

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«Южно-Уральский государственный университет»

Кафедра технологии автоматизированного машиностроения

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

_____ / В.И. Гузеев

«__» _____ 2020 г.

Проектирование участка механической обработки детали «Корпус платы» с
разработкой конструкторско-технологического обеспечения

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ–15.03.05.2020.524.00.00 ПЗ ВКР

Руководитель работы

С. Р. Сайфутдинов

«__» _____ 2020 г.

Автор работы

студент группы ПЗ-552

В. Г. Тарба

«__» _____ 2020 г.

Нормоконтролер

А. В. Выбойщик

«__» _____ 2020 г.

АННОТАЦИЯ

Тарба В. Г. Проектирование участка механической обработки детали «Корпус платы» с разработкой конструкторско-технологического обеспечения. – Челябинск: ЮУрГУ, ПЗ-552; 2020, 76 с., 27 илл., 4 табл., библиографический список – 8 наим, 10 листов чертежей формата А1, 26 листов карт технологического процесса.

Целью данной дипломной работы является анализ служебного назначения узла, агрегата, машины, анализа служебного назначения детали, ее технологичность.

После анализа старого технологического процесса, в данной работе предложен проектный вариант, целью которого является исправление недостатков старого. Рассмотрен новый метод получения заготовки.

Так же сделан размерный анализ, анализ которого показывает, что выбранный техпроцесс позволит обработать деталь без брака.

Рассчитаны режимы резания и нормы времени на одну операцию, спроектировано и рассчитано станочное приспособление и специальный режущий инструмент, которые используются в проектном варианте. Разработано новое контрольное приспособление.

В графической части разработан чертеж новой заготовки, выполнен чертеж детали, РТК, чертеж станочного приспособления, режущего инструмента, чертеж приспособления для технического контроля обрабатываемой детали. Разработан чертеж сравнительной технологии, планировка участка.

					<i>ЮУрГУ-15.03.05.2020.524.00.00ПЗ</i>			
					Проектирование участка механической обработки детали «Корпус платы» с разработкой конструкторско-технологического обеспечения	Лит.	Масса	Масштаб
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		Д		
Разраб.		Тарба						
Пров.		Сайфутдинов						
						Лист 2	Листов 94	
Н. контр.		Выбойщик			<i>ЮУрГУ Кафедра ТАМ</i>			
Утв.								

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	5
1 Общая часть.....	7
1.1 Назначение и описание работы узла, агрегата, машины.....	7
1.2 Служебное назначение детали и технические требования.....	8
2 Технологическая часть.....	10
2.1 Анализ технологичности детали.....	10
2.2 Анализ действующего технологического процесса.....	11
2.2.1 Анализ документации действующего техпроцесса.....	11
2.2.2 Анализ оборудования, режущего инструмента, оснастки.....	13
2.2.3 Размерный анализ действующего техпроцесса.....	20
2.2.4 Выводы из анализа и предложения по разработке проектного техпроцесса.....	23
2.3 Разработка проектного технологического процесса.....	24
2.3.1 Разработка маршрутного техпроцесса.....	24
2.3.2 Выбор оборудования для реализации техпроцесса.....	24
2.3.3 Выбор и обоснование метода получения исходной заготовки.....	28
2.3.4 План операций и переходов проектного техпроцесса.....	29
2.3.5 Размерный анализ проектного техпроцесса.....	36
2.3.6 Расчет режимов резания и норм времени.....	41
2.3.7 Расчет необходимого количества оборудования.....	51
3 Конструкторская часть.....	53
3.1 Проектирование станочного приспособления.....	53
3.2 Проектирование режущего инструмента.....	63
3.3 Описание работы контрольного приспособления.....	67
4 Планировка участка.....	69
4.1 Описание работы участка механической обработки.....	69
4.2 Описание мероприятий по охране труда.....	71
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	75
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	76
ПРИЛОЖЕНИЯ:	

					<i>ЮУрГУ-15.03.05.2020.524.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		3

ПРИЛОЖЕНИЕ А: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС

ПРИЛОЖЕНИЕ Б: ЧЕРТЕЖ ДЕТАЛИ "КОРПУС ПЛАТЫ"

ПРИЛОЖЕНИЕ В: ЧЕРТЕЖ ЗАГОТОВКИ

ПРИЛОЖЕНИЕ Г: СРАВНЕНИЕ ТЕХПРОЦЕССОВ

ПРИЛОЖЕНИЕ Д: РТК

ПРИЛОЖЕНИЕ Е: ЧЕРТЕЖ СТАНОЧНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж: ЧЕРТЕЖ КОНТРОЛЬНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ З: ЧЕРТЕЖ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

ПРИЛОЖЕНИЕ И: ПЛАНИРОВКА УЧАСТКА

					<i>ЮУрГУ-15.03.05.2020.524.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		4

ВВЕДЕНИЕ

Целями и задачами данной работы является разработка нового технологического процесса изготовления детали «Корпус платы» с проектированием технологической оснастки в условиях серийного производства.

Машиностроительная отрасль без преувеличения называют основой промышленного производства любой страны. Важность его стабильного развития для экономики определяется, тем фактом, что на протяжении нескольких столетий сектор остается единственным поставщиком капитальных ресурсов на предприятия прочих отраслей.

Последние годы все больше можно наблюдать падение выпуска отечественной промышленности, это зависит в первую очередь от экономических факторов. Однако, так же пагубно сказываются влияние политических причин, как внутренних, так и внешних. В развитых странах на эту отрасль приходится 1/3 всего объема промышленного производства.

В настоящее время предприятия рассматриваемой отрасли испытывают значительное давление извне, связанное с экономическими санкциями со стороны Европейского Союза и США. Кроме того, обесценение национальной валюты накладывает дополнительные ограничения на развитие машиностроения. Сложившиеся условия, с одной стороны, можно расценивать как угрозы существования машиностроения в нашей стране, с другой стороны, возникают дополнительные возможности и конкурентные преимущества по сравнению с западными товаропроизводителями.

По оценке экспертов РИА Рейтинг, в 2015 году снижение производства в машиностроительном секторе составило 8,9% вследствие сокращения потребительского и инвестиционного спроса внутри страны. Однако в 2016 году динамика стала заметно улучшаться. В январе-сентябре 2016 года снижение производства в отрасли в годовом сравнении составило 1,6%, при этом третьем квартале спад почти остановился — снижение составило всего 0,2%, а в отдельные месяцы наблюдалась положительная динамика.

					<i>ЮУрГУ-15.03.05.2020.524.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		5

Отечественная промышленность столкнулась с серьезными рисками остаться без западных технологий, без сотрудничества с иностранными инвесторами, с ограничениями на закупку импортной техники и комплектующих изделий. Российским правительством было принято решение отказаться от импортной техники, введен режим импортозамещения, определен перечень машиностроительных товаров для государственных нужд, закупать которые позволят только у отечественных, белорусских и казахстанских производителей.

Особенностью машиностроения развитых стран по сравнению с развивающимися является наиболее полная структура машиностроительного производства, увеличение значения электротехники, высокое качество и конкурентоспособность продукции. Отсюда её высокая экспортность и большой удельный вес машиностроительной продукции в общей стоимости экспорта (Япония - 60%, США, ФРГ, Швеция, Канада - более 40%).

В машиностроении внедряются гибкие автоматизированные производства и системы автоматизированного проектирования, основными компонентами которых являются станки с числовым программным управлением (ЧПУ), ЭВМ и др. В производстве оборудования для этих систем главная роль принадлежит Японии и США. Значительно слабее позиции стран Западной Европы, бывших в недалеком прошлом основными поставщиками производственного оборудования для машиностроительных заводов мира

Страны, производящие главным образом несложные машины для внутреннего рынка, также постепенно внедряют новейшее оборудование, однако в значительно меньшей степени. К ним относятся страны Центральной и Восточной Европы, Испания, Греция, Португалия, Австралия, ЮАР, Аргентина, Индия, Бразилия, Мексика, Польша, Венгрия, Болгария, Румыния. Перестройка и экономический кризис сдвинули страны бывшего СССР также в разряд данной группы стран.

					<i>ЮУрГУ-15.03.05.2020.524.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		6

1. Общая часть.

1.1 Назначение и описание работы узла, агрегата, машины

Деталь является корпусом платы, устанавливаемой в обзорный радиолокатор. Он предназначен для установки в аэропортах с любой интенсивностью полетов, а также для замены выработавших ресурс радиолокаторов.

Радиолокатор обладает следующими конкурентными преимуществами перед своими аналогами:

- два одновременно работающих датчика углового положения антенны;
- снижены затраты по подготовке позиции на месте эксплуатации;
- возможность передачи информации на командно-диспетчерский пункт в цифровом и аналоговом виде;
- дистанционное управление и сигнализация о состоянии радиолокационной системы на командно-диспетчерском пункте;
- аппаратура контроля с автоматическим переходом с одного комплекта на другой при отказе;
- встроенный контроль определяет неисправность функционального устройства;
- датчики сигнализации «ПОЖАР», «ОХРАНА» с трансляцией состояния на командно-диспетчерском пункте;
- аппаратура обогрева и кондиционирования обеспечивает нормальные условия эксплуатации аппаратуры внутри контейнеров;
- дальность до 380 км (с доработкой до трассового варианта) исключает необходимость установки отдельного вторичного радиолокатора; Корпусные детали предназначены для размещения на них сборочных единиц, деталей, поэтому к ней предъявляются высокие требования по точности, по биению и шероховатости. Дополнительно его к корпусу предъявляют требования по износостойкости, минимальным деформациям при переменной температуре, герметичности, удобству монтажа и демонтажа деталей.

					<i>ЮУрГУ-15.03.05.2020.524.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		7

Корпусные детали должны обеспечивать постоянство точности относительного положения деталей и механизмов, как в статическом состоянии, так и при эксплуатации машины, поэтому обладают достаточной жесткостью. Корпусные детали имеют основные базирующие поверхности, как правило, в виде плоскостей, которыми они присоединяются к станинам и другим корпусам.

1.2 Служебное назначение детали и технические требования, предъявляемые к ней.

Деталь «Корпус платы» является корпусом платы, устанавливаемой в обзорный радиолокатор. Он предназначен для установки в аэропортах с любой интенсивностью полетов, а также для замены выработавших ресурс радиолокаторов.

Корпусные детали предназначены для размещения на них сборочных единиц, деталей, поэтому к ней предъявляются высокие требования по точности, по биению и шероховатости. Дополнительно к корпусу предъявляют требования по износостойкости, минимальным деформациям при переменной температуре, герметичности, удобству монтажа и демонтажа деталей.

Корпусные детали должны обеспечивать постоянство точности относительного положения деталей и механизмов, как в статическом состоянии, так и при эксплуатации машины, поэтому обладают достаточной жесткостью. Корпусные детали имеют основные базирующие поверхности, как правило, в виде плоскостей, которыми они присоединяются к станинам и другим корпусам.

Чертеж детали представлен на рисунке 1.2.1

					<i>ЮУрГУ-15.03.05.2020.524.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		8

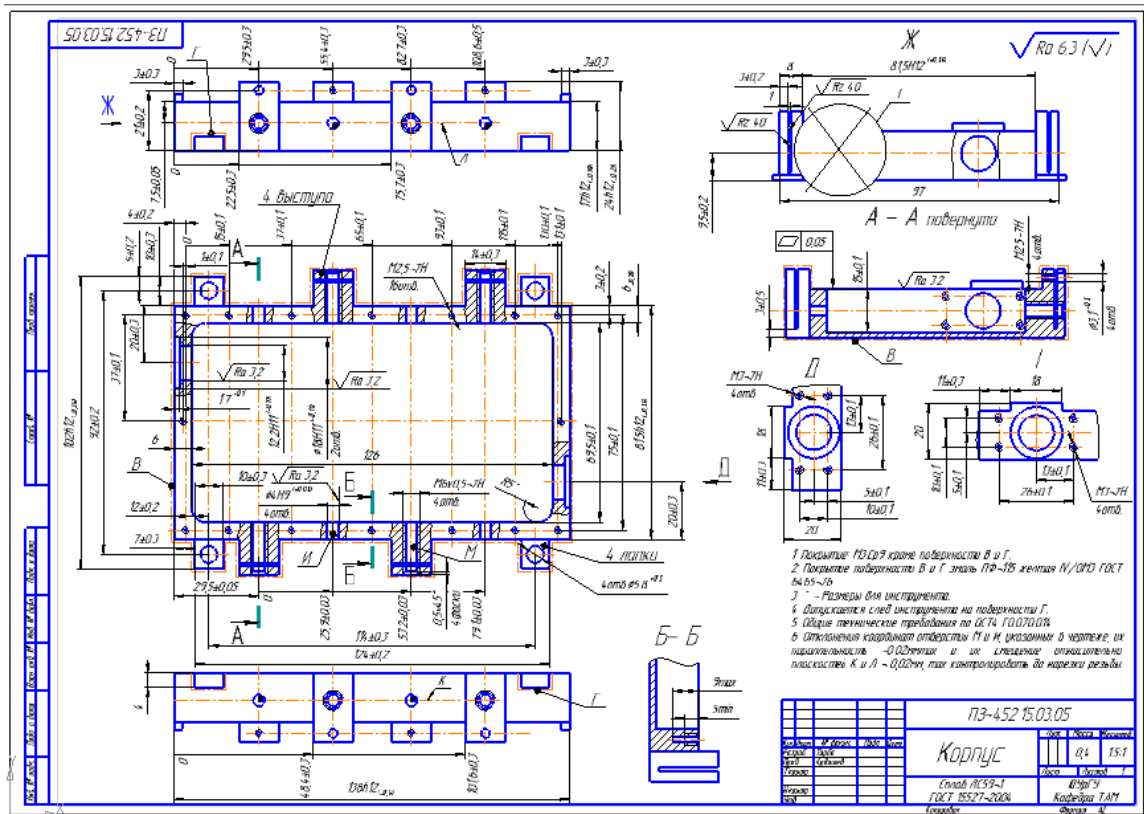


Рисунок 1.2.1 – Чертеж детали «Корпус платы»

Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата

ЮУрГУ-15.03.05.2020.524.00.00 ПЗ

2. Технологическая часть.

2.1. Анализ технологичности детали.

Рассмотрим основные пункты, определяющие технологичность детали «Корпус платы»:

1) Деталь изготавливается из латуни. ЛС59-1. Этот материал легко обрабатывается на высокоскоростных металлорежущих станках. Деталь технологична.

2) Корпус имеет простые формы поверхностей, подвергаемые механической обработке. Деталь технологична.

3) Деталь жесткая и прочная; стенки и внутренние перегородки достаточных размеров, чтобы при закреплении заготовки и в процессе ее обработки под воздействием силы резания не возникали деформации, а, следовательно, и погрешности обработки. Деталь технологична.

4) Конструкция детали позволяет вести обработку нескольких поверхностей за один установ. Деталь технологична.

5) Базовые поверхности детали имеют достаточную протяженность, обеспечивающую хорошую устойчивость. Деталь технологична.

6) Корпус имеет большое количество отверстий – отверстия резьбовые М2,5-7Н, М3-7Н, М6х0,5-7Н. Деталь технологична.

7) Обрабатываемые плоскости располагаются на одном уровне, что позволяет обрабатывать эти поверхности за один рабочий ход без остановки и настройки станка на другой размер. Деталь технологична.

8) Между внутренними торцовыми поверхностями размеры свободные. Деталь технологична.

9) Конструкция детали обеспечивает свободный подвод СОЖ в зону резания лишь для наружных поверхностей, для внутренних поверхностей доступ ограничен. Деталь недостаточно технологична.

10) На чертеже указано тех. требование - допуск плоскостности, отклонение не более 0,05мм. Деталь не технологична.

					<i>ЮУрГУ-15.03.05.2020.524.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		10

Проанализировав вышеперечисленные пункты, можно сделать вывод, что конструкция детали технологична.

2.2 Анализ действующего технологического процесса

2.2.1 Анализ документации действующего техпроцесса

Заводской технологический процесс предусматривает получение заготовки для детали корпус – листовой прокат. Заготовка отрезается на ленточнопильном полуавтомате SIRIUS FMB. Отличительными особенностями станков FMB, являются: исключительно прочная сварная станина станка, на которой надежно крепятся все рабочие узлы и устанавливается разрезаемая заготовка. Пильная рама, отлитая из алюминия, обеспечивает необходимую жесткость конструкции и надежную установку ведущего и ведомого шкивов, в связи с этим, в отличие от станков других производителей, не требуется периодическая регулировка положения шкивов. Скорость ленточной пилы регулируется либо фрикционным вариатором скорости, либо частотным преобразователем, позволяющим плавно и бесступенчато изменять скорость резания. Это дает возможность точно устанавливать рекомендуемые параметры резания. Подача пильной рамы производится гидравликой принудительно. Управление рабочей подачи осуществляется с помощью регулируемого клапана с компенсацией для различных значений давления масла. Скорость подачи автоматически изменяется в зависимости от поперечного сечения разрезаемой заготовки в каждый момент времени, что обеспечивает высокую производительность и длительный срок службы полотен. Максимальное давление резания регулируется встроенным нагнетательным клапаном. Станок имеет простой и надежный механизм натяжения пилы с удобной индикацией усилия, это позволяет без дополнительных специальных индикаторов правильно натягивать ленточную пилу. Задание бокового направления полотна осуществляется с помощью подшипников и твердосплавных пластин, позволяющих выполнять любую регулировку положения пилы. Гидравлическая установка смонтирована внутри станины станка, в месте, обеспечивающем свободный доступ. Индикация уровня масла и крышка заливной горловины расположены так, чтобы обеспечить

					<i>ЮУрГУ-15.03.05.2020.524.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		11

удобство и простоту доступа к ним. Верхнее и нижнее положение пильной рамы определяется концевыми выключателями. Быстро настраиваемый концевой выключатель верхнего положения позволяет максимально сократить холостой ход пильной рамы.

					<i>ЮУрГУ-15.03.05.2020.524.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		12

2.2.2 Анализ оборудования, режущего инструмента, оснастки

Анализ применяемого оборудования

В действующем техпроцессе для изготовления детали «Корпус платы» применяют как современные обрабатывающие центры, так и универсальные станки.

Операция 005 – Пилоотрезная выполняется на ленточнопильном станке SIRIUS. Заготовка укладывается на рольганг и по роликам перемещается на рабочий стол станка. В это время тиски станка раскрыты, пильная рама поднята вверх. Отмеряется необходимая длина заготовки. Нажатием кнопки тиски смыкаются. Запускается привод пильного полотна. Нажатием соответствующей кнопки начинается опускание пильной рамы на заготовку. После отрезки заготовки при срабатывании концевого выключателя рама автоматически поднимется в верхнее положение.



Рисунок 2.2.2.1 – Ленточнопильный станок SIRIUS

Фрезерные операции с ЧПУ 010, 015, 050 и операция 045 – Комплексная с ЧПУ выполняются на многоосевом обрабатывающем центре UCP600.

