

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время перед машиностроительной отраслью стоит задача максимальной автоматизации производственных процессов, максимально соблюдая при этом качество выпускаемой продукции.

Важным условием быстрого развития машиностроения является специализация производства. Основой широкого развития централизованных и специализированных производств должно служить максимальная унификация деталей машин, узлов и инструментов, а также типизация технических процессов. Одновременно должно быть значительно расширено производство специального оборудования и технологической оснастки.

При этом очень важно направление технического прогресса в машиностроении разработку ресурсосберегающих технологий, повышение качества продукции, комплексную автоматизацию проектирования производства. Этим условиям отвечают станки с ЧПУ. Фрезерный станок или токарный станок с ЧПУ имеют большое количество преимуществ перед более дешевым аналогичным оборудованием с ручным управлением. Говоря о них, для начала необходимо отметить более высокую автоматизацию процесса производства при использовании металлорежущего оборудования с ЧПУ. Фрезерный станок или токарный станок с ЧПУ могут работать без остановок и перерывов круглосуточно на протяжении недель и месяцев. При этом вся продукция будет неизменно высокого качества. Использование оборудования с ЧПУ не требует постоянного нахождения за ним станочника. В случае если целый участок оборудован станками с ЧПУ, то достаточно одного-двух наладчиков станка, в обязанности которых входит визуальный контроль за работой оборудования, установка заготовок и снятие деталей, производство наладочных, а также подготовительных операций.

										Лист
										6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2018.417 ПЗ					

1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ

1.1 Назначение и описание узла и работы детали в узле

Объектом дипломного проекта служит деталь «Барабан КБ – 408.81А.02.100 СБ», далее «Барабан» (рисунок 1.1). Деталь изготавливается из конструкционной стали марки Ст.5сп ГОСТ 8731-87.

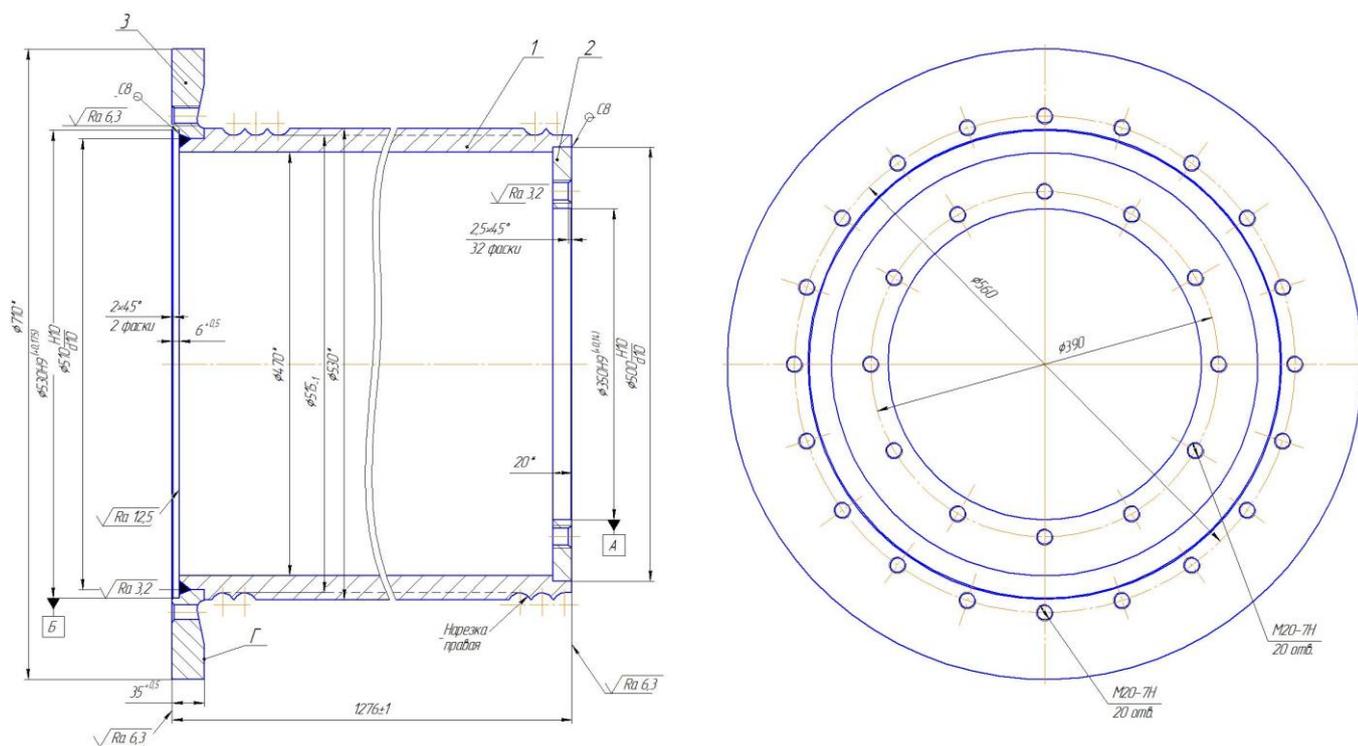


Рисунок 1.1 – Эскиз детали «Барабан КБ – 408.81А.02.100 СБ»

Деталь «Барабан» применяется в краностроении и входит в узел тяговой лебедки грузовой двухскоростной КБ-408.81А (рисунок 1.2).

Лебедка грузовой двухскоростная КБ-408.81А предназначена для комплектации строительных башенных кранов. КБ-408.81А рассчитана на работу в невзрывоопасной окружающей среде.

Условия, при которых может эксплуатироваться подъемник:

1. Температура от +40° до — 40°С,
2. Окружающая среда — невзрывоопасная,
3. Рабочее положение — крепление на поворотной платформе,

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2018.417 ПЗ

Лист

8

1.2 Служебное назначение детали-представителя и технические требования, предъявляемые к ней

Технические требования, предъявляемые к детали «Барабан»:

- 1.* Размер для справок.
- 2.Сварные швы по ГОСТ 14771-76.
- 3.Сварочная проволока Св-08Г2С.
- 4.Общие допуски по ГОСТ 30893.1: Н14; h14; IT14/2.
- 5.Перед нарезкой канавки R13,5 наружный диаметр трубы и торец Г реборды проверить резцом. Допустимое биение 0,5 мм.

Барабан является сборочной единицей деталью состоящей из трех частей, а именно из гильзы, реборда и кольца. Предварительно перед сборкой вышеуказанные детали обрабатываются. Обработке подлежат посадочные места. Посадка осуществляется через посадку с зазором Н10/d10. Для надежной фиксации деталей, места сопряжения обвариваются при мощи сварного шва С8 ГОСТ 14771–76.

На поверхности диаметром 350Н9 (Ra 3,2) и 530Н9 (Ra 3,2) устанавливаются ступица и зубчатая муфта, поэтому требования к данной поверхности достаточно высокие. Для исключения преждевременного износа подшипников качения во время работы узла, меду данными отверстиями должны соблюдаться соосность 0,2 мм. Также для плотного прилегания ступицы и зубчатой муфты к барабану, торцевые поверхности должны иметь торцевое биение не более 0,12 мм, относительно базового отверстия Ø350Н9, Ø530Н9 и шероховатость Ra6,3 мкм. Крепление ступицы и зубчатой муфты осуществляется через посадку с зазором Н9/h9 и болтового соединения, для этого в реборде и кольце имеются сквозные резьбовые отверстия М20-7Н с позиционным допуском 0,5 мм, относительно отверстия Ø350Н9, Ø530Н9 соответственно.

Также для соблюдения правильности намотки каната, поверхность Г реборды КБ–408.81А.02.102, должна обладать торцевым биением не более 0,5 мм. Проверку биения осуществлять перед нарезкой канавки R13,5+0,3 мм.

										Лист
										10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2018.417 ПЗ					

Таблица 1.2 – Химический состав в % материала Ст5сп ГОСТ 380–2005

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	N	Cu	As
0,28...0,37	0,15...0,3	0,5...0,8	до 0,3	до 0,05	до 0,04	до 0,3	до 0,008	до 0,3	до 0,08

Таблица 1.3 – Механические свойства при T=20 °C материала Ст5сп

Сортамент	σ_b	σ_T	d5	y	KCU	Термообр.
-	МПа	МПа	%	%	кДж/м ²	-
Трубы, ГОСТ 8731-87	490	274	17			

5) шероховатость большинства поверхностей (Ra 12,5; 6,3 и 3,2) достигается на черновых, получистовых и чистовых переходах;

6) требования по точности: а) радиальное биение торцевых поверхностей относительно базы А и Б равно 0,12; б) допуск соосности поверхностей диаметром 350Н9 и 530Н9 относительно оси заготовки равен 0,2; – выполнимы в процессе обработки;

7) материалами для изготовления узла барабан КБ–408.81А.02.100 служат труба Ø530x Ø25 ГОСТ8732–78/ Сталь В20 ГОСТ 977–75; лист 38 ГОСТ 19903-74/265–09Г2С–12 ГОСТ 19281–89; лист 28 ГОСТ 19903-74/295-09Г2С-12 ГОСТ 19281-89.

Применяемый материал обладает достаточной износостойкостью и хорошей обрабатываемостью резанием (предсказуемая стойкость инструмента, образование стружки надлома, что облегчает ее уборку). Из этого делается вывод, что материал детали технологичен.

8) заготовкой служит сборочно – сварочная единица, поэтому перед механической обработкой в сборе, изделие проходит сложный процесс. После механической обработки, изделие окрашивается и передается на последующую сборку.

9) обработка поверхностей производится различными инструментами. К простым инструментам относятся: резцы проходные, резцы расточные, фрезы, сверла, метчики, что является технологичным параметром. К сложному инструменту можно отнести резец фасонный канавочный R13,5.

10) наружная обработка инструментами и доступ им к детали не вызывает трудностей. Большинство поверхностей выполняются по 14-му качеству. На немногие поверхности проставлены высокие требования по шероховатости, по этим признакам деталь является технологичной.

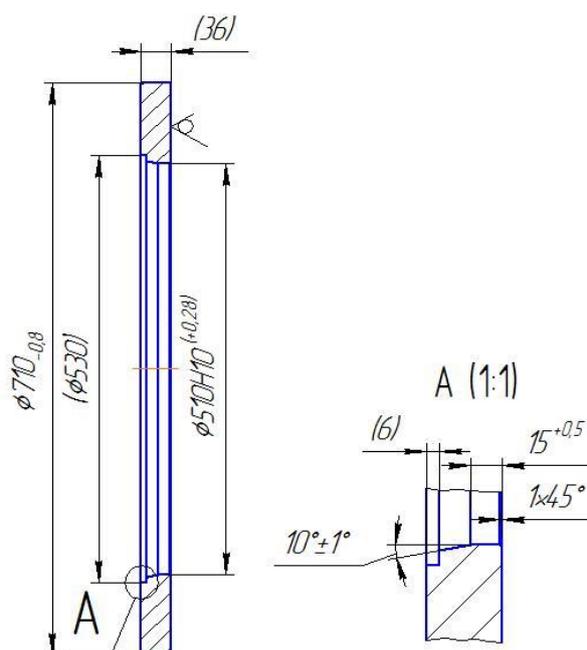
11) деталь в диаметральном положении имеет большие перепады ступеней (нетехнологичный параметр) – наибольший Ø710 мм, наименьший Ø350 Н9 мм, некоторые диаметральные размеры детали имеют жесткий допуск (нетехнологичный параметр) – Ø530 Н9, Ø350 Н9 мм. Линейные размеры

					15.03.05.2018.417 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

Токарная обработка производится на токарно-винторезном станке 1М65.

2. Реборда КБ – 408.81А.02.102(рисунок 2.2); Кольцо КБ – 408.81А.02.103(рисунок 2.3) – заготовкой для данных деталей служит лист толщиной 38 мм и 28 мм ГОСТ 19903-74, сталь 09Г2С ГОСТ 19281-89.

Основным отличием в марках стали является класс прочности. Для изготовления реборды применяется сталь с классом прочности 265, а для изготовления кольца с классом прочности 295.



1. Размер в скобках – после сварки
2. Неуказанная шероховатость обрабатываемых поверхностей Ra12,5

Рисунок 2.2 – Реборда КБ – 408.81А.02.102,
после токарной обработки

На данном этапе, производится токарная обработка реборды и кольца. обрабатываются сопрягаемые поверхности, а именно $\phi 510H10$ мм, $\phi 710_{-0,8}$ мм, $\phi 490d10$. Токарная обработка производится на вышеуказанном токарно-винторезном станке 1М65.

					15.03.05.2018.417 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

В данной операции производится приварка реборды КБ-408.81А.02.102 и кольца КБ-408.81А.02.103 к гильзе КБ-408.81А.02.101, рисунок 2.4. Приварка элемента усиления к уголку производят с помощью сварочного шва С8 ГОСТ 14771-76, согласно чертежу.

Операция 015 контрольная.

Операция 020 токарная.

Оборудование: Кран мостовой П-13-Г Q=5 т., токарно – винторезный станок 1М65.

Оснастка: приспособление для расточки ТО-0202, токарный патрон самоцентрирующий 4-х кулачковый Ø1000

Инструмент: Резец токарный сборный с механическим креплением твердосплавной пластинки шестигранной формы с углом в плане $\varphi=93^\circ$, правый, 2103 – 0695 Т15К6 ГОСТ 20872 – 80; Резец расточной отогнутый, правый, 2145-0555 Т15К6 ГОСТ 20874-75.

