



**Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации
Рубцовский индустриальный институт (филиал)
ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический
университет им. И.И. Ползунова»**

В.В. ГРИЦЕНКО

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПЛАНИРОВКИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО УЧАСТКА МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

Учебное пособие к выполнению расчетно-графической работы по дисциплинам «Проектирование машиностроительных производств» и «Планировка производственных участков и цехов» для студентов направления «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» всех форм обучения

Рекомендовано Рубцовским индустриальным институтом (филиалом) ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова» в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся по направлению «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» всех форм обучения

Рубцовск 2022

Гриценко В.В. Разработка технологической планировки производственного участка механической обработки: Учебное пособие к выполнению расчетно-графической работы по дисциплинам «Проектирование машиностроительных производств» и «Планировка производственных участков и цехов» для студентов направления «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» всех форм обучения / Рубцовский индустриальный институт. – Рубцовск, 2022. – 49 с.

Учебное пособие разработано на основе рабочих программ дисциплин «Проектирование машиностроительных производств» и «Планировка производственных участков и цехов».

В пособии приведены общие положения, варианты задания, рекомендации по выполнению расчетно-графической работы по дисциплинам «Проектирование машиностроительных производств» и «Планировка производственных участков и цехов», а также некоторые справочно-нормативные данные и литературные источники. Приведен пример выполнения работы.

Предназначено для студентов направления «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» всех форм обучения.

Рассмотрено и одобрено
на заседании НМС РИИ
Протокол № 8 от 22.12.2022 г.

Рецензент:
Декан ФЗФО

Э.С. Маршалов

СОДЕРЖАНИЕ

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.....	4
1.1 Цель и задачи выполнения расчетно-графической работы.....	4
1.2 Содержание и состав расчетно-графической работы.....	4
1.3 Сроки выполнения расчетно-графической работы.....	4
2 ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЯ.....	5
2.1 Общее условие задачи.....	5
2.2 Маршрутный технологический процесс.....	6
3 ОБЩИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ.....	12
3.1 Основные этапы работы.....	12
3.2 Требования к технологической планировке участка.....	24
4 ТРЕБОВАНИЯ ПО ОФОРМЛЕНИЮ.....	25
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	27
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Форма и пример оформления титульного листа.....	28
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Тип производства.....	29
ПРИЛОЖЕНИЕ В. Коэффициент загрузки оборудования.....	29
ПРИЛОЖЕНИЕ Г. Нормы размещения оборудования.....	30
ПРИЛОЖЕНИЕ Д. Условные обозначения.....	35
ПРИЛОЖЕНИЕ Е. Пример выполнения расчетно-графической работы.....	39

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Цель и задачи выполнения расчетно-графической работы

Расчетное задание по дисциплинам «Проектирование машиностроительных производств» и «Планировка производственных участков и цехов» является самостоятельной работой студентов и имеет целью практическое закрепление теоретических знаний, а также контроль самостоятельной работы студентов при углубленном изучении отдельных тем дисциплины.

Выполнение студентами расчетно-графической работы способствует самостоятельности в решении конкретных инженерных задач, умению пользоваться, наряду с учебной литературой, техническими справочниками.

В дальнейшем эти навыки и наработки помогут при выполнении соответствующей части выпускной квалификационной работы.

1.2 Содержание и состав расчетно-графической работы

Расчетно-графическая работа (РГР) по дисциплинам «Проектирование машиностроительных производств» и «Планировка производственных участков и цехов» подразумевает проектирование производственной системы участка механической обработки. Объем отчета (пояснительной записки) РГР 10 – 15 страниц печатного текста, объем графической части РГР – 1 лист, формата А2.

Исходные данные для проектирования подразделяются на две части: первая – общее условие задачи, эта часть общая для всех вариантов, вторая часть – специальная, эта часть включает маршрутный технологический процесс обработки детали и зависит от номера варианта.

Содержание конкретного расчетно-графического задания определяется номером варианта. Номер варианта выдает преподаватель. Дублирование вариантов в группе не допускается.

1.3 Сроки выполнения расчетно-графической работы

Вариант задания выдается на первой неделе семестра. Сроки сдачи выполненной работы – не позднее последней недели семестра.

Получение допуска на промежуточную аттестацию по дисциплинам «Проектирование машиностроительных производств» и «Планировка производственных участков и цехов» без выполненного расчетного задания не допускается.

2 ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЯ

2.1 Общее условие задачи

Спроектировать производственную систему участка механической обработки. Участок расположить в производственном задании так, чтобы колонна ГЗ была на территории участка.

Производственное задание:

- 1) одноэтажное, с полным каркасом;
- 2) колонны железобетонные, размер в поперечном сечении 600×400 мм;
- 3) толщина наружной стены 380 мм;
- 4) здание крановое, в каждом пролете мостовой кран с грузоподъемностью $Q = 5, 10, 20$ т (выбирать в зависимости от массы оборудования);
- 5) высота пролета – $H = 9,6$ м, высота подкранового пути – $h_k = 6,95$ м;
- 6) магистральный проезд предназначен для всех видов безрельсового транспорта, движение двухстороннее;
- 7) основные строительные параметры производственного здания представлены на рисунке 1.

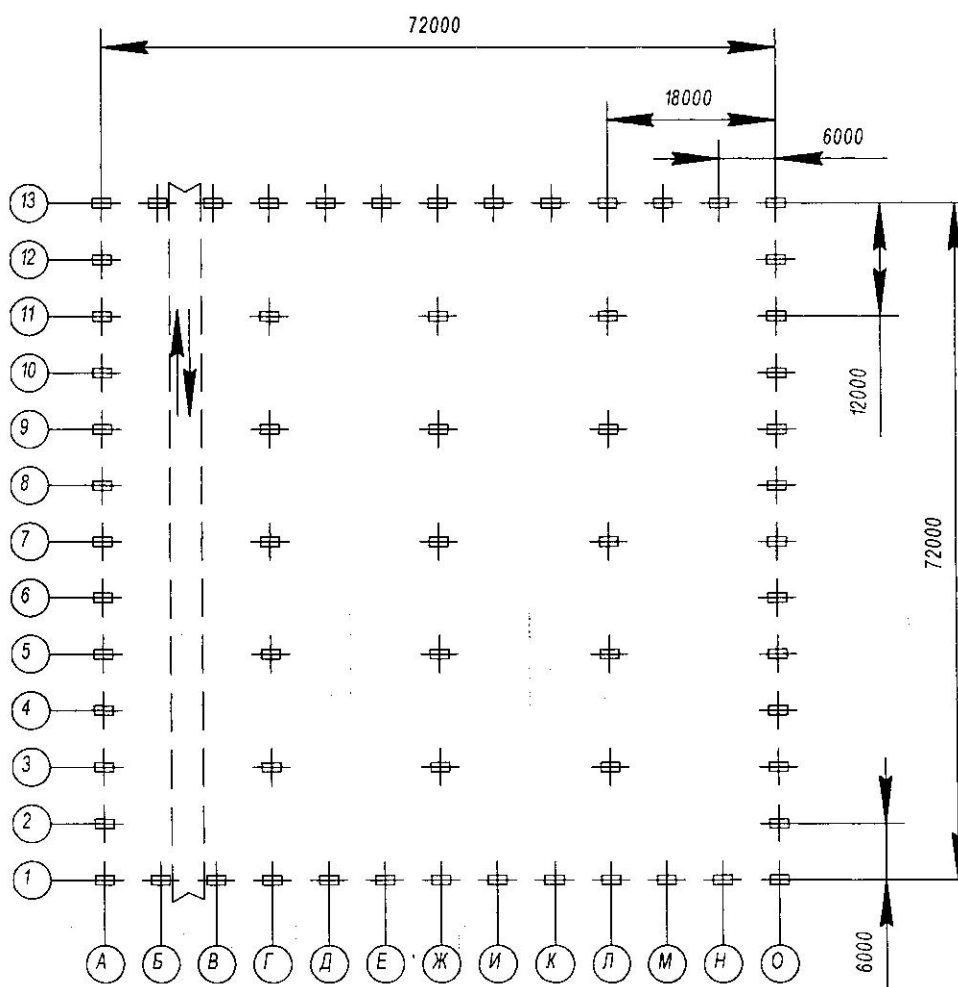


Рисунок 1 - Основные строительные параметры производственного здания

2.2 Маршрутный технологический процесс

Маршрутный технологический процесс детали, а также другие данные, индивидуальные по номерам вариантов, представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Исходные данные по вариантам

№ варианта	Наименование детали	Принадлежность детали	Материал	Масса заготовки, кг	Масса детали, кг	Максимальные размеры детали, мм	Годовая программа выпуска, шт	Данные по операциям	005	010	015	020	025	030	035	040	045	050	055	060
0	Вал	Ходовая часть	Сталь 40ХН	18	15	L=600 Ø=190	120000	Оборудование	MP-71	1716Ц	1716Ц	5350В	Верстак	Т.О	3М151	3М151	3М151	3М151	3451	Контрольная
								Шт. время	1,34	1,3	1,35	8,1	1,1		1,84	1,25	2,05	1,43	5,2	
1	Вал	Коробка передач	Сталь 18ХГТ	10,5	9	L=600 Ø=110	100000	Оборудование	MP-71	1723	1723	2P135Ф2	6520Ф3	Т.О	3М151	3М151	3М151	3М151	Моечная машина 3-камерная	Контрольная
								Шт. время	1,51	2,1	2,23	2,11	3,6		1,42	1,38	2,11	1,75	1,21	
2	Вал	Коробка передач	Сталь 18ХГТ	19,1	16,2	L=400 Ø=120	100000	Оборудование	MP-73	1Н713	1Н713	5350А	5К310	5702	Моечный шкаф	Т.О	3М151	3451	5В835	Контрольная
								Шт. время	2,25	3,79	4,95	5,63	5,14	4,05	0,33		4,21	6,21	8,31	

Продолжение таблицы 1 – Исходные данные по вариантам

№ варианта	Наименование детали	Принадлежность детали	Материал	Масса заготовки, кг	Масса детали, кг	Максимальные размеры детали, мм	Годовая программа выпуска, шт	Данные по операциям	005	010	015	020	025	030	035	040	045	050	055	060
3	Шестерня	Коробка передач	Сталь 45	15,2	9,3	L=116 Ø=220	100000	Оборудование	6М23Ф	1К282	7Б56	1К282	2Н135	53А20	Т.О	3Г833	5853	Верстак	Моечная машина 3-камерная	Контрольная
								Шт. время	25,2	3,4	1,2	2,5	3,33	6,5		2,1	8,21	0,7	3,1	
4	Шестерня	Коробка передач	Сталь 20ХН3А	45,1	37,7	L=90 Ø=480	40000	Оборудование	1286-8	1286-8	5К328А	5717	5М150	Верстак	Т.О	3Г833	5В833	Моечная машина 2-камерная	Контрольная	-
								Шт. время	7,7	6,2	24,1	26,1	37,2	4,2		2,3	8,1	2,1		
5	Шестерня	Ходовая часть	Сталь 40ХН	12,3	8,4	L=120 Ø=300	100000	Оборудование	1Б284	1Б284	7Б38	2Н150	2Н135	5В312	5702	Верстак	Обдучный шкаф	Т.О	5В833	Контрольная
								Шт. время	2,53	2,23	1,1	2,24	1,9	6,9	1,54	0,31	0,2		8,33	

