

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»

(наименование кафедры)

15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных
производств»

(код и наименование направления подготовки)

Технология машиностроения

(профиль)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему Технологический процесс изготовления поворотной план-шайбы
автооператора

Студент	<u>Д.Г. Кудашов</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Руководитель	<u>В.А. Гуляев</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Консультанты	<u>В.Г. Виткалов</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>И.В. Краснопевцева</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>А.Н. Москалюк</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)

Допустить к защите

Заведующий кафедрой к.т.н, доцент Н.Ю. Логинов
(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

(личная подпись)

« _____ » _____ 2018 г.

Тольятти 2018

АННОТАЦИЯ

Кудашов Дмитрий Григорьевич. Технологический процесс изготовления поворотной план-шайбы автооператора. Выпускная квалификационная работа (бакалаврская работа). Тольятти. Тольяттинский государственный университет, 2018. 59 с.

В выпускной квалификационной работе (ВКР) рассмотрены вопросы проектирования техпроцесса изготовления детали «поворотной план-шайбы автооператора» для крупносерийного типа производства.

Проведено исследование условий возникновения автоколебаний в технологической обрабатывающей системе, где впервые используется специально разработанная математическая модель процесса, которая учитывает чрезвычайно важные при исследовании таких явлений характеристики, как замкнутость технологической обрабатывающей системы через процесс резания, постоянную времени стружкообразования и обработку «по следу». Полученная математическая модель позволяет моделировать влияние динамических параметров технологической обрабатывающей системы на режим работы: устойчивый процесс резания, установившиеся автоколебания, потеря устойчивости или «подрывание».

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1 Исходные данные	5
2 Технологическая часть работы	10
3 Проектирование системы автоматического управления	27
4 Безопасность и экологичность технического проекта	37
5 Экономическая эффективность работы	42
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	46
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	47
ПРИЛОЖЕНИЯ	50

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время сложилась ситуация, когда со стороны оборудования появились возможности управления процессом резания в широком диапазоне, а со стороны САМ-систем такие возможности игнорируются или просто не используются. Такое противоречие является движущей силой последующего развития металлообработки резанием, теории резания.

Вообще существует три основных принципа управления любым процессом: по априорной информации, по текущей и по апостериорной информации. Первый предусматривает управление процессом на базе заранее известной математической модели. В теории автоматического управления он называется управлением по возмущению и предусматривает проектирование таких управляющих воздействий, которые компенсируют действие возмущений и приводят к достижению цели управления. Понятно, что эффективность такого метода полностью зависит от адекватности заложенной в нем математической модели. Безусловным преимуществом такого метода является возможность его использования на современном оборудовании с ЧПУ, без какой бы то ни было его модернизации, а управление выполняется через САМ-систему технологической подготовки производства.

1 Исходные данные

Деталь – поворотная план-шайба автооператора работает в условиях больших нагрузок, она играет роль наружного кольца подшипника качения. Устанавливается в корпусе промышленного робота автооператора. Деталь предназначена для ориентирования шариков по внутренней проточке треугольной формы и двух сальников устанавливаемых в пазы прямоугольной формы. В узле обойма базируется по отверстиям под штифты и посредством винтов, которые фиксируют ее по резьбовым отверстиям.

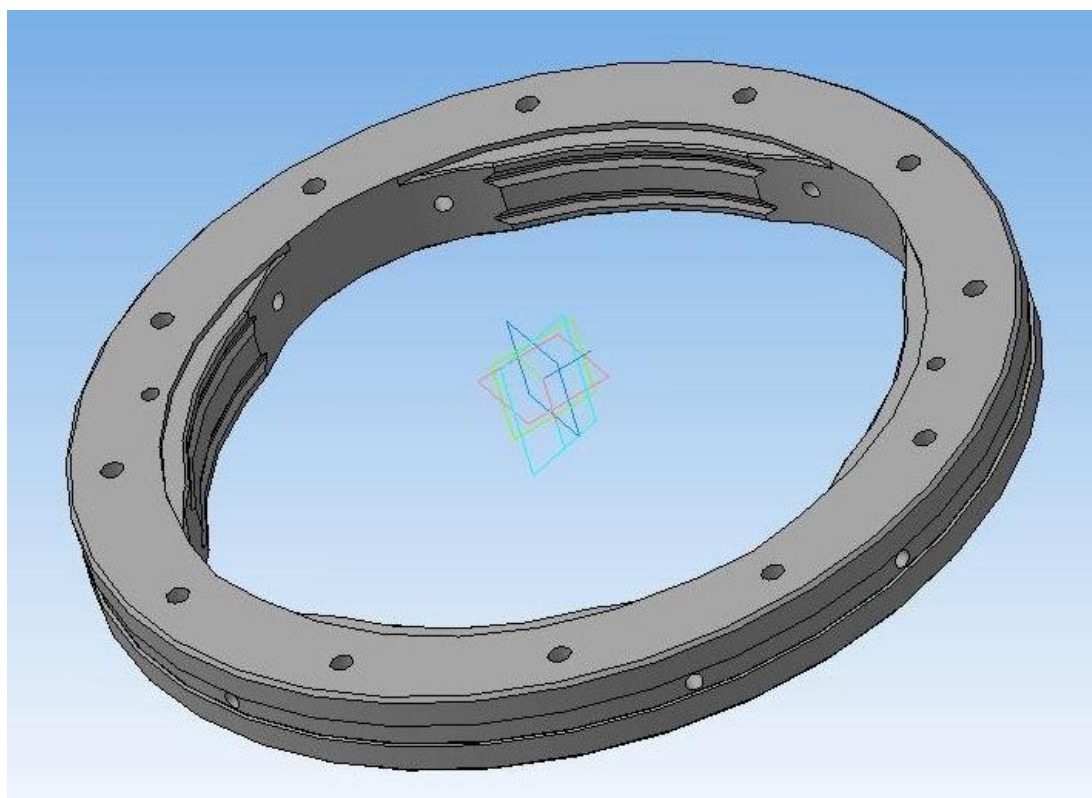


Рисунок 1.1 – Поворотная план-шайба автооператора

Систематизация поверхностей детали.

Деталь испытывает большие нагрузки и работает в условиях пластического деформирования и износа трением в зоне качения шариков.

Для изготовления план-шайбы гидронасоса автооператора используется сталь 20ХГНМ ГОСТ 5950–83. Для увеличения прочности проводят закалку ТВЧ по поверхностям качения шариков $49...57\text{ HRC}$.

Коэффициент обрабатываемости стали резанием $1,0$ (твердый сплав и быстрорежущая сталь).

Химический состав: $C-0,42-0,50$; $Si-0,17-0,37$; $Mn-0,50-0,80$; $Cr-0,25$; $S-0,04$; $P-0,035$; $Cu-0,25$; $Ni-0,25$; $As-0,08$.

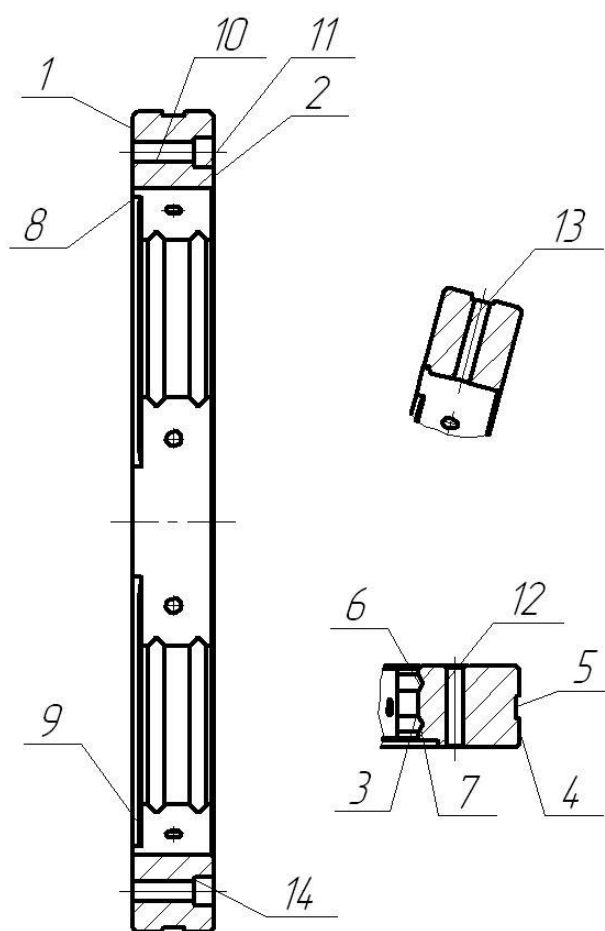


Рисунок 1.2 – Чертеж план-шайбы

Таблица 1.1 – Классификация поверхностей

Поверхности	Номера
Исполнительные	6, 7
Основные конструкторские	1, 4
Вспомогательные конструкторские	2, 3, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14
Свободные	остальные

Анализ проводим для заданных требований, необходимых при разработке техпроцесса изготовления детали, отвечающих назначению и условиям работы детали.

Проанализировав чертеж детали, делаем следующие выводы:

- требования, исходя, из назначения детали обоснованы.
- требования на чертеже заданы в полном объеме.
- все требования на чертеже проставлены, верно.
- верно, назначены шероховатости обрабатываемых поверхностей.

Технологичность заготовки.

Заготовкой является отливка. Материал заготовки трудно обрабатывается, имеет достаточную твердость, высокую стоимость. Получают заготовку путем отливки в армированный кокиль.

