

Н.М. Тудакова, А.Г. Схиртладзе, Д.С. Пахомов, Б.В. Устинов

ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЧАСТКОВ И ЦЕХОВ ОБРАБАТЫВАЮЩЕГО ПРОИЗВОДСТВА

*Допущено Учено-методическим объединением вузов
по образованию в области автоматизированного
машиностроения (УМО АМ) в качестве учебника
для студентов высших учебных заведений, обучающихся
по направлению подготовки «Конструкторско-технологическое
обеспечение машиностроительных производств»*

2016 г.

УДК 621:65.015.13(075.8)

ББК 34.4

Т816

Р е ц е н з е н т ы

профессор Волжского государственного университета водного транспорта,
доктор технических наук, заслуженный деятель науки РФ

А. С. Курников

профессор Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии
доктор технических наук *В. М. Сорокин*

Тудакова Н.М., Схиртладзе А.Г., Пахомов Д.С., Устинов Б.В.

Т816 Проектирование участков и цехов обрабатывающего производства:
учебник /Н.М. Тудакова, А.Г. Схиртладзе, Д.С. Пахомов, Б.В.Устинов; 2016.–
226 с.

ISBN978-5-502-00267-7

Изложены вопросы проектирования участков и цехов обрабатывающего производства, приведены методики расчета количества основного и вспомогательного оборудования, производственного персонала, систем производственного обеспечения, производственных площадей и др. Приведены примеры планировок производственных участков и цехов обрабатывающего производства и необходимые нормативные материалы для их проектирования.

Учебник предназначен для студентов высших учебных заведений обучающихся по направлению «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» всех форм обучения. Может быть полезен для инженерно-технических работников машиностроительных предприятий.

Рис. 75. Табл. 91. Библиогр.: 29 назв.

УДК 621:65.015.13(075.8)

ББК 34.4

ISBN978-5-502-00267-7

© Тудакова Н.М., Схиртладзе А.Г.,
Пахомов Д.С., Устинов Б.В., 2016

ОГЛАВЛЕНИЕ

Принятые сокращения	6
Принятые обозначения	8
Введение.	14
Глава 1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ	15
1.1. Структура промышленных предприятий	15
1.2. Этапы, методы, задачи и принципы проектирования.	17
1.3. Специализация обрабатывающего производства.	22
1.4. Производственная программа	24
1.5. Типы производств	27
1.6. Производственная мощность, режим работы и фонды времени	30
1.7. Станкоемкость.	31
1.8. Трудоемкость	36
Глава 2. ОСНОВНОЕ ОБРАБАТЫВАЮЩЕЕ	
ПРОИЗВОДСТВО.	41
2.1. Заготовительный участок (отделение)	42
2.2. Обрабатывающие участки. Определение количества станков обрабатывающих участков (цехов)	43
2.3. Расположение оборудования	48
Глава 3. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ И ОБСЛУЖИВАЮЩИЕ	
СЛУЖБЫ И ХОЗЯЙСТВА	55
3.1. Организация инструментальной службы	56
3.1.1. Заточное отделение и отделение для настройки режущего инструмента.	56
3.1.2. Отделение по ремонту инструментальной и технологической оснастки	58
3.1.3. Инструментально-раздаточный склад или инструментально-раздаточная кладовая	59
3.2. Организация технического обслуживания	60
3.3. Организация службы обеспечения СОТС	65
3.4. Организация метрологической службы	69

3.4.1. Контрольные пункты или отделения.	71
3.4.2. Контрольно-поверочные пункты	73
3.5. Организация складского хозяйства	74
3.5.1. Конструкции складов	81
3.5.2. Склад проката и штучных заготовок.	82
3.5.3. Межоперационный склад деталей	84
3.5.4. Промежуточный склад и склад готовых деталей.	85
3.6. Транспортное хозяйство	86
3.6.1. Расчет количества напольно-тележечного транспорта и подвесных конвейеров	86
3.6.2. Расчет количества кранов для технологических целей.	87
3.6.3. Транспортные средства, их конструкции и описания.	89
3. 7. Энергетическое хозяйство	103
3.7.1. Расчет расхода потребляемой электроэнергии.	103
3.7.2. Расчет расхода потребляемого сжатого воздуха.	105
3.7.3. Расчет расхода потребляемого пара	107
3.8. Санитарно-техническое хозяйство.	107
Глава 4. СЛУЖЕБНЫЕ И САНИТАРНО-БЫТОВЫЕ ПОМЕЩЕНИЯ. ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ЭСТЕТИКА	109
4.1. Служебные и санитарно-бытовые помещения	109
4.2. Производственная эстетика	111
Глава 5. ПРОМЫШЛЕННО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ПЕРСОНАЛ	114
5.1. Производственные рабочие	115
5.2. Вспомогательные рабочие	118
5.3. Служащие	120
5.4. Руководство производственной деятельностью	121
Глава 6. СИСТЕМА УТИЛИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОТХОДОВ.	127
6.1. Организация системы удаления, транспортирования, сбора и переработки стружки	127

6.2. Конвейеры для транспортирования стружки, их конструкции и описание.	132
6.3. Утилизация СОЖ и масел	141
Глава 7. КОМПОНОВКА И ПЛАНИРОВКА ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПЛОЩАДИ.	142
7.1. Основные строительные параметры производственного здания	142
7.2. Состав площадей и компоновка цеха (корпуса)..	144
7.3. Поиск оптимального компоновочного решения	146
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ.	152
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.	157
ПРИЛОЖЕНИЯ.	156
Приложение 1. Производственная программа, режим работы.	160
Приложение 2. Нормы площадей.	162
Приложение 3. Подразделения инструментальной службы.	166
Приложение 4. Ремонтное хозяйство.	167
Приложение 5. Служба обеспечения СОТС.	170
Приложение 6. Складское хозяйство.	171
Приложение 7. Транспортное хозяйство.	175
Приложение 8. Энергетическое хозяйство.	182
Приложение 9. Промышленно-производственный персонал.	185
Приложение 10. Система утилизации производственных отходов	194
Приложение 11. Основные строительные параметры производственного здания.	198
Приложение 12. Условные графические изображения и обозначения, применяемые на компоновках и планировках.	199
Приложение 13. Нормы расстояний	205
Приложение 14. Примеры планировок производственных участков	210
Приложение 15. Примеры компоновок цехов обрабатывающего и обрабатывающе-сборочного производства	223

ПРИНЯТЫЕ СОКРАЩЕНИЯ

АЛ	– автоматическая линия
АТСС	– автоматизированная транспортно-складская система
БТК	– бюро технического контроля
ГПМ	– гибкий производственный модуль
ГПС	– гибкая производственная система
ЗМЦ	– заготовительно-монтажный цех
ИРК	– инструментально-раздаточная кладовая
ИРС	– инструментально-раздаточный склад
ИТР	– инженерно-технические работники
ИЦ	– инструментальный цех
КИМ	– контрольно-измерительная машина
КП	– контрольный пункт
КПП	– контрольно-поверочный пункт
КПР	– комната психологической разгрузки
КР	– капитальный ремонт
МО	– межремонтное обслуживание
МР	– мелкий ремонт
МСЦ	– механо-сборочный цех
НСП	– неразборное специальное приспособление
О	– осмотр
ОТК	– отдел технического контроля
ОЦ	– обрабатывающий центр
ПДБ	– планово-диспетчерское бюро
ППР	– планово-предупредительный ремонт
ПР	– промышленный робот
ПУ	– программное управление
РЕ	– единица ремонтосложности
РМЦ	– ремонтно-механические цехи
РЦ	– ремонтный цикл
СКП	– счетно-конторский персонал

СНП	– специализированное наладочное приспособление
СОЖ	– смазочно-охлаждающая жидкость
СОТС	– смазочно-охлаждающая технологическая среда
СР	– средний ремонт
СРП	– сборно-разборное приспособление
ТД	– техническая документация
ТО	– технологическая операция
ТП	– технологический процесс
ТР	– текущий ремонт
ТТ	– транспортная тележка
ТУ	– технические условия
УНП	– универсально-наладочное приспособление
УРО	– участок по ремонту оборудования
УСП	– универсально-сборное приспособление
ЧПУ	– числовое программное управление

ПРИНЯТЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

Условное обозначение	Единица измерения	Содержание условного обозначения	№ формулы
1	2	3	4
τ	мин	такт выпуска изделия	ф. 19
G_{Γ}	т/год	полный грузооборот	ф. 67
$G_{\text{дет}}$	т/год	грузооборот деталей	ф. 67, 69
$G_{\text{расх}}$	т/год	грузооборот расходных материалов,	ф. 69
$G_{\text{расх.ср}}$	т/год	расход материала на производственные нужды на один станок в год	ф. 69
$g_{\text{ср}}$	т/м ²	средняя допустимая нагрузка на площадь пола склада (грузонапряженность)	ф. 70
$t_{\text{исп}}$	ккал/кг	теплота испарения при отоплении	ф. 90
$i_{\text{скл}}$	шт.	среднее количество операций, после которых детали будут заходить на склад	ф. 72
i	шт.	операция изготовления по порядку	ф. 10, 29
j	шт.	деталь по порядку, обрабатываемая на станке	ф. 10, 11, 29
$l_{\text{тр}}$	м	среднее расстояние при маршрутных перевозках	ф. 76
m	шт.	число операций обработки i -й детали на станках данного типоразмера (или все операции участка)	ф. 7, 11, 29
n	шт.	число разных деталей (групп), обрабатываемых на станках данного типоразмера	ф. 29
$N_{\text{зам СОЖ}}$	шт/год	количество замен СОЖ в системе в год	ф. 57
N	шт.	количество деталей, изготавливаемых в цехе или на участке	ф. 63
$N_{\text{контр}}$	шт.	количество деталей, через которое производится их контроль	ф. 64
$N_{\text{тех}}$	шт.	количество деталей, через которое деталь поступает на контроль по требованию технолога	ф. 64
$N_{\text{КП}}$	шт.	количество деталей, приходящих на контрольный пункт за месяц	ф. 63
$N_{\text{кр.оп}}$	шт.	количество крановых операций в смену	ф. 80
$N_{\text{ср}}$	кВт ч	средняя потребляемая мощность одного электродвигателя оборудования	ф. 83
$N_{\text{тр}}$	шт.	количество напольно-тележечного транспорта	ф. 74
Q	шт/год	годовой выпуск приводимого изделия	ф. 5
$Q_{\text{в}}$	т/г	количество возвращающейся в систему СОЖ после регенерации	ф. 56, 60
$Q_{\text{Г СОЖ}}$	т/г	годовая потребность в СОЖ	ф. 56
$Q_{\text{Г.возд}}$	м ³ /час	годовой расход сжатого воздуха	ф. 87
$Q_{\text{д}}$	т/г	потребность для периодического долива СОЖ	ф. 56, 60

1	2	3	4
$Q_{\text{зам}}$	т/г	потребность для периодической замены жидкости в системе по окончании периода технологической стойкости СОЖ	ф. 56, 57
$Q_{\text{п}}$	шт/год	годовой выпуск изделия представителя	ф. 5
$Q_{\text{пар.м}}$	т/г	годовой расход пара в моечных машинах и сушильных камерах	ф. 92, 93
$Q_{\text{пар.от}}$	м ³ /год, т/год	потребление пара для отопления	ф. 91, 93
$Q_{\text{ср.возд}}$	м ³ /час	средняя потребность в сжатом воздухе	ф. 88, 89
$Q_{\text{стр.год}}$	т/год	годовое количество снимаемой стружки	ф. 68, 98
$Q_{\text{черн}}$	т	общий черновой вес материалов или заготовок, подлежащих механической обработке в год	ф. 71
$Q_{\text{чист.дет}}$	т	общий чистый вес деталей и материалов	ф. 73
$Q_{\text{тр}}$	т	грузоподъемность напольного транспорта	ф. 75
$q_{\text{н.возд}}$	м ³ /час	номинальный расход сжатого воздуха одним потребителем	ф. 88
$q_{\text{пар}}$	кг/т	норма расхода пара для нагрева воды в моечных машинах и в сушильных камерах	ф. 92
$q_{\text{т}}$	ккал/ч	норма расхода тепла на 1 м ³ здания	ф. 91
$q_{\text{воды}}$	л/год, м ³ /год	норма расхода воды	ф. 94
R_{mi}	ч.	число единиц ремонтосложности оборудования i -го наименования	ф. 46
ΣR_{mi}	ч.	общее число единиц ремонтосложности всего оборудования	ф. 46
$S_{\text{вент}}$	м ²	площадь помещения для вентиляционных установок	ф. 95
$S_{\text{вс}}$	м ²	вспомогательная площадь цеха	ф. 100
$S_{\text{генер}}$	м ²	площадь, необходимая для размещения генераторов	ф. 51
$S_{\text{заг.уч}}$	м ²	площадь заготовительного участка	ф. 28
$S_{\text{зап.част}}$	м ²	площадь склада (кладовой) запчастей и комплектующих изделий	ф. 51
$S_{\text{зат.отд}}$	м ²	площадь заточного отделения	ф. 42
$S_{\text{ИРС}}$	м ²	площадь ИРС	ф. 45
$S_{\text{комп}}$	м ²	площадь, необходимая для размещения компрессорных установок	ф. 90
$S_{\text{конт.отд}}$	м ²	площадь контрольного отделения	ф. 67
$S_{\text{м}}$	м ²	площадь склада масел	-
$S_{\text{общ}}$	м ²	общая производственная площадь цеха	ф. 100
$S_{\text{осн.пр.}}$	м ²	основная производственная площадь	ф. 40, 100

1	2	3	4
$S_{\text{отд. стр}}$	м^2	площадь отделения для сбора и переработки стружки	ф. 99
$S_{\text{РБ } \Sigma}$	м^2	общая площадь ремонтной базы (РБ)	ф. 51
$S_{\text{рем.эл}}$	м^2	площадь отделения по ремонту электрооборудования и электронных систем	ф. 51, 54
$S_{\text{скл. меж}}$	м^2	площадь межоперационного склада	ф. 74
$S_{\text{скл. пр}}$	м^2	потребная площадь промежуточного склада	ф. 73
$S_{\text{скл. заг}}$	м^2	площадь склада заготовок	ф. 71, 72
$S_{\text{сож}}$	м^2	площадь участков для сбора, приготовления и регенерации СОЖ	ф. 62
$S_{\text{уд}}$	м^2	удельная площадь, приходящаяся на одного работника в контрольном отделении	ф. 67
$S_{\text{уд. ИРС}}$	м^2	удельная площадь ИРС	ф. 45
$S_{\text{уд. заг}}$	м^2	удельная площадь на один заготовительный станок	ф. 28
$S_{\text{уд. зат}}$	м^2	общая удельная площадь на единицу заточного оборудования с учетом вспомогательной	ф. 42
$S_{\text{уд. ст.}}$	м^2	удельная площадь на один станок	ф. 40
$N_{\text{см}}$	шт	норма выработки за смену при работе на станках дублерах	ф. 23
V_c	л	полезная ёмкость системы СОЖ	ф. 59
V_B	л	ёмкость баков для СОЖ отдельных станков	ф. 59
$V_{\text{зд}}$	м^3	объем здания	ф. 91
$W_{\text{всп}}$	кВт г	годовой расход потребляемой мощности по оборудованию вспомогательных систем	ф. 84, 86
$W_{\text{г. осв}}$	Вт/ м^2	годовой расход электроэнергии на освещение	ф. 85, 86
$W_{\text{об}}$	кВт г	годовой расход потребляемой мощности по оборудованию основного производства	ф. 83, 86
$W_{\text{уд. осв}}$	Вт/ м^2	удельный расход электроэнергии на освещение	ф. 85
A	шт.	готовое количество изделий, изделий представителей, комплектов	ф. 2
$A_{\text{п}}$	шт/год	количество деталей представителей в программе	ф. 2
a	шт.	количество деталей на одно изделие	ф. 2
$a_{\text{ср}}$	дн.	среднее количество дней, на которое принимается запас материала на склад	ф. 71
b	%	процент запасных частей	ф. 2
v	%	процент неизбежных технологических потерь	ф. 2
ρ_0		плотность СОЖ	ф. 57, 60
$v_{\text{тр}}$	км/ч	скорость движения напольного транспорта	ф. 77
D	шт.	годовое количество изготавливаемых деталей различных наименований	ф. 1, 19
$D_{\text{см}}$	шт.	число деталей, изготовленных за рабочую смену	ф. 20

1	2	3	4
$E_{сл}$	ч.	норматив времени на слесарные работы на одну единицу ремонтосложности	ф. 50
$E_{ст}$	ч.	норматив времени на станочные работы на одну единицу ремонтосложности	ф. 48
$K_{Д.СОЖ}$	-	коэффициент долива СОЖ	ф. 60
$K_{закр.оп.}$	-	коэффициент закрепления операции	ф. 7
$K_{и.возд}$	-	коэффициент использования сжатого воздуха	ф. 88
$K_{и.осв}$	-	коэффициент использования осветительной нагрузки	ф. 85
$K_{и.скл}$	-	коэффициент использования площади склада	ф. 71
$K_{исп. ср}$		коэффициент использования оборудования (средний)	ф. 47
$K_{исп.об.}$	-	коэффициент использования оборудования	ф. 38
$K_{исп.осн.}$	-	коэффициент использования станка по основному времени	ф. 39
$K_{контр}$	-	коэффициент вида контроля при приемке	ф. 66
$K_{контр.и}$	-	коэффициент, учитывающие вывод на контроль в связи с работой нового инструмента	ф. 65
$K_{к}$	-	коэффициент при двухразовом контроле	ф. 66
$K_{контр.1}$	-	коэффициент, учитывающий контроль первой деталиустановки, обработанной в начале смены	ф. 65
$K_{кр. оп}$	шт.	среднее количество крановых операций (перемещений) на один груз (поддон с деталями, деталь и т.п.)	ф.81
$K_{м.о.}$	-	коэффициент многостаночного обслуживания	ф. 26, 97, 98
$K_{масс}$	-	коэффициент приведения по массе	ф. 3, 4
$K_{н}$	-	коэффициент, учитывающий сложность наладки станков	ф. 33
$K_{о}$	-	коэффициент приведения общий	ф. 2, 3
$K_{отх}$	-	коэффициент, учитывающий вес отходов за прошедшие операции обработки	ф. 74
$K_{п}$	-	коэффициент, учитывающий время на переналадку линии с одного наименования детали на другое	ф. 34
$K_{п.кр}$	-	коэффициент, учитывающий простои крана	80, 82
$K_{п.н.}$	-	коэффициент перевыполнения норм	-
$K_{р}$	-	коэффициент регенерации СОЖ	ф. 61
$K_{расп}$	-	коэффициент учитывает расположение оборудования инвентаря и проходов	ф. 67
$K_{рем}$	-	коэффициент, учитывающий объем ремонтных работ	ф. 47
$K_{сер}$	-	коэффициент приведения по серийности	ф. 3, 5

1	2	3	4
$K_{сл}$	-	коэффициент приведения по сложности	ф. 3, 6, 66
$K_{см}$	-	коэффициент сменности (количество смен)	36
$K_{спр}$	-	коэффициент спроса электроэнергии	ф. 83, 84
$K_{спр.сети}$	-	коэффициент спроса электросети	ф. 87
K_T	-	коэффициент, характеризующий наиболее распространенный квалитет, достигаемый при изготовлении деталей	ф. 66
K_y		коэффициент ужесточения	ф. 18
$K_{цикл.кр}$	-	коэффициент, учитывающий сокращение времени цикла при совмещении нескольких крановых операций	80, 82
M	кг, т	масса приводимого изделия	ф. 4
$M_{п}$	кг, т	масса изделия представителя	ф. 4
H	шт.	число оригинальных (точных) деталей в приводимом изделии	ф. 6
$H_{п}$	шт.	число в изделии-представителе оригинальных (точных) деталей	ф. 6
$P_{возд}$	шт.	число потребителей сжатого воздуха	ф. 88
$P_{эл.всп}$	шт	количество потребителей электроэнергии вспомогательных систем	ф. 84
P_k	шт.	необходимое число контрольных пунктов	ф. 63
P_a	кВт	активная потребная мощность	ф. 87
$P_{контр}$	чел.	число контролеров	ф. 67
$P_{н. контр}$	чел.	норма обслуживания одним контролером производственных рабочих	ф. 66
$P_{обсл}$	чел.	число рабочих в зоне обслуживания	ф. 20
$P_{пр}$	чел.	число производственных рабочих	ф. 66
$P_{пр.сам.}$	чел.	число производственных рабочих, осуществляющих самоконтроль	ф. 66
$P_{сл.рем.}$	чел.	число слесарей для ремонта оборудования	ф. 50, 53
$P_{ст}$	чел.	число рабочих станочников	ф. 96, 97
$P_{ст.рем.}$	чел.	число рабочих станочников для ремонта оборудования	ф. 49, 52
C_{Σ}	шт.	общее количество станков цеха (участка)	ф. 7. 25
$C_{м.бр}$	шт.	количество станков многостаночного и бригадного обслуживания	ф. 25
$C_{п}$	шт.	принятое количество единиц оборудования	ф. 30, 38
$C_{п.заг}$	шт.	принятое количество оборудования на заготовительные операции	ф. 27
$C_{п.зат}$	шт.	принятое количество заточных станков	ф. 41

1	2	3	4
C_p	шт.	расчетное количество единиц оборудования	ф. 30, 32, 36-38
$C_{p,заг}$	шт.	расчетное количество оборудования на заготовительные операции	ф. 27
$C_{p,зат}$	шт.	расчетное количество заточных станков	ф. 41
$C_{рем}$	шт.	требуемое количество оборудования для ремонта	ф. 47
T	изд/ч	темп работы	-
T_v	мин, ч	вспомогательное время;	ф. 16, 33
$T_{м.а}$	мин	машинное автоматизированное время	ф. 21
$T_{в.н}$	мин	вспомогательное не перекрываемое машинным время	ф. 21
$T_{в.п}$	мин	вспомогательное перекрываемое машинным время	ф. 21
$T_{п}$	мин	время на переход от одного станка к другому	ф. 21
$T_{ц}$	мин	длительность цикла при многостаночной работе	ф. 22
$T_{г.осв}$	ч	годовое время работы приборов освещения	ф. 85
$T_{контр}$	мин	среднее время контроля одного установка детали	ф. 63
$T_{кр}$	мин	среднее время на одну крановую операцию	80, 81
T_o	мин, ч	основное время выполнения операции	ф. 16, 33, 39
$T_{ост}$	мин	время случайных остановок напольного транспорта	76
$T_{п.з}$	мин, ч	подготовительно-заключительное время	ф. 24
$T_{погр}$	мин	время погрузки напольного транспорта	76
$T_{пр}$	мин	время пробега напольного транспорта в оба конца	77
$T_{разгр}$	мин	время разгрузки напольного транспорта	76
$T_{см}$	ч	продолжительность рабочей смены	20, 80, 82
$T_{сож}$	мес	время периода технологической стойкости СОЖ	ф. 58
$T_{ст.ч.}$	ст. ч	станкостоемость	ф. 10, 11, 26
$T_{ст.ч.рем.Σ}$	ст.ч.	суммарная станкостоемость ремонтных работ	ф. 47, 48
$T_{трансп}$	мин	общее время пробега (оборот) напольного тележечного транспорта	ф. 76
$T_{чел.ч.}$	чел.-ч	трудоемкость	ф. 20
$T_{шт}$	ст. ч	штучное время выполнения i -й операции	ф. 12, 31
Φ	дн	количество рабочих дней в году	-
$\Phi_{кр}$	ч/год	годовой фонд времени работы крана	82
$\Phi_{п}$	ч	фонд времени работы пункта	ф. 63
$\Phi_{э.об}$	ч/год	эффективный годовой фонд времени работы оборудования	ф.29
$\Phi_{э.р}$	ч/год	эффективный годовой фонд времени рабочих	ф.96, 97
$\text{Ч}_{от}$	ч/год	количество часов отопительного периода	ф. 91

ВВЕДЕНИЕ

Дальнейшее развитие и повышения эффективности машиностроительных производств, являются одной из основных задач современного общества.

В настоящее время идет интенсивное расширение номенклатуры производственных изделий и увеличение общего их количества, что требует быстрой перестройки производственных процессов, что в свою очередь требует создание новых или реконструкции действующих машиностроительных производств.

Помимо других требований, предъявляемых к бакалаврам направления: «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» бакалавр данного направления должен обладать следующей компетенцией: участвовать в разработке проектов модернизации действующих машиностроительных производств, создании новых.

Поэтому одной из основных задач является подготовка бакалавров и магистров, способных понимать, как организованы различные действующие машиностроительные производства и их подразделения, и способных разрабатывать новые проекты производственных подразделений и проекты реконструкции и технического перевооружения подразделений действующего машиностроительного производства.

В данном учебнике изложены вопросы проектирования участков и цехов обрабатывающего производства, приведены методики расчета количества основного и вспомогательного оборудования, производственного персонала, систем производственного обеспечения, производственных площадей и др. Приведены примеры планировок производственных участков и цехов обрабатывающего производства и необходимые нормативные материалы для их проектирования.

Глава 1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

1.1. Структура промышленных предприятий

Промышленное производство – это сложный процесс превращения исходного продукта в готовую продукцию, удовлетворяющую потребностям рынка.

Производство различной машиностроительной продукции осуществляется на соответствующих промышленных предприятиях.

Предприятие – это имущественный комплекс, используемый для осуществления производственной деятельности, который в условиях рыночных отношений является основным звеном экономики.

Промышленное предприятие – это самостоятельный, организационно обособленный хозяйствующий субъект, который производит и реализует продукцию, выполняет работы промышленного характера или предоставляет платные услуги [5, 8].

Промышленные предприятия могут быть с полным и неполным производственным циклом. Машиностроительные предприятия с полным производственным циклом включают: материало-снабжающее производство, заготовительное производство, обрабатывающее производство, сборочное производство.

Предприятия с неполным производственным циклом могут включать, например, только обрабатывающее производство, только сборочное производство, или только обрабатывающее и сборочное производства и т. д.

Каждое предприятие имеет собственную производственную структуру.

Производственная структура предприятия – это совокупность производственных единиц предприятия (участков, цехов, служб), входящих в его состав, и формы связей между ними.

Производственная структура предприятия зависит от вида выпускаемой продукции, её номенклатуры, типа производства, формы специализации и от особенностей производственных процессов. Причем последние являются важнейшим фактором, определяющим производственную структуру предприятия.

В зависимости от состава потребляемого сырья и характера готовой продукции существуют следующие производственные процессы и соответственно структуры предприятий:

- *аналитические*, т.е. из одного вида сырья получают несколько видов продукции (рис. 1, *а*);
- *синтетические*, т.е. из различных видов сырья изготавливают один вид продукции (рис. 1, *б*);
- *прямые*, т.е. из одного вида сырья получают один вид продукции (рис. 1, *в*).

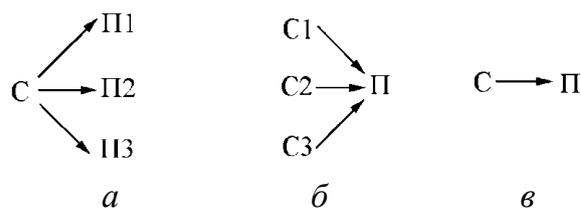


Рис. 1. Связь процессов и структуры предприятий:

а– аналитические; *б*– синтетические; *в*– прямые

В зависимости от состава подразделений промышленные предприятия могут иметь следующие структуры:

- *без цеховая* структура:

рабочие места → участки → предприятие

(такая структура характерна для небольших предприятий);

- *цеховая* структура:

рабочие места → участки → цеха → предприятие

(такая структура характерна для средних предприятий);

- *корпусная* структура:

рабочие места → участки → цеха → корпуса → предприятие

(такая структура характерна для больших предприятий).

Производственный процесс – это совокупность всех действий людей и орудий труда, необходимых на данном предприятии для изготовления продукции.

Производственный процесс состоит из технологических процессов (ТП).

Применительно к обрабатывающему производству в технической литературе наиболее часто используют следующее определение ТП.

Технологический процесс – часть производственного процесса, включающая в себя последовательное изменение размеров, формы, внешнего вида или внутренних свойств предмета производства.

Технологический процесс состоит из **операций**.

Операция – часть ТП, выполняемая на **одном рабочем месте** (станке, стенде, агрегате и т.д.).

Из рабочих мест, исходя из организационных соображений, формируются производственные участки.

Производственным участком называется часть производственной территории, на которой расположены рабочие места, или позиции для осуществления ТП или их частей.

Цех – это основная структурная производственная единица предприятия, административно обособленная и специализирующаяся на выпуске определенных деталей или изделий либо на выполнении технологически однородных или одинакового назначения работ.

Различают обрабатывающие, обрабатывающе-сборочные (МСЦ), сборочные, инструментальные (ИЦ), ремонтно-механические (РМЦ), электроремонтные и другие участки и цеха. В обрабатывающем производстве изготавливают детали для машин, механизмов, приборов и т.п..

В данном учебном пособии будут рассмотрены вопросы проектирования только обрабатывающих участков и цехов.

1.2. Этапы, методы, задачи и принципы проектирования

Проектирование производственных предприятий и подразделений должно выполняться последовательно в два этапа [8]:

- 1) *предпроектный этап*, на котором определяется рациональность и эффективность создания или реконструкции производственного подразделения и составляется технико-экономическое обоснование (ТЭО).
- 2) *проектный этап*, на котором проектирование выполняют в две стадии – **проект** и **рабочая документация** или в одну – **рабочий проект**.

Рабочий проект разрабатывается для технически несложных объектов, проектирование которых намечается осуществлять по типовым или повторно применяемым проектам.

Если проект разрабатывается в две стадии, то:

первая стадия включает укрупненное проектирование производственного подразделения, что обеспечивает быструю разработку всех составных частей проекта.

Вторая стадия представляет собой уточнение и доработку проекта и разработку *рабочей документации*.

Проект – совокупность документов, содержащих принципиальное или окончательное решение, дающее необходимое представление об устройстве сооружения или производственной системы (предприятия, цеха, участка, линии) и исходные данные для последующей разработки *рабочей документации*.

Рабочая документация – содержит основные проектные решения в виде чертежей, технико-экономических расчетов, пояснительных записок и других материалов, необходимых для осуществления работ.

Неотъемлемой частью проекта является смета, определяющая стоимость работ.

Проект состоит из нескольких частей, одна из которых называется *технологическая часть*, в которой приводятся основные расчеты проектируемого подразделения.

Технологическая часть проекта унифицирована и состоит из пояснительной записки и чертежей.

Пояснительная записка состоит из следующих разделов:

- 1) производственная программа;
- 2) исходные данные для проектирования;
- 3) характеристика производства до реконструкции (если осуществляется реконструкция действующего производства);
- 4) режим работы и фонды времени;
- 5) основные положения по организации производства;

- 6) технологический процесс и новая техника;
- 7) станкостоемость и трудоемкость;
- 8) оборудование;
- 9) состав работающих;
- 10) уровень механизации и автоматизации;
- 11) техника безопасности и охрана труда;
- 12) здания, размещения, площади;
- 13) материал и грузооборот;
- 14) транспорт и складское хозяйство;
- 15) энергетика;
- 16) основные данные и технико-экономические показатели.