Продолжение таблицы 1 – Исходные данные по вариантам

№ варианта	Наименование детали	Принадлежность детали	Материал	Масса заготовки, кг	Масса детали, кг	Максимальные размеры детали, мм	Годовая программа выпуска, шт	Данные по операциям	005	010	015	020	025	030	035	040	045	050	055	060
6	Корпус	Коробка передач	Сталь 45Л	22	18	400×300×300	100000	Оборудование	621М	2Р135Ф2	6М82Г	6Р12	2Н135	2Н135	2Н150	2711П	Верстак	Моечная машина 2-камерная	Контрольная	-
								Шт. время	3,4	1,51	1,63	1,75	1,3	1,58	1,72	3,1	1,5	0,85		
7	Корпус	Ходовая часть	Чугун СЧ21	15	12,3	300×250×250	80000	Оборудование	6Р12	6Р12	2Р135Ф2	6Р12	1П365	2Н150	3Е711В	3Е711В	2706А	Верстак	Моечная машина 2-камерная	Контрольная
								Шт. время	3,2	2,4	4,83	0,5	7,32	2,06	2,25	2,73	3,08	1,96	0,85	
8	Корпус	Ходовая часть	Сталь 45ФЛ	50,2	36,1	500×400×300	60000	Оборудование	2Н150	6М23В	7Б57	6605	1284	2Г175	2170	2Н135	Верстак	Моечная машина 3-камерная	Контрольная	-
								Шт. время	3,41	4,25	0,98	9,08	3,36	1,35	1,38	1,05	1,07	1,3		
9	Корпус	Гидросистема	Чугун СЧ26	3,7	2,3	L=200 Ø=160	120000	Оборудование	2170	7В75Д	2705	2Н150	2Н150	6Р82Г	3Г833	2Н135	2Н135	Верстак	Моечная машина 3-камерная	Контрольная
								Шт. время	1,9	2,1	0,32	0,83	1,43	0,42	1,63	0,84	0,93	0,53	1,3	

Продолжение таблицы 1 – Исходные данные по вариантам

№ варианта	Наименование детали	Принадлежность детали	Материал	Масса заготовки, кг	Масса детали, кг	Максимальные размеры детали, мм	Годовая программа выпуска, шт	Данные по операциям	005	010	015	020	025	030	035	040	045	050	055	060
10	Шестерня	Ходовая часть	Сталь 38ХС	37,6	10,3	L=150 Ø=330	99000	Оборудование	16K20 Ф3	16K20 Ф3	766	16K20 Ф3	16K20 Ф3	2P135 Ф2	2P135 Ф2	16K20 Ф3	2705	5140	Моечный шкаф	Контрольная
								Шт. время	4,5	3,8	1,78	4,3	3,2	4,7	6,45	1,37	4,55	26,1	1,5	
11	Шестерня	Ходовая часть	Сталь 45Л	16,2	9,1	L=250 Ø=250	162000	Оборудование	1K282	7A540	1K282	2P135Ф2	2731	Верстак	Моечная машина 1-камерная	Контрольная	Верстак	3Т160	3Т160	Контрольная
								Шт. время	7,3	1,6	8,1	5,72	2,87	0,8	0,8		1,1	1,73	1,1	
12	Корпус	Коробка передач	Чугун СЧ15	17,4	14,31	190× 300× 380	90000	Оборудование	6A23	2Н150	6540	2705	2731	2Н150	2Н150	2056	3Г833	Обдучный шкаф	Контрольная	-
								Шт. время	3,47	10,9	5,4	5,7	6,2	0,34	1,1	2,3	1,83	0,2		
13	Корпус	Гидросистема	Сталь 45Л	7,0	4,69	230× 130× 142	162000	Оборудование	1A751	1284	1284	2Н150	2170	6P82Г	Верстак	3M153	5140	641	Обдучка	Контрольная
								Шт. время	2,3	12,06	12,32	0,9	0,56	2,6	0,78	1,57	13,75	1,2	0,8	
14	Вал	Ходовая часть	Сталь 18ХГТ	28,3	17,3	L=920 Ø=290	95000	Оборудование	MP-73	1A734	1A734	5A370	Моечный шкаф	Т.О	3M161	3M161	3451	Обдучка	Контрольная	-
								Шт. время	2,3	2,41	2,7	8,3	0,8		2,2	3,1	4,1	0,8		

Продолжение таблицы 1 – Исходные данные по вариантам

№ варианта	Наименование детали	Принадлежность детали	Материал	Масса заготовки, кг	Масса детали, кг	Максимальные размеры детали, мм	Годовая программа выпуска, шт	Данные по операциям	005	010	015	020	025	030	035	040	045	050	055	060
15	Вал	Гидросистема	Сталь 12Х21Н4А	6,4	3,4	L=230 Ø=90	100000	Оборудование	МР-71	1734Ф3	1734Ф3	2P135Ф2	2P135Ф2	Т.О	3M151	3M151	3M151	Моечная машина 2-камерная	Контрольная	--
								Шт. время	0,23	1,93	2,1	0,83	1,5		2,12	0,93	1,6	0,85		
16	Вал	Коробка передач	Сталь 18ХГТ	6,7	5,1	L=180 Ø=100	120000	Оборудование	МР-71	1Н713	1Н713	2Н135	53А10	5Б703	5350	Контрольная	Т.О	5831	2451	Контрольная
								Шт. время	1,02	2,3	1,73	1,3	3,6	4,2	2,1			2,1	2,4	
17	Шестерня	Коробка передач	Сталь 45Х	17,3	8,2	L=100 Ø=260	100000	Оборудование	1К282	1К282	7Б58	1284	2Н135	Контрольная	Т.О	3M151	5851	Моечная машина 3-камерная	Контрольная	-
								Шт. время	6,2	4,53	2,8	3,24	2,1					0,85		
18	Втулка	Ходовая часть	Сталь 40Х	12,3	9,6	L=120 Ø=100	100000	Оборудование	1Б284	1Б284	7Б510	1734Ф3	1734Ф3	Верстак	Контрольная	2650Ф2	2650Ф2	Моечная машина 2-камерная	Контрольная	
								Шт. время	2,3	4,8	2,1	3,1	0,9					0,9		

Продолжение таблицы 1 – Исходные данные по вариантам

№ варианта	Наименование детали	Принадлежность детали	Материал	Масса заготовки, кг	Масса детали, кг	Максимальные размеры детали, мм	Годовая программа выпуска, шт	Данные по операциям	005	010	015	020	025	030	035	040	045	050	055	060
19	Втука	Ходовая часть	Сталь 18ХГТ	11,2	8,1	L=100 Ø=85	100000	Оборудование	1286-8	1286-8	7Б67	1723Ф3	1723Ф3	1П365	7Б67	1723Ф3	1723Ф3	Моечная машина 1-камерная	Контрольная	--
								Шт. время	3,2	2,1	2,2	4,2	3,33	2,43	1,8	3,01	2,43			
20	Корпус	Ходовая часть	Чугун СЧ20	25,6	21,2	600×230×315	70000	Оборудование	6605	2Р135Ф2	2Р135Ф2	2455	2455	2Н55	2455	2Р135Ф2	2Н135	Верстак	Обдувка	Контрольная
								Шт. время	1,8	1,6	1,3	2,1	2,3	1,4	1,1	1,4	1,5			
21	Шестерня	Коробка передач	Сталь 20ХН3А	2,34	1,96	L=50 Ø=200	8000000	Оборудование	7Б56	1Б284	1Б284	5К310	5701	2Н135	Моечный шкаф	Контрольная	Т.О	5Б833	3К225	Контрольная
								Шт. время	0,25	1,8	0,95	5,82	1,66	0,73				0,41	0,32	
22	Корпус	Коробка передач	Чугун СЧ15	26,7	22,5	620×325×260	50000	Оборудование	6М23	2Н55	6М23	2М57	2Д45	2Н55	2Н55	Верстак	Обдувка	Контрольная	--	--
								Шт. время	4,2	2,1	3,35	1,8	2,3	1,7	1,6					

3 ОБЩИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАСЧЕТНО – ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

3.1 Основные этапы работы

Работа над расчетным заданием состоит из ряда последовательно выполняемых этапов.

Этап 1. Сбор дополнительных сведений о станочном оборудовании маршрутного технологического процесса.

Для этих целей используется информация, содержащаяся в [4, 5].

Дополнительные сведения – это информация о:

- 1) габаритных размерах станка (длина и ширина);
- 2) массе станка;
- 3) типе станка (универсальный, полуавтомат или с программным управлением);
- 4) количестве шпинделей (одношпиндельный или многошпиндельный станок).

Информация, полученная на первом этапе заносится в сводную таблицу, например:

Таблица 2 – Маршрутный технологический процесс

Номер операции	Наименование операции	Модель станка	$T_{шт}$, мин.	Тип станка	Габаритные размеры, мм.	Масса станка, т	Кол-во шпинд. станка
055	Щлицешлифовальная	3451	5,2	п/а	2510×1300	5,3	1

Этап 2. Расчеты по определению количества технологического оборудования и численности производственных рабочих.

На данном этапе вначале определяется тип производства (Приложение Б). Далее определяются режим работы и фонды времени. Определяем такт выпуска детали по формуле

$$\tau_D = \frac{60\Phi_{д.о.}}{N},$$

где $\Phi_{д.о.}$ – действительный годовой фонд времени работы оборудования, ч; N – годовая программа выпуска детали, шт.

Далее определяем расчетное количество основного технологического оборудования для каждой операции по формуле

$$C'_{расч} = \frac{T_{шт}}{\tau_D},$$

где $T_{шт}$ – штучное время на операцию, мин.

При этом основным технологическим оборудованием является оборудование основных технологических операций, к которым не относятся: слесарная

обработка, зачистка центров, напрессовка на оправку, контрольная, очистка, обдувка, мойка, обкатка.

Значение расчетного количества технологического оборудования $C'_{РАСЧ}$ округляется до ближайшего большего целого числа $C_{РАСЧ}$.

Определяется расчетный коэффициент загрузки оборудования для каждой операции по формуле

$$K_{3.РАСЧ} = \frac{C'_{РАСЧ}}{C_{РАСЧ}}.$$

Полученные значения $C'_{РАСЧ}$, $C_{РАСЧ}$ и $K_{3.РАСЧ}$ для каждой операции заносятся в сводную таблицу с указанием наименований операций, например:

Таблица 3 – Расчет потребного количества основного оборудования

Номер операции	Наименование операции	$C'_{РАСЧ}$, шт.	$C_{РАСЧ}$, шт.	$K_{3.РАСЧ}$
055	Шлицешлифовальная	2,7	3	0,9

Далее необходимо сравнить расчетные значения коэффициентов загрузки оборудования на каждой операции с рекомендуемыми в зависимости от типа производства (Приложение В). Если расчетный коэффициент загрузки $K_{3.РАСЧ}$ не соответствует рекомендуемому по типу производства $K_{3.Р}$, то необходимо сделать корректировку количества единиц оборудования на операции по формуле

$$C' = \frac{C'_{РАСЧ}}{K_{3.Р}}.$$

Полученное значение количества технологического оборудования на операции C' округляется до ближайшего большего целого числа C .

Затем определяется скорректированный коэффициент загрузки оборудования для каждой операции по формуле

$$K_3 = \frac{C'_{РАСЧ}}{C}.$$

Значения $C'_{РАСЧ}$, C и K_3 для каждой операции заносятся в сводную таблицу с указанием наименований операций, например:

Таблица 4 – Скорректированное количество основного оборудования

Номер операции	Наименование операции	$C'_{РАСЧ}$, шт.	C , шт.	K_3
055	Шлицешлифовальная	2,7	4	0,68

Далее определяется средний коэффициент загрузки оборудования по участку по формуле

$$K_3^{CP} = \frac{\sum K_3^{ОПЕР}}{n},$$

где n – количество основных технологических операций; $K_3^{ОПЕР}$ – коэффициент загрузки оборудования на произвольной технологической операции.

Составляется график загрузки основного технологического оборудования с указанием среднего коэффициента загрузки оборудования (см. Приложение Е, рис. 2).