Этот станок почти в 10 раз превосходят традиционные фрезерные станки по скорости резания. Кроме того, он обеспечивают более высокую точность и лучшее качество обработанной поверхности. Благодаря этому могут успешно обрабатываться даже закалённые материалы. Преимущество данного станка в том, что технологическая цепочка значительно сокращается при обработке на

нем. Эскиз многоосевого обрабатывающего центра UCP600 представлен на рисунке 2.2.2.2.



Рисунок 2.2.2.2 – Многоосевой обрабатывающий центр UCP600

Координатно-расточные операции 070 и 075 выполняются на координатно-расточном станке 2А430. Эти станки предназначены для обработки отверстий с точным расположением их осей без применения разметки. Точность расположения отверстий достигается в пределах 0,005-0,001 мм. На этих станках можно сверлить, развертывать, зенкеровать и растачивать отверстия. Они также используются для измерения и контроля деталей, для точных разметочных работ.

Станок имеет поворотный стол, что дает возможность производить обработку отверстий, заданных в полярной системе координат, наклонных и взаимно перпендикулярных отверстий. Координатно-расточной станок 2А450 показан на рисунке 2.2.2.3.



Рисунок 2.2.2.3 – Координатно-расточной станок 2А430

Операция 095 – Сверлильная выполняется на вертикально-сверлильном станке 2А125. Этот станок используется на предприятиях с единичным и

мелкосерийным выпуском продукции и предназначен для выполнения следующих операций: сверления, рассверливания, зенкования, зенкерования, развертывания и подрезки торцев ножами.

Пределы чисел оборотов и подач шпинделя позволяют обрабатывать различные виды отверстий на рациональных режимах резания. Вертикально-сверлильный станок 2А125 представлен на рисунке 2.2.2.4.



Рисунок 2.2.2.4 – Вертикально-сверлильный станок 2А125.

Операции 110, 115, 120 – Резьбонарезная выполняется на настольном вертикально-резьбонарезном станке ВС-11М. Станок предназначен для нарезания внутренних сквозных и глухих резьб. Нарезание глухих резьб производится по регулируемым упорам, ограничивающим ход шпинделя на длину нарезаемой резьбы. Вертикально-резьбонарезной станок ВС-11М представлен на рисунке 2.2.2.5.

					<i>ЮУрГУ-15.03.05.2020.524.00.00 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата		15



Рисунок 2.2.2.5 – Вертикально-резьбонарезной станок ВС-11М

Операция 135 – Фрезерная выполняется на универсальном консольно-фрезерном станке 6М82. Он предназначен для фрезерования всевозможных деталей из стали, чугуна и цветных металлов цилиндрическими, дисковыми, фасонными, угловыми, торцовыми, концевыми и другими фрезами в условиях индивидуального и серийного производства. Возможность настройки станка на различные полуавтоматические и автоматические циклы позволяет успешно использовать станки для выполнения работ операционного характера в поточных и автоматических линиях в крупносерийном производстве.

На универсальном фрезерном станке станке 6М82 можно обрабатывать вертикальные и горизонтальные плоскости, пазы, углы, рамки, зубчатые колеса, фрезеровать всевозможные спирали, для чего стол его поворачивается вокруг своей вертикальной оси.

На станке модели 6М82 можно успешно обрабатывать легкие сплавы. Консольно-фрезерный станок 6М82 представлен на рисунке 2.2.2.6.

					<i>ЮУрГУ-15.03.05.2020.524.00.00 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата		16

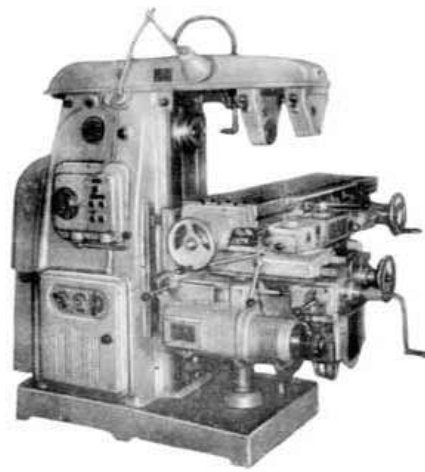


Рисунок 2.2.2.6 – Консольно-фрезерный станок 6М82

Анализ представленного оборудования показал, что в действующем техпроцессе используются станки, которые можно убрать и заменить их на оборудование, позволяющее объединить несколько операций в одну.

Режущий инструмент

В ходе анализа операционных карт было выявлено, что только в нескольких операциях указан режущий инструмент.

При обработке детали в операциях 070 и 075 – Координатно-расточная используют спиральные сверла с цилиндрическим хвостовиком 2300-0143, 2300-6185 ГОСТ 10902-77. Эскиз таких сверл показан на рисунке 2.2.2.7

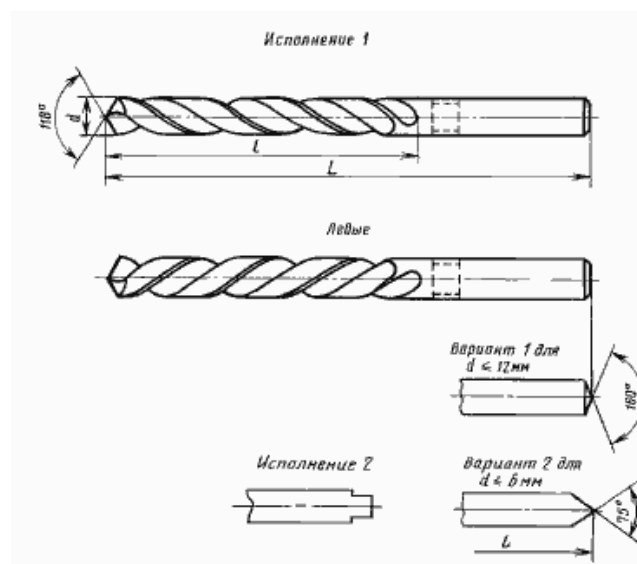


Рисунок 2.2.2.8 – Сверло с цилиндрическим хвостовиком ГОСТ 10902-77

Параметры используемых сверл приведены в таблице 7.1

					ЮУрГУ-15.03.05.2020.524.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата		17

Таблица 2.2.2.1 – Сверла с цилиндрическим хвостовиком ГОСТ 10902-77

Наименование сверла	Параметры сверла	
	Длина L, мм	l, длина рабочей части, мм
Сверло Ø2,1 2300-0143	49	24
Сверло Ø5,5 2300-6185	93	57

Данный типоразмер сверл используется для сверления отверстий под резьбу М2,5 и резьбу М6. Для нарезания этой резьбы в операциях 110, 115, 120 – Резьбонарезная использую в качестве режущего инструмента метчик М2,5-7Н 2620-1045-7Н ГОСТ 3266-81 и метчик М6-7Н 2620-2497-7Н ГОСТ 3266-81. Эскиз метчиков показан на рисунке 2.2.2.9

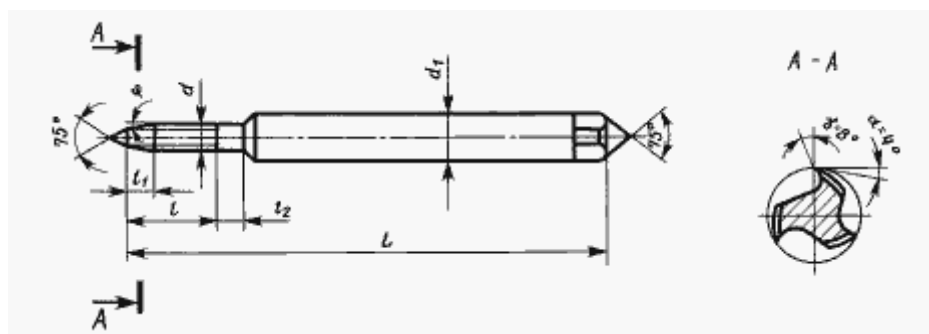


Рисунок 2.2.2.9 – Метчик ГОСТ 3266-81

В операции 135 - Фрезерная используется специальная фреза ЕЛ 23-6764. Она используется для фрезеровки четырех пазов шириной $1_{-0,25}$ на глубину 21 мм.

Рассмотренный режущий инструмент для изготовления детали «Корпус» представлен не полностью, необходимо более тщательно подобрать его и записать в операционные карты.

Анализ применяемой оснастки

При установке детали «Корпус платы» на станок в действующем техпроцессе записаны три вида оснастки.

В операции 010 и 050 используют тиски для зажима детали. Они представляют собой несколько упоров, благодаря которым деталь не смещается и

находится в нужном положении. А сверху подходит инструмент для обработки поверхности.

В операциях 015 и 045 используют специальное станочное приспособление. Это приспособление не перенастраиваемое, оно используется только для одного типоразмера деталей. Представляет собой плиту с креплением под «ласточкин хвост» и упором с одной стороны.

Для установки детали в операциях 070, 075, 095 используют универсальное станочное приспособление (УСП). Использование такого приспособления позволяет экономить средства на изготовлении нескольких других из-за быстрой переналадки. УСП представлено на рисунке 2.2.2.10

Изготовление приспособления из деталей УСП включает в себя:

1. Разработку схемы сборки приспособления в соответствии с видом технологической операции обработки детали и станка.
2. Сборку приспособления из нормализованных деталей.
3. Использование собранного приспособления для изготовления детали на станке.
4. Разборку приспособления.
5. Раскладку деталей УСП для хранения.

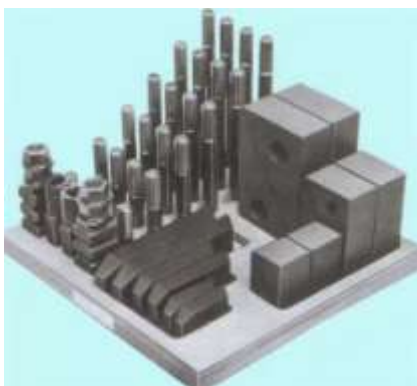
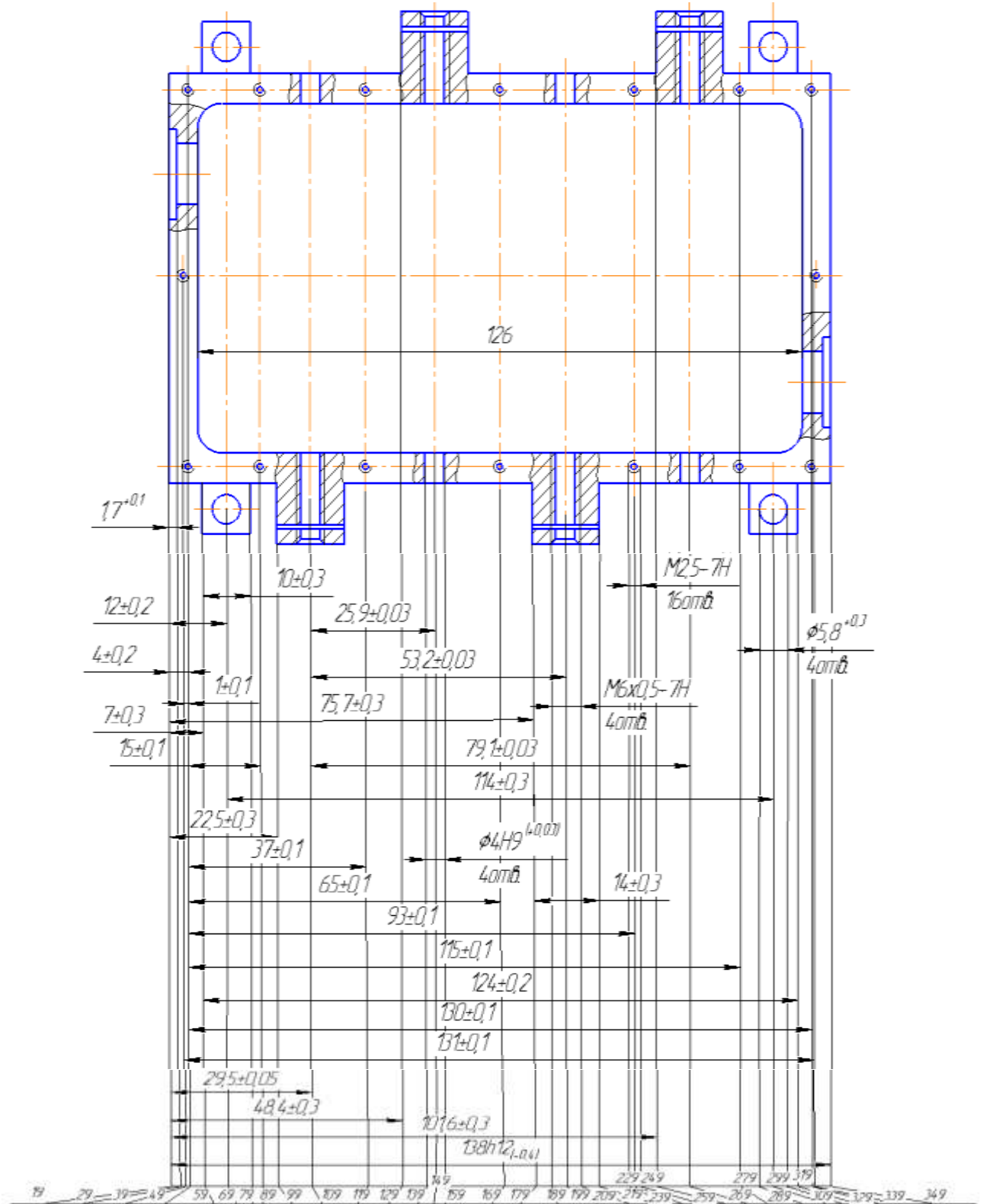


Рисунок 2.2.2.10 – Комплект универсального станочного приспособления

Применение УСП в 2-3 раза сокращает сроки технологической подготовки производства к выпуску нового изделия. Затраты на восстановление комплекта деталей УСП за год составляют 3,5% от всей себестоимости комплекта. Срок использования деталей и узлов УСП составляет примерно 10-25 лет.

2.2.3 Размерный анализ действующего технологического процесса



Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата

ЮУрГУ-15.03.05.2020.524.00.00 ПЗ

Лист

20

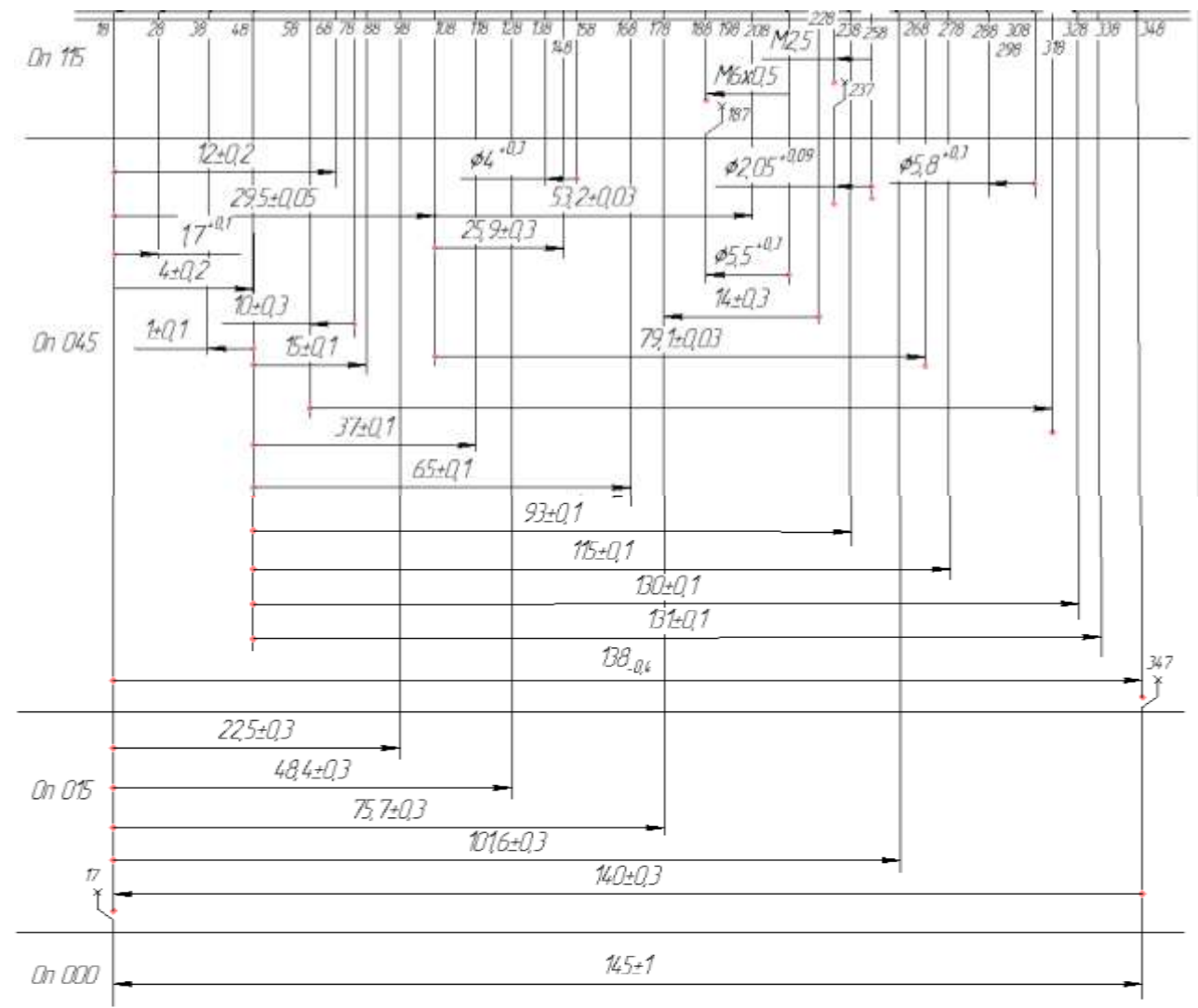


Рисунок 2.2.3.1 – Размерная цепь

Размерный анализ включает в себя построение размерных цепей с последующим анализом правильности составления технологического процесса на данную деталь. Анализ включает в себя расчет замыкающих звеньев и припусков на процесс механической обработки. Желательно разработать такую технологию изготовления детали, чтобы размерная цепь оказалась без замыкающих звеньев.