В состав чертежей входят: компоновочный план и разрез корпуса (цеха), планировка.

При разработке проекта пользуются следующими методами:

- **расчета по имеющимся аналогам**, типовым проектам или данным передовых действующих подразделений и предприятий;
- **укрупненных измерителей** по технико-экономическим и другим укрупненным показателям;
- **точных расчетов** на основе тщательно разработанных технологических процессов.

Виды проектов могут быть следующими:

- 1) проекты новых предприятий и производственных подразделений для выпуска новой продукции;
- 2) проекты реконструкции предприятий и производственных подразделений, предусматривающие увеличение объема выпуска действующего производства;
- 3) проекты реконструкции действующих предприятий и производственных подразделений с целью усовершенствования (модернизации) технологических и производственных процессов;
- 4) проекты реконструкции предприятий и (или) подразделений в связи с переходом на выпуск новой продукции.

Реконструкция действующего производства или проектирование новых предприятий и подразделений осуществляется только при условии экономической целесообразности и наличия технической возможности.

Для обеспечения высокой технико-экономической эффективности при организации нового или реконструкции действующего производства необходимо решать следующие основные три вида взаимосвязанных **задач**: технических, экономических, организационных.

Технические задачи:

- проектирование технологических процессов;
- определение необходимых фондов времени;
- определение потребного количества и номенклатуры основного и вспомогательного оборудования;
- определение состава и количества работающих по профессиям;
- расчёт потребного количества сырья, материалов, энергии и т.д.;
- разработка систем транспорта, освещения, отопления, вентиляции, водоснабжения и канализации;
- определение потребных площадей, разработка компоновок и планировок;
- разработка мероприятий по технике безопасности, охраны окружающей среды и др.

Экономические задачи:

- установление производственной программы с указанием номенклатуры, количества, стоимости;
- выбор профиля и степени специализации предприятия, цеха, участка и объёма кооперации с другими предприятиями, цехами, участками;
- определение необходимых размеров основных и оборотных средств, себестоимости и эффективности затрат;
- оформление договорных отношений с поставщиками и производителями и др.

Организационные задачи:

- разработка систем управления предприятием, цехами, участками;

- организация административной, технической и финансовой деятельности;
- решение вопросов научной организации труда и рабочих мест;
- разработка мероприятий по подготовке кадров;
- установление содержания и порядка прохождения документации, форм планирования, отчетности, контроля и др.

Основная цель создания новых и преобразования действующих промышленных предприятий и подразделений - организационное, технологическое и техническое вооружение для создания системы выпуска продукции, максимально удовлетворяющей запросам потребителей, и приносящая максимальную прибыль самому предприятию.

Для организации производственного процесса используют следующие принципы: пропорциональности, дифференциации, концентрации, специализации, параллельности, непрерывности, ритмичности и др.

При проектировании предприятий рекомендуется использовать следующие основные положения:

- проект предприятия или производственного подразделения должен увязывать во времени и пространстве все ТП, которые необходимы для осуществления производственного процесса начиная от получения исходных продуктов и кончая отправкой готовой продукции, включая и удаление отходов производства;
- все здания, сооружения, цеха, участки, технологические линии, оборудование, вспомогательные и обслуживающие службы должны располагаться по ходу производственного и ТП;
- пути перемещений любых грузов и отходов производства должны быть кратчайшими;
- площадь территории предприятия, производственная площадь любого подразделения, а также объем зданий и сооружений должны использоваться эффективно;
- проект предприятия или производственного подразделения должен обеспечивать надлежащие требования безопасности и санитарно-

гигиенические условия и др.

Рекомендуется следующая последовательность разработки проекта участка или цеха обрабатывающего производства:

- 1) исходя из потребностей рынка или заказчика формируется задание для проектирования участка или цеха в виде производственной программы и объема выпуска изделий на основании чертежей, описаний конструкций, технических условий на изготовление изделий;
- 2) определяется тип производства и его организационная форма;
- 3) разрабатываются ТП обработки в зависимости от типа производства и его организационной формы;
- 4) определяется количество основного производственного оборудования;
- 5) определяются состав работающих по профессиям и их численность;
- 6) разрабатывается предварительная планировка расположения основного производственного оборудования (станков) и определяется основная производственная площадь;
- 7) определяется количество вспомогательного оборудования и площади вспомогательных и обслуживающих отделений, служебных и бытовых помещений. определяется вспомогательная площадь;
- 8) выбирается тип транспортных и грузоподъемных средств и определяется их количество;
- 9) определяется потребность в электроэнергии, газе, паре, воде, сжатом воздухе и др.;
- 10) разрабатываются схемы материальных грузопотоков и других видов потоков для их правильной организации и управления;
- 11) формируется окончательно оптимальная компоновка и планировка производственного участка, цеха.

1.3. Специализация обрабатывающего производства

Производственные участки (цеха) могут иметь следующую специализацию: технологическую, предметную, смешанную [11].

Технологическая специализация основана на единстве применяемых технологических процессов.

При технологической форме (по видам оборудования) – участки или цеха выполняют однородные технологические операции (токарные, фрезерные, шлифовальные и т.д.). Например, участок токарной обработки, участок фрезерной обработки и т.д.

При этом обеспечивается высокая загрузка оборудования, но затрудняется оперативно-производственное планирование, удлиняется производственный цикл из-за увеличения транспортных операций. Технологическая специализация применяется в основном в единичном (Е) и мелкосерийном (МС) производствах реже в среднесерийном производстве (СС).

Предметная специализация основана на сосредоточении деятельности подразделений (цехов, участков) на выпуске однородной продукции.

При предметной форме – на участках или в цехах осуществляется производство определенных изделий по ходу ТП, также располагается и технологическое оборудование. Например, участок обработки валов, участок обработки корпусов и т.д. Это позволяет концентрировать производство деталей или изделий в рамках цеха (участка), что создает предпосылки для организации поточного производства, упрощает планирование и учет, сокращает производственный цикл, повышается качество. Предметная специализация характерна для среднесерийного (СС), крупносерийного (КС) и массового (М) производства.

Если в пределах цеха или участка осуществляется законченный цикл изготовления детали или изделия, это подразделение имеет **предметно-замкнутый цикл**.

Цехи (участки), организованные по предметно-замкнутому принципу специализации, обладают значительными экономическими преимуще-

ствами, так как при этом сокращается длительность производственного цикла в результате полного или частичного устранения встречных или возвратных перемещений, снижаются потери времени на переналадку оборудования, упрощается система планирования и оперативного управления ходом производства.

Предметная форма предполагает поточную форму организации, которая может быть следующих видов:

- **переменно-поточная** (свойственна для МС, СС производства) - в процессе обработки детали передаются по рабочим местам, партиями создавая непрерывность движения;
- **прямоточная** (пульсирующим потоком) – в процессе обработки детали передаются по рабочим местам поштучно, но время выполнения отдельных операций не всегда одинаково и не равно такту, вследствие чего на рабочих местах с большими временами образуются так называемые заделы необработанных деталей;
- **непрерывно-поточную** – в процессе обработки детали по рабочим местам передаются поштучно, время по всем операциям одинаково и равно такту работы всей поточной линии, участка и т.д..

Смешанная форма специализации предполагает сочетание технологической и предметной форм.

1.4. Производственная программа

Основой для проектирования участка (цеха) является его производственная программа, составленная исходя из производственной программы предприятия [1, 10].

Производственная программа – установленный для данного предприятия перечень изготавливаемых изделий с указанием объёма выпуска по каждому наименованию на планируемый период времени.

Объём выпуска – количество изделий определённого наименования, типоразмера и исполнения, изготавливаемых в течение планируемого периода времени.

В зависимости от типа и стадии производства, характера выпускаемой продукции и стадии проектирования производственная программа может быть: точной (развернутой); приведенной; условной.

Точная производственная программа – это количество и номенклатура всех подлежащих изготовлению изделий и деталей (включая запчасти), которая точно установлена и полностью обеспечена рабочими чертежами, спецификациями, ТУ.

Проектирование предусматривает подробную разработку ТП, маршрутных и операционных карт, карт эскизов, схем технического контроля, нормирования операций.

Для каждой детали, входящей в производственную программу, производится точный расчет объема выпуска по формуле

$$Д = А a (1+б/100)(1+в/100), \quad (1)$$

где A – годовое количество выпускаемых изделий, в которое входит данная деталь; a – количество данных деталей в изделии; $б$ – процент запасных частей (задается в зависимости с потребностями, например 10%); $в$ – процент технологических потерь (брак, разрушающий контроль и т.п. 1 ... 2%, может быть 0%).

Рассчитанные объемы выпуска деталей с указанием номенклатуры обрабатываемых деталей сводятся в общую ведомость производственной программы (табл. 2. П1).

Приведенная производственная программа – это программа, включающая перечень деталей-представителей и приведенных к ней остальных деталей программы.

Расчеты по приведенной программе ведут в случаях:

- если исходные данные имеются только на часть номенклатуры подлежащих изготовлению деталей;
- при наличии большой номенклатуры деталей, схожих по конструкции (даже при наличии всех чертежей). В этом случае расчеты ведут по детали-представителю, которая имеет наибольший объем выпуска.

Деталь-представитель – это наиболее характерная деталь данной группы, к которой предъявляются следующие требования [1]:

- число деталей-представителей должно быть преобладающим в годовой программе;
- близкая по времени изготовления годовая трудоемкость деталей-представителей, которая должна составлять значительную величину от общей годовой трудоемкости деталей данной группы;
- наличие в группе деталей, близких по конструктивным признакам, габаритным размерам и массе.

Последовательность определения приведенной программы:

- 1) вся номенклатура деталей разбивается на группы деталей, сходных по конструкции и ТП;
- 2) в каждой группе выделяется типовая деталь-представитель, по которой ведутся все расчеты;
- 3) остальные детали группы приводятся по трудоемкости к детали-представителю с учетом их различий по массе, серийности программы и сложности обработки.

$$D = A_{\text{п}} + \sum_{i=1}^{a-1} A_i K_{0i}, \text{ шт/год}, \quad (2)$$

где $A_{\text{п}}$ – количество деталей-представителей в программе; a – количество групп деталей, объединенных по конструктивно-технологическим признакам; A – количество приводимых деталей в группе; K_0 – коэффициент приведения.

$$K_0 = K_{\text{м}} K_{\text{сер}} K_{\text{сл}}, \quad (3)$$

где $K_{\text{м}}$ – коэффициент приведения по массе; $K_{\text{сер}}$ – коэффициент приведения по серийности; $K_{\text{сл}}$ – коэффициент приведения по сложности.

$$K_{\text{м}} = \sqrt[3]{\left(\frac{M}{M_{\text{п}}}\right)^2}, \quad (4)$$

где M – масса детали; $M_{\text{п}}$ – масса детали-представителя.

$$K_{\text{сер}} = \left(\frac{Q_{\text{п}}}{Q} \right)^{0.15 \div 0.2}, \quad (5)$$

где $Q_{\text{п}}$ – годовой выпуск детали-представителя; Q – годовой выпуск приводимой детали.

Показатель степени выбирается равным 0,2 для тяжелого машиностроения, а 0,15 для среднего и мелкого машиностроения.

$$K_{\text{сл}} = \left(\frac{H}{H_{\text{п}}} \right)^{0.5}, \quad (6)$$

где H – число оригинальных поверхностей в приводимой детали; $H_{\text{п}}$ – число оригинальных поверхностей в детали-представителе.

$K_{\text{сл}}$ – учитывают главным образом различие в точности и качестве обрабатываемых поверхностей.

Пример расчета приведенной программы приведен в табл. 3.П1.

Условная программа рассчитывается для деталей, конструкции которых еще не разработаны и точная номенклатура изготавливаемых участков или цехом деталей неизвестна (экспериментальное производство).

Заданием на проектирование предусматривается выпуск по массе и стоимости. Выбирается условная деталь-представитель, для которой производятся все расчеты, которые распространяются на все детали, включенные в годовую программу.

1.5. Типы производств

Тип производства – классификационная категория производства, выделяемая по признакам широты номенклатуры, регулярности, стабильности и объема выпуска изделий (деталей).

Тип производства определяется следующими факторами:

- номенклатурой выпускаемых изделий;
- объемом выпуска;
- степенью постоянства номенклатуры выпускаемых изделий;
- характером загрузки рабочих мест.

Различают следующие типы производства: единичное; серийное; массовое (табл. 1).

Единичное – характеризуется широкой номенклатурой изготавливаемых изделий, малым объемом их выпуска, выполнением на каждом рабочем месте весьма разнообразных операций.

Серийное – характеризуется изготовлением изделий периодически повторяющимися партиями. За одним рабочим местом, как правило, закреплены несколько операций. Серийное производство подразделяется на:

- а) мелкосерийное производство (МС);
- б) среднесерийное производство (СС);
- в) крупносерийное производство (КС).

Массовое – характеризуется узкой номенклатурой и большим объемом выпуска изделий, непрерывно изготавливаемых в течение продолжительного времени на узкоспециализированных рабочих местах.

Тип производства оказывает решающее значение на особенности организации производства, его экономические показатели, структуру себестоимости, уровень оснащенности и др.

Одной из характеристик типа производства является коэффициент закрепления операций, значения которого приведены в табл. 1.

Коэффициент закрепления операций – отношение всех технологических операций, выполняемых или подлежащих выполнению на участке или в цеху в течение месяца, к числу рабочих мест [1, 2].

$$K_{\text{закр.опер}} = \frac{m}{C_{\Sigma}}, \quad (7)$$

где m – количество различных технологических операций, выполненных или подлежащих выполнению на участке или в цеху в течение месяца; C_{Σ} – количество рабочих мест (станков) участка или цеха.

Например, если на производственном участке находится 20 единиц оборудования, а количество операций различных технологических процессов, выполняемых на данном участке, 100, то коэффициент закрепления операций будет равен $K_{\text{закр.опер}} = 100/20 = 5$, что означает крупносерийный тип производства.

Таблица 1

Организационно-технические характеристики типов производства [1, 2]

Характеристики	Тип производства				
	М	КС	СС	МС	Е
Форма организации производственного процесса и $K_{закр.опер}$	Непрерывно-поточная, прямоточная, $K_{закр.опер}=1$	Непрерывно-поточная, $10 > K_{закр.опер} > 1$	Переменно-поточная или групповая, $20 > K_{закр.опер} > 10$	Групповая, $40 > K_{закр.опер} > 20$	$K_{закр.опер} > 40$
Технологические процессы: вид	Типовые и единичные		Типовые, групповые и единичные	Групповые и единичные	Единичные
Степень детализации проектирования	Операционные Автоматизированное или неавтоматизированное			Маршрутно-операционные	Маршрутные неавтоматизированные
Построение операций	Параллельная концентрация		Дифференциация	Последовательная концентрация	
	Обработка многоместная или одноместная с непрерывной или раздельной установкой			Обработка многоместная или одноместная с одновременной установкой	
Метод обеспечения точности	Базирование без выверки, работа на настроенных станках, активный контроль		Базирование без выверки и с выверкой, настройка статическая по пробным деталям или комбинированная		Базирование с выверкой, настройка по пробным ходам и промерам
Оборудование	Специальное	Специальное и специализированное	Универсальное и специализированное, станки с ЧПУ, гибкие модули	Универсальное, станки с ЧПУ	
Оснастка	Неразборные специальные приспособления (НСП)	Сборно-разборные приспособления (СРП), специализированные наладочные приспособления (СНП)		Универсально-наладочные приспособления (УНП)	Универсальные безналадочные приспособления

На первом этапе проектирования, когда не известно ни количество операций, ни количество рабочих мест, тип производства может быть определен в зависимости от массы детали представителя и его объема выпуска (табл. 1.П1).

1.6. Производственная мощность, режим работы и фонды времени

Каждое промышленное предприятие, как и отдельное производственное подразделение (участок, цех), имеет определенную **производственную мощность**, под которой понимается максимально-возможный выпуск продукции установленной номенклатуры и количества, который может быть осуществлён за определённый период времени при установленном **режиме работы**.

Режим работы предприятия определяется:

- видом производства (прерывное или непрерывное производство);
- принятым числом рабочих дней в неделю;
- числом рабочих дней в году;
- принятым количеством смен в сутки;
- продолжительностью рабочей смены в часах.

После установления режима работы для технологических расчетов необходимо определить фонды времени работы оборудования и рабочих.

При этом различают номинальный (режимный), эффективный и действительный фонды времени работы оборудования и рабочих.

Фонды времени работы оборудования и рабочих зависят от режима работы предприятия.

Сначала рассчитывают **номинальные годовые фонды времени**:

- фонд номинальный годовой работы рабочего:

$$\Phi_{н.р} = N_{р.д.г} f, \text{ ч}, \quad (8)$$

где $N_{р.д.г}$ – количество рабочих дней в году; f – продолжительность рабочей смены, ч.

- фонд номинальный годовой работы оборудования:

$$\Phi_{\text{н.об}} = N_{\text{р.д.г}} f K_{\text{см}}, \text{ ч}, \quad (9)$$

где $K_{\text{см}}$ – количество смен в сутки.

Номенклатура оборудования, для которого рекомендуется трехсменный режим работы, приведена в табл. 4.П1.

Эффективные годовые фонды времени учитывают различные виды потерь времени. Эти потери времени нормируют и вычитают из номинальных фондов времени.

Для машиностроительных предприятий при определении эффективных фондов времени потери времени принимают:

- для оборудования от 2 до 10 % от номинального фонда времени работы оборудования;
- для рабочего от 10 до 17% от номинального фонда времени работы рабочего.

Действительный фонд времени – учитывает время внеплановых простоев по различным причинам и может быть определен только по окончании нормируемого периода (сутки, неделя, месяц, год и др.).

1.7. Станкостоемость

Станкостоемость $T_{\text{ст.ч.}}$ – это время, в течение которого занято оборудование для обработки заготовки, единица измерения станко-час [1, 8].

Общая станкостоемость изготовления детали определяется суммой норм времени на отдельные операции ТП посредством *технологического нормирования*.

Технологическое нормирование – установление технически обоснованных норм расхода производственных ресурсов, в частности норм времени.

Норма времени – регламентированное время выполнения некоторого объема работ в определенных производственных условиях одним или несколькими исполнителями соответствующей квалификации.

Единица нормирования – количество производственных объектов или число работающих, на которое устанавливают техническую норму.

Под технической нормой понимают количество деталей, на которое устанавливают норму времени; количество изделий, на которое устанавливают норму расхода материала; число рабочих, на которое устанавливают норму выработки и т.д.

При производстве деталей устанавливают техническую норму времени на одну деталь.

Для отдельной операции технологического процесса станкоёмкость равна норме времени на одну деталь для этой операции.

Станкоёмкость изготовления одной детали:

$$T_{\text{ст.ч}} = \sum_{i=1}^m T_{\text{н}i}, \quad (10)$$

где $T_{\text{н}i}$ – норма времени выполнения i -й операции; m – число операций изготовления детали.

Станкоёмкость обработки группы деталей в серийных типах производства:

$$T_{\text{ст.ч}} = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m T_{\text{н}ij}, \quad (11)$$

где $T_{\text{н}ij}$ – норма времени выполнения i -й операции изготовления j -й детали, станко-мин; m – число операций обработки i -й детали на станках данного типоразмера; n – число разных деталей (групп), обрабатываемых на станках данного типоразмера.

Норма времени на одну деталь в общем случае состоит из следующих частей:

- 1) нормы штучного времени;
- 2) нормы подготовительно-заключительного времени, т.е. дополнительного времени, связанного с переналадкой для изготовления очередной партии деталей (в массовом производстве не нормируют).

Штучное время $T_{\text{шт}}$ – интервал времени, равный отношению цикла технологической операции к числу одновременно изготавливаемых или ремонтируемых изделий:

$$T_{шт} = T_{ц} / N_{од}, \quad (12)$$

где $N_{од}$ – число одновременно изготавливаемых деталей за время цикла, шт.;
 $T_{ц}$ – цикл технологической операции, мин.

Цикл технологической операции – интервал календарного времени от начала до конца периодически повторяющейся технологической операции независимо от числа одновременно изготавливаемых деталей.

Норма штучного времени – норма времени на выполнение объема работы, равной единице нормирования, при выполнении технологической операции.

Для некоторых технологических процессов может определяться норма выработки.

Норма выработки – регламентированный объем работы, который должен быть выполнен в единицу времени в определенных организационно-технических условиях одним или несколькими исполнителями соответствующей квалификации (например, в смену $N_{см} = T_{см} / T_{шт}$; в час $N_{час} = 60 / T_{шт}$).

Так как на станке может обрабатываться одна или несколько деталей то техническая норма времени устанавливается на это количество деталей, при этом учитываются затраты времени на подготовку исполнителя (или исполнителей) и средств технологического оснащения к выполнению операции посредством подготовительно-заключительного времени.

Подготовительно-заключительное время $T_{п.з}$ – интервал времени, затрачиваемый на подготовку исполнителя или исполнителей и средств технологического оснащения к выполнению технологической операции и приведению последних в порядок после окончания смены и (или) выполнения этой операции для партии предметов труда.

Норма подготовительно-заключительного времени – норма времени на подготовку рабочих и средств производства к выполнению технологической операции и приведение их в первоначальное состояние после ее окончания.

Подготовка средств технологического оснащения осуществляется по-

средством наладки.

Наладка – подготовка технологического оборудования и технологической оснастки к выполнению технологической операции.

В данное время входит:

- время на получение инструмента и приспособлений перед началом работы и сдачу после окончания работы;
- время на установку и наладку приспособления и инструментов (инструмента) на станке и снятие их после окончания обработки партии;
- время на наладку станка (установление и настройка режимов, перестановка зубчатых колес гитары, смещение заднего центра и т.д.) и обработка и корректирование управляющей программы;
- время на ознакомление с выполняемой работой и другие операции.

Тогда норма времени на одну деталь (штуку) будет равна:

$$T_{н.в.шт} = T_{ц}/N_{од} + T_{п.з}/N_{п}. \quad (13)$$

При обработке деталей на станках возможны следующие варианты:

- 1) за время цикла обрабатывается одна деталь;
- 2) за время цикла обрабатывается несколько деталей,
- 3) за время цикла обрабатывается несколько деталей, установленных на станке, но со станка снимается только одна готовая деталь, то есть цикл рассчитан на несколько установок детали, но за время цикла со станка выходит только одна обработанная деталь.

При первом и третьем вариантах $N_{од}=1$ получается, что $T_{шт} = T_{ц}$.

Тогда техническая норма времени на одну штуку (деталь):

$$T_{н.в.шт} = T_{шт} + T_{п.з}/N_{п}, \quad (14)$$

где $T_{п.з}$ – подготовительно-заключительное время, мин; $N_{п}$ – число деталей в партии запуска, шт.

Техническая норма времени на операционную партию:

$$T_{парт} = T_{шт} N_{п} + T_{п.з}, \quad (15)$$

Норма штучного времени по ГОСТ 3.1109 состоит из:

$$T_{шт} = T_{о} + T_{в} + T_{обс} + T_{пот}, \quad (16)$$

где $T_{о}$ – основное время, мин; $T_{в}$ – вспомогательное время, мин; $T_{обс}$ – вре-

мя обслуживания рабочего места, мин; $T_{\text{пот}}$ – время на личные потребности, мин.

Тогда в общем случае техническая норма времени на технологическую операцию будет равна:

$$T_{\text{н.в.шт}} = (T_{\text{о}} + T_{\text{в}} + T_{\text{обс}} + T_{\text{пот}}) / N_{\text{од}} + T_{\text{п.з}} / N_{\text{п}}. \quad (17)$$

Коэффициент ужесточения K_y – это отношение станкоёмкости изготовления детали после внедрения новой технологии к станкоёмкости изготовления аналогичной детали по действующей на предприятии технологии [10]:

$$K_y = \frac{T_{\text{ст.ч.проект}}}{T_{\text{ст.ч.действ}}}, \quad (18)$$

Где $T_{\text{ст.ч. проект}}$ – станкоёмкость обработки детали проектируемого участка или цеха; $T_{\text{ст.ч. действ}}$ – станкоёмкость обработки детали действующего участка или цеха.

Ритмичность производства – соблюдение равномерности в изготовлении и выпуске продукции на основе четкой слаженности и согласованности всех звеньев производства [1, 10]:

- в массовом (поточном) производстве ритм выражается в равномерном выпуске одинакового количества деталей с каждого участка производства (поточной линии) через строго определенный интервал времени – такт;
- в серийном производстве ритм характеризуется периодичностью изготовления (запуска и выпуска) установленных партий деталей, то есть регулярным чередованием операций по их обработке на рабочих местах и соответствующей периодичностью переналадки оборудования.

Ритм выпуска – количество изделий или заготовок определенных наименований, типоразмеров и исполнений, выпускаемых в единицу времени.

Такт выпуска (τ) – интервал времени, через который периодически производится выпуск изделий или заготовок определенных наименований,

типоразмеров и исполнений:

$$\tau = \frac{60 \Phi_{\text{э.об}}}{Д}, [\text{мин}], \quad (19)$$

где $\Phi_{\text{э.об}}$ – эффективный годовой (суточный, сменный) фонд времени работы оборудования (линии, участка), ч; $Д$ – годовое (суточное, сменное) количество изготавливаемых деталей различных наименований, шт.

1.8. Трудоемкость

Трудоемкость $T_{\text{чел.ч}}$ – время, затрачиваемое рабочим требуемой квалификации на выполнение ТП или его части, единица измерения – человеко-час [1, 8].

Для отдельной операции ТП трудоемкость определяется:

$$T_{\text{чел.ч}} = \frac{P_{\text{обсл}} T_{\text{см}}}{Д_{\text{см}}}, \quad (20)$$

где $P_{\text{обсл}}$ – число рабочих в зоне обслуживания, чел; $T_{\text{см}}$ – продолжительность рабочей смены, ч; $Д_{\text{см}}$ – число деталей, изготовленных за рабочую смену, шт.

Трудоемкость – это показатель затрат живого труда на изготовление продукции.

Многостаночное обслуживание – работа одного рабочего (или бригады) на двух или нескольких станках с использованием машинного времени обслуживаемых станков для выполнения ручных приемов на каждом из них.

Решение об использовании многостаночного обслуживания принимается в зависимости от возможности обслуживать несколько единиц оборудования одним рабочим (степень автоматизации оборудования, время выполнения операции, квалификация рабочего и др.), которая выражается посредством коэффициента многостаночного обслуживания $K_{\text{м.о}}$.

При проектировании участков и рабочих мест величину коэффициента многостаночного обслуживания можно определить двумя методами – **расчётным и графическим.**

Для определения $K_{м.о}$ **расчётным методом** для каждой операции, насчитывающей C станков (рис. 2), предлагается следующая формула:

$$K_{м.о} = \frac{T_{м.а} + T_{в.н}}{T_{в.н} + T_{в.п} + T_{п}}, \quad (21)$$

где $T_{м.а}$ – машинное автоматизированное время; $T_{в.н}$ – вспомогательное не перекрываемое машинным время; $T_{в.п}$ – вспомогательное перекрываемое машинным время; $T_{п}$ – время на переход от одного станка к другому.

Длительность цикла при многостаночной работе складывается из машинно-автоматизированного времени $T_{м.а}$ и вспомогательного неперекрываемого времени $T_{в.н}$:

$$T_{ц} = T_{м.а} + T_{в.н}. \quad (22)$$

При этом вспомогательное перекрывающееся время и время переходов рабочего от станка к станку перекрываются машинно-автоматизированным временем.

При $K_{м.о} > C$ может быть осуществлено обслуживание одним станочником нескольких станков (что может предполагать и совмещение профессий).

Для определения $K_{м.о}$ **графическим методом** величину $K_{м.о}$ можно определить путём построения графиков (хронограмм), на которых для каждого станка откладывают по горизонтали составляющие штучного времени (рис. 2, 3, 4).

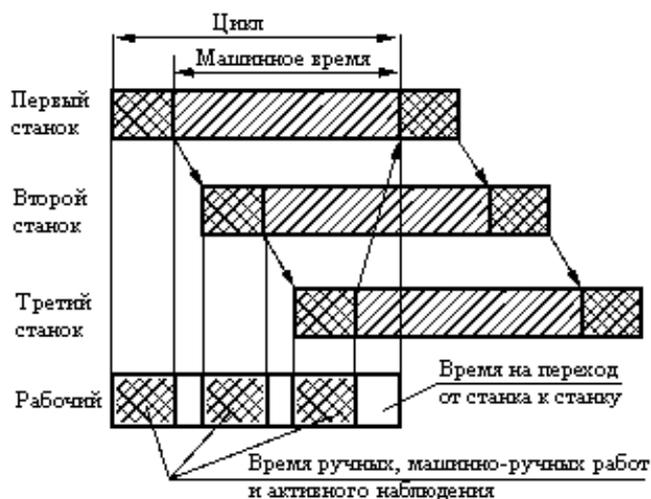


Рис. 2. Схема многостаночной работы – цикл многостаночного обслуживания

Путём совмещения времён $T_{М.а}$, $T_{В.Н}$, $T_{В.П}$, $T_{П}$; $T_{М.а}$, $T_{В.П}$ и $T_{П}$ можно получить несколько вариантов обслуживания станков для каждой операции и выбрать из них лучший [1, 5, 8].

При определении $K_{М.о}$ – коэффициента многостаночного обслуживания графическим методом – проектант одновременно выдаёт станочнику рекомендации по рациональной организации труда на рабочих местах.

При построении циклограмм для каждого станка из группы, обслуживаемой одним рабочим станочником, в выбранном масштабе составляется график выполнения технологической операции во времени. В тех случаях, когда станочник обслуживает одинаковые станки для выполнения одной технологической операции (станки-дублёры), построение циклограммы не вызывает затруднений (рис. 3).

