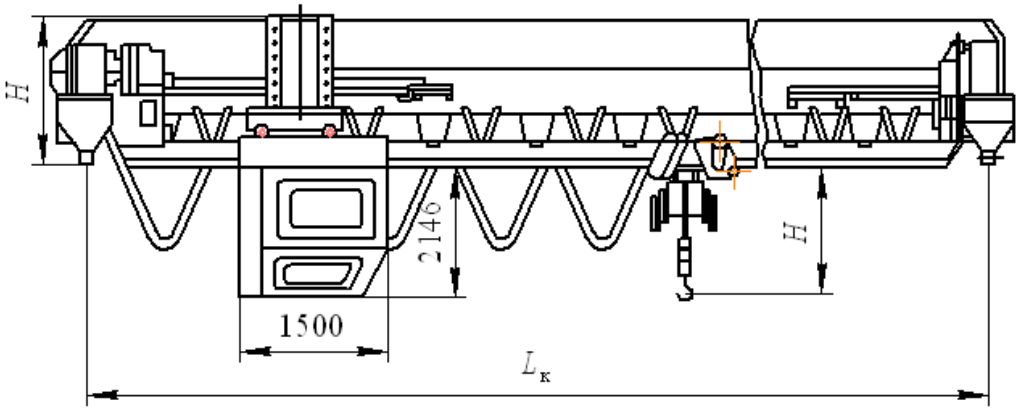


Рисунок 21 − Схема установки однобалочного мостового крана

4.5 Расчет площадей для складирования заготовок и деталей

При большом объеме выпуска изделий целесообразно, чтобы склады металла находились при соответствующих цехах – потребителях. Цеховой склад заготовок предназначен для обеспечения бесперебойного снабжения станков и поточных линий материалами и заготовками.

Площадь цехового склада материалов и заготовок определяются по формуле[14]:

$$Fсз=Q\cdot t/(260\cdot q),$$

где Q – масса заготовок годового объема выпуска,mз=0,24кг; Q=12000кг;

q – средняя допустимая нагрузка на 1 квадратный метр, q=1000кг/м^2;

t – среднее количество рабочих дней, в течении которых заготовки хранятся на складе до поступления на обработку, t=2,5 дней;

Ки – коэффициент использования площади, Ки=0,3.

$$Fсз=12000\cdot 2,5/260\cdot 1000\cdot 0,3=38,4\ м^2$$

Принимаем Fсз=40м^2.

Местом накоплением и хранение окончательно обработанных деталей, ожидающих поступления на сборку, является промежуточный склад.

Потребную площадь для промежуточного склада рассчитывают по формуле:

$$Fсд=Q\cdot t1/(260\cdot q1\cdot Ки),$$

где Q – масса детали годового объема выпуска, mд=0,16кг; Q=8000кг;

q1 – средняя допустимая нагрузка на 1 квадратный метр, q1=100кг/м^2

t1 – число рабочих запаса, t1=5 дней;

Ки – коэффициент использования площади, Ки=0,3

$$Fсд=8000\cdot 5/260\cdot 100\cdot 0,3=21,2\ м^2$$

Принимаем Fсд=21м^2.

4.6 Выбор способа транспортирования стружки

В результате механической обработки металлов резанием образуется значительное количество стружки, которую можно определить как разность масс заготовки и детали из расчета годового объема выпуска. При укрупненных расчетах массу стружки можно принимать равной 10…15% массы готовых деталей. Для облегчения транспортирования длина стружки должна быть не более 200 мм, а диаметр спирального витка – не более 25…30 мм.

Техническое решение по организации сбора и транспортирования стружки зависит от годового количества стружки, образованного на 1 $м^2$ цеха.

Существуют три системы уборки стружки от станков: М – механизированная с использованием ручного труда, средств малой механизации; К – комбинированная, когда предусматривают линейные конвейеры вдоль станочных линий со специальной тарой в конце конвейера; А – автоматизированная с применением средств непрерывного транспорта.

Площадь участка определяется по формуле:

$$F=n1\cdot q1+ n2\cdot q2+ n3\cdot q3,$$

где n1, n2, n3 – количество станков соответственно мелких, средних и крупных, n1=10

q1, q2, q3 – удельная площадь, приходящая соответственно на один мелкий, средний и крупный станок, q1=10 $м^2$

$$F=10\cdot 10=100\ м^2$$

Количество стружки на 1 $м^2$ цеха по формуле:

$$Q=(Мз-Мд)\cdot Nпр/F\cdot 1000$$

$Q =(0,24-0,16)\cdot 50000/100\cdot 1000=0,04\ т/м^2$

Так как Q=0,04 принимаем М – механизированная с использованием ручного труда, средств малой механизации. В данном случае целесообразно собирать стружку в специальные емкости и доставлять к месту сбора или переработки напольным транспортом. Заполненная стружкой тара вывозится на накопительную площадку или участок переработки**.** Для транспортирования стружки выбираем аккумуляторную тележку. Техническая характеристика аккумуляторной электротележки в соответствии с таблицей 10.

Таблица 10 – Техническая характеристика аккумуляторной электротележки

Наименование показателя	Модель электротележки
	ЭТМ
Грузоподъемность, т	1
Размер грузовой платформы, мм	
Длина	1100
Ширина	700
Скорость передвижения, км/ч	
с грузом	7 - 8
без груза	10 - 11
Наименьший радиус поворота, мм	2100

4.7 Планировка оборудования и определение производственной площади

Планировку оборудования выполняют 1:100 для малых и средних цехов. При планировке оборудования учитывают все факторы, которые оказывают влияние на работающих. Основные из них следующие: доступ к рабочим местам, близость комнат курения и туалетов, хорошее освещение, достаточный обмен воздуха.