Далее определяется количество неосновного технологического оборудования (по вспомогательным операциям, таким как слесарная, контрольная, моечная и т.д.) по формуле

$$C'_{В.РАСЧ} = \frac{T_{ШГ}}{\tau_D}.$$

Полученное значение расчетного количества вспомогательного оборудования $C'_{В.РАСЧ}$ округляется до ближайшего большего целого числа $C_{В.РАСЧ}$.

$$\text{Определяется коэффициент загрузки } K_3 = \frac{C'_{В.РАСЧ}}{C_{В.РАСЧ}}.$$

Однако, окончательное решение по количеству неосновного технологического оборудования, если однотипных операций несколько, принимается по результатам составления технологической планировки.

Определяем ориентировочно число производственных рабочих на участке по формуле

$$P_{ПР} = \frac{C_{\Sigma} \cdot \Phi_{ДО} \cdot K_3^{CP}}{\Phi_{ДР} \cdot K_M} K_{РР},$$

где C_{Σ} – общее количество станков; $\Phi_{ДО}$ – действительный годовой фонд времени работы оборудования; $\Phi_{ДР}$ – действительный годовой фонд времени работы рабочих; K_M – коэффициент многостаночного обслуживания по участку; $K_{РР}$ – коэффициент, учитывающий ручные работы.

Согласно источнику [3], действительный годовой фонд времени работы оборудования $\Phi_{ДО}$, при двухсменном режиме работы, составляет 3890 ч., действительный годовой фонд времени работы основного рабочего $\Phi_{ДР}$, при длительности рабочей недели 41 ч. и отпуске 15 дней, составляет 1860 ч.

Предварительно примем средний по участку коэффициент многостаночного обслуживания – K_M .

Для автотракторостроения средние значения коэффициентов многостаночного обслуживания:

$K_M = 1,3...1,5$ – среднесерийное производство;

$K_M = 1,6...2,2$ – массовое и крупносерийное производство.

Если маршрутный технологический процесс предусматривает ручные операции, то их необходимо учесть с помощью специального коэффициента – $K_{РР}$.

Для автотракторостроения значения коэффициентов, учитывающих ручные работы:

$K_{PP} = 1,05$ - среднесерийное производство;

$K_{PP} = 1,02$ - массовое и крупносерийное производство.

В случае если маршрутный технологический процесс не предусматривает ручных операций, то $K_{PP} = 1$.

Точное число производственных рабочих на участке можно определить только после расчета многостаночного обслуживания с составлением циклограмм, что по условию задачи не требуется.

Ориентировочно определяется площадь участка по удельным производственным площадям по формуле

$$F = f \cdot C_{\Sigma},$$

где f – удельная производственная площадь, приходящаяся на один станок, м^2 , $f = 24 \dots 27 \text{ м}^2$.

Этап 3. Изготовление темплетов технологического оборудования.

Темплет – это плоская модель оборудования, выполненная в масштабе.

При выполнении темплетов станков принимают контур по крайним положениям движущихся частей. Поэтому каждой модели станка соответствует свой контур со своими размерами. Применение темплетов с точными контурами позволяет более компактно расставить оборудование на технологической планировке.

Но так как в настоящее время отсутствуют альбомы с темплетами станочного оборудования, принимаем вариант с темплетами в виде прямоугольников, длина и ширина которых – по паспортным данным станка (см. этап 1).

При выборе масштаба учитывают общее количество технологического оборудования и его размеры. Много оборудования (более 20 единиц) или станки средние, крупные или очень крупные - масштаб 1:100, оборудования мало или станки мелкие – масштаб 1:50.

Этап 4. Выбор средств межоперационного транспортирования, систем и средств стружкоуборки, раздачи СОЖ, а также подъемно-транспортных устройств и средств пожаротушения.

Особенность выполнения данного этапа в том, что выбор необходимо обосновать.

Грузовые потоки цеха представляют собой определённую схему движения предметов труда (заготовок, инструмента, приспособлений и изделий) в соответствии с последовательностью производственного процесса. Операции по перемещению грузов осуществляют с помощью транспортных систем (ТС). Грузопотоки классифицируют по следующим признакам: в зависимости от массы – лёгкие (0,01...0,05 кг), средние (0,5...16 кг), переходной массы (16...125 кг), тяжёлые (более 125 кг); в зависимости от способа загрузки – в таре, без тары, навалом, ориентированные в кассетах и в палетах, на спутниках; в зависимости от формы – тела вращения, корпусные и др.

В общем случае транспортная система состоит из транспортных средств (ТСР) доставки грузов и загрузочно-разгрузочных средств, обеспечивающих связь с технологическим оборудованием.

В качестве транспорта применяют узко- и ширококолейные железнодорожные пути, ручные и автоматические тележки (робокары), электрокары, электропогрузчики, мостовые и поворотные краны, подвесные кран-балки (с нижним управлением), ленточные, роликовые, шаговые, подвесные конвейеры, поворотные устройства (столы) и т.д. Составными элементами транспортной системы являются загрузочно-разгрузочные устройства (автооператоры АО), встроенные непосредственно в оборудование или расположенные рядом промышленные роботы (ПР), агрегаты загрузки-разгрузки.

От конструктивно-технологических характеристик изготавливаемых изделий зависит характер связи между технологическим оборудованием (прямая или косвенная). При прямой связи транспорт подаёт заготовки (детали) со склада к оборудованию и после обработки на одном станке перемещает на другой станок для последующей обработки, минуя склад (массовое и крупносерийное производство). Затраты на транспортирование невелики.

При косвенной связи заготовки и детали транспортом подаются к оборудованию через склад. К станку подаётся минимально необходимая партия, а новая адресуется тогда, когда заканчивается обработка предыдущей партии. Затраты на транспортирование при этом возрастают. Такая организация транспортирования характерна для серийного производства.

Внутрицеховой транспорт обеспечивает подачу заготовок на участки обработки, если требуется – в промежуточный склад и обратно, с одного участка на другой и межоперационное транспортирование.

Напольный транспорт широко используется в механических цехах и включает в себя, преимущественно, электротележки и электропогрузчики. Они могут транспортировать крупные детали и тару, позволяют быстро перевезти груз в нужное место. Электропогрузчики с вилочным захватом поднимают груз на высоту до 2,5 м, обеспечивая многоярусное хранение тары и груза. Потребное количество напольного транспорта определяют по формуле:

$$C_{TP} = \frac{G_{\Gamma} \cdot t_{TP.ОП} \cdot K_H}{60 \cdot \Phi_{Д.ТР} \cdot g \cdot K_{II}},$$

где G_{Γ} – годовая масса груза, перемещаемая напольным транспортом, т; $t_{TP.ОП}$ – время, транспортной операции (время перемещения, загрузки и разгрузки), мин; g – паспортная грузоподъёмность средства, т; $\Phi_{Д.ТР}$ – действительный фонд времени работы транспортного средства, $\Phi_{Д.ТР} = 3880$ ч; K_H – коэффициент, учитывающий непредвиденные задержки транспорта, $K_H = 1,2$; K_{II} – коэффициент использования транспорта, $K_{II} = 0,8$.

Увеличение грузоподъёмности может быть достигнуто использованием электропоезда без водителя.

Крановый транспорт широко используется в цехе на различных подъёмно-транспортных операциях и погрузочно-разгрузочных работах. К нему можно

отнести мостовые опорные и подвесные однобалочные краны. Первые имеют грузоподъёмность 5 и более тонн, вторые – до 5 т.

Подвесные однобалочные краны не требуют крановых колонн, имеют малые габариты по вертикали, а следовательно, позволяют применять здания меньшей высоты, нежели крановые. Балка такого крана перемещается по двум монорельсам, подвешенным на несущих конструкциях покрытия здания (фермах или балках).

Число кранов определяется в зависимости от массы грузов, транспортируемых кранами за год,

$$C_{KP} = \frac{G_{\Gamma} \cdot n \cdot T_{KP.ОП} \cdot K_1}{60 \cdot \Phi_{Д.КР} \cdot g \cdot K_2},$$

или в зависимости от числа единиц груза Q_{Γ} на годовую программу, перемещаемых кранами:

$$C_{KP} = \frac{Q_{\Gamma} \cdot n \cdot T_{KP.ОП} \cdot K_1}{60 \cdot \Phi_{Д.КР} \cdot q \cdot K_2},$$

где G_{Γ} – годовая масса груза т; n – среднее число крановых операций (перемещений) на один груз (поддон с деталями, деталь и т.п.); g – средняя масса груза, перемещаемого краном за одну операцию, т; Q_{Γ} – годовое число грузов, перемещаемых краном, штук в год; q – среднее число грузов (поддонов, деталей), перемещаемых краном за одну операцию; $\Phi_{Д.КР}$ – действительный годовой фонд времени работы крана, ч; K_1 – коэффициент, учитывающий простои крана, $K_1 = 0,7...0,8$; K_2 – коэффициент одновременности, учитывающий сокращение времени цикла при совмещении нескольких операций, $K_2 = 1,1$; $T_{KP.ОП}$ – средняя продолжительность крановой операции, мин:

$$T_{KP.ОП} = \frac{L}{V} + t_{\Pi} + t_P,$$

где L – средняя длина пробега крана в оба конца за одну операцию, м; V – средняя скорость крана, м/мин; t_{Π} , t_P – среднее время погрузки и разгрузки соответственно на одну крановую операцию, мин.

Краны-штабелёры сочетают в себе качества кранов и электропогрузчиков. Они бывают опорными и подвесными. Основное применение кранов-штабелёров – обслуживание складов со стеллажным или штабельным способом хранения грузов.

Для обслуживания рабочих мест находят применение консольные поворотные краны, устанавливаемые на отдельных стойках, колоннах или встроенные в станок. Могут использоваться шарнирные балансирные манипуляторы, электрический и ручной тельферы на монорельсе, гидравлические или пневматические подъёмники.

Подвесной монорельсовый транспорт включает подвесные однорельсовые пути и подвижной состав. В качестве однорельсовых путей используют двутавровые балки общего назначения и пути специального профиля, закрепляемые непосредственно на строительных конструкциях здания цеха. Подвижной состав состоит из механизма подъёма груза и механизма передвижения транспор-

тируемых грузов. Последний представляет собой тали, тягачи с тележками. Грузоподъёмность серийных талей 0,5...3 т.

Конвейерный транспорт находит применение в цехах крупносерийного и массового производств.

Простейшим видом конвейера является неприводной роликовый конвейер, используемый для транспортирования тарных и штучных грузов, имеющих плоскую опорную поверхность. Они получили распространение для межоперационного транспортирования полуфабриката. Поверхность роликов конвейера обычно размещается на высоте 800 мм от пола. По форме конвейеры могут быть прямыми одно- и двухрядными, с закруглениями и ответвлениями, иметь подъёмную секцию для прохода. Для уменьшения прикладываемых усилий к грузу, при его перемещении по роликам, последние наклонены под углом 1...3°.

В приводных роликовых конвейерах вращение на ролики передаётся от приводного электродвигателя, и скорость перемещения груза при этом составляет порядка 9 м/мин.

Распространённым видом конвейерного транспорта являются подвесные конвейеры, которые подразделяются на грузонесущие, толкающие, грузотянущие или грузоведущие.

Грузонесущий конвейер имеет подвески для грузов, прикреплённые к тяговой цепи и перемещающиеся по монорельсу. Монорельс закреплён на строительных конструкциях здания либо на металлических стойках, установленных по полу цеха. Загрузка подвесок может производиться вручную или автоматически.

Толкающие конвейеры отличаются от грузонесущих тем, что у них не один монорельсовый путь, а два: верхний, несущий движущие элементы-толкатели, и нижний – несущий грузы на подвесках (этажерках).

Наличие двух отдельных путей (тягового и грузового) даёт возможность соединения и разъединения грузовых подвесок от тяговой цепи и автоматического перехода их на другие пути на стрелочных переводах. Использование толкающих конвейеров позволяет объединить в одну автоматизированную систему отдельные транспортные и технологические линии (участки). Следовательно, отпадает необходимость в перегрузке груза при передачи их с одной линии на другую.