Технологичность конструкции.

Базирование проектируемой детали позволит проводить надежную фиксацию заготовки при механической обработке, вести обработку с использованием специальных люнетов, исключая пластическую деформацию поверхностного слоя детали, что повышает качество готового изделия.

Анализ технологичности базирования и закрепления детали.

Центровые отверстия представляют собой надежные базы для установки детали в процессе обработки. Основные, измерительные и вспомогательные базы указаны на плане изготовления.

Анализ технологичности обрабатываемых поверхностей.

Он показывает возможность их обработки на проход, имеется возможность выхода инструмента, вообще конструкцию детали предполагает использование типового технологического процесса, но он не может обеспечить высоких эксплуатационных характеристик готового изделия.

Обобщая данные показателей, приходим к выводу, что деталь – планшайба автооператора обладает невысокой степенью технологичности.

Определение типа производства

Для этого определяем величину такта выпуска:

$$t_b = \frac{F_\partial * 60}{N} \quad \text{мин/шт.} \quad (1.1)$$

где F_∂ – фонд времени, $F_\partial = 4057$ ч/см

$N = 51000$ шт./год

$$t_b = \frac{4057 * 60}{51000} = 4,772 \quad \text{мин/шт.}$$

Коэффициент серийности:

$$K_c = \frac{t_b}{T_{шт}}, \quad (1.2)$$

где $T_{шт.} = 4,772$ мин/шт.

$$\text{Тогда: } K_c = \frac{4,772}{4,98} = 0,958$$

Такое значение K_c соответствует крупносерийному типу производству.

2 Технологическая часть работы.

Экономическое обоснование выбора метода получения заготовки.

Расчет операционных размеров и максимальных припусков.

Выполним размерный анализ технологического процесса изготовления детали «поворотная план–шайба автооператора».

Анализ будем выполнять последовательно:

1. Преобразуем чертеж в одной проекции.
2. Принимаем в качестве заготовки штамповку.
3. Намечаем маршрут обработки детали по операциям, пользуясь заводским техпроцессом изготовления шестерни.
4. Вычерчиваем схемы радиальных размеров
5. Производим обход всех размерных контуров и записываем уравнения всех размерных цепей в графу 5 схем.
6. Определяем операционные допуски в соответствии с правилами 9, 10, и 11 по таблицам статистической точности, допуски на заготовку по ГОСТ 7505–74 и вносим их в графу 5 размерных схем.
7. Определяем Z_{min} по правилу 12 и вносим их в графу 2 размерных схем.
8. Производим последовательный расчет размерных цепей. Для цепей, в которых замыкающим звеном является припуск, используем алгоритм 3а, для цепей с замыкающим звеном чертежным размером, – алгоритм 5.

По схеме диаметральных операционных размеров:

$$[Z2^{110}] = A^{100} - A^{110}$$

1. Определяем координаты середин полей допусков (колебаний) составляющих звеньев:

$$\Delta 0 A^{110} = (\Delta_{в} A^{110} + \Delta_{н} A^{110}) / 2 = (0 + 0,044) / 2 = 0,022$$

$$\Delta 0 A^{100} = 0$$

2. Определяем координату середины поля рассеяния (колебания) замыкающего звена:

$$\Delta 0 Z2^{110} = 0,044 - 0 = 0,044$$

3. Определим половины полей допусков (колебаний) составляющих звеньев:

$$\omega A^{110} / 2 = (\Delta_{в} A^{110} - \Delta_{н} A^{110}) / 2 = (0,044 + 0) / 2 = 0,022$$

$$\omega A^{100} / 2 = 0,06$$

4. Определим половину поля рассеяния (колебания) замыкающего звена:

$$\omega Z2^{110} / 2 = 0,022 + 0,066 = 0,082$$

5. Определим номинальное значение замыкающего звена:

$$Z2^{110}_{ном} = Z_{min} - \Delta 0 Z2^{110} + \omega Z2^{110} / 2$$

$$Z_{min} = R_z + T,$$

где: R_z – шероховатость, мм;

T – дефектный слой, мм.

$$Z_{min} = 0,0125 + 0,005 = 0,00625 \text{ мм.}$$

$$Z2^{110}_{ном} = 0,00625 - 0,022 + 0,082 = 0,06625$$

6. Определим максимальное значение замыкающего звена:

$$Z2^{110}_{max} = Z_{min} + \omega Z2^{110} = 0,0065 + 0,082 = 0,0885$$

7. Определим номинальное значение искомого звена:

$$A^{100}_{ном} = A^{110} + Z2^{110}_{ном} = 264 + 0,06625 = 264,06625$$

$$2A^{100} = 528,1325 \pm 0,06$$

$$[Z2^{100}] = A^{010/2} - A^{100} + 2^{010/2} 8^{000} + 2^{100} 8^{030/2}$$

$$\Delta 0A^{010/2} = 0$$

$$\Delta 0A^{100} = 0$$

$$\Delta 02^{100} 8^{030/2} = 0$$

$$\Delta 02^{010/2} 8^{000} = 0,03$$

$$\omega A^{100}/2 = 0,06$$

$$\omega A^{10/2}/2 = 0,125$$

$$\omega 2^{010/2} 8^{000} / 2 = 0,03$$

$$\omega 2^{100} 8^{030/2} / 2 = 0$$

$$\omega Z2^{100} / 2 = 0,215$$

$$Z2^{100}_{HOM} = 0,2075$$

$$Z2^{100}_{max} = 0,2375$$

$2A^{010/2} = 528,34 + -0,125$

$$[Z2^{010/2}] = A^{010/1} - A^{010/2} + 2^{010/1} 8^{000} + 2^{010/2} 8^{000}$$

$$\Delta 0 A^{010/1} = \Delta 0 A^{010/2} = 0$$

$$\Delta 0 2^{010/1} 8^{000} = 1$$

$$\Delta 0 2^{010/2} 8^{000} = 0$$

$$\Delta 0 Z17^{010/5} = 1$$

$$\omega A^{010/1} / 2 = 0,38$$

$$\omega A^{010/2} / 2 = 0,125$$

$$\omega 2^{010/1} 8^{000} / 2 = 1$$

$$\omega 2^{010/2} 8^{000} / 2 = 0$$

$$\omega Z2^{010/2} / 2 = 1,505$$

$$Z2^{010/2}_{HOM} = 0,5413$$

$$Z2^{010/2}_{max} = 1,5413$$

$$2A^{010/1} = 529,4262 \pm 0,38$$

$$[Z2^{010/1}] = A^{000} - A^{010/1} + 2^{000} 8^{000} + 2^{010/1} 8^{000}$$

$$\Delta 0 A^{000} = \Delta 0 A^{010/1} = 0$$

$$\Delta 0 2^{000} 8^{000} = 1,6$$

$$\Delta 0 2^{010/1} 8^{000} = 0,06$$

$$\Delta 0 Z2^{010/1} = 1,66$$

$$\omega A^{000}/2 = 1,3$$

$$\omega A^{010/1}/2 = 0,38$$

$$\omega 2^{000} 8^{000}/2 = 1,6$$

$$\omega 2^{010/1} 8^{000}/2 = 0,06$$

$$\omega Z2^{010/1}/2 = 2,998$$

$$Z2^{010/1}_{ном} = 1,4003$$

$$Z2^{010/1}_{max} = 3,603$$

$$2A^{000} = 533,4229 \pm 2,6$$

$$[Z4^{010/2}] = B^{010/1} - B^{010/2}$$

$$\Delta 0 B^{010/2} = (\Delta_{\text{в}} B^{010/2} + \Delta_{\text{н}} B^{010/2}) / 2 = -0,5$$

$$\Delta 0 B^{010/1} = 0$$

$$\Delta 0 Z4^{010/2} = -0,5$$

$$\omega B^{010/2} = (\Delta_{\text{в}} B^{010/2} - \Delta_{\text{н}} B^{010/2}) / 2 = -0,5$$

$$\omega B^{010/1} / 2 = 0,7$$

$$\omega Z4^{010/2} / 2 = 0,2$$

$$Z4^{010/2}_{\text{НОМ}} = 0,0063 + 0,03 + 0,5 + 0,2 = 0,7363$$

$$Z4^{010/2}_{\text{max}} = 0,0063 + 0,03 + 0,2 = 0,2363$$

$2B^{010/1} = 526,4726 + -0,7$

$$[Z4^{010/1}] = B^{000} - B^{010/1} + 4^{000} 8^{000} + 4^{010/1} 8^{000}$$

$$\Delta 0 B^{000} = 0$$

$$\Delta 0 B^{010/1} = 0$$

$$\Delta 0 4^{000} 8^{000} = 1,6$$

$$\Delta 0 4^{010/1} 8^{000} = 0,38$$

$$\Delta 0 Z4^{010/1} = 1,98$$

$$\omega B^{010/1} / 2 = 0,38$$

$$\omega B^{000} / 2 = 1,6$$

$$\omega 4^{000} 8^{000} / 2 = 1,6$$

$$\omega 4^{010/1} 8^{000}/2 = 0,06$$

$$\omega Z4^{010/1}/2 = 3,63$$

$$Z4^{010/1}_{\text{НОМ}} = 0,0123 + 0,05 - 1,6 + 3,63 = 3,7023$$

$$Z4^{010/1}_{\text{max}} = 5,3023$$

$$2B^{000} = 530,1749 + -1,6$$

$$[Z8^{020/2}] = \mathcal{K}^{020/1} - \mathcal{K}^{020/2}$$

$$\Delta 0 \mathcal{K}^{020/1} = 0,125$$

$$\Delta 0 \mathcal{K}^{020/2} = 0$$

$$\Delta 0 Z8^{020/2} = 0,125$$

$$\omega \mathcal{K}^{020/2}/2 = 0,125$$

$$\omega \mathcal{K}^{020/1}/2 = 0,38$$

$$\omega Z8^{020/2}/2 = 0,505$$

$$Z8^{020/2}_{\text{НОМ}} = 0,0063 + 0,03 - 0,125 + 0,505 = 0,473$$

$$Z8^{020/2}_{\text{max}} = 0,598$$

$$2\mathcal{K}^{020/1}_{\text{НОМ}} = 420,1548$$

$$2\mathcal{K}^{020/1} = 420,1548 + -0,38$$

$$[Z8^{020/1}] = \mathcal{Ж}^{000} - \mathcal{Ж}^{020/1} + 8^{000} 2^{010/2} + 8^{020/1} 2^{010/2}$$