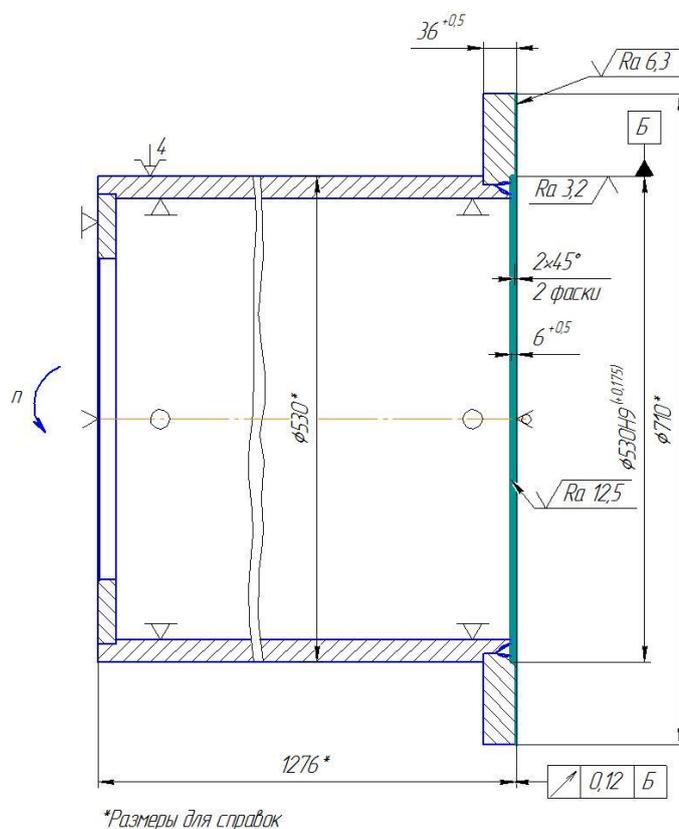


Рисунок 2.5 – Операция токарная

Операция 035 контрольная.

Операция 040 токарная.

Оборудование: Кран мостовой П-13-Г Q=5 т., токарно – винторезный станок 1М65.

Оснастка: приспособление для расточки ТО-0202, токарный патрон самоцентрирующий 4-х кулачковый Ø1000

Инструмент: Резец токарный сборный с механическим креплением твердосплавной пластинки круглой формы с радиусом R13.5 мм, правый, 2512 – 1218 T15K6 ГОСТ 20872 – 80;

Резец токарный сборный с механическим креплением твердосплавной пластинки шестигранной формы с углом в плане $\varphi=93^\circ$, правый, 2103 – 0695 T15K6 ГОСТ 20872 – 80.

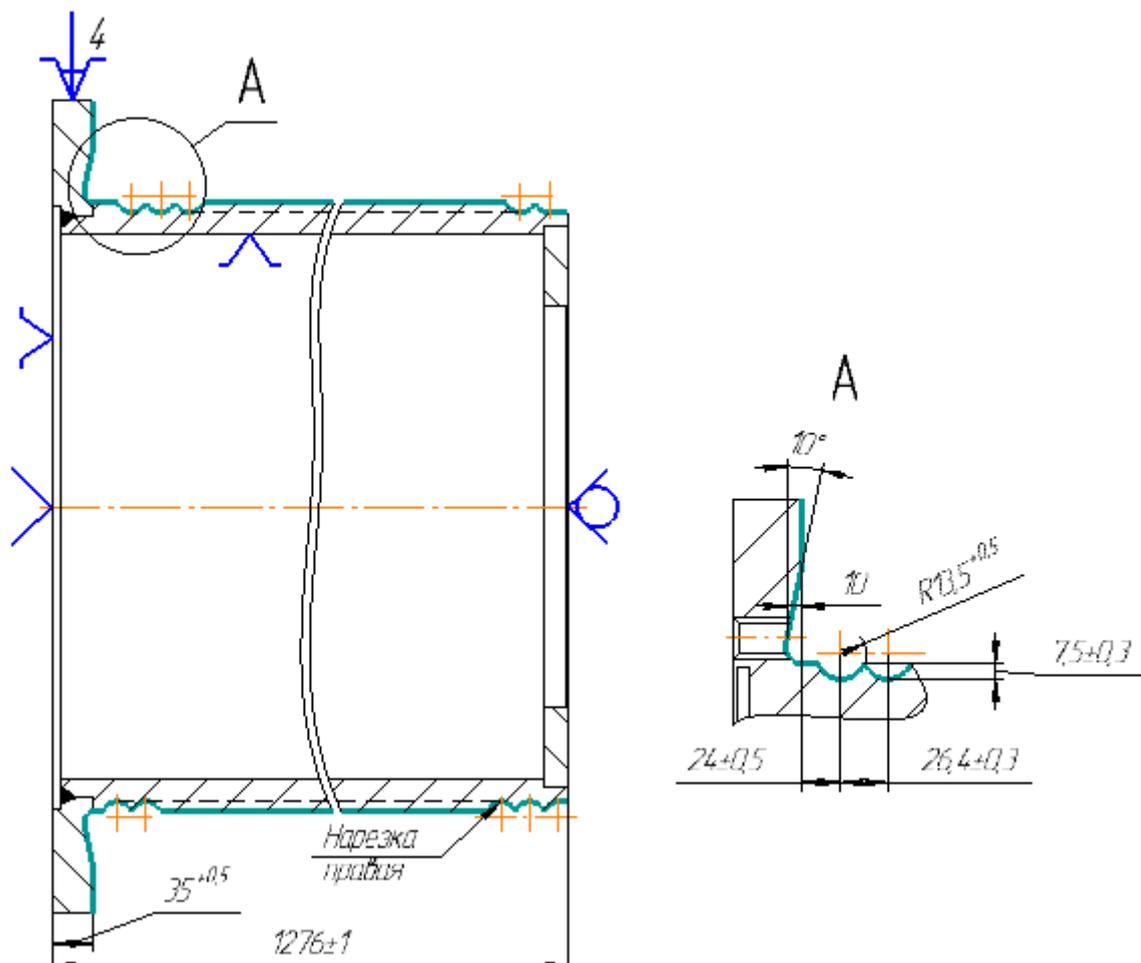


Рисунок 2.7 – Операция токарная

										Лист
										20
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

15.03.05.2018.417 ПЗ

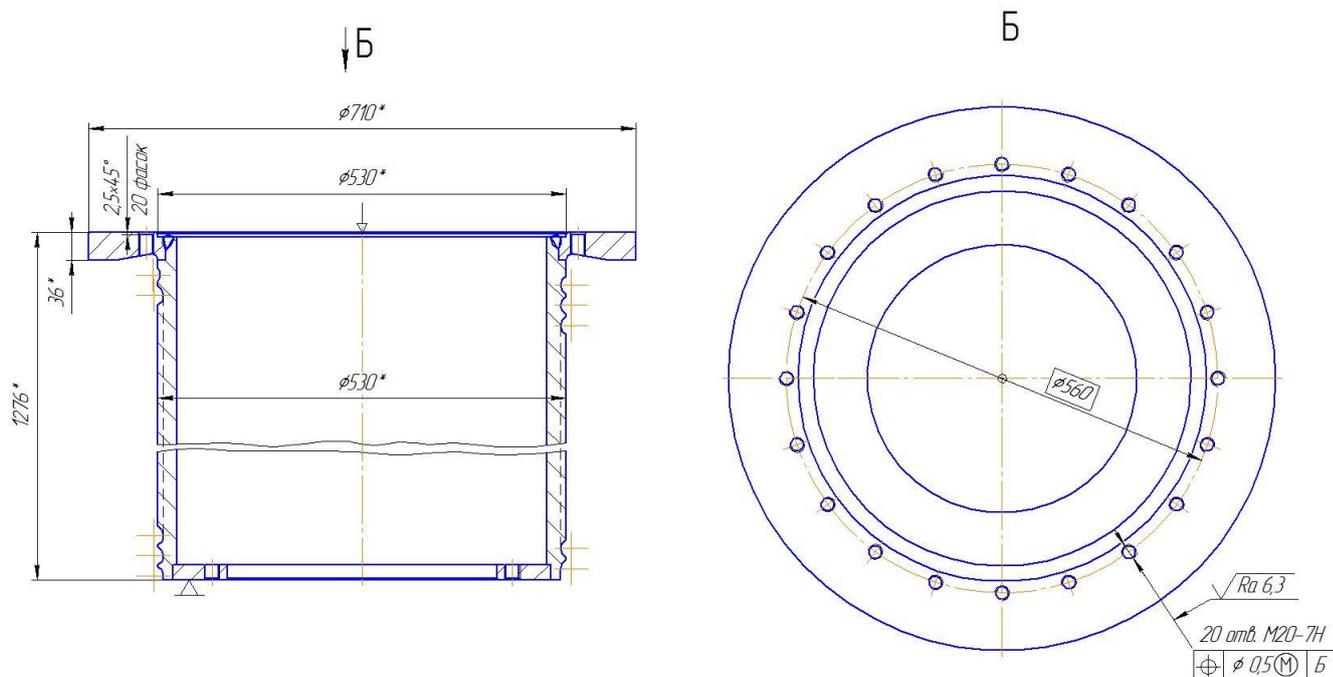


Рисунок 2.9 – Операция радиально-сверлильная

Операция 065 контрольная.

Операция 070 слесарная.

Операция 075 слесарная.

Операция 080 контрольная.

Вывод: В рассмотренном базовом варианте технологического процесса последовательность обработки можно считать целесообразной, так как при данном варианте обработки соблюдаются принципы формирования постепенности свойств обрабатываемых поверхностей. Технологический процесс содержит всю необходимую информацию, как для проведения механической обработки, так и для межоперационного контроля.

Метод получения заготовки соответствует назначению и конструкции детали – с техническими требованиями, предъявляемыми к ней. На картах эскизов, содержится вся необходимая информация, для проведения механической обработки, а также для последующего контроля.

										Лист
										22
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2018.417 ПЗ					

Не для всех операций записаны используемые приспособления и инструмент, коэффициент штучного времени, код профессии, количество рабочих, разряд рабочего, количество одновременно обрабатываемых деталей и единица нормирования. Неизвестны данные об объёме производственной партии, подготовительно-заключительное время штучное время. Не указаны масса готовой детали и заготовки, норма расхода и коэффициент использования материала. Таким образом, видно, что маршрутные карты оформлены не по ГОСТу.

Материал										Заготовка									
Наименование, марка					Код	Код и вид	Профиль и размеры		Кол. дет.	Масса	Г.дет.	номер	Марка	расхода	коэф. использования	мат.пер.			
Спиртин АК120ч ГОСТ 1583-93							6,5												
Номер	Наименование и содержание операции	Оборудование (код, наименование, инвентарный номер)	Приспособление и инструмент (код, наименование)	Код и вид	Кол. прот.	Т/шт	Кл. прот.	Л/шт	Р/шт	А/шт	Кл. прот.	Л/шт	Р/шт	А/шт	Время на одну деталь	Т/шт			
																	Т/шт		
005	Магная Очистить диск колеса от грязи	Ванна	Щетка, ветошь		1/шт	1/1	1/1	1/1	1	1/1					1	1/1			
010	Дефектовочная Визуальный осмотр				1/шт	3/1	1/1	1/1	1	1/1					1	1/5			
015	Сварочная Установить и закрепить диск Заварить отколотый фрагмент	Копироваль № 44 10000000 80 Сварочный аппарат УИГ-501	Маска, щиток пробилок (по 91) ГОСТ 7871-75		1/шт	3/1	1/1	1/1	1	1/1					1	25/25			
020	Глянцевая Шлифование, вырубание шва на поверхности диска	Стан. верстак шлифовальная машина ИЛ-20004	Наждачная бумага шлифовальный круг		1/шт	3/1	1/1	1/1	1	1/1					1	1/5			
025	Покраска Окраска места шпорок в цвет диска	Компрессор, стан	Пульверизатор ПР-15		1/шт	1/1	1/1	1/1	1	1/1					1	1/1			

Рисунок 2.10 –Маршрутная карта действующего технологического процесса

2.2.1.2 Анализ операционных карт

На операционных картах указаны операции и переходы техпроцесса, указаны не все режимы резания для каждой операции. Отсутствуют некоторые операционные карты, отсутствуют ГОСТы на некоторые виды режущего инструмента. В целом представлено подробное описание операций действующего технологического процесса.