Расчет замыкающих звеньев

$$1. [188\#187] = - (187+218) + (188 + 218)$$

$$[188\#187] = - 5.5^{+0.3} + 6^{+0.3} = 0.5^{+0.3}_{-0.3}$$

$$[188\#187]_{max.расч} = 0,8$$

$$[188\#187]_{min.расч} = 0,2$$

Брака не будет.

$$2. [238\#237] = - (237+258) + (238 + 258)$$

$$[238\#237] = - 2,05^{+0,09} + 2,5^{+0,25} = 0,45_{-0,09}^{+0,25}$$

$$[238\#237]_{max.расч} = 0,7$$

$$[238\#237]_{min.расч} = 0,36$$

Брака не будет.

$$3. [348\#347] = - (18+348) + (18 + 347)$$

$$[348\#347] = - 138_{-0,4} + 140_{\pm 0,3} = 2_{-0,3}^{+0,7}$$

$$[348\#347]_{max.расч} = 2,7$$

$$[348\#347]_{min.расч} = 1,7$$

Брака не будет.

$$4. [17\#18] = - (18+347) + (17 + 347)$$

$$[17\#18] = - 140_{\pm 0,3} + 145_{\pm 1} = 5_{-1,3}^{+1,3}$$

$$[17\#18]_{max.расч} = 6,3$$

$$[17\#18]_{min.расч} = 3,7$$

Брака не будет.

Расчет замыкающих звеньев показал, что брака не будет. Почти все размеры выполняются сразу и мало замыкающих звеньев.

					<i>ЮУрГУ-15.03.05.2020.524.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		22

2.2.4. Выводы из анализа и предложения по разработке проектного техпроцесса

В ходе рассмотрения действующего техпроцесса были выявлены недостатки в оформлении карт, необходимо правильно оформить операционные карты, вписать весь режущий инструмент. Еще обязательно добавить операционные эскизы к нескольким операциям. Достоинства старого техпроцесса:

1. Чертеж детали выполнен по всем правилам оформления;
2. Деталь технологична;
3. Метод получения заготовки является эффективным в условиях серийного производства;
4. Станочные приспособления подходит для используемого оборудования;
5. Размерный анализ не выявил брака при расчете замыкающих звеньев.

При проектировании нового техпроцесса можно внести следующие изменения:

- объединить некоторые механические операции за счет выбора другого оборудования;
- снизить трудоемкость на изготовление за счет уменьшения установов и переналадок оборудования;
- разработать новое станочное приспособление, позволяющее обработать деталь одновременно в нескольких плоскостях;
- при обработке использовать режущий инструмент со сменными твердосплавными пластинами;
- для контроля детали использовать специальное контрольное приспособления для контроля допуска плоскостности.

					<i>ЮУрГУ-15.03.05.2020.524.00.00 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата		23

2.3. Разработка проектного технологического процесса

2.3.1. Разработка маршрутного техпроцесса

Проектный вариант составляется на основе анализа чертежа детали, ее заготовки, материала.

Проектный вариант состоит из следующих операций:

000 – Заготовительная

005 – Вертикально-фрезерная

010 – Комплексная на обрабатывающем центре с ЧПУ

015 – Вертикально-фрезерная

025 – Контроль

2.3.2. Выбор оборудования для реализации техпроцесса

Выбор оборудования необходим только на механические операции. В проектном техпроцессе их три. Оборудование необходимо подобрать с учетом необходимой обработки детали. В серийном производстве для увеличения производительности труда стали применять станки с ЧПУ. Они не требуют особой переналадки на установку детали, что позволяет обрабатывать на них большой номенклатуры деталей.

Операция 005 – Вертикально-фрезерная.

Станок – вертикально-фрезерный модели X8126B. Он показан на рисунке 2.3.2.1

					<i>ЮУрГУ-15.03.05.2020.524.00.00 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата		24



Рисунок 2.3.2.1 – Вертикально-фрезерный станок модели X8126B

Таблица 2.3.2.1 – Технические характеристики станка

Размер стола	280x700 мм
Расстояние от оси горизонтального шпинделя до стола	
Первая позиция установки	35-385 мм
Вторая позиция установки	42-392 мм
Третья позиция установки	132-482 мм
Расстояние от конца вертикального шпинделя до оси горизонтального шпинделя	95 мм
Расстояние от конца горизонтального шпинделя до оси вертикального шпинделя	131 мм
Поперечное перемещение горизонтального шпинделя	200 мм
Вертикальное перемещение пиноли вертикального шпинделя	80 мм
Диапазон скоростей горизонтального шпинделя	110-1230 об/мин
Диапазон скоростей вертикального шпинделя	150-1660 об/мин
Отверстие конуса шпинделя	ISO 40
Угол поворота оси вертикального шпинделя	±45 °
Продольное перемещение стола	350 мм
Вертикальное перемещение стола	350 мм

Поддачи стола в продольном и вертикальном направлениях и горизонтального шпинделя в поперечном направлении	25-285 мм/мин
Ускоренное перемещение стола в продольном и вертикальном направлениях	100 мм/мин
Главный двигатель	3 кВт
Вес нетто/ вес брутто	В-1180/2100 кг С-1410/2200 кг

Шпиндель станка наделен 18-ю скоростями, изменяемыми вариатором, а для облегчения ввода шестерен в зацепление, служит функция – «толчок шпинделя». При запуске шпинделя, автоматически включается насос смазки коробки скоростей. Для контроля уровня смазки и поступления смазки используются прозрачные глазки.

Рабочий стол станка перемещается влево и вправо, вручную и с помощью коробки подач. Рукоятка выбора направления размещена по центру рабочего стола. При автоматическом перемещении подачу выключают специальные кулачки, когда стол займет заданное положение. Консоль так же имеет возможность подъёма-опускания, как вручную, так и двигателем подач. Рукоятка выбора направления перемещения салазок и консоли расположена слева на консоли.

Станок с лёгкостью обрабатывает не только стали, чугуны, цветные металлы и их сплавы, но и пластмассы. Станок ведёт обработку по вертикальной и горизонтальной плоскости, пазам, уступам, отверстиям и так далее.

Операция 010 – Комплексная на обрабатывающих центрах с ЧПУ.

Станок – 5-ти осевой обрабатывающий центр MIKRON UCP 600 Vario. Он показан на рисунке 2.3.2.2.

					<i>ЮУрГУ-15.03.05.2020.524.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		26



Рисунок 2.3.2.2 – Обрабатывающий центр MIKRON UCP 600 Vario

Таблица 2.3.2.2 – Технические характеристики станка

Система управления	Heidenhain iTNC530
Перемещение по осям X / Y / Z	600 x 450 x 450 мм
Ось С – поворотный стол (круглый)	360/0.001°
наклонный стол	-100/+122°
Диаметр стола	400 мм
Макс. нагрузка на стол	600 кг
Автоматически сменных инструментов	30 шт
Конус шпинделя	HSK 63
Ускоренный ход X / Y / Z	20 м/мин
Обороты шпинделя	20 - 20000 об/мин
Мощность шпинделя	12 кВт
Габариты станка ДхШхВ	3945 x 3400 x 2645 мм
Вес станка	7700 кг

Благодаря различным типоразмерам инструментального магазина, можно конфигурировать обрабатывающий центр MIKRON UCP 600 Vario, предназначая его для изготовления отдельных деталей или для серийного производства сложных изделий.

На станке возможны различные виды обработок: точение, растачивание,

сверление, фрезерование, зенкерование, нарезание резьбы.

Преимущества такого станка:

- можно обрабатывать самые различные формы и поверхности за один зажим;
- цифровая система управления;
- полное удаление стружки из рабочей зоны;
- доступность и обзорностью рабочей зоны;
- более высокая точность за меньшее время обработки;
- повышение качества обработки, а также точности поверхности и формы изделия;
- повышение безопасности процесса;
- сокращение числа станков благодаря продолжительному сроку службы;
- комфортные условия работы оператора;
- стабильная и безопасная работа станка в условиях безлюдного производства.

Операция 020 – Вертикально-фрезерная. Станок такой же как в 005 операции – вертикально-фрезерный модели X8126B.

2.3.3. Выбор и обоснование метода получения исходной заготовки

Заготовка детали "Корпус платы" в действующем техпроцессе была изготовлена из листового проката. Но при обработке в стружку уходит большое количество металла. Деталь изготавливается из сплава ЛС59-1 ГОСТ 15527-2004, такую деталь нецелесообразно и не выгодно изготавливать другими методами, кроме как литьем. Поэтому способ получения заготовки меняется на литье.

Масса детали по чертежу 0,4 кг, масса заготовки 0,6 кг.

Коэффициент использования металла:

$$K = \frac{m_{\text{дет}}}{m_{\text{загот}}} = \frac{0,4}{0,6} = 0,67$$

Получается высокий показатель.

					<i>ЮУрГУ-15.03.05.2020.524.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		28

Для детали подходит следующий способ: штамповка жидкого металла.

Штамповка жидкого металла состоит в том, что расплав заливается в специальную полость, выполненную в матрице. Затем пуансон опускается, и под его давлением жидкий металл поднимается и заполняет полость, образующуюся между матрицей и пуансоном. Эта полость имеет конфигурацию будущей отливки; матрица выполняет наружную ее поверхность, пуансон – внутреннюю. Когда металл затвердевает, форму раскрывают и отливку удаляют из матрицы.

Такой способ отличается большой производительностью, дает возможность получать плотные, довольно тонкостенные отливки. Для его осуществления не требуется столь мощного оборудования, как при штамповке твердого металла. Правда, этот способ ограничивается определенной конфигурацией изделий – они не могут быть сложными.

Данный способ подходит для нашей детали.

Преимущества такого литья – не требует мощного оборудования, большая производительность.

К недостаткам этого метода относятся – изготавливаемые детали не могут быть сложными.

2.3.4. План операций и переходов проектного техпроцесса.

Изготовление детали корпус платы включает в себя несколько механических операций.

Операция 005 – Вертикально-фрезерная (рисунок 2.3.4.1).

					<i>ЮУрГУ-15.03.05.2020.524.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		29

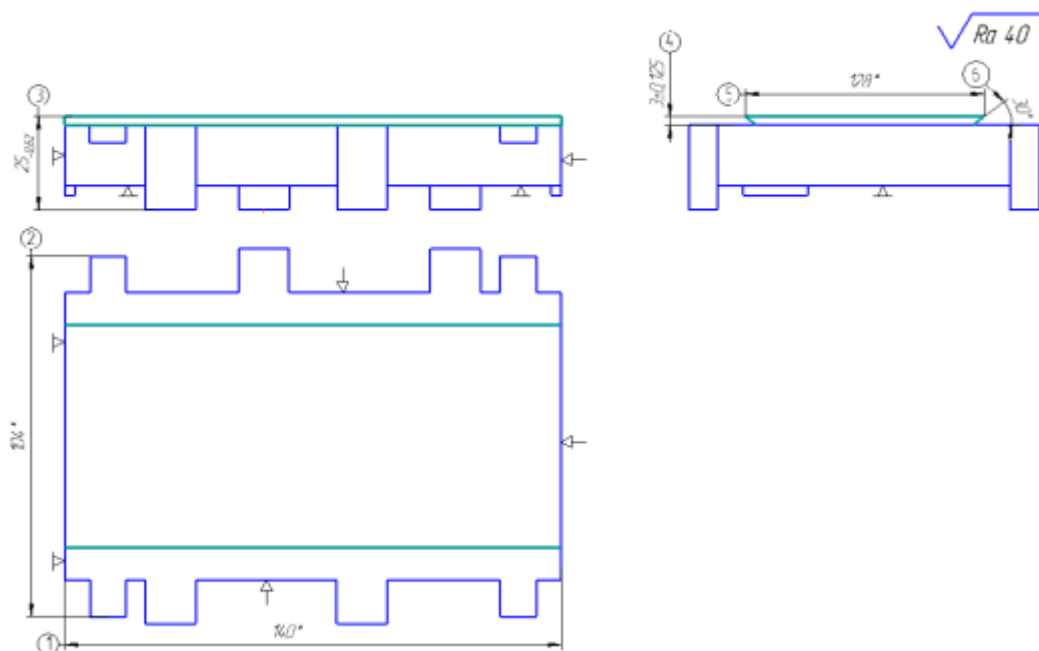


Рисунок 2.3.4.1 –Операция 005 – Вертикально-фрезерная

Описание переходов на операцию:

1. Установить заготовку на стол станка, снять ;
2. Фрезеровать поверхность, выдерживая размеры 1, 2, 3, 5;
3. Фрезеровать поверхность, выдерживая размеры 4, 5, 6;
4. Контроль наладчиком: после наладки и периодически 10%

Деталь устанавливается на стол станка, закрепляется. В операции фрезеруется поверхность, на которую деталь будет ставиться в последующей операции и поверхность «ласточкиного хвоста», который предназначен для закрепления детали в следующей операции.

Применяемый режущий инструмент:

- фреза $\varnothing 100$ 2214-0001 ГОСТ 24359-80;
- фреза $<30^\circ$ специальная.

Применяемый мерительный инструмент: Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89, шаблон $<30^\circ$.

Операция 010 – Комплексная с ЧПУ (рисунок 2.3.4.2).

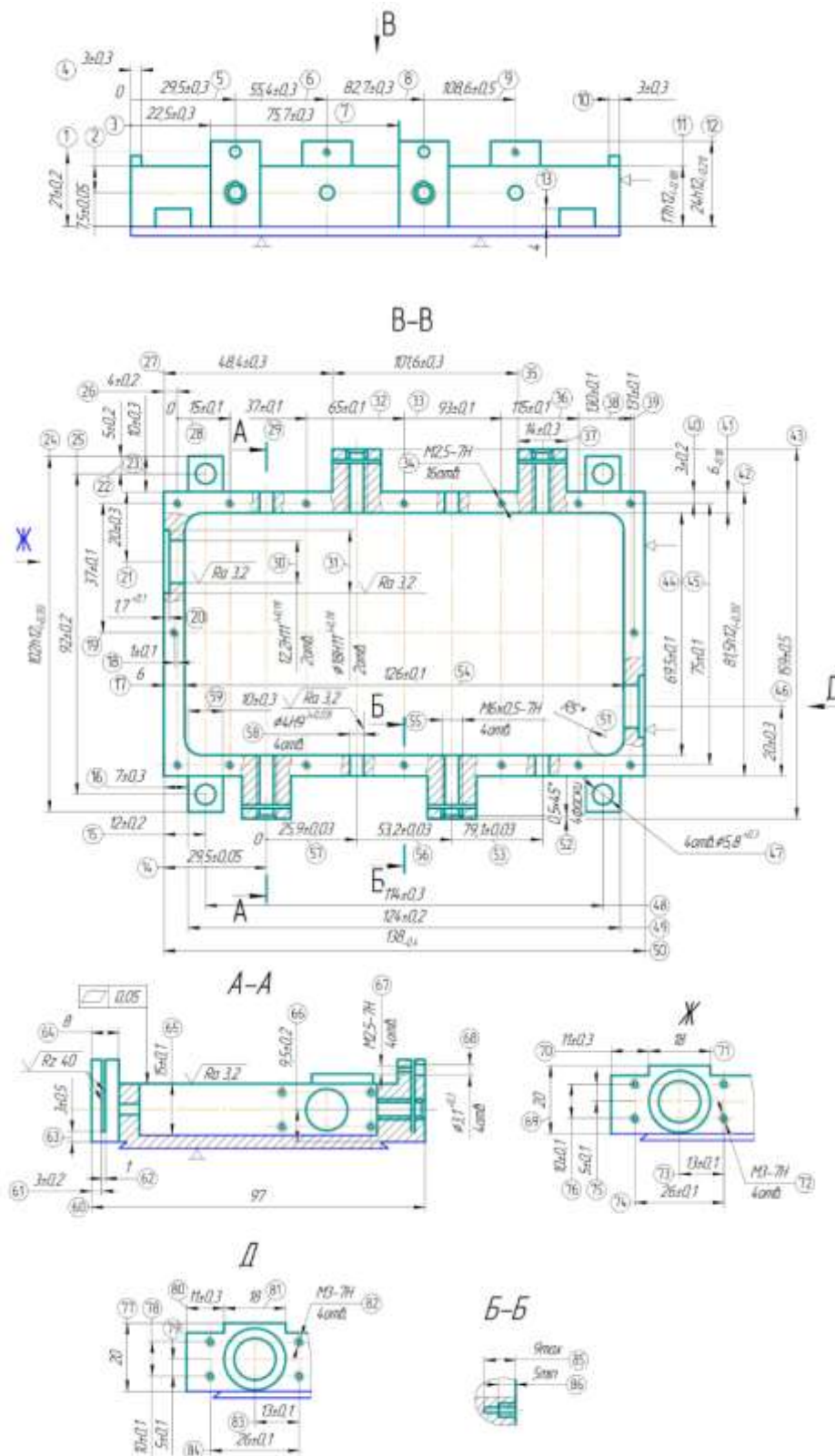


Рисунок 2.3.4.2 – Операции 010 – Комплексная с ЧПУ

Описание переходов на операцию:

1. Установить деталь в приспособление, снять;
2. Фрезеровать поверхность, выдерживая размер 12;
3. Фрезеровать поверхность, выдерживая размеры 69, 77;

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ЮУрГУ-15.03.05.2020.524.00.00 ПЗ

Лист

31

4. Фрезеровать поверхность, выдерживая размеры 11, 9+0,36 (предварительно 8);
5. Фрезеровать поверхность, выдерживая размеры 44, 51, 54, 67;
6. Фрезеровать поверхность, выдерживая размер 13;
7. Повернуть стол вдоль оси Y на 270°;
8. Фрезеровать поверхность, выдерживая размер 17;
9. $\varnothing 2,05$; 1,6,9 $\varnothing 12$, $21 \pm 0,3$ (21), 66;
10. Развернуть отверстие, выдерживая размеры 30, 66;
11. Сверлить одно отверстие $\varnothing 17,8$, выдерживая размеры $\varnothing 17,8$; $21 \pm 0,3$; 20;
12. Развернуть отверстие, выдерживая размер 31;
13. Сверлить четыре отверстия $\varnothing 2,5$, выдерживая размеры $\varnothing 2, 5$; 73, 74, 75, 76;
14. Нарезать резьбу М3, выдерживая размер 72;
15. Повернуть стол вдоль оси X на 270°;
16. Фрезеровать поверхность, выдерживая размеры 3, 7, 23, 27, 35, 37, 41, 64;
17. Фрезеровать поверхность, выдерживая размер 37;
18. Сверлить отверстия $\varnothing 2,05$, выдерживая размеры $\varnothing 2, 05$; 1, 6, 9;
19. Сверлить отверстия $\varnothing 3,2$, выдерживая размеры 6, 9, 68;
20. Нарезать резьбу М2,5×0,5, выдерживая размер 67;
21. Сверлить отверстия $\varnothing 3,9$, выдерживая размеры $\varnothing 3, 9$; 14, 56, 66;
22. Развернуть два отверстия, выдерживая размеры 58, 66;
23. Сверлить два отверстия $\varnothing 5,5$, выдерживая размеры $\varnothing 5,5$ 14, 53, 57, 66
24. Зенковать два отверстия, выдерживая размер 52;
25. Нарезать резьбу М6×0,5, выдерживая размер 67;
26. Снять деталь, переустановить. Повернуть стол по оси Y на 270°;
27. Фрезеровать поверхность, выдерживая размер 50;
28. Сверлить отверстие $\varnothing 12$, выдерживая размеры $\varnothing 12, 21 \pm 0,3$ (46), 66;
29. Развернуть одно отверстие, выдерживая размеры 30, 66;
30. Сверлить отверстие $\varnothing 17,8$, выдерживая размеры $\varnothing 17,8$; $21 \pm 0,3$; 20;
31. Развернуть одно отверстие, выдерживая размеры 31;
32. Сверлить четыре отверстия $\varnothing 2,5$, выдерживая размеры $\varnothing 2,5$; 78, 79, 83, 84;
33. Нарезать резьбу М3-7Н, выдерживая размер 82;

					<i>ЮУрГУ-15.03.05.2020.524.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		32

34. Повернуть стол вдоль оси X на 270°;
35. Фрезеровать поверхность, выдерживая размеры 3, 7, 16, 24, 27, 35, 37, 43, 49;
36. Фрезеровать поверхность, выдерживая размер 37;
37. Сверлить два отверстия $\varnothing 2,05$, выдерживая размеры $\varnothing 2,05$; 1, 5, 8;
38. Сверлить два отверстия $\varnothing 3,2$, выдерживая размеры 5, 8, 68;
39. Нарезать резьбу M2,5×0,5, выдерживая размер 67;
40. Сверлить два отверстия $\varnothing 3,9$, выдерживая размеры $\varnothing 3,9$; 53, 57;
41. Развернуть два отверстия, выдерживая размеры 58, 66;
42. Сверлить два отверстия $\varnothing 5,5$, выдерживая размеры $\varnothing 5,5$; 14, 56, 66;
43. Зенковать два отверстия, выдерживая размер 52;
44. Нарезать резьбу M6×0,5, выдерживая размер 55;
45. Повернуть стол вдоль оси Y на 270°;
46. Сверлить 16 отверстий $\varnothing 2$, выдерживая размеры $\varnothing 2$, 19, 26, 28, 29, 32, 33, 36, 38, 39, 40;
47. Нарезать резьбу M2,5×0,45, выдерживая размеры 34, 86;
48. Сверлить 4 отверстия $\varnothing 6$, выдерживая размеры 15, 25, 47, 48;
49. Фрезеровать паз, выдерживая размеры 61, 62, 63;
50. Контроль наладчиком: после наладки и периодически 10%.

