

1.ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ РАЗДЕЛ

1.1 НАЗНАЧЕНИЕ И КОНСТРУКЦИЯ ОБРАБАТЫВАЕМОЙ ДЕТАЛИ.

Деталь «Вал 41-518» вал применяется для передачи крутящего момента. По конструкции деталь представляет собой тело вращения, имеет шлицевые пазы на валу: 1. D-10×38h12×45h8×5d10 и 2. d-8×42e8×48a11×8e9. Основными поверхностями детали являются рабочие поверхности. Такими поверхностями являются Ø35g6 и Ø45g6, предназначенные для установки на них подшипников. Имеется резьбовая поверхность M27x1,5, а также шпоночный паз шириной 6 мм открытый с одной стороны.

К поверхностям Ø35g6 и Ø45g6 предъявляются следующие технические требования: допуск круглости 0,004 мм; допуск профиля продольного сечения 0,004 мм. К внутреннему диаметру шлицевой поверхности предъявляется допуск радиального биения 0,03 мм.

Деталь вал изготавливается из стали 45X. Химический состав и механические свойства материала представлены в таблицах 1.1 и 1.2
Таблица 1.1 – Химический состав стали 45X ГОСТ 4543-71

Марганец (Mn)	0.5-0.8
Медь (Cu), не более	0.3
Никель (Ni), не более	0.3
Сера (S), не более	0.035
Углерод (C)	0.41-0.49
Фосфор (P), не более	0.035
Хром (Cr)	0.80-1.1

Таблица 1.2 – Механические свойства стали 45X ГОСТ 4543-71

Временное сопротивление σ_b , МПа	Относительное удлинение σ_s , %	Ударная вязкость КСИ, Дж/м ²	Твердость НВ
980	9	49	229

1.2 АНАЛИЗ ДЕТАЛИ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ОБРАБОТКИ ЕЁ НА АВТОМАТИЧЕСКОМ ОБОРУДОВАНИИ.

Деталь вал является телом вращения и имеет простую геометрическую диаметрально форму, четкие технологические базы и может быть автоматизирована для передачи на оборудование и механической обработке на станках. Для зачистки заусенцев применяем электрохимический станок.

Для исследования детали или изделий в целом характерные свойства дифференцированы на семь ступеней. Каждая ступень качественно характеризует определенную совокупность свойств:

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		Лист

В результате анализа детали были получены следующие данные (в баллах):

- | | |
|---|----------|
| 1 Ассиметрия наружной конфигурации, металлическая | 0000000; |
| 2 Несцепляемая | 000000; |
| 3 Стержневая, ферромагнитная | 10000; |
| 4 Круглая прямая | 2000; |
| 5 Одна ось вращения | 200; |
| 6 Центральное отверстие отсутствует | 10; |
| 7 Дополнительные: отверстие на торце, нецентральное | 4; |

Для определения степени пригодности, для автоматизации, воспользуемся Методическими указаниями к лабораторной работе по курсу "Автоматизация технологических процессов и производств", А.Н.Трусов,-, ГУ КузГТУ, Кемерово, 2007г (приложение 2)

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Схема оценки степени подготовленности изделия для автоматизированного производства

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Степень 1

Не требует ориентации	Асимметрия наружной конфигурации	Асимметрия центра тяжести	Асимметрия внутренней конфигурации	Асимметрия физических свойств	Асимметрия свойств поверхности
металлические 0000000	металлические 1000000	металлические 2000000	металлические 4000000	металлические 6000000	металлические 8000000
неметалличес. 1000000	неметалличес. 2000000	неметалличес. 3000000	неметалличес. 5000000	неметалличес. 7000000	неметалличес. 9000000

Степень 2

Несепляемые	Соплятаемые	Сепляемые механически	Сепляемые полем	Саморазбирающиеся	Сепляемые
000000	500000	600000	700000	800000	900000

Степень 3

Свойства формы не учитываются	Стержневые	Пластиначатые		Миниатюрные и микроминиатюрные	Единообразные
		Тонкие	Толстые		
00000	ферромагнитные 10000 неферромагнит. 20000	ферромагнитные 20000 неферромагнит. 30000	ферромагнитные 40000 неферромагнит. 50000	ферромагнитные 60000 неферромагнит. 70000	ферромагнитные 80000 неферромагнит. 90000

Степень 4

Свойства формы не учитываются		Круглые		Неруглые		С жесткими элементами		Непостоянная форма (размеры, количество)	
шаровые	0000								
прямые	1000	прямые 2000		прямые 3000		прямые 6000		прямые 8000	
изогнутые	1000	изогнутые 4000		изогнутые 5000		изогнутые 7000		изогнутые 9000	

Степень 5

Множество осей вращения	Одна ось вращения, односторонняя симметрия	Одна ось вращения	Три и более плоскостей симметрии	Две плоскости симметрии	Одна плоскость симметрии	Осевая симметрия	Асимметрия
000	100	200	400	500	600	700	900

Степень 6

Центральное отверстие отсутствует		Центральное отверстие сквозное		Центральное отверстие глухое	
шаровые	00				
плоские	10	плоские		плоские	
ступенчатые с симметричной формой концов	30	ступенчатые с симметричной формой концов		ступенчатые с симметричной формой концов	
ступенчатые с несимметрич. формой концов	60	ступенчатые с несимметрич. формой концов		ступенчатые с несимметрич. формой концов	

Степень 7

Дополнительные признаки отсутствуют	Паз или выступ на образующей	Паз или выступ на торце центральный	Отверстие на образующей поперечное	Паз, выступ, отверстие на торце не центральные	Отверстие в детали шаровой формы
0	сквозной	1 с двух сторон	2 сквозное	5 с двух сторон	6
	глухой	3 с одной стороны	4 глухое	7 с одной стороны	8
					9

Характеристика сложности автоматизации

Сумма баллов, $B_i (B_{cp})$	Категория сложности $K_i (K_{cp})$	Характеристика категории сложности
До 10	1	Наименьшая сложность автоматизации. Модернизация изделий не требуется. Известны аналоги технических решений
10-20	2	Автоматизация средней сложности. При отсутствии аналогов целесообразна экспериментальная проверка применяемых технических решений
20-25	3	Высокая сложность автоматизации. Необходимо экономическое обоснование оптимального уровня механизации и автоматизации
Свыше 25	4	Весьма высокая сложность автоматизации. Целесообразна только для исключения вредных условий труда, невозможности выполнения операций вручную, при комплексной автоматизации процесса

Сумма баллов равняется $0+0+1+2+2+1+8=14$, что по [2] таблице 2 соответствует детали достаточно простой формы по сложности автоматизации.

1.3 РАЗРАБОТКА ГРУППОВОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО МАРШРУТА ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ В АВТОМАТИЗИРОВАННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ.

Для получения максимальной эффективности технологического процесса необходимо создание гибкого производства для групповой обработки деталей, в основу которого положена быстрая переналаживаемость при переходе на производство партий новых деталей, количество наименований которых должно быть максимальным в перспективе. При разработке технологических маршрутных процессов групповой обработки деталей должны соблюдаться основные принципы:

- принцип завершенности;
- принцип малооперационной технологии;
- принцип «малолюдной» технологии;
- принцип «безотладочной» технологии;
- принцип активно-управляемой технологии;
- принцип оптимальности;
- принцип групповой технологии.

Принцип групповой технологии является определяющим, так как обеспечивает гибкость.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		Лист

При подборе группы деталей, состоящей из i наименований деталей, для обработки в гибком производстве, в основу положены технические характеристики, применяемого для этого оборудования. Исходя из принципа завершенности и малооперационной технологии выбираются гибкие обрабатывающие многооперационные центры (модули), которые, обеспечивали бы более полную обработку выбранной наиболее сложной «детали-представителя» группы, с максимальным количеством операций (переходов) и имели бы возможность обработки других переходов, которые имеются у других деталей группы и отсутствуют у «детали-представителя». Для этого составляем сводную таблицу переходов, присутствующих у «детали-представителя» группы с добавлением переходов, которые имеются у других деталей группы и отсутствуют у «детали-представителя». Затем производим разработку маршрутной технологии «детали представителя» и для других деталей с последующим нормированием процесса с целью определения времени такта их обработки. Время такта обработки других деталей группы определяют путем исключения у них отсутствующих переходов и нормирования времени обработки имеющихся подобных и дополнительных переходов.