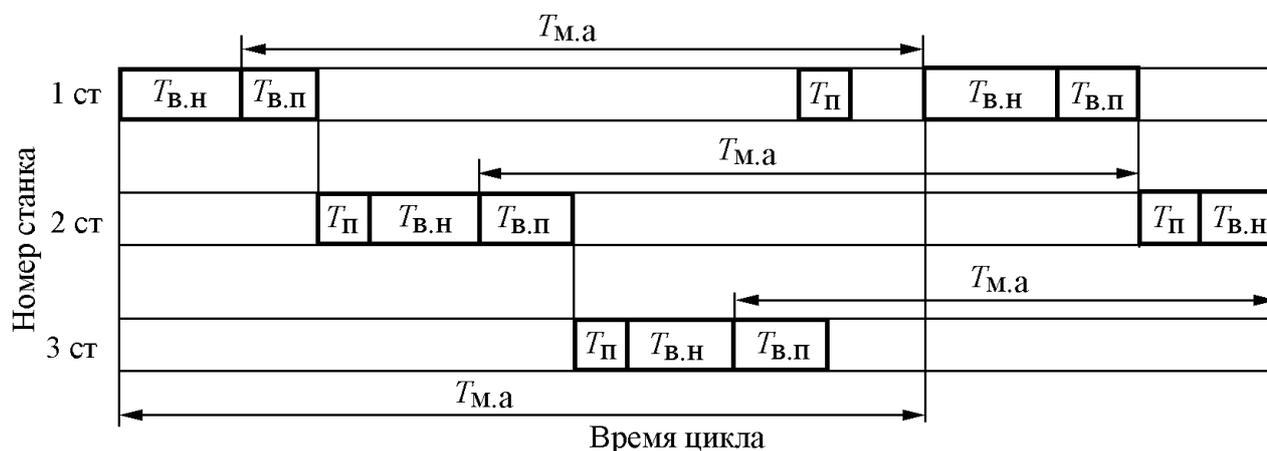
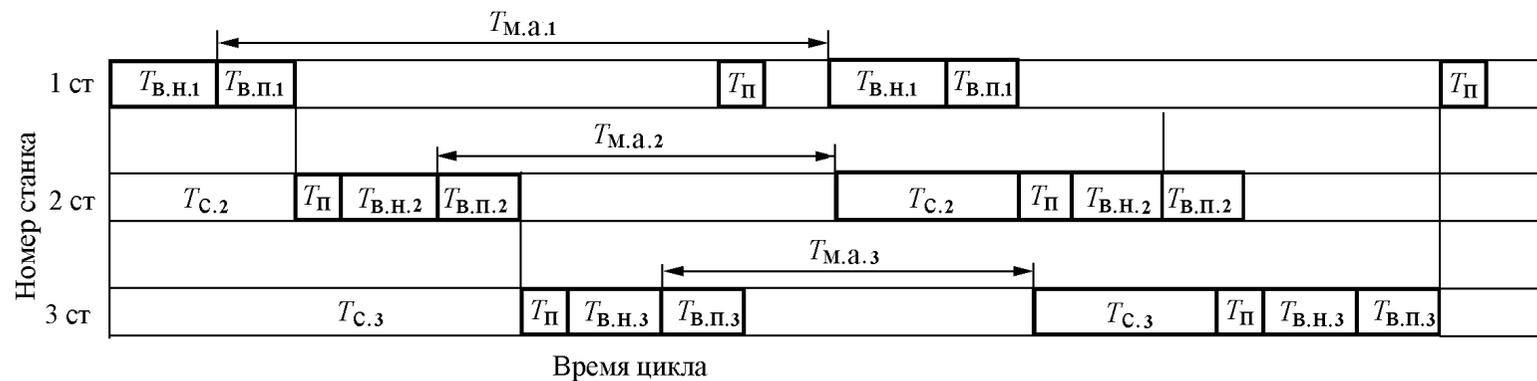


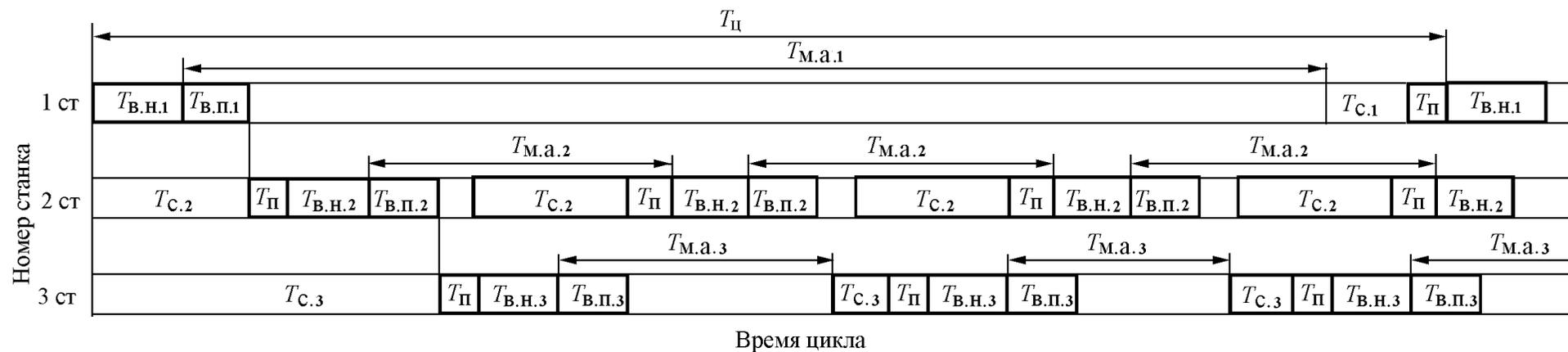
Рис. 3. Циклограмма многостаночного обслуживания станков-дублёров

Если при многостаночном обслуживании станочник выполняет работы на различном оборудовании, выполняющем разные технологические операции, построение циклограммы начинают со станка с наибольшим машинным автоматизированным временем (рис. 4).

Как видно из циклограммы (рис. 4, а), в начале цикла два станка будут простаивать (составляющие T_c), затем простои будут сведены к минимуму и, практически, не вызовут уменьшения общего коэффициента загрузки оборудования данного типа.



а



б

Рис. 4. Циклограмма многостаночного обслуживания станков, выполняющих разные операции обработки:

а – при небольшом отличии машинного автоматизированного оперативного времени;

б – при значительном отличии машинного автоматизированного времени

При многостаночном обслуживании могут объединяться станки, имеющие большое различие машинного автоматизированного времени. В этом случае станки с меньшим значением $T_{м.а}$ с целью лучшего обслуживания имеют дополнительный цикл (рис. 4, б).

При работе на станках-дублерах норму выработки за смену в штуках можно определить по формуле

$$N_{см} = K_{м.о} T_{см} - T_{д} / T_{ц}, \quad (23)$$

где $K_{м.о}$ – количество станков обслуживаемых одним рабочим, т.е. коэффициент многостаночного обслуживания; $T_{см}$ – продолжительность рабочей смены в мин; $T_{д}$ – дополнительные затраты времени, мин; $T_{ц}$ – длительность цикла, мин.

Если станочник сам налаживает обслуживаемые станки, то

$$N_{см} = K_{м.о} T_{см} - (T_{д} + T_{п.з}) / T_{ц}, \quad (24)$$

где $T_{п.з}$ – подготовительно заключительное время на одну штуку в мин.

Средний коэффициент многостаночного обслуживания по цеху (участку) определяется формулой

$$K_{м.ср} = \frac{C_{\Sigma}}{C_{\Sigma} - C_{м.бр} + \frac{C_1}{K_{м.о.1}} + \frac{C_2}{K_{м.о.2}} + \frac{C_3}{K_{м.о.3}} + \dots + \frac{C_i}{K_{м.о.i}}}, \quad (25)$$

где $C_1, C_2, C_3, \dots, C_i$ – количество станков многостаночного или бригадного обслуживания по группам станков; C_{Σ} – общее количество станков цеха (участка); $C_{м.бр}$ – количество станков многостаночного и бригадного обслуживания; $K_{м.о.1}, K_{м.о.2}, K_{м.о.3}, \dots, K_{м.о.i}$ – количество станков, обслуживаемых одним рабочим, из табл. 1.П9-3.П9.

Трудоемкость выполнения каких-либо работ можно определить при известном коэффициенте многостаночного обслуживания по формуле

$$T_{чел.ч} = T_{ст.ч} / K_{м.о}. \quad (26)$$

Укрупненные нормы многостаночного обслуживания для различных типов производств приводятся в табл. 4.П9.

Различные схемы обслуживания одним рабочим разного количества станков приведены на рис. 5.

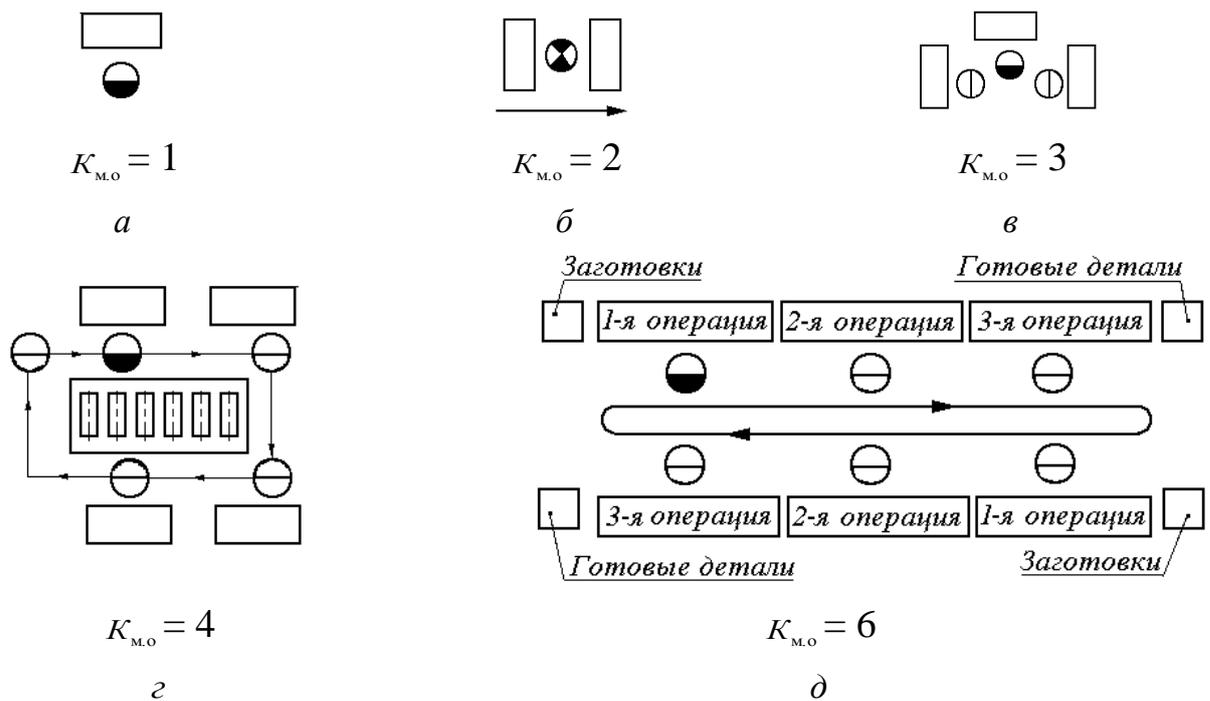


Рис. 5. Схемы обслуживания одним рабочим разного количества станков:

а – обслуживание одного станка $K_{m.o} = 1$; *б* – обслуживание двух станков $K_{m.o} = 2$; *в* – обслуживание трех станков $K_{m.o} = 3$; *г* – обслуживание четырех станков, расположенных с двух сторон рольганга $K_{m.o} = 4$; *д* – обслуживание шести станков, расположенных в двух поточных линиях $K_{m.o} = 6$

2. ОСНОВНОЕ ОБРАБАТЫВАЮЩЕЕ ПРОИЗВОДСТВО

Основные технологические процессы обрабатывающего производства – это ТП, в ходе которых происходят изменения геометрических форм, размеров, физико-механических и химических свойств изделий (обработка механическая, электроэрозионная, термическая, нанесение покрытий и т.д.), которые осуществляются в обрабатывающих цехах или участках.

Обрабатывающие цеха специализируются на выпуске определенных деталей или изделий. В состав обрабатывающего цеха входят производственные участки, помещения вспомогательных и обслуживающих служб и хозяйств, а также бытовые помещения.

Под производственной структурой цеха понимается состав находящихся в нём производственных участков, вспомогательных и обслуживающих подразделений, а также формы их производственных связей.

Например, производственная структура механообрабатывающего цеха приведена на рис. 6 [11].



Рис. 6. Структура цеха механической обработки деталей

2.1. Заготовительный участок (отделение)

Назначение заготовительного участка (отделения): разрезка, отрезка, вырубка, вырезка, правка, обдирка заготовок и др.

В состав обрабатывающего цеха заготовительный (отрезной или раскройный) участок (отделение) может входить при единичном мелкосерийном и среднесерийном типах производства. Заготовительное отделение может быть совмещено со складом материалов и заготовок и является частью складского хозяйства [1].

На крупных предприятиях при М и КС типах производства организуется самостоятельный заготовительный цех.

Оборудование: отрезные и вырубные станки (кривошипные ножницы и прессы), механические пилы (фрезерно-отрезные станки, отрезные ножовочные пилы), дисковые пилы с абразивным кругом, трубоотрезные

станки, приводные ножовки, оборудование для гидрорезки и резки с использованием лазеров, правильные и обдирочные станки, прессы для правки, обдирочно-шлифовальные и др.

Расчет количества оборудования заготовительного участка производится на основании разработанного ТП для каждой заготовительной операции:

$$C_{\text{р.заг}} = \frac{\sum T_{\text{шт.заг}}}{\Phi_{\text{э.об}}} \rightarrow C_{\text{п.заг}}, \quad (27)$$

Площадь заготовительного отделения рассчитывается:

$$S_{\text{заг}} = S_{\text{уд.заг}} C_{\text{п.заг}}. \quad (28)$$

Удельная площадь $S_{\text{уд.заг}}$ на один станок заготовительного участка составляет для средних станков $15 - 25 \text{ м}^2$ (табл. 2.П2).

2.2. Обрабатывающие участки. Определение количества станков обрабатывающих участков (цехов)

Назначение обрабатывающих участков – обработка заготовок.

Определяется количество и специализация обрабатывающих участков, которые зависят от номенклатуры обрабатываемых деталей и вида организации (специализации) участков (технологическая, предметная, смешанная). Для каждого обрабатывающего участка определяется количество определенных типов оборудования для выполнения заданной производственной программы.

Расчет количества оборудования по заданной программе для различных типов производств и форм организации может производиться двумя методами: **точным** и **укрупнённым**.

Определение количества оборудования в серийном производстве

При определении количества оборудования точным методом для серийного производства расчет производится для каждой операции технологического процесса на основе расчета годового времени обработки всех деталей, обрабатываемых на конкретной операции. Расчетное количество станков для каждой операции определяется [1, 8]:

$$C_p = \frac{\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m T_{шт\ i\ j} D_i}{\Phi_{э.об} 60}, \text{ шт.}, \quad (29)$$

где $T_{шт\ i\ j}$ – норма времени выполнения j -й операции изготовления i -й детали, станко-мин; D_i – годовая программа выпуска i -й детали, шт.; $\Phi_{э.об}$ – эффективный годовой фонд времени работы оборудования в часах; 60 – перевод станко-часов в станко-минуты; n – число разных деталей (групп), обрабатываемых на данном станке; m – число операций обработки i -й детали на данном станке.

Полученное расчетом количество станков округляется до ближайшего большего целого числа, которое называют принятым числом станков $C_{пр}$.

$$C_p \rightarrow C_{пр}. \quad (30)$$

При организации переменного-поточных и групповых поточных линий необходимо учитывать следующие особенности:

- 1) переменные-поточные линии при переходе на изготовление другой детали переналаживают, при этом такт выпуска для разных деталей различный, т. е. $\tau \neq \text{const}$;
- 2) на групповой поточной линии одновременно или последовательно изготавливают несколько деталей без переналадки, причем такт может быть одинаковым – $\tau = \text{const}$ или разным – $\tau \neq \text{const}$.

Если многопредметная поточная линия работает с разными тактами, то необходимым условием выполнения заданной программы является неравенство

$$\sum_{i=1}^n \tau_i D_i \leq \Phi_{э.об} 60 K_{п}, \quad (31)$$

где τ_i – такт выпуска i -й детали; $K_{п}$ – коэффициент, учитывающий время на переналадку линии с одного наименования детали на другое ($K_{п} = 0.9 - 0.95$).

Количество поточных линий рассчитывается исходя из производительности линии по формуле [7]

$$Q_p = \frac{\sum D_i}{g}, \quad (32)$$

где Q_p – расчетное количество линий; D_i – количество деталей, обрабатываемых в год (сутки или час), шт.; g – производительность поточной линии в год (сутки или час), шт.

Общее количество оборудования в поточной линии определяется суммированием принятого количества оборудования по операциям.

Определение количества оборудования

для поточного производства в массовом производстве

В массовом производстве применяют непрерывно-поточные, т.е. однопредметные линии.

Количество станков (позиций) точным методом для поточного производства определяется исходя из времени, необходимого для выполнения отдельных операций, и такта выпуска [1].

Для создания непрерывности потока необходимо достичь синхронизации времени выполнения операций в соответствии с принятым тактом:

$$T_{шт} \rightarrow \tau. \quad (33)$$

Количество станков для выполнения каждой операции поточной линии определяется для каждой операции, а в автоматической линии для каждой позиции:

$$C_p = T_{шт} / \tau, \quad (34)$$

где $T_{шт}$ – штучное время выполнения операции, мин; τ – такт выпуска деталей в мин

Для расчетов штучного времени можно использовать упрощенную формулу:

$$T_{шт} = (T_o + T_B)(1 + K_n / 100), \quad (35)$$

где T_o – основное время выполнения операции; T_B – вспомогательное время выполнения операции, не перекрываемое основным (на установку и за-

крепление детали, подвод и отвод инструмента, снятие детали); K_n – коэффициент, учитывающий сложность наладки станков $6..10\%T_{оп}$, для АЛ до $18\%T_{оп}$.

Укрупненный метод применяется [1]:

- когда нет достаточных данных для точного расчета;
- при кратких сроках проектирования;
- часто для единичного и мелкосерийного производства;
- при разработке технического задания на новую продукцию.

При укрупненном методе расчета можно воспользоваться следующими зависимостями. Количество станков рассчитывают по укрупненному показателю, выражающему выпуск продукции в тоннах или штуках в смену:

$$C_p = \frac{D_{\Sigma\Sigma}}{q_r K_{см}}, \quad (36)$$

где $D_{\Sigma\Sigma}$ – годовой выпуск продукции в тоннах (штуках); q_r – годовой выпуск продукции с одного станка в одну смену в тоннах (штуках); $K_{см}$ – число рабочих смен в году (табл. 4.П1).

Или расчет количества станков по показателю, выражающему число станко-часов, затрачиваемых на производство 1 т. готовых изделий:

$$C_p = \frac{h D_{\Sigma\Sigma}}{\Phi_{э.об}}, \quad (37)$$

где h – количество станко-часов, затрачиваемых на изготовление 1 т. готовых изделий; $D_{\Sigma\Sigma}$ – годовой выпуск продукции в тоннах.

Общее количество станков, подсчитанных укрупненным методом для всего цеха, может быть распределено по видам (типам) оборудования в % отношении от общего количества станков, по данным проектов обрабатывающих цехов соответствующей отрасли.

Расчетное количество станков округляют до ближайшего большего целого числа, которое считают принятым числом станков $C_{пр}$.

Отношение расчетного числа единиц технологического оборудования к фактически принятому числу определяет **коэффициент использования оборудования** (в соответствии с ОНТП 14-96):

$$K_{\text{исп.об}} = \frac{C_p}{C_n}, \quad (38)$$

где C_p – расчетное количество единиц оборудования или рабочих мест; C_n – принятое число единиц оборудования или рабочих мест.

Рекомендуемые средние значения коэффициентов использования оборудования для различных цехов приводятся в табл. 5.П1.

Рассчитав коэффициент использования оборудования для каждой операции можно построить график использования оборудования для участка (линии), пример приведен на рис. 7.

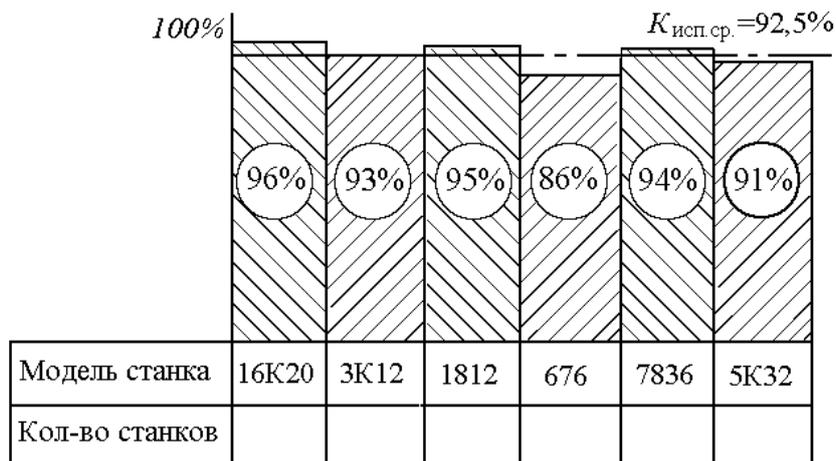


Рис. 7. Пример построения графика использования оборудования

Если коэффициент использования оборудования при расчете получился немного больше 1, то округление соответственно необходимо выполнять в меньшую сторону, при этом необходимо пересмотреть содержание операции (режимы резания, структуру операции, инструментальные материалы, оснастку и др.) с целью увеличения использования оборудования по основному времени.

Коэффициент использования оборудования по основному времени равен отношению основного времени T_0 к штучному $T_{шт}$:

$$K_{\text{исп.осн.}} = \frac{T_0}{T_{шт}}. \quad (39)$$

Он характеризует долю использования станка без участия рабочего. Желательно добиваться $K_{\text{исп. осн. ср}} \geq 0,65 \dots 85$. График для коэффициента использования станка по основному времени строится аналогично графику (рис. 7) для определения коэффициента использования.

Если коэффициент использования оборудования получается значительно меньше 1, т.е. в этом случае оборудование имеет низкий коэффициент использования, то необходимо догрузить данное оборудование деталями с других участков, или эксплуатировать его в меньшее количество смен и т.п.

После определения количества основного оборудования можно определить основную производственную площадь.

Основная производственная площадь рассчитывается:

$$S_{\text{осн.пр}} = \sum_{i=1}^I C_{\text{п}i} S_{\text{уд.ст}i}, \quad (40)$$

где $C_{\text{п}i}$ – число принятых единиц основного производственного оборудования данного наименования и типоразмера по результатам расчетов; $S_{\text{уд.ст}i}$ – удельная площадь на один станок в зависимости от габаритных размеров деталей и оборудования (табл. 1.П2, 2.П2); I – количество оборудования определенного наименования и типоразмера.

На производственных участках при массовом и крупносерийном типах производства с непрерывным режимом работы (в три смены) иногда печи для термообработки устанавливают по ходу ТП. В большинстве же случаев термообработка деталей производится в отдельных цехах или участках. На производственном участке в данном случае предусматривают место для погрузки-разгрузки деталей и транспортный путь к месту термообработки.

2.3. Расположение оборудования

При расположении оборудования на рассчитанной площади участка необходимо учитывать следующие основные положения [1, 4]:

- 1) обеспечивать прямолинейность движения деталей не допуская обрат-

ных петлеобразных движений, создающих встречные потоки или затрудняющих транспортирование;

2) обеспечивать кратчайшие пути передвижения деталей.

В непрерывно-поточном (массовое производство) и переменноточном (серийное производство) размещение оборудования определяется последовательностью выполнения операций технологического процесса.

При этом могут быть использованы следующие виды размещения оборудования относительно транспортного средства.

Продольное размещение оборудования относительно транспортного средства или проезда (рис. 8) обеспечивает наиболее благоприятные условия для механизации межоперационного транспортирования и обслуживания рабочих мест. Расстояния при продольном размещении оборудования приведены в табл. 1.П13.

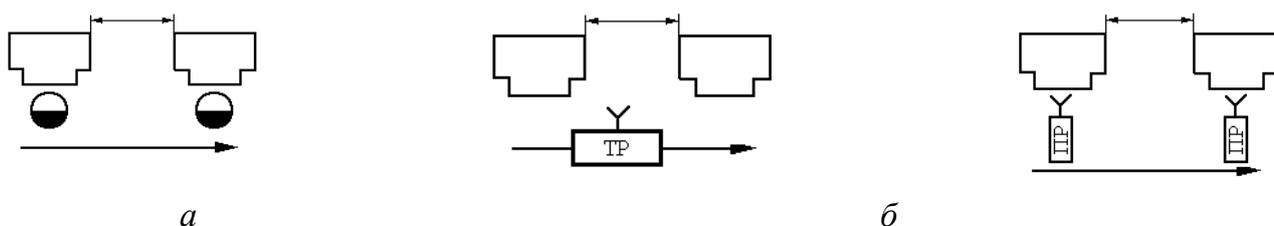


Рис. 8. Продольное размещение оборудования относительно транспортного средства:

а – место рабочего при продольном расположении оборудования ($K_{м.о}=1$);

б – роботизированное рабочее место при продольном размещении оборудования

Поперечное размещение оборудования относительно транспортного средства представлено на рис. 9. Расстояния при поперечном размещении оборудования приведены в табл. 2.П13.

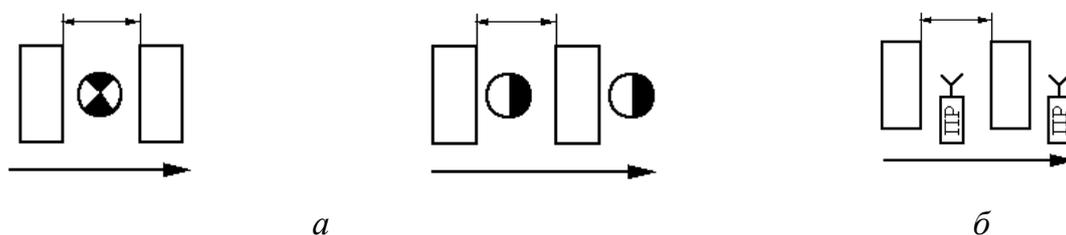


Рис. 9. Поперечное размещение станков относительно транспортного средства:

а – место рабочего при поперечном расположении оборудования ($K_{м.о}=2$ и $K_{м.о}=1$);

б – роботизированное рабочее место при поперечном размещении оборудования

Угловое размещение оборудования относительно транспортного средства (рис. 10) используется для оборудования, длина которого превышает ширину (расточных, продольно-строгальных, продольно-фрезерных, прутковых автоматов с загрузочной стороной к проезду, револьверных станков, токарных станков с ЧПУ с барфидерами). Расстояния при угловом размещении оборудования приведены табл. 2.П13.

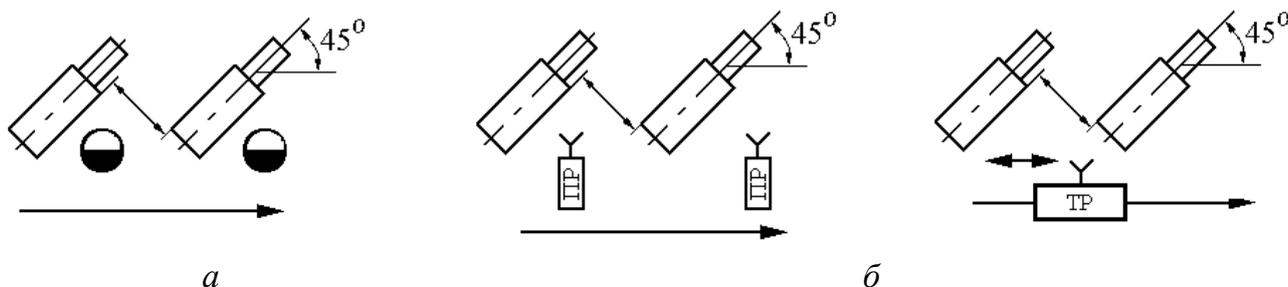


Рис. 10. Угловое размещение оборудования относительно транспортного средства:

a – место рабочего при угловом расположении оборудования $K_{м.о}=1$;

б – роботизированное рабочее место при угловом размещении оборудования

Кольцевое размещение оборудования относительно транспортного средства (рис. 11) благоприятно для многостаночного обслуживания. Расстояния при кольцевом размещении оборудования приведены табл. 2.П13.

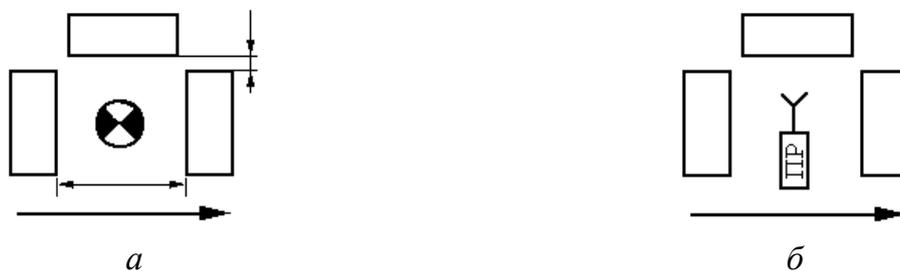


Рис. 11. Кольцевое размещение оборудования относительно транспортного средства:

a – место рабочего при кольцевом расположении оборудования $K_{м.о}=3$;

б – роботизированное рабочее место при кольцевом размещении оборудования

Факторы, влияющие на размещение оборудования:

- длина технологического потока и длина участка;
- технологический процесс обработки;
- количество оборудования и его конфигурация;
- организационные формы производственного процесса;

- вид межоперационного транспорта;
- способ удаления стружки и т.д.

Нормы расстояний между оборудованием, от колонн, стен, постоянных ограждений, проездов до оборудования приведены в 3.П13.

В зависимости от длины пролета и площади участка, отведенного для участка (поточной линии) и др., вид движения деталей и расположение оборудования может быть (рис. 12): прямолинейным; П-образным, зигзагообразным, кольцевым и др.

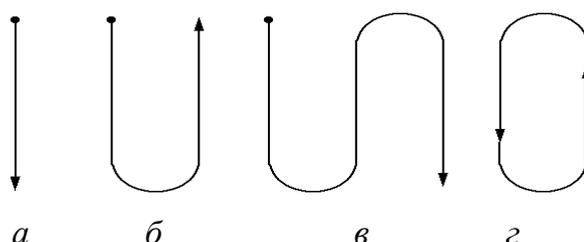
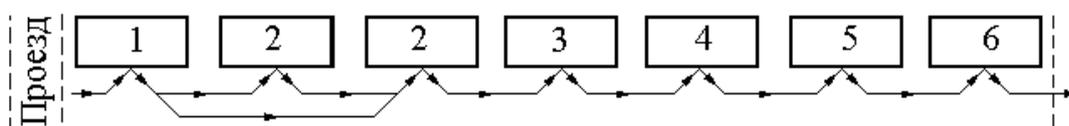


Рис. 12. Вид движения деталей и расположение оборудования:

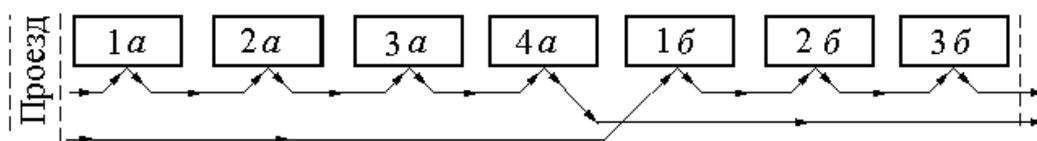
a – прямолинейной, *б* – П-образной, *в* – зигзагообразной, *г* – кольцевой

Примеры расположения станков при прямолинейном расположении оборудования в непрерывно - и переменнo-поточных линиях [1].

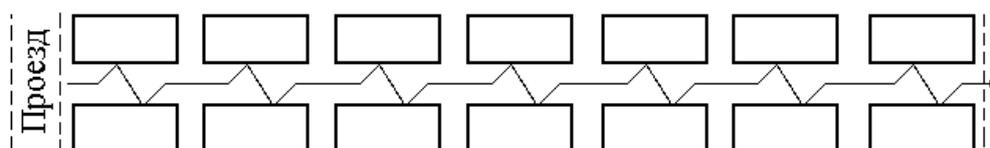
1. Однорядный вариант размещения – на второй операции предусмотрено два станка, так как штучное время превышает такт выпуска.