В операции фрезеруются все поверхности по контуру детали, фрезеруется внутренняя поверхность, глубокий паз 1 мм. Сверлятся отверстия, нарезается резьба M2,5-7H, M6-7H, M3-7H.

Применяемый режущий инструмент:

- фреза $\varnothing 160$ ПЗ-552.15.03.05. спец.;
- фреза концевая $\varnothing 20$ ECL200B60-6W20 IC20 Iscar;
- фреза концевая $\varnothing 10$ EC-E4L 10-26/38W10CF83 IC20 Iscar;
- фреза концевая $\varnothing 25$ EC-E4L 25-50/65C25CF121Iscar;
- сверло $\varnothing 12$ SCD 120-056-120 ACP5N Iscar;
- развертка $\varnothing 12,2$ спец.;
- сверло $\varnothing 17,8$ SCD 178-051-120 ACP3 Iscar;

					<i>ЮУрГУ-15.03.05.2020.524.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		33

- развертка $\varnothing 18$ 2368-0122 ГОСТ 1672-80;
- сверло $\varnothing 2,5$ SCD 025-001-030 ACP4 Iscar;
- метчик TPG M-3X0.5-S HEST Iscar;
- сверло $\varnothing 2$ SCD 020-008-030 AP4 Iscar;
- сверло $\varnothing 3,2$ SCD 032-017-060 AP3 Iscar;
- метчик TPG M-2,5X0.5-S HEST Iscar;
- сверло $\varnothing 3,9$ SCD 039-014-060 AP3 Iscar;
- развертка $\varnothing 4$ RM-SHR-0400-H7S-CS-C 07 Iscar;
- сверло $\varnothing 5,5$ SCD 055-020-060 AP3 Iscar;
- зенковка $\varnothing 10$ ECF D-4/45-4C10 Iscar;
- метчик TPG MF-6X0.5-M Iscar;
- сверло $\varnothing 6$ SCCD 060-035-060 AP5 Iscar;
- переходник, фреза $\varnothing 1$ спец.

Применяемый мерительный инструмент: штангенциркуль ШЦ-I-125-0,05 ГОСТ 166-89, штангенглубиномер ШГ-160-0,05 ГОСТ 162-90, штангенциркуль ШЦ-II-250-0,1 ГОСТ 166-89, пробка $\varnothing 12,2$ Н11 спец., пробка $\varnothing 18$ Н11 спец., пробка гладкая $\varnothing 2,5$ спец., пробка резьбовая 8261-3019 ГОСТ17786-72, пробка гладкая $\varnothing 2$ спец., пробка гладкая $\varnothing 3,2$ 8133-0901 ГОСТ 14810-69, пробка резьбовая 8261-3017 ГОСТ17756-72, пробка гладкая $\varnothing 3,9$ спец., пробка гладкая $\varnothing 4$ 8133-0906 ГОСТ 14810-69, пробка гладкая $\varnothing 5,5$ спец., пробка резьбовая 8261-3032 ГОСТ17786-72, пробка $\varnothing 12,2$ Н11 спец..

Операция 015 – Вертикально-фрезерная.

Деталь ставится в универсальное станочное приспособление. В операции срезается «ласточкин хвост», который нужен был для закрепления в станочном приспособлении. Эскиз к операции показан на рисунке 2.3.4.3.

					<i>ЮУрГУ-15.03.05.2020.524.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		34

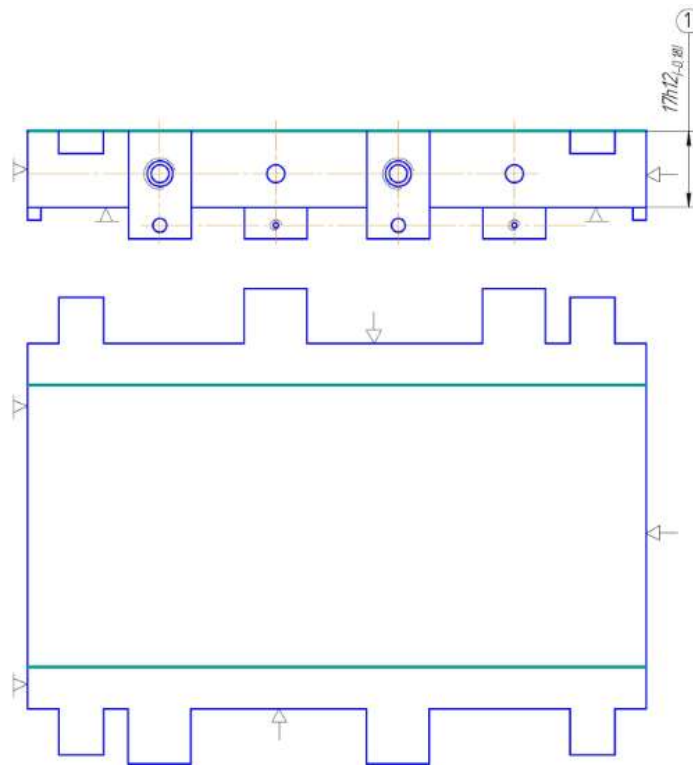


Рисунок 2.3.4.3 – Эскиз к операции 015 – Вертикально-фрезерная
Переходы на операцию:

1. Установить деталь на стол, снять;
2. Фрезеровать поверхность, выдерживая размер 1;
3. Контроль наладчиком: после наладки и периодически 10%.

Применяемый режущий инструмент:

- фреза $\varnothing 100$ 2214-0001 ГОСТ 24359-80.

Для контроля мерительный инструмент: штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1
ГОСТ 166-89.

Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата

ЮУрГУ-15.03.05.2020.524.00.00 ПЗ

Лист

35

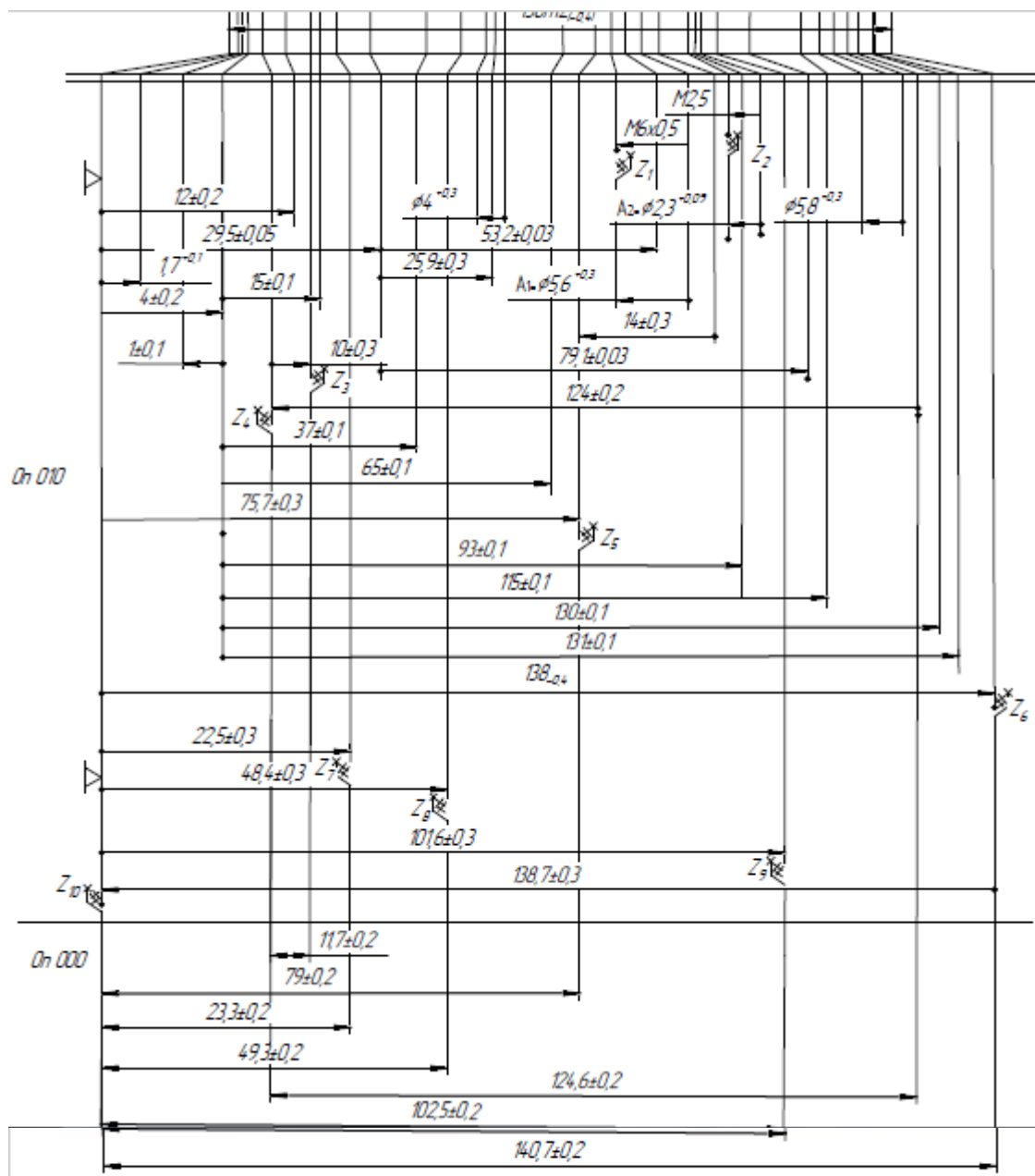


Рисунок 2.3.5.1 – Размерная цепь

Расчет замыкающих звеньев:

$$1. Z_1 = -5,5^{+0,3} + A1^{+0,3}$$

$$Z_{1min.} = Rz + Df = 0,04 + 0,12 = 0,16$$

где Rz - шероховатость поверхности, полученная на предыдущей операции;

Df – дефектный слой.

Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата

ЮУрГУ-15.03.05.2020.524.00.00 ПЗ

Лист

37

$$A_i = A_{min} + \frac{T_{Ai}}{2} - \Delta_{0Ai}$$

где T_{Ai} – допуск звена A_i ,

$$A_{min} = Z_{1min.} = Rz + Df$$

$$\Delta_{0Ai} = \sum \Delta_{0AiYB} - \sum \Delta_{0AiYU} = \frac{\sum(BO_{AiYB} + HO_{AiYB}) - \sum(BO_{AiYU} + HO_{AiYU})}{2} = \frac{0,3 + 0}{2} - \frac{0,3 + 0}{2} = 0$$

где BO_{AiYB} и HO_{AiYB} – верхнее и нижнее отклонение увеличивающего звена;

BO_{AiYU} и HO_{AiYU} – верхнее и нижнее отклонение уменьшающего звена.

$$A_i = 0,16 + \frac{0,3 + 0,3}{2} - 0 = 0,46 = 0,46$$

$$A_1 = 6 - 0,46 = 5,54. \text{ Принимаем } A_1 = 5,6 \text{ мм}$$

$$Z_1 = -5,6^{+0,3} + 6^{+0,3} = 0,4_{-0,3}^{+0,3}$$

$$2. Z_2 = -A_2^{+0,09} + 2,5^{+0,25}$$

$$A_{min} = R_z + D_f = 0,04 + 0,12 = 0,16$$

$$\Delta_{0Ai} = \sum \Delta_{0AiYB} - \sum \Delta_{0AiYU} = \frac{0,25 + 0}{2} - \frac{0,09 + 0}{2} = 0,08$$

$$A_i = 0,16 + \frac{0,25 + 0,09}{2} - 0,08 = 0,25$$

$$A_2 = 2,5 - 0,25 = 2,25 \text{ Принимаем } A_2 = 2,3 \text{ мм}$$

$$Z_2 = -2,3^{+0,09} + 2,5^{+0,25} = 0,2_{-0,09}^{+0,25}$$

$$3. Z_4 = -124 \pm 0,2 + A_3 \pm 0,2$$

$$A_{min} = R_z + D_f = 0,04 + 0,12 = 0,16$$

$$\Delta_{0Ai} = \sum \Delta_{0AiYB} - \sum \Delta_{0AiYU} = \frac{0,2 + (-0,2)}{2} - \frac{0,2 + (-0,2)}{2} = 0$$

$$A_i = 0,16 + \frac{0,2 + 0,2 + 0,2 + 0,2}{2} - 0 = 0,56$$

$$A_3 = 124 + 0,56 = 124,56 \text{ Принимаем } A_3 = 124,6 \text{ мм}$$

					<i>ЮУрГУ-15.03.05.2020.524.00.00 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата		38

$$Z_4 = -124 \pm 0,2 + 124,6 \pm 0,2 = 0,6_{-0,4}^{+0,4}$$

$$4. Z_6 = -138_{-0,4} + A4 \pm 0,3$$

$$A_{min} = R_z + D_f = 0,04 + 0,12 = 0,16$$

$$\Delta_{0Ai} = \sum \Delta_{0AiYB} - \sum \Delta_{0AiYM} = \frac{0,3 + (-0,3)}{2} - \frac{0 + (-0,4)}{2} = 0,2$$

$$A_i = 0,16 + \frac{0,4 + 0,3 + 0,3}{2} - 0,2 = 0,66$$

$$A4 = 138 + 0,66 = 138,66 \text{ Принимаем } A4 = 138,7 \text{ мм}$$

$$Z_6 = -138_{-0,4} + 138,7 \pm 0,3 = 0,7_{-0,3}^{+0,7}$$

$$5. Z_3 = -10 \pm 0,3 + 124 \pm 0,2 - 124,6 \pm 0,2 + A5 \pm 0,2$$

$$A_{min} = R_z + D_f = 0,04 + 0,12 = 0,16$$

$$\Delta_{0Ai} = \sum \Delta_{0AiYB} - \sum \Delta_{0AiYM} = \frac{0,2 + (-0,2) + 0,2 + (-0,2)}{2} - \frac{0,3 + (-0,3) + 0,2 + (-0,2)}{2} = 0$$

$$A_i = 0,16 + \frac{0,3 + 0,3 + 0,2 + 0,2 + 0,2 + 0,2 + 0,2 + 0,2}{2} - 0 = 1,06$$

$$A5 = 10 - 124 + 124,6 + 1,06 = 11,66 \text{ Принимаем } A5 = 11,7 \text{ мм}$$

$$Z_3 = -10 \pm 0,3 + 124 \pm 0,2 - 124,6 \pm 0,2 + 11,7 \pm 0,2 = 1,1_{-0,9}^{+0,9}$$

$$6. Z_{10} = -140 \pm 0,3 + A6 \pm 0,2 = 2_{-0,5}^{+0,5}$$

$$A_{min} = R_z + D_f = 0,04 + 0,12 = 0,16$$

$$\Delta_{0Ai} = \sum \Delta_{0AiYB} - \sum \Delta_{0AiYM} = \frac{0,2 + (-0,2)}{2} - \frac{0,3 + (-0,3)}{2} = 0$$

$$A_i = 0,16 + \frac{0,2 + 0,2 + 0,3 + 0,3}{2} - 0 = 0,66$$

$$A6 = 140 + 0,66 = 140,66 \text{ Принимаем } A6 = 140,7 \text{ мм}$$

$$Z_{10} = -140 \pm 0,3 + 140, \pm 0,2 = 0,7_{-0,5}^{+0,5}$$

$$7. Z_5 = -75,7 \pm 0,3 + 138,7 \pm 0,3 - 140,7 \pm 0,3 + A7 \pm 0,2$$

$$A_{min} = R_z + D_f = 0,04 + 0,12 = 0,16$$

$$\Delta_{0Ai} = \sum \Delta_{0AiYB} - \sum \Delta_{0AiYM} = \frac{0,3 + (-0,3) + 0,2 + (-0,2)}{2} - \frac{0,3 + (-0,3) + 0,3 + (-0,3)}{2} = 0$$

$$A_i = 0,16 + \frac{0,3 + 0,3 + 0,3 + 0,3 + 0,3 + 0,3 + 0,2 + 0,2}{2} - 0 = 1,26$$

$$A7 = 75,7 - 138,7 + 140,7 + 1,26 = 78,96 \text{ Принимаем } A7 = 79 \text{ мм}$$

$$Z_5 = -75,7 \pm 0,3 + 138,7 \pm 0,3 - 140,7 \pm 0,3 + 79 \pm 0,2 = 1,3_{-1,1}^{+1,1}$$

