

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
Пензенский государственный университет
Пензенский политехнический институт
Факультет промышленных технологий и энергетики
Кафедра: «Технологии и оборудование машиностроения»

Пояснительная записка к
курсовой работе

на тему: «Размерная настройка автоматизированного оборудования,
обеспечение надежности его работы и определение конкурирующих
вариантов очередности запуска партий обрабатываемых деталей»
по дисциплине: «Научные основы
автоматизации машиностроительного
производства» ПГУ 1.4- 02.15.04.05.M101 ПЗ

№ 233ММ1, 682
Омн
М

Выполнил: ст. гр. 233ММ1

Севостьянова Севостьянова Т.М.

Проверил: д.т.н., профессор

_____ В.А. Скрыбин

Пенза 2024

Задание для курсовой работы.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
Кафедра "Технологии в оборудовании машиностроения"

УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий кафедрой, д.т.н., профессор
Завроцкий А.Е.
2024г.

ЗАДАНИЕ

на курсовую работу по дисциплине «Научные основы автоматизации машиностроительного производства»
студенту Севостьяновой Т.М. гр. 233ММн1

А. Тема работы

Размерная настройка автоматизированного оборудования, обеспечение надежности его работы и
определение конкурирующих вариантов очередности запуска партий обрабатываемых деталей.

Б. Содержание пояснительной записки к курсовой работе:

Титульный лист.

Задание на проектирование.

Реферат.

Содержание.

Введение.

1. Размерный анализ автоматизированного процесса обработки деталей.

1.1. Размерные расчеты перед выполнением автоматизированного процесса обработки.

1.2. Анализ размерных связей при настройке автоматизированного оборудования.

1.3. Операционные размерные связи в автоматизированном производстве.

1.4. Расчеты по обеспечению точности автоматизированного процесса обработки.

1.5. Определение конкурирующих вариантов очередности запуска партий деталей.

1.6. Обеспечение информационных связей автоматических производственных процессов.

2. Обеспечение надежности работы технологического оборудования.

2.1. Обеспечение вероятности отказов оборудования.

2.2. Пути повышения надежности и эффективности работы технологического оборудования.

Список использованных источников (по алфавиту или в порядке ссылок).

Заключение.

Приложения.

Приложение А (обязательное). Ведомость проекта.

Пояснительная записка оформляется на 30...40 страниц.

В. Графическая часть:

1. Анализ размерной настройки автоматизированного технологического
оборудования.

1 л. ф. А1.

2. Анализ временных связей автоматизированного производственного
процесса.

1 л. ф. А0.

Г. График выполнения проекта:

Наименование работы	Объем работы, %	Срок выполнения	Подпись руководителя
1. Размерные связи автоматизированного производственного процесса.	10	18.01.24г.	ml
2. Анализ размерных связей при настройке автоматизированного оборудования.	25	24.01.24г.	ml
3. Расчеты по обеспечению точности автоматизированного процесса обработки.	15	28.02.24г.	ml
4. Определение конкурирующих вариантов очередности запуска партий деталей и обеспечение информационных связей автоматических производственных процессов.	20	10.03.24г.	ml
5. Расчеты по обеспечению надежности технологического оборудования.	15	15.05.24г.	ml
6. Оформление пояснительной записки.	15	19.08.24г.	ml

Дата выдачи задания

Руководитель проекта

Задание выдал

Задание принял

УДК 621.91

Реферат

Севостьянова Т.М. Размерная настройка автоматизированного оборудования, обеспечение надежности его работы и определение конкурирующих вариантов очередности запуска партий обрабатываемых деталей.

Пояснительная записка содержит 27 листов, 10 рисунков, 3 таблицы, 7 источников: графическая часть - 1 лист формата А1 и 1 лист формата А0.

Ключевые слова: ДЕТАЛЬ, ЗАГОТОВКА, ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ НАЛАДКА, РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, ПРОМЫШЛЕННЫЙ РОБОТ, УПРАВЛЯЮЩАЯ ПРОГРАММА, РЕЖУЩИЙ ИНСТРУМЕНТ, СТАНОК, РТК.

Объектом разработки являются Водило -01, Водило -02, Водило -03

В курсовом проекте разработан технологический процесс обработки детали «Водило», выбрано необходимое оборудование, составлена управляющая программа механической обработки детали на станке с ЧПУ. Также был выбран промышленный робот и составлена циклограмма работы РТК.