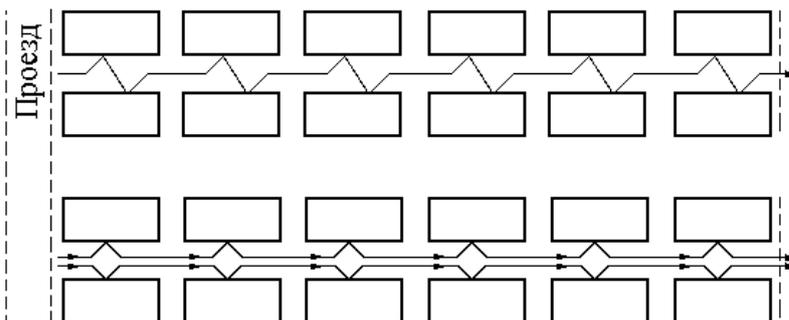
2. Короткие линии обработки располагают последовательно



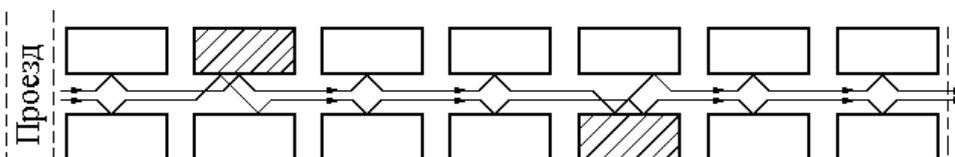
3. Поточные линии с большим числом оборудования размещают последовательно-параллельно в два ряда



4. Расположение оборудования в несколько рядов, например четырех



5. При параллельном размещении для лучшего использования оборудования возможно использование общего для двух линий оборудования



В зависимости от вида транспортно-складской системы наиболее распространены три схемы планировок гибких производственных участков (рис. 13):

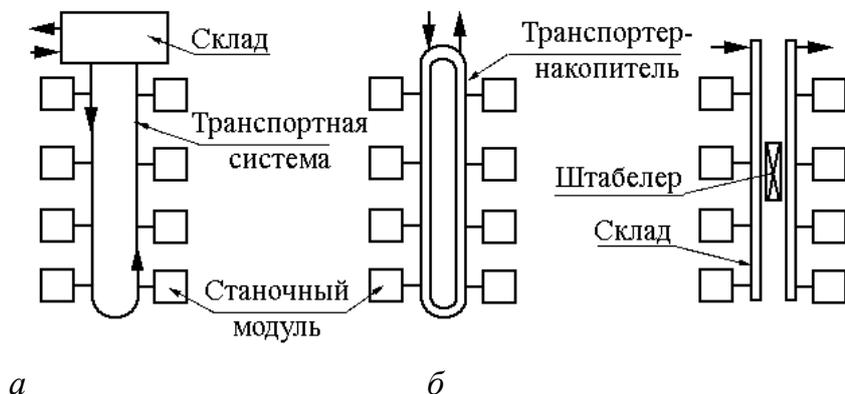


Рис. 13. Планировки гибких производственных участков:

a – с централизованным складом; *б* – с накопителем в составе транспортной системы;
в – с транспортным устройством в составе склада

Расположение оборудования на предметно-замкнутых (подетально специализированных) участках серийного производства осуществляется тремя способами:

1. **Рядный**, при котором оборудование желательно должно быть размещено в линейной последовательности по ходу технологического процесса обработки деталей;

2. **Точечное расположение оборудования**— применяется при полном изготовлении деталей на одном станке и при отсутствии межоперационных связей между станками:
- в тяжелом машиностроении при изготовлении крупных деталей;
 - в легком и среднем при использовании многоцелевых станков;
 - на участках при изготовлении несложных деталей.
3. **Гнездовое расположение оборудования**, при котором оборудование размещают группами в зависимости от межоперационных связей между ними (рис. 14), причем группирование может быть по предметному (гнездо для определенного типа деталей) или технологическому принципу (однотипные станки по технологическому принципу).

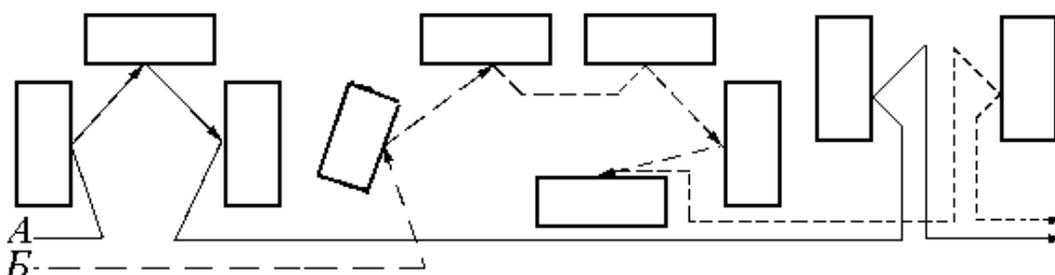


Рис. 14. Гнездовое размещение оборудования в групповых поточных линиях

В цехах (участках), где используется множество различных ТП, задача выбора оптимальной схемы требует значительного времени на решение.

При широкой номенклатуре изделий экономически целесообразным становится изменять схему производства при смене номенклатуры, идя на дополнительные затраты, связанные с демонтажем оборудования, что в дальнейшем окупится за счет сокращения затрат на транспортирование, увеличения загрузки технологического оборудования, повышения гибкости производства, оперативности управления и т. д.

В качестве исходных данных при синтезе схемы производственных участков необходимо иметь состав оборудования и его габаритные размеры, производственные маршруты движения деталей, величины грузопотока для каждого маршрута.

Задача синтеза схемы производственного подразделения формулируется следующим образом. Задано множество производственного оборудования $P = \{p_1, p_2, \dots, p_n\}$, величина материальных связей между ним $Q = \{q_1, q_2, \dots, q_p\}$, размеры оборудования $V = \{V_1, V_2, \dots, V_p\}$ и ограничения на размещение оборудования [5, 8]. **Требуется найти такое расположение множества P в объеме V при материальных связях Q , которое обеспечивает минимум мощности грузопотока.**

Выбор структуры расстановки оборудования может быть произведен на базе типовых схем расположения оборудования (рис. 15).

Для грузопотока величиной до 3000 т/год целесообразно использовать размещение оборудования по схеме, показанной на рис. 15, а, а более этой величины – по схеме 15, б. В стесненных условиях производства при малых грузопотоках используют расстановку, показанную на рис. 15, в, а при больших грузопотоках – на рис. 15, г.



Рис. 15. Схемы расположения технологического оборудования:

а – для грузопотока величиной до 3000 т/год; *б* – для грузопотока величиной более 3000 т/год; *в* – при малых грузопотоках в стесненных условиях производства; *г* – при больших грузопотоках

Окончательный вариант расстановки оборудования происходит на последнем этапе проектирования, когда формируется планировочное решение всех элементов системы. Размещение всех элементов цеха (участка) в пространстве происходит на этом этапе на основе принятых компо-

новочных и топологических решений. На плане цеха (участка) необходимо наносить систему материальных, информационных и энергетических потоков, что позволит дать полное представление об организации производства и управлении им. Принятое планировочное решение должно полностью реализовать спроектированный ТП, обеспечивая выполнение всех поставленных условий и достигая при этом минимума приведенных затрат. При окончательном варианте размещения технологического оборудования должны быть соблюдены нормы технологического проектирования, регламентирующие ширину проходов и проездов (табл. 4.П13), расстояний между станками (табл. 1.П13, 2.П13) и станков от стен и колонн (табл. 3.П13).

3. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ И ОБСЛУЖИВАЮЩИЕ СЛУЖБЫ И ХОЗЯЙСТВА

Обслуживающие процессы – это процессы связанные с обслуживанием как основных, так и вспомогательных процессов и не создающие продукцию.

К вспомогательным и обслуживающим хозяйствам производственного назначения относятся: инструментальная служба, служба технического обслуживания, служба обеспечения СОТС, метрологическая служба складское хозяйство, транспортное хозяйство, энергетическое хозяйство, санитарно-техническое хозяйство, лаборатории [8, 11].

Количество лабораторий и их специализация и назначение для каждого предприятия могут быть различными, например, механическая, металлографическая, химическая, рентгеновская и т.д. В них выполняются контрольные испытания материалов, полуфабрикатов и готовой продукции, контролируется качество ТП, проводятся научно-исследовательские работы, результаты которых внедряются в производство и т.д.

При проектировании вспомогательных и обслуживающих служб и хозяйств определяется количество необходимого технологического оснащения, площади, состав работающих и др.

3.1. Организация инструментальной службы

Инструментальная служба организуется для обслуживания обрабатывающего оборудования инструментом.

Основными задачами инструментальной службы являются:

- заточка, сборка, настройка и восстановление инструмента;
- организация транспортирования, доставки и хранения инструментов;
- контроль за правильной эксплуатацией инструмента и др.

Инструментальная служба цеха может включать: заточное отделение, отделение для восстановления инструмента, отделение ремонта оснастки, инструментально раздаточную кладовую, участок (отделение) настройки инструментов для станков с ЧПУ и др.

3.1.1. Заточное отделение и отделение для настройки режущего инструмента

Заточка инструмента осуществляется централизованно в заточных отделениях, оснащенных специальным оборудованием и оснасткой.

Назначение заточного отделения – заточка и переточка режущего инструмента.

Оборудование – заточные станки для заточки определенных типов инструментов.

Количество оборудования для заточного отделения может производиться точным или укрупненным методом.

Количество основных заточных станков определенного типа точным методом можно рассчитать по формуле [1]

$$C_{\text{р. зат}} = \frac{\sum T_{\text{шт. зат}}}{\Phi_{\text{э. об}}} \rightarrow C_{\text{п. зат}}, \quad (41)$$

где $T_{\text{шт. зат}}$ – суммарное время заточки всех инструментов на соответствующем типе заточных станков, ч.

Обычно точный расчет заточных станков не производится из-за большой трудоемкости расчетов и отсутствия полных исходных данных.

При укрупненном методе количество основных заточных станков принимают 4 – 6% от количества обслуживаемых станков (без учёта шлифовальных, притирочных, хонинговальных станков и др. табл. 1.П3). Нормы для определения количества специализированных заточных станков приведены в табл. 2.П3.

После заточки часто применяют доводку режущего инструмента с целью улучшения качества рабочих поверхностей и повышения производительности.

Доводка производится на специальных станках, количество которых принимается равным приблизительно 50% от количества заточных станков, на которых затачивается инструмент, подлежащий доводке.

Общая площадь заточного отделения включает основную площадь, где непосредственно осуществляется заточка, и вспомогательную площадь. К вспомогательной площади относятся:

- площадь для хранения перетачиваемого инструмента;
- площадь для хранения абразивных кругов и приспособлений к станкам заточного отделения.

Заточное отделение следует располагать рядом с инструментальным складом и с инструментальной кладовой оснастки.

Количество рабочих заточного отделения определяется производственной необходимостью, при их определении укрупненным методом можно принять из расчета –1 чел. на один заточной станок.

Площадь заточного отделения определяется:

$$S_{\text{заточ.отд}} = (S_{\text{уд.зат}} + S_{\text{всп.зат}}) C_{\text{пзат}}, \text{ м}^2, \quad (42)$$

где $S_{\text{уд.зат}}$ – удельная площадь на единицу заточного оборудования (табл. 2.П2) $S_{\text{уд.зат}} = 10...12 \text{ м}^2$; $S_{\text{всп.зат}}$ – удельная вспомогательная площадь на единицу заточного оборудования (табл. 3.П2) $S_{\text{всп.зат}} = 0,9...2,0 \text{ м}^2$.

В современном машиностроительном производстве все в большей степени используется неперетачиваемый сборно-разборный инструмент,

для которого проектируют изолированное отделение или участок.

Отделение или участок для разборки, сборки и настройки режущего инструмента оснащают приборами для настройки (особенно для станков с ЧПУ), стеллажами для хранения инструментов и др.

Число приборов для настройки инструментов:

$$N_{\text{п}} = N_{\text{с}} n_{\text{ин}} t_{\text{н}} k_{\text{а}} / \Phi_{\text{см}} k_{\text{и}}, \quad (43)$$

где $N_{\text{с}}$ – число обслуживаемых станков; $n_{\text{ин}}$ – число инструментов, которые необходимо настроить за смену на один станок или группу станков (табл. 3.П3); $t_{\text{н}}$ – время настройки одного инструмента ($t_{\text{н}} = 5$ мин, или 0,083 час); $k_{\text{а}}$ – коэффициент, учитывающий возможность автоматизации настройки на самом станке ($k_{\text{а}} = 0,5$); $\Phi_{\text{см}}$ – время одной смены, час; $k_{\text{и}}$ – коэффициент использования прибора ($k_{\text{и}} = 0,8$).

Число инструментов, которое необходимо настроить за смену на один станок, определяют детально, исходя из номенклатуры режущего инструмента, нормы расхода для каждого инструмента, исходя из разработанных ТП или укрупненно.

Площадь, отделения (участка) настройки инструмента

$$S_{\text{н}} = N_{\text{с}} S_{\text{уд.инстр}}, \quad (44)$$

где $N_{\text{с}}$ – число обслуживаемых станков; $S_{\text{уд.инстр}}$ – норма площади на один обслуживаемый станок (с ЧПУ), в м^2 приведена в табл. 4.П2 ($S_{\text{уд.инстр}} = 1,8 \text{ м}^2$).

3.1.2. Отделение по ремонту инструментальной и технологической оснастки

Отделение по ремонту инструментальной и технологической оснастки организуется в цехе исходя из производственной необходимости. Если на предприятии предусмотрен инструментальный цех, то ремонт оснастки может выполняться в данном цеху [9].

Количество основных станков отделения можно принять укрупненным методом в зависимости от количества основных станков в цеху. При количестве основных станков в цеху до 200 единиц можно принять – 3-4 станка, а при количестве свыше 200 единиц – 5-7 станков.

Например, если в обрабатывающем цехе 160..400 станков, или 260...630 рабочих мест сборочного цеха, отделение ремонта оснастки должна включать станки: 1...3 токарных, 1..2 универсально-фрезерных; 1...2 вертикально-сверлильных; 1 кругло-шлифовальный; 1 плоско-шлифовальный. Также при ремонте оборудования может использоваться вспомогательное оборудование не менее 3 и не более 11 единиц. В состав вспомогательного оборудования входят: настольно-сверлильные станки, прессы ручные, электроэрозионные станки и др. [1].

Площадь отделения по ремонту оснастки определяется исходя из нормы удельной площади на один основной станок (табл. 3.П2) $S_{уд\ рем} = 10 \dots 22 \text{ м}^2$ при выпуске мелких деталей, $S_{уд\ рем} = 22 \dots 26 \text{ м}^2$ при выпуске средних и крупных деталей.

Количество рабочих станочников определяется производственной необходимостью (можно принять по количеству основных станков). Количество слесарей можно принять 40 -50%, от числа станочников.

Отделение по ремонту инструментальной и технологической оснастки желательно располагать рядом с ремонтной базой цеха..

3.1.3. Инструментально-раздаточный склад или инструментально-раздаточная кладовая

Инструментально-раздаточный склад (ИРС) или инструментально-раздаточная кладовая (ИРК) – организуются для хранения и снабжения рабочих мест инструментом и приспособлениями [1, 10].

В небольших и средних механических цехах СС и МС типов производства при количестве станков менее 200 для всех видов инструмента (режущего, вспомогательного и измерительного) и приспособлений устраивается один ИРС.

Для крупных цехов М, КС типа производства с количеством станков более 200 иногда устраивают отдельные специализированные склады (кладовые) режущего, вспомогательного и измерительного инструмента, приспособлений и абразивов. ИРС (ИРК) располагается рядом с заточным

отделением в центральной части цеха, или максимально приближено к участкам цеха, где используется максимальное количество инструментов.

Площадь ИРС (ИРК) определяется укрупненно от числа обслуживаемых станков:

$$S_{\text{ИРС}} = C_{\text{п}} S_{\text{удИРС}}, \quad (45)$$

где $C_{\text{п}}$ – число обслуживаемых станков, шт; $S_{\text{уд ИРС}}$ – норма площади ИРС, приходящаяся на один обслуживаемый станок, м²/ст. (табл. 3.П2, 4.П2).

Площадь кладовой для абразивов рассчитывается также по формуле (45) из расчета удельной площади на один обслуживаемый станок, на котором используются абразивные инструменты ($S_{\text{уд}} = 0,4 \text{ м}^2$). Кладовая абразивов должна располагаться отдельно от других помещений.

Рядом с ИРС или с ИРК рекомендуется располагать участки настройки инструмента, заточной, отделение по ремонту инструментальной и технологической оснастки. При наличии в корпусе нескольких цехов, ИРК (ИРС) может быть единой для всего корпуса.

3.2. Организация технического обслуживания

Основными задачами технического обслуживания являются, уход и надзор за действующим оборудованием, планово-предупредительный и внеплановый ремонт технических средств всех видов, а также модернизация существующего и изготовление нестандартного оборудования.

Основные виды работ по техническому уходу за оборудованием.

1. Техническое обслуживание оборудования: осмотры (О), техническое диагностирование, межремонтное обслуживание (МО), мелкий ремонт (МР).
2. Плановые ремонтные работы: текущий ремонт (ТР), средний ремонт (СР), капитальный ремонт (КР).
3. Внеплановое обслуживание и ремонт оборудования.

Система технического обслуживания предусматривает совокупность взаимосвязанных средств, документации, исполнителей, ремонтных работ

необходимых для поддержания и восстановления функционирования оборудования входящего в проектируемое подразделение предприятия [9].

Техническое обслуживание эксплуатируемого оборудования может осуществляться:

- 1) централизованно на специализированных предприятиях;
- 2) выездными бригадами, организуемые специализированными ремонтными предприятиями для ремонта тяжелого уникального и прецизионного оборудования;
- 3) средствами и силами отдела главного механика (ОГМ) предприятия, на котором эксплуатируется подлежащее ремонту оборудование.

В пределах предприятия техническое обслуживание производит ремонтно-механический цех или цеховые (корпусные) ремонтные базы.

Структура и периодичность работ по плановому техническому обслуживанию и ремонту оборудования определяется структурой ремонтных циклов, которая различна в зависимости от конструкции оборудования, его назначения и условий эксплуатации.

Ремонтный цикл – это повторяющаяся совокупность различных видов планового ремонта, осуществляемых в заданной последовательности через определенные, равные между собой промежутки времени работы оборудования, называемые **межремонтными периодами**.

Ремонтный цикл определяется структурой и продолжительностью и заканчивается капитальным ремонтом.

Структура ремонтного цикла – это перечень ремонтов, входящих в его состав и расположенных в последовательности их выполнения (табл. 1.П4...3.П4).

Например: ТР-ТР-СР-ТР-ТР-СР-ТР-ТР-КР.

Цикл технического обслуживания – это повторяющаяся совокупность различных видов планового обслуживания, выполняемых через установленное количество часов работы оборудования, которое называют **межремонтным обслуживанием**.

Структура цикла технического обслуживания – это перечень видов планового технического обслуживания, входящих в состав цикла с соответствующими коэффициентами, показывающими количество операций каждого вида в цикле.

Например, структуру цикла технического обслуживания, включающего ежемесячный осмотр (Ое), пятиразовое наполнение смазкой (5С), одну замену смазочного материала (Зм), один частичный осмотр (Оч) и три профилактические регулировки (ЗР), можно изобразить: $Oe+5C+3M+Oч+3P$.

Трудоемкость ремонта каждого типа оборудования определяется умножением категории ремонтосложности на норму времени, установленную для одной единицы ремонтосложности.

Категория ремонтосложности – определяет степень сложности ремонта оборудования.

Эталоном ремонтосложности для металлорежущего, кузнечно-прессового, литейного, подъемно-транспортного оборудования является токарно-винторезный станок 1К62 с размерами 400x1000, имеющий категорию ремонтосложности 11R.

Единица ремонтосложности (R)– это время ремонта оборудования первой категории ремонтосложности (1R), выраженная в часах (табл. 5. П4) [9].

Общее число единиц ремонтосложности всего оборудования для производственного подразделения определяется:

$$\sum_{i=1}^p R_{m i} = R_{m 1} + R_{m 2} + \dots + R_{m p}, \quad (46)$$

где $R_{m i}$ – число единиц ремонтосложности оборудования i -го наименования; p – количество и номенклатура ремонтируемого оборудования на участке.

Пример расчета общего числа единиц ремонтосложности для оборудования на проектируемом участке приведен в (табл. 6.П4).

Требуемое количество оборудования для ремонта определяется:

$$C_{\text{рем}} = \frac{T_{\text{ст.ч.рем.}\Sigma} K_{\text{рем}}}{\Phi_{\text{э.об}} K_{\text{исп.сп}}}, \quad (47)$$

где $K_{\text{рем}}$ – коэффициент, учитывающий объем ремонтных работ, $K_{\text{рем}} = 0,9$;
 $K_{\text{исп.сп}}$ – средний коэффициент использования оборудования;
 $T_{\text{ст.ч.рем.}\Sigma}$ – суммарная станкочасовая емкость ремонтных работ, ст.ч.

$$T_{\text{ст.ч.рем.}\Sigma} = \sum_{i=1}^p R_{mi} E_{\text{ст}}, \quad (48)$$

где $\sum_{i=1}^p R_{mi}$ – суммарное число единиц ремонтосложности (или суммарная ремонтосложность) оборудования на участке, ч; $E_{\text{ст}}$ – норматив времени на станочные работы на одну единицу ремонтосложности (табл. 5.П4), ч.

Укрупненно количество станков необходимых для ремонта определяется в зависимости от оборудования обрабатывающего цеха, обслуживаемого ремонтной базой. Например, если количество оборудования в обслуживаемом цехе – 150, то количество оборудования в ЦРБ – 4 станка (табл. 4.П4).

Число рабочих станочников для ремонта оборудования [9]:

$$P_{\text{ст.рем}} = \frac{C_{\text{рем}} \Phi_{\text{э.об}}}{\Phi_{\text{э.р}} K_{\text{м.о}}}, \quad (49)$$

где $C_{\text{рем}}$ – количество станков ремонтного участка; $\Phi_{\text{э.об}}$ – годовой эффективный фонд работы оборудования ремонтного участка, ч/год; $K_{\text{м.о}}$ – коэффициент многостаночного обслуживания или совмещения профессий; $\Phi_{\text{э.р}}$ – годовой эффективный фонд работы рабочих.

Число слесарей для ремонта оборудования:

$$P_{\text{сл.рем}} = \frac{\Sigma T_{\text{чел-ч}}}{\Phi_{\text{р}}} = \frac{\sum_{i=1}^p R_{mi} E_{\text{сл}}}{\Phi_{\text{р}}}, \quad (50)$$

где $\Sigma T_{\text{чел-ч}}$ – суммарная трудоемкость слесарных работ, чел-ч; $E_{\text{сл}}$ – норматив времени на слесарные работы на одну единицу ремонтосложности (табл. 5.П4), чел. ч.

Число вспомогательных работников составляет 18..20% от общего числа слесарей и станочников.

Общая площадь ремонтной базы (РБ) составляет:

$$S_{РБ\Sigma} = S_{рем.ст} + S_{рем.сл} + S_{рем.эл} + S_{зап.част} + S_{генер}. \quad (51)$$

где $S_{рем.ст}$ – площадь станочного отделения ремонтной базы, $м^2$;
 $S_{рем.сл}$ – площадь слесарного отделения ремонтной базы, $м^2$;
 $S_{рем.эл}$ – площадь отделения по ремонту электрооборудования и электронных систем, $м^2$; $S_{зап.час}$ – площадь склада (кладовой) запчастей и комплектующих изделий, $м^2$; $S_{генер}$ – площадь, необходимая для размещения генераторов ($S_{генер}=72 м^2$).

Площадь станочного отделения ремонтной базы:

$$S_{рем.ст} = C_{рем} S_{удрем.ст}, \quad (52)$$

где $C_{рем}$ – требуемое количество оборудования (станков) для ремонта;
 $S_{удрем.ст}$ – удельная площадь на 1 станок ремонтной базы, $м^2$ (табл. 3.П2),
 $S_{удрем.ст} = 22-28 м^2$.

Площадь слесарного отделения ремонтной базы:

$$S_{рем.сл} = P_{сл.рем} S_{удрем.сл}, \quad (53)$$

где $P_{сл.рем}$ – число рабочих слесарей слесарного отделения, чел;
 $S_{удрем.сл}$ – удельная площадь на 1-го слесаря ремонтной базы, $м^2$ (табл. 3.П2), $S_{удрем.сл} = 8-10 м^2$.

Площадь отделения по ремонту электрооборудования и электронных систем $S_{рем.эл}$ составляет 35...40% от суммы площадей станочного и слесарного отделений (табл. 3.П2):

$$S_{рем.эл} = (0,35...0,40) (S_{рем.ст} + S_{рем.сл}). \quad (54)$$

Дополнительно выделяются площади для склада запасных частей и комплектующих изделий в размере 25...30% суммы площадей станочного и слесарного отделений (табл. 3.П2):

$$S_{\text{зап. час}} = (0,25...0,30) (S_{\text{рем. ст}} + S_{\text{рем. сл}}). \quad (55)$$

3.3. Организация службы обеспечения СОТС

Характер и интенсивность процессов при обработке деталей, протекающих на контактных поверхностях инструмента, в значительной мере зависят от технологической среды, окружающей зону резания [6, 7].

Эта среда должна сочетать в себе функции смазки и охлаждения для улучшения процесса резания, поэтому она называется смазочно-охлаждающей технологической средой (СОТС).

В обрабатываемом производстве широко используются различные виды СОТС: жидкие, газообразные, твердые, пластичные.

Наибольшее применение в обрабатывающих производствах машиностроительных предприятий получили жидкие СОТС, называемые смазочно-охлаждающими жидкостями (СОЖ).

Жидкие СОЖ, которые по физико-химическим свойствам делятся на: масляные, водные и полимерсодержащие.

Масляные СОЖ – обладают хорошими смазывающими и антикоррозионными свойствами, но из-за низкой теплопроводности и теплоемкости имеют низкую охлаждающую способность. Они более дорогие, чем водные СОЖ, и более пожароопасны. Применяются в процессах с высокими контактными давлениями и низкими скоростями резания и соответственно и температурами в зоне контакта режущего инструмента и детали на операциях с использованием методов резьбонарезания, протягивания, развертывания, зубонарезания и др.

Водные СОЖ – имеют высокую теплопроводность и удельную теплоемкость и более низкую стоимость по сравнению с масляными. Применяются в процессах с высокой скоростью резания и соответственно температурами и небольшими давлениями в зоне контакта режущего инстру-

мента и детали на операциях (где охлаждение имеет первостепенную роль) с использованием методов точения, сверления, зенкерования, фрезерования и др.

Полимерсодержащие СОЖ – изготавливают на водной и масляной основе в виде эмульсий, растворов и дисперсий высокомолекулярных соединений с определенными заданными свойствами для конкретных условий резания.

Выбор метода снабжения оборудования СОЖ зависит от объема потребления СОЖ на рабочих местах и может быть организовано тремя способами:

- централизованным циркуляционным;
- централизованным групповым;
- децентрализованным.

При **централизованном циркуляционном** способе СОЖ подается к станкам по трубопроводам, а отработанная жидкость – самотеком по подземным трубопроводам перемещается к установке для регенерации. После регенерации очищенная СОЖ возвращается в систему. Централизованный циркуляционный способ подачи СОЖ применяется в цехах с большим количеством однотипных станков, работающих на одинаковых по составу СОЖ.

При **централизованном групповом** способе СОЖ по трубам из групповой установки, распределяют по группам станков или по отдельным станкам. Централизованный групповой способ снабжения применяется в цехах, имеющих большое количество разнотипных станков, требующих разных по составу СОЖ.

Децентрализованный способ – предусматривает подачу СОЖ из емкостей, имеющих у каждого станка. Отработанные СОЖ удаляются из емкостей после окончания срока годности. Применяется способ в цехах и на участках с небольшим количеством станков.

Для продления срока службы водных СОЖ применяются биоцидные присадки.

В настоящее время производится очень широкая номенклатура различных видов СОЖ: Аквол-11 (ТУ 38.101932), Авитол-1 (ТУ 38.5901193), Уверол (ТУ 38.5901183), Аквол-16 (ТУ 38.5901145), МХО-60 (Ту 38-201349-80) и др. Выбор конкретной СОЖ зависит от большого числа различных факторов характеризующих особенности обработки в каждом конкретном случае и может быть произведен по соответствующим рекомендациям по применению.

Условных обозначения подвода СОЖ, применяемые на планировках участков обрабатывающего производства, приведены в табл. 3.П12.

Применение СОЖ допускается при наличии согласования с органами санэпидемнадзора в соответствии с «Санитарными нормами при работе со смазочно-охлаждающими жидкостями и технологическими смазками».

Расчет расхода потребляемой СОЖ

Потребность в СОЖ зависит от [1, 10]:

- свойств, состава, способа подвода и технологической стойкости СОЖ;
- обрабатываемого материала и объёма выходящей стружки;
- площади поверхности испарения, т. е. размеров и конфигурации деталей;
- режима работы (число смен) и интенсивности использования оборудования и др.

Наиболее сильно потребность в СОЖ зависит от способа подачи ее в зону резания. Распространены следующие способы подачи СОЖ:

- свободно падающей струёй при давлении 0.02-0.03 МПа;
- под давлением (0.05 ... 1.5 МПа) через сопловые насадки;
- в распыленном состоянии;
- через каналы в инструменте с выходом в зону резания;
- через каналы в инструменте без выхода в зону резания;
- контактное смачивание и др.

Годовая потребность в СОЖ определяется ($Q_{г\ сож}$, т/г):

$$Q_{г\ сож} = Q_{зам} + Q_{д} - Q_{в}, \quad (56)$$

где $Q_{зам}$ – потребность для периодической замены жидкости в системе по окончании периода технологической стойкости СОЖ, т/г; $Q_{д}$ – потребность для периодического долива СОЖ, т/г; $Q_{в}$ – количество, возвращающейся в систему СОЖ после регенерации, т/г.

Потребность для периодической замены жидкости в системе по окончании периода технологической стойкости СОЖ определяется:

$$Q_{зам} = \frac{C_{п} V_{б} \rho_0 N_{зам\ СОЖ}}{1000}, \text{ т/г}, \quad (57)$$

где $C_{п}$ – количество станков в проектируемом подразделении, шт; $V_{б}$ – ёмкость пристаночного бака для СОЖ, $V_{б}=90-120$ л; ρ_0 – плотность СОЖ, для масляных СОЖ – $\rho_0=0,8...0,95$ кг/л, для водных СОЖ – $\rho_0 = 0,95...1,05$ кг/л; $N_{зам\ СОЖ}$ – количество замен СОЖ в системе в год.