$$8. Z_7 = +22,5 \pm 0,3 - 138,7 \pm 0,3 + 140,7 \pm 0,2 - A8 \pm 0,2$$

$$A_{min} = R_z + D_f = 0,04 + 0,12 = 0,16$$

$$\Delta_{0Ai} = \sum \Delta_{0AiYB} - \sum \Delta_{0AiYM} = \frac{0,3 + (-0,3) + 0,2 + (-0,2)}{2} - \frac{0,3 + (-0,3) + 0,3 + (-0,3)}{2} = 0$$

$$A_i = 0,16 + \frac{0,3 + 0,3 + 0,3 + 0,3 + 0,3 + 0,3 + 0,2 + 0,2}{2} - 0 = 1,26$$

$$A8 = 22,5 - 138,7 + 140,7 - 1,26 = 23,24 \text{ Принимаем } A8 = 23,3 \text{ мм}$$

$$Z_7 = +22,5 \pm 0,3 - 138,7 \pm 0,3 + 140,7 \pm 0,2 - 23,3 \pm 0,2 = 1,2_{-1}^{+1}$$

$$9. Z_8 = +48,4 \pm 0,3 - 138,7 \pm 0,3 + 140,7 \pm 0,2 - A9 \pm 0,2$$

$$A_{min} = R_z + D_f = 0,04 + 0,12 = 0,16$$

$$\Delta_{0Ai} = \sum \Delta_{0AiYB} - \sum \Delta_{0AiYM} = \frac{0,3 + (-0,3) + 0,2 + (-0,2)}{2} - \frac{0,3 + (-0,3) + 0,2 + (-0,2)}{2} = 0$$

$$A_i = 0,16 + \frac{0,3 + 0,3 + 0,3 + 0,3 + 0,2 + 0,2 + 0,2 + 0,2}{2} - 0 = 1,16$$

$$A_9 = 48,4 - 138,7 + 140,7 - 1,15 = 49,25 \quad \text{Принимаем } A_9 = 49,3 \text{ мм}$$

$$Z_9 = +48,4 \pm 0,3 - 138,7 \pm 0,3 + 140,7 \pm 0,2 - 49,3 \pm 0,2 = 1,1 \pm 0,1$$

$$10. Z_9 = +101,6 \pm 0,3 - 138,7 \pm 0,3 + 140,7 \pm 0,2 - A_{10} \pm 0,2$$

$$A_{min} = R_z + D_f = 0,04 + 0,12 = 0,16$$

$$\Delta_{0A_i} = \sum \Delta_{0A_i}^{УВ} - \sum \Delta_{0A_i}^{УМ} = \frac{0,3 + (-0,3) + 0,2 + (-0,2)}{2} - \frac{0,3 + (-0,3) + 0,2 + (-0,2)}{2} = 0$$

$$A_i = 0,16 + \frac{0,3 + 0,3 + 0,3 + 0,3 + 0,2 + 0,2 + 0,2 + 0,2}{2} - 0 = 1,16$$

$$A_{10} = 101,6 - 138,7 + 140,7 - 1,16 = 102,44 \quad \text{Принимаем } A_{10} = 102,5 \text{ мм}$$

$$Z_9 = +101,6 \pm 0,3 - 138,7 \pm 0,3 + 140,7 \pm 0,2 - 102,5 \pm 0,2 = 1,1 \pm 0,1$$

2.3.6. Расчет режимов резания и норм времени

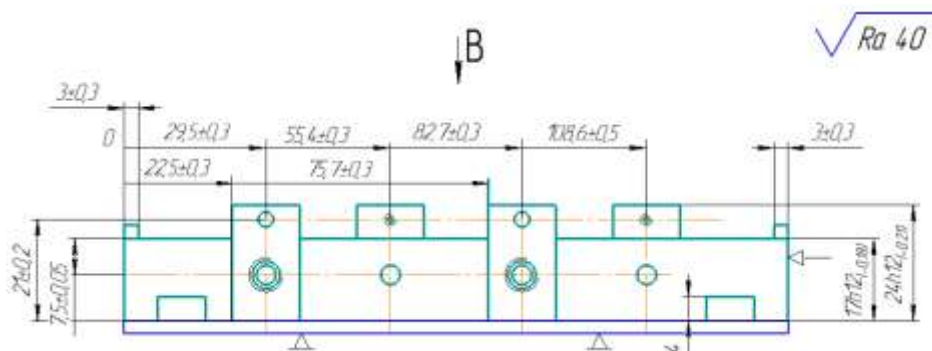
Рассчитаем режимы резания в проектом технологическом процессе на несколько видов обработки и определим норму времени на одну операцию. Для этого необходимы следующие данные о детали «Корпус платы».

Материал – Сплав ЛС59-1 ГОСТ 15527-2004

Заготовка – отливка;

Масса детали 0,4 кг.

Рассмотрим операцию 010 - Комплексная с ЧПУ. Деталь устанавливается в станочное приспособление и обрабатывается со всех сторон. Эскиз к операции показан на рисунке 2.3.6.1.



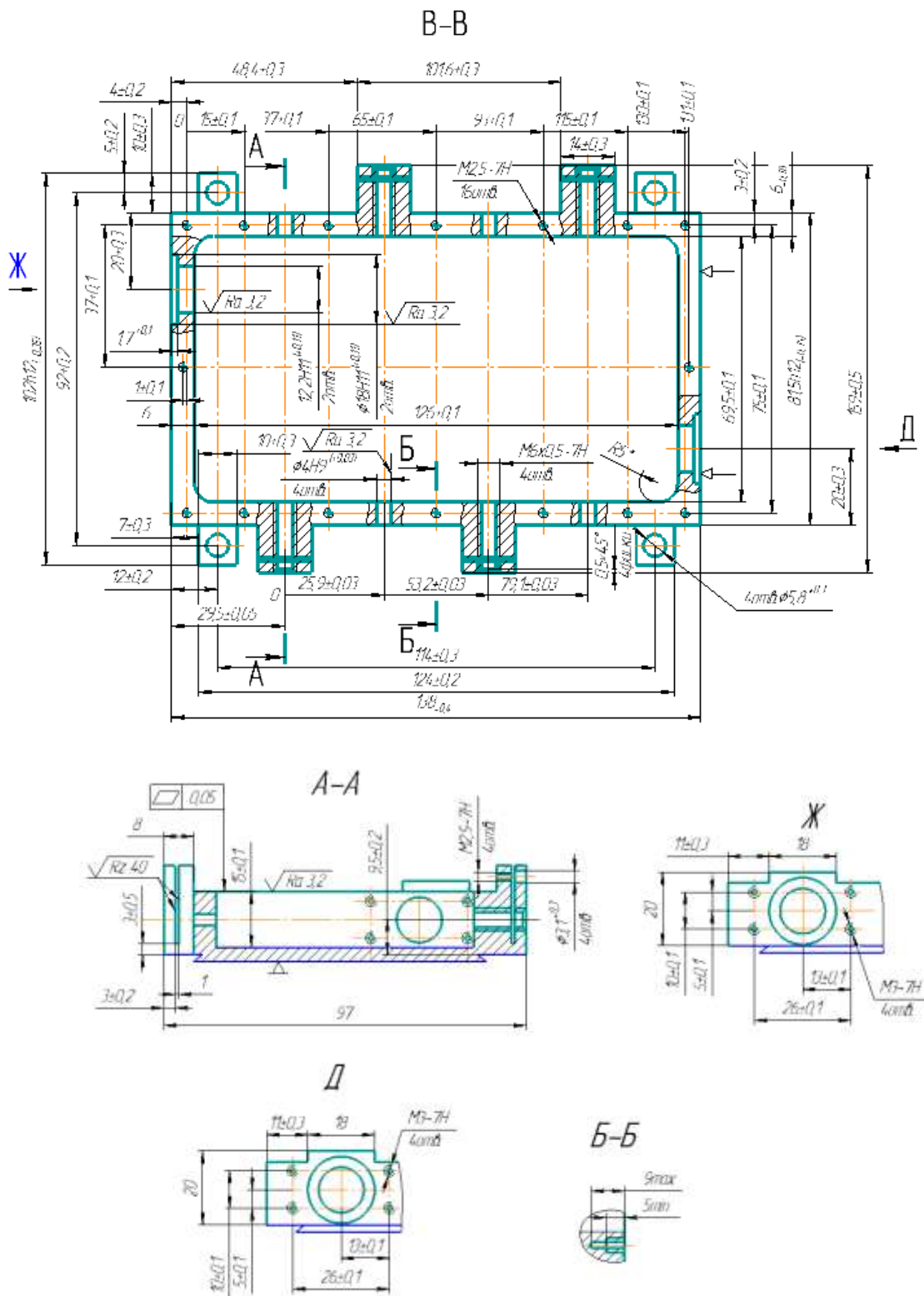


Рисунок 2.3.6.1 – Эскиз к операции 010 - Комплексная с ЧПУ

Рассчитаем режимы резания на несколько видов обработки. В операции фрезеруем все плоскости, сверлятся четыре отверстия $\phi 5,8^{+0,3}$, сверлятся и разворачиваются точные отверстия $\phi 12,2N11^{+0,11}$, $\phi 18N11^{+0,11}$, $\phi 4N9^{+0,03}$,

резьбовые отверстия М2,5-7Н, М3-7Н, М6×0,5-7Н, нарезается глубокая канавка шириной 1 мм специальным инструментом.

Для начала подберем глубину для фрезерования плоскости $t=1$ мм. Инструмент фреза $\phi 160$ специальная.

Назначаем подачу $S=0,51$ мм/зуб (карта 61, с. 186 [2]).

Поправочный коэффициент на подачу (карта 61, с. 186 [2]) в зависимости от твердости обрабатываемого материала $K_{SM}=1,0$.

Подача для прохода с учетом поправочного коэффициента:

$$S = 0,51 \times 1,0 = 0,51 \text{ мм/зуб}$$

Определяем скорость и мощность резания (карта 65 с. 191 [2]):

$$V = 225 \text{ м/мин}, N = 6,0 \text{ кВт}$$

Определяем частоту вращения шпинделя по формуле (1):

$$n = \frac{1000V}{\pi D}, \quad (1)$$

где n – частота вращения шпинделя, об/мин;

V – скорость резания, м/мин;

D – диаметр инструмента, мм

$$n = \frac{1000 \times 225}{3,14 \times 160} = 447 \text{ об/мин}$$

Определяем основное время по формуле:

$$T_o = \sum_{i=1}^n \frac{L_i}{S_{M_i}}, \quad (2)$$

где L_i – длина пути, проходимого инструментом или деталью в направлении подачи при обработке i -го технологического участка (с учетом врезания и перебега), мм;

S_i – минутная подача на данном участке, мм/мин;

i – число технологических участков обработки, $i=3$.

$$L_i = L + l_1 + l_2 + l_3, \quad (3)$$

где L – длина пути, проходимого инструментом или деталью в направлении подачи, мм;

l_1 – длина подвода инструмента, 5..10 мм;

l_2 – длина врезания инструмента, мм;

					<i>ЮУрГУ-15.03.05.2020.524.00.00 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата		43

l_3 – длина перебега инструмента, мм;

$l_2 + l_3 = 18$ мм (приложение 22, с. 292 [2])

$$L = 93 + 18 + 9 = 120 \text{ мм}$$

$$T_0 = \frac{120}{0.51 \times 447} = 0.52 \text{ мин}$$

Для фрезерования других плоскостей выбираем концевую фрезу $\varnothing 20$ ECL200B60-6W20 IC20 фирмы Iscar.

Назначаем режимы резания.

Подача на зуб фрезы по шероховатости обработанной поверхности $S_z = 0,21$ мм/зуб (карта 83, с.219,[2]).

Определяем скорость главного движения резания

$$V_T = 93 \text{ м/мин (карта 86, с.227,[2]).}$$

Выбираем поправочные коэффициенты (карта 86, с.228,[2]).

$K_{V\Pi} = 0,8$ – состояние обрабатываемой поверхности, с коркой;

$K_{VB} = 1,0$ – фактическая ширина фрезерования к нормативной;

$$V = V_T \times K_{V\Pi} \times K_{VB} \text{ м/мин}$$

$$V = 93 \times 0,8 \times 1,0 = 74,4 \text{ м/мин}$$

Частота вращения шпинделя

$$n = \frac{1000 \times 74,4}{3.14 \times 20} = 1184,7 \text{ мин}^{-1}$$

Устанавливаем действительную частоту вращения шпинделя по паспорту станка: $n_d = 1180 \text{ мин}^{-1}$.

Определим минутную подачу по формуле

$$S_M = n_\phi \times S_0 \quad (4)$$

$$S_M = 1180 \times 0,21 = 247 \text{ мм/мин}$$

Определяем основное время для обработки концевой фрезой. Сложим все длины обрабатываемых поверхностей, указанных в операции.

$$L = 28 + 28 + 450 + 310 + 12 + 12 + 310 = 1150 \text{ мм}$$

$$T_o = \frac{1150}{247} = 4,65 \text{ мин.}$$

					<i>ЮУрГУ-15.03.05.2020.524.00.00 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата		44

При обработке узких мест и для фрезеровки внутренней поверхности с радиусом R5 выбираем концевую фрезу $\varnothing 10$ EC-E4L 10-26/38W10CF83 IC20 фирмы Iscar.

Назначаем режимы резания.

Подача на зуб фрезы по шероховатости обработанной поверхности $S_z=0,15$ мм/зуб (карта 83, с.219,[2]).

Определяем скорость главного движения резания

$V_T=96$ м/мин (карта 86, с.226,[2]).

Выбираем поправочные коэффициенты (карта 86, с.228,[2]).

$K_{Vn}=0,8$ – состояние обрабатываемой поверхности, с коркой;

$K_{Vb}=1,0$ – фактическая ширина фрезерования к нормативной;

$$V = V_T \times K_{Vn} \times K_{Vb} \text{ м/мин}$$

$$V = 96 \times 0,8 \times 1,0 = 76,8 \text{ м/мин}$$

Частота вращения шпинделя

$$n = \frac{1000 \times 76,8}{3,14 \times 10} = 2445,8 \text{ мин}^{-1}$$

Устанавливаем действительную частоту вращения шпинделя по паспорту станка: $n_d=2440 \text{ мин}^{-1}$.

Определим минутную подачу по формуле (4):

$$S_m = 2440 \times 0,15 = 366 \text{ мм/мин}$$

Определяем основное время для обработки концевой фрезой. Сложим все длины обрабатываемых поверхностей, указанных в операции.

$$L = 410 + 40 + 40 + 40 + 40 + 43 + 43 = 656 \text{ мм}$$

$$T_o = \frac{656}{366} = 1,79 \text{ мин.}$$

Определяем режимы резания для сверления отверстия $\varnothing 5,8^{+0,3}$. Для обработки выбираем сверло $\varnothing 6$ SCCD 060-035-060 AP5 фирмы Iscar.

Определяем глубину резания.

Глубина резания для перехода сверления принимается равной половине сверла $t=3$ мм.

Определяем подачу $S=0,54$ мм/об, (карта 46, с.128,[2])

					<i>ЮУрГУ-15.03.05.2020.524.00.00 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата		45

Поправочный коэффициент на подачу в зависимости от обрабатываемого материала $K_{Sm}=1,7$.

$$S=0,54 \times 1,7=0,92 \text{ мм/об.}$$

Определяем скорость резания $V_m=40,3$ м/мин, (карта 46, с.128,[2]),

$K_{Vm}=1,7$ – материал медный сплав;

$K_{Vж}=1,0$ – с охлаждением;

$K_{Vw}=0,9$ – отливка из сплавов;

$K_{Vж}=1,0$ – сверление с охлаждением.

С учетом поправочных коэффициентов

$$V=40,3 \times 1,7 \times 0,9 \times 1,0=61,6 \text{ м/мин}$$

Частота вращения шпинделя по формуле (1)

$$n = \frac{1000 \times 61,6}{3,14 \times 6} = 3269 \text{ об/мин,}$$

Принимаем частоту вращения шпинделя $n=3260$ об/мин

Фактическая скорость резания:

$$V_o = \frac{3,14 \times 6 \times 3260}{1000} = 61,4 \text{ м/мин.}$$

Определяем основное время по формуле (2), длина обработки по формуле (3). $u + u_1$ принимаем 3,5 мм (приложение 23, с.293,[2]).

$$L=4+3,5=7,5 \text{ мм}$$

$$T_0 = \frac{7,5}{0,92 \times 3260} \times 4 = 0,01 \text{ мин.}$$

Определяем режимы резания для сверления и развертывания отверстия $\varnothing 12,2H11^{+0,11}$. Для сверления берем сверло $\varnothing 12$ SCD 120-056-120 ACP5N фирмы Iscar. Глубина резания для перехода сверления принимается $t=6$ мм.

Определяем подачу $S=0,54$ мм/об, (карта 46, с.128,[2])

С учетом поправочного коэффициента на подачу $K_{Sm}=1,7$.

$$S=0,54 \times 1,7=0,92 \text{ мм/об.}$$

Определяем скорость резания $V_m=40,3$ м/мин, (карта 46, с.128,[2]),

С учетом поправочных коэффициентов:

$$V=40,3 \times 1,7 \times 0,9 \times 1,0=61,6 \text{ м/мин}$$

Частота вращения шпинделя по формуле (1)

					<i>ЮУрГУ-15.03.05.2020.524.00.00 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата		46

$$n = \frac{1000 \times 61,6}{3,14 \times 12} = 1635 \text{ об/мин,}$$

$u + u_1$ принимаем 5,5 мм (приложение 23, с.293,[2]).

$$L=6+5,5=11,5 \text{ мм}$$

$$T_0 = \frac{11,5}{0,92 \times 1635} = 0,007 \text{ мин.}$$

Время для сверления двух отверстий составляет:

$$T_0 = 0,007 \times 2 = 0,014 \text{ мин.}$$

Определяем режимы резания для развертывания отверстия $\varnothing 12,2H11^{+0,11}$.

Глубина резания для перехода сверления принимается $t=0,1$ мм.

Определяем подачу $S=0,67$ мм/об, (карта 49, с.133,[2])

Определяем скорость резания $V_m=10,3$ м/мин, (карта 49, с.133,[2]).

С учетом поправочного коэффициента на подачу $K_{Sm}=1,7$.

$$S=0,67 \times 1,7=1,14 \text{ мм/об.}$$

С учетом поправочных коэффициентов:

$$V=10,3 \times 1,7 \times 0,9 \times 1,0=15,7 \text{ м/мин}$$

Частота вращения шпинделя по формуле (1)

$$n = \frac{1000 \times 15,7}{3,14 \times 12,2} = 410 \text{ об/мин,}$$

$u + u_1$ принимаем 13 мм (приложение 23, с.293,[2]).

$$L=6+13=19 \text{ мм}$$

$$T_0 = \frac{19}{1,14 \times 410} \times 2 = 0,08 \text{ мин.}$$

Для нарезания резьбы М2,5-7Н сначала сверли отверстия $\varnothing 2$ мм.