ПГУ 1.4-02.15.04.05. М101 ПЗ

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата			
Разраб	Севостьянова	С.И.	15.04.05		Размерная настройка автоматизированного оборудования, обеспечение надежности его работы и определение конкурирующих вариантов очередности запуска партий обрабатываемых деталей.	Литер.	Лист
Провер	Скрябин	С.И.				К	Р
И. контр.	Скрябин				ПГУ, каф. «ТОМ», зр. 233ММм1	3	27
Экз.	Зверовичков						

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1 Технологический процесс	6
2 Выбор оборудования и инструмента для автоматизированной обработки изделия	7
3 Определение режимов резания	12
3.1 Определение конкурирующих вариантов, очередности запуска партий деталей	14
3.2 Обеспечение информационных связей автоматических производственных процессов	15
4 Обеспечение надежности работы технологического оборудования	18
4.1 Определение вероятности отказов оборудования	18
4.2 Пути повышения надежности и эффективности работы технологического оборудования	18
5 Составление управляющей программы	20
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	26
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	27

Имя	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПГУ 14-02.15.04.05. М101 ПЗ

Лист

4

ВВЕДЕНИЕ

Автоматизация машиностроительного производства – это процесс, когда контроль, управление и регулирование производственного процесса выполняется не человеком, а автоматическими устройствами.

Она развивается в направлении создания иерархических (с определенными степенями подчинения) систем автоматизированного проектирования и управления. Эти системы оснащают средствами вычислительной техники на всех уровнях (степенях) с обеспечением обмена информацией между ними.

Технологической основой автоматизации машиностроительного производства является унификация технологических процессов. В результате это приводит к увеличению эффективности производства, улучшению качества выпускаемой продукции, а также к разработке и внедрению новых образцов промышленной продукции.

Целью настоящей курсовой работы является разработка управляющих программ гибких производственных систем в системе автоматизированного проектирования. В результате снизятся трудоемкость технологической подготовки производства деталей, уменьшится риск поломки инструмента и оборудования, увеличится производительность труда.

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата

ПГУ 1.4–02.15.04.05. М101 ПЗ

Лист

5

1 Технологический процесс

Обработка ведется за два установа.

Установ А: Заготовка зажимается за $\phi 180$, обрабатываются торцы, растачиваются размеры $\phi 160H8$, $\phi 146,25H9$, $\phi 141H9$.

Установ Б: Заготовка зажимается за внутренний диаметр $\phi 146,25H9$, обрабатывается торцы, растачиваются размеры $\phi 141H9$, $\phi 150H1$, точится канавка, точится наружная поверхность, сверлятся шесть отверстий.

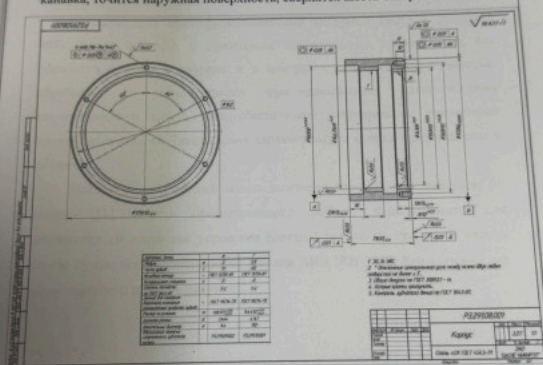


Рисунок 1 – Корпус

Дальнейшие расчеты будем выполнять для первого установа.

2 Выбор оборудования и инструмента для автоматизированной обработки изделия

Исходя из задания на курсовую работу и размеров заготовки, подлежащей токарной обработке, выберем необходимое оборудование и режущий инструмент.

Длина заготовки составляет $L=74$ мм, а ее диаметр $D=180$ мм. Выбираем токарно-револьверный станок *DOOSAN PUMA 2100M*.

Современный многофункциональный токарный центр с системой ЧПУ *Fanuc 0iT+MGi* с приводным инструментом предназначен для обработки деталей в патроне и в центрах с превосходной точностью обработки, с расширенными функциональными возможностями автоматического цикла, что обеспечивает значительное увеличение производительности. Технические характеристики станка представлены в таблице 1.

Исходя из наибольшей массы заготовки ($m=4,95$ кг), выбираем по данным [1] модель промышленного робота, используемого для автоматизации операции установки (снятия) детали на станок. В нашем случае будем использовать робот модели *ABB IRB 1410*. Его технические характеристики даны на рисунке 2.

						ПГУ 14-02.15.04.05. М101 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата			7

Таблица 1 - технические характеристики станка DOOSAN PUMA 2100M.