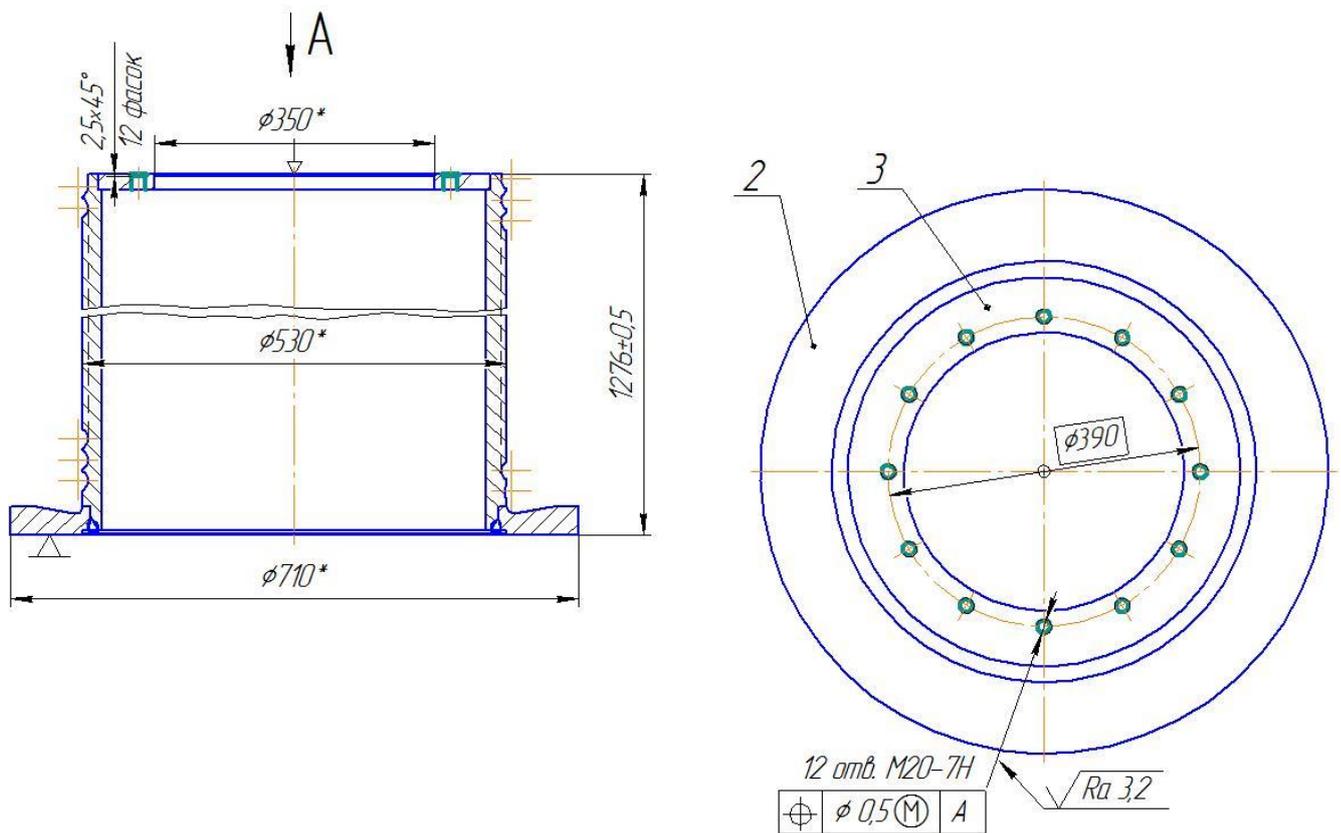


Рисунок 2.12 – Карта эскизов действующего технологического процесса на операцию 50 радиально-сверлильная

2.2.2 Анализ оборудования, режущего инструмента, технологической оснастки

2.2.2.1 Анализ оборудования

Для анализа, применяемого для обработки заданной детали оборудования, рассмотрим технические характеристики.

Операция 020, 030 – в данных операциях применяется токарно – винторезный станок 1М65.

Токарно-винторезный станок модели 1М65 предназначен для обработки деталей средних и больших размеров, в условиях единичного и мелкосерийного производства. На станке можно производить наружное и внутреннее точение, включая точение конусов, растачивание, сверление и нарезание резьб – метрической, модульной, дюймовой и питчевой).

									Лист
									26
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2018.417 ПЗ				

Окончание таблицы 2.1

Число ступеней частот прямого вращения шпинделя	24
Частота прямого вращения шпинделя, об/мин	5...500
Размер внутреннего конуса в шпинделе, М	100, 1:20
Наибольшее продольное перемещение суппорта РМЦ=3000, мм	2710
Наибольшее поперечное перемещение суппорта, мм	600
Цена деления лимба при продольном перемещении, мм	0,1
Цена деления лимба при поперечном перемещении, мм	0,05
Наибольшее продольное перемещение на оборот лимба, мм	50
Наибольшее поперечное перемещение на оборот лимба, мм	6
Число ступеней продольных подач	32
Пределы продольных подач, мм/об	0,20...3,05
Пределы поперечных подач, мм/об	0,07...1,04
Наибольшее перемещение резцовых салазок, мм	240
Скорость быстрых перемещений суппорта, продольных, м/мин	3
Скорость быстрых перемещений суппорта, поперечных, м/мин	1
Пределы шагов нарезаемых резьб метрических, мм	1...120
Пределы шагов нарезаемых резьб дюймовых	28...0,25
Пределы шагов нарезаемых резьб модульных	1...120
Центр в шпинделе по ГОСТ 13214-79	Морзе 5
Наибольшее перемещение пиноли, мм	300
Наибольшее перемещение пиноли с установленным инструментом, мм	280
Габариты станка РМЦ=3000, мм	6140 x 2200 x 1760
Масса станка РМЦ=3000, кг	12800

Операция 040 – в данной операции применяется радиально-сверлильный станок 2А576:

Оборудование предназначено для механической обработки отверстий в крупногабаритных заготовках методами сверления, рассверливания, зенкерования, развертывания и нарезки резьбы метчиками. Жесткость

										Лист
										28
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2018.417 ПЗ					

Окончание таблицы 2.2

Диаметр гильзы шпинделя, мм	115
Обозначение конца шпинделя по ГОСТ 24644-81	50AT5
Частота прямого вращения шпинделя, об/мин	9..1800
Количество скоростей шпинделя прямого вращения	24
Частота обратного вращения шпинделя, об/мин	9..1800
Количество скоростей шпинделя обратного вращения	24
Пределы рабочих подач на один оборот шпинделя, мм/мин	2..1600
Скорость ускоренного перемещения гильзы шпинделя, м/мин	3,5
Перемещение шпинделя на одно деление лимба, мм	1
Наибольший допустимый крутящий момент на шпинделе, Н*м	1600
Наибольшее усилие подачи, кН	32
Осевое усилие зажима инструмента, Н	12000
Количество электродвигателей на станке	5
Суммарная мощность установленных электродвигателей, кВт	14,085
Габариты станка (длина ширина высота), мм	4180 x 1280 x 4065
Масса станка 2A576, кг	12000

Вывод: Анализ приведенных данных показывает, что используемые станки по габаритным размерам обрабатываемой заготовки, достигаемой точности и шероховатости соответствуют требуемым условиям обработки.

2.2.2.2 Анализ режущего инструмента

В условиях современного производства большую роль приобретает режущий инструмент, применяемый при обработке больших партий деталей с необходимой точностью. При этом на первое место выходят такие показатели как стойкость и метод настройки на размер.

								Лист
								30
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2018.417 ПЗ			

Окончание таблицы 2.3

	Сверло 2301-3546 ГОСТ 12121-77	Станд.	P6M5	30	20	0,2	-	По эталону
50	Сверло 2310-0025 ГОСТ 28320-89	Станд	P6M5	30	20	0,25	-	По эталону
60	Метчик машинный ГОСТ 3266 – 81	Станд.	P6M5	30	10	2,5	-	По эталону

Вывод: Как видно из таблицы 2.3 при изготовлении детали барабан КБ – 408.81А.02.100 применяется стандартный режущий инструмент. Инструментальным материалом для изготовления режущего инструмента является твердый сплав Т15К6 и сталь Р6М5.

2.2.2.3 Анализ технологической оснастки

На любом современном предприятии для механической обработки применяется технологическая оснастка. От того, каким качеством она обладает, и от своевременного оснащения ею всех необходимых рабочих мест напрямую зависит результат производства и качество выпускаемой продукции.

Выбор станочных приспособлений осуществляется по возможности из числа стандартных или из типовых конструкций станочных приспособлений.

Критерием выбора является вид механической обработки, точность обработки поверхности, габаритные размеры и масса заготовки, тип станка, расположение поверхности по отношению к технологическим базам, режущие инструменты, тип производства.

										Лист
										32
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2018.417 ПЗ					

Вывод: Как видно из таблиц 2.4 и 2.5 при изготовлении детали барабан КБ – 408.81А.02.100 СБ применяется оснастка как стандартная, так и специализированная. Данная оснастка позволяет базировать барабан, а также производить механическую обработку выдерживая требования КД.

2.2.3. Размерный анализ действующего техпроцесса

Размерный анализ (РА) технологических процессов (ТП) включает построение схем размерных связей, возникающих по ходу ТП изготовления детали, а также методы расчёта численных значений этих связей путём решения технологических размерных цепей.

Целью выполнения РА является прогнозирование качества.

Можно выделить РА проектируемого ТП и действующего ТП, отличающихся по своим исходным данным и задачам.

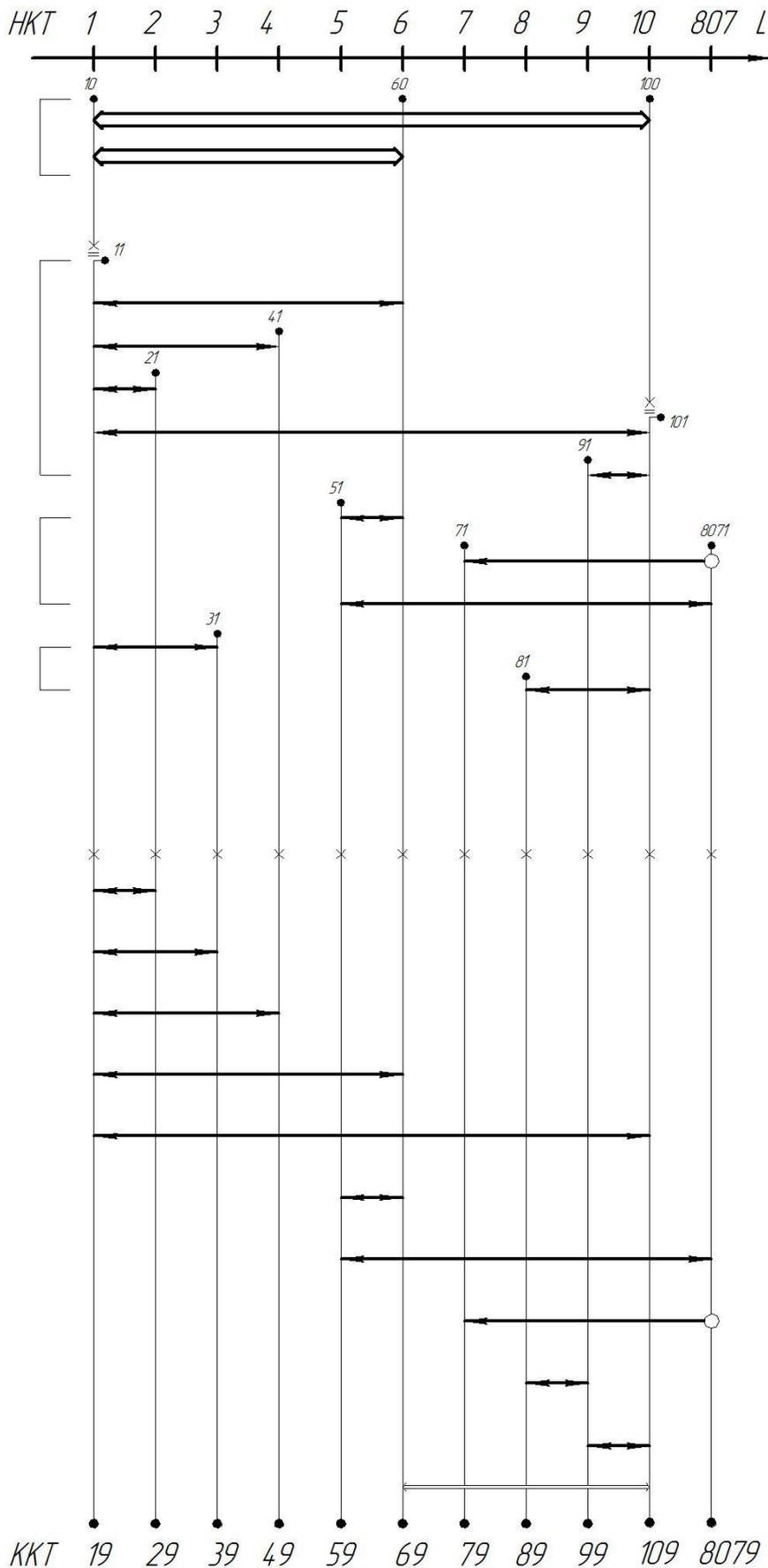
В данной работе рассмотрен РА действующего ТП. Известны номинальные значения и допуски размеров исходной заготовки, операционных размеров и размеров изделия. Задачей РА является проверка рациональности и качества ТП. Эта задача решается путём расчёта фактических значений замыкающих звеньев, которыми являются те размеры и отклонения, которые непосредственно не выполняются при механической обработке.

Сравнение расчётных предельных значений замыкающих звеньев - размеров изделия - с регламентированными значениями позволяет сделать вывод о наличии брака по окончательным размерам. Если их значения выходят за пределы регламентированных значений, то брак возможен. Наличие слишком больших значений припусков свидетельствует о нерациональном использовании материала.

Порядок выполнения РА должен быть следующим:

- 1) изучение и проверка корректности чертежа изделия;
- 2) изучение действующего ТП и разработка нового ТП;

						15.03.05.2018.417 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			34



Технологические связи

10	0	10-100	
20	0	10-60	
30	2	11-10	0,5 ... 5
40	6	11-60	36+0,5
50	6	11-41	6+0,5
60	6	11-21	2
70	6	11-101	1276±0,5
80	6	91-101	2
90	6	51-60	10±1
100	80	71-8071	∅26+0,6
110	6	51-8071	24±0,5
120	6	11-31	2,5
130	6	81-101	2,5

Конструкторские связи

10	9	19-69	36+0,5
20	9	19-29	2
30	9	19-39	2,5
40	9	19-49	6+0,5
50	9	19-109	1276±0,5
60	9	59-69	10±1
70	9	79-8079	26+0,6
80	9	59-8079	24±0,5
90	9	89-109	2,5
100	9	99-109	2

Рисунок 2.15 – Схема конструкторских размерных связей в направлении L

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2018.417 ПЗ

Лист

36

определяемых звеньев без округления достаточно выполнить условие: $V_0 \geq 0$, где V_0 – запас по допуску замыкающего звена, определяемый по формуле:

$$V_0 = T_0 - \omega_0.$$

Определение операционных размеров:

В курсовом проекте выполнено определение операционных размеров путем расчета технологических размерных цепей вручную.