Подача назначается такая же, как и для $\varnothing 5,8^{+0,3}$

$$S=0,54 \times 1,7=0,92 \text{ мм/об.}$$

Определяем скорость резания $V_m=40,3$ м/мин, (карта 46, с.128,[2]), с учетом поправочных коэффициентов:

$$V=40,3 \times 1,7 \times 0,9 \times 1,0=61,6 \text{ м/мин}$$

Частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \times 61,6}{3,14 \times 2} = 9808 \text{ об/мин,}$$

					<i>ЮУрГУ-15.03.05.2020.524.00.00 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата		47

$$T_0 = \frac{11,5}{0,92 \times 9808} \times 2 = 0,003 \text{ мин.}$$

Зенкование фасок $0,5 \times 45^\circ$ в отверстиях под резьбу $M6 \times 0,5-7H$.

Для получения фасок выбрали зенковку фреза $\varnothing 10$ ECF D-4/45-4C10 фирмы Iscar. Глубина резания $t=0,5$ мм.

Назначаем подачу карта $S_0=0,3$ мм/об (карта 51, с.140,[2]).

Определяем скорость резания $V_T=16,6$ м/мин, (карта 51, с.140,[2]).

Частота вращения шпинделя для отверстия $\varnothing 6,5$ по формуле (1)

$$n = \frac{1000 \times 16,6}{3,14 \times 6,5} = 813 \text{ об/мин,}$$

Нарезание резьбы в 2-х отверстиях $M6 \times 0,5-7H$, шаг $t=0,5$ мм.

Используем в качестве инструмента для обработки метчик TPG MF-6X0.5-M фирмы Iscar.

Определяем скорость главного движения резания (карта 50, с.137,[2]).

$V_T=19,3$ м/мин

Частота вращения шпинделя по формуле (1):

$$n = \frac{1000 \times 19,3}{3,14 \times 6} = 1024 \text{ об/мин,}$$

$$T_0 = \frac{25}{0,5 \times 1024} \times 2 + \frac{25}{0,5 \times 1024} \times 2 = 0,2 \text{ мин.}$$

Суммарное основное время на операцию 010 - Комплексная с ЧПУ $T_0=11,636$ мин.

Норма времени на выполнение операций на станках с ЧПУ при работе на одном станке состоит из нормы подготовительно-заключительного времени и нормы штучного времени.

$$T_{ш.к} = T_{ш} + \frac{T_{пз}}{n}, \quad (5)$$

$$T_{ш} = (T_{ц.а} + T_{в}) \times \left(1 + \frac{a_{тех.} + a_{орг.} + a_{отл.}}{100}\right), \quad (6)$$

где $T_{ц.а}$ - время цикла автоматической работы станка по программе, мин;

$T_{в}$ – вспомогательное время, мин;

$a_{тех.}$ – время на техническое обслуживание рабочего места, % от оперативного времени;

					<i>ЮУрГУ-15.03.05.2020.524.00.00 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата		48

$a_{\text{орг.}}$ – организационное время на обслуживание рабочего места, % от оперативного времени;

$a_{\text{отл.}}$ – время на отдых и личные потребности, % от оперативного времени;

$$a_{\text{тех.}} + a_{\text{орг.}} + a_{\text{отл.}} = 14\% T_{\text{оп}}$$

$$T_{\text{ца}} = T_{\text{o}} + T_{\text{мв}}, \quad (7)$$

где T_{o} – основное время, на обработку одной детали, $T_{\text{o}} = 11,636$ мин;

$T_{\text{мв}}$ – машинно-вспомогательное время по программе (на подвод детали или инструмента от исходных точек в зоны обработки и отвод; установку инструмента на размер, смену инструмента, изменение величины и направления подачи, время технологических пауз т.п.), мин;

$$T_{\text{мв}} = 0,5 + 1,0 + 0,2 = 1,7 \text{ мин.}$$

На 20 инструментов это время составит 34 минуты.

$$T_{\text{ца}} = 11,636 + 34 = 45,636 \text{ мин}$$

$$T_{\text{в}} = T_{\text{вуст}} + T_{\text{виз}}, \quad (8)$$

где $T_{\text{вуст}}$ – вспомогательное время на установку и снятие детали, $T_{\text{вуст}} = 0,8$ мин (карта 12, с 74 [4]);

$T_{\text{виз}}$ – вспомогательное время на контрольные измерения, мин;

$T_{\text{виз}} = 15,745$ минут. Во вспомогательное время еще добавится время на несколько поворотов стола 0,15 минут 5 раз и на контроль рабочим 10% от 15,745 минут.

$$T_{\text{в}} = 15,745 + 0,15 + 0,15 + 0,15 + 0,15 + 0,15 + 1,5 = 18,795 \text{ мин};$$

Определяем оперативное время

$$T_{\text{оп}} = T_{\text{o}} + T_{\text{в}} \quad (9)$$

$$T_{\text{оп}} = 11,636 + 18,795 = 30,431 \text{ мин}$$

$$a_{\text{тех.}} + a_{\text{орг.}} + a_{\text{отл.}} = 30,431 \times 0,14 = 4,26 \text{ мин}$$

Определяем штучное время:

$$T_{\text{ш}} = (45,636 + 18,795) \times \left(1 + \frac{4,26}{100}\right) = 61,14 \text{ мин}$$

Определяем подготовительно-заключительное время. Подготовительно – заключительное время состоит из организационной подготовки ($T_{\text{пз1}}$), наладки

					<i>ЮУрГУ-15.03.05.2020.524.00.00 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата		49

станка, приспособлений, инструмента, программных устройств ($T_{пз2}$), пробной обработки ($T_{пр.обр.}$).

Организационная подготовка:

$$T_{пз1}=4+9+2+2=17 \text{ мин,}$$

где 4 мин - получить наряд, чертеж, тех. документацию, режущий и измерительный инструмент;

9 мин – получить вспомогательный инструмент, контрольно-измерительный инструмент и приспособления, заготовки исполнителем до начала и сдать их после окончания обработки партии деталей;

2 мин – ознакомится с работой, чертежом, тех. документацией;

2 мин – инструктаж мастера.

Наладка станка, приспособлений, инструмента, программных устройств:

$$T_{пз2}=0,15+1,0+1,5 \times 20+2,0=33,15 \text{ мин,}$$

где 0,15 мин – установить исходные режимы работы станка;

1,0 мин - ввести программу в память системы с ЧПУ с программноносителя

1,5 мин – установить и снять инструментальный блок или отдельный режущий инструмент;

2 мин – установить исходные координаты X и Z (настроить нулевое положение).

Пробная обработка:

$$T_{пр.обр.}=2 \text{ мин}$$

Итого подготовительно – заключительное время:

$$T_{пз}=T_{пз1}+T_{пз2}+T_{пр.обр.},$$

$$T_{пз}=17+33,15+2=52,15 \text{ мин}$$

					<i>ЮУрГУ-15.03.05.2020.524.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						50
<i>Изм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

2.3.7. Расчет потребного количества оборудования.

Определим трудоемкость производственной программы по формуле:

$$T_{\text{тр.}} = (11)$$

Трудоемкость проектируемого технологического процесса:

$$T = 300 \cdot = 390 \text{ н/час.}$$

Определим годовой фонд времени для оборудования:

$$\Phi_{\text{ст}} = \Phi \cdot N \cdot m \cdot k \quad (12)$$

где Φ – количество рабочих дней в году, $\Phi = 248$ день;

N – количество рабочих часов в смену, $N = 8$ часов;

m – число смен работы оборудования в сутки, $m = 3$;

k – коэффициент, учитывающий время на ремонт и обслуживание оборудования, $k = 0,97$.

$$\Phi_{\text{ст}} = 248 \cdot 8 \cdot 3 \cdot 0,97 = 5773 \text{ часов.}$$

Действительный годовой фонд времени для рабочего определим по формуле 13.

$$\Phi_{\text{д}} = \Phi \cdot N \cdot K_{\text{n}} \quad (13)$$

где K_{n} – коэффициент, учитывающий время отпуска и невыход рабочих по уважительным причинам, $K_{\text{n}} = 0,98$.

$$\Phi_{\text{д}} = 248 \cdot 8 \cdot 0,98 \cdot 3 = 5833 \text{ часа.}$$

Расчетное количество станков необходимых для выполнения годовой программы определяется по формуле 14.

$$C_{\text{р}} = \frac{T_{\Sigma \text{тр}}}{\Phi_{\text{ст}}} \quad (14)$$

					<i>ЮУрГУ-15.03.05.2020.524.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		51

где $T_{\Sigma \text{тр.}}$ – трудоемкость обработки на станках данного типа годового количества деталей, ч;

$F_{\text{ст}}$ – действительное число часов работы одного станка при работе в три смены.

Рассчитанное число оборудования не получается целым числом. Его нужно округлить до ближайшего целого числа.

$C_p \rightarrow C_n$.

Определим коэффициент загрузки оборудования по формуле 15:

$$K_{zo} = (15)$$

Рассчитаем количество оборудования на проектируемые операции:

$C_{p005} = 0,008$, принимаем $C_{p005} = 1$ станок; $K_{zo} = 0,008$,

$C_{p010} = 0,05$, принимаем $C_{p010} = 1$ станок; $K_{zo} = 0,05$,

$C_{p015} = 0,006$, принимаем $C_{p015} = 1$ станок; $K_{zo} = 0,006$,

Коэффициент загрузки получается очень низкий. Оборудование будет недогружено, возможно, придется догружать его другими деталями. Поэтому для выполнения операций 005 и 015 в цехе будем ставить один станок.

					<i>ЮУрГУ-15.03.05.2020.524.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		52

3. Конструкторская часть.

3.1. Проектирование станочного приспособления.

Предлагается разработать приспособление для выполнения переходов операции 010 – Комплексная с ЧПУ. Операционный эскиз обработки показан на рисунке 3.1.1

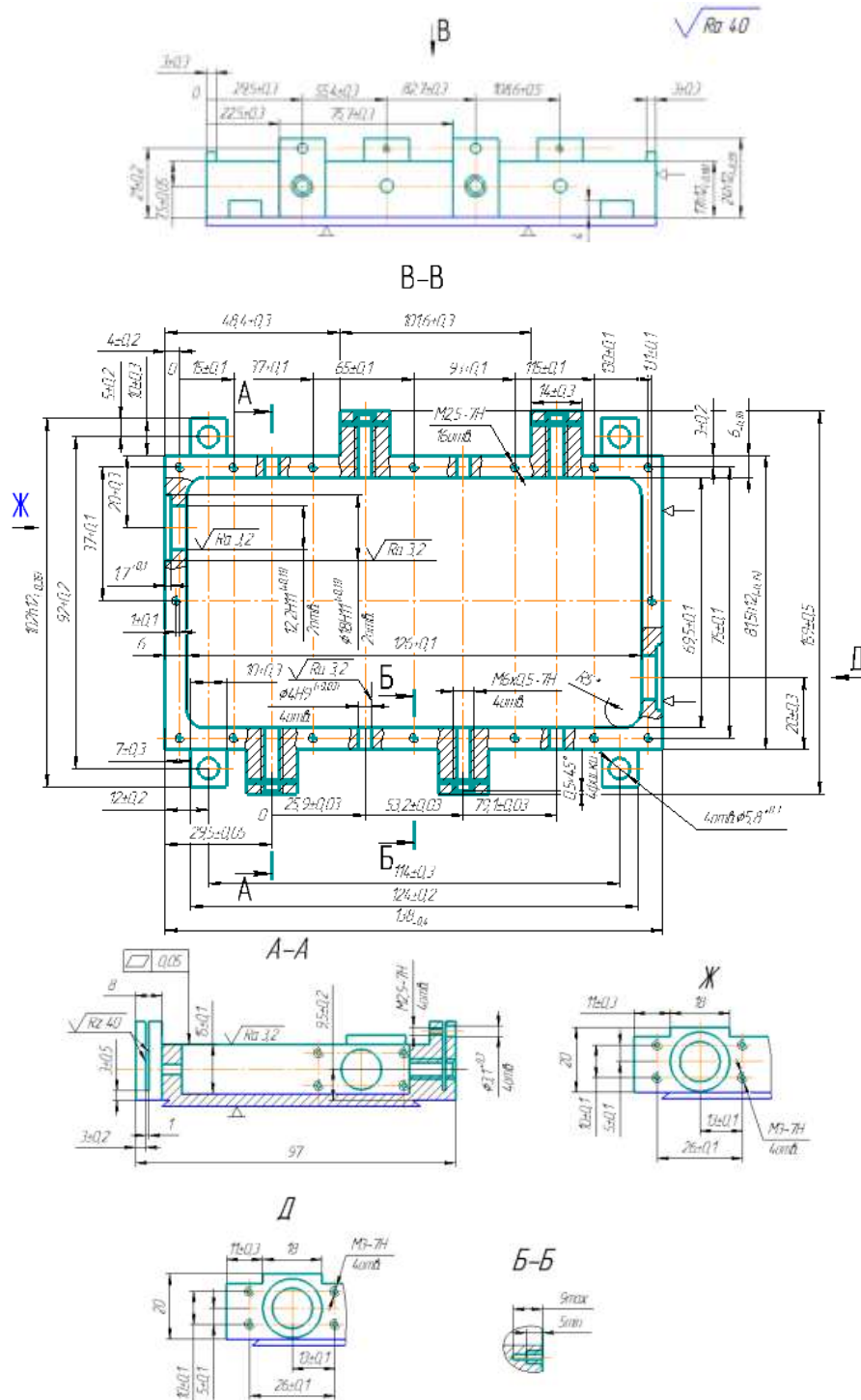


Рисунок 3.1.1 – Операционный эскиз

				ЮУрГУ-15.03.05.2020.524.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата	53

Так как деталь не имеет достаточно удобной поверхности для закрепления детали - предусматриваем дополнительную технологическую охватываемую поверхность в виде «ласточкиного хвоста».

Схема теоретического базирования представлена на рисунке 3.1.2

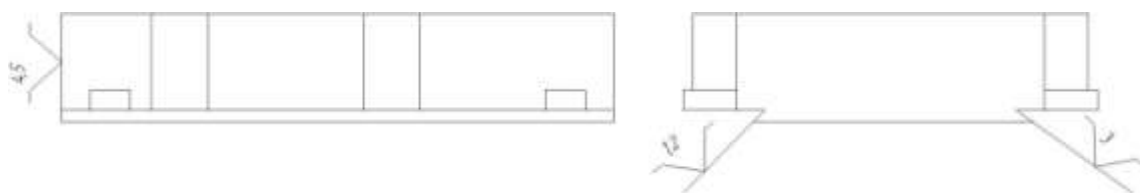


Рисунок 3.1.2 – Схема базирования детали

В соответствии со схемой базирования разработана схема установки заготовки, показанная на рисунке 3.1.3.

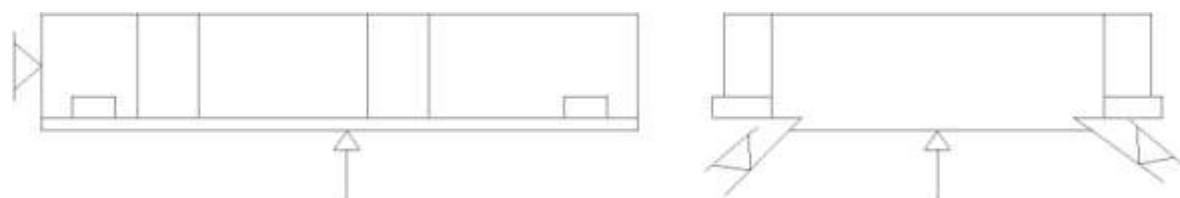


Рисунок 3.1.3 – Схема установки заготовки

Расчётная схема приспособления.

Для приспособления, используемого на операции «Комплексная с ЧПУ» необходимо рассчитать силу зажима заготовки. Расчет силы зажима позволит определить параметры пневмоцилиндра. Расчет усилия зажима производится на переход, где при обработке на заготовку действуют максимальные силы резания.

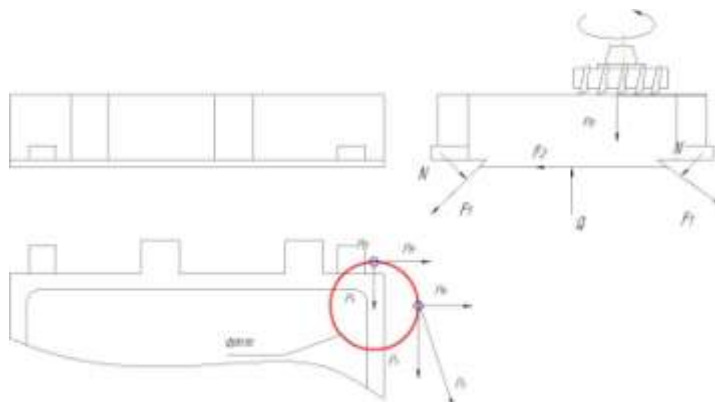


Рисунок 3.1.3. Схема сил резания при фрезеровании

Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата

ЮУрГУ-15.03.05.2020.524.00.00 ПЗ

Лист

54

Сила P_0 стремится оторвать заготовку от нижних опор. Этому препятствует сила зажима.

Сила P_v также стремится сдвинуть заготовку. Этому препятствует сила трения в местах контакта заготовки с зажимным механизмом

$$P_v \leq F_1 + F_2; \quad K \times P_v = F_1 + F_2 \quad (10)$$

$$F_2 = Qf_2; \quad F_1 = (Q + P_0)f_1 \quad (11)$$

$$Qf_2 + Qf_1 + P_0f_1 = KP_v$$

$$KP_v - P_0f = Q(f_1 + f_2)$$

$$Q = \frac{K \times P_v - P_0 \times f_1}{f_1 + f_2} \quad (12)$$

Для решения задачи необходимо определить следующие параметры: коэффициент надежности закрепления K ; силу резания P_z ; коэффициент трения $f_1=f_2=0,1$

Коэффициент надежности закрепления K определяется по формуле:

$$K = K_0 \times K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 \times K_5 \times K_6 \quad (13)$$

где- $K_0=1,5$ - учитывает гарантированный запас надежности закрепления;

$K_1=1,2$ - учитывает наличие случайных неровностей на заготовке;

$K_2=1,0$ - увеличение сил резания от затупления режущего инструмента;

$K_3=1,0$ - учитывает увеличение сил резания при прерывистой обработке;

$K_4=1,0$ - возможность изменения зажимного усилия при ручном закреплении;

$K_5=1,0$ - учитывает удобство расположения рукояток в зажимных устройствах;

$K_6=1,0$ - учитывает неопределенность контакта плоских базовых поверхностей с плоскими поверхностями установочных элементов.

$$K = 1,5 \times 1,2 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 = 1,8$$

Главная составляющая силы резания при торцовом фрезеровании – окружная сила P_z рассчитывается по формуле [1, с.121, таблица 6.1]:

$$P_z = C_p \times t^{0,95} \times B^{1,1} \times z \times S_z^{0,8} \times D^{-1,1}, \text{ Н} \quad (14)$$

где t – глубина резания, $t=3$ мм;

S_z – подача на один зуб, = 0,08 мм/зуб;

<i>ЮУрГУ-15.03.05.2020.524.00.00 ПЗ</i>					Лист
Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата	55

B – ширина фрезерования, $B=6$ мм;

z – число зубьев фрезы. $z=4$;

D – диаметр фрезы, $D=32$ мм;

$C_p = 226$ [1, с.121, таблица 6.2]

$$P_z = 226 \times 3^{0,95} \times 6^{1,1} \times 4 \times 0,08^{0,8} \times 32^{-1,1} = 53,9 \text{ Н}$$

Фрезерование несимметричное попутное торцевое [1, с.121, таблица 6.3]:

$$P_H = 0,15 \times 53,9 = 8,1 \text{ Н}$$

$$P_v = 0,9 \times 53,9 = 48,51 \text{ Н}$$

$$P_o = 0,5 \times 53,9 = 26,95$$

$$Q = \frac{1,8 \times 48,51 - 26,95 \times 0,1}{0,1 + 0,1} = 423,1 \text{ Н}$$

Расчёт усилия зажима заготовки.