Количество замен СОЖ в системе в год определяются:

$$N_{зам\ СОЖ} = 12/T_{сож}, \quad (58)$$

где $T_{сож}$ – период технологической стойкости СОЖ (табл. 1.П5).

Потребность в СОЖ для периодического долива определяется:

$$Q_{д} = Q_{зам} K_{д\ СОЖ} \quad (59)$$

где $K_{д\ СОЖ}$ – коэффициент долива СОЖ – это отношение величины долива в заданный период к ёмкости системы в зависимости от количества смен (табл. 2.П5).

Количество СОЖ, возвращающейся в систему после регенерации (очистки и восстановлении свойств), определяется укрупненно:

$$Q_{в} = K_{р} Q_{зам}, \quad (60)$$

где $K_{р}$ – коэффициент регенерации СОЖ – отношение количества жидкости, возвращающейся в обращение после регенерации, к количеству, поступившему до регенерации (для водных СОЖ – 0,7; для масляных – 0,8).

Площадь участка для, приготовления и регенерации СОЖ в цехе принимается равной 4...6% от производственной площади:

$$S_{\text{сож}} = (0,04 \dots 0,06) S_{\text{пр}}, \text{ м}^2. \quad (61)$$

С учетом пожарной опасности, отделение для приготовления, сбора, регенерации и раздачи жидких СОТС и склад масел располагают у наружной стены здания с отдельным выходом наружу.

В отделении предусматривается подвод воды, пара, а также сжатого воздуха для перемешивания растворов.

Помимо использования в качестве СОТС машинные масла используются в гидравлических и других системах станков и приспособлений и др. Расчеты расхода масла производятся по аналогичным формулам (57-60).

Для механизации труда слесаря-смазчика при замене масла в картерах металлорежущих станков и гидрофицированном оборудовании, а также для испытания собранных станков на холостом ходу и рабочих режимах рекомендуется применять самоходные маслозаправочные установки типа МЗУ-1000 и МЗУ-1500. Указанные установки обеспечивают: очистку масла от механических примесей путем многократной перекачки через фильтры грубой и тонкой очистки; перекачку масла из одной емкости в другую с последующей фильтрацией, минуя резервуары установки.

Целесообразность использования самоходных маслозаправочных установок определяется расчетом и зависит от общего годового потребления масла для обрабатывающих цехов. Нормы расходов смазочных масел для укрупненных расчетов приведены табл. 3.П5.

Площадь отделения для приготовления и раздачи СОЖ можно определять укрупненно в зависимости от количества производственного оборудования (табл. 3.П2). Площадь склада масел $S_{\text{м}} = 10 - 20 \text{ м}^2$ (табл. 3.П2).

3.4. Организация метрологической службы

Метрологическая служба предприятия может иметь различную структуру и включать различные службы и отделы. Наиболее часто структура метрологической службы включает: отдел технического кон-

троля (ОТК) предприятия, имеющего центральную измерительную лабораторию (ЦИЛ), контрольно-поверочные пункты (КПП), подчинённые ЦИЛ и расположенные в производственных цехах, цеховые контрольные пункты (КП) и отделения [3].

Контроль качества изделий (деталей) также может быть организован непосредственно и на рабочем месте. Контроль на рабочем месте может быть осуществлён прямо на технологическом оборудовании (внутренний) или около него (внешний).

Основные этапы процесса контроля качества обрабатывающего и сборочного производства приведены на (рис. 16 [6]).

Определив структуру контроля качества и число и время операций контроля, можно определить количество необходимых средств для контроля, число контролеров, необходимые площади для КП или отделений.

Условные изображения и обозначения, относящиеся к метрологической службе, применяемые на планировках участков обрабатывающего производства, приведены в табл. 5.П12 [3, 8].

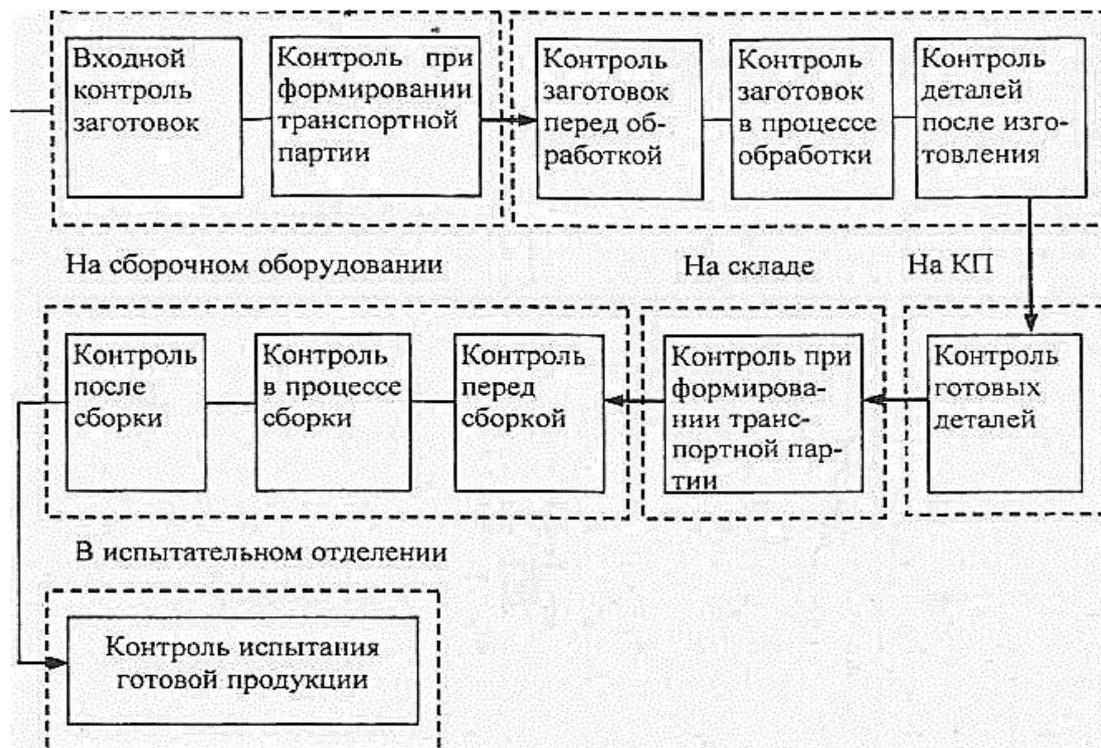


Рис. 16. Основные этапы процесса контроля качества изделий

3.4.1. Контрольные пункты или отделения

Контроль качества изделий на КП или в отделениях производится в следующих случаях:

- когда необходимо применять весьма разнообразные или крупногабаритные средства контроля, которые затруднительно или невозможно транспортировать к рабочим местам;
- когда применение на рабочих местах требующихся средств контроля не обеспечивает необходимой точности измерения, например, вследствие нагрева детали при приемке продукции высокой точности;
- когда проверяют большое количество деталей;
- когда проверяют детали после последней операции перед сдачей их в другой цех или на склад.

Размещение контрольных пунктов

В поточном производстве КП целесообразно размещать в конце поточных линий или технологически замкнутых участков.

В непоточном производстве КП желательно располагать по пути движения деталей в сборочный цех вдоль окон для лучшего естественного освещения рабочих мест контролеров.

При малых объемах контроля контроль осуществляет центральная измерительная лаборатория (ЦИЛ) [11].

Число КП может быть определено исходя из трудоемкости контроля и программы выпуска изделий. В производстве, как правило, первая готовая деталь, а затем каждая n -я проходят контроль. При этом если заготовка обрабатывается на нескольких станках, то чаще всего контроль производят после обработки на каждом из них.

Необходимое количество контрольных пунктов на требуемый производственный период (месяц, квартал, год):

$$P_k = \sum T_{\text{контр}} N_{\text{КП}} / \Phi_{\text{п}} 60, \quad (62)$$

где $T_{\text{контр}}$ – среднее время контроля одной детали, мин; $N_{\text{КП}}$ – количество

данных деталей, проходящих через КП, шт.; $\Phi_{\text{п}}$ – фонд времени работы пункта, ч.

Количество деталей, проходящих через КП за требуемый период (месяц, квартал, год):

$$N_{\text{КП}} = N / N_{\text{контр}}, \quad (63)$$

где N – количество деталей, изготавливаемых в цехе или на участке, шт.; $N_{\text{контр}}$ – количество деталей, через которое производится их контроль, шт.

$$N_{\text{контр}} = N_{\text{тех}} K_{\text{контр.1}} K_{\text{контр.и}}, \quad (64)$$

где $N_{\text{тех}}$ – количество деталей, через которое деталь поступает на контроль по требованию технолога, шт.; $K_{\text{контр.1}}$ – коэффициент, учитывающий контроль первой детали, обработанной в начале смены, $K_{\text{контр.1}} \approx 1,15$; $K_{\text{контр.и}}$ – коэффициент, учитывающий вывод на контроль в связи с работой нового инструмента, $K_{\text{контр.и}} \approx 1,05$.

Число контролеров при неавтоматизированном контроле:

$$P_{\text{к}} = \frac{P_{\text{пр}} - P_{\text{пр.сам}}}{P_{\text{н.контр}} K_{\text{т}} K_{\text{сл}} K_{\text{контр}}}, \quad (65)$$

где $P_{\text{пр}}$ – число производственных рабочих; $P_{\text{пр.сам}}$ – число производственных рабочих, осуществляющих самоконтроль; $P_{\text{н.контр}}$ – норма обслуживания одним контролером количества рабочих мест (табл. 9.П9); $K_{\text{т}}$ – коэффициент точности деталей, характеризующий наиболее распространенный квалитет (0,9...1,5), достигаемый при изготовлении деталей; $K_{\text{сл}}$ – коэффициент сложности деталей (0,9 ...1,1); $K_{\text{контр}}$ – коэффициент вида контроля, ($K_{\text{контр}} = 1,0$ при приемке, $K_{\text{контр}} = 0,6$ при двухразовом контроле – первоначально производственным рабочим, повторно – на контрольном пункте).

Укрупненно число контролеров в зависимости от типа производства принимается от 5 до 10% (табл. 9.П9) от числа производственных рабочих.

Применение автоматизированных средств контроля, несомненно, уменьшает потребность в работниках контроля, и поэтому принятое число

контролеров может корректироваться.

Цеховые контрольные пункты могут быть объединены в контрольные отделения. Площадь контрольного отделения можно определить по количеству контролеров:

$$S_{\text{конт.отд.}} = P_{\text{контр}} S_{\text{уд}} K_{\text{расп}}, \quad (66)$$

где $P_{\text{контр}}$ – число контролеров; $S_{\text{уд}}$ – удельная площадь, приходящаяся на одного работника в контрольном отделении, $S_{\text{уд}} = 5 - 6 \text{ м}^2$; $K_{\text{расп}}$ – коэффициент учитывает расположение оборудования инвентаря и проходов, $K_{\text{расп}} = 1,5 - 1,75$.

Площади стандартных КП принимают из расчёта $2 \times 3 = 6 \text{ м}^2$.

3.4.2. Контрольно-поверочные пункты

Высокая насыщенность автоматизированного обрабатывающего производства контрольно-измерительными средствами вынуждает создавать в цехах контрольно поверочные пункты (КПП), предназначенные для:

- периодической поверки всех универсальных средств измерения, применяющихся в обслуживаемом КПП цехе;
- принудительного изъятия из эксплуатации изношенных или непригодных средств измерения и изоляции их в установленном на производстве порядке;
- осуществления надзора за правильной эксплуатацией средств измерения и их хранения в системе инструментообеспечения и на рабочих местах (позициях);
- проведения инструктажа по применению средств измерения;
- направления средств измерения на периодическую поверку и в ремонт;
- выявления причин брака при изготовлении продукции;
- периодической поверки и наладки контрольных приспособлений, измерительных приборов и автоматов;
- систематического выборочного инспекционного контроля изделий.

Помещения КПП также целесообразно располагать около окон, а по-

лы КПП рекомендуют делать из паркетной доски, покрытой лаком, поливинилацетатного и резинового линолеума для облегчения пылеудаления. Облицовочные материалы должны быть полуматовой фактуры, не допускающей бликов, светлых нейтральных тонов. Они должны быть окрашены пылеотталкивающей алкидностирольной эмалью.

Температура в помещении КПП должна быть $20 \pm 1^\circ\text{C}$, относительная влажность воздуха $45 \pm 5\%$. Наибольшая скорость воздушных потоков 0,1-0,2 м/с; наибольшее число пылинок, оседающих на 1 см^2 поверхности стекла в 1 ч. – 40. Общая освещенность должна быть не менее 500 Люкс. В качестве источников искусственного освещения следует использовать люминесцентные лампы белого света [3].

Наиболее точные измерительные средства и компараторы устанавливают на специальные виброизолирующие фундаменты.

Площадь КПП определяется из расчета 0,1...0,2 м^2 на один станок обрабатывающего цеха, но в целом не менее 25 м^2 на один пункт (табл. 3.П2).

Для небольших обрабатывающих цехов КПП не создают, а все указанные виды работ выполняет ЦИЛ предприятия.

3.5. Организация складского хозяйства

Для организации складского хозяйства необходимы данные о грузопотоках заготовок, технологической оснастки, удаляемой стружки и др., которые являются исходными данными для расчета площади складов, подъемно-транспортных средств и других расчетов.

Под грузопотоком понимают сумму однородных грузов (в тоннах, штуках), перемещаемых в определенном направлении между отдельными пунктами погрузки и разгрузки в единицу времени (час, смену, сутки).

Грузопотоки различают по виду грузов, направлению перемещения и интенсивности грузопотока.

Под интенсивностью грузопотока понимается число транспортных перемещений через рассматриваемый участок в единицу времени.

Грузопотоки подразделяются на основные (необходимые для производства деталей, сборки) и вспомогательные (необходимые для эксплуатации оборудования и других нужд) [14].

Потребность в заготовках может быть определена укрупненно, по аналогам на основании плановых норм, или детально, по спецификациям, чертежам деталей, изделий и т.д. [4].

Расход вспомогательных материалов производится укрупненно – по расходу на один станок либо в процентах от основных материалов.

Все виды перемещаемых в производственном подразделении (участок, цех) грузов составляют грузооборот, который определяют:

$$G_r = \sum_{j=1}^k G_j = G_{\text{заг}} + Q_{\text{стр.год}} + G_{\text{расх}}, \quad (67)$$

где k – число видов грузов, поступающих в цех; $G_{\text{заг}}$ – грузооборот заготовок, т/год; $Q_{\text{стр.год}}$ – масса снимаемой стружки в год, т/год (ф. 98, 99, разд. 6.1); $G_{\text{расх}}$ – грузооборот вспомогательных материалов, т/год.

Годовой грузооборот заготовок, т/год:

$$G_{\text{заг}} = \sum_{i=1}^n D_i q_{д_i}, \quad (68)$$

где $q_{д_i}$ – масса i -й заготовки, кг.

Грузооборот вспомогательных материалов, т/год:

$$G_{\text{расх}} = C_{\text{п}} G_{\text{расх.сп}}, \quad (69)$$

где $C_{\text{п}}$ – число принятых станков по результатам расчетов; $G_{\text{расх.сп}}$ – расход материала на производственные нужды на один станок в год (табл. 5.П6).

Грузооборот в производственном подразделении удобнее представлять в табличной форме (табл. 6. П6, 7.П6) [4].

Количество складов можно определить после построения граф структуры для конкретного обрабатывающего производства (рис. 17).



Рис. 17. Граф-структура складов и кладовых обрабатывающего производства

Основная цель функционирования склада – преобразование параметров входящего и выходящего грузопотоков с минимальными приведенными затратами.

Склады заготовок выполняют важную роль регулятора производственного процесса. Любой процесс производства начинается и заканчивается на складах. На складах происходит преобразование грузопотока, например, периодически приходящие партии заготовок на складах разделяют по типам и количеству для того, чтобы обеспечить ритмичную работу участков обрабатывающего цеха. Количественные, геометрические и временные параметры входящих и выходящих грузопотоков на склад могут быть детерминированными, что характерно для поточного производства, или могут носить случайный характер, типичный для непоточного производства.

Структура складской системы основного производства определяется [1]:

- 1) организационной формой обрабатывающего производства;
- 2) типом и функциональными возможностями транспортной системы;
- 3) технологическими особенностями производства деталей, например ко-

личество операций ТП и размер партии определяют вместимость межоперационного склада;

- 4) конструктивными особенностями изготавливаемых деталей, т.е. габаритами и формой деталей, от которых зависят размеры применяемой тары и ячеек складов;
- 5) массой деталей (к крупным деталям относятся детали массой свыше 100 кг, к мелким и средним – массой до 100 кг);
- 6) необходимостью пространственной ориентации при хранении и перемещении;
- 7) строительными характеристиками здания.

В зависимости от перечисленных факторов определяют тип и количество складов, количество и параметры складского оборудования в соответствии с ТП переработки грузов, количеством перерабатываемого груза и периодичностью его поступления и отправления (рис. 17).

Условные изображения складов, применяемые на планировках участков обрабатывающего производства, приведены в табл. 5.П12.

Классификация складских систем и складов

По организационной структуре различают централизованную, децентрализованную и комбинированную складские системы.

Централизованная складская система состоит из единого склада, с которого грузы поступают непосредственно на технологическое оборудование и обратно без промежуточного хранения на производственных участках.

Децентрализованная складская система предусматривает хранение грузов непосредственно на складах, расположенных на производственных участках.

Комбинированная складская система предусматривает наличие центрального цехового склада и складов на производственных участках.

По хранению вида груза:

– склады металла и заготовок;

- межоперационные склады;
- склады деталей;
- склады комплектующих изделий;
- промежуточные склады сборочных единиц (склады перед сборкой в структуре сборочного производства);
- склады или кладовые технологической оснастки;
- склад готовой продукции;

По способу складирования склады штабельные, стеллажные, контейнерные.

По высоте хранения грузов склады разделяют на три группы:

- малой высоты – с полезной высотой зоны складирования до 5 м;
- средней высоты – с полезной зоной складирования 5-8 м;
- большой высоты – с полезной высотой зоны складирования более 8 м.

По характеру взаимодействия с транспортной системой – поточные и тупиковые склады.

По уровню механизации и автоматизации склады делят на:

- **немеханизированные** – предполагают применение ручного труда при погрузке, выгрузке и перемещении,
- **механизированные** – предполагают применение механизированных устройств с ручным управлением (например, ручные тали и тельферы),
- **высокомеханизированные** – предполагают использование устройств комплексной механизации с ручным управлением на всех стадиях переработки грузов,
- **автоматизированные** – предполагают применение полуавтоматических устройств с вводом команд на пульте управления или с клавиатуры дисплея для выполнения операций перемещения или складирования грузов;
- **автоматические** – предполагают использование автоматических устройств с вводом команд от ЭВМ по каналам связи для выполнения всех операций.

По уровню унификации:

- унифицированные и специальные.

Виды хранения материалов и заготовок

Прутковый материал хранится горизонтально в штабелях-стойках, клеточных и крючковых или вертикально в пирамидальных стеллажах.

Крупные и средние поковки и отливки хранятся на полу отдельными штуками или в штабелях; мелкие – на полочных складах с гнездами.

Листовой материал размещают на складах металла на специально выделенных площадках, оборудованных кран-балками или мостовыми кранами со специальными захватными устройствами. Включают установки для лазерной и другой резки листов.

Трубы, круглый и фасонный прокат для получения штучных заготовок, хранятся на централизованном складе металла, объединенным с заготовительным цехом, либо на складе металла обрабатывающего цеха с заготовительным участком для резки проката.

Для размещения металлопроката используют специальные стеллажи (стоечные стеллажи – недостаток большая площадь складирования; консольные стеллажи – при значительных объемах и сортаменте).

Для резки проката на штучные заготовки в непосредственной близости от стеллажей устанавливают отрезные станки.

Штучные заготовки, а также разрезанный прокат хранят в унифицированной таре.

Крупные и тяжелые отливки, сварные конструкции хранят штабелями или на небольших складах заготовок.

Общая структура складской системы обрабатывающего производства.

Единство целей и функций складов обеспечивает их централизация, при которой возрастает эффективность использования складского транспорта и объема складов, но удлиняются транспортные маршруты. Поэтому основным критерием выбора структуры складской системы являются наименьшие приведенные затраты на создание и эксплуатацию транспортно-складской системы [1].

Склад материалов и заготовок в зависимости от интенсивности грузопотока и производственной мощности цеха может быть в виде одного централизованного склада или нескольких специализированных складов по видам материала или заготовок. При размещении нескольких цехов в одном корпусе необходимо рассмотреть целесообразность создания централизованного склада заготовок.

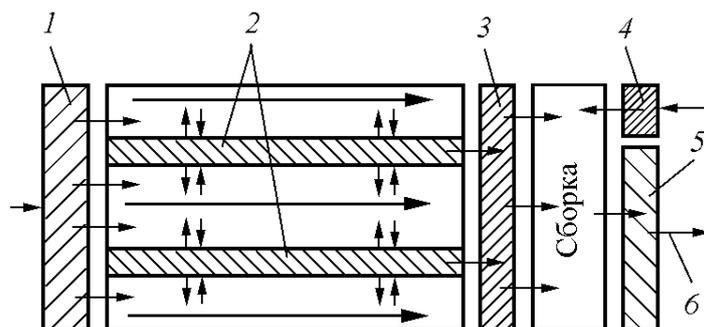


Рис. 18. Общая структура складской системы механосборочного производства:
 1 – склад металла и заготовок; 2 – межоперационный склад; 3 – склад деталей перед сборкой (промежуточный склад); 4– склад комплектующих изделий, поставляемых с других предприятий; 5 – склад готовых изделий; 6 – транспортный поток

Межоперационный склад применяется только в единичном и серийном производствах для хранения деталей между операциями технологического процесса.

Промежуточный склад предназначен для хранения готовых деталей для комплектования деталей в нужном количестве и ассортименте для поступления на сборку.

Склад комплектующих изделий служит для хранения и выдачи на сборку комплектующих изделий, поступающих с других предприятий.

Склад готовых изделий с экспедицией, на который поступают собранные и испытанные изделия, и где осуществляют окончательное комплектование изделий с необходимой документацией, их упаковку и отправку потребителю.

При функциональном рассмотрении любого склада как системы в его структуре можно выделить три функциональные подсистемы:

- приема грузов с внешнего по отношению к складу транспорта,
- хранения и перемещение принятых грузов;
- выдачи грузов со склада на транспорт.

Для обеспечения эффективного взаимодействия транспортной и складской подсистем должна быть выбрана **оптимальная схема размещения** складов, производственных участков и транспортных путей.

При выборе структуры складской системы необходимо определить величину, направление и изменение во времени основных производственных грузопотоков. Структура может видоизменяться как по составу складов, так и по их месту в производственном процессе.

3.5.1. Конструкции складов

Склады автоматизированной серии СА (рис. 19, 20) предназначены для хранения грузов большой номенклатуры, уложенных в тару, устанавливаемую в стеллажи (табл. 1.П6) [1, 2].

Склад оборудован краном-штабелёром, система электроавтоматики которого позволяет осуществлять управление: в полуавтоматическом режиме с пульта управления и в автоматическом режиме от ЭВМ.

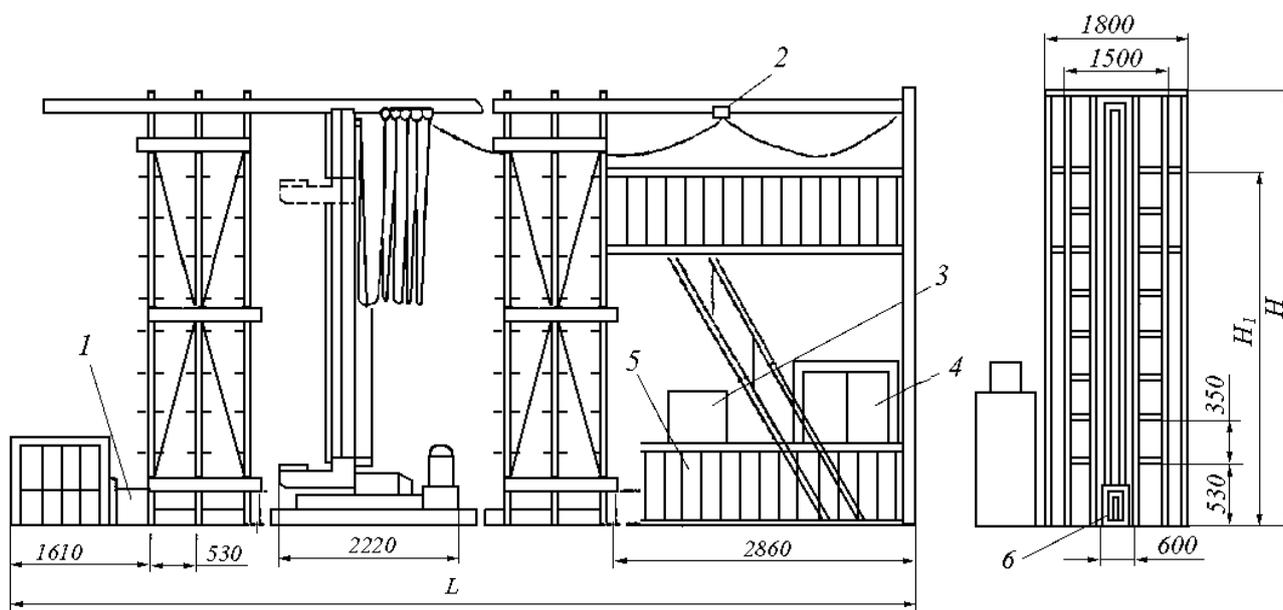


Рис. 19. Склад автоматизированный СА-0,1-Н-Л-0,4x0,3:

- 1 – стол приемо-отправочный; 2 – каретка; 3 – АСУ; 4 – электрошкаф;
5 – пульт управления; 6 – штабелер

Склад автоматизированный серии СА-0,25 (рис. 20) предназначен для хранения грузов большой номенклатуры, уложенных в тару, установленную в стеллажи (табл. 2.П6). Склад оборудован краном-штабелёром, система электроавтоматики которого позволяет осуществлять управление: в ручном режиме из кабины; в полуавтоматическом режиме с пульта управления; в автоматическом режиме от ЭВМ через АСУ КПА.

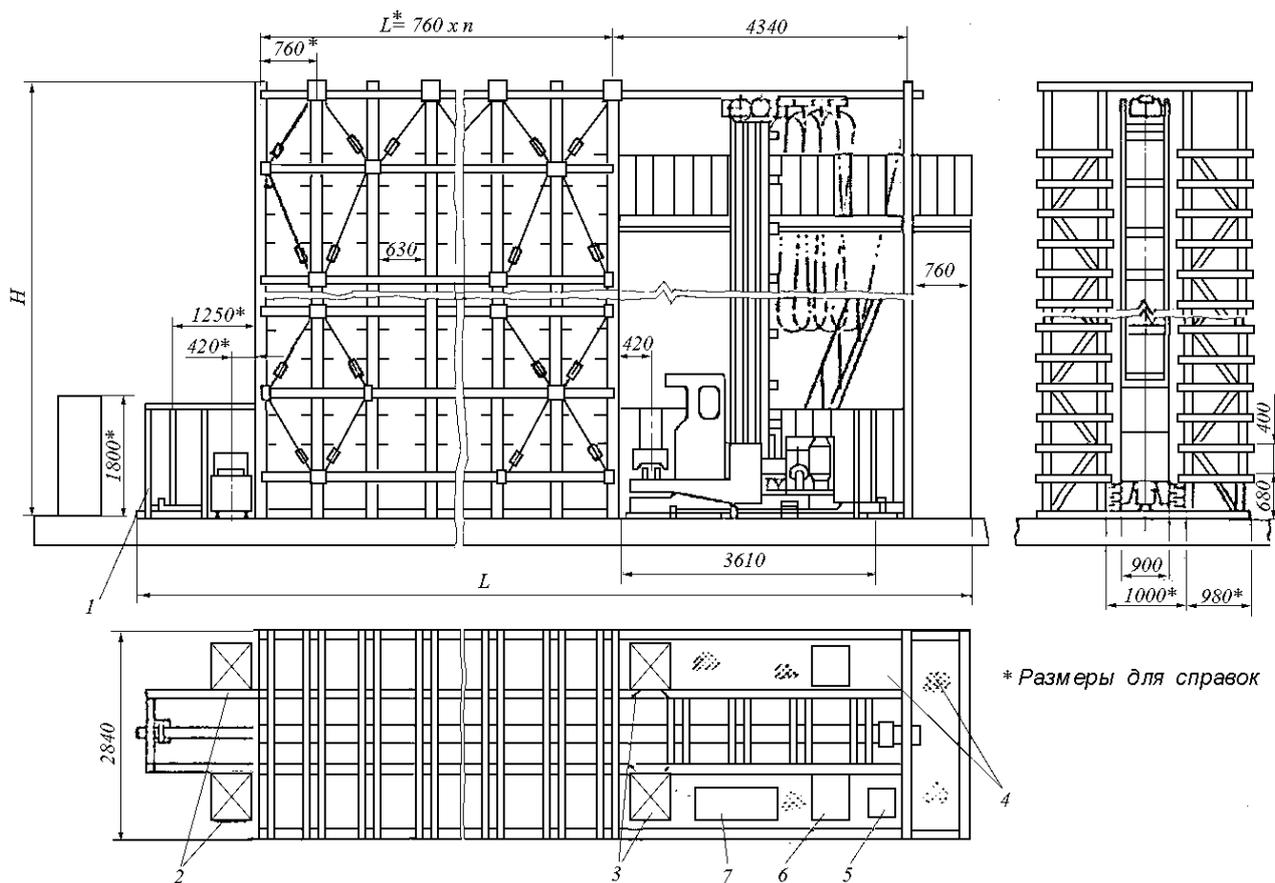


Рис. 20. Склад автоматизированный СА-0,25-Н-Л-0,8х0,6:

- 1 – ограждение; 2 – позиции загрузки; 3 – возможные позиции загрузки;
 4 – площадка для обслуживания крана-штабелера; 5 – пульт управления;
 6 – АСУ КПА; 7 – электрошкаф

3.5.2. Склад проката и штучных заготовок

Склады для проката и штучных заготовок (отливок, поковок, штамповок и др.) организуют при обрабатывающих цехах **Е** и **МС** производства (рис. 21). По возможности склад проката и штучных заготовок должен быть объединен с заготовительным отделением [1].

Чтобы не занимать дорожную производственную площадь под склады, при обрабатывающих цехах предусматривают специальные эстакады (крановые с козловыми или полукозловыми кранами) (рис. 21, в), где и размещают склад заготовок и полуфабрикатов. В зависимости от климатических условий эстакады могут быть открытые или закрытые.