После расстановки оборудования получили фактическую площадь:

длина участка L=24 м, ширина l=42 м,

Фактическая площадь определяется по формуле:

$$F=L\cdot l$$

$$F=24\cdot 42=1008\ м^2$$

Расчетная площадь равна Fрасч=465 $м^2$,

Расхождение расчетной площади от фактической в процентном отношении определяется по формуле

$$\delta=(F-F_{расч})/F\cdot 100\%$$

$$\delta=(576-465)/1008\cdot 100\%=11{,}04\%$$

4.8 Выбор типов, формы и определение размеров здания

Механосборочное производство обычно размещают в зданиях, имеющих один или несколько параллельных пролетов. Основными строительными параметрами такого здания являются:

1) ширина пролета L – расстояние между продольными осями колонн;
2) шаг колонн t – расстояние между их поперечными осями;
3) высота пролета H – расстояние от уровня пола до нижней части несущей конструкций.

Выбор основных параметров здания определяются технологическим процессом и рациональным размещением производства.

Сетку колонн (Lxt) и высоту H выбирают из унифицированного ряда величин.

Исходя из максимальной высоты h1-4,65 м оборудования, минимального расстояния h2=1 м между оборудованием и перемещаемым грузом, а также высоты транспортируемых грузов h3=1 м, крана h4=1 м, определяют высоту до головки подкранового рельса Hk (рисунок 19):

$$Hk=h1+h2+h3+h4=4{,}65+1+1+1=7{,}65\ м$$

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, ставят колонны прямоугольного сечения (600x800 м)) и длиной 10,8м серии КЭ-01-49 рисунок 22.

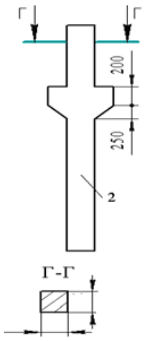


Рисунок 22 - Колонна прямоугольного сечения серии КЭ-01-49

Поперечный разрез здания у самого высокого станка изображен в соответствии с рисунком 23.

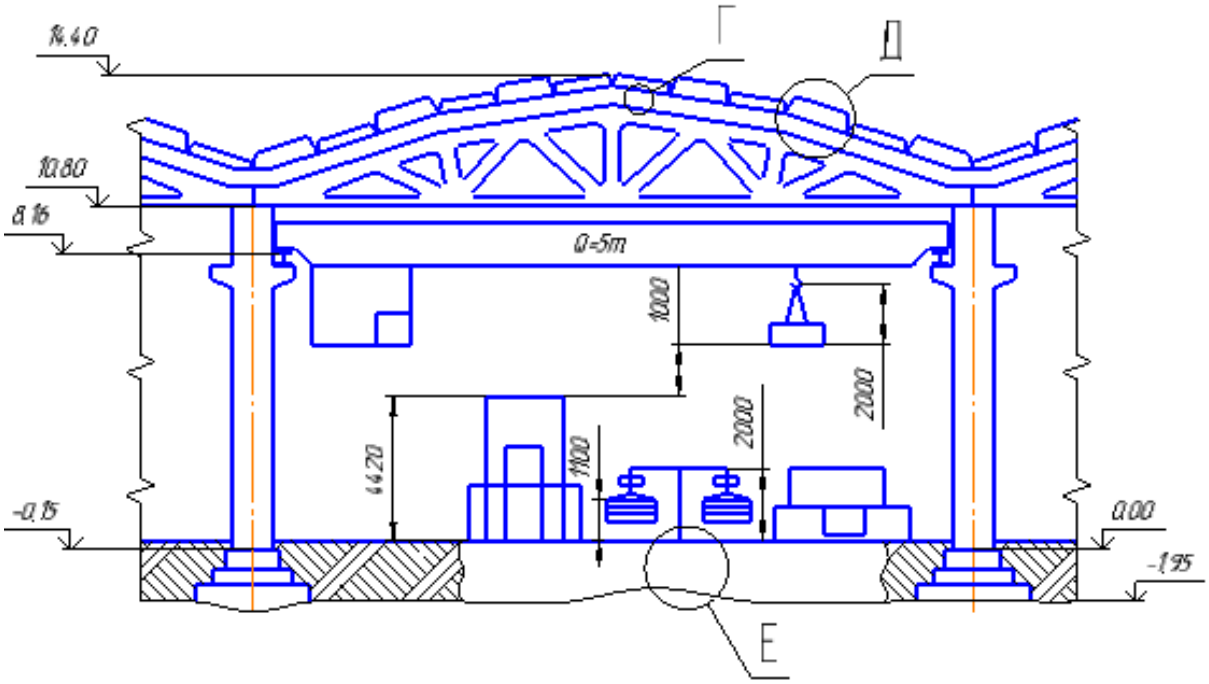


Рисунок 23 – Поперечный разрез здания

Фундаменты под колонны зданий представляют собой отдельно стоящие железобетонные конструкции, на которые устанавливают также железобетонные фундаментные блоки под стены. Верхняя плоскость фундамента располагается на 150 мм ниже уровня пола, отметка подошвы фундамента – 1,95 м.