Производительность Q конвейера определяется по формуле:

$$Q = \frac{D}{\Phi_{д.о}},$$

где D – годовое количество деталей, перемещаемых конвейером на линии обработки, шт; $\Phi_{до}$ – годовой фонд времени работы линии, ч. Скорость конвейера

$$V = \frac{Q \cdot L}{60 \cdot n},$$

где L – шаг подвесок, м; n – число деталей на одной подвеске.

В процессе обработки резанием образуется значительное количество стружки. В зависимости от рода заготовок среднее количество стружки от массы заготовок составляет: из проката 15 %, поковок 20 %, стального и чугуно-

го литья 20...25 %. Стружку прежде всего необходимо отвести из зоны образования, а далее транспортировать её к местам сбора и переработки.

Транспортировка стружки к местам сбора и переработки может производиться с использованием одной из трёх систем:

- *автоматизированной*, с применением средств непрерывного транспорта с помощью линейных магистральных конвейеров;

- *механизированной*, с использованием ручного труда, средств малой механизации и колёсного транспорта с транспортировкой стружки в конвейерах, ящиках, на тележках;

- *комбинированной*, когда имеются только магистральные конвейеры, а удаление стружки из станков происходит вручную или встроенными в них конвейерами, либо когда установлены линейные конвейеры, которыми стружка перемещается в тару, расположенную в конце конвейера, а заполненная стружкой тара выводится на переработку колёсным транспортом.

Выбор необходимых решений по транспортировке стружки зависит от вида стружки, её количества и площади, на которой она образуется.

Стружку, образующуюся на площади 1000-2000 м² в количестве до 300 кг/ч от отдельно стоящих станков, целесообразно собирать в специальную тару и безрельсовым транспортом доставлять к местам переработки. Для обособленных участков и АЛ, расположенных на площади 300-500 м², далее с таким же количеством выхода стружки целесообразно устанавливать линейные конвейеры вдоль технологических линий (станков), а тару для стружки – в конце конвейера.

Стружку, образующуюся на площади 2000-3000 м² в количестве 300-600 кг/ч, можно удалять, применяя линейные конвейеры, транспортирующие её в тару. Заполненная тара транспортируется к месту переработки стружки.

При выходе стружки более 600 кг/ч с площади более 3000 м² рекомендуется использовать транспортные системы, состоящие из линейных и магистральных конвейеров, обеспечивающих непрерывную транспортировку стружки на переработку.

Система непрерывной уборки стружки требует строительства каналов и тоннелей для размещения в них конвейеров, а следовательно, и значительных затрат. Поэтому в небольших цехах, особенно мелко- и среднесерийного производств, с разнотипной по материалам стружкой, которую нельзя смешивать, экономически целесообразно собирать стружку в контейнеры вручную и вывозить её на переработку транспортом.

Линейные конвейеры размещают в непроходных каналах с тыльной стороны линии станков. Непроходные каналы должны перекрываться съёмными плитами, загрузочные отверстия – решётками с ячейками в свету 25×25 мм для чугунной стружки и специальными откидными люками – для стальной.

Магистральные конвейеры располагаются в проходных тоннелях высотой не менее 2,25 м со свободным проходом шириной не менее 1 м.

Для транспортировки стружки можно использовать скребковые или двухвинтовые конвейеры. Применение этих конвейеров эффективно для перемещения как мелкой (дроблёной), так и витой стружки.

Производительность скребковых штанговых конвейеров (м³/мин):

$$Q_{СШК} = F \cdot n_{СШК} \cdot L_{Ш} \cdot K,$$

где F – поперечное сечение желоба, равное произведению ширины желоба на высоту среднего слоя стружки, м²; $n_{СШК}$ – число двойных ходов скребка в мин; $L_{Ш}$ – ход штанги конвейера, м; $K = 0,4 \dots 0,5$ – коэффициент заполнения желоба стружкой.

Производительность скребковых цепных конвейеров (м³/мин):

$$Q_{СЦК} = F \cdot v_{СЦК} \cdot K,$$

где $v_{СЦК}$ – линейная скорость движения цепи, м/мин.

Производительность винтовых конвейеров:

$$Q_B = F \cdot n_B \cdot P_B \cdot K$$

где n_B – частота вращения винтов, мин⁻¹; P_B – шаг винта, м.

Особую опасность для электронных блоков автоматического и автоматизированного оборудования представляет мелкая чугунная стружка и графитовая пыль. Их сбор и удаление лучше всего осуществлять воздушным потоком. В качестве пневматических транспортных систем применяют нагнетательную, всасывающую и всасывающе-нагнетательную системы.

Собранная стружка далее подлежит переработке. Технология переработки может включать три этапа – дробление стружки, обезжиривание и брикетирование. Чугунную стружку вместо дробления подвергают грохочению.

Вьюнообразную стружку дробят как для целей переплава её россыпью, так и для возможности брикетирования. Для дробления применяют валковые и молотковые дробилки производительностью до 10 т/ч.

Для удаления из элементной и дроблёной стружки масел, эмульсии и влаги производят обезжиривание на центрифугах, в моечно-сушильных установках и сушильных печах.

Могут иметь место следующие схемы переработки:

1. Централизованная, когда имеется единый на весь завод участок переработки металлоотходов, куда поступает стружка со всех механических цехов завода и где она проходит все этапы обработки. Подобная система характерна для небольших предприятий с выходом стружки в каждом цехе до 1 т/ч.

2. Децентрализованная система принимается для заводов с крупными механообрабатывающими цехами, имеющими большой (более 1 т/ч) выход стружки в каждом цехе. В этом случае в цехе предусматриваются отделение с полным циклом переработки стружки и соответствующее для этих целей оборудование.

3. Смешанная система: операции подготовки стружки для брикетирования (дробление и брикетирование) выполняются на общезаводском участке.

На машиностроительных заводах, имеющих собственные литейные цеха, оборудованные индукционными или дуговыми электропечами, всю стальную и чугунную стружку можно использовать в качестве шихты.

Цеховое отделение сбора и переработки стружки целесообразно размещать у наружной стены здания, вблизи от выезда из цеха, либо предусматривать въезд с улицы непосредственно. Такая схема позволяет улучшить санитарное

состояние цеха и облегчает отправку брикетов или стружки россыпью безрельсовым транспортом.

Площадь отделения для сбора и переработки стружки можно определить по соответствующим нормам:

число станков	100-300	300-700
площадь на станок, м ²	1-0,5	0,5-0,3.

Бо́льшие значения площади соответствуют меньшему числу станков. Промежуточные значения площади определяют интерполяцией.

Если в цехе предусматривают лишь сбор и хранение стружки, а переработка – вне его, удельная площадь уменьшается в два раза.

При выборе смазывающее – охлаждающей жидкости на участке необходимо помнить, что к жидким СОЖ относят растворы органических и неорганических веществ (сода, нитрата натрия, триэтаноламина и т.п.), растворы эмульсолов (эмульсии), масла, синтетические и полусинтетические вещества.

Водные растворы органических веществ обладают хорошими охлаждающими свойствами, но недостаточно смазывающими и антикоррозийными.

Рабочие растворы эмульсолов на водной основе – эмульсии позволяют регулировать состав СОЖ, повышая в зависимости от потребности их смазывающие или охлаждающие свойства. Сами же эмульсолы – сбалансированные смеси минеральных масел, эмульгаторов, ингибиторов коррозии, стабилизаторов и других компонентов.

Полусинтетические и синтетические СОЖ – сравнительно новые классы жидкостей, имеющие преимущества перед эмульсолами по стабильности, сроку службы, прозрачности рабочих растворов. Концентраты таких СОЖ в своём составе содержат 25-50 % воды.

Синтетические СОЖ не содержат в своём составе минеральных масел. Существуют две группы синтетических СОЖ – на основе водорастворимых полимеров и на основе композиций поверхностно-активных веществ. Для улучшения антикоррозийных, противопенных и некоторых других свойств к этой основе добавляют соответствующие присадки.

Полусинтетические СОЖ занимают промежуточное положение между эмульсолами и синтетическими жидкостями. Содержание минеральных масел в концентратах полусинтетических СОЖ составляет 15-30 %.

В механических цехах могут иметь место следующие системы обеспечения станков СОЖ:

1. Централизованная циркуляционная, при которой жидкости подают непосредственно в зону резания станка по напорным трубопроводам из центральной установки. Отработанные составы поступают от станков в центральную установку самотёком по сливным системам лоткового типа. Слив осуществляется в ёмкости, установленные в подвальных помещениях. Отработанные жидкости после очистки используются многократно.

Централизованная циркулярная система снабжения СОЖ исключает применение индивидуальных систем станков для подачи жидкостей, улучшает качество СОЖ за счёт централизованного приготовления, очистки и контроля.

К недостаткам системы можно отнести наличие сложных коммуникаций (трубопроводов) и трудности с перепланировкой оборудования, связанные с подземными коммуникациями для отвода отработавших СОЖ.

Централизованная циркуляционная система подачи СОЖ применяется в цехах с большим числом однотипных станков, потребляющих жидкости ограниченных видов (в АЛ).

2. Централизованная групповая система заключается в подаче жидкости из центральной установки по трубопроводам к разборным кранам, установленным на колоннах в цехе для обслуживания отдельных групп станков. В процессе работы используется индивидуальная система охлаждения станка, которая систематически пополняется из разборных кранов с целью восполнения потерь жидкости из-за её разбрызгивания и уноса с обработанной деталью и стружкой. Подобная система даёт возможность перестановки оборудования, исключить сложные подземные коммуникации для отвода отработанных жидкостей. Используется в цехах с большим количеством разнотипных станков, потребляющих охлаждающие жидкости разных видов.

3. Децентрализованная система, при которой СОЖ из отделения, где она готовится, подаётся к станкам в таре и таким же способом удаляется от станков после использования. Здесь вообще не требуется трубопроводов, возможен индивидуальный подбор СОЖ для каждой операции. Однако при данном способе снабжения жидкостями не всегда возможно обеспечение требуемого её качества и происходит загрязнение цеха при транспортировке СОЖ. Система применима для цехов с небольшим числом станков, потребляющих жидкости в сравнительно небольшом количестве.

При использовании децентрализованной системы, площадь отделения для приготовления и раздачи СОЖ зависит от числа единиц производственного оборудования. При 50 станках принимают отделение площадью 40 м², при 400 – 120 м². Промежуточные значения определяют интерполяцией. Совместно с отделением располагают склад масел из расчёта 0,1...0,12 м² на один обслуживаемый станок цеха.

Численность рабочих 2-4 человека. Размещается отделение в помещении у внешней стены здания с выходом как внутрь, так и наружу цеха. В отделении необходимо предусмотреть подвод горячей и холодной воды, пара и сжатого воздуха, используемых для приготовления растворов.

Для безопасной работы с СОЖ следует выполнять инструкцию по её эксплуатации. В целях охраны здоровья персонала все вновь разрабатываемые СОЖ проходят обязательную гигиеническую оценку. В СОЖ вводят бактерицидные присадки или периодически её пастеризуют. Персонал, работающий с СОЖ, подлежит обязательному медицинскому осмотру. Периодичность замены СОЖ устанавливают на основе контроля её содержания, но не реже одного раза в шесть месяцев при лезвийной обработке, одного раза в месяц при абразивной обработке для масляных СОЖ и одного раза в три месяца для водных СОЖ. Периодичность контроля СОЖ на содержание следующая: на масляной основе – раз в месяц, полусинтетических СОЖ – один раз в две недели. Раз в неделю должен выполняться анализ СОЖ на отсутствие микробов, вызывающих кож-

ные заболевания. Хранение и транспортирование СОЖ осуществляют в чистых стальных, жестяных и пластмассовых резервуарах. При приготовлений СОЖ ёмкости размещают в отдельном помещении, оборудованном вытяжной вентиляцией. Очистку ёмкостей, трубопроводов и систем подачи СОЖ выполняют: для масляных СОЖ – один раз в шесть месяцев; для водных СОЖ – один раз в три месяца. Отработанные СОЖ собирают в специальные ёмкости. Система охлаждения станка должна предотвращать попадание СОЖ на пол около оборудования.