$$\Delta 0 \mathcal{Ж}^{000} = \Delta 0 \mathcal{Ж}^{020/1} = 0$$

$$\Delta 0 8^{000} 2^{010/2} = 0,120$$

$$\Delta 0 8^{020/1} 2^{010/2} = 0,06$$

$$\Delta 0 Z8^{020/1} = 0,18$$

$$\omega \mathcal{Ж}^{000} / 2 = 1,6$$

$$\omega \mathcal{Ж}^{020/1} / 2 = 0,38$$

$$\omega 8^{000} 2^{010/2} / 2 = 0,120$$

$$\omega 8^{020/1} 2^{010/2} / 2 = 0,06$$

$$\omega Z8^{020/1} / 2 = 2,16$$

$$Z8^{020/1}_{ном} = 0,0123 + 0,05 - 0,18 + 2,16 = 2,0312$$

$$Z8^{020/1}_{max} = 2,2112$$

$$2\mathcal{Ж}^{000}_{ном} = 415,7308$$

$2\mathcal{Ж}^{000} = 415,7308 + -1,6$
--

Технико–экономическая эффективность размерного анализа.

В результате выполнения размерного анализа припуски на обработку детали получились меньше, чем в базовом варианте. Размеры детали с припусками в базовом и проектном вариантах приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Припуски и размеры заготовки по двум вариантам.

Размеры детали, мм	Размеры заготовки				Уменьшение исходного припуска, %
	Базовый вариант		Проектный вариант		
	Размер, мм	Припуск на сторону, мм	Размер, мм	Припуск на сторону, мм	
2А=528	537,86	3,43	533,4229	2,71	79
2Б=526	536,532	3,766	530,1749	2,08	55
2Ж=421	413,64	3,68	415,7308	2,63	71

Из таблицы 2.1 следует, что в результате выполнения размерного анализа исходные припуски уменьшились более, чем на 50.

Так как припуски уменьшились, уточняем стоимость заготовки.

Определяем массу штамповки.

$$M = 27 \text{ кг}$$

Коэффициент использования материала:

$$КИМ = m / M.$$

Базовый вариант:

$$КИМ = 0,463 / 28 = 0.016$$

Проектный вариант:

$$КИМ = 0,463 / 27 = 0.0169$$

Технологическая себестоимость заготовки

$$C_{т2} = 238,6 \text{ руб.}$$

Годовая экономия при использовании базовой заготовки, полученной литьем в землю с припусками на обработку, рассчитанными после размерного анализа:

$$Э_г = (285,4 - 238,6) \cdot 51000 = 2386800 \text{ руб.}$$

Вывод: выбираем литье в армированный кокиль с припусками, рассчитанными после размерного анализа.

Анализ известных и разработка нового технологического маршрута.

Разработка технологического маршрута обработки.

Сначала систематизируем поверхности детали и пронумеруем для удобства составления маршрута обработки.

Нумерация поверхностей представлена в плане обработки.

Схемы базирования.

Подробно схемы базирования на каждой операции представлены в плане обработки графической части.

Выбор СТО.

Выбираем специальные и специализированные станки, автоматы и полуавтоматы, агрегатные станки. Результаты представлены в таблице 2.2.

Оснастка.

Результаты приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Оборудование, приспособления, инструмент.

№, наименование операции	СТО			
	Оборудование	оснастка		
		Режущий инструмент	Мерительный инструмент	приспособления
010 Токарная	Токарный станок с ЧПУ,ГИП200 0	Резцы с твердосплавными пластинами: Т15К6, Т5К10	Штангенциркуль ШЦ150, 250	Трехкулачковый патрон
020 Токарная	Токарный станок с ЧПУ,ГИП200 0	Резцы с твердосплавными пластинами: Т15К6, Т5К10	Штангенциркуль ШЦ150, 250	Трехкулачковый патрон

Продолжение таблицы 2.2

030 токарная	Токарный станок с ЧПУ,ГИП2000	Резцы с твердосплавными пластинами: T15K6, T5K10	Штангенциркули ШЦ150, 250	Трехкулачковый патрон
040 Агрегатная	Восьмипозиционный агрегатный станок	Резцы, сверла с твердосплавными пластинами: T15K6, зенкер T15K6, развертки T5K10, метчик T5K10	Штангенциркули ШЦ150	Специальное приспособление
050 Агрегатная	Восьмипозиционный агрегатный станок	Резцы, сверла с твердосплавными пластинами: T15K6, зенкер T15K6, развертки T5K10, метчик T5K10	Штангенциркули ШЦ150	Специальное приспособление
060 Электроэрозионная	Электроэрозионная установка			
070 Моечная	Камерная моечная машина	Техническая сода		

Продолжение таблицы 2.2

080 Контрольная	Контрольноизметительная машина фирмы «VAST»	Датчики активного контроля, щупы		Специальное приспособление
090 Термическая	Электрическая печь			
100 Шлифовальная	Круглошлифовальный станок 3А141			Специальное приспособление
110 Шлифовальная	Круглошлифовальный станок 3А141			Специальное приспособление
120 Шлифовальная	Круглошлифовальный станок 3А141			Специальное приспособление
130 Шлифовальная	Круглошлифовальный станок 3А141			Специальное приспособление
140 Моечная	Камерная моечная машина	Техническая сода		

Продолжение таблицы 2.2

150 Контроль ная	Контрольноиз мерительная машина фирмы «VAST»	Датчики активного контроля, щупы		Специальн ое приспособл ение
160 Электроэр озианная	Электроэрози онная установка			
170 Моечная	Камерная моечная машина	Техническая сода		

Проектирование технологических операций.

Сегодня широкое применение находят различные средства автоматизации проектирования производственных процессов, облегчающих работу инженерно–технического персонала. Прежде всего это связано с уменьшением времени затрачиваемого при разработке какого–либо технологического процесса , снижения трудоемкости и повышения качества работы людей при подготовке производства или непосредственно занятых в нем и отслеживающих его.

В данном разделе предлагается одно из решение, которое помогает ускорить работу на стадии проектирования операций. Это применение персонального компьютера для расчетов режимов обработки. Ниже приведен пример работы с программой составленной в Microsoft Excel.

Основной принцип ее работы заключается в вводе основных данных по виду обработки и расчете на основе этих данных режимов резания, алгоритм расчета данных взят из справочника.

Пример рассмотрим на операции 010 Токарная, черновое и чистовое точение.

Исходные данные:

Вид обработки – токарная

Материал заготовки – сталь 20ХГМН

Габариты обрабатываемой поверхности

Ширина – *528 мм*

Длина – *40 мм*

Тип инструмента – резец токарный

Марка материала режущей части инструмента – сплав Т15К6

Подача $S = 0,03 \text{ мм/мин}$

Припуск на обработку $t = 1,23 \text{ мм}$

Выходные данные:

Скорость резания = 162 м/мин

Количество оборотов в минуту = 120 об/мин

Сила резания = 8411 Н

Мощность резания = $22,3 \text{ кВт}$

Время обработки $T_o = 3.3 \text{ мин}$

Аналогично проведем расчет и для остальных операций данного технологического процесса.

3 Проектирование системы автоматического управления.

В процессе резания в разных элементах технологической обрабатывающей системы (ТОС) возникают колебания. Наиболее характерной формой колебаний являются автоколебания, которые сопровождают практически все виды обработки резанием. Физическая сущность таких колебаний объясняется тем, что любое случайное изменение условий резания вызывает соответствующую реакцию процесса резания и упругой ТОС, что в свою очередь провоцирует изменение условий резания. В этом проявляется замкнутость всей системы через процесс резания (рисунок 3.1). Например, изменение припуска вызывает изменение силы резания, которая провоцирует изменение упругой деформации ТОС, что, в свою очередь, вызывает соответствующее изменение глубины резания. Таким образом, автоколебания возникают и поддерживаются за счет внутренних процессов замкнутой ТОС, которая имеет внешний источник энергии.

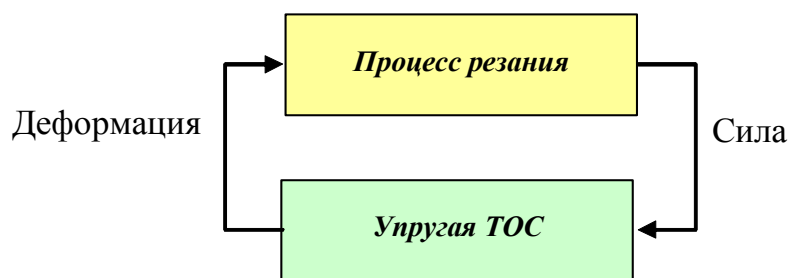


Рисунок 3.1 – Схема замкнутой системы

Различают три основных режима работы ТОС при резании:

1. Устойчивый процесс резания.
2. Условно устойчивый процесс резания с установившимися автоколебаниями.
3. Неустойчивое резание, так называемое подрывание.