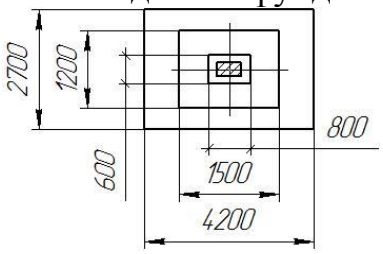


Рисунок 24 – Фундамент под колонны серии КЭ-01-49

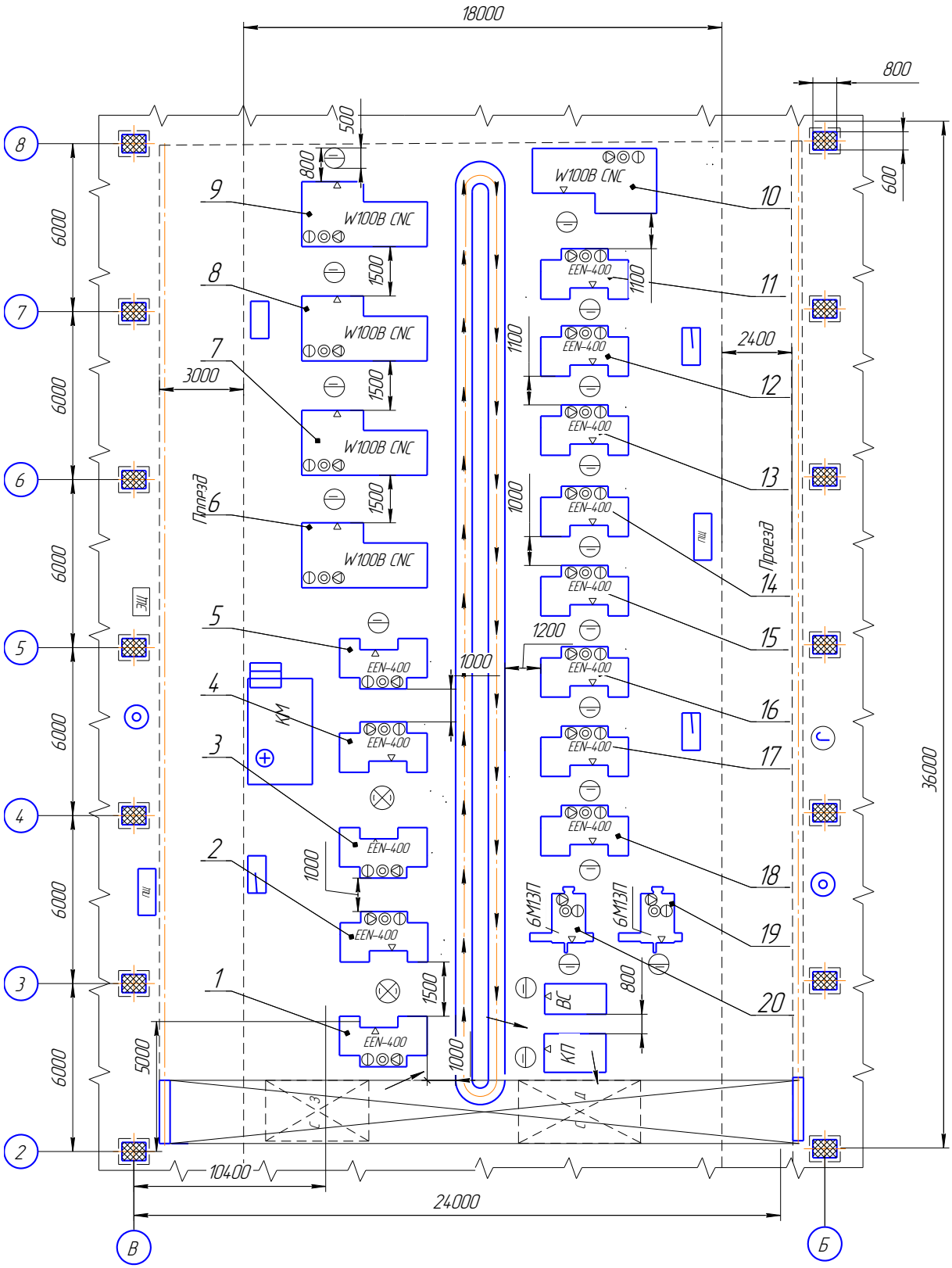


Рисунок 25– Планировка механического участка

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2018.098.000 ПЗ	Лист 54

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

Габаритные размеры железобетонных ферм приведены в соответствии с рисунком 26.

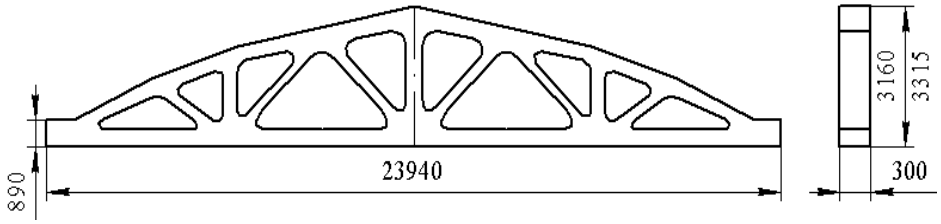


Рисунок 26 – Габаритные размеры железобетонных ферм

При оформлении поперечного разреза необходимо выбрать конструкцию пола и кровли. Оборудование участка в основном устанавливается непосредственно на полу. Поэтому полы представляют собой многослойную конструкцию, заключающий утрамбованный грунт, надежную бетонную подготовку толщиной 200…300 м, песчано-цементную стяжку для выравнивания, слой гидроизоляции, а также покрытие пола. В качестве верхнего покрытия пола выбираем мраморную плитку.