За деталь представитель принимаем деталь №1. После этого составляем сводную таблицу переходов, присутствующих у «детали-представителя» группы и других деталей группы №2, №3 , №4.

Условно считается, что детали №2, №3 , №4 имеют те же операции, что и деталь №1, т.е. «лишние» операции деталей № 2–4 в расчетах не учитываются.

Деталь поступает на склад с зацентрированными и подрезанными торцами. Условно предполагается, что профиль заготовки, выполненной методом поперечной прокатки, повторяет профиль детали с припуском 2 мм на стороны и для получения чистовых размеров наружных поверхностей детали припуск снимается за два прохода.

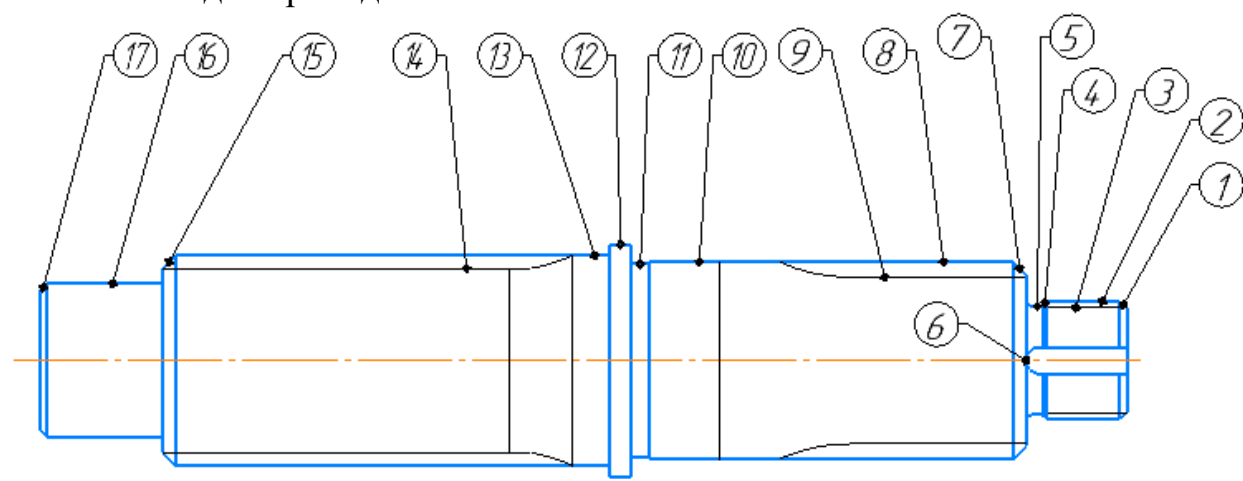


Рисунок 1.1-Чертеж детали

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1.4 НОРМИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА.

Расчёт штучно-калькуляционного времени $T_{шк}$

Расчёт штучно-калькуляционного времени по операциям обработки детали-представителя.

$$T_{шк} = \frac{T_{пз}}{n} + T_{шт}$$

Где: $T_{шт}$ – штучное время, мин;

$T_{пз}$ – подготовительно-заготовительное время, мин.

$$T_{шт} = T_o + T_v + T_{об} + T_{от} + T_{заг} + T_{выг}$$

где T_o – основное время обработки, мин;

T_v – вспомогательное время, мин;

$T_{об}$ – время обслуживания, мин;

$T_{от}$ – время отдыха, мин.(не нормируется).

$T_{заг}$ – время загрузки детали, мин;

$T_{выг}$ – время выгрузки детали, мин.

Расчет основного время T_o

$$T_o = \frac{L}{SF} \quad T_o = \frac{L}{SF},$$

где L – длина обрабатываемого участка, мм;

S – частота вращения шпинделя, об/мин;

F – подача, мм/об.

Если известна рекомендованная скорость резания V_p в м/мин, то частота вращения шпинделя определяется по формуле:

$$S = \frac{V_p \cdot 1000}{\pi \cdot D},$$

где D обрабатываемый диаметр вала, мм.

Производим расчёт поочерёдно по каждому участку детали. Исходим из того, что профиль заготовки повторяет профиль детали и припуск снимается за два прохода: черновой и чистовой.

Комплексная (многооперационная)

10.1 Токарная, Зажим за поверхность 13

Переход 1 Проход 1.1

Черновая обработка проход 1.1 в левом шпинделе. Зажать деталь за поверхность 13

Черновой проход 1.2

Черновое точение поверхности 2;8;12 по контуру

Резец проходной ГОСТ18880-73.

Материал режущей части сплав Т15К6.

Длина обработки профиля с учетом перебегов 5 мм

$$L_{1.1} = 90 + 23 + 5 = 117 \text{ мм.}$$

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Постоянная скорость резания выбирается по рекомендованным в справочнике $V_p=186$ м/мин [5]

Подача выбирается исходя из заданной скорости резания $F=0,54$ мм/об

Глубина резания $t=3$ мм

$S=(186 \cdot 1000)/(3,14 \cdot 47)=1117,6$ об/мин

$T_o=117 / (1117,6 \cdot 0,54)=0,72$ мин

$F=0,3$ мм/об

Проход 1.2

Чистовая обработка проход 1.2 в левом шпинделе. Зажать деталь за поверхность 13

Чистовой проход 1.2

Чистовое точение поверхности по контуру с образованием фасок $3 \times 45^\circ$

Резец проходной ГОСТ 26611-85

Материал режущей части сплав Т15К6.

Длина обработки профиля с учетом перебегов не более 10 мм

$L_{1.2}=90+23+10=123$ мм.

$V_p=212$ м/мин

$F=0,25$ мм/об,

$t=0,5$ мм

$S=(212 \cdot 1000)/(3,14 \cdot 45)=1436$ об/мин

$T_o=123 / (1436 \cdot 0,25)=0,34$ мин

10.1 Токарная

Переход 2 Проход 1

Точить канавку, поверхность 11

Резец канавочный, фасонный

Материал режущей части сплав Т15К6

Длина перебега резца при врезании и выходе до 2 мм

$L=4+2,5=6,5$ мм.

$V_p=209$ м/мин

$F=0,14$ мм/об,

$S=(209 \cdot 1000)/(3,14 \cdot 45)=1255$ об/мин

$T_o=6,5 / (1255 \cdot 0,14)=0,08$ мин

10.2 Резьбонарезная

Переход 3 Число проходов 4

Нарезание резьбы М27х1,5, поверхность 3

Резец прорезной ГОСТ 18874-73

Материал режущей части сплав Т15К6

Длина резания с учетом перебегов $L=23 \cdot 4=92$ мм.

Число проходов два: чистовой и черновой

$T_o=92 \cdot 2 / (600 \cdot 2,0)=0,038$ мин

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		Лист

10.4 Фрезерная

Переход 4 Проход 1

Фрезерование паза 6Н14 глубиной 3 мм, поверхность 6

Фреза пальцевая $\phi 6$ ГОСТ 18372-73

Материал режущей части сплав Р6М5

Длина резания с учетом перебегов равна $L=23$ мм

Число проходов 1

$F=0,4$ мм/об

$S=800$ об/мин

$T_o = 23 / (800 * 0,4) = 0,07$ мин

10.2 Шлицефрезерная

Переход 5 Проход 1

Фрезерование шлицев методом обката, поверхность 9.

Фреза червячная $\phi 80$ мм. ГОСТ 3964-69

Материал режущей части сталь Р9

Длина обработки профиля с учетом перебегов 40 мм, будет равна

$L=(36+40)=76$ мм

$F=1$ мм/об

$S=233$ об/мин

Количество шлицов $z=10$

$T_o = 76 / (233 * 1) = 0,32$ мин

Перехват детали в правый шпиндель. $T_{пд}=0,8$ мин

Зажим по поверхности 10.