В направлении L:

цепь A:

1) $-10=11 \rightarrow 60 \leftarrow 10=;$

2) $[-10=11]=-(11 \rightarrow 60)+(60 \leftarrow 10);$

3) $A_0=-A_1+A_2.$

где $A_0 = 0,5...5$ – *припуск*,

$$A_1 = 36 + 0,5,$$

$$A_2 = A_{оп} = \dots \pm 1.$$

4) Половина поля рассеяния замыкающего звена:

$$\omega_0 = \sum_{i=1}^n \omega_i = 0,5 + 2 = 2,5.$$

5) $A_{0u}^{cp} = A_{0p}^{нм} + \frac{\omega_0}{2} = 0,5 + \frac{2,5}{2} = 1,75.$

6) $A_{оп}^{cp} = \frac{1}{\xi_{оп}} \left(A_{0u}^{cp} - \sum_{i=1}^n \xi_i A_i^{cp} \right) = \frac{1}{(+1)} (1,75 - (-36)) = 37,75.$

7) $A_{оп}^{ном} = A_{оп}^{cp} - \frac{\Delta_{оп}^s + \Delta_{оп}^н}{2} = 37,75 - \frac{1 + (-1)}{2} = 37,75.$

8) Средний фактический размер замыкающего звена:

$$A_{0ф}^{cp} = A_{0u}^{cp} = 1,75.$$

9) Наименьший фактический размер замыкающего звена:

$$A_{0ф}^{нм} = A_{0ф}^{cp} - \frac{\omega_0}{2} = 1,75 - \frac{2,5}{2} = 0,5.$$

$$5) B_{0u}^{cp} = B_{0p}^{nm} + \frac{\omega_0}{2} = 0,5 + \frac{3}{2} = 2.$$

$$6) B_{onp}^{cp} = \frac{1}{\xi_{onp}} \left(B_{0u}^{cp} - \sum_{i=1}^n \xi_i B_i^{cp} \right) = \frac{1}{(+1)} (2 - (-1276)) = 1278$$

$$7) B_{onp}^{ном} = B_{onp}^{cp} - \frac{\Delta_{onp}^g + \Delta_{onp}^н}{2} = 1278 - \frac{0,5 + (-0,5)}{2} = 1278$$

8) Средний фактический размер замыкающего звена:

$$B_{0ф}^{cp} = B_{0u}^{cp} = 2.$$

9) Наименьший фактический размер замыкающего звена:

$$B_{0ф}^{nm} = B_{0ф}^{cp} - \frac{\omega_0}{2} = 2 - \frac{3}{2} = 0,5.$$

10) Наибольший фактический размер замыкающего звена:

$$B_{0ф}^{нб} = B_{0ф}^{cp} + \frac{\omega_0}{2} = 2 + \frac{3}{2} = 3,5.$$

11) Допуск замыкающего звена:

$$T_0 = B_{0p}^{нб} - B_{0p}^{nm} = 5 - 0,5 = 4,5.$$

12) Запас по допуску замыкающего звена:

$$V_0 = T_0 - \omega_0 = 4,5 - 3 = 1,5.$$

13) Запас по нижней границе поля допуска замыкающего звена:

$$V_0^н = B_{0ф}^{nm} - B_{0p}^{nm} = 0,5 - 0,5 = 0.$$

14) Запас по верхней границе поля допуска замыкающего звена:

$$V_0^g = B_{0p}^{нб} - B_{0ф}^{нб} = 5 - 3,5 = 1,5.$$

Таким образом, в результате расчета были получены следующие данные:

$$B_0 = 0,3...1,5;$$

$$B_{onp} = 1278 \pm 1;$$

– усовершенствовать технологический процесс так, чтобы для изготовления детали требовалось наименьшее количество единиц оборудования, что позволит получить высокую производительность и качество изготовления, а соответственно минимальные затраты на производство.

2.3 Разработка проектного технологического процесса

2.3.1 Разработка маршрута проектного техпроцесса

Проектный технологический процесс включает в себя следующие операции:

- 000 Заготовительная;
- 005 Контрольная;
- 010 Комплексная с ЧПУ;
- 015 Контрольная;
- 020 Комплексная с ЧПУ;
- 025 Контрольная;
- 030 Слесарная;
- 035 Моечная;
- 040 Контрольная.

Проектный технологический процесс представлен в виде операционных эскизов, изображенных на рисунках 2.16, 2.17. Подробнее технологический процесс указан в ПРИЛОЖЕНИИ В.

										Лист
										42
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2018.417 ПЗ					

2.3.2 Выбор исходной заготовки

Поскольку материал детали – сталь Ст5сп ГОСТ 380–2005, то заготовку можно получить только методами обработки металлов давлением. Заготовку из проката получать нецелесообразно. Из всех видов ОМД наиболее предпочтительными в условиях серийного производства являются горячая штамповка на горизонтально–ковочных машинах и свободная ковка.

В качестве заготовки для детали «Барaban», учитывая конструкцию детали, тип производства и прочие параметры предлагается использовать отливка под давлением, показанный на рисунке 2.18.

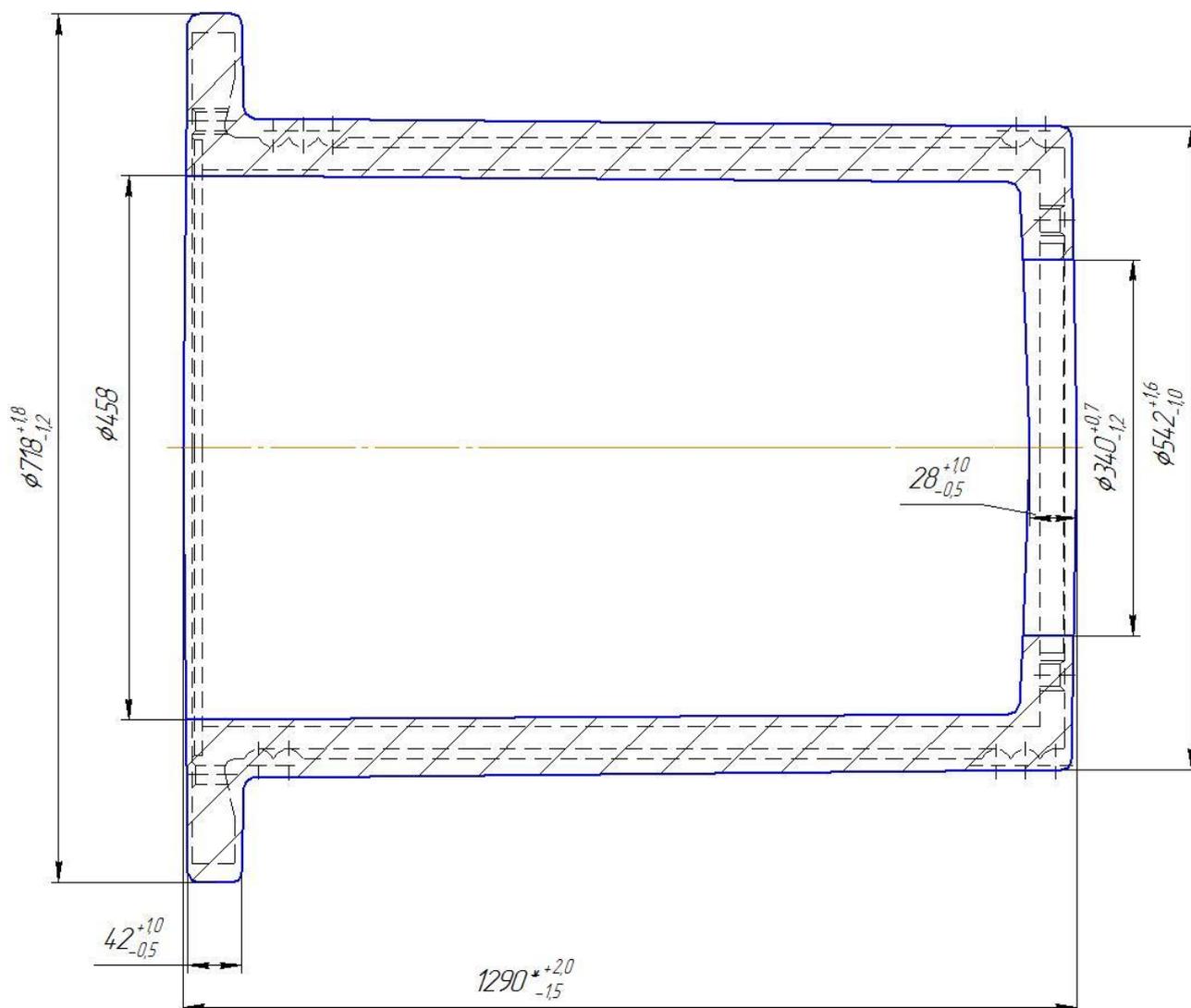


Рисунок 2.18 – Эскиз заготовки детали «Барaban»

					15.03.05.2018.417 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

отливки. Промывники соединяют с полостью литейной формы каналами, толщина которых равна толщине питателей. Удаление воздуха и газа из полости пресс-форм осуществляют через специальные вентиляционные каналы и зазоры между стержнями (выталкивателями) и матрицей пресс-формы. Вентиляционные каналы выполняют в плоскости разъема на неподвижной части пресс-формы, а также вдоль подвижных стержней и выталкивателей. Глубина вентиляционных каналов при литье "алюминиевых сплавов принимается равной 0,05—0,15 мм, а ширина 10—30 мм в целях улучшения вентиляции пресс-форм полости промывников тонкими каналами (0,2—0,5 мм) соединяют с атмосферой.

Основными дефектами отливок, полученных литьем под давлением, являются воздушная (газовая) подкорковая пористость, обусловленная захватом воздуха при больших скоростях впуска металла в полость формы, и усадочная пористость (или раковины) в тепловых узлах. На образование этих дефектов большое влияние оказывают параметры технологии литья, скорость прессования, давление прессования, тепловой режим пресс-формы.

Скорость прессования определяет режим заполнения пресс-формы. Чем выше скорость прессования, тем с большей скоростью перемещается расплав по литниковым каналам, тем больше скорость впуска расплава в полость пресс-формы. Высокие скорости прессования способствуют лучшему заполнению тонких и удлиненных полостей. Вместе с тем они являются причиной захвата металлом воздуха и образования подкорковой пористости. При литье алюминиевых сплавов высокие скорости прессования применяют лишь при изготовлении сложных тонкостенных отливок. Большое влияние на качество отливок оказывает давление прессования. По мере повышения его увеличивается плотность отливок.

Величина давления прессования ограничивается обычно величиной усилия запирающей машины, которое должно превышать давление, оказываемое металлом на подвижную матрицу (pF). Поэтому большой интерес приобретает локальная подпрессовка толстостенных отливок, известная под названием «Асигай-процесс». Малая скорость впуска металла в полость пресс-форм через питатели

					15.03.05.2018.417 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

Конструкция и материал станины гарантируют оптимальные виброгасящие качества и точность обработки, остающуюся неизменной длительное время

Макс. Ø обработки 850 мм и расстояние между центрами до 1520 мм позволяют обрабатывать большие заготовки.

Наклонная конструкция станины под 45° гарантирует качественный отвод стружки к транспортеру (стандартная комплектация)

Линейные направляющие по X и Y осям обеспечивают ускоренный ход и точность позиционирования

Главный шпиндель и шпиндельная головка обеспечивают высокую точность даже при длительном интенсивном режиме

Система охлаждения Advanced-Cooling помогает исключить термическое воздействие и обеспечивает снижение износа деталей

Безззорная и жесткая фиксация благодаря двойному зажиму шпинделя с предварительным натяжением

Минимальное термическое влияние и большой ходовой винт способствуют достижению высокой динамичности

Надежное и проверенное временем ЧПУ Fanuc 0i-TD.

Большой набор стандартных комплектующих включает в себя гидравлический инструментальный револьвер, гидравлический силовой зажимной патрон и гидравлическую заднюю бабку

Лазерная калибровка для контроля позиционирования обеспечивают точность обработки

Стандартные комплектующие KNUTH Compact 850:

ЧПУ Fanuc 0i-TD с Manual Guide 0i, 3-B-Futter Ø 380 mm, гидравл. 12-поз. инструментальный револьвер, гидравлическая задняя бабка, система подачи СОЖ, транспортер для стружки с поддоном, крепёжные болты, ножки станка, автоматическая система центральной смазки, освещение рабочей зоны, педаль для зажимного патрона, пресс для жира, сервисный инструмент, руководство по программированию и эксплуатации, руководство по эксплуатации.

					15.03.05.2018.417 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

Окончание таблицы 2.6

мощность двигателя, ось X	4 кВт
мощность двигателя Z	4 кВт
общая потребляемая мощность	30 кВА
Размеры и масса	
Габариты	5675x2190x2572 мм
масса	11820 кг

Для операции моечная выбирается моечная машина марки SME LT BIG 1800 (рисунок 2.20), которая используется для мойки любых деталей двигателей и коробок передач транспортных средств максимальных размеров Ø1800 мм и весом до 1500 кг.