Практическими исследованиями доказано, что наиболее вероятным является процесс резания с установившимися автоколебаниями. В реальной упругой ТОС в процессе резания действует много факторов, которые вызывают автоколебания. Наиболее весомым является влияние специфических особенностей процесса резания, а именно, зависимости силы резания от глубины и скорости резания и ее влияние на многокоординатную динамическую систему станка, которая имеет обратные связи (рисунок 3.1). Значительную роль в этом играет и то, что зависимости силы резания от параметров режима резания являются существенно нелинейными. Стружкообразование зависит от условий резания: она прямо пропорциональна величине усадки стружки и обратно пропорциональна скорости резания. Кроме того, на постоянную времени стружкообразования влияет геометрия режущего клина, определяющая постоянные времени переднего и заднего углов, формулы для расчета которых приведены в работе.

Механическая обработка резанием лезвийными режущими инструментами характеризуется силой взаимодействия рабочих поверхностей лезвия инструмента со слоем срезаемого припуска и обрабатываемыми поверхностями заготовки. Сила взаимодействия инструмента с заготовкой состоит из силы образования стружки, необходимой для деформации слоя срезаемого припуска в зоне резания, силы контактного взаимодействия стружки с передней поверхностью инструмента, а также силы взаимодействия задних поверхностей инструмента с поверхностями заготовки, величина которой может существенно увеличиваться при изнашивании поверхностей инструмента. Две последних составляющих силы резания, по сути, являются силами трения. Сумма указанных составляющих создает силу резания, которая является вектором и характеризуется величиной и направлением. В процессе обработки в результате колебания припуска и изменения механических характеристик материала обрабатываемой детали, величина и направление силы резания изменяется, что создает дополнительные трудности расчета силовых характеристик процесса резания.

Почти для всех процессов обработки резанием характерным является обработка «по следу», т.е. срезание на текущем проходе слоя припуска, форма которого в определенной мере сформировалась на предыдущем проходе при некотором уровне вибраций ТОС. Такое явление может вызвать даже потерю устойчивости процесса резания при вторичном усилении колебаний за счет вынужденных колебаний с частотой, которая совпадает с частотой собственных колебаний ТОС (или одной из собственных частот). Так или иначе, поскольку практически все реальные процессы резания выполняются при резании «по следу», вторичное возбуждение приводит к усилению интенсивности автоколебаний. В системе наступает равновесие энергии возмущения автоколебаний и энергии, которая рассеивается. Доказано, что установившиеся автоколебания наступают после 5–30 оборотов от начала резания для токарной обработки однолезвийным инструментом.

Подрывание возникает вследствие аperiodической неустойчивости динамической системы станка. Обычно подрывание возникает после автоколебаний с амплитудой, которая быстро увеличивается и характеризует потерю устойчивости. При таком режиме работы резание вести невозможно.

Уровень автоколебаний в значительной степени влияет на стойкость инструмента, производительность и качество обработки. Существует некоторая оптимальная амплитуда автоколебаний, при которой стойкость максимальная. В работе отмечается, что при обработке коррозионно–стойких, жаропрочных, высокопрочных сталей, а также титановых сплавов твердосплавными инструментами зона оптимальных по критерию стойкости инструмента амплитуд автоколебаний находится в диапазоне $8...18$ мкм.

Управлением уровнем автоколебаний можно достичь повышения производительности обработки за счет интенсификации режима резания. Геометрические параметры обработанной поверхности также существенно зависят от уровня амплитуды автоколебаний и их частоты. Экспериментально

доказано, что автоколебания влияют как на микрогеометрию – шероховатость поверхности, так и на макрогеометрию – волнистость.

Поскольку динамика станков объясняет возникновение автоколебаний многими причинами, в том числе и наличием сложных многокоординатных связей в упругой системе, то для построения адекватной математической модели нельзя ограничиться всего одной координатой. Для теоретического исследования условий устойчивости и возникновения автоколебаний необходимо, как минимум, рассмотреть ТОС, представленную в виде взаимосвязанной двухкоординатной динамической модели. Кроме того, поскольку одной из основных причин возникновения автоколебаний всеми исследователями отмечается обработка «по следу», то такое важное возмущение также должно быть учтено в математической модели ТОС, которая должна отображать замкнутость всей системы через процесс резания.

Исходя из таких соображений, для построения математической модели ТОС можно воспользоваться динамической моделью поперечного сечения токарного станка, которая представлена на рисунке 3.2.

Упругая система станка представлена в виде одномассовой динамической системы (приведенная масса m) с двумя степенями подвижности по координате Z и координате Y . Масса имеет упругие связи с основой, жесткостью C_Z и C_Y соответственно, а также вязким трением (сила трения пропорциональная скорости) с коэффициентами пропорциональности λ_Z и λ_Y . Поскольку на практике демпфированием сложно управлять, то в дальнейших расчетах коэффициенты вязкого трения по обеим координатам приняты одинаковыми.

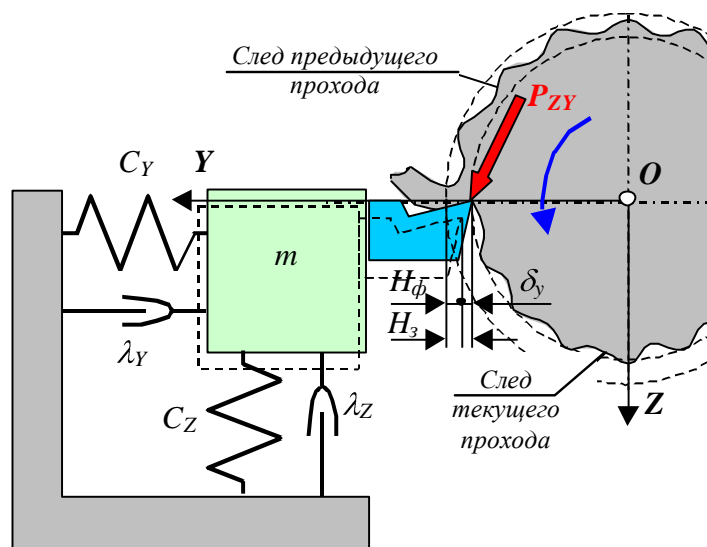


Рисунок 3.2 – Динамическая схема ТОС токарного станка

Ось OX совпадает с осью главного движения резания заготовки или инструмента, а проекция силы резания на эту ось называется осевой составляющей P_x силы резания. Последняя, ортогональная координата OY направлена по радиусу обрабатываемой заготовки или по радиусу режущего инструмента и называется радиальной составляющей P_y силы резания. Представление силы резания ее составляющими обеспечивает удобство определения многих характеристик процесса резания, а именно: мощности резания, точности обработки, нагрузки режущего инструмента и его деформации, нагрузки на элементы кинематической цепи механизма подачи, количества теплоты, выделяемой в процессе резания и т.д. Соответственно, знание силовых характеристик процесса обработки, позволяет рассчитывать и прогнозировать упругие деформации ТОС, тепловые деформации инструмента, заготовки или частей станочного оборудования, условия обработки и делать оценку автоколебаний, которые возникают в упругой ТОС.

В процессе резания, под действием горизонтальной составляющей P_{ZY} силы резания, упругая система деформируется и резец занимает положение, которое показано пунктирной линией на рисунке 3.2. Таким образом, из

размерной цепи схемы можно получить в направлении оси Y величину фактической глубины H_ϕ резания:

$$H_{\delta Y} = H_\zeta - \delta_y \quad (3.1)$$

где H_ζ – заданная глубина резания, δ_y – упругая деформация ТОС в направлении оси Y .

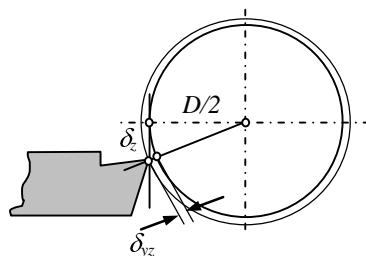


Рисунок 3.3 – Схема влияния деформации δ_z на H_ϕ

Если деформация ТОС в направлении оси Y оказывает непосредственное влияние на фактическую глубину резания, то влияние деформации ТОС в направлении оси Z на фактическую глубину резания может быть определено из геометрической схемы на рисунке 3.3.

Так, из геометрических соотношений (рисунок 3.3) имеем:

$$\delta_{yz} = \sqrt{R^2 + \delta_z^2} - R \quad (3.2)$$

где $R=D/2$ – радиус детали.

Таким образом, влияние деформации всей упругой системы на фактическую глубину резания отображается зависимостью, которая объединяет зависимости (3.1) и (3.2):

$$H_{\delta} = H_{\zeta} - (\delta_y + \sqrt{R^2 + \delta_z^2} - R). \quad (3.3)$$

Поскольку деформация по оси Z происходит в направлении скорости V главного движения, то скорость изменения деформации δ_z ТОС влияет на фактическую скорость резания:

$$V_{\delta} = V - \frac{d\delta_z}{dt}. \quad (3.4)$$

Процесс резания может быть представлен с помощью известных из теории резания эмпирических зависимостей:

$$P_z = C_{Pz} H_{\delta}^{x_{pz}} S^{y_{pz}} V^n k, \quad (3.5)$$

где C_{Pz} , k – эмпирические коэффициенты, x_{pz} , y_{pz} , n – показатели степени.