10.1 Токарная

Переход 6 Проход 1

Черновое точение поверхности

Резец проходной ГОСТ 18880-73.

Материал режущей части сплав Т15К6.

Длина резания равна $L=23$ мм,

Длина обработки профиля с учетом перебегов 5 мм, будет равна

$L=28$ мм

$V_p=186$ м/мин

$F=0,54$ мм/об

$t=3$ мм

$S=(186 \cdot 1000) / (3,14 \cdot 45) = 1316,3$ об/мин

$T_o = 28 / (1316,3 * 0,54) = 0,04$ мин

10.1 Токарная

Переход 7 Проход 2

Чистовое точение поверхности 2 с образованием фаски $1,6 \times 45^\circ$

Резец проходной ГОСТ 26611-85

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		Лист

Материал режущей части сплав Т15К6.

Длина резания равна $L=23$ мм,

Длина перебега резца при врезании и выходе не более 10 мм

$$L = 23+10=33 \text{ мм}$$

$$V_p=212 \text{ м/мин}$$

$$F=0,25 \text{ мм/об}$$

$$t=1 \text{ мм}$$

$$S=(212 \cdot 1000)/(3,14 \cdot 47)= 1436 \text{ об/мин}$$

$$T_o= 33 / (1436 * 0,25)= 0,1 \text{ мин}$$

10.1 Токарная

Переход 8 Проход 1

Точение канавки, поверхность 5

Резец прорезной ГОСТ 18874-73

Материал режущей части сплав Т15К6

Длина резания равна $L=2$ мм,

Длина перебега резца при врезании и выходе до 2 мм.

$$L = 2+4=6 \text{ мм}$$

$$V_p=167 \text{ м/мин}$$

$$F=0,14 \text{ мм/об}$$

$$S=(167 \cdot 1000)/(3,14 \cdot 24,75)= 1968,8 \text{ об/мин}$$

$$T_o= 6 / (1968,8 * 0,14)= 0,02 \text{ мин}$$

10.2 Шлицефрезерная

Переход 9 Проход 1

Фрезерование шлицев методом копирования, поверхность 9.

Фреза ГОСТ 3964-69

Материал режущей части сталь Р9

Длина обработки профиля с учетом перебега 10 мм, будет равна

$$L=(55+10) \cdot 10=650 \text{ мм}$$

$$F= 1 \text{ мм/об}$$

$$S= 233 \text{ об/мин}$$

Количество шлицов $z=10$

$$T_o= 650 / (233 * 1)= 2.79 \text{ мин}$$

Перехват детали в правый шпиндель. $T_{пд}=0,8$ мин

Зажим по поверхности 10.

10.1 Токарная

Переход 10 Проход 1

Черновое точение поверхностей: 12 в размер 5, 13 в размер 102

Резец проходной ГОСТ 18880-73.

Материал режущей части сплав Т15К6.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		Лист

Длина резания равна $L=5+102=107$ мм,
 Длина перебегов резца при врезании и выходе 5 мм
 $L = 112$ мм
 $V_p=186$ м/мин
 $F=0,6$ мм/об
 $t=3$ мм
 $S=(186 \cdot 1000)/(3,14 \cdot 53)= 1117,65$ об/мин
 $T_o= 112 / (1117,65 * 0,6)= 0,16$ мин

10.1 Токарная

Переход 11 Проход 1.2

Чистовая обработка проход 1.2 в правом шпинделе.

Черновое точение поверхностей: 12 в размер 5, 13 в размер 102

Резец проходной ГОСТ 26611-85

Материал режущей части сплав Т15К6.

Длина резания равна $L=5+102=107$ мм,

Длина перебегов резца при врезании и выходе не более 10 мм

$L = 5+102+10=117$ мм

$V_p=200$ м/мин

$F=0,09$ мм/об

$t=0,5$ мм

$S=(200 \cdot 1000)/(3,14 \cdot 45)= 1414,7$ об/мин

$T_o= 117 / (1414,7 * 0,09)= 0,86$ мин

10.6 Шлицефрезерная

Переход 12 Проход 1

Фрезерование шлицев методом обката, поверхность 14

Фреза червячная $\phi 80$ ГОСТ 3964-69

Материал режущей части сталь М6Р5

Длина резания с учетом перебегов

$L=(85+40) \cdot 1=$ мм

$F= 1$ мм/об

$S= 233$ об/мин

$T_o= 760 / (233 * 1)= 3,64$ мин

$$T_o = 0,72 + 0,34 + 0,08 + 0,04 + 0,1 + 0,02 + 2,79 + 0,038 + 0,07 + 0,16 + 0,86 + 0,046 + 0,04 + 3,64 = 8,94 \text{ мин}$$

Расчет вспомогательного время T_v в комплексной операции 010

Впроцессе обработки были использованы следующие инструменты:

Смена инструмента происходила 10 раз.

1. Резец токарный левый проходной черновой - 1раз.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		Лист

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$T_{го} = [(\sum_1 T_{шкij} \cdot (n_i - 1) \cdot m_i) + (T_{цдi} \cdot m) + T_{шкi} \cdot (n_{пи} - 1) \cdot m)] / 60$$

$$T_{го} = [(13 \cdot (250 - 1) \cdot 12) + (23,48 \cdot 12) + 13 \cdot (8 - 1) \cdot 12] / 60 = 670,3 \text{ часов}$$

Таким образом определяется Тшк для последующих операций

Таблица 1.4. Нормирование технологического процесса

Расчётное число оборудования определяется как отношение времени обработки детали на станке к минимальному времени обработки на линии.

$$N_i = T_{годi} / Q_{гоi}$$

Годовой эффективный фонд рабочего времени Qго ГПО равен:

$$Q_{го} = F_{гсм} \cdot K_{см} \cdot K_z, \text{ где}$$

Fгсм - годовой фонд рабочего времени при работе в одну смену, может приниматься в среднем равным 2050 часов;

Kсм - количество рабочих смен, устанавливается в соответствии с техническим заданием на проектирование;

Kз - плановый коэффициент загрузки оборудования ГПО, принимается равным 0,85-0,90.

$$Q_{гоi} = 2050 \cdot 2 \cdot 0,9 = 4556 \text{ часов}$$

Таблица 1.4 Сводные параметры группы деталей

Деталь		Наименование операции				
№ детали	Параметры	010 Токарная комплексная	020 Круглошлифовальная	030 Шлицешлифовальная	040 Моечная	T _{цд}
1	T _{шк}	13	14,49	5,43	1,21	38,26
	τ	13	14,49	5,43	1,21	
	T _{пз}	0,31	0,17	0,16	0,06	
	N _о	1	1	1	1	
	T _{шт}	13	14,32	5,27	1,15	
	n	250				
	m	12				
2	T _{шк}	36	16	32	0,1	84,1
	τ	36	16	32	0,1	
	N _о	1	1	1	1	
	n	260				
	m	12				
3	T _{шк}	35	15	16	0,1	66,1
	τ	35	15	16	0,1	
	N _о	1	1	1	1	
	n	250				
	m	12				
4	T _{шк}	32	17	14	0,1	63,1
	τ	32	17	14	0,1	
						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

	N_o	1	1	1	1	
	n	260				
	m	12				

1.5 СОСТАВЛЕНИЕ ЦИКЛОГРАММЫ РАБОТЫ РТК ПРИ ЗАГРУЗКЕ-ВЫГРУЗКЕ ДЕТАЛИ ПО ОДНОМУ ИЗ СТАНКОВ ИЛИ С АВТОМАТИЗИРОВАННОГО СКЛАДА ЗАГОТОВОК И ГОТОВЫХ ДЕТАЛЕЙ

Исходное положение оборудования и его механизмов.

Станка: в патроне станка зажата деталь, ограждение закрыто, шпиндель вращается, деталь обрабатывается, ограждение закрыто. Промышленный робот (ПР) с двойным схватом: во время обработки детали захватил с поддона заготовку и переместился в позицию ожидания.

Схват робота зажат, ось заготовки в схвате параллельна оси шпинделя.