Общие характеристики		Двигатели	
Тип станка	Горизонтально-вертикальный	Номинальная мощность	16,5 кВт
Стандартный размер инструмента	6"	Возможности обработки	
Система ЧПУ	Taneco / Fanuc	Диаметр обрабатываемого отверстия	210 мм
Резольверная головка		Максимальный диаметр обработки над суппортами	850 мм
Число инструментальных осей	12 ос.	Максимальный диаметр обработки	400 мм
Измеритель инструмента для наружной обработки	25+25 мм	Максимальная длина обработки	520 мм
Диаметр расточной оправки	90 мм	Главный шпиндель	
Перемещения		Максимальная скорость шпинделя	4500 об/мин
По оси X	260 мм	Габариты	
По оси Z	530 мм	Транспортная длина	3700 мм
Максимальное перемещение по оси X	30 мм/мин	Транспортная ширина	1963 мм
Максимальное перемещение по оси Z	30 мм/мин	Транспортная высота	1900 мм
		Вес	4850 кг

					ПГУ 1.4—02.15.04.05. M101 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

Specification				
Robot version	Reach of 6th axis (m)	Handling capacity (kg)	Supply-mentary load on axis 3 (kg)	Supply-mentary load on axis 1 (kg)
IRB 1410	1.44	5	18	18
Number of axes	6			
Mounting	Floor			
Controller	IRC5 Single Cabinet/IRC5 Compact			
Integrated signal supply	32 signals on upper arm			
Integrated air supply	Max. 8 bar on upper arm			

Performance (according to ISO 9283)

IRB 1410	
Max. TCP Velocity	2.10 m/s
Continuous rotation of axis 6	
Position repeatability	0.02 mm

Technical information

Electrical Connections	
Supply voltage	200-600 V, 50/60 Hz
Rated power	4 kVA/7.5 kVA
transformer rating	with external axes

Physical	
Robot base	620 x 450 mm
Robot weight	225 kg

Environment

Ambient temperature for mechanical unit	
During operation	+5°C (41°F) to +45°C (113°F)
During transportation and storage	-25°C (-13°F) to +55°C (131°F)
During short periods (max. 24h)	up to +70°C (158°F)

Relative humidity	Max. 95 %
-------------------	-----------

Degree of protection	Class D (dry) for welding, machining etc.
----------------------	---

Noise level	Max. 70 dB (A)
-------------	----------------

Emission	EMC/EMI-shielded
----------	------------------

Clean room	Class 100 US Federal Standard 209e
------------	------------------------------------

Movement

Axis movement	Working range	Velocity 3-phase power supply	Velocity 1-phase power supply
Axis 1 rotation	+170° to -170°	120°/s	105°/s
Axis 2 arm	+70° to -70°	120°/s	105°/s
Axis 3 arm	+70° to -65°	120°/s	105°/s
Axis 4 rotation	+150° to -150°	280°/s	280°/s
Axis 5 bend	+115° to -115°	280°/s	280°/s
Axis 6 turn	+300° to -300°	280°/s	280°/s

Working range

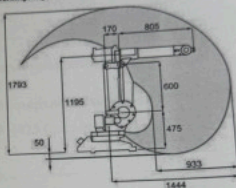


Рисунок 2 – технические характеристики робота модели ABB IRB 1410.

Используя чертеж детали, выберем режущий инструмент, который будем использовать в дальнейшем при разработке технологических наладок.

					Лист
					9
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	

ПГУ 1.4—02.15.04.05. M101 ПЗ

Для чернового точения поверхности заготовки будем использовать резец DCLNR 2525M 12 с пластиной DNMG 120408-PR 4325 (рисунок 3).

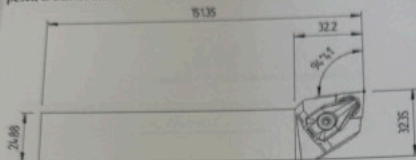


Рисунок 3 – Резец черновой проходной.

Для чернового точения внутренней поверхности выбираем резец A40T-SCLCR 12 с пластиной CCMT 120408-PR 4425 (рисунок 4).

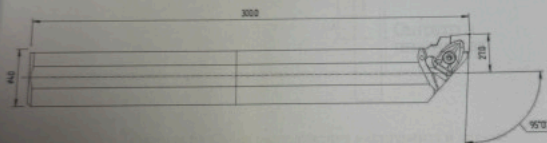


Рисунок 4 – Резец черновой расточной.

Для чистового точения внутренней поверхности выбираем резец A25TPDUNR11HP с пластиной DCMT 110402 – PF 4425 (рисунок 5).