Этап 5. Выполнение технологической планировки участка механической обработки.

Данный этап самый сложный и ответственный, так как возможно множество вариантов расстановки оборудования на участке. Наилучшим вариантом планировки считается такой, когда учтены все необходимые требования по расстановке оборудования и площадь участка наименьшая, а полуфабрикаты при обработке совершают самый короткий путь. После расстановки оборудования по оптимальному варианту обязательно наносят границы участка.

Этап 6. Формулировка условий функционирования производственной системы спроектированного участка механической обработки. Так как многие решения принимались и уточнялись в процессе выполнения технологической планировки, то их необходимо сформулировать. Это решения, касающиеся количества основного технологического оборудования, обслуживания складочных площадок, вывоза стружки, количества средств пожаротушения и инженерного оборудования.

Этап 7. Определение основных технико-экономических показателей участка.

Основные технико-экономические показатели:

- 1) площадь участка;
- 2) количество основного технологического оборудования;
- 3) удельная производственная площадь, приходящаяся на один станок;
- 4) средний коэффициент загрузки основного технологического оборудования;
- 5) количество производственных рабочих;
- 6) коэффициент многостаночного обслуживания по участку.

Все эти показатели вносятся в сводную таблицу, например:

Таблица 5 – Основные технико-экономические показатели участка

$F, \text{м}^2$	$C, \text{шт.}$	$f, \text{м}^2/\text{шт}$	K_3^{CP}	$P_{ПР}, \text{чел.}$	K_M

Этап 8. Оформление расчетно – графической работы.

3.2 Требования к технологической планировке участка

Технологическая планировка участка – это схематическое изображение в условных знаках производственного и другого стационарно расположенного оборудования с обозначением мест вывода инженерных коммуникаций, проездов, проходов и рабочих мест с привязкой к строительным элементам здания – колоннам. Технологическая планировка выполняется в масштабе.

В принятом масштабе на листе миллиметровой бумаги формата А2 выполняется часть производственного корпуса, с указанием колонн, их обозначением и указанием магистрального проезда. Лишь затем расставляется оборудование с соблюдением норм размещения (см. приложение Г), применением условных обозначений (см. приложение Д) по ходу технологического процесса.

При этом для облегчения проектирования и контроля правильности расстановки оборудования необходимо, чтобы каждый темплет содержал следующую информацию: модель станка, номер операции и габаритные размеры станка.

Основное технологическое оборудование на участке может располагаться в одну, две и более линий, но рекомендуемая длина участка 30-50 м. В случае, если длина участка превышает 30 м, можно сделать еще один проезд, цеховой, параллельный магистральному, так как расположение участка между двумя проездами считается наилучшим с точки зрения обслуживания участка и пожарной безопасности. Расположение площадок для складирования возле проездов - также наилучший вариант.

Ширина цехового проезда зависит от вида транспорта и направленности движения.

На листе технологической планировки в масштабе 1:1000 также выполняют план производственного корпуса с указанием сетки колонн и границ спроектированного участка. Это необходимо для дополнительного контроля.

Кроме этого лист технологической планировки должен содержать дополнительную информацию, необходимую для чтения этой планировки. Дополнительная информация – это принятые условные обозначения.

После завершения выполнения планировки на миллиметровой бумаге, планировка выполняется на компьютере с помощью графических программ, распечатывается и прикрепляется к отчету расчетно-графической работы после последнего листа отчета.

4 ТРЕБОВАНИЯ ПО ОФОРМЛЕНИЮ

Работа выполняется на листах писчей бумаги формата А4. Каждый лист с рамкой. Нумерация листов сквозная. Титульный лист установленной формы (см. приложение А). На титульном листе обязательно указывается обозначение документа, например: **РГР 15.03.05.01.000**, где седьмая и восьмая цифры – это номер варианта. На титульном листе номер страницы не проставляется.

Текст пояснительной записки работы должен быть кратким, четким и не допускать различных толкований.

Текст пояснительной записки должен быть выполнен аккуратно литературным и технически грамотным языком на одной стороне листа бумаги формата А4 (210 × 297 мм) с применением печатающих и графических устройств вывода ЭВМ (ГОСТ 2.004) и использованием шрифта Times New Roman (допускается применение других аналогичных шрифтов):

- шрифт 12-14 – при написании текста;
- шрифт 12-14 (полужирный) – при написании заголовков подразделов;
- шрифт 14-16 (полужирный) – при написании заголовков разделов;
- межстрочный интервал – полуторный.

Текст пояснительной записки оформляют на листах в рамке: поле слева – 20 мм, справа, сверху и снизу – по 5 мм.

Расстояние от рамки до границ текста в начале и в конце строк – **не менее 3 мм.**

Расстояние от верхней и нижней строки текста до верхней и нижней рамки должно быть **не менее 10 мм.**

Абзацы в тексте начинаются отступом, **равным 10 мм.**

Расстояние между **заголовком и текстом**, между **заголовками раздела и подраздела** должно быть **равно 2 интервалам.**

На листе пояснительной записки, следующем за титульным листом, выполняется основная надпись **формы 2** по ГОСТ 2.104 (Приложения Е).

На последующих листах пояснительной записки оформляются основные надписи **формы 2а** по ГОСТ 2.104 (Приложения Е).

Основная надпись, дополнительные графы к ней и рамки выполняют сплошными основными и тонкими сплошными линиями по ГОСТ 2.303.

Примеры заполнения основных надписей в пояснительной записке приведены в Приложении Е настоящего пособия.

При изложении обязательных требований в тексте должны применяться слова «должен», «следует», «необходимо», «требуется, чтобы», «разрешается только», «не допускается», «запрещается», «не следует». При изложении других положений следует применять слова – «могут быть», «как правило», «при необходимости», «может быть», «в случае» и т.д.

При этом допускается использовать повествовательную форму изложения текста документа, например, «применяют», «указывают» и т.п.

В тексте должны применяться научно-технические термины, обозначения и определения, установленные соответствующими стандартами, а при их отсутствии – общепринятые в научно-технической литературе.

Если в документе применяется специфическая терминология, то в конце его (перед списком литературы) должен быть перечень принятых терминов с соответствующими разъяснениями. Перечень включают в содержание документа.

В тексте документа не допускается:

- применять обороты разговорной речи, техницизмы, профессионализмы;
- применять для одного и того же понятия различные научно-технические термины, близкие по смыслу (синонимы), а также иностранные слова и термины при наличии равнозначных слов и терминов в русском языке;
- применять произвольные словообразования;
- применять сокращения слов, кроме установленных правилами русской орфографии, соответствующими государственными стандартами;
- сокращать обозначения единиц физических величин, если они употребляются без цифр, за исключением единиц физических величин в головках и боковиках таблиц и в расшифровках буквенных обозначений, входящих в формулы и рисунки.

В тексте документа, за исключением формул, таблиц и рисунков, не допускается:

- применять математический знак минус (–) перед отрицательными значениями величин (следует писать слово «минус»);
- применять знак «Ø» для обозначения диаметра (следует писать слово «диаметр»). При указании размера или предельных отклонений диаметра на чертежах, помещенных в тексте документа, перед размерным числом следует писать знак «Ø»;
- применять без числовых значений математические знаки, например, > (больше), < (меньше), = (равно), ≥ (больше или равно), ≤ (меньше или равно), ≠ (не равно), а также знаки № (номер), % (процент).

Первой страницей является титульный лист. Второй – индивидуальное задание и исходные данные. На титульном листе номер страницы не проставляется. Страницы нумеруются в основной надписи. Форма титульного листа отчета представлена в Приложении А.

Планировка участка выполняется карандашом на листе миллиметровой бумаги с соблюдением норм расстановки оборудования (см. приложение Г), условных обозначений (см. приложение Д), затем переводится в электронную форму с помощью графических программ, распечатывается и прикрепляется к отчету расчетно-графической работы после последнего листа отчета.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андерс А. А., Потапов Н. М., Шулешкин А. В. Проектирование заводов и механосборочных цехов в автотракторной промышленности. - М.: Машиностр., 1982 - 271 с.
2. Егоров М. Е. Основы проектирования машиностроительных заводов - М.: Высш. шк., 1969-480 с.
3. Мамаев В. С, Осипов Е. Г. Основы проектирования машиностроительных заводов. - М.: Машиностр., 1974. - 295 с.
4. Справочник технолога - машиностроителя. В 2 т. Т.2 /Под ред. А. Г. Косило-вой и Р. К. Мещерякова. - М.: Машиностр., 1985. - 496 с.
5. Справочник технолога - машиностроителя. В 2 т. Т.2 /Под ред. А. Н. Малова. - М.: Машиностр., 1972. - 568 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
Форма и пример оформления титульного листа

Рубцовский индустриальный институт (филиал) ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»

Технический факультет

Кафедра «Техника и технологии машиностроения и пищевых производств»

Отчет защищен с оценкой _____

подпись преподавателя **В.В. Гриценко**
И.О. Фамилия

«_____» _____ 2022 г.

РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА

*«Разработка технологической планировки производственного участка
механической обработки»*

по дисциплине «Проектирование машиностроительных производств»

РГР 15.03.05.00.000
обозначение документа

Работу выполнил
студент гр. КТМ-91

подпись, дата

И.И. Иванов
И.О. Фамилия

Работу принял
Зав. каф. ТиТМиПП, доцент

должность, ученое звание

оценка, подпись, дата

В.В. Гриценко
И.О. Фамилия

Рубцовск 2022

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Тип производства

Таблица 1Б – Определение типа производства

Тип производства	Количество изготавливаемых деталей в год, шт.		
	Тяжелые (свыше 30 кг)	Средние (8...30 кг)	Легкие (до 8 кг)
Единичный	До 5	До 10	До 100
Мелкосерийный	5...100	10...200	100...500
Среднесерийный	100...300	200...500	500...5000
Крупносерийный	300...1000	500...5000	5000...50000
Массовый	Свыше 1000	Свыше 5000	Свыше 50000

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Коэффициент загрузки оборудования

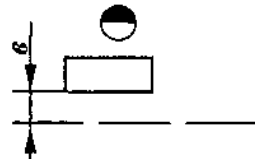
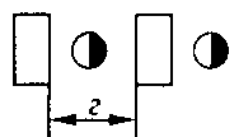
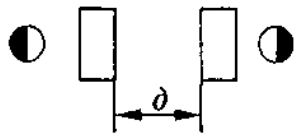
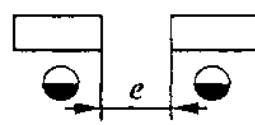
Таблица 1В – Рекомендуемые значения среднего по цеху коэффициента загрузки оборудования, в зависимости от типа производства

Вид цеха	$K_{з.ср}$		
Механический	Единичное и мелкосерийное производство	Среднесерийное производство	Крупносерийное и массовое производство
	0,80-0,90	0,25-0,85	0,65-0,85

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Нормы размещения оборудования

Таблица 1Г – Нормы расстояний станков от проезда, между станками, а также от станков до стен и колонн здания (в нормы не включены площадки для складирования и заделы), мм