Дальнейшие движения механизмов станка и робота происходят в соответствии с циклограммой (табл. 1.4). Времена перемещения в циклограмме приведены приблизительно и рассчитываются в соответствии исходя из технических характеристик ПР.

Таблица 1.5 – Циклограмма РТК

Оборудование	Движение (операция)	Время загрузки Т _{заг.} сек												Время выгрузки Т _{выг.} сек						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7
СТ	Остановка вращения шпинделя	3с																		
СТ	Открытие двери			2с																
ПР	Перемещение заготовки на линию центров станка					3с														
ПР	Захват детали								1с											
СТ	Разжим детали									1с										
ПР	Поворот руки, зажим заготовки											2с								
ПР	Разжим руки												1с							

Чтобы производственная годовая программа была выполнена, необходимо чтобы было выполнено условие:

$$T_{\Gamma} \leq \Phi_{\Gamma} - \text{условие выполняется}$$

Действительный годовой коэффициент загрузки при обработке группы деталей будет равен:

$$K_{згг} = T_{\Gamma} / \Phi_{\Gamma}$$

Годовое операционное $T_{год}$ время, час, необходимое для изготовления детали, i - того наименования на j - той операции, будут равно:

$$T_{год} = \tau_{сj} \cdot P_{gi} / 60$$

Годовое операционное $T_{год}$ время, час. необходимое для изготовления группы деталей, состоящей из i наименований на j - той операции, будут равно:

$$T_{гог} = \sum \tau_{сij} \cdot P_{gi} / 60$$

Действительный коэффициент загрузки $K_{зго}$ при обработке группы деталей на j - той операции будет равен:

$$K_{зго} = T_{го} / \Phi_{\Gamma}$$

Таблица 1.6 Диаграмма загрузки ГПО

НОМЕР ОПЕРАЦИИ	ПАРАМЕТРЫ	длительность годового цикла изготовления группы деталей				
		деталь 1	деталь 2	деталь 3	деталь 4	итого
Σ	Φ_{Γ} , час	4556	4556	4556	4556	4556
	T_{Γ} , час	670,3	832,00	884,00	416,00	2802
	$K_{згг}$	0.19	0,18	0,194	0,09	0,654
10	$T_{год}$, час	670,3	936	875	832	3313
	$T_{гог}$, час	68.656	832	884	416	2531
	$K_{зго}$	0.8	0,23	0,24	0,11	0,69
20	$T_{год}$, час	624.5	832	750	884	3090
	$T_{гог}$, час	57.96	260	208	156	781
	$K_{зго}$	0.07	0,07	0,06	0,04	0,21
30	$T_{год}$, час	271.5	1664	800	728	1920
	$T_{гог}$, час	21.72	442	416	390	1920
	$K_{зго}$	0.08	0,12	0,11	0,11	0,52
40	$T_{год}$, час	60	5	5	5	45
	$T_{гог}$, час	29	5	5	5	45
	$K_{зго}$	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01

1.7 ВЫБОР ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ.

Для обработки деталей используется токарный станок с ЧПУ модели САТ630С15Ф4. На этом станке выполняются все токарные, сверлильные и фрезерные операции.

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Многоцелевой станок, позволяющий, кроме токарной обработки деталей сложной конфигурации типа валов и фланцев из чёрных и цветных металлов, из высоколегированных сталей, а также термообработанных, осуществлять обработку гладких и резьбовых отверстий (торцовых невысоких и радиальных), фрезерование радиальных и торцовых прямолинейных пазов, радиальные лыски, радиальные и торцовые фасонные пазы.

Револьверная головка 12-позиционная, с горизонтальной осью, для токарного и приводного инструмента обеспечивает быструю двухстороннюю индексацию выбора.

Наибольший диаметр обрабатываемого изделия, мм: над станиной над суппортом	720 560
Расстояние между центрами, мм	1000, 1500, 2500
Макс. перемещение суппорта, мм: по оси «X» по оси «Z» по оси «Y»	400 1100, 1600, 2600 ±55
Макс. перемещение нижнего суппорта, мм: по оси X2 по оси Z2	165 260, 760, 1760
Диаметр отверстия в шпинделе, мм	102
Пределы частот вращения шпинделя, переключаемых автоматически, об/мин	35...875 140...2800
Мощность главного привода/30 мин., кВт	30/37
Максимальный крутящий момент на шпинделе, Н·м	1424/1756
Дискретность задания перемещения, мкм:	1
Скорость рабочих подач суппорта: по оси «X», мм/мин по оси «Z», мм/мин по оси «С» шпинделя, об/мин	1...6000 1...6000 0,1...10
Скорость быстрых перемещений суппорта, мм/мин: по оси «X» по оси «Z»	15000 20000
Максимальное тяговое усилие, кгс: по оси «X» по оси «Z»	1357 1357
Задняя бабка: максимальное усилие зажима пинолью, кгс ход пиноли, мм диаметр пиноли, мм конус в отверстии пиноли	1000 100 115 MT-5

управление пинолью	гидравлич.
Револьверная головка: количество инструментов диаметр цилиндрического хвостовика, мм размеры гнезда для инструмента, мм мощность привода вращающего инструмента, кВт максимальный крутящий момент, Н·м скорость вращения инструмента, об/мин	12 50 32x32 6,2 55 до 5000
Ось «С»: пределы частот вращения шпинделя, об/мин крутящий момент, кг·м мощность, кВт	0...17 3000 1,6
Противошпиндель диаметр отверстия, мм пределы частот вращения, об/мин максимальное перемещение по оси Z2, мм	102 35...2800 850,1350
Масса станка, кг	10500,11500,13000
Габаритные размеры, мм длина ширина высота	4920,5420,6420 2060 2180

Для шлифования деталей используются шлифовальные центры. Станки MMS сконструированы методом модульной системы портального типа как для глубинного шлифования с высокой производительностью, так и для точной обработки методом маятникового плоско- и профильного шлифования. Все три перемещения осей (X, Y, Z) осуществляются столом. Станок полностью закрыт перемещаемыми кожухами. Рабочая зона может загружаться и разгружаться как вручную, так и автоматически.

Существенное преимущество станка, по сравнению с обычными, состоит в том, что он занимает мало места и имеет возможность загрузки со всех сторон. Таким образом, идеально возможно объединение станков в различные линии, состоящие из нескольких станков.

Таблица 1.8 – Технические характеристики шлифовального центра

Диапазон шлифования (LxB)	500x250
X – ось продольное перемещение стола, макс. мм скорость подачи, мм/мин	500 10...20000
Y – ось вертик. перемещ. шлифовальной головки, мм скорость подачи, мм/мин	250 1...10000
Z – ось поперечное перемещение суппорта, мм скорость подачи, мм/мин	200 1...10000
Привод шлифовального шпинделя, горизонтальный, кВт	20/50/75
Число оборотов шпинделя, мин ⁻¹	макс. 6000/8000
Окружная скорость шлифовального круга, м/с	макс. 63
Размеры шлифовального круга Dxbxd, мм	400x180x127/500x180x203

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 1.9 – Технические характеристики моечной машины АП-50

1.8 ВЫБОР СИСТЕМ ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ, СКЛАДИРОВАНИЯ, ДОСТАВКИ ЗАГОТОВОК, ДЕТАЛЕЙ, ИНСТРУМЕНТА К МЕСТАМ ОБРАБОТКИ И НА СКЛАД, А ТАКЖЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ.

Автоматизированная транспортно-складская система (АТСС) является важным элементом ГПО, выполняющим роль основного организующего и связующего звена. АТСС - это система взаимосвязанных транспортных и складских устройств для укладки, хранения, временного накопления, разгрузки и доставки заготовок, готовых деталей, технологической оснастки и инструмента. При выборе и обосновании АТСС предварительно необходимо

решить вопрос о способе транспортирования изделий - поштучно либо на поддонах (кассетах). Выбор способа транспортирования зависит от такта обработки детали и ее конструктивных параметров: «корпусная» или типа «тела вращения», а также устройств загрузки в рабочую зону модуля и выгрузки из нее. В качестве средств доставки предметов обработки к пристаночным накопителям в АТСС могут быть использованы рельсовые и индуктивные безрельсовые транспортные тележки. Для перегрузки в рабочую зону станка - напольные стационарные и подвижные технологические промышленные роботы (ПР), подвесные монорельсовые и порталные ПР.