ПГУ 1.4—02.15.04.05. М101 ПЗ

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата

Лист

10

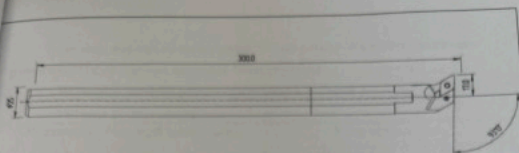


Рисунок 5 - Резец чистовой расточной.

Рассчитаем вылет каждого инструмента.

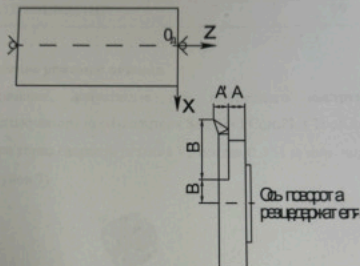


Рисунок 6 - Схема расположения инструмента и детали

Расстояние от центра оси поворота резцедержателя до режущей кромки проходного резца W_x находится по формуле

$$W_x = B' + B, \text{ мм}$$

где B' – длина резца, мм;

B – расстояние от центра резцедержателя до упора, мм.

Вылеты W_x расточных резцов определены их конструкцией. Вылеты расточных резцов W_z принимаем минимально возможными для предотвращения вибрации в процессе резания

					ПГУ 14–02.15.04.05. М101 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

Расчет силы резания произведем с помощью калькулятора Sandvick TiptCalc.

Для черновой операции растачивания мощность резания составила 3,36 кВт. Привод главного движения станка *DOSAN PUMA 2100M* обеспечивает мощность 18,5 кВт, из чего следует, что обработка на станке возможна.

3.1 Определение конкурирующих вариантов, очередности запуска партий деталей

При формировании УП ГПС с ЧПУ необходимо учитывать технологичность обрабатываемой детали, наличие технологических баз для возможности установки и закрепления детали. Также необходимо учесть время, за которое деталь будет обрабатываться на 1 станке и на линии в целом. Применение компьютерных технологий позволяет сократить время на ТПП.

В данной курсовой работе расчет времени производства опытным путем (Таблица 3).

Таблица 3 – Основное время обработки деталей на станках.
Время на обработку деталей, T , мин

Номер операции	Время на обработку деталей, T , мин		
	Корпус-01	Корпус-02	Корпус-03
Оп. 005	0,25	0,25	0,24
Оп. 010	2,34	2,10	2,05
Оп. 015	0,81	0,64	0,58
L_i	3,4	2,99	2,87

Исходя из полученных результатов, определяем время технологического пути от появления заготовки на технологической линии до выхода готовой детали с линии.

					Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	14
ПГУ 14-02.15.04.05. М101 ПЗ					

Для детали Корпус-01 время трех операций будет равно:

$$L_{11} = 0,25 + 2,34 + 0,81 = 3,4 \text{ мин.}$$

Для детали Корпус-02 время трех операций будет равно:

$$L_{12} = 0,25 + 2,10 + 0,64 = 2,99 \text{ мин.}$$

Для детали Корпус-03 время трех операций будет равно: $L_{13} = 0,24 + 2,05 + 0,58 = 2,87 \text{ мин.}$

В результате получаем такую очередность запуска:

1. Корпус-03;
2. Корпус-02;
3. Корпус-01.

3.2 Обеспечение информационных связей автоматических производственных процессов

Под интегрировано-информационной системой понимается система, состоящая из 3-х основных компонентов: АСТПП, система оперативного планирования и управления и автоматизированная система управления технологическим процессом.

По информационным потокам автоматизированной системы подразделяется на 4 уровня:

1-гибкий производственный модуль (ГПМ) или РТК (частный случай ГПМ) единица технологического оборудования с устройством программного управления и средства автоматизации технологического процесса (наконителами, спутниками, устройствами загрузки и выгрузки, замена технологического оборудования, удаления отходов, контроля и т.д.). Все эти элементы работают во взаимной связи параллельным, последовательным и параллельно-последовательным путем обмена потоками информацией, которые представляют собой электрические сигналы, подаваемые генераторами импульсов.

							Лист
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	ПГУ 14-02.15.04.05. М101 ПЗ		
							15

2-гибкий автоматизированный участок (ГАОУ), гибкая автоматизированная линия (ГАОЛ), совокупность ГАП, объединенных системами и функционирующих по технологическому маршруту, в котором предусмотрено или не предусмотрено возможность изменения последовательного использования технологического оборудования. Здесь имеется более сложная информационная система между ГАОУ и ГАОЛ.

3-гибкий автоматизированный цех (ГАОЦ) совокупность ГАОУ и ГАОЛ, предназначенный для изготовления изделий.

4-гибкий автоматизированный завод (ГАОЗ) совокупность ГАОЦ, предназначенный для выпуска готовых изделий в соответствии с планом основного производства.