Расчёт потребной силы зажима

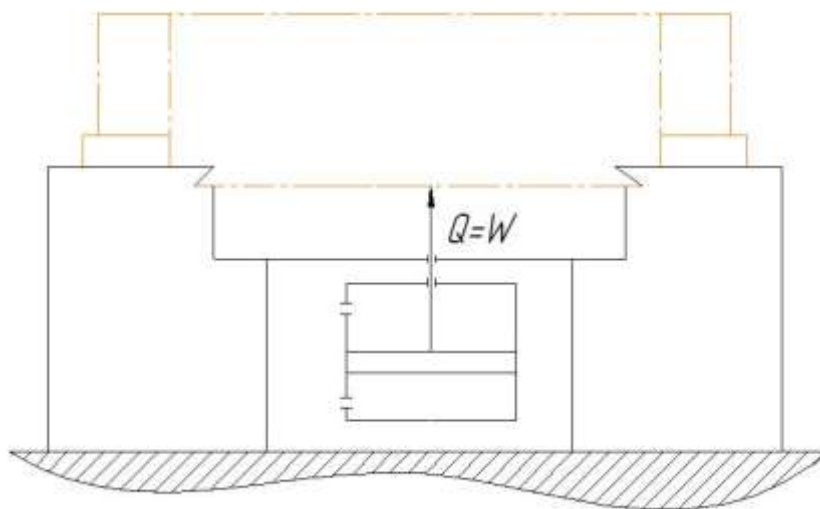


Рисунок 3.1.4- Расчетная схема зажимного устройства

Анализ схемы показывает, что определяемыми параметрами зажимного устройства являются тяговое усилие W , развиваемое пневмоцилиндром и его диаметр, так как зажим заготовки осуществляется непосредственно от штока пневмоцилиндра без кого-либо промежуточного звена.

$$W = Q$$

Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата

ЮУрГУ-15.03.05.2020.524.00.00 ПЗ

Лист

56

Расчёт зажимного устройства.

Для зажима детали выбрали пневматический привод. Пневматический привод представляет собой поршневое устройство. Пневмоцилиндр рассчитан для работы на сжатом воздухе при давлении до 6 кгс/см^2 , очищенном от влаги, кислот и механических примесей и насыщенном распылённым маслом. .

Рассчитываем значение параметра пневмоцилиндра:

$$W = \frac{\pi}{4} \times D^2 \times \rho \times \eta \quad (15)$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot W}{\pi \cdot \eta \cdot q_B}} \quad (16)$$

где q_B – давление воздуха, $q_B=0,4 \text{ МПа}$;

$$D = \sqrt{\frac{4 \times 423,1}{3,14 \times 0,98 \times 0,4}} = 37 \text{ мм}$$

По таблице 6.14 [1] устанавливаем, что ближайший стандартный диаметр пневмоцилиндра $D=40 \text{ мм}$.

Фактическая сила развиваемая на штоке пневмоцилиндра:

$$Q_{\text{фак}} = \frac{3,14}{4} \times 40^2 \times 0,4 \times 0,98 = 423,6 \text{ Н}$$

Получившиеся значение обеспечит надежный зажим заготовки в приспособлении.

На основании расчёта принимаем пневмоцилиндр диаметром 40 мм, диаметр штока $d=16 \text{ мм}$

По ГОСТ 6540-68 «Гидроцилиндры и пневмоцилиндры» выбираем прикрепляемый пневмоцилиндр. Пневмоцилиндр монтируется в корпусе приспособления при помощи четырёх шпилек. С помощью шпилек стягиваются в общий узел нижняя крышка с гильзой.

Расчёт на прочность резьбового соединения.

Рассчитаем на прочность резьбовое соединение $M10 \times 1,5$ штока пневмоцилиндра и прихвата, рисунок 3.1.5

					<i>ЮУрГУ-15.03.05.2020.524.00.00 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата		57

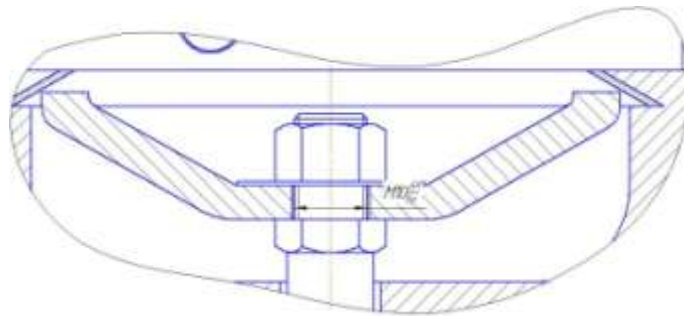


Рисунок 3.1.5- Резьбовое соединение

Определяем расчетные нагрузки, по формуле:

$$F = r \times Q,$$

где Q - усилие, действующее на резьбовое соединение, $Q=423,6Н$;

r - коэффициент затяжки, для переменной нагрузки, $r=2,5 \div 4$, принимаем $r=2,5$.

$$F = 2,5 \times 423,6 = 1034 \text{ Н.}$$

Определяем растягивающее напряжение, по формуле:

$$\sigma_p = \frac{4 \times F}{\pi \times d_1^2},$$

где F - расчетная нагрузка;

d_1 - диаметр отверстия под резьбу, $d_1 = 8,43$ мм.

$$\sigma_p = \frac{4 \times 1034}{3,14 \times (8,43 \times 10^{-3})^2} = 18,5 \text{ МПа.}$$

Определяем касательное напряжение в резьбе:

$$\tau = \frac{F \times d_0 \times k_1}{0,2 \times d_1^3},$$

где k_1 - коэффициент, зависящий от коэффициента трения фрикционной пары

$k_1 = 0,12$;

d_0 - наружный диаметр резьбы $d_0 = 10$ мм.

$$\tau = \frac{1034 \times 0,01 \times 0,12}{0,2 \times (0,01)^3} = 6,2 \text{ МПа}$$

Определение приведенного напряжения в резьбе:

					<i>ЮУрГУ-15.03.05.2020.524.00.00 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата		58

$$\sigma_{\text{пр}} = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} < [\sigma_T]$$

$$\sigma_{\text{пр}} = \sqrt{18,5^2 + 3 \times 6,2^2} = 32,5 \text{ МПа}$$

Определение коэффициента запаса по пластическим деформациям:

$$n = \frac{\sigma_T}{\sigma_{\text{пр}}} \geq 1,2 \div 2,5,$$

где σ_T – предел текучести материала, для стали 40Х, $[\sigma_T] = 700 \text{ МПа}$.

$$n = \frac{700}{32,5} = 21,5 > 1,2 \div 2,5.$$

Прочность резьбы соединения М10×1,5 обеспечивается.

Расчёт на точность.

Несмотря на то, что приспособления позволяют получить статически определённую и достаточно точную установку обрабатываемой поверхности детали относительно режущего инструмента и тем значительно повысить точность изготовления, обеспечить выполнение размеров, геометрической формы и взаимного расположения поверхностей без погрешности нельзя.

При фрезеровании торцевой поверхности необходимо выдержать размер $27_{-0,52}$.

$T=0,52$

$$\Delta_{\text{пр}} < T$$

Найдём отдельные составляющие суммарной погрешности.

Погрешность станка.

На длине хода до 630 мм допуск составляет 0,025 мм [1, с285, П.11]. Длина хода равна 140 мм. Тогда

$$\Delta_c = \frac{140 \cdot 0,025}{630} = 0,006 \text{ мм}$$

Величина погрешности, вызванная тепловыми деформациями:

$$\Delta_T = 0,016 [1, с165].$$

Погрешность, связанная с износом инструмента.

Износ по задней поверхности за период стойкости для торцевых фрез $I_{\text{изн}} = 0,8-1 \text{ мм}$, задний угол 18° [1, с167]. Тогда

$$\Delta_{\text{инстр.}} = I_{\text{изн.}} \cdot \text{tg}\alpha = 0,8 \cdot \text{tg}18^\circ = 0,26 \text{ мм}$$

					<i>ЮУрГУ-15.03.05.2020.524.00.00 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата		59

Найденная величина сопоставима с допуском на обработку. Для ограничения этой погрешности введем три подналадки за период стойкости фрезы. Тогда в течение промежутка времени между подналадками погрешность, вызванная износом, будет равна

$$\Delta'_{\text{инстр}} = \frac{I_{\text{инстр}}}{m + 1} = \frac{0,26}{3 + 1} = 0,065 \text{ мм}$$

Погрешности, вызванные деформациями технологической системы под действием сил резания.

Будем считать, что изменение жесткости технологической системы незначительно. Тогда $\Delta_d = 0$

Мгновенное рассеяние. Примем $\omega_m = 0,015 \text{ мм}$ [1, с168, таблица 7.3].

Погрешность, связанная с уводом инструмента, при фрезеровании не имеет места $\omega_{yB} = 0$

Погрешность базирования. Измерительная и технологическая база совпадают, поэтому $\omega_b = 0$.

Погрешность закрепления. Погрешность закрепления при базировании на предварительно обработанную поверхность при использовании приспособления с пневмозажимом составляет $\omega_{\text{зак}} = 0,05 \text{ мм}$.

Погрешность, вызванная износом установочных элементов приспособления. По формуле [1, с172, формула 7,26]. и таблице [1, с172, таблица 7.7], считая $N = 4000$ установок, а $\beta_2 = 0,0025$

$$\omega_{\text{изн}} = \beta_2 \cdot N = 0,0025 \cdot 4000 = 10 \text{ кмк} = 0,01 \text{ мм}$$

Погрешность установки приспособления на станке.

Примем во внимание, что имеет место беззазорный, надежный контакт приспособления с поверхностью стола станка. Поэтому можно считать $\omega_{\text{уст.пр.}} = 0$

Погрешность регулирования. Считаем, что регулирование выполняется по лимбу с ценой деления 0,05 мм. Тогда $\omega_{\text{рег}} = 0,05 \text{ мм}$.

Погрешность измерения.

Используя для наладки микрометр гладкий с ценой деления 0,01 мм без теплоизоляции, $\omega_{\text{изм}} = 0,01 \text{ мм}$. [1, с286, П.12].

					<i>ЮУрГУ-15.03.05.2020.524.00.00 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата		60

Погрешность смещения.

Считая, что число пробных заготовок используемых при настройке, $m = 4$.

$$\omega_{\text{смещ}} = \frac{\omega_m}{\sqrt{m}} = \frac{0,015}{\sqrt{4}} = 0,008 \text{ мм}$$

Подставим найденные значения в формулу:

$$\Delta_{\text{изг.пр.}} \leq T_{\text{п}} - \Delta'_{\text{сист}} - 1,2 \sqrt{\omega_m^2 + \omega_{\text{ув}}^2 + \omega_b^2 + \omega_{\text{зак}}^2 + \omega_{\text{изн}}^2 + \omega_{\text{уст.пр.}}^2 + \omega_{\text{рег}}^2 + \omega_{\text{изм}}^2 + \omega_{\text{смещ}}^2} \quad (17)$$

$$\Delta'_{\text{сист}} = \Delta_c + \Delta_{\text{инс}} - \Delta_T + \Delta_d \quad (18)$$

$$\Delta_{\text{изг.пр.}} \leq 0,52 - (0,006 + 0,065 - 0,016) - 1,2 \sqrt{0,015^2 + 0,05^2 + 0,01^2 + 0,05^2 + 0,01^2 + 0,008^2} = 0,38 \text{ мм}$$

$$\Delta_{\text{пр.}} < T$$

$$0,38 < 0,52$$

Полученное значение допустимой погрешности изготовления приспособления (после сборки) обеспечивает выполнение размера $27_{-0,52}$. Найденное значение погрешности касается длины обрабатываемой плоскости, равной 140 мм.

					<i>ЮУрГУ-15.03.05.2020.524.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		61

Принцип работы приспособления.

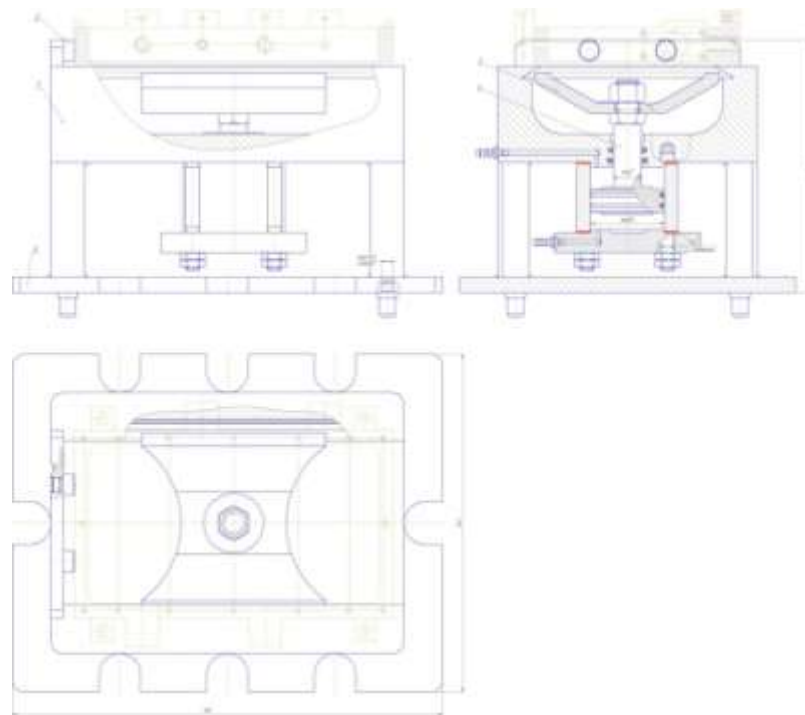


Рисунок 3.1.6 - Станочное приспособление.

Приспособление предназначено для установки и закрепления корпуса для фрезерования плоскостей.

Обрабатываемая деталь устанавливается по остроугольным направляющим «ласточкин хвост» на столе 1 приспособления до упора 2. Деталь прижимается упором-прихватом 3 по нижней поверхности детали.

Для закрепления детали на приспособлении используется пневмоцилиндр.

Привод зажима осуществляется следующим образом: воздух подаётся в нижнюю полость пневмоцилиндра, усилие передаётся на шток 4, от штока 4 на прихват 3. Прихват 3 поднимается до соприкосновения с корпусом и закрепляет его. Производится обработка поверхностей. После процесса обработки воздух подается в верхнюю полость пневмоцилиндра. Шток 4 с закрепленным на нем прихватом 3 движется вниз, тем самым открепляя деталь.

Само приспособление базируется на столе станка плоскостью плиты 5. Для закрепления приспособления на столе станка в его корпусе предусмотрены проушины под крепление болтами.

					<i>ЮУрГУ-15.03.05.2020.524.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата		62

3.2. Проектирование режущего инструмента.

3.2.1. Расчет торцевой фрезы.

Фрагмент изделия, для обработки которого разрабатывается комбинированный инструмент, изображен на рисунке 10.1.1

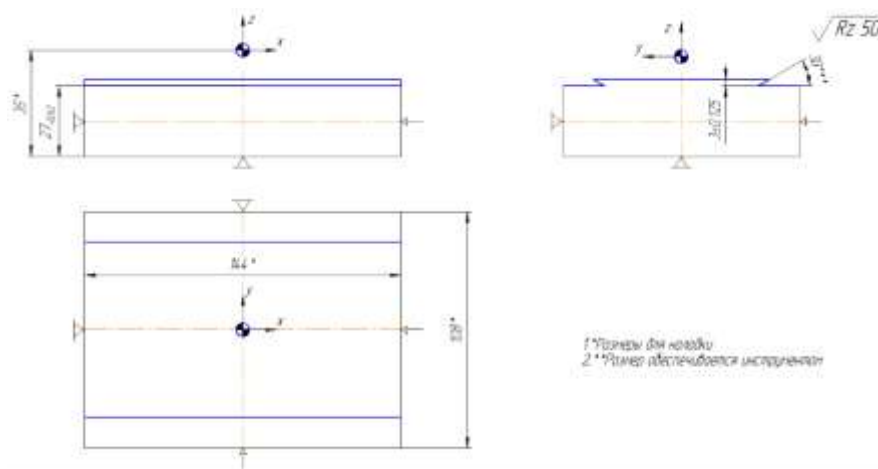


Рисунок 3.2.1.1 – Обрабатываемая поверхность

Деталь «Корпус платы» изготавливается на многоосевом обрабатывающем центре UCP600 VARIO Micron. Емкость инструментального магазина 30 штук. Конус шпинделя SK 40, мощность шпинделя 13кВт, суммарная мощность станка 18кВт, 5-сторонняя обработка.

Деталь «Корпус платы» изготавливается из материала - Латунь ЛС59-1 ГОСТ 15527-2004. Шероховатость обрабатываемой поверхности –Ra 6.3, глубина фрезерования – 2мм.

Выбор инструмента и материал режущей части.

Выбираем фрезу для обработки торцов, ширина фрезерования 108 мм, глубина фрезерования 2мм, шероховатость Ra6,3.

Рассматривая условия обработки, можно утверждать, что обработка данных поверхностей является получистовой, а условия обработки хорошие, т.к. вылет инструмента может быть небольшим, деталь не является тонкостенной, закреплена деталь достаточно.

Определяем группу резания. Т.к. деталь «Корпус платы» изготовлена из свинцовой латуни ЛС 59-1 ГОСТ 15527-2004 , группа резания – N.

					<i>ЮУрГУ-15.03.05.2020.524.00.00 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата		63

Выбор типа и конструкции фрезы. Т.к. необходимо обработать торцы изделия, выбираем торцовую фрезу.

Выбор главного угла в плане. Т.к. усилия резания распределены равномерно по всем направлениям, выбираем концевую фрезу с углом резания $\varphi=0-90^\circ$, выбираем 90° .