Кровля является ограждающим покрытием строений и для машиностроительных цехов является утепленной и многослойной. Кровля производственных зданий состоит из сборных настилов, укладываемым по балкам или фермам. Наибольшее распространение получили железобетонные плиты, применяемые как в не отапливаемых, так и в отапливаемых помещениях. Несущий настил выполняется из унифицированных железобетонных плит. В качестве первого слоя применяется песочно-цементная стяжка, она покрывается пароизоляцией из пергамента или алюминиевых листов. Затем укладывается утеплитель (газобетон). Чтобы создать достаточно ровное и жесткое основание для гидроизоляционного ковра накладывают песчано-цементную стяжку. Гидроизоляция выполняется из 3, 4 слоев рулонных гидроизоляционных материалов. Кровля здания и покрытие пола показаны в соответствии с рисунком 27.

Рисунок 27 – Разрез кровли и крыши здания

Фонари устраивают на кровлях зданий на средних пролетах с целью дополнительного освещения естественным светом и естественной вентиляции. Фонари состоят из несущей части каркаса и ограждений. В последнее годы применяют светопрозрачные пролеты в кровле в виде зенитных фонарей – плафонов из стеклопакетов, из органического стекла, стеклопластика и в виде стекложелезобетонных панелей рисунок 28.

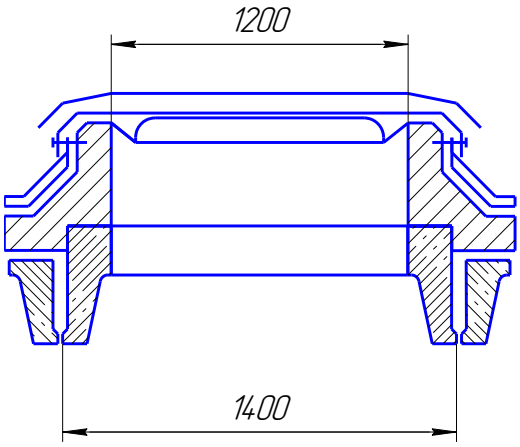


Рисунок 28 – Эскиз фонаря

Выводы по разделу четыре

В строительном разделе спроектирован производственный участок механической обработки. Оборудование в количестве 21шт расположенно по ходу техпроцесса. В качестве транспортных средств применяются подвесные конвейеры. Также для загрузки и выгрузки машин, коробок, монтажа оборудования в цехе предусмотрен мостовой кран грузоподъемностью 5т. Произведены расчеты площадей склада деталей и заготовок. Принята механизированная уборка стружки с участием электротележки модели ЭТМ, грузоподъемностью 1 т. Произведен расчет площади участка, а также выбор типов, формы здания.

5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

5.1 Меры защиты от механического травмирования на производственном участке

Обработка металлов резанием продолжает оставаться одним из основных способов получения точных размеров и форм деталей машин и приборов. Совершенствование процесса резания, внедрение в производство режущих инструментов из особо твердых материалов позволяют значительно повысить скорости резания, а следовательно быстроходность металлорежущих станков. В связи с этим возникает ряд проблем безопасности и гигиены труда. Предупреждение травмирования движущимися частями станка, обрабатываемой деталью и режущим инструментом, предупреждение глазных травм отлетающей стружкой и порезов ленточной стружкой, обеспыливание требуют серьезного внимания. Эти задачи решаются комплексно: непрерывным повышением безопасности самих станков и роботизированных станочных комплексов, т.е. оснащением их все более совершенными средствами безопасности в процессе проектирования, изготовления и модернизации; совершенствованием организации рабочего места станочника, механизацией вспомогательных операций; повышением квалификации рабочих, совершенствованием их знаний в области безопасности труда, освоением ими передовых методов и приемов работы на станках, соблюдением на рабочих местах санитарных норм по освещенности, вентиляции, пожарной безопасности.

На производственном участке при механической обработке металлов и других материалов на металлорежущих станках присутствуют опасные производственные факторы: вращающийся инструмент (фрезы, сверла, зенкера), а также слесарные круги; мелкая стружка и абразивная пыль, получающаяся при обработке детали кругом; приводные и передаточные механизмы (ходовые винты, ременные, цепные, зубчатые передачи), которые могут явиться источником опасности в процессе наладки, смазки, ремонта станка; электрический ток является источником опасности, либо в случаях аварийной ситуации (переход напряжения на металлические элементы оборудования в нормальном состоянии не находящихся под напряжением), либо при производстве наладочных работ металлорежущего оборудования; смазочно-охлаждающие жидкости, в качестве которых используют минеральные масла, их эмульсии, растворы кальцинированной соды. Эти вредные вещества могут находиться в воздухе производственных помещений в виде аэрозолей или пара.

Для защиты от поражения электрическим током, при возможном касании к токоведущим частям и корпусам оборудования все без исключения электрооборудование должно быть заземлено.