Для того, чтобы хранить накопившиеся детали на поддонах необходимо спроектировать складской участок. На практике в основном задаются стандартными размерами паллет и их количеством для того, чтобы изготовить необходимый склад. Расчёт необходимого количества паллет и ячеек производится исходя из 2-х суточной производительности.

$$P_{\text{сут}} = \frac{\sum P_i}{n_p},$$

где $P_{\text{сут}}$ – суточная программа выпуска;

P_i – годовая программа выпуска i -ой детали;

n_p – количество рабочих дней в году.

$$P_{\text{сут}} = \frac{3000 \cdot 4}{253} = 47 \text{ шт.}$$

Далее рассчитывается необходимое количество паллет, которое будет равно количеству ячеек:

$$N_{\text{п}} = \frac{P_{\text{сут}} \cdot 2}{4},$$

где 2 – двухсменная суточная зона;

4 – критическое количество деталей на паллете.

$$N_{\text{п}} = \frac{47 \cdot 2}{4} = 24 \text{ шт.}$$

Для хранения готовых деталей после изготовления, необходимо увеличить количество паллет в 2 раза, т.е. 48 паллет. Принимается складской участок размерами 1400x1800 мм. Паллеты располагаются 5x5, т. е. 5 паллеты в основании и 5 сверху.

Для транспортирования деталей от одной операции к другой используются индуктивные безрельсовые транспортные тележки.

Межоперационные транспортные средства предназначены для подачи заготовок со складов и автоматической транспортировки их к заданному рабочему месту, загрузки рабочих мест необходимыми заготовками, разгрузки рабочего места и транспортировки изделий на следующее рабочее место или склад, планирования оптимальных маршрутов, обслуживания рабочих мест по заданному критерию качества и транспортировки технологических отходов.

Изделия могут транспортироваться на приспособлениях-спутниках, в кассетах, в специальной таре или без них.

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Транспортирование на спутниках применяется в основном для корпусных деталей, реже — для деталей типа тел вращения. Валы перемещаются по лоткам или на поддонах.

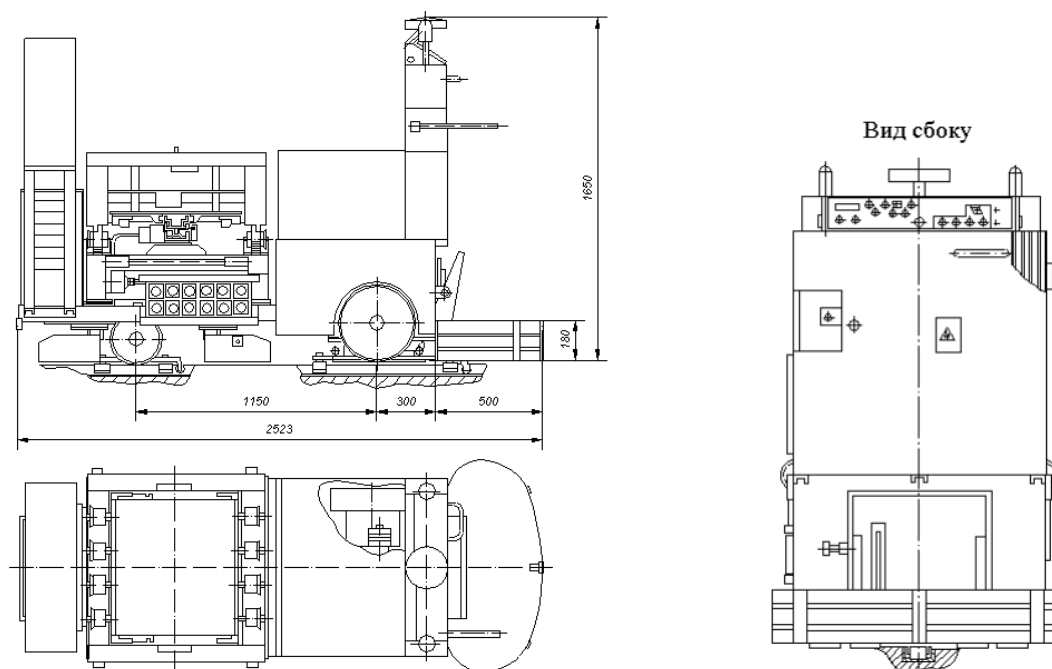


Рисунок 1.3 - Общий вид тележки

Таблица 1.10 – Техническая характеристика межоперационного транспортного средства

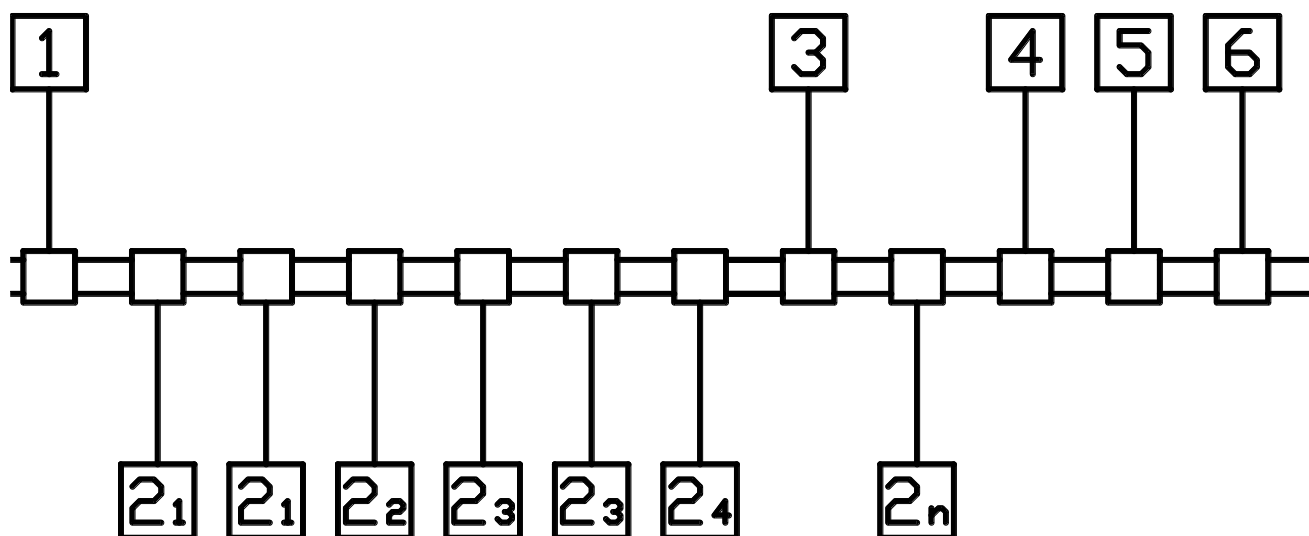
Максимально возможные габаритные размеры стола-спутника (поддона), мм:	
длина, ширина, высота	870,545,213
Габаритные размеры тары, мм	800x500x478
Грузоподъёмность тары, кг	250...500
Количество адресов позиций	48
Мощность, кВт:	
главного привода	1,35
привода гидростанций	0,5
Скорость движения, м/мин	
рабочая	30
установочная	2

1.9 СТРУКТУРНАЯ СХЕМА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ ГПО

Управление островом и транспортом, а также управление централизованной системой снабжения инструментами и контроля за качеством осуществляются автономными, функциональными блоками

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

управления, которые, с одной стороны, подключены непосредственно к цифровым управлениям станками с помощью ЭВМ, а также поддерживают коммуникацию между собой.



1.- Центральная ЭВМ. 2 - УЧПУ модулей. 3;7 - ЭВМ - управления островами. 4;8 - ЭВМ управления транспортной системой. 5 - ЭВМ управления заданиями (нарядами). 6 - ЭВМ управления снабжением инструментами. 9 - ЭВМ контроля за качеством.