Воспользовавшись известным соотношением $P_{xy} = 0,6P_z$ и геометрическим расположением составляющих силы резания, можно получить такую формулу для расчета составляющей P_y :

$$P_y = \sqrt{\frac{P_{xy}^2}{1 + \operatorname{tg}^2(\varphi + \eta)}}; \quad (3.6)$$

Учет динамической характеристики именно процесса резания, которая в первом приближении представляет запаздывание силы от припуска, воспроизводится следующим дифференциальным уравнением первого порядка:

$$T_p \frac{dP}{dt} + P = k_p H, \quad (3.7)$$

По экспериментальным данным постоянная времени стружкообразования находится в диапазоне $0,001 \dots 0,005 \text{ с}$. Однако более существенным для улучшения адекватности математической модели является то, что постоянная времени стружкообразования для составляющей P_z меньше, чем для составляющей P_y силы резания.

По каждой координате связь массы m с основой представлена приведенной жесткостью C и коэффициентом вязкого трения λ , т.е. такого трения, когда сила трения пропорциональна скорости относительного движения. В этом случае движение системы относительно деформации δ по каждой координате описывается двумя дифференциальными уравнениями, каждое второго порядка:

$$\begin{cases} \frac{d^2 \delta_y}{dt^2} m + \lambda_y \frac{d\delta_y}{dt} + C_y \delta_y = P_y; \\ \frac{d^2 \delta_z}{dt^2} m + \lambda_z \frac{d\delta_z}{dt} + C_z \delta_z = P_z; \end{cases} \quad (3.8)$$

Представленную математическую модель (3.1)–(3.8) можно показать в виде алгоритма (рисунок 3.4).

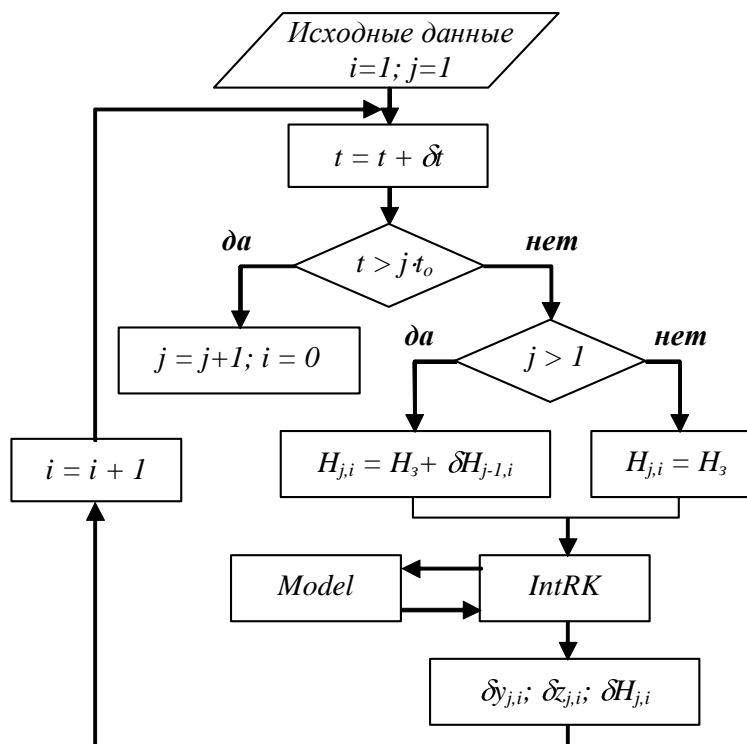


Рисунок 3.4 – Блок–схема алгоритма моделирования

Моделирование выполняется численным методом с шагом интегрирования δt в функции номера i по угловой координате контура заготовки, которая обрабатывается и номера j оборота детали. Такая структура алгоритма позволяет учесть влияние обработки «по следу», когда погрешность $\delta H_{j,i}$ от упругих деформаций, которая образовалась на первом обороте заготовки воспринимается ТОС как изменение заданной глубины резания $H_{j,i} = H_3 + \delta H_{j-1,i}$ на втором обороте заготовки и т.д. Численное интегрирование выполняется по методу Рунге–Кутты четвертого порядка (модуль *IntRK*) в соответствии с математической моделью, которая представлена с помощью переменных состояния в модуле *Model*. С помощью представленной выше методики можно проводить анализ и оценивать влияние любых параметров

системы, которые приведены в исходных данных, на ее динамические показатели и характеристики.

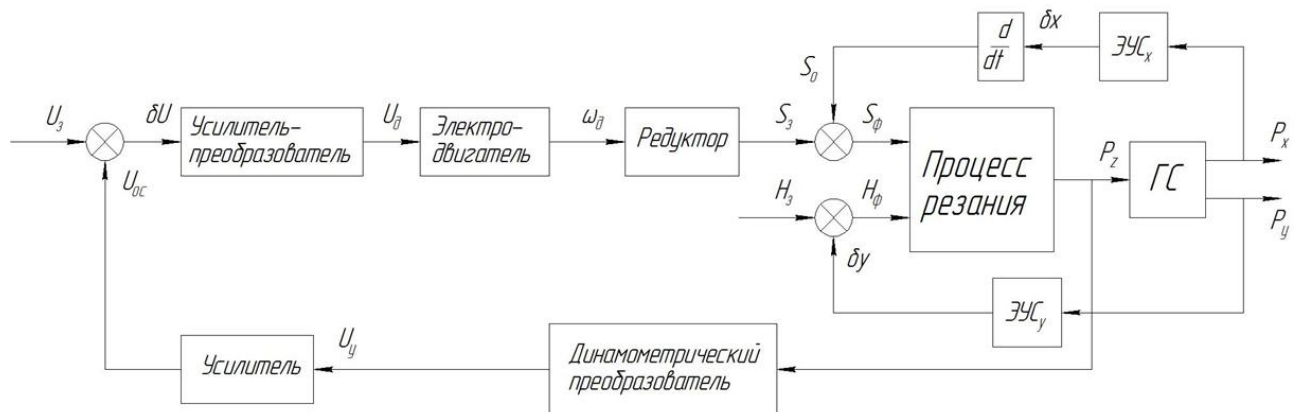


Рисунок 3.5 – Структурная схема САУ.

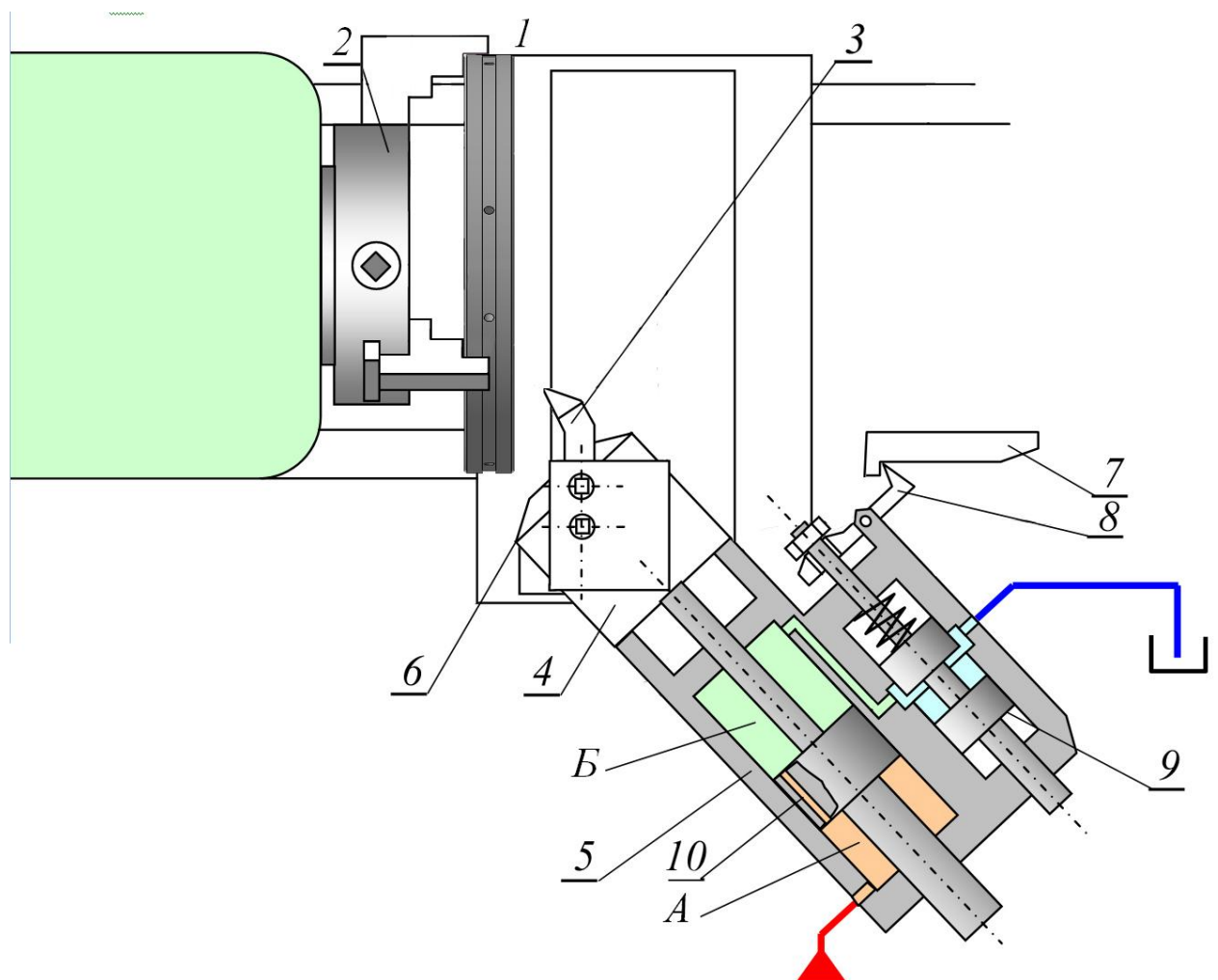


Рисунок 3.6 – Функциональная схема САУ.