Расстояние	Наибольший габаритный размер станка в плане, мм			
	Мелкие станки, до 1800	Средние станки, до 4000	Крупные станки, до 8000	Очень крупные станки, до 16000
1	2	3	4	5
1 От проезда до: 1) фронтальной стороны станка - <i>a</i>  2) боковой стороны станка - <i>b</i>  3) тыльной стороны станка - <i>в</i> 	1000	1000	1000	2000
2 Между станками при их расположении: 1) в «затылок» - <i>z</i>  2) тыльными сторонами друг к другу - <i>д</i>  3) боковыми сторонами - <i>e</i>  4) то же, но с возможностью перемещения ручных тележек - <i>e</i>	1400	1600	1800	2600
	700	800	1000	1200
	900	900	1200	1500
	1100	1100	1500	—

Продолжение таблицы 1Г

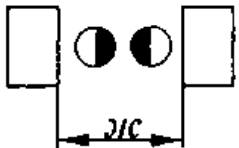
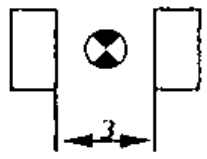
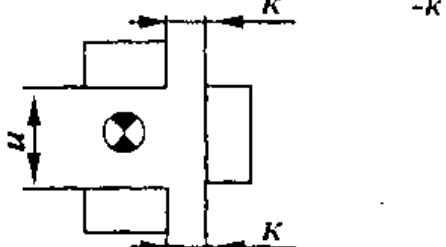
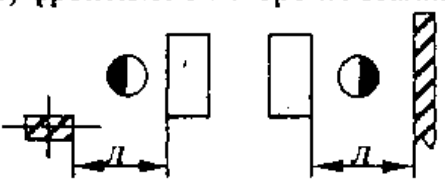
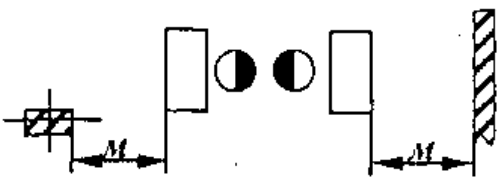
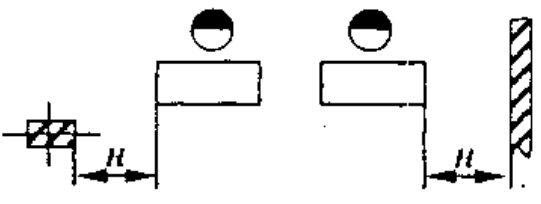
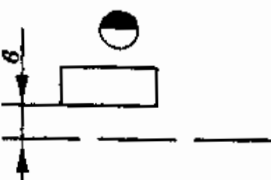
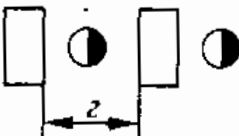
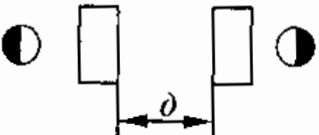
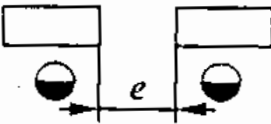
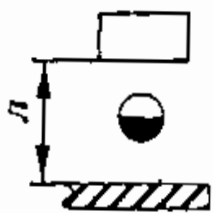
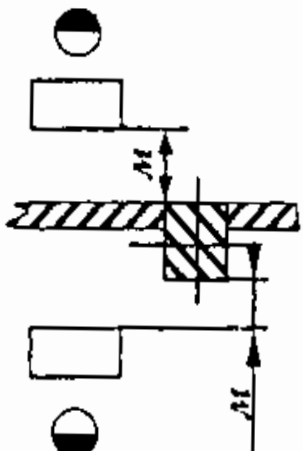
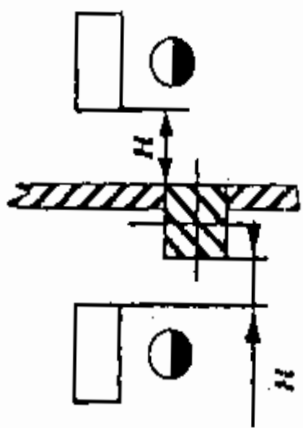
1	2	3	4	5
5) фронтальными сторонами друг к другу - жс 	1700	1800	2000	2200
6) то же, но с возможностью перемещения ручных тележек - жс	1900	2300	2600	—
7) рабочий обслуживает два станка - з 	1400	1600	—	—
8) рабочий обслуживает три станка по кольцевой схеме 	1400 700	1600 700	— —	— —
3 От стен, колонн до:				
1) фронтальной стороны станка - л 	1300	1500	1500	2000
2) тыльной стороны станка - м 	700	800	900	1900
3) боковой стороны станка - н 	900	900	900	1500

Таблица 2Г – Нормы размещения сборочных мест, верстаков и стенов (в нормы не включены площадки для складирования и заделов), мм

Расстояние	Габаритные размеры собираемого изделия, мм		
	до 1250×750	до 1250×750	до 2500×1000
1	2	3	4
1 От проезда до: 1) фронтальной стороны - <i>a</i>  2) боковой стороны - <i>b</i>  3) тыльной стороны - <i>в</i> 	1000	1000	1500
2 Между сборочными местами при взаимном расположении: 1) в «затылок» - <i>г</i>  2) тыльными сторонами друг к другу - <i>д</i>  3) боковыми сторонами - <i>e</i>  4) фронтальными сторонами - <i>жс</i> 	1000	1700	1700
	0	1000	1000
	0	750	1200
	2000	2500	2500

Продолжение таблицы 2Г

3 От стен и колон до: 1) фронтальной стороны - л  2) тыльной стороны - м  3) боковой стороны - н 	1300	1500	1500
0	750	900	
750	750	750	
Примечания: Колонка 2 – рабочая зона с одной стороны приспособления или стенда. Колонки 3, 4 – рабочая зона вокруг приспособления или стенда			

Нормы расстояний между станками, верстаками, сборочными стендами и межоперационным транспортом

От транспортного устройства до:

- 1) фронтальной стороны станка, верстака, стенда – 800 мм. Если рабочая зона верстака или стенда – вокруг них, то все стороны считаем фронтальными;
- 2) до боковой стороны станка, верстака, стенда - 400 мм;
- 3) до проезда - 500 мм;
- 4) до стены или колонны - 1500 мм;
- 5) если транспортное устройство расположено в 2 нитки, то расстояние между ними не менее 100 мм.

Нормы расстояний между станками при расположении каналов для транспортировки стружки между тыльными сторонами станков

Для рядов, состоящих только из мелких и средних станков:

- при транспортировке дробленой, элементной и стружки надлома – δ мм (см. таблицу 1Г);
- при транспортировке витой спиральной стружки – $(\delta + 400)$ мм.

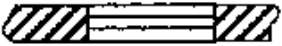
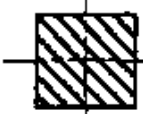
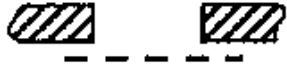
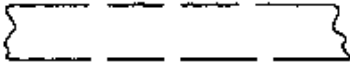
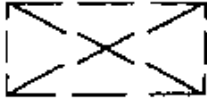
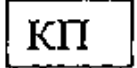
Если в ряду есть крупные станки, то при транспортировке дробленой, элементной и стружки надлома – 1200 мм;

Для рядов, состоящих из мелких и средних станков при применении двухшнекового транспортера, – 1500 мм.

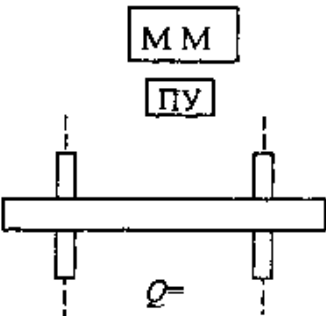
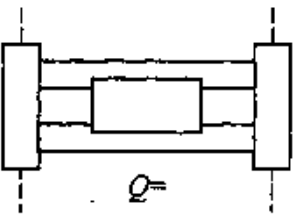
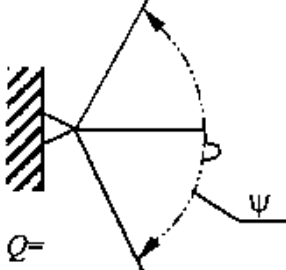
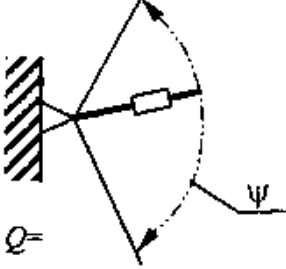
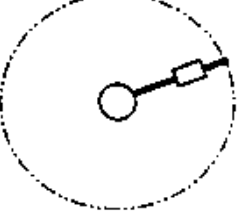
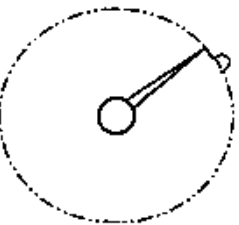
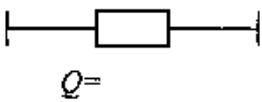
ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Условные обозначения

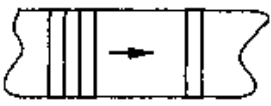
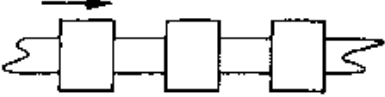
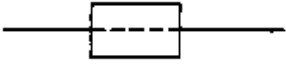
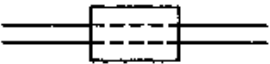
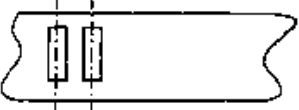
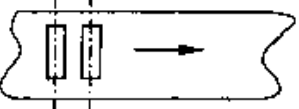
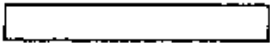
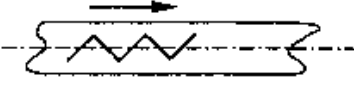
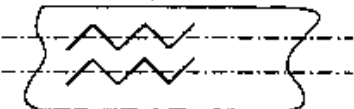
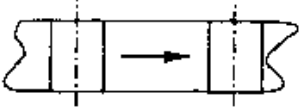
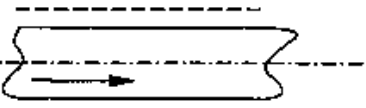
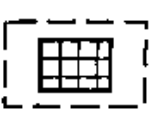
Таблица 1Д – Условные обозначения, применяемые на технологических планировках

Условное обозначение	Наименование
1	2
	Капитальная стена
	Перегородка
	Окно в капитальной стене
	Железобетонная колонна
	Колонна металлическая
	Ворота распашные
	Ворота раздвижные
	Проезд
	Туннель
	Граница участка
	Оборудование
	Рабочее место
	Многостаночное обслуживание
	Место складирования заготовок, деталей, изделий
	Контрольный пункт

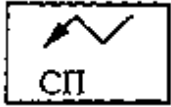
Продолжение таблицы 1Д

1	2
      	Место мастера (стационарное) Пульт управления Кран подвесной Кран двухбалочный мостовой Кран настенный консольный с талью Кран настенный консольный с тельфером Кран консольно-поворотный на колонне с тельфером Кран консольно-поворотный на колонне с талью Монорельс с тельфером

Продолжение таблицы 1Д

1	2
	Конвейер пластинчатый
	Конвейер тележечный
	Тележка напольная однорельсовая
	Тележка напольная двухрельсовая
	Рольганг бесприводной однорядный
	Рольганг приводной однорядный
	Конвейер подвесной цепной
	Скат, склиз
	Конвейер одношнечковый
	Конвейер двухшнечковый
	Конвейер скребковый
	Конвейер вибрационный
	Приямок открытый
	Приямок, закрытый решеткой

Продолжение таблицы 1Д

1	2
               	Люк (откидной) Конвейер стружкоуборочный с приводной станцией, люком для сброса стружки и приемком, закрытым решеткой Подвод сжатого воздуха с давлением в сети 4 атм Подвод эмульсии Подвод масла, сульфифрезола Подвод пара Подвод холодной воды Подвод горячей воды Слив отработанной жидкости в канализацию Местный вентиляционный отсос Стеллаж однорядный Стеллаж двухрядный Пожарный щит Пожарный кран Воздушно-пенный аппарат Сетевой пункт

ПРИЛОЖЕНИЕ Е
Пример выполнения расчетно-графической работы

Рубцовский индустриальный институт (филиал) ФГБОУ ВО «Алтайский
государственный технический университет им. И.И. Ползунова»

Технический факультет

Кафедра «Техника и технологии машиностроения и пищевых производств»

Отчет защищен с оценкой _____

В.В. Гриценко
подпись преподавателя И.О. Фамилия

«_____» _____ 2021 г.

РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА

***«Разработка технологической планировки производственного участка
механической обработки»***

по дисциплине «Проектирование машиностроительных производств»

РГР 15.03.05.01.000

обозначение документа

Работу выполнил
студент гр. КТМ-71

И.И. Иванов
подпись, дата И.О. Фамилия

Работу принял
Зав. каф. ТиТМиПП, доцент
должность, ученое звание

В.В. Гриценко
подпись, дата И.О. Фамилия

Задача: спроектировать участок механической обработки детали типа корпус. Участок расположить так, чтобы колонна ГЗ была бы на территории участка.

Исходные данные: заготовка из стали 40ХН, массой 18 кг; масса готовой детали 15 кг. Габаритные размеры: $L=600$ мм, $\phi=190$ мм, годовая программа выпуска $N=120\,000$ шт. Деталь входит в ходовую часть.

Производственное здание:

- одноэтажное с полным каркасом;
- колонны железобетонные, размер в поперечном сечении 600×400 мм;
- толщина наружной стены 380 мм;
- здание крановое, в каждом пролете мостовой кран с грузоподъемностью $Q=10$ т;
- высота пролета – $H=9,6$ м, высота подкранового пути - $h_k = 6,95$ м;
- магистральный проезд предназначен для всех видов безрельсового транспорта, движение двухстороннее.
- основные строительные параметры производственного здания представлены на рисунке 1.

					РГР15.03.05.01.000ПЗ			
Изм.	Лист	№ документ	Подпись	Дата				
Разработал		Вергун Д.В.			Проектирование участка механообработки	Литера	Лист	Листов
Проверил		Гриценко В.В.				У	2	
						АлтГТУ РИИ гр. КТМ-61з		
Н.контр.								

Строительные параметры производственного здания 1:1000

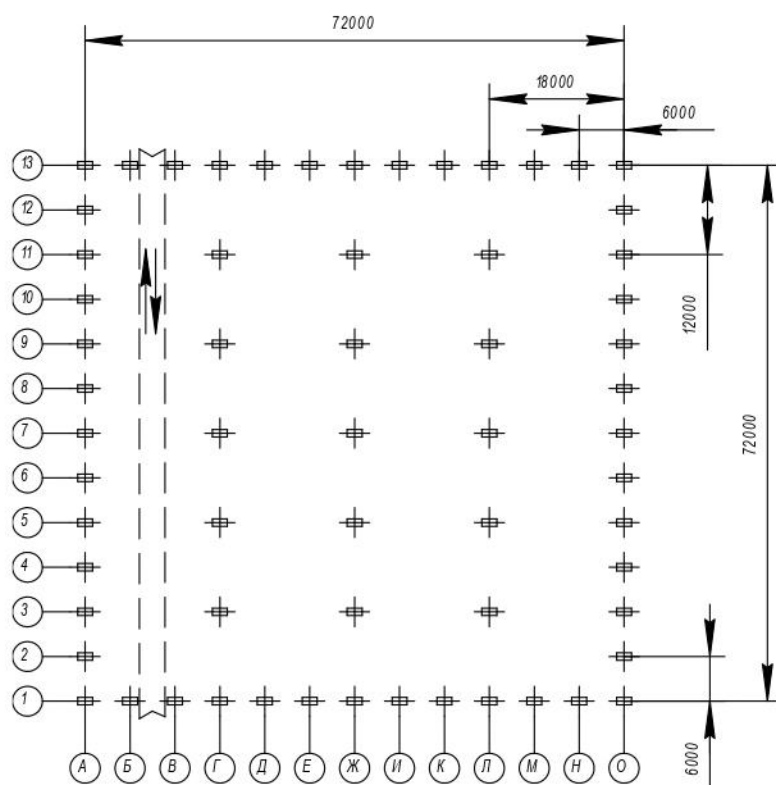


Рисунок 1 – Основные строительные параметры производственного здания

Маршрутный технологический процесс детали приведем в таблице 1.

Таблица 1 - Маршрутный технологический процесс

Номер операции	Наименование операции	Модель станка	Т _{шт} , мин	Тип станка	Габаритные размеры, мм	Масса станка, т	Кол-во шпинд. станка
005	Фрезерно-центровальная	МР-71	1,34	п/а	3140×1630	6,2	4
010	Токарно-копировальная	1716Ц	1,3	п/а	1480×2200	4,5	1
015	Токарно-копировальная	1716Ц	1,35	п/а	1480×2200	4,5	1
020	Шлицефрезерная	5350В	8,1	п/а	2670×1810	9,85	1
025	Слесарная	Верстак	1,1	-	1400×800	-	-
030	Термическая						
035	Круглошлифовальная	3М151	1,84	унив.	4605×2450	5,6	1
040	Круглошлифовальная	3М151	1,25	унив.	4605×2450	5,6	1
045	Круглошлифовальная	3М151	2,05	унив.	4605×2450	5,6	1
050	Круглошлифовальная	3М151	1,43	унив.	4605×2450	5,6	1
055	Шлищешлифовальная	3451	5,2	п/а	2510×1300	5,3	1
060	Контрольная			-	3000×2000	-	-

1. Определяем ориентировочно тип производства.

Так как масса детали $m = 15 \text{ кг}$, а годовая программа выпуска составляет 120000 штук, то тип производства – массовое, следовательно, форма организации – поточная.

2. Определяем режим работы и фонды времени.

Принимаем двухсменный режим работы. Действительный годовой фонд времени работы оборудования согласно [2] в качестве окончательного значения принимаем равным 3890 ч.

Действительный годовой фонд времени рабочих принимаем 1860 ч. (при рабочей недели 41 ч., а основной отпуск 15 дней)

3. Определяем такт выпуска детали

$$\tau_{\phi} = \frac{60\Phi_{\phi.o.}}{N}, \quad (1)$$

где $\Phi_{\phi.o.}$ – действительный годовой фонд времени работы оборудования, мин;

N – годовая программа выпуска, шт.

$$\tau_{\phi} = \frac{60 \cdot 3890}{120000} = 1,95 \text{ мин}$$

Так как штучное время не синхронизировано с тактом выпуска деталей, то форма организации производства – прямоточная линия.

4. Определяем количество единиц основного технологического оборудования на каждой операции по станкоемкости.

Расчетное количество оборудования, необходимое для выполнения операции $C'_{расч}$, шт, определим по формуле:

$$C'_{расч} = \frac{T_{шт}}{\tau_{\phi}}, \quad (2)$$

где $T_{шт}$ – штучное время на операцию, мин;

τ_{ϕ} – такт выпуска детали, мин/шт.

Расчетное значение округляем до ближайшего большего целого числа $C_{расч}$ – принятого числа единиц оборудования.

Коэффициент загрузки оборудования K_z определим по формуле:

					РГР15.03.05.01.000ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документ	Подпись	Дата		4

$$K_3 = \frac{C'_{расч}}{C_{расч}} \quad (3)$$

Таблица 2 – Расчет потребного количества оборудования

Номер операции	Наименование операции	$C'_{расч}$	$C_{расч}$	K_3
005	Фрезерно-центровальная	1,34/1,95=0,69	1	0,69
010	Токарно-копировальная	1,3/1,95=0,67	1	0,67
015	Токарно-копировальная	1,35/1,95=0,69	1	0,69
020	Шлицефрезерная	8,1/1,95=4,2	5	0,84
035	Круглошлифовальная	1,84/1,95=0,94	1	0,94
040	Круглошлифовальная	1,25/1,95=0,64	1	0,64
045	Круглошлифовальная	2,05/1,95=1,05	2	0,53
050	Круглошлифовальная	1,43/1,95=0,73	1	0,73
055	Шлицешлифовальная	5,2/1,95=2,7	3	0,9

5. Сравниваем расчетное значение коэффициента загрузки оборудования с допускаемыми значениями

Так как не все значения коэффициента загрузки оборудования входят в допускаемые значения, то внесем коррективы в количестве оборудования.

$$C' = \frac{C_{расч}}{K_u} \quad (4)$$

№ операции	Наименование операции	$C'_{расч}$	C'	$K_3 = C'_{расч} / C'$
020	Шлицефрезерная	4,2	6	0,7
035	Круглошлифовальная	0,94	2	0,47
055	Шлицешлифовальная	2,7	4	0,68

6. Определяем общее количество единиц основного технологического оборудования

Получаем количество станков равное 19.

7. Определяем средний коэффициент загрузки оборудования по участку

$$K_3^{cp} = \frac{\sum K_3^{опер}}{n}, \quad (5)$$

где n – количество основных технологических операций.

$$K_3^{cp} = \frac{5,8}{9} = 0,63$$

8. Строим график загрузки оборудования.

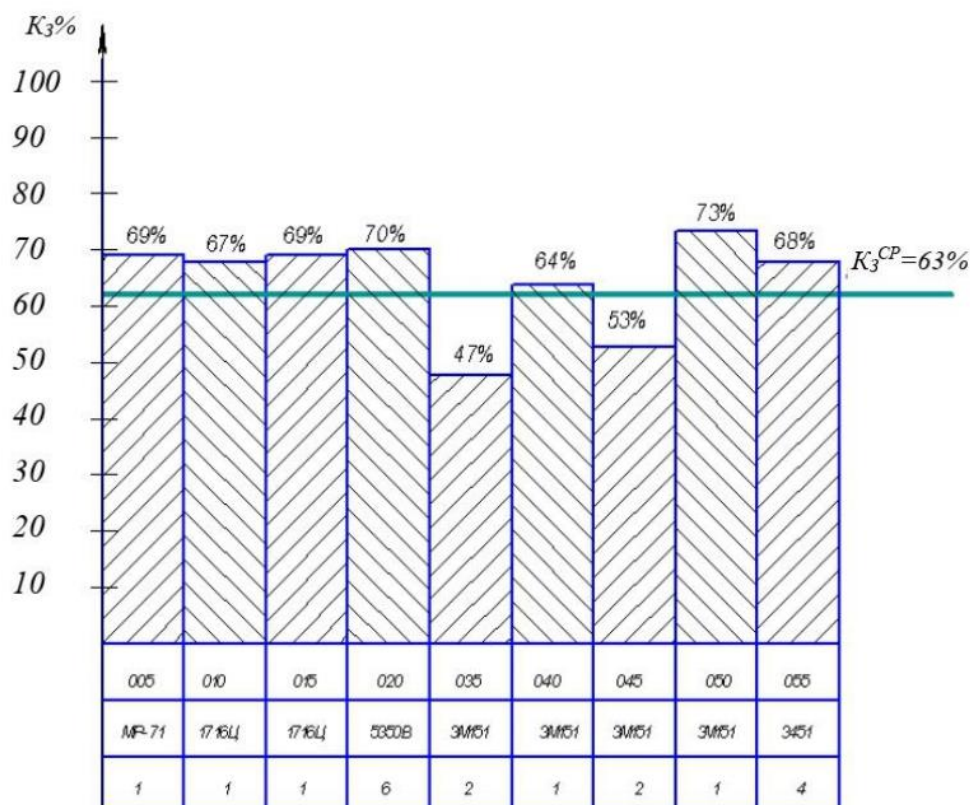


Рисунок 2 – График загрузки оборудования

9. Определяем количество неосновного технологического оборудования.