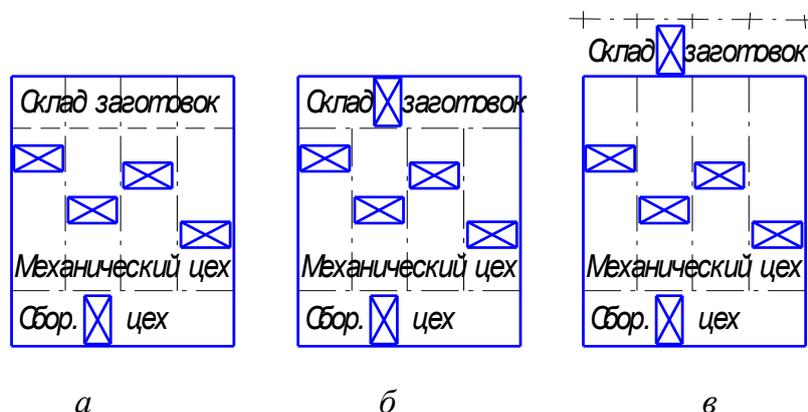


Рис. 21. Примеры расположения склада заготовок в механическом цехе:

а – в начале цеха поперек пролетов здания; *б* – в отдельном пролете, перпендикулярно пролетам мех-го цеха; *в* – под эстакадой, примыкающей к зданию цеха, расположенной перпендикулярно его пролетам

В обрабатывающих цехах при наличии эстакады предусматривают площадки для хранения минимального запаса (2-3 дня), которые должны быть использованы для того, чтобы выдерживать в цехе крупные детали для доведения их температуры в зимнее время до температуры цеха.

Запас материалов и заготовок должен быть минимальным, необходимым для бесперебойной работы оборудования (табл. 3.П6).

При детальном проектировании площадь склада заготовок:

$$S_{\text{скл загот}} = \frac{Q_{\text{черн}} a_{\text{ср}}}{\Phi g_{\text{ср}} K_{\text{и скл}}}, \quad (70)$$

где $Q_{\text{черн}}$ – общий вес материалов или заготовок, подлежащих обработке в течение года, т; $a_{\text{ср}}$ – среднее количество дней, на которое рассчитывается запас заготовок (табл. 3.П6); Φ – количество календарных дней в году; $g_{\text{ср}}$ – допустимая нагрузка на площадь пола склада заготовок, т/м² (табл. 4.П6).

$K_{\text{искл}}$ – коэффициент использования площади склада, определяет отношение полезной площади склада к его общей площади, включая проходы, проезды, площадки приема-выдачи материалов (0,4...0,5).

В массовом производстве склады заготовок обычно располагают в заготовительных цехах, а в начале линий обработки отводят зону шириной 2-3 м для размещения тары с заготовками (рис.22).

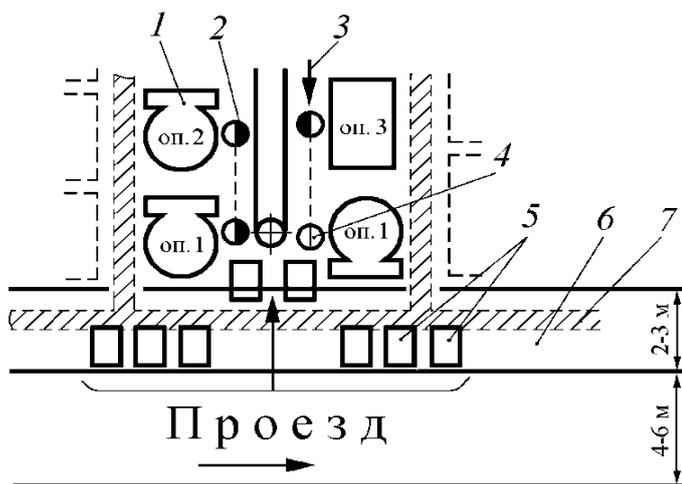


Рис.22. Размещение заготовок в массовом производстве:

- 1 – оборудование; 2 – рабочее место; 3 – направление грузопотока;
- 4 – рабочее место при переходе рабочего от одного станка к другому на первой операции; 5 – тара с заготовками; 6 – зона для размещения тары с заготовками; 7 – конвейер для уборки стружки

Площадь склада для хранения заготовок можно определить укрупненно, от основной производственной площади, занимаемой станками:

$$S_{\text{скл загот}} = (0,10...0,15) S_{\text{осн.пр}} \quad (71)$$

3.5.3. Межоперационный склад деталей

В единичном, серийном и крупносерийном производстве (иногда) устраиваются межоперационные склады для хранения заготовок [1, 10].

В серийном производстве, где на одном и том же оборудовании различные детали изготовляют последовательно партиями, а сборку изделий можно начать только после изготовления всех деталей входящих в сборку, необходимо проектировать межоперационные склады. При этом склады взаимодействуют с производством не непосредственно, а через транс-

портную подсистему, что обуславливает общность целей транспортной и складской подсистем, их взаимодействие и взаимозависимость.

В поточно-массовом производстве, где работа производственного оборудования подчинена единому такту выпуска, необходимость в проектировании межоперационных складах отпадает.

Площадь межоперационного склада:

$$S_{\text{скл. меж}} = \frac{Q_{\text{ч. дет}_i} a}{\Phi g_{\text{ср}} K_{\text{и.скл}}}, \quad (72)$$

где $Q_{\text{ч. дет}}$ – масса деталей поступающих на склад после i -операции, т/год;
 a – количество дней нахождения деталей на складе (табл. 3.Пб);
 i – среднее количество операций, после которых детали будут заходить на склад (в серийном производстве $i = 5 \dots 6$ операций); Φ – количество календарных дней в году; $g_{\text{ср}}$ – средняя грузонапряженность площади пола межоперационного склада т/м² (табл. 4.Пб); $K_{\text{и.скл}}$ – коэффициент использования площади склада ($\sim 0,4$).

3.5.4. Промежуточный склад и склад готовых деталей

После проверки в контрольном отделении детали поступают на склад готовых деталей, так называемый промежуточный склад, расположенный в конце обрабатывающего цеха (участка) за контрольным отделением по пути движения деталей из обрабатывающего цеха [1, 4, 10].

Промежуточный склад служит для накопления и хранения окончательно обработанных деталей и для снабжения готовыми деталями сборочного цеха.

На заводах поточно-массового производства часто применяются подвижные склады-конвейеры (подвесные, пластинчатые и др.), подающие детали и агрегаты непосредственно к месту сборки.

Площадь промежуточных складов при детальном проектировании подсчитывается:

$$S_{\text{скл.пр}} = \frac{Q_{\text{чист.дет}} a_{\text{ср}}}{\Phi g_{\text{ср}} K_{\text{и.скл}}}, \quad (73)$$

где $Q_{\text{чист.дет}}$ – общий вес деталей; $a_{\text{ср}}$ – среднее количество дней, на которое принимается запас деталей (табл. 3.П6); Φ – количество календарных дней в году; $g_{\text{ср}}$ – средняя грузонапряженность площади пола межоперационного склада, т/м² (табл. 4.П6); $K_{\text{и.скл}}$ – коэффициент использования площади склада (0,4...0,5).

3.6. Транспортное хозяйство

При проектировании внутризаводского транспорта необходимо предусматривать единый транспортный процесс, включая межцеховой, внутрицеховой, межоперационный транспорт. [1, 5]

Основой для проектирования транспортной системы является схема (граф) материальных потоков предприятия и производственных подразделений.

Оптимальная схема движения материальных потоков должна соответствовать последовательности производственного процесса. Определение оптимальных схем, расчет грузооборота и интенсивности грузопотоков являются одной из составляющих частей проекта производственного подразделения.

Для своевременного обеспечения цехов материалами, заготовками, деталями и узлами необходимо определять требуемое количество подъемно-транспортных средств. Для точного определения следует учитывать массу грузов, путь перемещения, время, затрачиваемое на подъем грузов, и многие другие условия.

3.6.1. Расчет количества напольно-тележечного транспорта и подвесных конвейеров

Количество напольно-тележечного транспорта (электротележки, электроштабелеры, погрузчики и т.п.) определяют [4]:

$$N_{\text{тр}} = \frac{G_{\text{г}} T_{\text{трансп}}}{m Q_{\text{тр}} \Phi_{\text{э.об}} 60 K_1}, \quad (74)$$

где G_r – годового грузооборот, т; $Q_{тр}$ – грузоподъемность напольного транспорта, т (табл. 8-11.П7); $T_{трансп}$ – общее время пробега (оборот) напольно-тележечного транспорта, мин; K_1 – коэффициент использования грузоподъемности ($\approx 0,8$); $\Phi_{э, об}$ – эффективный годовой фонд времени работы оборудования при соответствующем числе смен, час; m – коэффициент, учитывающий одно- или двухстороннюю перевозку (1 или 2).

Общее время пробега (оборот) напольно-тележечного транспорта:

$$T_{трансп} = T_{пр} + T_{погр} + T_{разгр} + T_{ост}, \quad (75)$$

где $T_{пр}$ – время пробега напольного транспорта в оба конца, мин; $T_{погр}$ – время погрузки, мин; $T_{разгр}$ – время на разгрузку напольного транспорта, мин; $T_{ост}$ – время случайных остановок (примерно 10% на каждый рейс) напольного транспорта, мин.

Время пробега транспортного средства в оба конца:

$$T_{пр} = 2l_{тр} / v_{тр}, \quad (76)$$

где $l_{тр}$ – среднее расстояние при маршрутных перевозках напольным транспортом, м, значение которого берется с планировки проектируемого участка; $v_{тр}$ – скорость движения напольного транспорта, км/ч (табл. 2-14.П7).

Расчет подвесных конвейеров

При расчете подвесных конвейеров используют скорость или производительность [4, 7]:

$$v_{подв.конв} = \frac{Ql}{60n} \text{ или } v_{подв.конв} = \frac{l}{\tau n}, \quad (77)$$

где Q – производительность конвейера в шт/час (табл. 1-7.П7); τ – такт работы в мин; l – шаг подвесок, м; n – количество изделий на одной подвеске, шт.

Для конвейеров, обслуживающих станочные линии, скорость принимается 1...6 м/мин (при массе изделий 30...50 кг скорость принимают не более 3 м/мин). При необходимости создания запаса на конвейере в расчет вводят коэффициент увеличения производительности (до 5).

При обслуживании подвесным конвейером сушильных, моечных или лакокрасочных камер скорость его определяется:

$$v = L/T_0, \quad (78)$$

где L – общая длина рабочего участка камеры; T_0 – технологическое время обработки.

3.6.2. Расчет количества кранов для технологических целей

Количество кранов определяется по формуле [1, 4, 5]

$$N_p = \frac{N_{кр.оп} T_{кр.оп}}{T_{см} K_{п.кр} K_{цикл.кр} 60}, \quad (79)$$

где $N_{кр.оп}$ – количество крановых операций в смену; $T_{кр.оп}$ – время на одну крановую операцию, мин; $T_{см}$ – продолжительность рабочей смены, ч; $K_{п.кр}$ – коэффициент, учитывающий простои крана, $K_{п.кр}=0,7...0,8$; $K_{цикл.кр}$ – коэффициент, учитывающий сокращение времени цикла при совмещении нескольких крановых операций, $K_{цикл.кр}=1,1$.

Время на одну крановую операцию $T_{кр.оп}$, мин:

$$T_{кр.оп} = \frac{L}{v_{кр}} + t_{погр} + t_{разгр}, \quad (80)$$

где L – средняя длина пробега крана в оба конца за одну операцию (длина участка), м; $v_{кр}$ – средняя скорость передвижения крана, м/мин; $t_{погр}$, $t_{разгр}$ – среднее время на одну крановую операцию погрузки и разгрузки соответственно, мин.

Определение количества крановых операций в смену в зависимости от массы грузов, транспортируемых за год:

$$N_{кр.оп} = \frac{G_r n T_{кр.оп} K_{п.кр}}{60 g \Phi_{кр} K_{цикл.кр}}, \quad (81)$$

где G_r – годовая масса грузов, т.; $K_{кр.оп}$ – среднее количество крановых операций (перемещений) на один груз (поддон с деталями, деталь и

т.п.); g – средняя масса груза, перемещаемого краном за одну операцию, т; $\Phi_{кр}$ – годовой фонд времени работы крана, ч.

При укрупненных расчетах количество кранов в цехах определяется из условия обслуживания одним краном одного пролета. Условные обозначения подъемно-транспортного оборудования, применяемого на планировках обрабатывающих участков и цехов, приведены в табл. 4.П12. Пролеты крановые и грузоподъемность кранов даны в табл. 1.П11, 2.П11.

3.6.3. Транспортные средства, их конструкции и описания

В данном разделе приведены конструкции и описания к ним транспортных средств: конвейеров, манипуляторов, транспортных тележек [2].

Конвейеры

Конвейеры широко распространены в поточно-массовом и поточно-серийном производстве в основном для передачи деталей и узлов. В серийном производстве конвейеры должны быть универсальными, т.е. учитывать габариты, вес и конфигурацию деталей (табл. 1.П.7...7.П7).

Пластинчатые конвейеры

Пластинчатые конвейеры (рис. 23) применяют для транспортирования в горизонтальном или наклонном положениях различных насыпных и штучных грузов.

Типы пластинчатых конвейеров в зависимости от конструкции настила ходовой части устанавливаются по табл. 7.П7.

Общий вид пластинчатого конвейера типа ПР изображен на рис. 23. Конвейер имеет станину 1, по концам которой установлены две звездочки: приводная 2 с приводом 8 и натяжная 3 с натяжным устройством 4. Бесконечный настил, состоящий из отдельных пластин 9, прикреплен к тяговым цепям 5, которые огибают концевые звездочки и находятся в зацеплении с их зубьями.

Тяговые цепи снабжены опорными катками 7 и движутся вместе с настилом по направляющим путям 6 станины вдоль продольной оси конвейера-

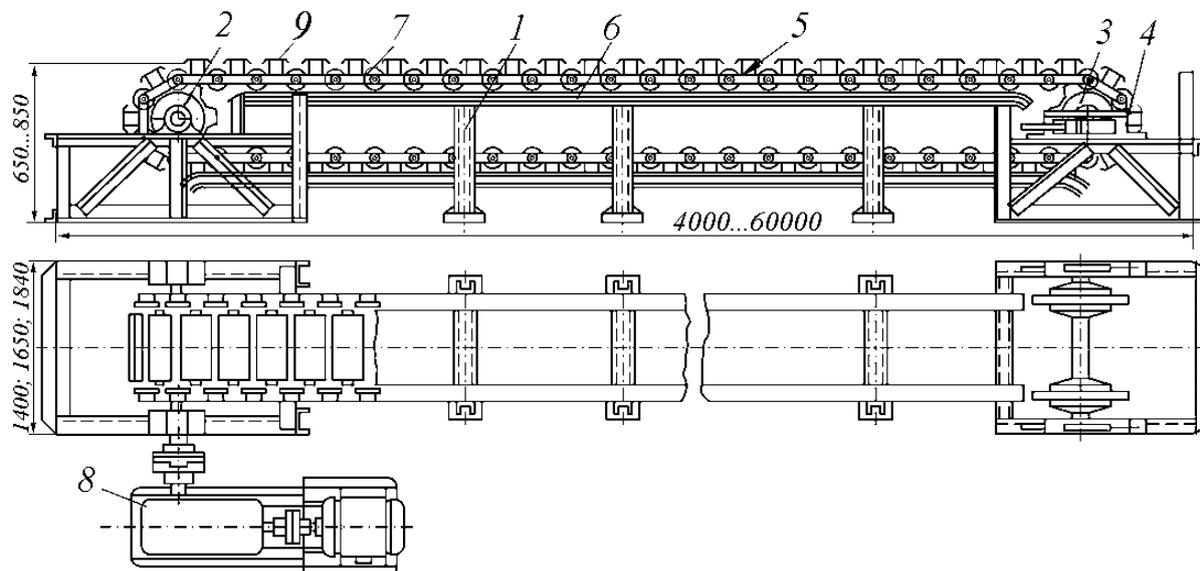


Рис. 23. Пластинчатый конвейер с плоским разомкнутым настилом типа ПР:

- 1 – станина; 2 – приводная звездочка; 3 – натяжная звездочка; 4 – натяжное устройство; 5 – тяговая цепь; 6 – направляющие пути; 7 – опорный каток;
8 – привод; 9 – пластина

ера. Конвейер имеет ограждения всех движущихся частей (на рис. 23 ограждение не показано), кроме верхней ветви, по которой транспортируется груз. В ряде случаев для фиксации положения транспортируемых грузов, например цилиндрической формы, настил снабжают упорами или гнездами.

К достоинствам пластинчатых конвейеров следует отнести использование металлического настила необходимой прочности, допускающего транспортирование крупных и тяжелых изделий, отливок, поковок, остроугольных отходов штамповочного производства, стружки. Имеется возможность транспортирования грузов по разнообразным трассам с наклоном к горизонту до 70° и малыми радиусами переходов. Недостатками пластинчатых конвейеров являются значительная металлоемкость и высокая стоимость изготовления.

Приводные роликовые конвейеры

В приводных роликовых конвейерах вращение передается от двигателя на все рабочие ролики (табл. 6.П7). Наиболее часто применяется схема передачи движения с помощью коротких приводных цепей, каждая из ко-

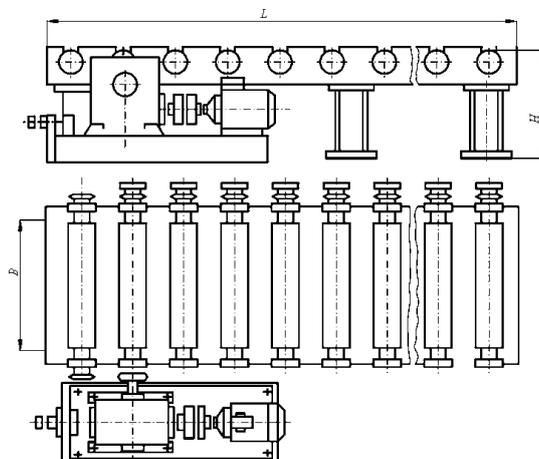


Рис. 24. Приводной роликовый конвейер типа КР

торых соединяет по два ролика, для чего на концах роликов нанесены по две цепные звездочки. Общий вид такого конвейера показан на рис. 24.

Шагающие (шаговые) конвейеры

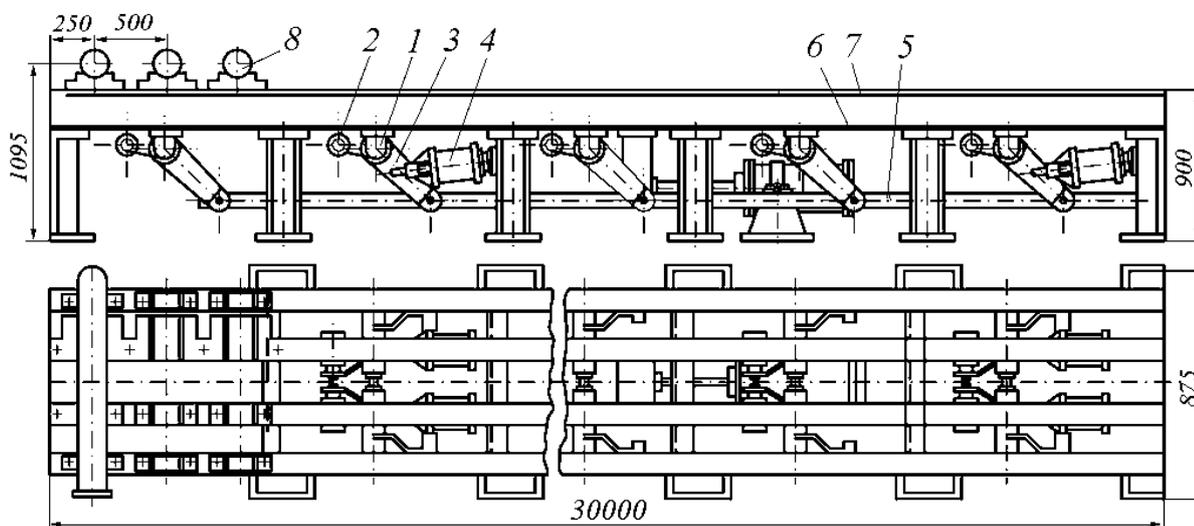


Рис. 25. Шагающий конвейер:

1 – пневмоцилиндр подъема; 2 – подшипник; 3 – рычаг подъема;
4 – пневмоцилиндр привода перемещения; 5 – тяга; 6 – подвижная рама;
7 – неподвижная рама; 8 – транспортируемые грузы; 9 – опорные ролики

Шагающий (или шаговый) конвейер служит для периодического перемещения штучных грузов по отдельным операциям технологического процесса в механических, сборочных и термических цехах (табл. 2.П7). Перемещение грузов происходит при помощи возвратно-поступательных горизонтальных и вертикальных («шагающих») движений подвижной рамы, на которую укладываются грузы [2].

Шагающий конвейер с пневмоприводом изображен на рис. 25. Конвейер предназначен для транспортирования грузов до 200 кг. Данный конвейер имеет пневмоцилиндр подъема 1 с подшипниками 2 и рычагами подъема 3 и 10, пневмоцилиндр привода перемещения 4, тег 5 подвижной рамы 6 и неподвижной рамы 7, транспортируемые грузы 8 и опорные ролики 9.

Подвесные грузонесущие конвейеры

Подвесные конвейеры служат для непрерывного (редко периодического) транспортирования штучных грузов (иногда насыпных) по замкнутому контуру сложной в большинстве случаев пространственной трассы. Подвесными они называются потому, что грузы размещаются на подвесах или коробах, подвешенных к кареткам или тележкам, движущимся по подвесному пути. Подвесные конвейеры подразделяются на следующие типы: подвесной грузонесущий конвейер, подвесной толкающий конвейер, подвесной несуще-толкающий конвейер, (представляет собой комбинированное сочетание грузонесущего и толкающего конвейера), подвесной грузо-ведущий конвейер (груз перемещается по напольной тележке), подвесной несуще-грузоведущий конвейер.

В транспортных системах гибкого автоматизированного производства наибольшее распространение получили подвесной грузонесущий и подвесной толкающий конвейеры (табл. 3.П7, 4.П7).

Подвесной грузонесущий конвейер (рис. 26) состоит из тягового элемента (цепи, каната) 3, замкнутого по контуру трассы, с постоянно прикрепленными к нему каретками 2, к которым шарнирно прикреплены под-

вески 4. На подвески укладывают или подвешивают транспортируемые грузы 5.

Каретки при помощи тягового элемента движутся по замкнутому одно-рельсовому (или двух рельсовому) подвесному пути 1, подвешенному к элементам здания или прикрепленному к конструкциям конвейера. Тяговый элемент приводится в движение электродвигателем приводного механизма 6.

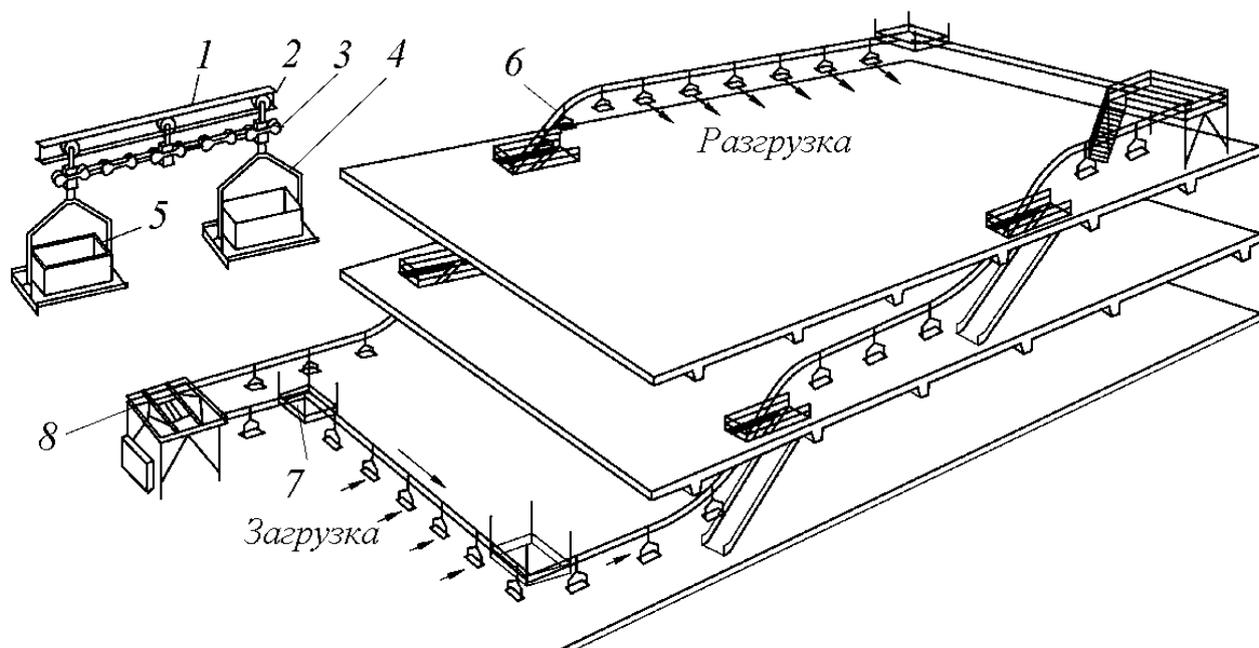


Рис. 26. Общий вид подвесного грузонесущего конвейера:

1 – подвесной путь; 2 – каретка; 3 – тяговый элемент; 4 – подвеска; 5 – груз;
6 – вертикальный перегиб; 7 – поворотное устройство; 8 – натяжное устройство

Гибкость тягового элемента в горизонтальной и вертикальной плоскостях обеспечивает подвесному конвейеру пространственную трассу, т.е. его направляющий подвесной путь 1 может иметь повороты как в горизонтальной, так и в вертикальной плоскостях в любом направлении.

Повороты в горизонтальной плоскости осуществляются при помощи поворотных устройств 7, а в вертикальной – при помощи вертикальных перегибов 6 направляющего пути 1, выполняемых по соответствующим выбранным радиусам. Первоначальное натяжение тягового элемента создается при помощи натяжного устройства 8. Основные параметры кареток с разборной цепью приведены в табл. 3.

Основные параметры наиболее распространенных типоразмеров подвесных грузонесущих конвейеров приведены в табл. 3.П7.

Ленточные конвейеры

Ленточный конвейер (рис. 27) имеет два барабана: приводной 1 и натяжной 2, смонтированных на опорах 3 и 4. На секции 5 средней части конвейера установлены роликовые опоры – верхние 6 и нижние 7. На приводной опоре 3 смонтирован отклоняющий барабан 8. Вертикально-замкнутая лента 9 огибает барабаны 1, 2, 8 и поддерживается роликовыми опорами. Приводной барабан получает вращение от привода 10. Для натяжения ленты используется натяжное устройство винтового типа 11. Конвейер использует резинотканевую ленту шириной 650 мм. В некоторых производствах конвейеры данного типа имеют автоматическое адресование грузов и разгрузку в заданном месте [2].

Данный конвейер имеет ограждение всех движущихся частей (на рис. 27 ограждение не показано), кроме верхней ветви, по которой транспортируются детали или заготовки.

Кроме конвейеров с тканерезиновой лентой, применяются также и конвейеры со стальной и проволочной лентой. Для данных типов лент применяют такое же оборудование конвейеров, как для прорезиненной ленты. Стальные и проволочные ленты широко применяют для транспортирования грузов через закалочные, нагревательные и сушильные печи, а также через моечные и охлаждающие установки.

Технические характеристики ленточных конвейеров с шириной ленты 500 и 650 мм приведены табл. 1.П7.

Недостаток. Ленточные конвейеры применяются для пооперационного перемещения изделий. Конвейеры, входящие в состав АТС, имеют малую скорость движения ленты (обычно 0,2-0,6 м/с), обусловленную ритмом подачи изделий.

Условных изображения конвейеров, применяемых на планировках участков обрабатывающего производства, приведены в табл. 5.П12.

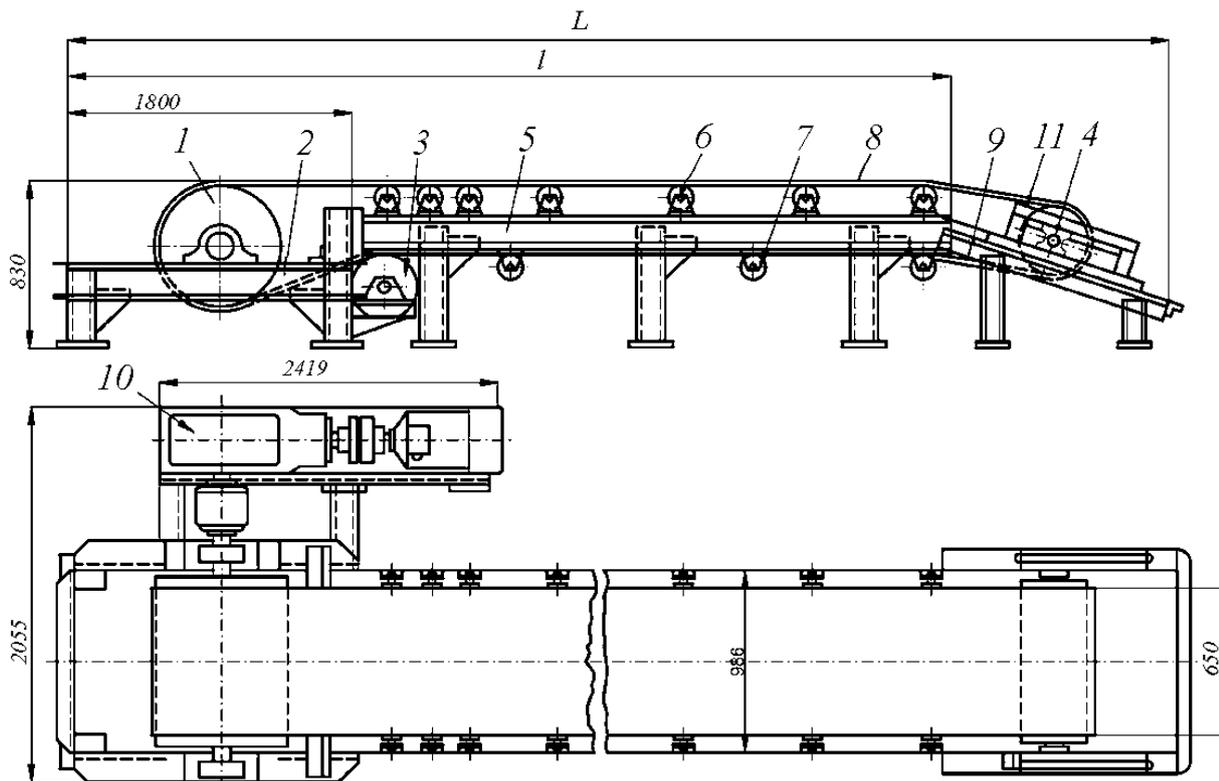


Рис. 27. Ленточный конвейер 6563-80:

1 – приводной барабан; 2 – натяжной барабан; 3, 4 – опора; 5 – секция;
 6 – роликовая опора верхняя; 7 – роликовая опора нижняя; 8 – барабан;
 9 – лента; 10 – привод; 11 – натяжное устройство

Манипуляторы

Наиболее эффективно использование манипуляторов на таких операциях, как перегрузка деталей и приспособлений с деталями со склада на транспортные конвейеры, тележки; раскладка в специальную тару; штабелирование; загрузка ячеек склада; перемещение грузов и их адресование; до ориентация деталей перед их установкой и фиксацией в зоне обработки. Роботы и манипуляторы могут решать весь комплекс этих задач.