Рисунок 1.4 - Сеть LAN для управления ГПО

Таким образом, управление ГПО (3,7), управление транспортировкой инструмента внутри ГПО (6), вышестоящее управление снабжением инструментами (1) и управление потоками материалов (5), а также управление процессом контроля за качеством (9) представляют собой самостоятельные узлы управления, которые непосредственно с подключенными CNC (2), а также между собой могут осуществлять связь через системную шину (LAN). Центральная ЭВМ (1) выполняет задачу вышестоящего контроля и координации, например, управляет производственными заданиями (нарядами), программами ЧПУ, рабочими планами, а также управляет подсистемами, планированием сроков и мощностей, и центральной обработкой эксплуатационных параметров. Такого рода сеть связанных между собой ЭВМ благодаря своей открытой структуре делает возможным индивидуальное согласование с различными видами потребности, а также все вышестоящие задачи организации и управления. Соединение всех относящихся к ГПО вышестоящих компонентов ЭВМ и управлений через общую шину системы имеет значительные преимущества по сравнению со структурой шины ГПО и потому должно применяться во всех тех случаях, когда это позволяет имеющаяся плотность передачи данных. Все эти положения при известных условиях можно усовершенствовать за счет широкополосной передачи информации (параллельные интерфейсы), поскольку при этом возможна одновременная передача нескольких сигналов параллельно по времени через различные каналы частоты.

1.10 РАЗРАБОТКА ПЛАНИРОВКИ ГПО ДЛЯ ГРУППОВОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ

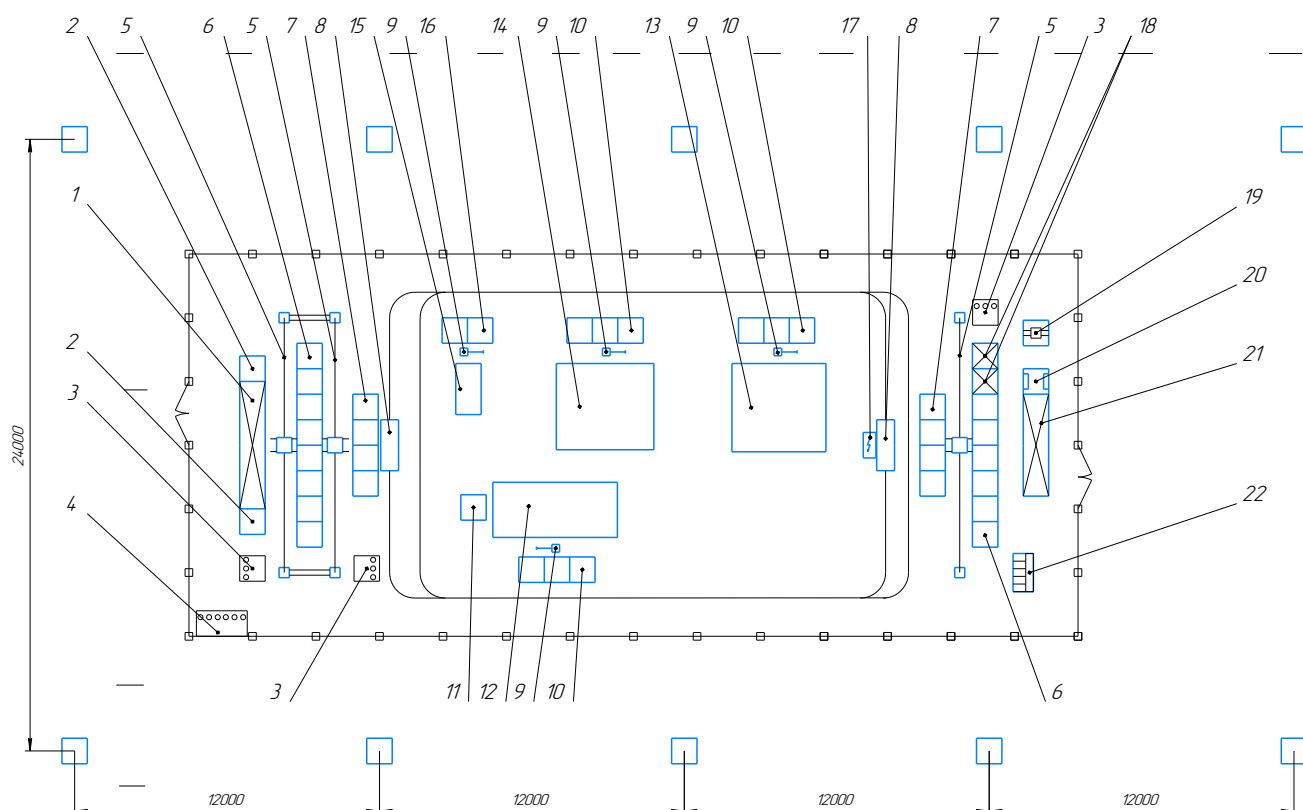


Рисунок 4 – Компоновка ГПО для обработки деталей типа “тел вращения”

- 1– Стеллаж для приемки-выгрузки заготовок и готовых деталей;
- 2– Приёмные места загрузки-выгрузки паллет с заготовками и готовыми деталями;
- 3– Пульт ручного управления кран штабелёром;
- 4– Центральный пульт управления ячейкой;
- 5 – Кран штабелёр;
- 6 – Склад автоматизированный стеллажный;
- 7 – Четырёхместный накопитель паллет;
- 8 – Безрельсовая транспортная тележка;
- 9 – Промышленный робот M-710iC/20L;
- 10 – Трёхместный накопитель паллет;
- 11 – Тара под стружку;
- 12 – Токарный обрабатывающий центр CAT630C15A4
- 13 – Шлифшлифовальный центр B3-729Ф4-01
- 14 – Круглошлифовальный центр MMS A6 MMK 213B-RR,
- 15 – Моечная машина;
- 16 – Двухместный накопитель паллет;

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- 17 – Станция зарядки робокара;
- 18 – Приёмное место для загрузки выгрузки паллет с инструментом и инструментальной оснасткой;
- 19 – Измерительный прибор для инструмента;
- 20 – Место монтажа и наладки сборного инструмента;
- 21 – Стеллаж для приёмки-выгрузки оснастки и инструмента;
- 22 – Пирамида для ручного транспортирования.

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ

2.1 Разработка конструкции поддона для укладки заготовок и готовых деталей. Расчёт его на точность базирования и прочность.

Проектирование поддона начинается с того, что выбираются необходимые металлические профили. Затем исходя из размеров детали выбираются размеры поперечин и зазоры между ними.

Корпус представляет собой сварное соединение профилей и 2-х уголков для большей жёсткости. Затем в корпусе сверлятся и обрабатываются отверстия под втулки и винты. После, производят окончательную сборку поддона.