025 операция: слесарная

Для выполнения этой операции необходим верстак.

025 $C'_{расч} = t_{шт} / \tau_{\delta} = 0,7 / 2,33 = 0,3$; $C_{расч} = 1$, тогда $K_3 = 0,3$.

10. Определяем ориентировочно количество производственных рабочих на участке.

$$P_{см} = \frac{C_{\Sigma} \cdot \Phi_{\delta.o.} \cdot K_3^p}{\Phi_{\delta.p.} \cdot K_m} \cdot K_{p.p.}, \quad (6)$$

где C_{Σ} – общее количество станков,

$\Phi_{\delta.o.}$ – действительный годовой фонд времени,

K_m – коэффициент многостаночного оборудования по участку, для массового производства принимаем $K_m = 1,75$.

$K_{p.p.}$ – коэффициент, учитывающий ручные работы, принимаем $K_{p.p.} = 1,2$.

$$P_{cm} = \frac{19 \cdot 3890 \cdot 0,63}{1860 \cdot 2,2} \cdot 1,05 = 11,9$$

Так как $P_{cm} = 12$ чел, то необходимо предусмотреть стационарное место мастера.

11. Ориентировочно определим площадь участка по удельным производственным площадям и места для складирования на участке.

$$F = f \cdot C^{\Sigma}, \quad (7)$$

где C^{Σ} – общее количество станков основных технологических операций;

f – удельная производственная площадь, приходящаяся на один станок.

$$F = (24...27) \cdot 19 = 456...513 м^2.$$

12. Выбираем средства межоперационного транспорта.

В качестве межоперационного транспорта выбираем не приводной рольганг шириной 700 мм. Так как перемещения груза используются поддоны, то для возврата поддона в начало поточной линии предусматриваем холостую приводную ветвь, расположенную под рабочей.

13. Выбираем средство стружкоуборки на участке

Масса стружки определяется по формуле:

$$m_{cmp} = m_{заг} - m_{дет}, \quad (8)$$

$$m_{cmp} = 18 - 15 = 3 \text{ кг}$$

Масса стружки за год:

$$m_{год} = m_{cmp} \cdot N, \quad (9)$$

$$m_{год} = 3 \cdot 120000 = 360000 \text{ кг} = 360 \text{ т}$$

Количество стружки, приходящееся на $1 м^2$ определим по формуле:

					РГР15.03.05.01.000ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документ	Подпись	Дата		7

$$m_{стр}^1 = \frac{m_{год}}{F}, \quad (10)$$

$$m_{стр}^1 = \frac{360}{456...513} = 0,79...0,7 \text{ т/м}^2$$

Так как получаемая стружка на черновых операциях – сливная спиральная, выбираем линейный конвейер – одношнековый, ширина – 500мм. На стружкооборочном конвейере предусматриваем откидные люки. Цеховая система стружкоуборки – комбинированная, следовательно, механизацию стружкоуборки из станков не предусматриваем.

14. Выбираем систему и средство раздачи СОЖ

Выбираем цеховую децентрализованную систему раздачи СОЖ, так как на участке используются различные виды СОЖ (рекомендуется для токарной обработки – аквол 2, для шлифования – укринол 1, для зубофрезерования – сульфифрезол.

15. Выбор подъемно – транспортного оборудования

В качестве подъемно – транспортного оборудования принимаем кран подвесной 10 тонн, так как в проектируемом цехе имеется оборудование массой не более 10 тонн.

Так как вес заготовки – 18 кг и вес готовой детали – 15 кг, то в качестве межоперационных подъемно-транспортных средств используем кран консольно-поворотный на колонне с талью радиусом 3 метра, грузоподъемностью 100 кг.

16. Выбор инженерного оборудования

Так как все оборудование участка работает от электрического тока, то устанавливаем на участке сетевой пункт.

В качестве средств пожаротушения на участке устанавливаем пожарный кран, пожарный щит.

					РГР15.03.05.01.000ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документ	Подпись	Дата		8

Прочерчиванием определяем фактическую площадь участка:

$$F_{\text{фч}} = (22 \cdot 16,7) - (12 \cdot 1,7) = 347 \text{ м}^2$$

$$F_{\text{фч}} \leq F$$

17. Техничко-экономические показатели участка

Площадь участка: 347 м²

Количество единиц основного технологического оборудования – 19;

Удельная производственная площадь на 1 станок – 18 м²;

Количество основных производственных рабочих – 12;

Средний коэффициент загрузки основного технологического оборудования $K_s^{cp} = 0,63$;

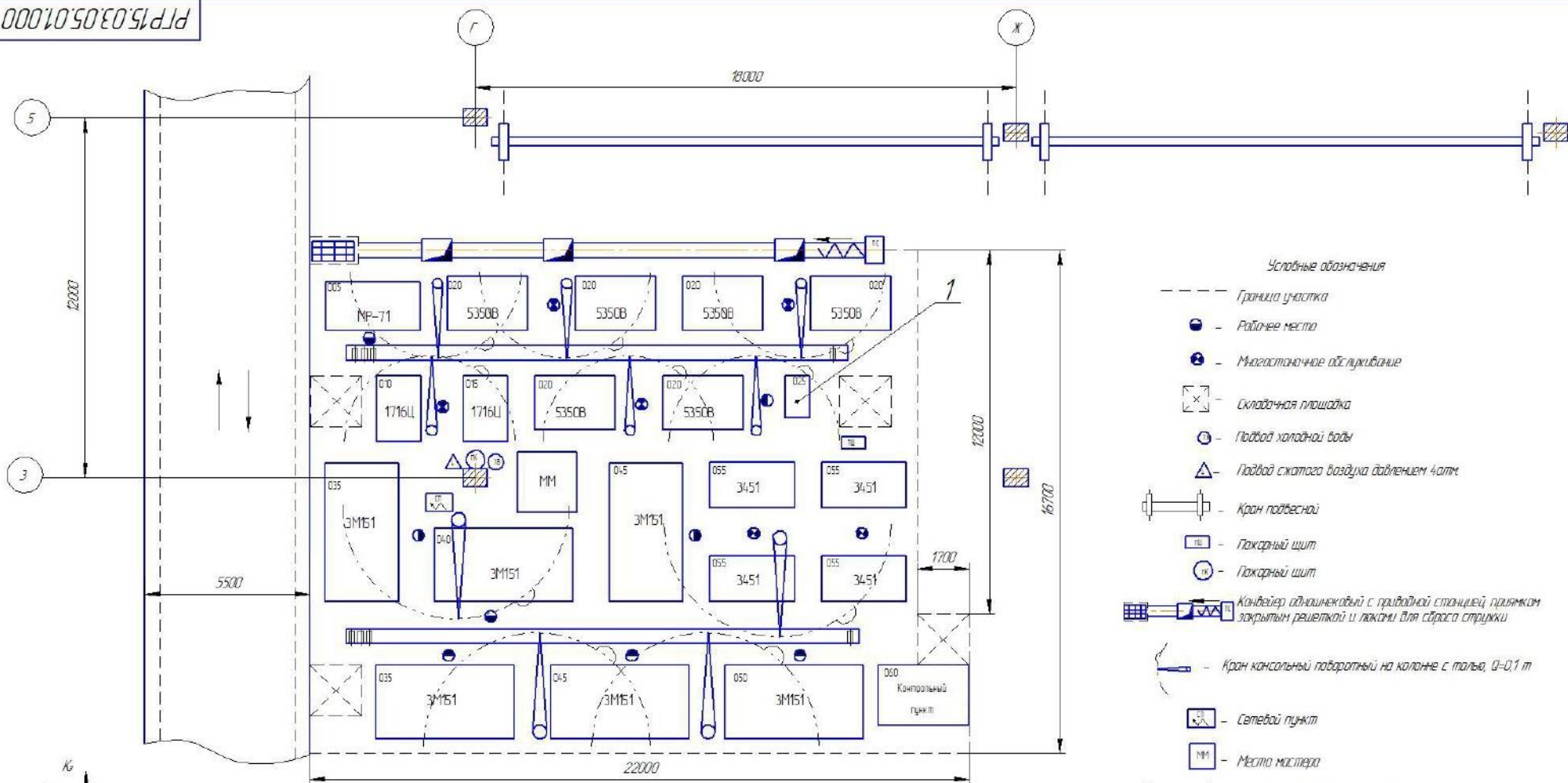
Коэффициент многостаночного оборудования $K_m = 1,2$.

					РГР15.03.05.01.000ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документ	Подпись	Дата		9

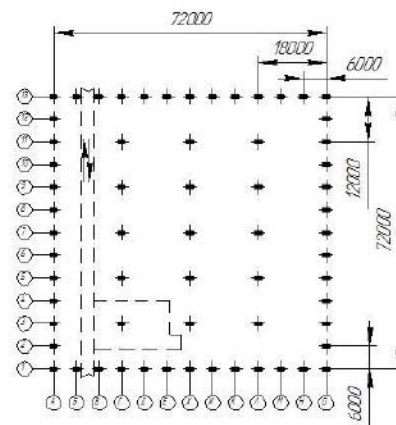
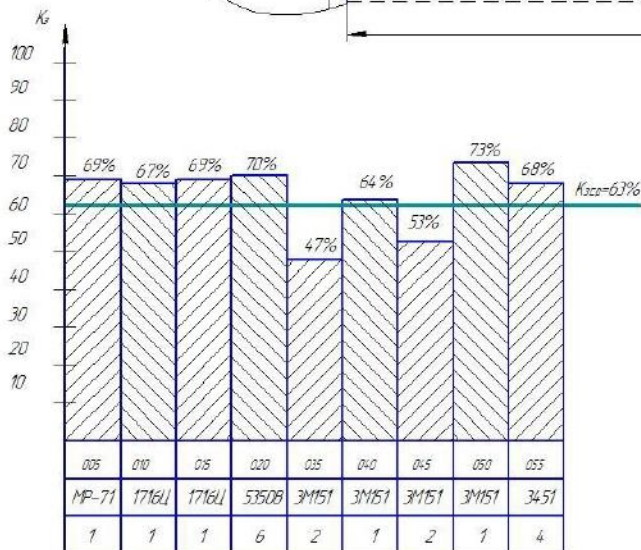
Список использованных источников

1. Попова В.В. Проектирование машиностроительного производства: Задания и методические указания к выполнению расчетной работы для студентов специальности 120100 дневной формы обучения/Рубцовский индустриальный институт. – Рубцовск: РИО, 2005. – 23с.
2. Мамаев В.С., Осипов Е.Г. Основы проектирования машиностроительных заводов. – М.: Машиностроение, 1974. – 290 с.
3. Справочник технолога машиностроителя. В 2-х томах. Т.2/ Под ред. А. Н. Малова. – М.: Машиностроение, 1972. – 568с.

					РГР15.03.05.01.000ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документ	Подпись	Дата		10



Строительные параметры производственного здания 1:1000



1 - Верстак

						РГР15.03.05.01.000								
						Планировка участка					Лист	Масса	Масштаб	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	у									1:100
Разработ.		Версун Д.В.			Лист						Листов		1	
Проект.		Грищенко В.В.				АКТИТУ РИМ								
Инженер						зд. КТМ-61з								

Гриценко Вячеслав Владимирович

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПЛАНИРОВКИ
ПРОИЗВОДСТВЕННОГО УЧАСТКА
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ**

Учебное пособие для изучения дисциплин
«Проектирование машиностроительных
производств» и «Планировка производственных
участков и цехов» студентами направления
15.03.05 «Конструкторско-технологическое
обеспечение машиностроительных производств»
всех форм обучения

Подписано в печать 26.12.22. Формат 84×108/16.
Усл. печ. л. 3,06. Тираж 6 экз. Заказ 221823. Рег. № 24.

Отпечатано в ИТО Рубцовского индустриального института
658207, Рубцовск, ул. Тракторная, 2/6.