При работе на токарных станках наиболее часто отмечают следующие травмы: случаи ранения ленточной (сливной) стружкой, образующейся при обработке вязких металлов (сталей) на высоких режимах резания; травмирование глаз отлетающей стружкой , образующейся при точении хрупких металлов;

травмирование в результате плохой видимости из-за повышенной запыленности и загрязненности рабочей зоны. Наиболее эффективным средством предупреждения порезов ленточной стружкой является изменение ее форм в процессе резания путем завивания в винтовую спираль или дробления на отдельные элементы. При дроблении стружки в процессе резания элементы, разлетаясь на значительное расстояние, представляют определенную опасность для травмирования глаз. Поэтому использование средств защиты (защитных экранов или очков) является обязательным. Для защиты от травм отлетающей стружкой станки снабжают ограждениями зоны резания со смотровыми окнами, что обеспечивает защиту от стружки, наблюдение за процессом обработки и несколько снижает запыленность в зоне дыхания токаря. Также применяют различные устройства в виде пылеотсосов и пылестружкоотсасывающих устройств. Для безопасного закрепления детали на токарных станках используют кулачковые патроны. Необходимо обращать внимание на состояние спецодежды и соблюдать правила ее ношения, исключающие захват ходовыми винтами и валиками. Пруток необходимо ограждать, а режимы резания должны исключать изгиб прутка во время его вращения. Для предотвращения травм уборку стружки со станка следует осуществлять металлическим крючком с деревянной ручкой и экраном или щеткой, при уборке станка – следует отключить станок.

Движущиеся части оборудования должны быть окрашены в предупредительную яркую окраску, чтобы избежать столкновения.

Пульт управления станком должен быть размещен в удобном для работы оператора месте, с которого просматривается зона обработки. Для защиты оператора от выброса продуктов обработки при работе станка, зона обработки закрывается кожухом. Операторам, работающим на проектном оборудовании, запрещено устранять выявленные в процессе работы неисправности, следует вызвать специализированный персонал. Пусковые и переключающие устройства токарных станков должны отвечать общим требованиям, предъявляемым к таким устройствам. Из этих требований особо важное значение имеет устранение возможности их самопроизвольного (случайного) включения и выключения.

При работе на сверлильных станках наибольшую опасность представляют вращающиеся части станка – шпиндель, патрон, сверло. Эти части при отсутствии мер предосторожности могут захватить одежду или волосы станочника и нанести тяжелые увечья. Шпиндель в опасной зоне следует ограждать. Так как длинна этой зоны во время сверления изменяется, ограждение должно быть раздвижным, лучше в виде телескопической трубки. При сверлении на большую глубину вязких металлов спиральными сверлами стружка из под сверла выходит двумя длинными спиралями, которые вращаются вместе со сверлом и могут нанести ранения работающему на станке. При таком сверлении целесообразно применять средства дробления стальной стружки. Рекомендуется применять пылестружковсасывающие устройства. При работе на сверлильных станках необходимо строго соблюдать правила ношения личной одежды и спецодежды: нельзя работать без головных уборов, без защитных очков, в неряшливо надетой одежде. Сметать стружки со станка следует только специальной щеткой.

При работе на фрезерных станках травмы станочнику могут быть нанесены фрезой, стружкой, обрабатываемой деталью и приспособлением для ее закрепления. Ранение фрезой может произойти главным образом во время ее вращения, при отсутствии устройств, ограждающих фрезу, и при нарушении правил эксплуатации станка. Травмирование может наступить в результате измерения детали во время работы станка либо при удалении из-под фрезы стружки руками и случайными предметами. Несчастные случаи могут произойти при закреплении детали или снятии ее со станка, когда руки рабочего находятся вблизи неогражденной фрезы. Для предупреждения травмирования необходимо ограждать фрезу, пользоваться специальной щеткой для удаления стружки со станка. Нельзя измерять деталь вблизи открытой фрезы. Для безопасности также применяют открывающиеся ограждения зоны резания (стол в зоне резания) и ограждение режущего инструмента в нерабочей его части. Большое значение имеет защита от травм отлетающей стружкой. В отличии от точения при фрезеровании любых материалов образуется только отлетающая элементная стружка различной формы. Основной поток стружки, образующийся при фрезеровании дисковыми и торцевыми фрезами можно направлять «от себя» путем соответствующего сочетания направления вращения фрезы и подачи, а при торцевом фрезеровании также путем соответствующего расположения обрабатываемой детали в отношении центра фрезы. Направленный «от себя» поток стружки можно улавливать с помощью простейших стружкосборников.

Для защиты станочников от СОЖ на станках применяются следующие приспособления. Подвод жидкости к режущему инструменту устраивается так, чтобы при надобности можно быстро отвести питательную трубку в сторону, к специальному баку. В качестве средства против разбрызгивания охлаждающей жидкости по станку и рабочему месту применяются специальные щитки из небьющегося стекла (для наблюдения работающего за работой режущего инструмента).

В цехе имеется мостовой кран, для обеспечения безопасности в цехе предусмотрена безопасная для прохода зона окрашенная в серый цвет (ширина прохода не менее 1,5 метра) с белыми полосами по краям (ширина полос 150 мм).

5.2 Определение показателей тяжести и напряженности трудового процесса

5.2.1 Тяжесть труда

Составим протокол оценки условий труда по показателям тяжести трудового процесса [5] оператора воздухоразделительной установки (таблица 5.1).

Краткое описание выполняемой работы: оператор с компьютера управления управляет работой установки по разделению воздуха.