Рисунок 2.20 – Моечная машина SME LT BIG 1800

Окончание таблицы 2.7

2	Точить $\varnothing 710$ мм на длину 45 мм за 3 прохода Резец расточной, державка SCLCL1212F09, режущая пластина CCMT09T304-GP GP1225	Резец проходной, державка A20S-SCLCR09, режущая пластина DNMG110408-GM GP1225
3	Расточить отв. до $\varnothing 470$, выдерживая размер 1256 мм за 3 прохода	Резец расточной, державка SCLCL1212F09, режущая пластина CCMT09T304-GP GP1225
4	Расточить $\varnothing 530$ мм на длину 6 мм за 3 прохода	
5	Расточить фаску $\varnothing 530$ $2 \times 45^\circ$	
6	Сверлить 20 отв. под резьбу M20 на глубину 40 мм	Сверло комбинированное 15.03.05.2018.417.09.00 СБ
7	Нарезать резьбу 20 отв. на глубину 36 мм	Метчик МТР-М20х2,5ISO6Н-ТВ-V007

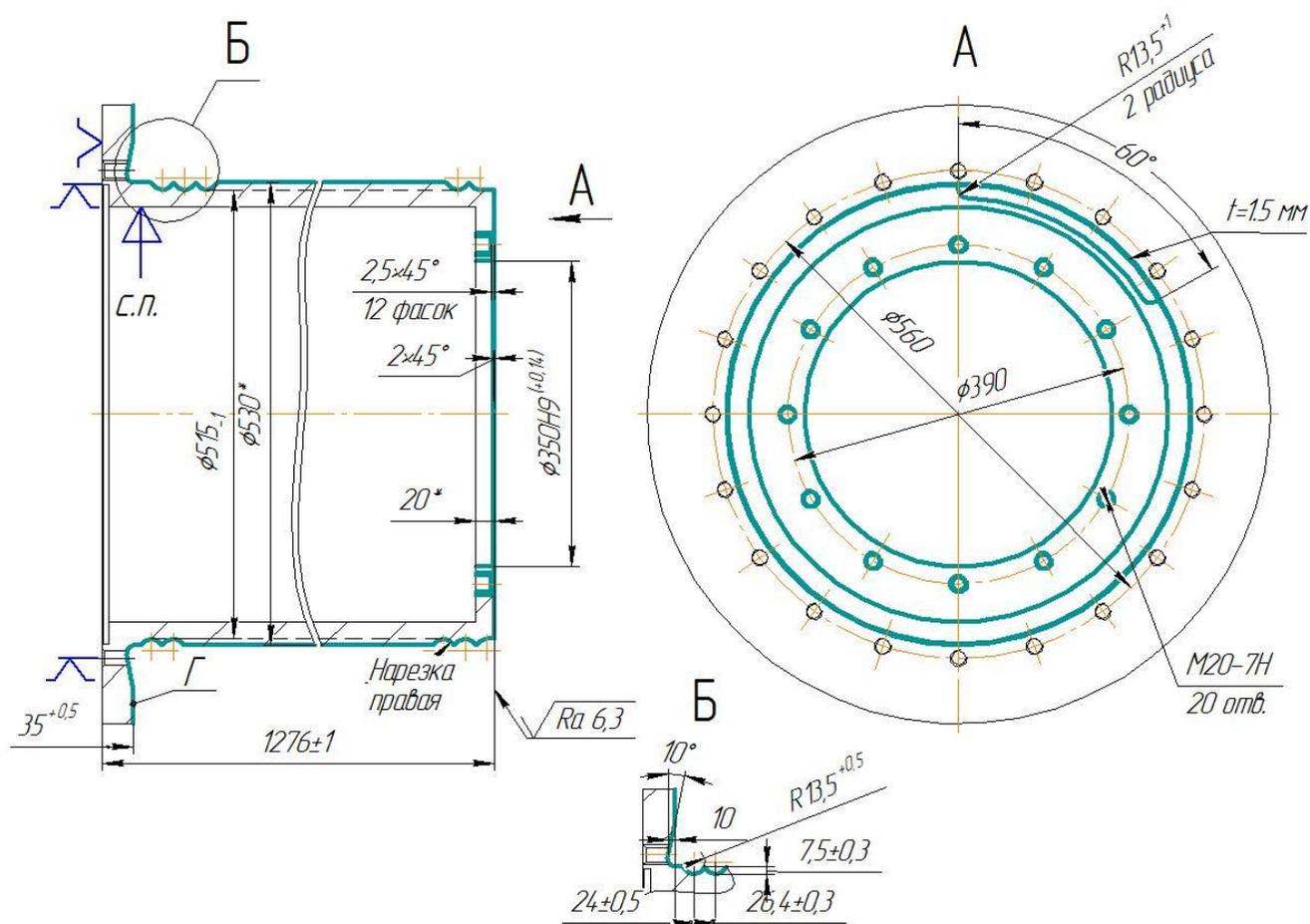


Рисунок 2.22 – Операция 020 комплексная с ЧПУ

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

15.03.05.2018.417 ПЗ

Лист

52

040 Контрольная.

На данной операции контролируются все размеры и технические требования согласно чертежу детали.

2.3.5. Размерный анализ проектного техпроцесса

Данный анализ необходим для выявления брака при расчете размерных цепей. Также он помогает определить припуски обработки – глубины резания.

1). $[288\#287]=-(287+0298)+(288+0298)$

$$[288\ 287]-7.5^{+0,36}+19\pm 0,125=11.5_{-0,485}^{+0,125}$$

$$[288\ 287]_{\min}=11.015$$

$$[288\ 287]_{\max}=11.625$$

$$[288\ 287]_{\text{ср.}}=11.320$$

Значение ср. – является припуском, но не глубина резания. Последняя находится из справочников по обработке металла и должна в сумме составлять требуемый припуск.

2). $[147\#148]=+(17+147)-(17+0308)+(18+0308)-(18+148)$

$$[147\ 148]=-28.5^{+1,0}+58.5\pm 0,25-57\pm 0,15+30^{+0,25}=3^{+0,65}_{-1,4}$$

$$[147\ 148]=1,60$$

$$[147\ 148]=3,65$$

$$[147\ 148]=2,625$$

3). $[178\#177]=-(177+317)+(18+317)-(18+318)+(178+318)$

$$[178\ 177]=-43,5^{+0,5}-78_{-0,5}+77_{-0,3}+44^{+0,25}=-0,5^{+0,75}_{-0,8}$$

$$[178\ 177]=-1,3$$

$$[178\ 177]=0,25$$

$$[178\ 177]=-0.525$$

В данном случае может получиться брак, т.е. инструмент своей режущей кромкой не коснется обрабатываемой заготовки. Этот брак является исправимым, т.к. станочник всегда сможет подкорректировать подачу и снять необходимый припуск.

										Лист
										54
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2018.417 ПЗ					

$$11). [398\#397]=+(16+397)-(16+398)$$

$$[398\ 397]=+114_{-0,87}-113_{-0,5}=1^{+0,5}_{-0,87}$$

$$[398\ 397]= 0,13$$

$$[398\ 397]= 1,5$$

$$[398\ 397]=0,815$$

$$12). [397\#396]= +(0308+396)+(16+0308)-(16+397)$$

$$[397\ 396]= +62,5_{-0,25}+58,5_{\pm 0,25}-114_{-0,87}=7^{+1,12}_{-0,5}$$

$$[397\ 396]= 6,5$$

$$[397\ 396]= 8,12$$

$$[397\ 396]= 7,31$$

$$13). [15\#16]=-(16+0308)+(0188+0308)-(0188+015)+(15+015)$$

$$[15\ 16]= -58,5_{\pm 0,25}+0_{\pm 0,005}-0_{\pm 0,005}+61,5_{-0,25}=3^{+0,26}_{-0,51}$$

$$[15\ 16]=2,49$$

$$[15\ 16]=3,26$$

$$[15\ 16]=2,875$$

$$14). [016\#015]=+(0188+015)-(0188+0308)-(0308+016)$$

$$[016\ 015]=0\pm 015$$

$$15). [227\#228]=-(228+0228)-(0228+0238)-(0238+0248)-$$

$$-(0248+0309)+(0188+0308)-(0118+015)+(0227+015)+(227+0227)$$

$$[227\ 228]= -12,5_{-0,26}-0_{\pm 0,005}-0_{\pm 0,005}-0_{\pm 0,01}+0_{\pm 0,005}+0_{\pm 0,005}+13_{-0,25}=0,5^{+0,295}_{-0,285}$$

$$[227\ 228]= 0,215$$

$$[227\ 228]= 0,795$$

$$[227\ 228]= 0,505$$

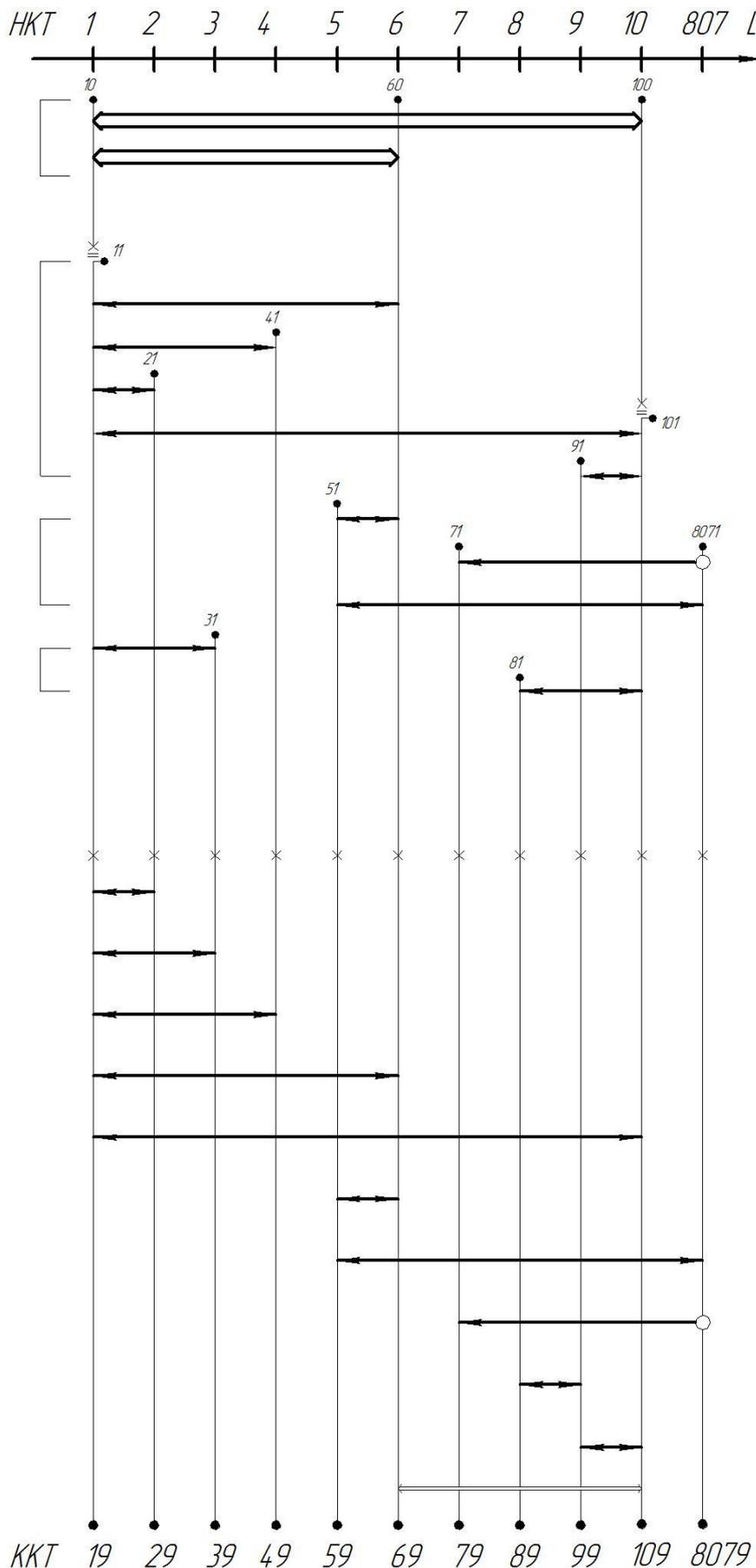
$$16). [0228\#0227]=-(0227+015)+(0188+015)-(0188+0308)+(0248+0308)+$$

$$+(0238+0248)+(0228+0238)$$

$$[0228\ 0227]=0\pm 0.035$$

$$17). [268\#267]= -(267+0266)+(0188+0266)-(0188+0308)+(0248+0308)-$$

					15.03.05.2018.417 ПЗ	Лист
						56
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



Технологические связи

10	0	10-100	
20	0	10-60	
30	2	11-10	0,5 ... 5
40	6	11-60	36+0,5
50	6	11-41	6+0,5
60	6	11-21	2
70	6	11-101	1276±0,5
80	6	91-101	2
90	6	51-60	10±1
100	8D	71-8071	∅26+0,6
110	6	51-8071	24±0,5
120	6	11-31	2,5
130	6	81-101	2,5

Конструкторские связи

10	9	19-69	36+0,5
20	9	19-29	2
30	9	19-39	2,5
40	9	19-49	6+0,5
50	9	19-109	1276±0,5
60	9	59-69	10±1
70	9	79-8079	26+0,6
80	9	59-8079	24±0,5
90	9	89-109	2,5
100	9	99-109	2

Рисунок 2.23 – Размерный анализ проектного техпроцесса

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

15.03.05.2018.417 ПЗ

Лист

58

K_{Sh} – поправочные коэффициенты на подачу в зависимости от прочности режущей части, $K_{Sh} = 1, 0$;

K_{Sn} – поправочные коэффициенты на подачу в зависимости от состояния поверхности заготовки, $K_{Sn}=0, 9$;

$K_{S\varphi}$ – поправочные коэффициенты на подачу в зависимости от геометрических параметров резца, $K_{Scp} = 1, 0$;

K_{Sj} – поправочные коэффициенты на подачу в зависимости от жесткости станка, $K_{Sj} = 0, 7$;

K_{SM} – поправочные коэффициенты на подачу в зависимости от механических свойств обрабатываемого материала, $K_{SM}=0, 9$;

Окончательная подача черновой стадии

$$S_o = 1,2 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 0,7 \cdot 0,9 \cdot 0,9 = 0,7 \text{ мм/об.}$$

Рассчитанная подачи для черновой стадии проверяется по осевой P_x и радиальной P_y составляющим сил резания, допустимыми прочностью механизма подач станка.