4 Безопасность и экологичность технического объекта.

В процессе выполнения рабочими своим должностных обязанностей они могут подвергать себя рискам и в конечном итоге не исключено получение производственных травм. В данном разделе представлено задействованное оборудование и вредные воздействия, которые могут возникнуть при несоблюдении техники безопасности. Описаны мероприятия, выполнение которых сведет получение производственных травм к минимуму.

Тема ВКР: «Технологический процесс изготовления поворотной планшайбы автооператора»

Анализ был проведен в соответствии с методическими указаниями.

4.1 Назначение участка

Описываемый участок предназначается для изготовления детали «поворотная план-шайба автооператора».

4.2 Планировка рассматриваемого участка

Производственная площадь – представляет собой площадь, которая занята производственным оборудованием и местами для рабочих возле этого оборудования.

Вспомогательная площадь – представляет собой площадь, на которой располагаются вспомогательные подразделения, такие как: ремонтные и инструментальные службы, лаборатории, склады, служебно-бытовые помещения, а также межцеховые магистральные проезды.

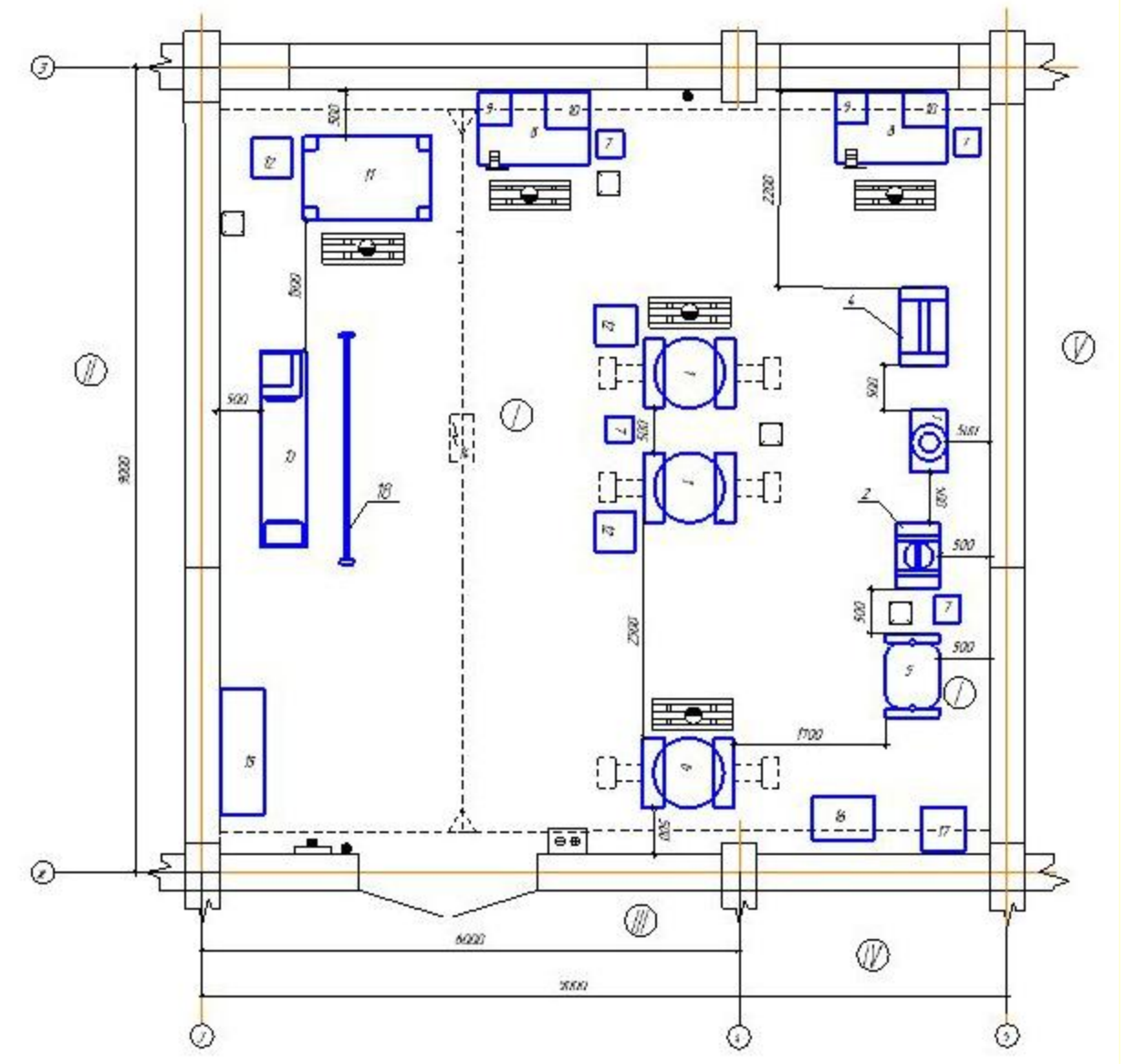


Рисунок 4.1 – План участка

4.3 Состав оборудования

Наименование и количество оборудования представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Состав оборудования

№ п/п	Оборудование	Количество, шт.
1	Токарный станок с ЧПУ, ГИП2000	3
2	Восьмипозиционный агрегатный станок	2
3	Круглошлифовальный станок 3А141	4
Итого:		9

Таблица 4.2 – Технологический маршрут обработки детали «Поворотная планшайба автооператора»

Наименование цеха	Номер операции	Наименование операции	Применяемое оборудование	Содержание операции
Механический	010	Токарная	Токарный станок с ЧПУ, ГИП2000	Предварительное точение
Механический	020	Токарная	Токарный станок с ЧПУ, ГИП2000	Предварительное точение
Механический	030	Токарная	Токарный станок с ЧПУ, ГИП2000	Окончательное точение
Механический	040	Агрегатная	Восьмипозиционный агрегатный станок	Окончательное точение
Механический	050	Агрегатная	Восьмипозиционный агрегатный станок	Окончательное точение
Механический	100	Шлифовальная	Круглошлифовальный станок 3А141	Предварительное шлифование
Механический	110	Шлифовальная	Круглошлифовальный станок 3А141	Промежуточное шлифование
Механический	120	Шлифовальная	Круглошлифовальный станок 3А141	Промежуточное шлифование
Механический	130	Шлифовальная	Круглошлифовальный станок 3А141	Окончательное точение

Поскольку была улучшена технологическая операция: точение предварительное 020, то идентификацию по рискам будем проводить только по этой операции.

4.2 Анализ вредных производственных факторов.

Таблица 4.3 – Вредные производственные факторы

№ п/п	Технологические операции	Вредные производственные факторы	Мероприятия, которые позволят уменьшить вредные воздействия
1	Точение	1. Отлетающая стружка 2. Высокая температура на поверхности обрабатываемой детали 3. Испарения СОЖ при механической обработке 4. Высокий уровень шума и вибраций при работе оборудования	1. Ношение защитных очков, специальной одежды. Установка защитного экрана. Использование скребкового и одношнекового транспортера для удаления стружки. 2. Использование СОЖ на синтетической основе. 3. Установка отопительно-вентиляционного оборудования. 4. Использование акустических экранов, противозумных наушников, закрывающих ушную раковину снаружи. Установка на оборудования виброизолирующих опор.

Продолжение таблицы 4.3

2	Шлифование	<p>1. Попадание частиц абразивных материалов на изделие и в рабочую зону</p> <p>2. Высокая температура на поверхности шлифовального круга и обрабатываемой заготовки</p> <p>3. Испарения СОЖ при механической обработке</p> <p>4. Высокий уровень шума и вибраций при работе оборудования</p>	<p>1. Ношение защитных очков, специальной одежды. Наличие защитного экрана. Удаление отходов в металлическую тару с последующей утилизацией по мере наполнения емкости.</p> <p>2. Использование СОЖ на синтетической основе.</p> <p>3. Установка отопительно-вентиляционного оборудования.</p> <p>4. Использование акустических экранов, противошумных наушников, закрывающих ушную раковину снаружи. Установка на оборудования виброизолирующих опор.</p>
---	------------	---	--

В процессе выполнения данного раздела был проанализирован состав вредных и опасных факторов на описываемом производстве, предложены меры, которые помогут снизить воздействия опасных и вредных факторов.

5 Экономическая эффективность работы.

Цель раздела – рассчитать технико-экономические показатели проектируемого технологического процесса и произвести сравнительный анализ с показателями базового варианта, определить экономический эффект от предложенных в проекте технических решений.

В рамках данной бакалаврской работы разрабатывается технологический процесс изготовления поворотной план-шайбы автооператора, подробное описание которого представлено в предыдущих разделах. Также в предыдущих разделах описаны условия совершенствования операции 015 токарно-карусельной, в результате которых удалось достичь сокращения ее трудоемкости.