Таблица 5.1 - Оценка условий труда по показателям тяжести трудового процесса

Показатели	Значения	Класс
Физическая динамическая нагрузка (к×гм): региональная — перемещение груза до 1 м общая нагрузка: перемещение груза	0	1 - оптимальный (легкая физическая нагрузка)
Масса поднимаемого и перемещаемого вручную груза (кг):	0	1 - оптимальный (легкая физическая нагрузка)
Стереотипные рабочие движения (кол-во):		
локальная нагрузка	Около 20	1 - оптимальный (легкая физическая нагрузка)
региональная нагрузка	-	-
Статическая нагрузка (кгс • с)	-	-
одной рукой	-	-
двумя руками	-	-
с участием корпуса и ног	-	-
Рабочая поза «сидя»	90 %	2 – допустимый (средняя физическая нагрузка0
Наклоны корпуса (количество за смену)	-	-
Перемещение в пространстве (км):		
по горизонтали	около 0,1	1 - оптимальный (легкая физическая нагрузка)
по вертикали	-	-
Окончательная оценка тяжести труда		2 - допустимый (средняя физическая нагрузка)

5.2.2 Напряженность труда

Результаты условий труда на проектируемом цехе воздухоразделительной установки по степени отклонения параметров производственной среды и трудового процесса от действующих гигиенических нормативов с определением классов условий труда по показателям тяжести и напряженности трудового процесса приведены в таблицах 5.1, 5.2

Таблица 5.2 – Санитарно-гигиенические факторы

Показатель	Период года	Единица измерения	Значение	Оценка факторов условий труда, баллы	
				Факторная	Общая
Температура воздуха на рабочем месте	Теплый	^{0}C	22	2	2
	Холодный		18	2	
Относительная влажность воздуха	-	%	50	1	1
Скорость движения воздуха	Теплый	м/с	0,3	2	2
	Холодный		0,2		
Шум, уровень звука	-	дБА	82	2	2
Освещенность	-	Кратность превышения нормы	1,02	2	2
Суммарная общая оценка факторов условий труда, баллы					9

Таблица 5.3 – Психофизиологические факторы

Показатель		Единица измерения	Значение	Оценка факторов условий труда, баллы	
				Факторная	Общая
Величина физической нагрузки	Общая	кгм	100	1	1
	Региональная	кгм	190	1	
	Рабочая поза, Рабочие место	Характеристика	Рабочее место стационарное, поза свободна (сидя)	1	
Величина нервно психологической нагрузки	Длительность сосредоточенного наблюдения	% от рабочего времени за смену	48	2	2
	Число важных объектов наблюдения	-	3	1	
	Количество движений в час	Кол-во / час	230	1	
	Количество сигналов в час	Кол-во / час	120	2	
Напряжение зрения	Размер объекта различия	мм	1.0	1	1
	Точность зрительных работ	-	Грубая	1	

Продолжение таблицы 5.3

	Разряд зрительных работ	-	IV	1	2
Монотон-ность	Число приемов	-	10	2	
	Длительность повторяющихся операций	секунда	100	2	
Суммарная общая оценка факторов условий труда, баллы					6

При одновременном воздействии ряда факторов интегральная оценка тяжести труда в баллах определяется по выражению:

$$U_1 = \left[X_{max} + \frac{\sum_{i=1}^{n} X_i}{n-1} \cdot \frac{6 - X_{max}}{6} \right] \cdot 10,$$

где X_{max} – элемент условий труда на рабочем месте, имеющий наибольший балл, X_{max}=3;

$\sum_{i=1}^{n} X_i$ - сумма количественной оценки в баллах значимых элементов условий труда без X_{max};

n – количество элементов условий труда;

10 – число, введенное для удобства расчетов.

$$U_1 = \left[3 + \frac{11+6}{9-1} \cdot \frac{6-2}{6}\right] \cdot 10 = 44{,}1$$

Что соответствует третьей категории тяжести труда (таблица 5.4).

Таблица 5.4 – Зависимость категории тяжести труда от интегральной оценки условий труда

Категория тяжести труда	1	2	3	4	5	6
Интегральная оценка, U_T, баллы	до 18	18,1-33	33,1-45	45,1-53	53,1-59	59,1-60

5.3 Мероприятия по предотвращению или уменьшению вероятности возникновения ЧС

Мероприятия по предотвращению ущерба от ЧС группируют следующим способом.

Фоновые (постоянно проводимые) мероприятия, основанные на долгосрочном прогнозе:

- выполнение строительно-монтажных работ с учетом требований строительных норм и правил;

- создание надежной системы оповещения населения об опасностях; накопление фонда защитных сооружений и обеспечение населения средствами индивидуальной защиты;

- организация радиационного, химического и бактериологического наблюдения, разведки и лабораторного контроля;

- обязательное всеобщее обучение населения правилам поведения и действиям вЧС;

-проведение режимных, санитарно-гигиенических и противоэпидемических мероприятий;

- отказ от строительства АЭС, химических, целлюлозно-бумажных и других потенциально опасных объектов в экономически уязвимых зонах;

- перепрофилирование объектов - источников повышенной опасности для здоровья и жизни людей;

- разработка, материальное, финансовое обеспечение и практическая отработка планов ликвидации последствий ЧС и т.п.

Защитные мероприятия, которые необходимы, когда предсказан момент ЧС:

- развертывание системы наблюдения и разведки, необходимой для уточнения прогноза;

- приведение в готовность системы оповещения населения о чрезвычайных ситуациях;

- ввод в действие специальных правил функционирования экономики и общественной жизни, вплоть до чрезвычайного положения;

- нейтрализация источников повышенной опасности при ЧС (АЭС, токсичних и взрывоопасных производств и т.п.), прекращение операций с ними, дополнительное укрепление или демонтаж;

- приведение в готовность аварийно-спасательных служб; частичная эвакуация населения.