Составляющие сил резания определяются по формуле:

$$P = P_T \cdot K_{pm} \cdot K_{p\varphi} \cdot K_{p\gamma} \cdot K_{p\lambda}; \quad (2)$$

где P_T – табличные значения составляющих сил резания, $P_{xm}=1280 \text{ Н}$, $P_{ym}=450 \text{ Н}$;

K_{pm} – поправочные коэффициенты на силы резания для измененных условий в зависимости от механических свойств обрабатываемого материала, $K_{pm}=1, 0$;

$K_{p\varphi}$ – поправочные коэффициенты на силы резания для измененных условий в зависимости от главного угла в плане, $K_{p\varphi x}=0,7$, $K_{p\varphi y}= 2$;

$K_{p\gamma}$ – поправочные коэффициенты на силы резания для измененных условий в зависимости от главного переднего угла, $K_{p\gamma x}=1, 5$, $K_{p\gamma y}=1, 30$;

$K_{p\lambda}$ – поправочные коэффициенты на силы резания для измененных условий в зависимости от угла наклона кромки , $K_{p\lambda x}=0, 9$, $K_{p\lambda y}=1, 10$;

Окончательно составляющие сил резания:

$$P_{xm}=1200 \cdot 1 \cdot 0,7 \cdot 1,50 \cdot 0,9=1159 \text{ Н.}$$

$$P_{ym}=450 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 1,30 \cdot 1,10=1287 \text{ Н.}$$

									Лист
									60
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2018.417 ПЗ				

$n\phi = 300 \text{ об/мин.}$

Фактическая скорость резания будет, $V\phi = 125 \text{ м/мин.}$

8) Проверка выбранных режимов по мощности привода главного движения:

Для черновой стадии обработки табличная мощность резания определяется аналогично табличной скорости резания.

$N_m = 5,5 \text{ кВт,}$

Табличная мощность резания корректируется по формуле:

$$N = N_T \cdot K_T \cdot \frac{v_\phi}{v_T}, \text{ кВт;} \quad (4)$$

где K_n – поправочный коэффициент, $K_n = 1,0$;

$$N = 5,5 \cdot 1 \cdot \frac{210}{200} = 5,7 \text{ кВт;}$$

9) Определение минутной подачи:

Минутная подача рассчитывается по формуле:

$$S_M = n_\phi \cdot S_0, \text{ м}$$

$$S_M = 340 \cdot 0,8 = 272 \text{ мм/мин.}$$

$$S_M = 500 \cdot 0,30 = 150 \text{ мм/мин.}$$

10) Определяется машинное время

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

где L – длина рабочего хода

$$L = l + l_\epsilon + l_n,$$

где l – длина обрабатываемой поверхности ($l = 355 \text{ мм}$);

l_ϵ – длина врезания, $l_\epsilon = 5 \text{ мм}$;

l_n – длина перебега, т.к. у нас обрабатывается шейка и резец упирается в торчик, то $l_n = 0 \text{ мм}$.

$$L = 355 + 5 = 360 \text{ мм;}$$

i – число проходов

									Лист
									62
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2018.417 ПЗ				

подач станка.

Составляющие сил резания определяются по формуле: $P = P_T \cdot K_{p_m} \cdot K_{p_\phi} \cdot K_{p_\gamma} \cdot K_{p_\lambda}$

где P_T – табличные значения составляющих сил резания, $P_{x_m} = 1280$ Н, $P_{y_m} = 450$ Н;

K_{p_m} – поправочные коэффициенты на силы резания для измененных условий в зависимости от механических свойств обрабатываемого материала, $K_{p_m} = 1, 0$;

K_{p_ϕ} – поправочные коэффициенты на силы резания для измененных условий в зависимости от главного угла в плане, $K_{p_{\phi x}} = 0, 7$, $K_{p_{\phi y}} = 2$;

K_{p_γ} – поправочные коэффициенты на силы резания для измененных условий в зависимости от главного переднего угла, $K_{p_{\gamma x}} = 1, 5$, $K_{p_{\gamma y}} = 1, 30$;

K_{p_λ} – поправочные коэффициенты на силы резания для измененных условий в зависимости от угла наклона кромки, $K_{p_{\lambda x}} = 0, 9$, $K_{p_{\lambda y}} = 1, 10$;

Окончательно составляющие сил резания:

$$P_{x_m} = 1200 \cdot 1 \cdot 0,7 \cdot 1,50 \cdot 0,9 = 1159 \text{ Н.}$$

$$P_{y_m} = 450 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 1,30 \cdot 1,10 = 1287 \text{ Н.}$$

Рассчитанные значения составляющих сил резания меньше, чем допускается механизмом подач станка.

б) Выбор скорости резания:

Скорость резания при черновой стадии обработки определяют:

$$V = V_T \cdot K_{v_y} \cdot K_{v_c} \cdot K_{v_o} \cdot K_{v_j} \cdot K_{v_M} \cdot K_{v_\phi} \cdot K_{v_T} \cdot K_{y_{жс}}$$

где V_T – рекомендуемые значения скорости резания для черновой стадии обработки, $V_m = 200$ м/мин;

K_{v_y} – поправочные коэффициенты в зависимости от инструментального материала, $K_{v_H} = 0,85$;

K_{v_c} – поправочные коэффициенты в зависимости от группы обрабатываемости материала, $K_{v_c} = 0,8$;

K_{v_o} – поправочные коэффициенты в зависимости от вида обработки, $K_{v_0} = 1, 0$;

K_{v_j} – поправочные коэффициенты в зависимости от жесткости станка, $K_{v_j} = 1$;

K_{v_M} – поправочные коэффициенты в зависимости от механических свойств обрабатываемого материала $K_{v_M} = 1, 0$;

K_{v_ϕ} – поправочные коэффициенты в зависимости от геометрических

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2018.417 ПЗ

$$S_M = 500 \cdot 0,30 = 150 \text{ мм/мин.}$$

10) Определяется машинное время

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

где L – длина рабочего хода

$$L = l + l_g + l_n,$$

где l – длина обрабатываемой поверхности ($l = 355$ мм);

l_g – длина врезания, $l_g = 1$ мм;

l_n – длина перебега, т.к. у нас обрабатывается шейка и резец упирается в торчик, то $l_n = 0$ мм.

$$L = 355 + 1 = 356 \text{ мм.};$$

i – число проходов

$$T_0 = \frac{356 \cdot 1}{30 \cdot 0,1} = 18 \text{ мин.};$$

$$T_M = T_0 \cdot 0,2 \text{ мин.};$$

$$T_M = 18 \cdot 0,2 = 3,6 \text{ мин.};$$

Аналогично определяются режимы резания и нормы времени для последующих переходов и 020 операции:

Таблица 2.9 – Значения режимов резания для 010 операции

Размер	Длина обработки	Проходы	Параметры					
			T_0 , мин	t , мм.	S , мм/об	$V_{рез.}$, м/мин	$N_{рез.}$, кВт	n , об/мин.
1282	5	черновой	12	5	0,2	125	5,5	300
	1	чистовой	18	1	0,1	127	5,5	350
Ø710	45	черновой	13	3	0,3	125	5,8	300
	45	черновой	15	3	0,2	125	5,8	300
	45	чистовой	17	0,5	0,15	127	5,8	350

Окончание таблицы 2.10

		чистовой	4	0,5	0,1	127	5,5	350
Фаска 2×45°		чистовой	2	2	0,2	132	4,8	400
Ø17,5 12отв.	22	чистовой	60	8,75	0,15	105	3,7	200
M20 12 отв.	22	чистовой	32	1,25	2,5	95	3,5	125
R13,5× 60°	1,5	чистовой	50	1,5	0,05	120	4,7	300

2.3.7 Расчет штучного времени и нормирование работ

Расчет штучного времени и нормирование работ для операции 010

Для станка KNUTH Compact 850 время смены инструмента $T = 5$ с. берем из технических характеристик станка.

Окончательно время цикла автоматической работы станка по программе вычисляем по формуле:

$$T_{ЦА} = T_O + T_{МВ}, \text{ мин}; \quad (5)$$

где T_O – основное время, мин;

$T_{МВ}$ – вспомогательное время, мин;

$T_{МВ}$ составляет 20 % от T_O

$$T_{мв} = 200 \times 0,20 = 40 \text{ мин};$$

$$T_{ЦА} = 200 + 40 = 240 \text{ мин};$$

Определение нормы штучного времени

Норму штучного времени определяем по формуле:

$$T_{шт} = (T_{ЦА} + T_B) \cdot \left(1 + \frac{a_{мех} + a_{орг} + a_{отл}}{100} \right), \text{ мин}; \quad (6)$$

где T_B – вспомогательное время, рассчитываемое по формуле:

$$T_B = T_{B_{уст}} + T_{B_{оп}} + T_{B_{изм}}, \text{ мин}; \quad (7)$$

									Лист
									68
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

15.03.05.2018.417 ПЗ

где N – годовая программа выпуска деталей, шт;

a – число дней, на которое необходимо иметь запас деталей (периодичность запуска – выпуска);

F – число рабочих дней в году.

Желательно, чтобы в течение месяца было произведено не более трех-четырех запусков партии деталей, этому наиболее соответствует периодичность 5, 10 дней, принимаем периодичность запуска $a = 10$ дней.

Число рабочих дней в году:

$$F = F_{д.г.} - F_{пр.д.} - F_{вых.д} = 365 - 8 - 104 = 253 \quad (9)$$

Приведенная формула для расчета количества деталей в партии позволяет приближенно определить размер партии, который должен быть в дальнейшем скорректирован с учетом удобства планирования и организации производства. С этой целью размер партии устанавливается исходя из полной загрузки основного оборудования, или основных рабочих мест, в течении целого числа смен.

Периодичность запуска-выпуска изделий:

$a = 10$ дней;

Число рабочих дней в году:

$F = 253$ дней;

Годовая программа выпуска деталей:

В задании на ВКР указана годовая программа выпуска изделий, поэтому программу в штуках необходимо вычислить по формуле:

$$N = N_1 m \times \left(1 + \frac{\beta}{100}\right), \text{ шт;} \quad (10)$$

где N_1 – годовая программа выпуска изделий $N_1 = 1000$ шт.;

m – количество деталей данного наименования на изделие $m = 1$;

β – количество деталей, которое необходимо изготовить дополнительно в качестве запасных частей, заданное в процентах от годовой программы; [9, стр.14]

$\beta = 5\%$, тогда:

										Лист
										70
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

15.03.05.2018.417 ПЗ

В задании на ВКР указана годовая программа выпуска изделий, поэтому программу в штуках необходимо вычислить по формуле:

$$N = N_1 m \times \left(1 + \frac{\beta}{100}\right), \text{ шт.} \quad [9, \text{стр.21}]$$

где N_1 – годовая программа выпуска изделий $N_1 = 1000$ шт.;

m – количество деталей данного наименования на изделие $m = 1$;

β – количество деталей, которое необходимо изготовить дополнительно в качестве запасных частей, заданное в процентах от годовой программы;

$\beta = 5\%$, тогда:

$$N = 1000 \times \left(1 + \frac{5\%}{100}\right) = 1050 \text{ шт.}$$

Тогда:

$$t_g = \frac{1965 \cdot 60}{1050} = 112,3 \text{ мин/шт.}$$

2.3.8.3 Расчет потребного количества оборудования

Производится по каждому типу оборудования по формуле:

$$K_{см.р.} = \frac{t_{шт.} \cdot N}{K_v \cdot \Phi_{эф}}, ; \quad (13)$$

где $K_{см.р.}$ – расчетное количество станков, которое округляется до ближайшего целого;

N – программа выпуска изделий;

$t_{шт.}$ – штучное время, в часах;

$\Phi_{эф}$ – эффективный фонд времени, в часах;

K_g – коэффициент выполнения норм, принимается в пределах 1,05-1,25.