Для выполнения этой операции используется токарно-карусельный станок с ЧПУ, модель SVT80. В качестве оснастки применяется 3-хкулачковый патрон. Для выполнения всех закрепленных за данной операцией процессов применяется набор инструментов, в который входят резцы токарные проходные сборные ГОСТ 26613-85 с пластинами T15K6 и T5K10.

Результатом предложенного совершенствования операции 015, как говорилось выше, стало снижение трудоемкости ее выполнения на 17,2%, т.е. трудоемкость снизилась с 5,7 до 4,772 минут.

На диаграмме (рисунок 5.1) представлены основные изменения параметров, участвующих в формировании технологической себестоимости, и которые наглядно показывают, на сколько, изменятся эти величины.

Для определения каждой величины, указанной на рисунке 5.1, использовалась методика расчета элементов технологической себестоимости и пакет программного обеспечения Microsoft Excel.

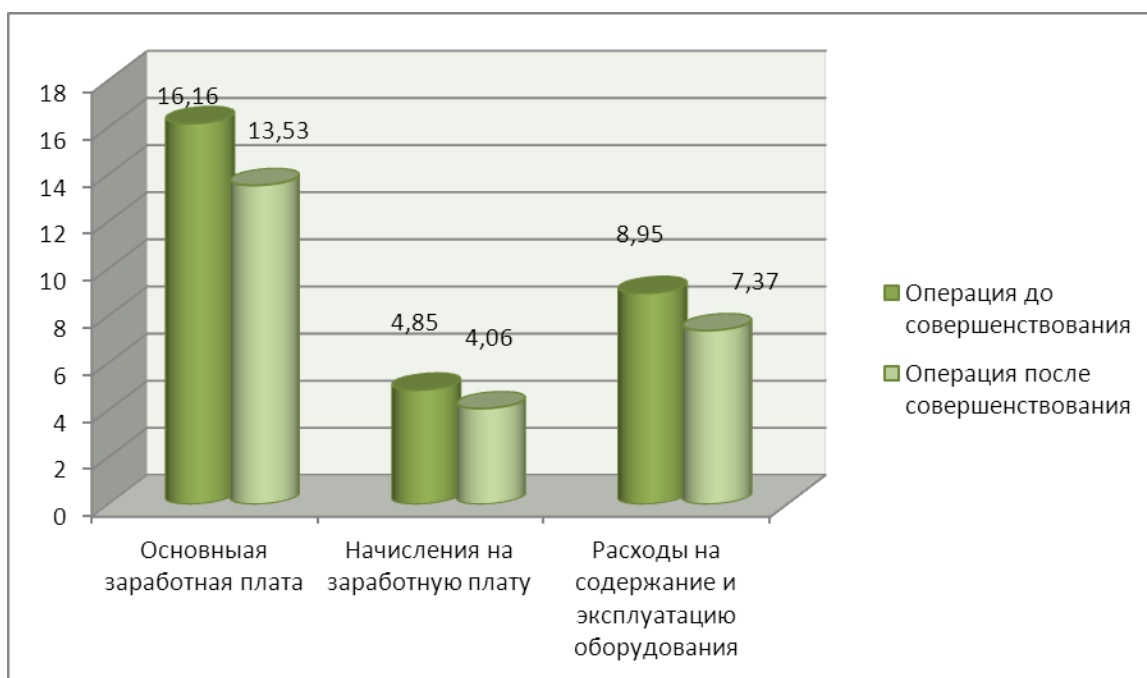


Рисунок 5.1 – Изменение величин параметров, входящих в технологическую себестоимость, руб.

Предложенные совершенствования токарно-карусельной операции не предполагают изменения заготовки, поэтому затраты, связанные материалом, меняться не будут, поэтому данный параметр исключим из расчетов, т.к. он не будет оказывать влияние на конечный результат расчета.

Из рисунка 5.1 видно, что наибольшее влияние на технологическую себестоимость оказывают расходы на содержание и эксплуатацию оборудования. Но благодаря предложенному совершенствованию эти затраты удалось сократить, совокупное снижение составляет 5,01 руб., а с учетом программы выпуска ожидаемая экономия составит 250,5 тыс. руб., что уже не кажется такой незначительной величиной.

Данное изменение, безусловно, окажет прямое влияние величину полной себестоимости изготовления план-шайбы. Для определения значения полной себестоимости воспользуемся методикой калькулирования. В результате проведенных расчетов, полная себестоимость по совершенствованной операции

составит 74,41 руб., а до совершенствования она составляла – 89,04 руб., т.е. совершенствование позволило сократить полную себестоимость на 14,63 руб., что составляет 16,43%.

Далее проанализируем изменения, связанные с общими капитальными затратами до и после совершенствования операции 015 токарно-карусельной. На диаграмме (рисунок 5.2) представлены величины основных затрат по сравниваемым вариантам операции 015.



Рисунок 5.2 – Динамика изменения элементов общих капитальных затрат в операцию 015 токарно-карусельную, руб.

Анализируя, представленные на диаграмме (рисунок 5.2), статьи капитальных затрат, можно заметить, что сопутствующие капитальные вложения в проектируемый вариант операции 015 возрастают, в то время как остальные затраты уменьшаются. Это связано с тем, что данная величина учитывает такие затраты как затраты на проектирование, которых уже нет в базовом варианте, поэтому они увеличивают конечный результат этого

значения. Но не смотря на это, общие капитальные затраты снижаются, т.к. по остальным параметрам затраты имеют тенденция к снижению, поэтому они перекрывают затраты на проектирование. Это говорит о положительном влиянии предлагаемых совершенствований.

Для подтверждения положительного влияния в результате совершенствования дополнительно проведем расчет экономической эффективности работы. Для этого также будет использоваться пакет программного обеспечения Microsoft Excel и специальная методика расчета по экономическому обоснованию целесообразности внедрения предлагаемых мероприятий.

В результате проведенных расчетов был получен положительный результат чистого дисконтированного дохода (интегрального экономического эффекта), который составляет 13490,4 руб., а прибыль на каждый вложенный рубль (индекс доходности) составила 1,19 руб./руб. Представленные значения позволяют сделать окончательный вывод о целесообразности внедрения предложенных совершенствований по технологическому процессу изготовления поворотной план-шайбы автооператора.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения данной работы проведено исследование условий возникновения автоколебаний в технологической обрабатывающей системе, где впервые используется специально разработанная математическая модель процесса, которая учитывает чрезвычайно важные при исследовании таких явлений характеристики, как замкнутость технологической обрабатывающей системы через процесс резания, постоянную времени стружкообразования и обработку «по следу». Полученная математическая модель позволяет моделировать влияние динамических параметров технологической обрабатывающей системы на режим работы: устойчивый процесс резания, установившиеся автоколебания и потеря устойчивости.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Базров, Б.М. Основы технологии машиностроения: Учебник для вузов. – М.: Машиностроение, 2005. – 736 с.
2. Байкалова, В.Н. Основы технического нормирования труда в машиностроении: Учебное пособие. / В.Н. Байкалова, И.Л. Приходько, А.М. Колокатов. – М.: ФГОУ ВПО МГАУ, 2005. – 105 с.
3. Безъязычный, В.Ф. Основы технологии машиностроения: Учебник. – М. : Инновационное машиностроение, 2016. – 568 с.
4. Гельфгат, Ю.И. Сборник задач и упражнений по технологии машиностроения: Учебное пособие для машиностроительных техникумов. – М. : Высшая школа, 1986. – 271 с.
5. Горина, Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта». Уч.- методическое пособие. - Тольятти: изд-во ТГУ, 2016. –52 с.
6. ГОСТ 12.1.029-80 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства и методы защиты от шума. Классификация.
7. ПОТ Р М-004-97 Межотраслевые правила по охране труда при использовании химических веществ.
8. ГОСТ 12.3.025-80 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Обработка металлов резанием. Требования безопасности (с Изменением N 1).
9. Данилевский, В.В. Лабораторные работы и практические занятия по технологии машиностроения. / В.В. Данилевский, Ю.И. Гельфгат. – М.: Высш. шк., 1988. – 222 с.
10. Ермолаев, В.В. Разработка технологических процессов изготовления деталей машин: Учебник. / В.В. Ермолаев, А.И. Илянков. – М.: Издательский центр «Академия », 2015. – 336 с.

- 11.Зубкова, Н.В. Методическое указание к экономическому обоснованию курсовых и дипломных работ / Н.В. Зубкова, – Тольятти: ТГУ, 2015, 46 с.
- 12.Зуев, А.А. Технология машиностроения. – 6-е издание, исправленное и дополненное – СПб.: Издательство «Лань», 2003. – 496 с.
- 13.Иванов, И.С. Расчёт и проектирование технологической оснастки в машиностроении: Учебное пособие. – М.: ИНФРА-М, 2015. – 198 с.
- 14.Иванов, И.С. Технология машиностроения: производство типовых деталей машин: Учебное пособие. – М.: ИНФРА-М, 2014. – 223 с.
- 15.Ильенков, А.И. Технология машиностроения: Учебное пособие. / А.И. Ильенков, В.Ю. Новиков. – М.: Издательский центр «Академии», 2017. – 432 с.
- 16.Клепиков, В.В. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие. / В.В. Бодров, В.Ф. Солдатов. – М.: ИНФРА-М, 2017. – 229 с.
- 17.Клепиков, В.В. Технология машиностроения: Учебник. / В.В. Клепиков, А.Н. Бодров. – М.: ФОРУМ, ИНФРА-М, 2004. – 860 с.
- 18.Клепиков, В.В. Технология машиностроения: Учебник. / В.В. Клепиков, Н.М. Султан-заде, В.Ф. Солдатов и др. – М.: ИНФРА-М, 2017. – 387 с.
- 19.Ковшов, А.Н. Технология машиностроения: Учебник. – 2-е издание, исправленное. – СПб.: Издательство «Лань», 2008. – 320 с.
- 20.Колокатов, А.М. Шлифование абразивным и алмазным инструментом: Учебное пособие. / А.М. Колокатов, В.Н. Байкалова. – М.: Издательство РГАУ-МСХА, 2015. – 76 с.
- 21.Кондаков, А.И. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие. – М.: КНОРУС, 2012. – 400 с.
- 22.Косов, Н.П. Технологическая оснастка: вопросы и ответы: Учебное пособие. / Н.П. Косов, А.Н. Исаев, А.Г. Схиртладзе. – М.: Машиностроение, 2005. – 304 с.