Как следует из этого перечня, для осуществления ряда важнейших мероприятий нужны многие годы и, следовательно, долгосрочный прогноз. В настоящее время хорошо изучены и определены сейсмические районы, районы и места возможных обвалов и селевых потоков, установлены границы зон возможного затопления при разрушении плотин, при наводнениях, а также выявлены промышленные объекты, аварии на которых могут привести к большим разрушениям, поражениям людей, заражению территории.

Другие, но не менее важные, мероприятия можно осуществить быстро, но на короткое время. Для этого необходим краткосрочный прогноз, по которому принимаются оперативные решения по обеспечению безопасности населения во всех сферах его деятельности.

При прогнозировании обстановки в зависимости от вида ЧС определяются границы зон разрушения, катастрофических затоплений, пожаров и заражений (радиационного, химического и бактериологического), а также возможные потери населения и ущерб, наносимый объектам народного хозяйства.

На основе анализа и обобщения данных прогнозирования обстановки а очагах поражения делаются выводы для принятия решения, связанного с организацией и ведением спасательных и других неотложных работ.

Для осуществление многих защитных мер не обязательно точно знать время возникновения ЧС и их характер; разные мероприятия можно начинать при разной определенности предсказаний.

Эти соображения и определяют выбор конкретного набора защитных мер. Исходными материалами должны служить каталог возможных мероприятий с оценкой их стоимости и предотвращенного ими ущерба, а также набор типовых сценариев (вариантов) действий.

В настоящее время ученые и специалисты не всегда в состоянии заранее с высоким уровнем достоверности точно указать место, время и последствия той или иной ЧС.

Не менее важным является планирование мероприятий по обеспечению безопасности жизнедеятельности при ЧС.

Планирование является ведущей функцией, центральным звеном в обеспечении безопасности жизнедеятельности при ЧС. Оно позволяет конкретизировать достижения целей и задач по времени, ресурсам и исполнителям. Оно базируется на научных прогнозах обстановки, которая может сложиться в результате возникновения ЧС, на всестороннем анализе и оценки людских и материальных ресурсов, а также на достигнутом уровне развития теории и практики защиты населения в чрезвычайных ситуациях.

Конечным результатом планирования служит составление определенного вида документа-плана. Он должен содержать следующие элементы: конкретные показатели (виды работ, мероприятия); сроки выполнения этих работ; необходимые для выполнения плана ресурсы (виды, количество, источники); указания лицам ответственным за выполнение каждого пункта плана; способы контроля выполнения плана.

Текстовая часть плана может состоять из двух разделов: в первом разделе приводятся выводы из оценки обстановки, которая может сложиться в результате ЧС, а во втором излагаются мероприятия по обеспечению безопасности населения при угрозе и возникновении ЧС. Основные из этих мероприятий следующие:

- порядок оповещения; организация разведки и наблюдения;
- подготовка сил и средств для организации и проведения спасательных идругих неотложных работ;
-мероприятия по предупреждению и смягчению последствий чрезвычайных ситуаций;
- ускоренное проведение мероприятий по защите людей и материальных ценностей;
- медицинское обеспечение, дозиметрический и химический контроль;
- порядок проведения мероприятий по безаварийной остановке производства;
- организация защиты людей, выдача населению СИЗ;
- организация эвакуационных мероприятий

- организация управления;
- порядок и очередность ведения спасательных и других неотложных работ в различных условиях;
- порядок предоставления донесений в вышестоящие органы, в комиссию по чрезвычайным ситуациям.

К плану могут прилагаться различные справочные и поясняющие материалы (графические, текстовые).

План должен быть реальным, полным по содержанию, предельно кратким по изложению, экономически целесообразным и отражать действительные возможности объекта.

Реальность плана проверяется в ходе систематических тренировок и учений, проводимых применительно к действительным условиям организации работ по обеспечению безопасности жизнедеятельности в ЧС природного и техногенного происхождения.

Выводы по разделу пять

В данном разделе разработаны мероприятия по безопасности жизнедеятельности на производстве, определены показатели тяжести и напряженности трудового процесса, предложены мероприятия по предотвращению или уменьшению вероятности возникновения ЧС.

6 ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

6.1 Ориентировочные расчеты себестоимости изготовление детали

Себестоимость машиностроительной продукции - это выраженные в денежной форме текущие затраты предприятий (объединений) на её производство и реализацию.

В укрупненном виде себестоимость продукции включает стоимость израсходованного сырья, материалов, топлива, энергии, инструмента, заработную плату промышленно-производственного персонала, затраты на амортизацию и ремонт основных фондов и другие расходы, связанные с производством и реализацией продукции. Таким образом, в себестоимость входят затраты не только живого, но и прошлого труда, осуществленного в средствах и предметах труда.

Себестоимость продукции играет важную роль в производственной деятельности предприятия, в развитии отрасли машиностроения и народного хозяйства в целом. Себестоимость служит важнейшим элементом хозрасчетных отношений между предприятиями, а внутри них – между отдельными производственными подразделениями.

Расчет себестоимости продукции (С) определяем по формуле[4]

$$C = M_З + A_О + Po + (Огсс + Омс + O_{ОСИ} + O_{КРК} + З_{ДР}),$$

где Мз – материальные затраты на производство и реализацию продукции;

Ао – амортизационные отчисления на полное восстановление основных фондов;

Ро – расход на оплату труда;

Огсс – отчисление на государственное социальное страхование;

Ооси – отчисления по обязательному страхованию имущества;

Окрк – плата за краткосрочные кредиты банков, кроме процентов по просроченным ссудам;

Здр – другие затраты на производство и реализацию продукции, включая затраты на ремонт средств.