$$K_{см.р.005} = \frac{4,75 \cdot 1000}{1,2 \cdot 1847} = 1,14 \quad \text{принимается 1 станок марки KNUTH Compact 850}$$

$$K_{см.р.010} = \frac{6,6 \cdot 1000}{1,2 \cdot 1847} = 1,8 \quad \text{принимается 2 станка марки KNUTH Compact 850}$$

$$K_{см.р.общ.} = 1,14 + 1,8 = 2,94$$

Всего принимается 3 станка марки KNUTH Compact 850

					15.03.05.2018.417 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		72

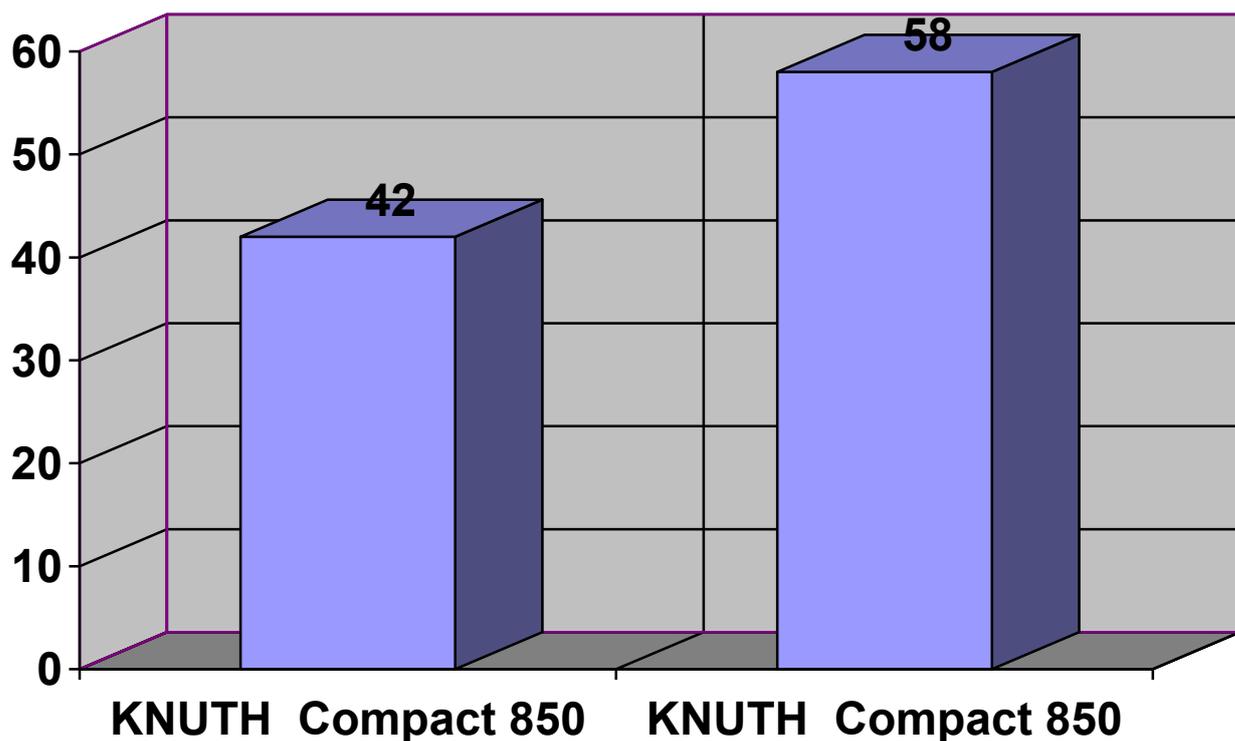


Рисунок 2.24 - График загрузки оборудования

2.3.8.5 Использование оборудования по основному времени

Коэффициент использования оборудования по основному времени (технологическому) η_o свидетельствует о доле машинного времени в общем времени работы станка. Он определяется как отношение основного времени к штучно-калькуляционному времени (для серийного производства):

$$\eta_o = \frac{T_o}{T_{шк}} ; \quad (16)$$

Таблица 2.3 – Коэффициент использования станков по основному времени

Операции:	Коэффициент загрузки, %:
010	$\eta_o = (200/285) \times 100 = 70,1\%$
020	$\eta_o = (295/400) \times 100 = 73,8\%$

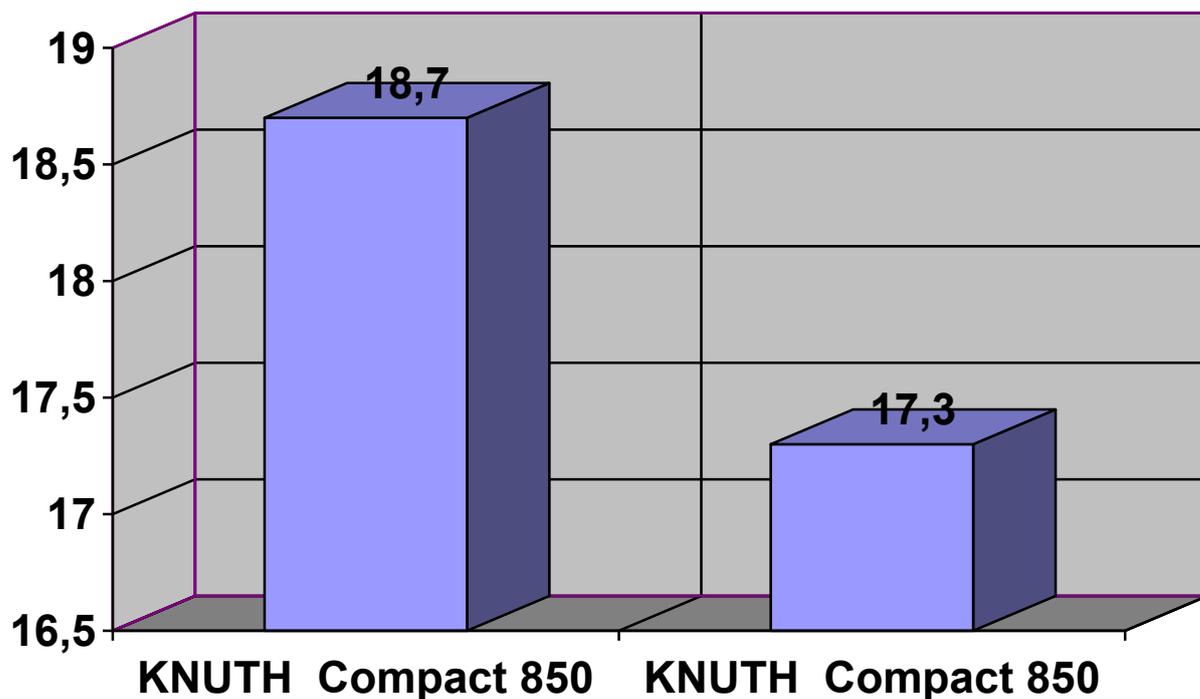


Рисунок 2.26 - График использования оборудования
по мощности

2.4 Описание планировки участка

В зависимости от масштаба производства и размера цеха состав отделений может быть различным – некоторые отделения и складские помещения объединяются, в ряде случаев некоторые отделения являются общими для нескольких цехов.

В качестве оборудования для доставки заготовок до места обработки и до складов будут использоваться электротележки, которые просты в управлении и бесшумны. Грузоподъемный кран, установленный на тележке, позволяет снизить трудоемкость погрузочно-разгрузочных работ. Их выгодно использовать в нашем случае, т.к. программа выпуска небольшая, а вес изделия 450 кг. Грузоподъемность крана 5 т.

Накопители в поточном производстве нам потребуются только для выгрузки заготовок у первого станка и в конце обработки у последнего станка.

Для этой цели мы будем использовать тару ящичного типа (ящичные поддоны).

Площадь склада заготовок:

$$S_{ск_3} = \frac{480000 \cdot 12}{365 \cdot 2,8 \cdot 0,25} = 225,44 \text{ м}^2;$$

Площадь склада готовых изделий:

$$S_{ск_2} = \frac{450000 \cdot 15}{365 \cdot 1,8 \cdot 0,25} = 245 \text{ м}^2;$$

Число кладовщиков, обслуживающих склады:

– склад заготовок в среднесерийном производстве:

1 человек на 135 станков.

– склад готовых деталей:

1 человек на 80 производственных рабочих или станков.

В качестве оборудования для складов применяется электропогрузчик, т.к. программа выпуска небольшая и нет смысла использовать высокие стеллажные конструкции с применением кранов-штабелеров.

Число секций стеллажа:

$$S_{ск} = \frac{\sum Z_{TI}}{Z}; \quad (19)$$

где Z – число единиц тары, размещаемой в одной секции выбранного типа стеллажа.

Z_{TI} - число поддонов для размещения необходимого запаса по каждой группе заготовок и деталей:

$$Z_{TI} = \frac{Q_i}{C_{TI}}; \quad (20)$$

где C_{TI} - средняя вместимость тары выбранного типа;

Q_i – запас хранения по каждой группе заготовок.

$$Q_i = \frac{m_i \cdot t_i}{365}; \quad (21)$$

где m_i – масса поступающих за год деталей и заготовок;

t_i – запас хранения (дни).

Т.к. в нашем случае склад будет иметь децентрализованную систему, то их размещение на территории цеха будет следующее:

									Лист
									78
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

15.03.05.2018.417 ПЗ

Производственную площадь цеха принимаем по предварительной компоновке:

$$L = 4,000 + 8 \times 2,500 + 4,000 = 28 \text{ м.}$$

$$B = 4,000 \times 2 + 2,500 \times 2 + 1,500 \times 2 + 0,500 = 12,5 \text{ м.}$$

$$S_{np.} = L \times B = 350 \text{ м}^2.$$

$$S_c = (0,03 \dots 0,4) \times 350 \text{ м}^2 = 35 \text{ м}^2.$$

Проектирование подсистемы СОЖ.

В небольших цехах применяют децентрализованную систему снабжения станков СОЖ. СОЖ доставляют к станкам в таре и также удаляют.

Потребность СОЖ:

Для станков до 25 т: при односменном режиме работы:

Ежесуточный долив СОЖ:

- на масляной основе - 3 кг;
- на водной основе - 4,5 кг.

Нормы ежесуточного долива СОЖ в % в зависимости от емкости системы охлаждения станка:

До 50 литров емкости: при односменном режиме работы:

СОЖ на масляной основе: 4%; СОЖ на водной основе: 6%.

Средние сроки замены СОЖ: в месяцах: СОЖ на водной основе: 1 раз; СОЖ на масляной основе: 6 раз.

Расстановка оборудования:

Расстановка оборудования осуществляется в порядке последовательности технологического процесса вдоль пролета. Сетка колонн: ширина пролета 18 метров, шаг колонн 12 метров. Колонны данного пролета маркируются порядковыми номерами: поперек здания буквами А, Б вдоль пролета цифрами 1, 2, 3, 4. Станки расположены на одной линии.

Нормы расстояний между станками и от элементов здания цеха:

- от проезда до фронта боковых сторон станков 700 мм,
- относительно друг друга боковыми сторонами 900 мм,
- от колонн до тыльной стороны станка 1200 мм,

На участке размещен автоматизированный склад заготовок и деталей.

										Лист
										80
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2018.417 ПЗ					

Наиболее экономичной и целесообразной формой организации труда на участке станков с ЧПУ является звеньевая, при которой определенная зона обслуживания закрепляется за группой рабочих - звеном. При этом оператор и наладчик имеют ряд общих функций (оперативная наладка оборудования, подналадка станков).

Для установки полуфабриката на станок используется кран мостовой П-13-Г Q=5 т.



Рисунок 2.27 – Кран мостовой П-13-Г Q=5 т

									Лист
									82
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2018.417 ПЗ				

Величину сил закрепления можно определить, решая задачу статики на равновесие твердого тела, находящегося под действием всех приложенных к нему сил и моментов. К силам, действующим на деталь в процессе обработки, будут относиться:

- силы резания,
- вес детали,
- силы крепления и реакции опор,
- при определенных условиях центробежные и инерционные силы.

Величину сил резания определяют из условий и режимов обработки по формулам теории резания или по нормативам. А так как в процессе обработки эти силы могут изменяться, то для обеспечения надежности при расчете необходимых сил закрепления их увеличивают на коэффициент запаса K . Коэффициент запаса K имеет колебания в широких пределах (от 2 до 7) и может быть определен по формуле:

$$k = k_0 k_1 k_2 k_3 k_4 k_5 k_6, \quad (23)$$

где $k_0 = 1,5$ – гарантированный коэффициент запаса, для всех случаев обработки

$k_1 = 1,1$ – коэффициент, учитывающий наличие случайных неровностей на заготовке.

$k_2 = 1,2$ – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания от прогрессирующего затупления режущего инструмента в зависимости от метода обработки и материала заготовки.

$k_3 = 1,0$ – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания при прерывистой обработке.

$k_4 = 1,0$ – коэффициент, учитывающий изменения зажимного усилия. Для пневматических приводов.

$k_5 = 1,0$ – коэффициент, зависящий от удобства расположения рукояток в ручных зажимных устройствах.

$k_6 = 1,0$ – коэффициент, учитывающий неопределенность мест контакта плоских базовых поверхностей с плоскими поверхностями.

										Лист
										84
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

15.03.05.2018.417 ПЗ

получаем диаметр поршня равный 500 мм, а штока 100 мм.

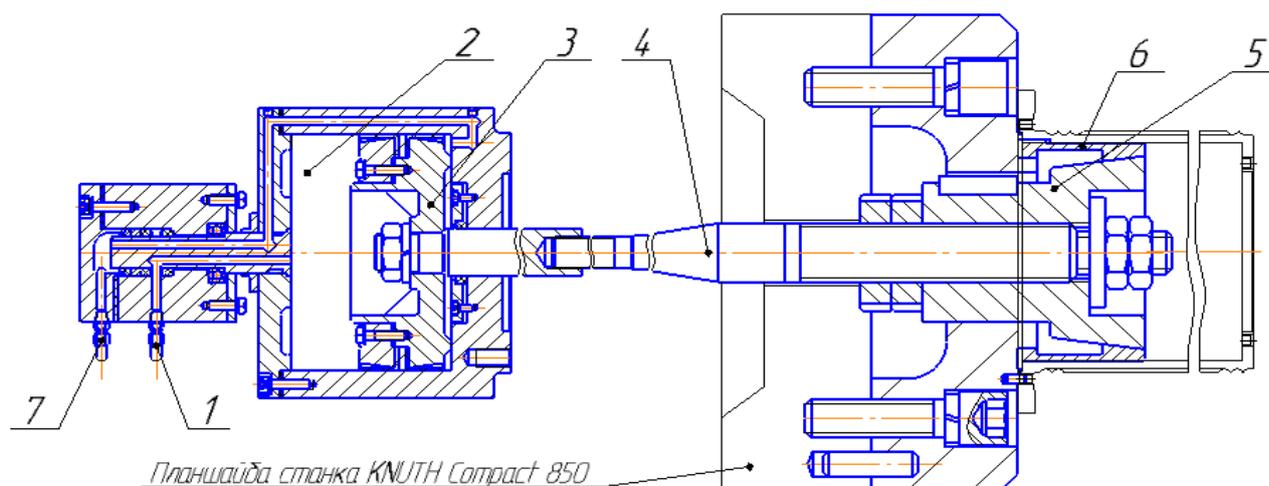


Рисунок 3.3 – Схема станочного приспособления

Установка заготовки производится в разжимной элемент оправки (6), зажим осуществляется по внутренней поверхности детали.