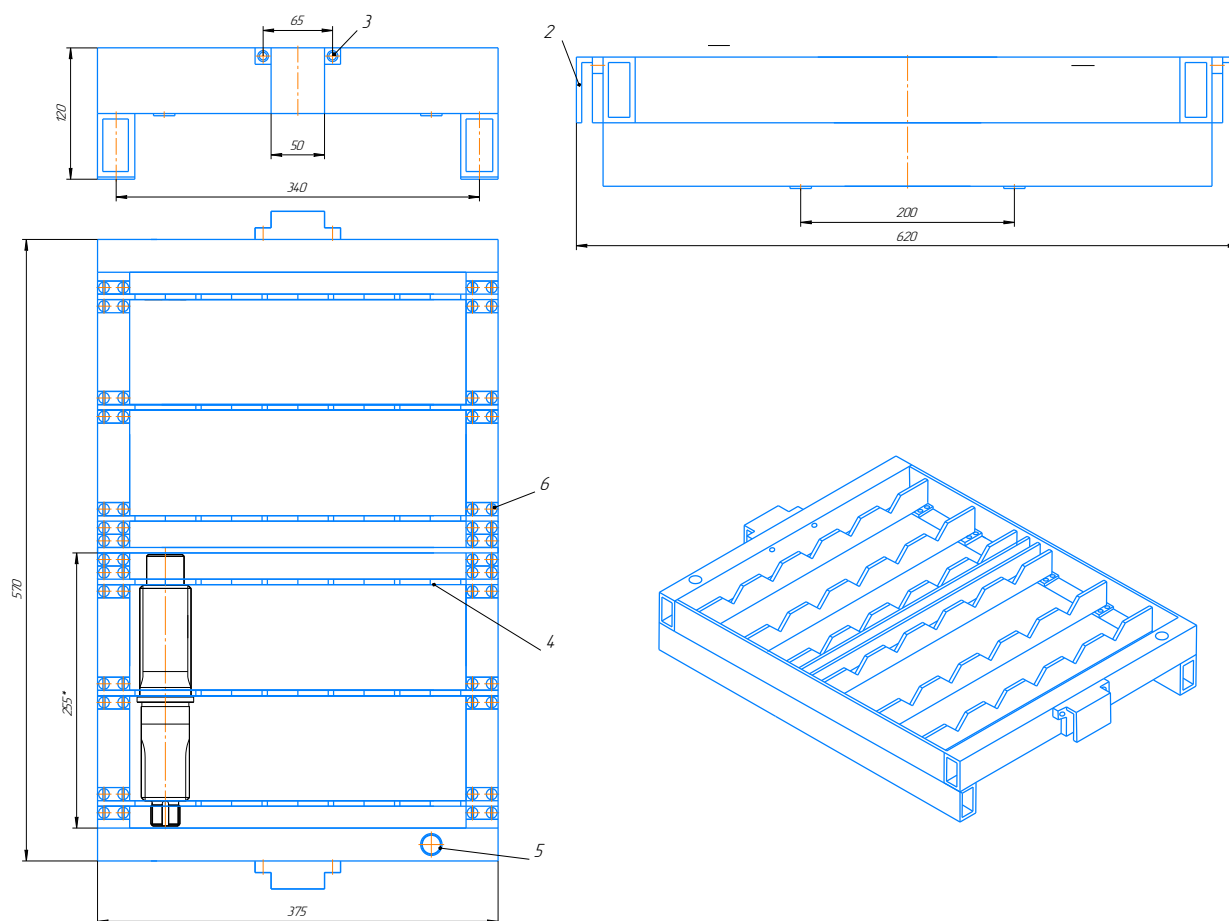


Рисунок 5 – Проекция поддона

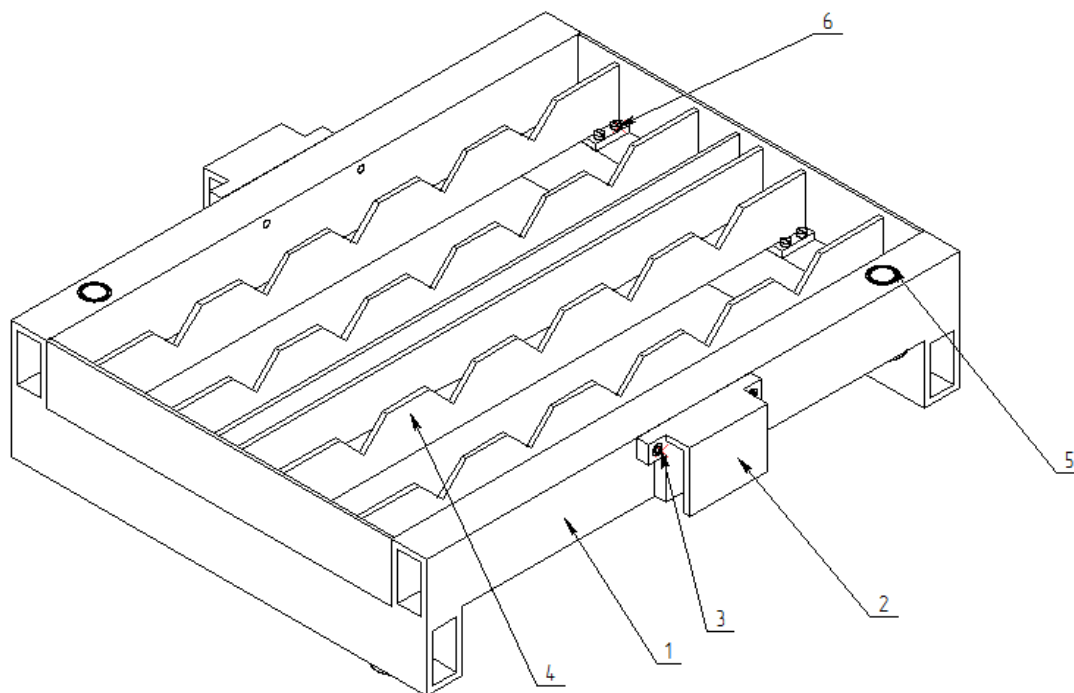


Рисунок 6 – Общий вид поддона

1 – Корпус; 2 – Крюк; 3 – Винт потайной; 4 – Лонжерон; 5 – Втулка;
6 – Винт нормальный.

Расчёт поддона на погрешность установки

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{np}^2}$$

Погрешность базирования рассчитывается по формуле

$$\varepsilon_6 = S_{min} + \delta_b,$$

где S_{min} – минимальный гарантированный зазор, $S_{min}=0,5$;

δ_b – допуск на размер оправки, $\delta_b=0,05$;

$$\varepsilon_6 = 0,5 + 0,05 = 0,55$$

Погрешность закрепления $\varepsilon_3=0$, т.к. деталь не закрепляется.

ε_{np} - погрешность приспособления (для поддона $\varepsilon_{np} = 0,05$).

$$\varepsilon_y = \sqrt{0,55^2 + 0^2 + 0,05^2} = 0,55$$

Получившаяся погрешность удовлетворяет требованиям установки.

При расчете поддона на прочность необходимо проверить выполнения следующих условий:

Условие прочности конструкции по нормальным напряжениям

$$\sigma = \frac{M_{кр}}{W_x} \leq [\sigma]$$

где $[\sigma]$ - допустимое значение напряжения изгиба ($[\sigma]=230\text{МПа}$); $M_{кр}$ - максимальный момент кручения; W_x - момент сопротивления.

Условие прочности конструкции по касательным напряжениям

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$\tau = \frac{Q_{\max}}{A} \leq [\tau]$$

где $[\tau]$ - допустимое значение касательное напряжение, МПа ($[\tau] = 115 \text{ МПа}$); Q - суммарная нагрузка, Н; A - площадь поддона, мм^2 .

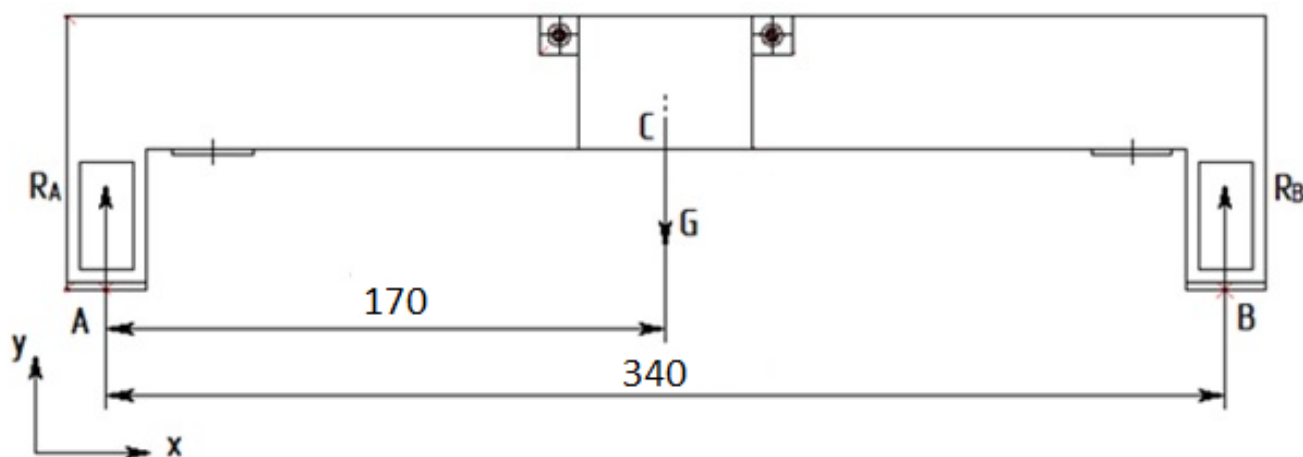


Рисунок 7 – Расчетная схема на прочность поддона

Решим следующие уравнения равновесия

$$\sum M_A = -G \cdot 170 + R_B \cdot 340 = 0 \Rightarrow R_B = \frac{G \cdot 170}{340} = \frac{4,3 \cdot 5 \cdot 9,8 \cdot 170}{340} = 105,35 \text{ Н}$$