Наиболее понятна схема обмена информацией между отдельными элементами оборудования проста на наиболее простых элементах ГПС (ГПАМ и РТК).

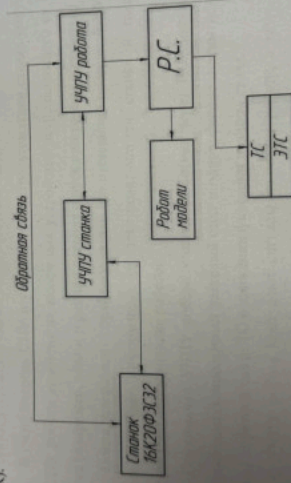


Рисунок 10 - Схема обмена информацией между отдельными элементами оборудования

Станок, входящий в РТК, обеспечивает следующие функции:
- автоматический зажим и открепление детали на станке;

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ПГУ 1,4-02.15.04.05. М101 ПЗ				
					16				

- точное и надежное базирование детали в установленном

приспособлении станка;

- автоматизированная смена инструмента внутри цикла обработки;
- обмен информацией системой управлением промышленного

робота;

- возможность автоматизации перемещения ограждения.

В станке предусматривается возможность безопасного для обслуживающего персонала и беспрепятственного проникновения руки робота в рабочую зону станка в процессе его загрузки-выгрузки. Достижения руки в рабочую зону обеспечивается либо с рабочей стороны станка, либо сверху. Система ПУ (СПУ) и электрооборудования станка обеспечивает выдачу в СПУ робота информацию о вызове на разгрузку или погоняние детали в процессе обработки и положение рабочих элементов станка (пиноли, патрона, ограждения, устройства смены инструментов и т.д.).

В свою очередь СПУ и устройство электроавтоматики станка получают от СПУ робота команды на включения устройства управляющего от СПУ станка (например, зажим и разжим патрона и пуск программы обработки).

После завершения обработки детали (по окончании программы) УЧПУ робота получает информацию от электроавтоматики станка и получает информацию обслуживания роботом.

По команде УЧПУ робота усиленный сигнал через Р.С. получает на электроавтоматизированный тактовый стол и одновременно с этим подаются сигналы обратной связи ТС о движении фиксации позиции стола.

С УЧПУ робота поступают сигналы на захват робота, а затем робот устанавливается в нулевое положение и подает сигнал станку на открытие заграждения.

							Лист
							17
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	ПГУ 14-02.15.04.05. М101 ПЗ		

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. «Обработка металлов резанием». Справочник технолога. Под общей редакцией А.А. Панова. - М.: «Машиностроение», 1988. - 736с.: ил.
2. «Металлорежущий инструмент KORLOY». Каталог фирмы Korloy для токарной обработки 2014-2015.
3. Справочник технолога машиностроителя. В 2-х т./Под ред. А.Г. Косенковой и Р. К. Мещерякова. - М.: «Машиностроение», 1985. - 656с., ил.
4. «Допуски и посадки». Справочник в 2-х частях./ В.Д. Мятков, М.А. Палей и др. - 6-е изд., перераб. и доп. -Л.: «Машиностроение» 1982. - Ч. 1. - 543 с., ил.
5. Обработка металлов резанием. Справочник технолога. Под общей редакцией А.А. Панова. - М.: «Машиностроение», 1988. - 736 с.; ил.
6. Промышленные роботы. Справочник в 2-х частях/ В.Д. Мятков, В.А. Палей и др. - 6-е изд., перераб. и доп. - Л.: «Машиностроение» 1982. - Ч.1. - 543 с., ил.
7. Сосонин В.Л., Мартинов Г.М. Методика программирования станков с ЧПУ на наиболее полном полигоне вспомогательных G-функций. Методическое пособие. - 101 с., ил.
8. Шестопал Ю.Т., Белашов А.С., Мартынов А.Н., Сухарев О.Н. Руководство к решению задач по технологии машиностроения. Расчеты точности механической обработки. - Пенза: Издательство ППИ. 1974. - 56с.

					Лист
Итого	Лист	№ докум	Подпись	Дата	26
ПГУ 14-02.15.04.05. М101 ПЗ					

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Произведены расчеты времени обработки деталей опытным путем для технологической операции. Выполнен выбор качественного режущего инструмента и металлообрабатывающего станка.

Разработаны технологическая наладка обработки детали, с изображением заготовок и размерной настройки инструментов на станке и рассчитана циклограмма работы РТК.

					Лист
					27
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	ПГУ 14-02.15.04.05. М101 ПЗ

[illegible]Konvention

Формат	А4
--------	----