Манипулятор ШМБ-015 (табл. 12.П7) предназначен для выполнения подъемно-транспортных операций при загрузке технологического оборудования и в складах. Устанавливается манипулятор (рис. 28) на стационарной колонне 1 [18].

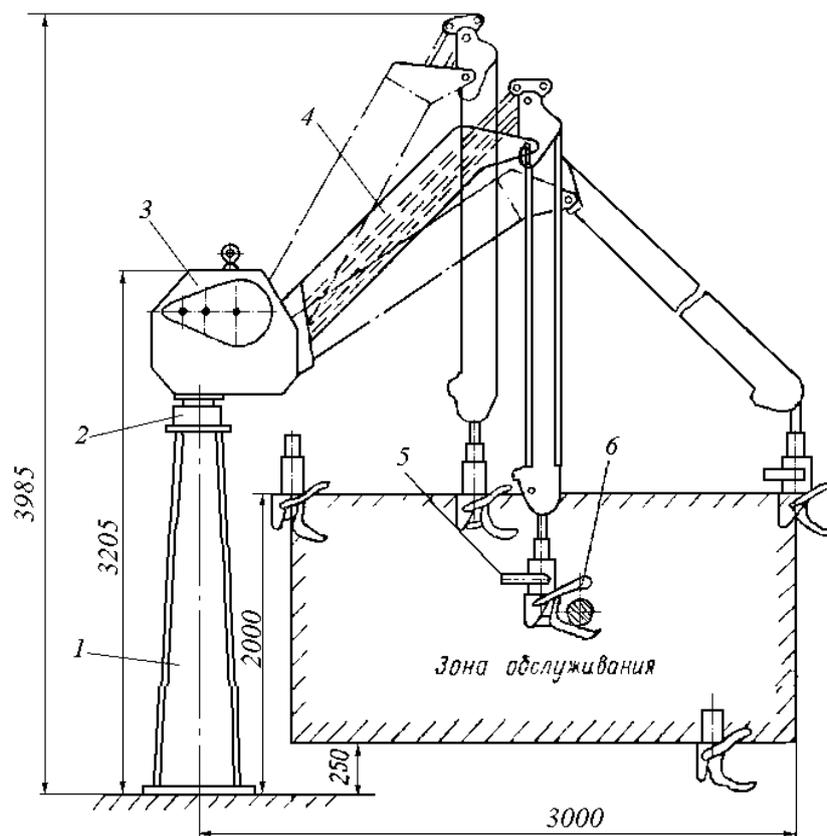


Рис. 28. Манипулятор ШМБ-015:

1 – колонна; 2 – опорно-поворотное устройство; 3 – привод подъема;
4 – устройство манипулирующее; 5 – рукоятка управления; 6 – схват сменный

На опорно-поворотном устройстве 2 размещены привод подъема 3 и манипулирующее устройство 4 с рукояткой управления 5 и сменным схватом 6. Скорость подъема схвата с грузом – 0,35 м/с, регулирование скорости – бесступенчатое. Все перемещения в горизонтальной плоскости осуществляются вручную. Зона обслуживания манипулятора ограничена максимальным вылетом стрелы 3м и максимальной высотой подъема 2м. Манипулятор снабжен устройством с электронным ручным управлением, позволяющим точно и быстро маневрировать грузом, поднимать его и автоматически удерживать на любом уровне при перемещениях в горизонтальной плоскости, с высокой точностью ориентирования. Оборудован манипулятор специальными сменными схватами для различных по форме грузов.

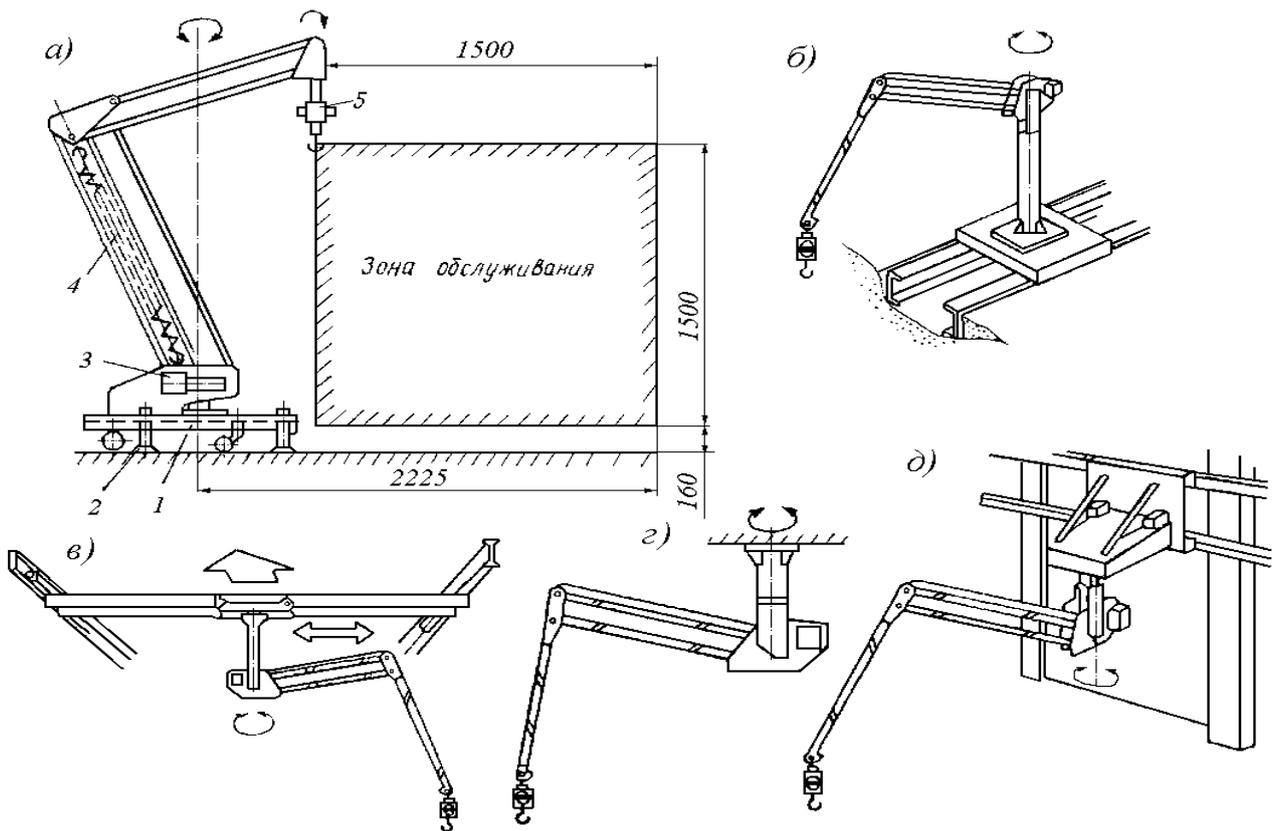


Рис. 29. Манипулятор МП-100:

- а* – основное исполнение на тележке: 1 – тележка; 2 – аутригер; 3 – привод; 4 – механизм рычажно-шарнирный; 5 – схват; *б* – напольный стационарный; *в* – на подвесной кран-балке; *г* – с креплением на перекрытии; *д* – с креплением на настенном кронштейне

Погрузочный манипулятор МП-100 (рис. 29) предназначен для переноса и установки грузов массой до 100кг на погрузочно-разгрузочных работах в сборочных, механических, термических и других цехах (табл. 12.П7). Основное исполнение манипулятора – на механической тележке 1 (рис. 29, *а*).

Для устойчивости при работе манипулятора используются аутригеры 2. Манипулятор состоит из силового электромеханического привода 3, рычажно-шарнирного сбалансированного механизма 4 и сменного схвата 5. Максимальные горизонтальное и вертикальное перемещения манипулятора 1500мм, скорость подъема 0,2 м/с, регулирование – бесступенчатое. Углы поворота манипулятора вокруг вертикальной оси и схвата 360° .

Манипулятор имеет несколько вариантов исполнения для установки: стационарно на полу (рис. 29, б), на передвижной кран-балке (рис. 29, в), стационарно на потолочном перекрытии (рис. 29, г), на передвижном настенном кронштейне (рис. 29, д).

Манипулятор МП-6 (рис. 30) используется при загрузке и разгрузке технологического оборудования для обработки крупных деталей массой до 150 кг в крупносерийном производстве (табл. 12.П7).

Конструкция схватов позволяет манипулировать деталями типа турбинных лопаток, валов, корпусными деталями, заготовками и отливками различной конфигурации. Неподвижный манипулятор МП-6 (рис. 30) с механической рукой выполнен в одном блоке с управляющим устройством. На колонне 1 смонтирован привод 2 руки, состоящей из шарнирно-сочлененных плеча 3, укосины 4 и штанги 5. Манипулятор оснащен электромеханическим схватом 6. Управление осуществляется вручную оператором при перемещении груза в горизонтальной плоскости и с помощью задающих рукояток, расположенных у захватного устройства, при подъеме и повороте груза. В приводе захватного устройства использована самотормозящая передача, исключающая отпускание груза при отключении питания. Наличие у манипулятора шести степеней подвижности обеспечивает быстрое ориентирование захватываемой детали в пространстве и ее точное позиционирование [2].

Весьма перспективно использование на складах в качестве перегрузочных устройств полуавтоматических манипуляторов и промышленных роботов различных конструкций, которые можно применять на автоматических складах для сортировки, комплектации и ориентированной укладки в транспортно-складскую тару или специальную технологическую тару заготовок, деталей, изделий.

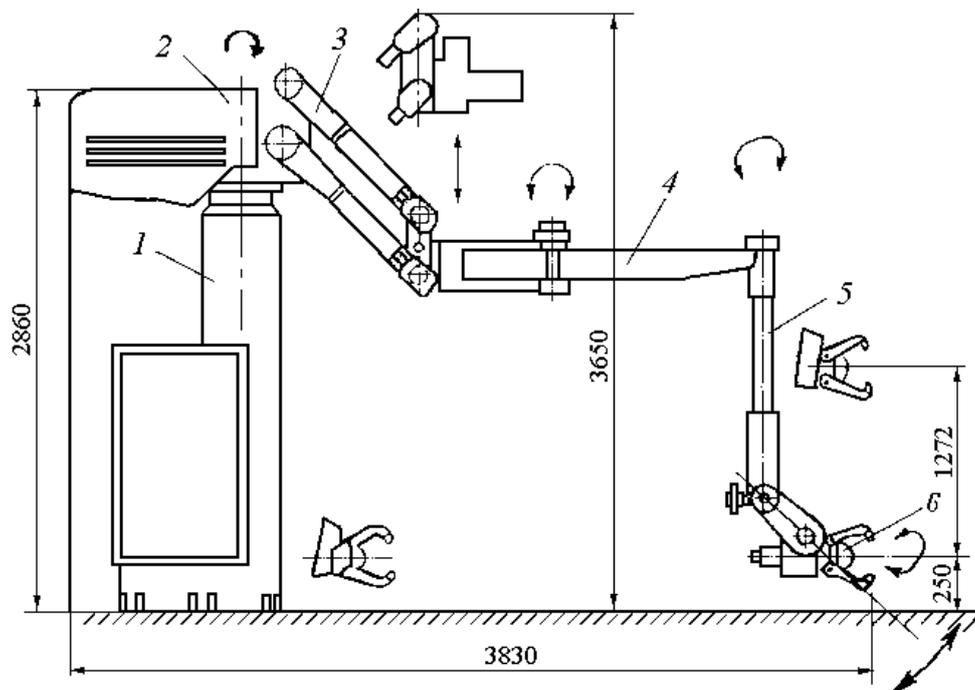


Рис. 30. Манипулятор МП-6:

1 – колонна; 2 – привод; 3 – плечо; 4 – укосина; 5 – штанга; 6 – схват

Для перегрузочных операций промышленные роботы специально не изготавливаются. Скорости линейных движений механизмов промышленных роботов 0,5...0,8 м/с, а угловых – 120...180 град; приводы – пневматические, электромеханические и гидравлические.

Транспортные тележки

Передвижная автоматическая ТТ системы *Robotug* (Норвегия), показанная на рис. 31, способна либо нести груз, либо буксировать состав из грузовых тележек (табл. 13.П7). Предусмотрена возможность ручного управления водителем (при этом блок автоматического отслеживания отключается) [3].

В автоматическом режиме ТТ управляется электромагнитным полем, образуемым проводником с переменным током. Проводник проложен по поверхности полос вдоль трассы движения. Простейшая траектория движения ТТ представляет собой замкнутую однопутевую петлю. Многопутевая система может содержать точки пересечения, ответвления, обходы и тупики. Маршруты и пункты назначения выбираются заранее с помощью переключателей бортового программного устройства. При работе по мно-

гопутевой системе вся траектория разделяется на отдельные секции. Каждая секция управляется от своего внешнего командного устройства. Координация работы внешних командных устройств осуществляется центральной ЭВМ. При этом исключается возможность одновременного нахождения ТТ в пределах одной секции.

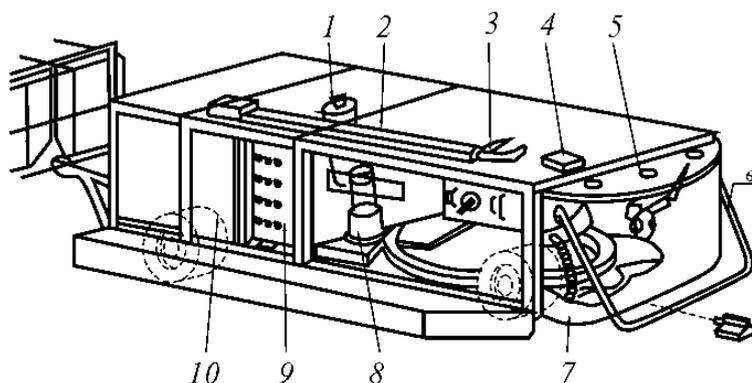


Рис. 31. Автоматическая транспортная тележка фирмы Robotug с автоматической стабилизацией курса:

1 – тормозная катушка; 2 – устройство управления; 3 – рукоятка торможения; 4 – привод; 5 – сигнальная лампа; 6 – устройство обеспечения безопасности движения; 7 – буферный щит; 8 – привод устройств управления; 9 – панель программирования; 10 – аккумуляторная батарея

Из отечественных образцов автоматизированных тележек наиболее известны: МП-12Т; «Электроника НЦ-ТМ-25» и НЦ-ТМ-15; «Телер-20/500»; РБТ-1 и РБТ11. Их технические характеристики приведены в табл. 10.П7.

Транспортные роботы РБТ1 и РБТ11 имеют по две подъемно-подвижных платформы (рис. 32). Тележки РБТ, МП12Т, НЦ-ТМ15, НЦ-ТМ25 предназначены в основном для транспортирования деталей мелкими партиями в таре.

Тележка НЦ-ТМ25 выполнена с подъемной платформой и для завершения цикла грузоперевозки требует робота-перекладчика, непосредственно расположенного у рабочих мест. Ходовая часть тележек НЦ-ТМ25, НЦ-ТМ15, РБТ выполнена с ромбическим расположением колес,

где средние колеса – ведущие и рулевые; у тележки МП-12Т колеса расположены попарно. Передняя пара колес – рулевые, задняя – ведущие. Ромбическое расположение колес шасси более предпочтительное, так как это делает тележку маневренной и упрощает выполнение устройства разворота.

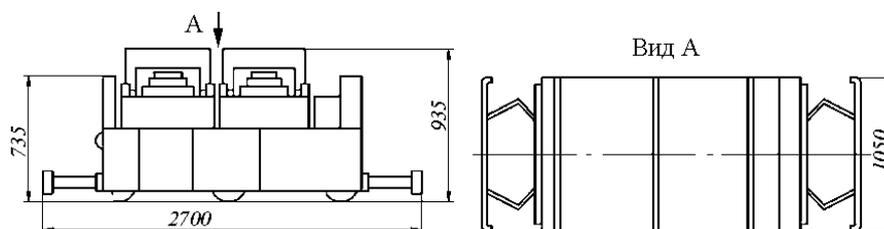


Рис. 32. Транспортная напольная безрельсовая тележка типа РБТ

Функциональные манипуляторные тележки (робокары) обеспечивают, помимо буксирования и автономной перевозки грузов, еще и выполнение ряда операций, таких как взятие груза, его штабелирование, ориентирование, упаковка, снятие при обслуживании обрабатывающего оборудования и т.п. Для этого они оснащены автоматизированными погрузчиками различного типа.

Транспортная тележка МП-12Т (табл. 10.П7) позволяет транспортировать до 10 поддонов грузоподъемностью по 20 кг. Данная тележка изображена на рис. 33.

Тележка состоит из подвесной грузовой платформы 1 и промышленного робота 2. Трасса обозначена в виде светоотражающей полосы. Справа по борту платформы находятся датчики 3 распознавания объекта и коррекции.

На тележке «Телер-20/500» установлен робот 1, который, кроме погрузо-разгрузочных работ, выполняет функции станочного загрузочного робота (рис. 34).

Спутники с изделием, устанавливаемые на приемный стол 2 тележки, робот может сдвигать на стол станции выгрузки. Оригинальная конструкция шасси позволяет тележке не только передвигаться вперед и назад по трассе, но смещаться в бок и разворачиваться на месте (табл. 10.П7).

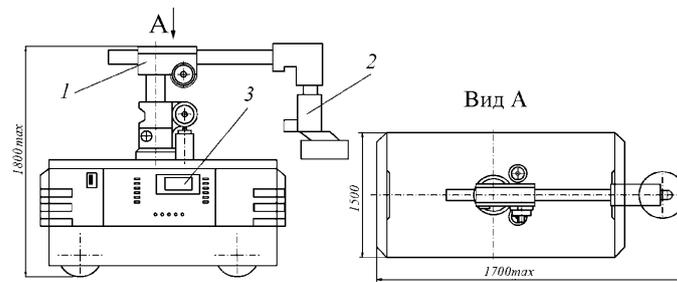


Рис. 33. Автоматическая тележка типа МП-12Т:

- 1 – подвесная грузовая платформа; 2 – промышленный робот;
3 – датчики распознавания объекта

Такие транспортные роботы перемещаются по прямолинейному рельсовому пути, оснащаются системами циклового программного управления и могут подключаться к системам группового управления комплексом транспортно-складского оборудования с ЭВМ.

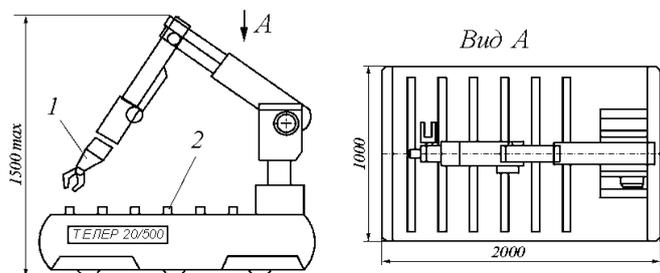


Рис. 34. Автоматическая тележка типа ТЕЛЕР-20/500:

- 1 – робот; 2 – приемный стол

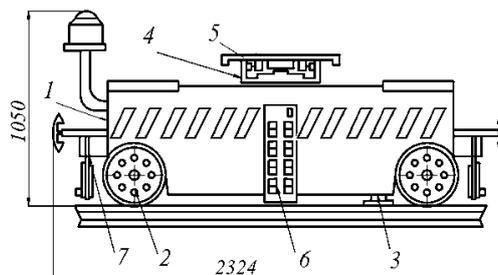


Рис. 35. Тележка транспортная рельсовая С4057:

- 1 – рама; 2 – колеса; 3 – рельсовый колодочный тормоз; 4 – подъемный стол;
5 – выдвижной телескопический стол; 6 – блок управления;
7 – механизм аварийного останова

На рис. 35 показан общий вид, а в табл. 14.П7 приведена техническая характеристика рельсовой тележки С4057, предназначенной для автомати-

зации транспортных и погрузо-разгрузочных операций в ГПС для механо-обработки.

Другие транспортные средства

Системы с автоматическим адресованием грузов применяются при годовом грузопотоке св. 25 тыс.т. Транспортное средство такой системы (робокар) хранится в тупиковых участках трассы [2].

Электропогрузчики, электротележки с подъемной платформой применяются при транспортировке грузов на расстояние до 250 м; при перевозке на большее расстояние используются электротележи, электротягачи.

Указанный транспорт хранится в гаражах. Площадь гаража электро-транспорта рассчитывается в зависимости от габаритов транспорта.

Условные изображения транспортных средств, применяемых на планировках участков обрабатывающего производства, приведены в табл. 5.П12.

3.7. Энергетическое хозяйство

В производственных условиях используются следующие виды энергоносителей: электроэнергия, сжатый воздух, пар и газ. Для снабжения указанными видами энергообеспечения создаются следующие подразделения: секция электропитания, компрессорная, котельная, газовые установки и др. [5, 11].

3.7.1. Расчет расхода потребляемой электроэнергии

Различают следующие виды направления использования электроэнергии:

- **силовая** – для приведения в действие приводов основного и вспомогательного оборудования, оснастки и приборов (например, компьютеров).
- **нагревательная** – для отопления, термической обработки, мойки, сушки, горячего водоснабжения, кондиционирования воздуха и др.
- **осветительная** – для освещения производственных и вспомогательных помещений.

Исходя из назначения и вида электроэнергии, секция электропитания состоит из трансформаторной и аккумуляторной подстанции и распределительных пунктов. Проектированием данной секции занимаются специа-

листы в данной области. В технологических расчетах необходимо определить годовой расход электроэнергии.

Годовой расход потребляемой электроэнергии может быть рассчитан по группам токоприемников в соответствии с их мощностью по составленным ведомостям. Силовая электроэнергия может подаваться в виде переменного и постоянного тока.

Годовой расход потребляемой электроэнергии по оборудованию основного производства определяется по формуле [1, 5]

$$W_{об} = N_{ср} n C_{п} K_{спр} \Phi_{э.об}, \quad (82)$$

где $N_{ср}$ – средняя потребляемая мощность одного электродвигателя оборудования, кВт; n – среднее количество электродвигателей на одном оборудовании, шт; $C_{п}$ – принятое число единиц оборудования, шт; $K_{спр}$ – коэффициент спроса электроэнергии, т. е. коэффициент, учитывающий одновременность потребления электроэнергии, потери в сетях и др. (табл. 2.П8).

Годовой расход потребляемой мощности по оборудованию вспомогательных систем, оснастке, приборам производственного подразделения определяется по формуле

$$W_{всп} = N_{ср} П_{эл.всп} \Phi_{э.об} K_{спр}, \text{кВт г}, \quad (83)$$

где $N_{ср}$ – средняя потребляемая мощность одного электродвигателя оборудования, кВт; $П_{эл.всп}$ – количество потребителей электроэнергии вспомогательных систем (роботы, оборудование складов, транспортные тележки, конвейеры и т.п.), шт.; $K_{спр}$ – коэффициент спроса электроэнергии (табл. 2.П8).

Годовой расход электроэнергии на освещение:

$$W_{г.осв} = \frac{S_{ц} W_{уд.осв} T_{г.осв}}{1000 K_{и.осв}}, \text{кВт}, \quad (84)$$

где $S_{ц}$ – общая площадь цеха, м², $W_{уд}$ – удельный расход электроэнергии на освещение, $W_{уд.осв} = 15 \text{ Вт/м}^2$; $T_{г.осв}$ – годовое время работы приборов

освещения (табл. 1.П8), ч; $K_{и.осв}$ – коэффициент использования осветительной нагрузки (табл. 2.П8), например можно принять $K_{и.осв} = 0,75$.

Общий годовой расход электроэнергии определяется по формуле

$$W = W_{об.} + W_{всп} + W_{г.осв}. \quad (85)$$

Активная потребляемая мощность подстанции определяется по формуле

$$P_a = C_{\Sigma\Sigma} N_{ср} K_{спр.сети}, \text{кВт}, \quad (86)$$

где $K_{спр.сети} = 0,25$ – коэффициент спроса электросети, учитывающий перегрузку, неодновременность в работе электроприемников, потери в сети (табл. 2.П8).

Площадь трансформаторной подстанции (мощностью от 500 до 1000кВт) принимают $4 \times 6 = 24 \text{ м}^2$.

Проектант должен выдать задание на разработку системы электрообеспечения, которое включает также и планировку оборудования с указанием мест подвода электроэнергии.

Условных обозначения, используемые в системе электрообеспечения и применяемые на планировках участков обрабатывающего производства, приведены в табл. 4.П12.

3.7.2. Расчет расхода потребляемого сжатого воздуха

В обрабатывающем производстве сжатый воздух используют: для зажима деталей на спутниках, в приспособлениях, в устройствах пневматической автоматики, для обдува деталей, инструмента и т.д. [1, 5]

Годовой расход сжатого воздуха в $\text{м}^3/\text{год}$:

$$Q_{г.возд} = Q_{ср.возд} \Phi_{э.об} K_{исп.ср}, \text{ м}^3/\text{год}. \quad (87)$$

Годовой расход воздуха на группу потребителей подсчитывается исходя из среднего часового расхода фонда времени работы оборудования или рабочего места с учетом его использования по времени.

Средняя потребность в сжатом воздухе на группу потребителей определяется в $\text{м}^3/\text{час}$:

$$Q_{\text{ср.возд}} = q_{\text{н.возд}} \Pi_{\text{возд}} K_{\text{и.возд}}, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (88)$$

где $q_{\text{н.возд}}$ – номинальный расход сжатого воздуха одним потребителем, $\text{м}^3/\text{ч}$; $\Pi_{\text{возд}}$ – число потребителей сжатого воздуха (табл. 3.П8); $K_{\text{и.возд}}$ – коэффициент использования по потреблению сжатого воздуха (табл. 4.П8).

Коэффициент использования по потреблению воздуха $K_{\text{и.возд}}$ определяется как отношение времени за смену в течение которого расходуется воздух данным потребителем, к общему времени работы оборудования или рабочего места за смену. Давление сжатого воздуха в пневматической сети составляет обычно 0,4...0,6 МПа.

Для потребителей, где расход воздуха подсчитывается исходя из расхода на одну операцию, максимальный расход на единицу определяется по максимальному количеству операций в час.

Максимальный часовой расход воздуха на группу потребителей по цеху и участкам необходим для расчета диаметра общего воздухопровода на входе в цех и диаметров трубопроводов по участкам.

Количество компрессоров рассчитывается так, чтобы остановка одного компрессора не вызвала остановки производства.

Компрессорные установки размещают в отдельных специальных помещениях – компрессорных станциях с изоляцией от шума.

Площадь, необходимую для размещения компрессорных установок, рассчитывают в зависимости от производственной площади:

$$S_{\text{комп}} = (0,006...0,008) S_{\text{осн.пр}}, \text{ м}^2. \quad (89)$$

Количество потребных воздушно-холодильных камер пневматических подъемников, платформ конвейеров на воздушной подушке и др. определяется в каждом конкретном случае в зависимости от характера изготавливаемых деталей, изделий и принятой системы механизации технологических и подъемно-транспортных операций.

Условных обозначения подвода воздуха, применяемые на планировках участков обрабатывающего производства, приведены в табл. 3.П12.

3.7.3. Расчет расхода потребляемого пара

Пар используется на следующие производственные нужды: на подогрев воды в моечных машинах; обогрев сушильных камер для сушки деталей после окраски; для подогрева СОЖ при ее стерилизации; для отопления производственных помещений [1].

Потребление пара для отопления определяется:

$$Q_{\text{пар от}} = \frac{q_{\text{т}} V_{\text{зд}} \text{Ч}_{\text{от}}}{i_{\text{исп}} 1000}, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (90)$$

где $q_{\text{т}}$ – норма расхода тепла на 1 м³ здания, $q_{\text{т}} = 30$ ккал/ч; $V_{\text{зд}}$ – объем здания, м³; $\text{Ч}_{\text{от}}$ – количество часов отопительного периода, (для 180 дней $\text{Ч}_{\text{от}} = 4320$ ч/год); $i_{\text{исп}}$ – теплота испарения при отоплении, $i = 540$ ккал/м³.

Годовой расход пара в моечных машинах и сушильных камерах:

$$Q_{\text{пар. м}} = Q_{\text{чист.дет}} q_{\text{пар}}, \text{ Т/ГОД}, \quad (91)$$

где $Q_{\text{чист.дет}}$ – общий вес деталей и материалов промываемых в год, т/г;
 $q_{\text{пар}}$ – норма расхода пара для нагрева воды в моечных машинах и в сушильных камерах составляет $q_{\text{пар}} = 45 \dots 75$ кг/т (табл. 5.П8).

Годовая потребность в паре, т/год:

$$Q_{\text{пар.год}} = Q_{\text{пар от}} + Q_{\text{пар м}}. \quad (92)$$

Условных обозначения подвода пара и т.п., применяемые на планировках участков обрабатывающего производства, даны в табл. 4.П12.

3.8. Санитарно-техническое хозяйство

Санитарно-техническое хозяйство включает разработку систем водоснабжения, вентиляции, канализации и др. Разработка этих систем осуществляется соответствующими организациями. В технологической части проекта определяется потребность в расходе воды на технологические нужды, площади необходимых помещений для данных систем и др.

Потребность в воде на технологические нужды определяется для основных типов потребителей. В обрабатывающих цехах вода требуется для приготовления СОЖ, промывки деталей, бытовых нужд и др. [5, 8]

Годовой расход воды для промывки деталей можно определить:

$$Q = q Q_{\text{дет}}, \quad (93)$$

где $Q_{\text{дет}}$ – масса деталей, подлежащих промывке в течение года, т; q – расход воды в тоннах, на тонну промываемых деталей (0.15 ... 0.5 т).

Годовой расход воды для приготовления СОЖ:

$$Q_{\text{ст}} = q_{\text{воды}} \Phi_{\text{э.об}} K_{\text{исп.об}} C_{\text{п}}, \text{ л/год; м}^3/\text{год}, \quad (94)$$

где $q_{\text{воды}}$ – норма расхода воды, л/год; м³/год, ($q_{\text{ср.воды}} = 0,6$ л/час на один станок); $C_{\text{п}}$ – количество станков, работающих с применением СОЖ; $\Phi_{\text{э.об}}$ – эффективный годовой фонд времени работы оборудования; $K_{\text{исп. об}}$ – коэффициент использования оборудования.

Для обеспечения свежим воздухом производственные здания оборудуют фонарями с дистанционными устройствами открывания для естественного проветривания и вентиляционными системами.

Для обеспечения микроклимата и чистоты воздушной среды производственные подразделения оборудуют приточно-вытяжной вентиляцией, которую устанавливают:

- при источниках интенсивных выделений абразивной пыли при шлифовании;
- при выделении паров при мойке в моечных машинах;
- при выделении вредных аэрозолей при окраске.

Условных обозначения вентиляционной системы и водоснабжения, применяемые на планировках участков обрабатывающего производства, приведены в табл. 3.П12.