Приминаем: Мз = 3600000 руб., Ао = 300000., Ро = 400000.,

Огсс = 76000 руб., Ооси = 60000., Окрк = 90000руб.

Расчет себестоимости на партию деталей

С= 3600000+300000+400000+(76000+60000+90000)= 4526000 руб.

Себестоимость за единицу продукции 4526000: 50000 = 90,52 руб.

Выводы по разделу шесть

В данном разделе произведены ориентировочные расчеты себестоимости изготовления детали "Корпус", которая составила 90,52 руб, что на 45рублей меньше базовой себестоимости детали.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе разработан технологический процесс механической обработка детали «Корпус» с использованием современного оборудования.

В качестве заготовки используется штамовка.

Выполнен размерный анализ, благодаря чему припуски на механическую обработку минимально необходимые, что ведет к экономии металла, времени обработки, снижению себестоимости.

Технологический процесс разработан с учетом принципа постоянства баз и совмещения измерительной и технологической баз. Разработанное расточное приспособление, позволяет сократить время на обработку и зажим детали. Спроектированное приспособление для контроля торцового биения позволяет контролировать размер детали во время обработки, тем самым, снижая возможность брака и уменьшая время на контроль размера.

В строительном разделе спроектирован производственный участок механической обработки. Оборудование в количестве 21шт расположенно по ходу техпроцесса. В качестве транспортных средств применяется подвесной конвейер. Также для загрузки и выгрузки машин, коробок, монтажа оборудования в цехе предусмотрен мостовой кран грузоподъемностью 5т. Произведены расчеты площадей склада деталей и заготовок. Принята механизированная уборка стружки с участием электротележки модели ЭТМ, грузоподъемностью 1 т. Произведен расчет площади участка, а также выбор типов, формы здания.

Разработаны мероприятия по безопасности жизнедеятельности на производстве, определены показатели тяжести и напряженности трудового процесса, предложены мероприятия по предотвращению или уменьшению вероятности возникновения ЧС.

Произведены произведены ориентировочные расчеты себестоимости изготовления детали "Корпус", которая составила 90,52 руб, что на 45рублей меньше базовой себестоимости детали.

Таким образом, цель работы достигнута, задачи – решены.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1 Ансеров, М.А. Приспособления для металлорежущих станков/ М.А, Ансеров. – Л.: Машиностроение,1975. – 654с.

2 Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя.: В 3 т./ В.И. Анурьев. – 8-е изд. – М.: Машиностроение, 2001. – Т.1. – 920с.

3 Дальский, А.Г. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т./ под ред. А.М. Дальского, А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение – 1, 2001. – 941 с.

4 Горохов, В.А. Проектирование механосборочных участков и цехов: учебник / В.А. Горохов, Н.В. Беляков, А.Г. Схиртладзе. – Минск.: Новое знание; М.: ИНФРА-М, 2014. – 540 с.

5 Допуски и посадки: Справочник.: В 2-х ч./ под ред. В.Д. Мягкова. – 5-е изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение, 1978. – 480 с.

6 Жадан, В.Т. Технология металлов и других конструкционных материалов/ В.Т. Жадан, Б.Г. Гринберг, В.Я. Никонов. – 2-е изд. перераб. и доп. проф. Полухина П.И. – М.: Высш. шк., 1970. – 704с.

7 Матвеев, В.В. Проектирование экономических технологичных процессов в машиностроении / В.В. Матвеев, Ф.И. Бойков, Ю.Н. Свиридов. – Челябинск: Юж.- Урал. кн. изд-во, 1979. – 111 с.

8 Общемашиностроительные нормативы режимов резанья для технического нормирования работ на металлорежущих станках. – М.: Машиностроение, 1974. – 535 с.

9 Иванченко, Ф.К. Расчеты грузоподъемных и транспортирующих машин / Ф.К. Иванченко. – Киев.: Высш. Шк., 1978. – 576 с.

10 Иващенко, А.П. Справочник мастера – машиностроителя / А.П. Иващенко – Киев.: Гос. изд. Технической литературы УССР, 1962. – 456 с.

11 Спиваковский, А.О. Транспортирующие машины: Атлас конструкций: учебное пособие для вузов / А.О. Спиваковский. – 2-е изд., перераб. И доп. – М.: Машиностроение, 1983. – 327 с.

12 Спиваковский, А.О. Транспортирующие машины / А.О. Спиваковский, В.К. Дьячков. 3-е изд. – М.: Машиностроение, 1983. – 487 с.

13 Хисин, Р.И. Общемашиностроительные нормативы времени / Р.И. Хисин. – М.: Машиностроение, 1964. – 323 с.

14 Чернох, С.А. Справочник по машиностроению в 2-х т. / под ред. И.С. Ачеркана. –М.: Машиностроение, 1964. – 727 с.

15 http://www.smz-stanki.ru/

16 http://www.izts.ru/home/

17 http://okuma-russia.ru/

18 http://www.wfl.at/?sc_lang=ru

19 http://www.tiz.ru/

20 http://www.sandvik.coromant.com/ru-ru/pages/default.aspx?country=ru

21 http://www.partnerural.ru/product/coolant