23. Курчаткин, В.В. Надежность и ремонт машин: Учебник для студентов вузов. / В.В. Курчаткин, Н.Ф. Тельнов, К.А. Ачкасов и др. – М.: Колос, 2000. – 776 с.
24. Маталин, А.А. Технология машиностроения: Учебник. – СПб.: Издательство «Лань», 2016. – 512 с.
25. Некрасов, С.С. Технология машиностроения. / С.С. Некрасов, И.Л. Приходько, Л.Г. Баграмов. – М.: Колос, 2005. – 360 с.
26. Приходько, И.Л. Проектирование заготовок: Учебное пособие. / И.Л. Приходько, В.Н. Байкалова. – М.: Издательство РГАУ–МСХА, 2016. – 171 с.
27. Скворцов, В.Ф. Основы технологии машиностроения: Учебное пособие. – М.: ИНФРА-М, 2016. – 330 с.
28. Суслов, А.Г. Технология машиностроения: Учебник. – М.: КНОРУС, 2013. – 336 с.
29. Сысоев, С.К. Технология машиностроения. Проектирование технологических процессов. / С.К. Сысоев, А.С. Сысоев, В.А. Левко. – СПб.: Издательство «Лань», 2016. – 352 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Маршрутная карта.

А		цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	Обозначение документа									
Б		Код, наименование оборудования				СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз.	Тшт.
01	050	4101	Агрегатная ИОТ И 37.101.7013-88													
02			агрегатный станок ВАЗ	2	17355	411	1Р	1	1	945	0,39	10	2,15			
03																
04	060	0180	Электроэрозийная ИОТ И 37.101.7022-83													
05			Электроэрозийная установка													
06																
07	070	0200	Моечная ИОТ И 37.101.7026													
08			КММ	2	XXXX	411	1Р	1	1	945	1	-	2,60			
09																
10	080		Контрольная													
11																
12	090		Термическая													
13																
14	100	4130	Шлифовальная ИОТ И 37.101.7017-8													
15			Круглошлифовальный ЗА153Т	2	18873	411	1Р	1	1	945	0,39	7	2,86			
16																
17	110	4130	Шлифовальная ИОТ И 37.101.7017-8													
18			Круглошлифовальный ЗА153Т	2	18873	411	1Р	1	1	945	0,39	7	2,98			
18																
18	120	4130	Шлифовальная ИОТ И 37.101.7017-8													
18			Внутришлифовальный СШ-50	2	18873	411	1Р	1	1	945	0,39	7	2,76			
18																
МК																

А	цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз...	Тшт.
Б																
01					120 4130 Шлифовальная ИОТ И 37.101.7017-8											
02					Внутришлифовальный СШ-50	2	18873	411	1Р	1	1	1	945	0,39	7	2,73
03																
04					130 0200 Моечная ИОТ И 37.101.7026											
05					КММ	2	XXXX	411	1Р	1	1	1	945	1	-	2,60
06																
07					140 Контрольная											
08																
09																
10					150 0180 Электроэрозсионная ИОТ И 37.101.7022-83											
11					Электроэрозсионная установка											
12																
13																
14					160 0200 Моечная ИОТ И 37.101.7026											
15					КММ	2	XXXX	411	1Р	1	1	1	945	1	-	2,60
16																
17																
18																
18																
18																
18																
18																
МК																

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
Операционные карты.

Дубл.																							
Взам.																							
Подп.																							
Разреш.	Кудашов Д.Г.																						
Проект.	Гуляев В.А.																						
Уте.	Логинев Н.Ю.																						
Н. Контр.	Виткалов В.Г.																						
У	Обозначение детали, программы, оборудования, устройства, устройства ЧПУ																						
Т	ПИ	Вспомогательный и режущий инструмент (ход, наименование)																			Наладочный размер	Хар.разм.	НК
01	15009	12003 управляющая программа; станок 16К30ф3; Устр. ЧПУ Н22-1М																					
02	1	16К302 4А 000 Угловой блок																			Wx1=127; Wz1=230		
03		2107-0641 Резец фасонный																					
04	2	16К302 4А 000 Угловой блок																			Wx1=127; Wz1=235		
05		2107-0641 Резец фасонный																					
06	3	16К302 4А 000 Угловой блок																			Wx1=127; Wz1=220		
07		2107-0641 Резец фасонный																					
07	4	16К302 4А 000 Угловой блок																			Wx1=127; Wz1=220		
09		2107-0641 Резец фасонный																					
10																							
11																							
12																							
13																							
14																							
15																							
16																							
17																							
КН/П																							

Дубл.																		
Взам.																		
Подп.																		
Разраб.	Кудашов Д.Г.					ТГУ												
Пров.	Гуляев В.А.					План-шайба												
Утв.	Логонов Н.Ю.																	
Н. Контр.	Виткалов В.Г.																	
Наименование операции		4110																
Оборудование, устройство ЧПУ		ГИП2000																
Назначение программы		Обозначение программы			XXXXXX													
Материал		Сталь 20ХГНМ																
твёрдость		260 НВ																
EB		166 20																
MД																		
Профиль и размеры		Ø528x40																
МЗ		27																
KOID		1																
Цех																		
Уч.																		
PM																		
Опер		170																
P	PI		D или B		L		Tп		t		i		S		n		V	
01	MM		MM		MM		MM		MM		MM		MM/Ход		Об/мин		М/мин	
020	1. Установить и снять заготовку																	
T03	396110 патрон 3-х кулачковый ГОСТ 2675-89																	
O04	2. Расточить пов. 10, 13 выдержав размеры эскиза																	
T05	392104 резец контурный T15K6 ГОСТ 21151-75; штангенциркуль ШЦ-III-600-0,1 ГОСТ 166-80																	
T06	394130XXX- калибр с индикатором																	
P07	XX		462,627		21		0,05		1		0,03		-		-		160	
O8	3. Расточить пов. 10, 13																	
T09	392104 резец контурный T15K6 ГОСТ 21151-75; штангенциркуль ШЦ-III-600-0,1 ГОСТ 166-80																	
T10	394130XXX- калибр с индикатором																	
P11	XX		462,627		21		0,05		1		0,03		-		-		160	
12																		
OKП																		

Дубл.															
Взам.															
Подп.															
Разраб.	Кудашов В.Г.														
Пров.	Гуляев В.А.														
Утв.	Лозиню Н.Ю.														
Н. Контр.	Виткалов В.Г.														
Наименование операции	4130			План-шайба											
Оборудование, устройство ЧПУ	ЗА153Т			СОЖ											
Р	Материал	твердость	EB	МД	Профиль и размеры		МЗ	КОИД							
01	Сталь 20ХГНМ	260 НВ	166	20	Ø528x40		27	1							
020	Обозначение проараммы	То	Тв	Тп	Тшт	Укринол-1									
Т03	XXXXXX	3,20	-	0,12	3,32										
004		Ди или В	L	t	i	s	n	v							
Т05	1. Установить и снять заготовку	мм			мм		мм/ход		об/мин		м/мин				
Т06	396110 патрон Специальный														
Р07	2. шлифовать пов. 10, 13 выдержав размеры эскиза														
08	398110 шлифовальный круг ПП 100x100x360 Э40СМ1К1 ГОСТ 2424-80; штангенциркуль ШЦ-III-600-0,1 ГОСТ 166-80														
	394130XXX- калибр с индикатором														
		XX	462,627	21	0,05	1	0,03	-	160						
ОКП															

Дубл.																					
Взам.																					
Подл.																					
Разраб.	Кудашов Д.Г.																				
Проев.	Гуляев В.А.																				
Учв.	Логинов Н.Ю.																				
Н. Контр.	Виткалов В.Г.																				
Наименование операции	4130	План-шайба																			
Оборудование, устройство ЧПУ	ЗА153Т	Обозначение программы	XXXXXX	Т _о	3,1	Т _е	-	Т _п	0,12	Т _{шт}	3,24	Профиль и размеры	Ø528x40		МЗ	27	КВИД	170			
		Материал	Сталь 20ХГНМ	твердость	260 НВ	ЕВ	166	МД	20	СОЖ											
Р				Д или В		PI		L		t		i	S	n	V						
01																					
020	1. Установить и снять заготовку																				
T03	396110 патрон Специальный																				
O04	2. шлифовать пов. 1,2 выдержав размеры эскиза																				
T05	398110 шлифовальный круг ПП 100x100x360 Э40СМ1К1 ГОСТ 2424-80,штангенциркуль ШЦ-III-600-0,1 ГОСТ 166-80																				
T06	394130XXX- калибр с индикатором																				
P07					XX		528	40,3		0,05		1		0,03		-					160
08																					
ОКП																					