Выбор диаметра фрезы:

$$D = (1,25 \dots 1,5)V = 108 \cdot 1,5 = 162\text{мм}$$

Выбираем диаметр фрезы 160 мм.

Выбираем шаг фрезы. Выбираем нормальный шаг фрезы (M), т.к. жесткость системы нормальная.

Для обработки корпуса на многоосевом обрабатывающем центре, выбираем торцовую фрезу с СМП. Данная фреза предназначена для обработки плоских поверхностей корпуса. Диаметр фрезы 160 мм, диаметр посадочного отверстия 40 мм, ширина фрезы 63 мм.

Для обработки Латунь ЛС59-1 ГОСТ 15527-2004 рекомендуется применять твердый сплав с маркировкой IC07.

Геометрические параметры твердосплавной пластины. Расчет режимов резания.

По каталогу Iscar для фрез данного типа выбираем пластину НТР LNAR 1006 FR-P . Расшифруем пластину:

L – форма пластины (четырёхгранная);

N – задний угол пластины (0°)

A – допуски на размер пластины ($\pm 0,005$)

R – тип пластины

10 – длина режущей кромки (L=10.5)

06 – толщина пластины (W1=6,5 мм)

FR-P – форма заточки пластины, в данном случае, для обработки алюминия и медных сплавов.

					<i>ЮУрГУ-15.03.05.2020.524.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата		64

Геометрические параметры пластины (рисунок 3.2.1):

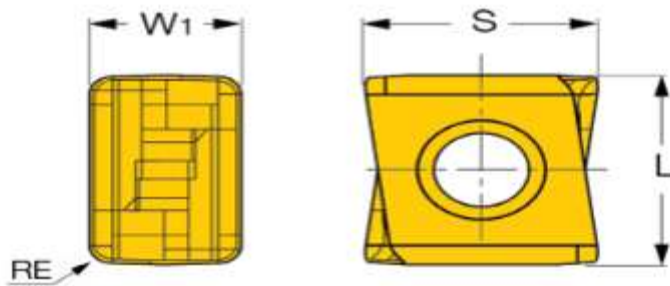


Рисунок 3.2.1 – Эскиз твердосплавной пластины

При назначении элементов режимов резания следует учитывать характер обработки, тип инструмента, материал его режущей части, материал заготовки.

Глубина резания при фрезеровании

$t=2$ мм,

Диаметр фрезы $D=160$ мм

Подача $S=0,15$ мм/зуб (рекомендуемые инструкцией к пластинам режимы резания для черновой обработки)

Скорость резания $V=500$ м/мин (инструкция рекомендуемых режимов резания к пластине)

Крутящий момент определяется по формуле:

$$M_{кр} = 10 \cdot K_{мп} \cdot C_m \cdot D \cdot t^x \cdot S^y \cdot K_p, \quad (19)$$

Определяем значения составляющих этого уравнения:

$C_m=0,031$, $q=0,85$, $x=0$, $y=0,8$, $k_p=0,9$ - коэффициент, учитывающий фактические условия обработки заготовки для алюминия и алюминиевых сплавов

$$K_{Mp} = \left(\frac{\sigma_b}{750} \right)^n \quad (20)$$

$$K_{Mp} = \left(\frac{550}{750} \right)^{0.75} = 0,57.$$

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,57 \cdot 0,031 \cdot 160 \cdot 2^0 \cdot 0,15^{0,8} \cdot 0,9 = 5,57 \text{ (Н} \cdot \text{м)}.$$

Осевая сила определяется по формуле:

$$P_0 = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot K_p, \quad (21)$$

Значения составляющих уравнения для алюминия:

					<i>ЮУрГУ-15.03.05.2020.524.00.00 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата		65

$$C_p=22,6, x=0,86, y=0,72, K_{mp}=0,57$$

$$P_0 = 10 \cdot 22,6 \cdot 2^{0,86} \cdot 0,15^{0,72} \cdot 0,57 = 59,16 \text{ (Н)}.$$

Мощность резания определяется по формуле:

$$N_e = \frac{M_{кр} n}{9750}, \quad (22)$$

где n – частота вращения инструмента, об/мин.

$$n = \frac{1000 \cdot 500}{3,14 \cdot 160} = 995,2 \text{ об/мин.}$$

Т.к. для станков ЧПУ бесступенчатое регулирование числа оборотов, то для расчета мощности резания оставляем $n=950$ об/мин

Находим мощность, необходимую на резание:

$$N_e = \frac{5,7 \cdot 995}{9750} = 0,58 \text{ кВт.}$$

Найденное значение проверяем по мощности электродвигателя с учетом КПД станка. При $N_d=18$ кВт и КПД станка $\eta=0,65$ мощность на шпинделе составит:

$$n = N_d \cdot \eta = 18 \cdot 0,65 = 11,7 \text{ кВт,}$$

$N_d > N_n$, следовательно, установленный режим резания по мощности станка осуществим.

Выбираем способ крепления пластины винтом - это наиболее широко применяемая схема, она более технологична и удобна для растачивания, так как крепление пластины в державке находится внутри и не препятствует растачиванию. Обеспечивает поджим к базовым поверхностям, т.е. точнее позиционирование пластины в гнезде корпуса.

					<i>ЮУрГУ-15.03.05.2020.524.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата		66

3.3. Описание работы контрольного приспособления.

Приспособление состоит из стола и с закреплённой на нем плитой. К верхней плоскости плиты предъявляется повышенное требование к отклонению от плоскостности- не более 0,01/100 мм

На направляющей стола закреплена каретка, которая плавно перемещается вдоль плиты с установленной на ней деталью. Плавность перемещения осуществляется при помощи подшипников, закреплённых между верхней и нижней щеками приспособления. На каретке с помощью болта закреплён штатив с кронштейном.

Кронштейн регулируется по высоте. В кронштейне размещены два индикатора. Крепление индикаторов должно быть надежным, жестким, но не должно деформировать гильзу индикатора часового типа. Гильза индикатора вставлена в разрезную втулку, которая находится в отверстии кронштейна. Втулка деформируется винтом, фиксируя индикатор в осевом направлении. Такой способ крепления позволяет регулировать осевое положение индикатора, изменяя по необходимости натяг измерительного стержня.

Поверхности контролируемого корпуса считаются выдержанными по требованиям плоскостности, если показания индикаторов на крайних точках проверяемых поверхностей не превышают заданного значения, 0,05 мм. Настройка индикаторов на номинальное значение производится по эталону.

Контрольное приспособление показано на рисунке 3.3.1.

					<i>ЮУрГУ-15.03.05.2020.524.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		67

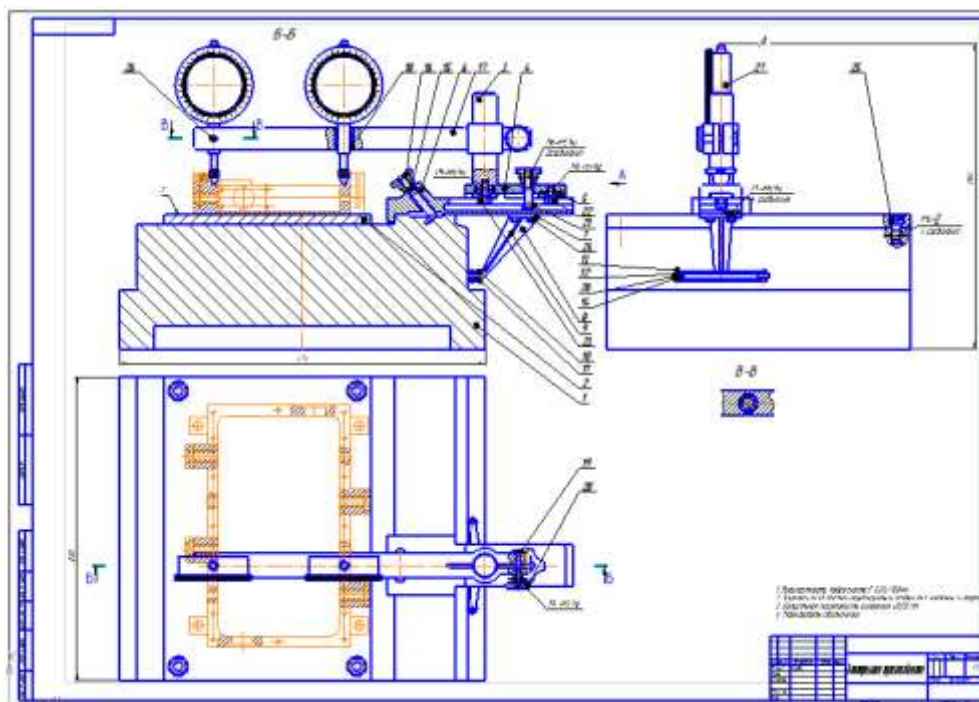


Рисунок 3.3.1 – Контрольное приспособление

4. Планировка участка.

4.1. Описание работы участка.

Проектируемый участок механической обработки детали "Корпус платы" включает в себя:

- продольно-фрезерный станок 6652 - 1 шт;
- горизонтальный расточный станок UNION KC 130 – 1 шт;
- контрольный стол.

Оборудование размещено по ходу выполнения технологического процесса. Деталь перемещается при помощи мостового крана.

Размещение оборудования начинается с разметки сетки колонн. Выбираем размеры сетки колонн: ширина пролета 18м; шаг колонн 6м; проезды 5м. Высоту пролета механического цеха принимаем в зависимости от размеров изготавливаемых изделий, габаритных размеров технологического оборудования (по высоте), размера и конструкции мостового крана, а также санитарно-гигиенических требований.

Для стружки и ветоши на участке предусмотрены специальные тары.

Для устранения возможных пожаров на участке расположены следующие средства пожаротушения: огнетушитель водно-пенный ОВП-5, огнетушитель углекислотный ОУ-5, пожарный кран, пожарный щит и ящик с песком.

На планировке цеха предусмотрены места подвода электропитания и сжатого воздуха к оборудованию.

Склад заготовок предназначен для хранения запасов заготовок – отливок, поковок, штамповок и по возможности должен быть объединен с заготовительным отделением. Так как производство переменного-поточное, то вместо такого склада предусматриваем складскую площадку в начале поточной линии. На складе заготовок хранится запас заготовок, необходимый для обеспечения бесперебойной работы участка согласно нормам.

Инструментально-раздаточная кладовая (ИРК) служит для снабжения рабочих мест (станочников, контролеров и слесарей) инструментом и приспособлениями. Площадь ИРК определяем по числу обслуживаемых

					<i>ЮУрГУ-15.03.05.2020.524.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		69

производственных металлорежущих станков. Исходя из типа производства и габаритов оборудования площадь ИРК на один станок принимается равной $0,8 \text{ м}^2$, а площадь приспособлений на один производственный станок – $0,7 \text{ м}^2$. Следовательно, общая площадь ИРК равна $(0,8+0,7) \cdot 7 = 10,5 \text{ м}^2$. Эта площадь участка входит в площадь ИРК цеха.

Площадь контрольного отделения определяется по числу контролеров. На одного контролера принимается $5-6 \text{ м}^2$ площади.

					<i>ЮУрГУ-15.03.05.2020.524.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		70

4.2. Описание мероприятий по охране труда.

Нормируемые параметры микроклимата и способы создания их оптимальных величин

К нормируемым параметрам микроклимата относятся:

- температура воздуха;
- влажность воздуха;
- скорость движения воздуха.

Нормируемые параметры микроклимата не должны выходить за пределы нормативных величин, приведенных в таблице 11.

Таблица 4.2.1 - Нормируемые параметры микроклимата

Период года	Класс условий труда	t воздуха	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, Дм/с
Холодный и переходный	1	21-24 (25-28)	60-40 (до75)	0,1 (0,1-0,3)
	2	18-20 (16-17)		0,2 (0,2-0,5)
	3	16-18 (15-26)		0,3 (0,3-0,6)
Теплый	1	22-25	60-40 (75-55)	0,2-0,5
	2	20-23		0,2-0,5
	3	18-21		0,3-0,7

Выполнение этих норм осуществляется путем проведения следующих мероприятий:

- в теплое время за счет вентиляции,
- в холодное время за счет вентиляции, отопления;
- защитой от вредных параметров являются средства индивидуальной защиты: комбинезоны, очки, спец. обувь.

Мероприятия, проводимые при использовании СОЖ:

- на состав применяемой СОЖ необходимо разрешение санитарного надзора;

- состав СОЖ на водном растворе, их антимиикробная защита и пастеризация должны удовлетворять требованиям ГОСТ 121.3.025-80 ССБТ. Обработка металлов резанием. Общие требования безопасности:

- приготовление и подача СОЖ к станкам должна быть централизованной;
- периодичность и промывка систем для подачи её должна быть не реже 1 раза в 6 месяцев;
- станки должны быть оборудованы специальными сборниками и экранами защиты оператора;
- помещение оборудуется обще обменной вентиляцией с подачей приточного воздуха в рабочую зону со скоростью не более 0,5 м/с. общая производительность вентиляции должна составлять 850-900 м³/час на один станок;
- рабочие должны использовать дерматологические кремы и пасты;
- необходимо проводить санитарный инструктаж.

Технические средства и организационные мероприятия по защите от подвижных частей оборудования и разлетающейся в процессе резания стружки. Для спроектированного техпроцесса предусматриваются следующие виды защиты:

- ограничивающие, закрывающие доступ к опасным частям оборудования. Для этого используются кожухи, щиты, решетки, сетки. Ограждения должны быть достаточно прочными, надежно крепиться к фундаменту или частям машины;
- предохранительные, автоматически отключающие оборудование при выходе какого-либо параметра за пределы допустимого;
- сигнализирующие, окраска опасных частей оборудования в красный цвет;
- для защиты от разлетающейся стружки используются очки, щитки, экраны.

Мероприятия по безопасной эксплуатации режущего инструмента

Для безопасной эксплуатации режущего инструмента необходимо постоянно следить за его состоянием, проверять крепление резцов в расточных оправках и твердосплавных ножей в сборных инструментах.

Мероприятия по электробезопасности

					<i>ЮУрГУ-15.03.05.2020.524.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		72

Электробезопасность – система организационных мероприятий и технических средств, обеспечивающих защиту людей от опасного и вредного действия электрического тока.

Электрооборудование должно быть защищено от воздействия масел, СОЖ, стружки, пыли и от механических воздействий. Электрические провода вне станций управления должны прокладываться в трубах, коробах, рукавах, устойчивых к механическим, термическим и химическим воздействиям

Электрический ток, проходя через организм человека, оказывает электролитическое, термическое и биологическое действие, вызывая местные и общие травмы.

Мероприятия по пожарной безопасности

Пожар - это неконтролируемое горение вне специального очага, наносящее материальный ущерб. Горение - это химическая реакция окисления, сопровождающаяся выделением тепла. Для возникновения горения необходимы:

- горючее вещество;
- окислитель;
- источник загорания.

Загорание – горение, не причинившее материальный ущерб.

Опасными факторами пожара являются:

- повышенная температура воздуха и предметов;
- открытый огонь и искры;
- токсичные продукты горения;
- дым;
- взрывы;
- повреждения и разрушения зданий и сооружения.

Оценка пожарной безопасности участка

					<i>ЮУрГУ-15.03.05.2020.524.00.00 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата		73

Спроектированный участок размещается в помещении пожарной опасности категории Д. Это помещения, в которых находятся и обрабатываются негорючие вещества и материалы в холодном состоянии.

На участке располагаются следующие первичные средства пожаротушения:

- огнетушитель углекислотный ОУ-5 (1 шт.), применяется для тушения электроустановок;
- огнетушитель водно-пенный ОВП-5 (1 шт.), применяемый для тушения горячей масляной ветоши и других очагов горения, не находящихся под напряжением;
- ящик с песком;
- кусок асбестового полотна 2 × 2 м.;
- ломы (2 шт.);
- багры (2 шт.);
- топоры (2 шт.).

Пожарная профилактика – комплекс организационно-технических мероприятий, направленных на предупреждение пожаров. Пожарная профилактика осуществляется по следующим направлениям:

1. устранение непосредственных или возможных причин пожаров в процессе эксплуатации зданий, технологического оборудования, систем отопления, вентиляции, освещения, электроснабжения;
2. ограничения возможного распространения пожара и взрыва;
3. обеспечение эвакуации людей и оборудования из горящего здания;
4. обеспечение быстрого развертывания действий по пожаротушению;
5. разработка наглядных пособий по пожарной безопасности;
6. разработка инструкций по пожарной безопасности.

					<i>ЮУрГУ-15.03.05.2020.524.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		74

Заключение

В результате проведения анализа действующего технологического процесса изготовления детали “Корпус платы”, были выявлены его недостатки, которые были учтены при разработке проектного варианта технологического процесса. Последующий размерный анализ показал, что внедренная технология изготовления детали устраняет брак при расчетах припусков.

Была проведена замена старого оборудования на новые станки с ЧПУ, что увеличивает производительность изготовления детали. Были спроектированы режущий инструмент, станочное приспособление, контрольное приспособление, разработан план цеха. Размерный анализ показал, что проектный вариант изготовления удовлетворяет всем требованиям производства

Разработаны мероприятия по безопасности жизнедеятельности на участке.

					<i>ЮУрГУ-15.03.05.2020.524.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		75

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Расчет и проектирование приспособлений в машиностроении: Учебник. — СПб.: Издательство «Лань», 2015. — 320 с.: ил. — (Учебники для вузов. Специальная литература).

2. Справочник технолога машиностроителя. В 2-х т./ под ред. Касиловой А.Г., Мещерякова Р.К.— 4-е изд. перераб. и доп. — М.: Машиностроение, 1985, 496 с., ил.

3. Режимы резания для токарных и сверлильно-фрезерно-расточных станков с числовым программным управлением. Издательство «Машиностроение» 2005. 365 с.

4. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с числовым программным управлением. Часть 1. Москва экономика 1990.

5. Справочник технолога машиностроителя. В 2-х т./ под ред. Касиловой А.Г., Мещерякова Р.К.— 4-е изд. перераб. и доп. — М.: Машиностроение, 1985, 496 с., ил.

6. Зубарев Ю.М. Расчёт и проектирование приспособлений в машиностроении: Учебник. -СПб.: Издательство «Лань», 2015г. — 320с.: ил.- (Учебник для вузов. Специальная литература.)

7. Техническое нормирование операций механической обработки деталей: Учебное пособие. Компьютерная версия. — 2-е изд., перер. /И.М. Морозов, И.И. Гузеев, С.А. Фадюшин. — Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2005г..

8. Фельдштейн Е.Э. Металлорежущие инструменты: справочник конструктора/Е.Э. Фельдштейн, М.А. Корниевич.-Минск: Новое знание,2009.- 1039с,: ил.

					<i>ЮУрГУ-15.03.05.2020.524.00.00 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата		76