Зажимные устройства служат для создания надёжной фиксации заготовки на неподвижных установочных опорах и сохранение этого положения в процессе обработки.

Усилие зажима создается силовым приводом – пневмоцилиндром двухстороннего действия, который служит для создания исходной силы тяги на ведущем звене и для преобразования усилия силового привода в силу зажима заготовки. Контактным элементом зажимного устройства являются лепестки разжимного устройства, служащего для непосредственного воздействия на заготовку, которые получают энергию зажима через мембрану. Корпус патрона объединяет все элементы в единое. Корпус патрона должен удовлетворять требованиям прочности, жёсткости и виброустойчивости. [1]

Приспособление устанавливается в шпиндель токарного станка.

Принцип работы СП: Воздух через штуцер (1) попадает в цилиндр (2) и перемещает поршень (3), который закреплен на оси (4). Ось (4) деформирует мембрану, (5) на ней устанавливается спец. разжимной элемент(6), который зажимает заготовку. При подаче воздуха в штуцер (7) происходит разжим

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2018.417 ПЗ

Лист

86

$$\Delta_{y.n.} = \sqrt{0,02^2} = 0,02 \text{ мм};$$

$\Delta_{p.n.} = 0$ мм – погрешность, связанная с расположением режущего инструмента.

$$\Delta_{н.н.} = 0,007 \text{ мм} – \text{настройки СП на станке.}$$

Предельный метод:

$$\Delta\Sigma = 0,009 + 0,005 + 0,02 + 0,007 = 0,041 \text{ , мм.}$$

Вероятностный метод:

$$\Delta\Sigma = \sqrt{0,009^2 + 0,005^2 + 0,02^2 + 0,007^2} = 0,026 \text{ , мм.}$$

Сопоставив расчетные значения погрешности обработки с допуском, получаем условия: $0,041 > 0,04$ и $0,026 < 0,04$. Анализируя полученные результаты, устанавливаем, что расчет по предельным значениям погрешностей не гарантирует точность выполнения проверяемого параметра, а вероятностный расчет подтверждает, что точность проверяемого параметра будет обеспечиваться. Учитывая незначительное превышение погрешности ($\Delta\Sigma = 0,041$ мм) по сравнению с допуском ($T=0,04$ мм) при расчете по предельным значениям погрешностей и значительное превышение допуска ($T = 0,04$ мм) по сравнению с погрешностью ($\Delta\Sigma = 0,026$ мм) при расчете вероятностным методом, устанавливаем, что в проектируемом приспособлении имеется еще и некоторый запас по точности обработки.

Следовательно, проектируемая конструкция приспособления будет обеспечивать требуемую точность обработки.

3.2 Проектирование и расчет режущего инструмента

Сверло – осевой режущий инструмент для образования отверстий в сплошном материале и увеличения диаметра имеющегося отверстия.

На передней поверхности сверла имеются стружколомающие канавки, обеспечивающие получение стружки малой длины, которая легко удаляется из канавок инструмента.

									Лист
									88
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2018.417 ПЗ				

Полученные значения округляем, назначаем допуск на наружный диаметр сверла.

$$d=17_{-0,052} \text{ мм.}$$

Размеры ленточки сверла

Ширина ленточки:

$$f = 0,5\sqrt[3]{d}; \quad (30)$$

$$f = 0,5\sqrt[3]{17} = 1,29 \text{ мм.}$$

Высота ленточки:

$$q=0,025d;$$

$$q=0,025 \cdot 17=0,425 \text{ мм.}$$

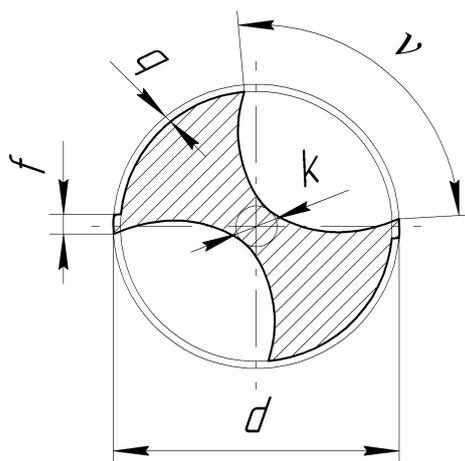


Рисунок 3.4 – Размеры ленточки сверла

Геометрические параметры режущей части сверла

Главный угол в плане для сверла выбирается в зависимости от свойств обрабатываемого материала.

$$2\varphi=130^{\circ}\pm 3^{\circ}; \omega_T=40^{\circ}; \alpha_T=12^{\circ}.$$

Значения заднего угла:

$$\alpha = \alpha_T \left(\frac{3,33}{d + 2,35} + 0,79 \right); \quad (31)$$

$C_p=37,8$; $t=1$ мм; $x=1,3$; $y=0,7$; $S=0,4$ мм/об; $K_p=1$; $q=0$;

$$P_{O2}=10 \cdot 37,8 \cdot 22^0 \cdot 1^{1,3} \cdot 0,4^{0,7} \cdot 1=199,03 \text{ Н.}$$

Общее осевое усилие, действующее на комбинированное сверло, складывается из усилий на его ступенях.

$$P_O=P_{O1}+P_{O2};$$

$$P_O=6086,95+199,03=6285,98 \text{ Н.}$$

Крутящий момент при сверлении определяется по формуле:

$$M_{KPI} = 10 C_M d_1^q S^y K_p;$$

Принимаем значения коэффициентов уравнения.

$C_p=0,0345$; $y=0,8$; $S=0,4$ мм/об; $K_p=1$; $q=2,0$;

$$M_{KPI}=10 \cdot 0,0345 \cdot 17^2 \cdot 0,4^{0,8} \cdot 1=47,9 \text{ Н} \times \text{м.}$$

Критическая сжимающая сила.

Это осевая нагрузка, которую стержень выдерживает без потери устойчивости:

Площадь поперечного сечения сверла

Увеличение площади поперечного сечения сверла способствует повышению прочности и жесткости сверла, до определенного момента увеличивается, и стойкость. Дальнейший рост сечения ухудшает отвод стружки.

Оптимальную и максимально допустимую площадь поперечного сечения определяют по формулам:

$$F_{\text{опт}}=0,4 \cdot d^{1,9};$$

$$F_{\text{доп}}=0,5 \cdot d^{1,9};$$

$$F_{\text{опт}}=0,4 \cdot 17^{1,9}=87,07 \text{ мм}^2;$$

$$F_{\text{доп}}=0,5 \cdot 17^{1,9}=108,84 \text{ мм}^2.$$

Диаметр сердцевины

Диаметр сердцевины сверла выбирается в зависимости от размеров сверла.

$$K=(0,145 \dots 0,125)d;$$

$$K=0,135 \cdot 17=2,29 \text{ мм.}$$

Диаметр сердцевины к хвостовику увеличивается. Это увеличение составляет

					15.03.05.2018.417 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		92

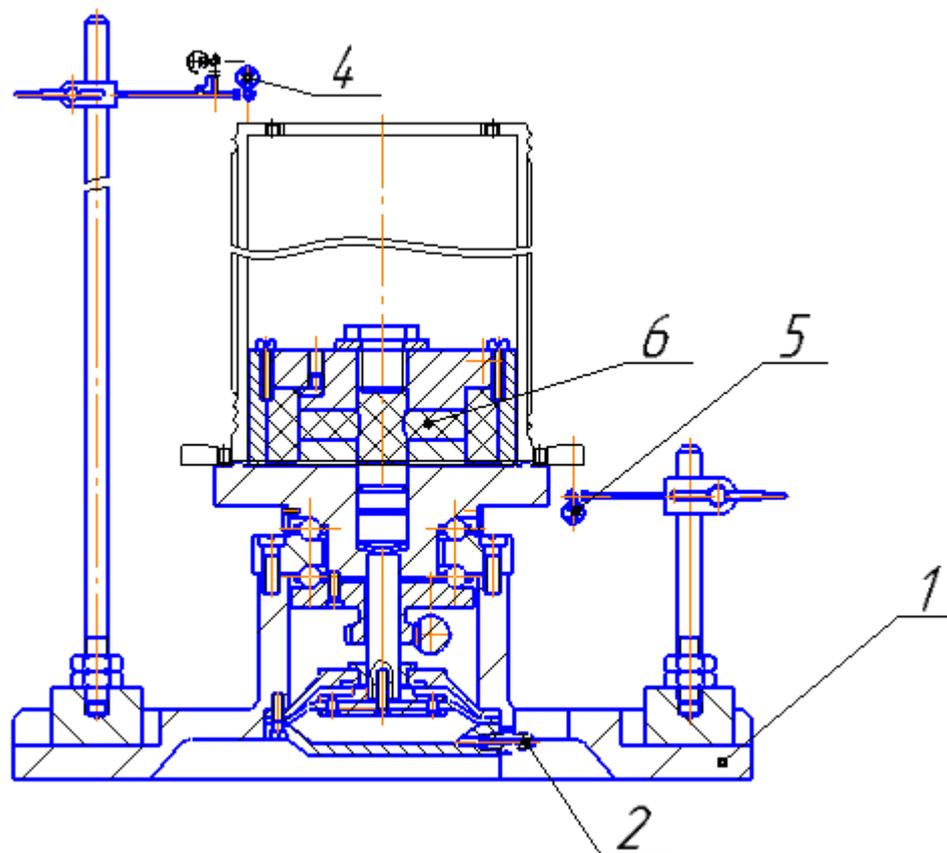


Рисунок 3.6 – Контрольное приспособление

Выбор данного приспособления обусловлен его простотой, а также высокой точностью измерения контролируемых параметров. С помощью данного приспособления измеряется взаимное расположение поверхностей относительно базы детали. К недостаткам приспособления можно отнести его большой вес.

С помощью данного приспособления измеряется радиальное биение поверхностей А и Б относительно поверхности В.

В качестве измерительного инструмента при проверке окружного шага шлицевого отверстия является индикатор электронный цифровой ИЦ 0,001 мм ГОСТ 247901-88 (рисунок 3.7).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящем дипломном проекте спроектирован прогрессивный технологический процесс, обработки детали «Барабан».

При анализе действующего технологического процесса было установлено, что он достаточно трудоемок, механическая обработка детали выполняется на устаревшем оборудовании.

По предлагаемому технологическому процессу предложено полностью отказаться от универсального оборудования и вместо него использовать обрабатывающие центры.

Выполнен анализ базового технологического процесса детали «Барабан». В процессе анализа были выявлены недостатки: на чертеже детали, в некоторых технологических картах, по размерному анализу имеется множество недочетов. Были сделаны предложения по проектированию нового ТП. Разработан новый маршрутный технологический процесс для серийного производства, где произведена концентрация операций, замена старого оборудования на новое прогрессивное оборудование с числовым программным управлением. Спроектированы новые операционные эскизы, где выполнена концентрация переходов. Обеспечивается точность при производстве детали. Произведен расчет и описание режущего инструмента. А также спроектировано станочное приспособление на комплексную операцию с ЧПУ. Разработано и выполнен чертеж контрольного приспособления, которое позволяет проверить размеры готовой детали.

В результате решения перечисленных задач была выполнена дипломная работа.

										Лист
										96
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

15.03.05.2018.417 ПЗ

12 Справочное руководство по черчению / Богданов, В.Н., Мележик И.Ф., Верхола А.П. и др.– М.: Машиностроение, 1989. – 864 с.: ил.

13 Гончаренко, Г.Т. Деталировка сборочных чертежей. – М.: Машгиз, 1961. – 64 с., ил.

14 Гузенков, П.Г. Краткий справочник к расчетам деталей машин / П.Г. Гузенков, – М.: Высш. шк., 1964. – 324 с., ил.

15 Добрыднев, И.С. Курсовое проектирование по предмету «Технология машиностроения» / И.С. Добрыднев, учебн. пособие для техникумов по специальности "Обработка металлов резанием". - М.: Машиностроение, 1985. - 184 с. : ил.

16 Данилевский, В.В. Справочник технолога-машиностроителя / В.В. Данилевский – М.: Высш. шк., 1962. – 648 с., ил.

17 Горбацевич, А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения / А.Ф. Горбацевич 3-е изд., доп. и перераб – М.: Высшая школа, 1975. – 288 с.

18 Игнаток, А.И., Справочник по технике безопасности и производственной санитарии для предприятий машиностроения / А.И. Игнаток, М.А. Цыганов, Б.Л. Кугинис, Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1966. – 672 с.

19 Семенов, В.С. БЖД на производстве / В.С. Семенов, И.Л. Лайкин, Д.А. Траут, и др. – М.: Машиностроение, 1999. – 205 с.

20 Нефедов, Н.А. Дипломное проектирование в машиностроительных техникумах / Н.А. Нефедов – М.: Высшая школа, 1986. – 239 с.: ил.

21 Справочник технолога-машиностроителя / Под ред. А.М. Дальского, А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова и др. – М.: Машиностроение, 2001. - Т.1.- 910 с.: ил.

22 Справочник конструктора-инструментальщика / Под ред. В.И. Баранчикова. – М.: Машиностроение, 1994. – 560 с.: ил.

								15.03.05.2018.417 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					98