$$\sum P_y = R_A + R_B - G = 0 \Rightarrow R_A = G - R_B = 4,3 \cdot 5 \cdot 9,8 - 105,35 = 105,35 \text{ Н}$$

$$\sum M_A = -G \cdot 170 + R_B \cdot 340 = 0 \Rightarrow R_B = \frac{G \cdot 170}{340} = \frac{4,3 \cdot 5 \cdot 9,8 \cdot 170}{340} = 105,35 \text{ Н}$$

$$M_A = 0; M_B = 0; M_C = 105,35 \cdot 240 = 25284 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

$$M_{кр} = M_A + M_B + M_C = 25284 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

$$Q_{\max} = 210,7 \text{ Н}$$

$$\sigma = \frac{M_{кр}}{W_x} = \frac{25284}{\frac{800 \cdot 540^2}{6}} = 65,03 < 230 \text{ МПа}$$

Условие прочности по нормальным напряжениям выполняется.

$$\tau = \frac{210,7}{4,42} = 47,7 < 115 \text{ МПа}$$

Условие прочности по касательным напряжениям выполняется.

Условие прочности по касательным напряжениям выполняется.

ВЫВОД

В результате выполнения курсового проекта разработан усовершенствованный технологический процесс механической обработки автоматизированного участка детали вал и разработан комплект документов на его изготовление.

В технологическом разделе курсовой работы описано назначение и конструкция обрабатываемой детали; произведен анализ технологичности конструкции детали с точки зрения её возможности изготовления на автоматическом оборудовании, что позволило уменьшить количество переходов.

Выбрано оборудование с ЧПУ и рассчитано его количество с условием синхронизации загрузки на рабочем месте. Произведен выбор систем транспортирования для мелкой детали, систем автоматического управления и инструментаобеспечения. Подобран промышленный робот для загрузки, выгрузки и передачи на транспортную тележку с техническими характеристиками, соответствующими массе детали.

Для автоматизированного участка составлена циклограмма работы оборудования при односменном режиме.

В конструкторском разделе разработана конструкция поддона для укладки заготовок и готовых деталей, произведен его расчет на точность базирования и прочность.

Автоматизированный участок размещен на стандартном пролете механосборочного цеха, оснащен системой стружкоудаления и обеспечен всеми необходимыми видами энергии.

Предлагаемый автоматизированный участок позволяет производить переналадку на аналогичные детали, причем вне технологического оборудования при помощи разработки программ, что значительно сокращает время на подготовку производства.

Использование автоматизированного участка позволяет поднять на более высокий уровень качество обработки посредством исключения вмешательства человеческого фактора в процесс изготовления деталей.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		Лист

ЛИТЕРАТУРА

1. Лебедевский М.О, Автоматизация в промышленности./ М. О. Лебедевский, А. И. Федотов. - Л.: Лениздат, 1976., 243с.
- 2.Трусов А.Н. Оценка степени подготовленности изделия к автоматическому производству. Методические указания к лабораторной работе по курсу "Автоматизация технологических процессов и производств",/ А.Н.Трусов,-, ГУ КузГТУ, Кемерово, 2007г - 19с.
- 3.«Автоматизация производственных процессов в машиностроении»/Н.М.Капустин [и др.] под ред. Н.М.Капустина. – Москва: Высшая школа, 2007г. – 415с/
4. Старовойтов Н.А.«Автоматизация производственных процессов в машиностроении», Учебно-методическое пособие, /Н.А.Старовойтов, Д.В.Мельников, Гомель, ГГТУ им. П.О.Сухого, 2014г-38с.
- 5.Режимы резания. Справочник. /Ю.В.Барановский [и др.] под ред. Барановского Ю.В. М, Машиностроение 1972 - 408с.
- 6.Общемашиностроительные нормы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемые на универсальных и многоцелевых станках с ЧПУ 1 и 2 том, - Москва: Экономика 1990 – 474с.
- 7.Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для технического нормирования. Серийное производство. - М.: Машиностроение, 1974. - 421с.
8. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного при работе на металлорежущих станках: Мелкосерийное и единичное производство/ Коллектив авторов.Центральное бюро по нормированию труда. М.:НИИ труда, 1984. - 470с.
- 9.Обработка металлов резанием: Справочник технолога/А.А.Панов [и др];под общей редакцией А. А. Панова. - М.: Машиностроение, 1988. - 736с.
- 10.Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х томах, А.М.Дальский [и др.]/ Под редакцией А.М.Дальского. - М.: Машиностроение-1, 2001 – 944с.
- 11.Горбачев А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. пособие /А.Ф.Горбачев, В.А.Шкред - Минск: Высшэйшая школа, 2001. - 256с.
12. Трухин В.Н. Расчет и выбор оборудования АТСС для складирования и транспортирования деталей в кассетах. Методические указания к лабораторной работе по курсу "Автоматизация технологических процессов и производств"/ В.Н.Трухин, ГУ КузГТУ, Кемерово, 2010г - 22с.
13. Егоров В.А. Транспортно-накопительные системы для ГПС./ В.А. Егоров, В. Д. Лизунов, С.М. Щербаков. - Л.: Машиностроение, Ленингр. отд., 1989 – 342с

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

14.Козырев Ю.Г, Промышленные роботы. Справочник /Ю.Г.Козырев,-М, Машиностроение, 1988 - 385с.

15.Гибкие производственные системы, промышленные роботы, робототехнические комплексы. Практ. пособие в 14 кн./ Б.И.Черпаковский [и др] под общ. редакцией Б.И. Черпаковского. - М.: Высшая школа, 1989.

16. В.Ф.Соболев Практическое пособие по курсу «Проектирование механообрабатывающих участков и цехов», /В.Ф.Соболев, ГГТУ им П.О.Сухого, г.Гомель, 1999г, - 85с.

17.Мельников Г.Н. Проектирование механосборочных цехов. Учебник для студентов машиностроительных специальностей ВУЗов/ Г.Н.Мельников, В.П.Вороненко/под общ. редакцией А.М. Дальского/ - М.: Машиностроение, 1990 – 352с.

17.Проектирование машиностроительных заводов и цехов. Справочник в 6-ти томах / Е.С. Ямпольский [и др.] под общей редакцией Е.С. Ямпольского. - М.: Машиностроение, 1976 – 326с.

18.Люцко В.А, Практическое пособие к лабораторным работам по курсу ««Автоматизация производственных процессов в машиностроении»/ В.А.Люцко, ГГТУ им П.О.Сухого, г.Гомель, 1999г - 24с.

19.Вечер Р И, Автоматизация производственных процессов в машиностроении. Методические указания к курсовой работе по одноименной дисциплине /Р.И.Вечер, С.И.Красюк, С.В.Рогов, ГГТУ им.П.О.Сухого, г.Гомель, 2008 - 36с.

20.Горохов В. А. Проектирование технологической оснастки. Учебник для спец. машиностроительных специальностей высш. учебных заведений/В.А. Горохов В. А. - МН.: Бервита,1997-344с.

21.Белькевич Б.А.Справочное пособие технолога машиностроительного завода./ Белькевич Б.А, Тимашков В.Д., г.Минск, изд. «Беларусь», 1972.

22.Промышленные роботы серии LR Mate-Fanuc.Технические характеристики, сайт www.fanuc.eu.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		Лист