Площадь помещения для вентиляционных установок составляет

$$S_{\text{вент}} = (0,005 \dots 0,0075) S_{\text{пр}}, \text{ м}^2. \quad (95)$$

Вентиляционные установки размещают недалеко от трансформаторных подстанций для уменьшения электрических потерь. В корпусах меньших размеров их размещают в подвалах или в шумоизолированных помещениях, у наружной стены зданий.

Для подогрева воздуха в холодное время используют калориферы.

В цехах и участках, в которых располагается высокоточное оборудование, поддерживается микроклимат в пределах $20\pm 1^{\circ}\text{C}$ (термоконстантные). Требования по температурному режиму для обрабатывающих цехов (участков) приведены в табл. 6.П8.

4. СЛУЖЕБНЫЕ И САНИТАРНО-БЫТОВЫЕ ПОМЕЩЕНИЯ. ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ЭСТЕТИКА

4.1. Служебные и санитарно-бытовые помещения

Служебные помещения предназначены для административно-технического персонала.

Площадь служебных помещений определяют также по СНиП 2.09.04 из расчёта: 4 м^2 на одного работника управления и 6 м^2 на одного работника конструкторского или технологического бюро. Площадь кабинетов руководителей должна составлять не более 15% общей площади рабочих помещений. При кабинетах руководителей обрабатывающего производства и их заместителей следует предусматривать приёмные. Допускается устраивать общую приёмную на 2 кабинета. Площадь приёмных должна быть не менее 9 м^2 .

Санитарно-бытовые помещения предназначены для санитарно-гигиенических и социально-бытовых нужд работающих в цехе и включают в себя гардеробные, душевые, туалеты, пункты приёма пищи и другие помещения.

Состав санитарно-бытовых помещений механосборочных и вспомогательных цехов промышленных предприятий регламентируется строительными нормами и правилами СНиП 203.04 в зависимости от санитарной характеристики технологических процессов.

По санитарной характеристике технологические процессы разделяют на следующие группы: 1а, 1б, 1в, 2а, 2б, 2в.

1-я группа включает технологические процессы, сопровождаемые загрязнением тела и спецодежды работающих веществами 3-го и 4-го классов опасности:

- 1а – сопровождаемые загрязнением только рук;
- 1б – сопровождаемые загрязнением тела и спец одежды, которые удаляются без применения специальных моющих средств;
- 1в – сопровождаемые загрязнением тела и спецодежды особо загрязняющими веществами, которые могут быть удалены только с применением специальных моющих средств.

2-я группа включает технологические процессы, протекающие при избытке явного тепла или при неблагоприятных метеорологических условиях:

- 2а – при избытке явного конвекционного тепла;
- 2б – при избытке явного лучистого тепла;
- 2в – связанные с воздействием влаги, вызывающей намокание спец-одежды и обуви.

В состав санитарно-бытовых помещений входят: гардеробные и умывальные – для всех групп; душевые для всех групп, за исключением 1а; помещение для сушки рабочей одежды, кроме 2в; комната личной гигиены женщин; санузлы, курительные комнаты, устройства питьевого водоснабжения; медицинские пункты; помещения ручных ванн; помещения ножных ванн, камеры сухого жара; помещения общественного питания: при численности работающих в смену более 200 человек – столовая, при числе работающих в смену более 30 человек – комната приёма пищи, не менее 12 м². Норма расчёта площадей санитарно-бытовых помещений приведена в табл. 5. П2.

Комната психологической разгрузки, сенсорная комната

Основная задача комнаты психологической разгрузки (КПР) – восстановление работоспособности работников, занятых выполнением тяжелых работ, работ, связанных с повышенной концентрацией внимания, физическими, эмоциональными и моральными нагрузками [10].

Наличие на предприятии КПР позволяет:

- снизить риск появления чрезвычайных ситуаций на предприятиях, работа которых связана с операторской деятельностью;
- снизить нагрузки на работников, обязанности которых связаны с негативными эмоциями или требуют особой концентрации внимания;
- выявить проблемы и урегулировать производственные взаимоотношения;
- способствовать мотивации персонала при выборе места работы.

Требования к организации КПП:

- 1) в КПП не должны ощущаться неблагоприятные факторы производственной среды (шум, вибрация и др.);
- 2) КПП должна быть обеспечена приточно-вытяжной вентиляцией;
- 3) Температура помещения плюс 20-22°C;

КПП оборудуется мягкими креслами с подлокотниками и подголовниками, массажным оборудованием. Желательно, чтобы создавалось впечатление пребывания на лоне природы, для чего использовать слайды и декоративные элементы – гальку, валуны, вьющиеся растения, ионизаторы и т.п.

В КПП применяют светомузыкальную ритмостимуляцию, состоящую из трех этапов: отвлекающего (1,5 -2 мин), успокаивающего (7-10 мин) и тонизирующего (2-3 мин), т.е. время нахождения в КПП составляет в общем 15 мин.

Сенсорная комната предназначена для искусственной стимуляции сенсорного восприятия (специальное освещение, тактильные дорожки, вьющиеся полосы и др.). Она является одной из разновидностей КПП. В оборудование сенсорной комнаты включают также сухой бассейн, пуфик-кресло с гранулами, сенсорная тропа для ног, сухой душ.

4.2. Производственная эстетика

Производственная эстетика разрабатывает способы положительного эмоционального воздействия на человека в процессе труда, т.е. производственная обстановка становится эмоциональным стимулом для повышения работоспособности и производительности труда

Основное направление производственной эстетики – использование цвета. И здесь большую роль играет окраска помещения и оборудования.

Правильно подобранное цветовое оформление рабочих мест, инструментов улучшает настроение, повышает работоспособность человека.

Цвет воздействует на остроту зрения, которая максимальна в желтой зоне спектра и снижается к краям. Самые низкие показатели характерны для синего цвета. Цвета вызывают определенные физиологические реакции.

Созданы таблицы цветовых тонов, по которым можно выбрать цветовую гамму окраски производственных помещений и оборудования, в зависимости от характера производства и тех операций, которые приходится выполнять человеку.

Воздействие цвета на работающего в производственной деятельности:

- для монотонной работы с постоянным напряжением рекомендованы зеленые, сине-зеленые и светло-зелёные тона;
- для напряженной умственной деятельности, предпочтительнее использовать оттенки тёплых тонов – желтые, бежевые, которые дают ощущение тепла;
- при работе, рассчитанной на короткий срок, производительность труда увеличивается при красном свете, а при синем – снижается;
- при длительной работе повышению производительности труда способствует зеленый свет, а индиго и фиолетовый снижают ее;
- красные, желтые и оранжевый цвета возбуждают нервную систему, приводят к кажущемуся усилению шума оказывают возбуждающее

влияние, поэтому их нужно использовать ограниченно;

- частота дыхания и пульса увеличивается при пурпурном, красном, оранжевом, желтом цветах, а при воздействии зеленого, индиго, фиолетового они замедляются;
- голубой цвет вызывает ощущение прохлады;
- синий, голубой, зеленый – успокаивают, уменьшают утомление зрения;
- контрастные цвета вызывают у человека **состояния напряжения**, пробуждающие интерес к предмету. Однако длительное воздействие контрастов может вызвать состояние стойкого напряжения, что вредно отражается на здоровье.

Несомненно, что окраска стен в помещении не должна носить гнетущий, казенный вид, способный усилить тревогу и волнение.

Вестибюли, холлы, залы, кабинеты становятся приветливыми и уютными, когда их оживляют произведения изобразительного искусства. Умело подобранные по тематике картины способны поднять настроение, сделать его оптимистичным, снизить напряжение, снять утомление и т. д.

Рекомендации по применению цветовой гаммы на производстве:

1. **При окраске потолков и стен** нужно избегать темных тонов, так как они вызывают резкий контраст между цветом стен, ярко освещённым рабочим местом и светло окрашенным оборудованием. Тёмные тона поглощают много света, приводят к утомлению зрения и к общему утомлению.
2. **Для предупреждения человека о грозящей опасности** используют красный цвет. В красный цвет окрашивают аварийные кнопки «Стоп», в оранжевый цвет окрашивают движущиеся части машин. Контрастные цвета (желтый, черный) особенно подходят для маркировки опасных участков на предприятии.
3. Необходимые надписи, символы и формы предметов должны привлекать внимание, иметь контрастность.
4. Стальные конструкции должны быть окрашены в светлые цвета,

5. Низкие помещения могут стать зрительно «выше», если окрасить потолки в светло-зеленый или светло-голубой цвет.
6. Рекомендуется окрашивать в синий цвет и голубые тона помещения и оборудование, где есть значительное выделение **тепла** и **шума**.
7. При окраске помещений и оборудования следует избегать одноцветности, так как однообразие надоедает, вызывая охранительное торможение.
8. Цвет окрашенных поверхностей влияет и на условие работы. Если человеку постоянно приходится иметь дело с желтыми предметами, а стены помещения окрашены в тот же цвет, это утомляет зрение.
9. Если в помещении присутствуют различные хроматические цвета, то его следует окрашивать в ахроматический цвет, обычно светло-серый.

5. ПРОМЫШЛЕННО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ПЕРСОНАЛ

Можно привести следующую классификацию работающих на промышленном предприятии [5, 8, 12, 13]:

1. По степени участия в производственной деятельности:

- а) промышленно-производственный персонал (рис. 36);
- б) непромышленный персонал.

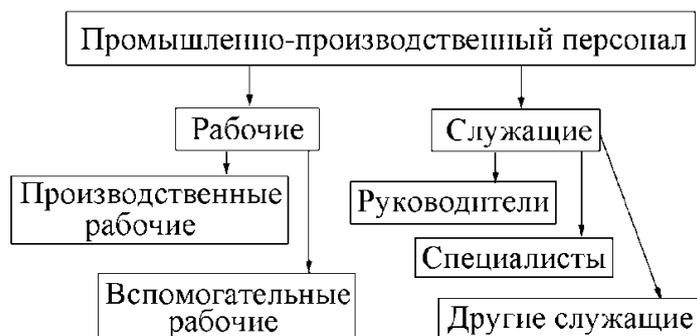


Рис. 36. Состав промышленно-производственного персонала

К промышленно производственному персоналу относятся работники, занятые непосредственно в производственной деятельности и обслуживании производства: работники основных и вспомогательных цехов, аппарата заводоуправления, лабораторий научно-исследовательских и опытно-конструкторских отделов, вычислительных центров и др.

К непромышленному персоналу относятся работники, обслуживающие непромышленные хозяйства и организации предприятия: сотрудники жилищно-коммунального хозяйства, детских и медицинских учреждений, профилакториев, учебных заведений и курсов, состоящих на балансе предприятия.

2. По имущественным отношениям:

- а) собственники предприятия;
- б) наемные работники.

3. По месту основной работы:

- а) состоящие в штате;
- б) не состоящие в штате.

4. По категориям:

- а) рабочие;
- б) служащие.

Рабочие подразделяются на производственных и вспомогательных.

К категории **служащих** относятся: специалисты, руководители, технические исполнители (рис. 3б).

5.1. Производственные рабочие

Производственные (основные) рабочие – выполняют операции технологического процесса и производят продукцию.

Каждый рабочий имеет соответствующую профессию.

Профессия – это совокупность специальных теоретических знаний и практических навыков, необходимых для выполнения определенного вида работ в какой – либо отрасли производства.

Внутри профессии имеется деление на специальности.

Специальность – требует дополнительных навыков и знаний для выполнения работы на конкретном участке производства.

Так, например, профессия токарь включает специальности: токарь-карусельщик, токарь-расточник, токарь-револьверщик и т.д.

Наименование профессий и специальностей производственных (основных) рабочих

Наладчики: автоматических линий и агрегатных станков; автоматов и полуавтоматов; зубофрезерных автоматов и полуавтоматов; зуборезных и резбофрезерных станков; станков и манипуляторов с ПУ; технологического оборудования; шлифовальных станков.

Операторы: автоматических и полуавтоматических линий, станков и установок, станков с программным управлением

Токари и слесари: токарь, токарь-затыловщик, токарь-карусельщик, токарь-расточник, токарь-револьверщик, слесарь механосборочных работ.

Чистка, правка, разметка, резка: чистильщик металла, отливок, изделий и деталей; правильщик вручную, правильщик на машинах, разметчик, резчик на пилах, ножовках и станках.

Выполнение операций на станках: станочник широкого профиля, фрезеровщик, автоматчик, сверловщик, строгальщик, зуборезчик, резбо-нарезчик на специальных станках, резбофрезеровщик, протяжник, долбежник, гравер.

Шлифование, полирование, доводка: шлифовщик, полировщик, доводчик-притирщик, зубошлифовщик, шевинговальщик.

Моечные операции: мойщик-сушильщик металла, промывщик деталей и узлов.

Каждый рабочий имеет соответствующую квалификацию.

Квалификация – это совокупность знаний и практических навыков, позволяющих выполнять работы определенной сложности. Квалификация рабочих определяется разрядами.

Расчет количества производственных рабочих

для цехов единичного и серийного типов производства

По виду работы (специальности) и по квалификации (разрядам) количество рабочих может определяться двумя способами:

– по количеству общего нормированного времени, необходимого для изготовления годовой программы изделий;

– по количеству станков (принятому по результатам расчетов или заданному количеству станков).

Количество производственных рабочих по количеству общего нормированного времени, необходимого для изготовления годовой программы изделий (кроме производственных рабочих автоматических линий, операторов-наладчиков оборудования и операторов-наладчиков, обслуживающих модули в ГПС), определяется [1, 5, 8]:

$$P_{\text{ст}} = \frac{T_{\text{ст-ч.}}}{\Phi_{\text{э.р}} K_{\text{м.о}}}, \quad (96)$$

где $T_{\text{ст-ч.}}$ – станкочасовое количество обработки годовой программы, в станко-часах;

$\Phi_{\text{э.р}}$ – эффективный годовой фонд времени работы рабочего, ч,

$K_{\text{м.о.}}$ – коэффициент многостаночного обслуживания (табл. 1.П9, табл. 4.П9).

Расчет производственных рабочих по количеству станков:

$$P_{\text{ст}} = \frac{\Phi_{\text{э.об}} C_{\text{п}}}{\Phi_{\text{э.р}} K_{\text{м.о}}}. \quad (97)$$

где $\Phi_{\text{э.об}}$ – эффективный годовой фонд времени работы оборудования, ч;

$\Phi_{\text{э.р}}$ – эффективный годовой фонд времени работы рабочего, ч;

$C_{\text{п}}$ – количество основного оборудования, шт;

$K_{\text{м.о.}}$ – коэффициент многостаночного обслуживания (табл. 1.П9, табл. 4.П9).

Коэффициент многостаночного обслуживания при укрупненных расчетах принимают по среднему значению $K_{\text{м.о}}$ по цеху (участку) (табл. 4.П9). Коэффициент многостаночного обслуживания может быть уточнен после графического изображения планировки и путем анализа времени обработки на станке.

Число производственных рабочих для первой смены принимается в процентном отношении от общего количества производственных рабочих и зависит от типа производства (табл. 7. П9).

В крупносерийном и массовом производстве производственные рабочие имеют профессии (табл. 2.П9, 3.П9, 5.П9, 6.П9):

- операторы автоматических линий, функции которых – запуск в производство новой детали на автоматическую линию, т.е. освоение нового ТП (табл. 3.П9);
- наладчики автоматических линий, которые обеспечивают нормальную бесперебойную работу линии, т.е. осмотр и обслуживание оборудования (табл. 6.П9, 5.П9);
- операторы-наладчики гибких производственных модулей.

Расчет количества производственных рабочих автоматических линий производится по двум профессиям: оператор и наладчик, согласно нормам обслуживания, приведенным (табл. 2.П9, 3.П9, 5.П9, 6.П9).

В условиях МС и СС производства использование наладчиков на универсальном оборудовании не рекомендуется, так как рабочие имеют высокую квалификацию и наладку оборудования выполняют сами.

В КС и М производстве при трехсменной работе в первую смену работает 50%, во вторую 30% в третью 20 % операторов-наладчиков (табл. 7.П9).

После всех расчетов число производственных рабочих уточняется в зависимости:

- размещения оборудования и на основе разработанных планировок;
- возможности применения многостаночного обслуживания, т.е. возможности обслуживания одним рабочим нескольких станков одной либо смежных линий.

5.2. Вспомогательные рабочие

Вспомогательные рабочие – занимаются обслуживанием технологических процессов.

Вспомогательные рабочие не принимают непосредственного участия в изготовлении продукции.

Функции вспомогательных рабочих: техническое обеспечение производственных участков и линий запчастями, оснасткой, режущим инструментом, СОТС и др.

Профессии и специальности вспомогательных рабочих

Заточка инструмента: токарь-затыловщик, насекальщик напильников, рашпилей и пил, точильщик, электрозаточник.

Контролеры: контролер деталей и приборов, контролер измерительных приборов и специального инструмента, контролер материалов, металлов, полуфабрикатов и изделий, контролер станочных и слесарных работ, контролер электромонтажных работ юстировщик деталей и приборов. Численность контролеров можно принимать в % отношении от количества основных станков (табл. 9.П9).

Складирование, комплектование и установка: кладовщики, комплектовщик изделий и инструмента, грузчик, подсобный рабочий, рабочий по установке деталей на полеты, спутники, в приспособления и др. Их численность можно принимать по табл. 10.П9.

Транспортные работы: водитель погрузчика, водитель электро- и автотележки, водитель напольного транспорта, машинист-крановщик, стропальщик, транспортировщик. Их численность можно принимать по табл. 12.П9, 13.П9.

Слесари: слесарь по контрольно-измерительным приборам и автоматике, слесарь-сборщик приборов, слесарь-электромонтажник.

Приготовление составов: аппаратчик приготовления компаундов, клеевар.

Испытатели: испытатель деталей и приборов, испытатель приборов, испытатель агрегатов, приборов и чувствительных элементов.

Уборка: уборщик производственных помещений, уборщик служебных помещений, водитель транспортно-уборочной машины. Их численность можно принимать по табл. 14.П9.

Укрупненно численность вспомогательных рабочих можно принимать в % отношении от основных производственных рабочих (табл. 8.П9).

При детальном проектировании численность вспомогательных рабочих определяют по нормам обслуживания (по трудоемкости работ).

Численность вспомогательных рабочих по сменам : в первую смену в Е, МС производствах – 65%, в СС производстве - 60%, в КС, М производствах 55% (табл. 7.П9).

5.3. Служащие

Служащие – выполняют административно-хозяйственные функции, ведут финансирование, решают социально-бытовые вопросы, а также ведут учет и статистический учет.

Из группы служащих выделяются три категории: руководители, специалисты, технические исполнители.

Руководители - это работники, занятые на руководящих должностях различного уровня (менеджеры разного уровня).

Наименование должностей руководителей: мастер, мастер вспомогательного участка, мастер производственного участка, мастер смены, мастер цеха, начальник смены, начальник участка, начальник цеха.

Специалисты – это работники, занятые инженерно-техническими, экономическими, бухгалтерскими, юридическими и другими видами деятельности (ИТР, СКП).

Наименование должностей специалистов: инженер, инженер-конструктор, инженер-контролер, инженер-технолог, инженер-электроник, конструктор, механик, механик цеха (участка)

Инженер по: механизации и автоматизации производственных процессов, механизации трудоемких процессов, комплектованию оборудования и материалов, метрологии, инструменту, наладке и испытаниям, нормированию труда, организации труда, качеству

Техник по: механизации трудоемких процессов, по нормированию труда, а также техник, техник-конструктор техник-технолог, технолог диспетчер, экономист.

Технические исполнители – это работники, осуществляющие подготовку и оформление документов, учет и контроль, хозяйственное обслуживание (делопроизводители, секретари, агенты и др.).

Наименование должностей технических исполнителей: архивариус, кассир, копировщик технической документации, оператор диспетчерской службы, секретарь, табельщик, учетчик, чертежник.

Численность служащих для цехов может быть принята по табл. 15.П9, 17.П9.

Для участков состав и количество служащих принимается в зависимости от спроектированной производственной структуры и производственной необходимости тех или иных служащих.

Для первой смены число служащих принимают 70% от общего количества (табл. 7.П9).

5.4. Руководство производственной деятельностью

Для осуществления непосредственного руководства деятельностью предприятием создается служба управления. Структура службы управления и количественный состав могут быть различными в зависимости от типа производства, численности работающих, формы собственности предприятия, организационной структуры управления и др. [4, 5, 8]

На промышленных предприятиях используется многоуровневая система управления.

Высший уровень управления предприятием может быть представлен председателем совета директоров, президентом, вице-президентом, правлением, генеральным директором. Эта группа управленцев вырабатывает политику предприятия и способствует ее практической реализации.

Средний уровень управления – это руководители отделов, начальники цехов, лабораторий и т.д., которые обеспечивают реализацию политики функционирования предприятия и отвечают за доведение более детальных заданий до подразделений и отделов, а также за их выполнение.

Низший уровень управления – это мастера, бригадиры, и другие администраторы, ответственные за доведения конкретных заданий до непосредственных исполнителей.

В зависимости от характера связей между различными структурными подразделениями предприятия различают следующие **типы организаци-**

онных структур управления: линейную, функциональную, линейно-функциональную, матричную и др.

Линейная структура управления характеризуется тем, что во главе каждого структурного подразделения находится руководитель, наделенный всеми полномочиями, осуществляющий единоличное руководство подчиненными ему работниками и сосредотачивающий в своих руках все функции управления (рис.37) . Линейная организационная структура применяется на предприятиях Е, МС производства, при изготовлении конструктивно простых изделий с несложной технологией, при отсутствии разветвленных кооперированных связей.



Рис. 37. Схема линейной организационной структуры управления

Линейная организационная структура управления имеет следующие преимущества: единство и четкость распорядительства, согласованность действий исполнителей, простота управления, четко выраженная ответственность, оперативность принятия решений; личная ответственность руководителя за конечные результаты деятельности своего подразделения.

К недостаткам относят: высокие требования к руководителю, отсутствие звеньев по планированию, подготовке решений, перегрузка информацией, концентрация власти.

Функциональная структура управления осуществляется совокупностью подразделений, специализированных на выполнении конкретных

видов работ, необходимых для принятия решений в системе линейного управления (рис.38).



Рис. 38. Схема функциональной организационной структуры управления

На таких предприятиях специалисты одного профиля объединены в специализированные структурные подразделения, например, отдел маркетинга, технологический отдел, конструкторский отдел и т.п.

Функциональная система существует наряду с линейной системой, что создает двойное подчинение для исполнителей.

Функциональная структура управления применяется на предприятиях с ограниченной номенклатурой, со стабильными внешними условиями (металлургическая промышленность, сырьевые материалы), при решении стандартных управленческих задач.

К преимуществам такой структуры управления относятся: высокая компетентность специалистов, отвечающих за осуществление конкретных функций, уменьшения потребностей в специалистах широкого профиля и др.

К недостаткам следует отнести: чрезмерную заинтересованность в реализации целей и задач «своих» подразделений, а не всего предприятия, что ведет к конфликтам, длительность процедур принятия решений; относительно застывшая организационная форма, трудно реагирующая на изменяющиеся условия производства, трудности в поддержании постоянных взаимосвязей между различными функциональными службами.

Линейно-функциональная структура управления характерна для крупных предприятий М, КС типа производства, в которой, наряду с

функциональными органами, вводятся линейные с целью недопущения перегрузки руководства (рис.39).

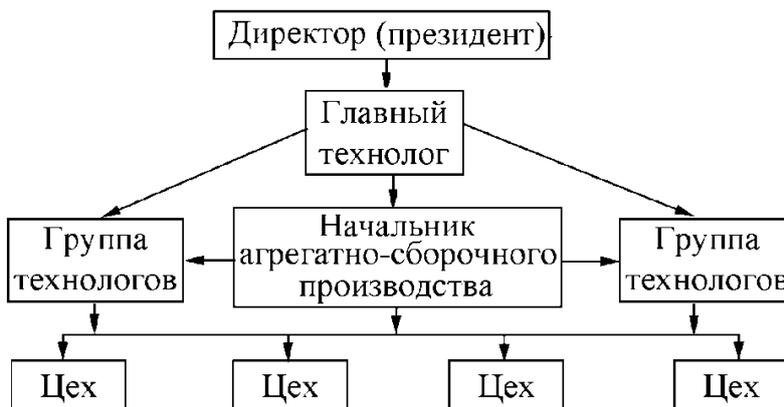


Рис. 39. Схема линейно-функциональной структуры управления

Функциональные отделы подразделяют на более мелкие функциональные отделы. Например, введение начальника агрегатно-сборочного производства и т.п.

При этом необходимо соблюдать осторожность, чтобы введенное линейное подразделение не ставило свои цели выше целей предприятия.

Матричная организационная структура управления— она создается путем совмещения структур двух видов: линейной и программно-целевой (рис. 40).

При функционировании программно-целевой структуры управляющее воздействие направлено на выполнение определенной целевой программы (задачи), в решении которой участвуют все звенья предприятия.

Руководители программы несут ответственность как за ее исполнение в целом, так и за координацию и качественное выполнение функций управления.

В соответствии с линейной структурой строится управление отдельными сферами деятельности предприятия (по вертикали): производство, сбыт, снабжение и т.д.

В рамках программно-целевой структуры организуется (по горизонтали) управление программами (выпуск нового изделия, проект рекон-

струкции производства и т.п.), назначаются руководители программ, заместители, исполнители.

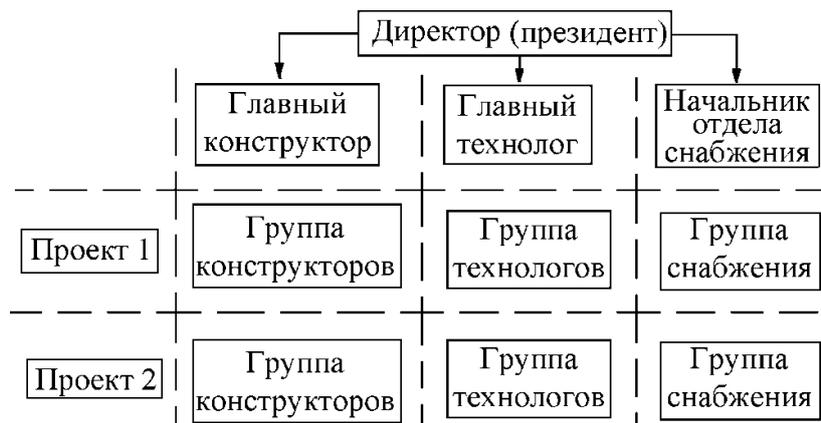


Рис. 40. Схема матричной структуры управления

Матричная организационная структура управления применяется при необходимости производства сложных изделий в сжатые сроки, внедрении новых технологических процессов и быстрого реагирования на конъюнктурные колебания рынка.

К преимуществам матричной структуры управления относят: возможность быстрого реагирования и адаптации к изменяющимся внутренним и внешним условиям; увеличение мотивационной деятельности персонала за счет децентрализации управления и усиления демократических принципов руководства; усиление контроля за выполнением отдельных задач программы; сокращения нагрузки на руководителей высшего уровня и др.

Недостатками матричной структуры являются: сложная структура соподчинения; необходимость постоянного контроля за соотношением распределения ресурсов между задачами; присутствие нездорового соперничества между руководителями программ и др.

Функциональное назначение наиболее применяемых отделов на машиностроительных предприятиях следующее:

Отдел главного конструктора – проектирует и внедряет в производство новые и совершенствует выпускаемые конструкции изделий, руководит изготовлением и испытанием опытных образцов новых изделий или их составных частей.

Отдел главного технолога – проектирует и внедряет в производство прогрессивные технологические процессы и специальное технологическое оснащение, контролирует соблюдение технологии в основных цехах завода.

Отдел по механизации и автоматизации – выявляет объекты механизации и автоматизации, проектирует средства по механизации и автоматизации, оказывает помощь при внедрении этих средств в цехах.

Инструментальный отдел – определяют потребность завода в технологической оснастке, проводит технический надзор за эксплуатацией оснастки и т.д.

6. СИСТЕМА УТИЛИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОТХОДОВ

6.1. Организация системы удаления, транспортирования, сбора и переработки стружки

Основные этапы утилизации стружки: дробление на станке, удаление из зоны станка, транспортирование от станка в отделение переработки стружки, переработка стружки (переплавка, в брикеты, и т.д.).

Для принятия необходимых решений при организации удаления, сбора и переработки стружки необходимо: подсчитать массу снимаемой стружки, установить вид стружки; выбрать систему организации ее сбора, удаления, транспортирования и переработки; выбрать вид транспортных средств для удаления стружки и определить их количество; разработать систему переработки (утилизации) стружки; при необходимости спроектировать отделение (цеховое, заводское) для ее переработки.

Массу снимаемой стружки можно определить для каждого участка в единицу времени (кг/ч) и (или) годовое количество снимаемой стружки, образующейся на 1 м² площади подразделения (цеха, участка);

Для определения годовой массы снимаемой стружки в тоннах в год необходимо воспользоваться формулой [1]:

$$Q_{\text{стр.год}} = \frac{\sum_{i=1}^n D_i (q_{zi} - q_{di})}{1000}, \text{ Т,} \quad (98)$$

где D – годовое количество изготавливаемых деталей различных наименований, шт; n – число разных деталей (групп); q_{zi} – масса i -й заготовки; q_{di} – масса i -й детали, кг.

Разделив полученное значение массы стружки на площадь производственного подразделения, получим массу снимаемой стружки в тоннах в год на 1 м² данного подразделения.

Определение массы снимаемой стружки в кг/ч:

$$Q_{\text{стр}} = \frac{\sum_{i=1}^n D_i (q_{зi} - q_{ди})}{\Phi_{\text{э.об}}}, \text{ кг/ч,} \quad (99)$$

где $\Phi_{\text{э.об}}$ – эффективный годовой фонд времени работы оборудования.

Масса снимаемой стружки может производиться отдельно для разных обрабатываемых участков, в этом случае общую массу стружки для цеха определяют сложением полученных масс.

При укрупненных расчетах массу стружки можно принимать равной 10-15 % от массы готовых деталей.

При обработке деталей из различных материалов получается различная стружка: стальная, чугунная, цветных металлов и сплавов. Вид образовавшийся стружки может быть различным: элементобразная, жгутик, вьюн, саблеобразная и т.д. Классификация вида металлической стружки для различных материалов приведена в табл. 1.П10.

Для более удобной транспортировки стружки применяют различные способы ее дробления: применением различных конструкций режущей части инструмента; применением различных стружколомов; прерывистым и вибрационным резанием и др.

Для удаления стружки из зоны станка используют следующие методы:

1. Ручной способ, при котором стружку удаляют с помощью крючков, скребков, совков, щеток.
2. Механический способ, при котором стружку удаляют с помощью встроенных в станки транспортеров.
3. Пневматический способ, при котором стружку удаляют с помощью пневматических устройств нагнетательного или всасывающего действия. Способ может быть использован только для элементной стружки.

Достоинство данного способа в том, что он позволяет удалять не только стружку, но и пыль из зоны обработки, что обеспечивает чистоту обрабатываемых поверхностей, снижение запыленности помещений и др.

Для транспортирования стружки в отделение переработки ис -

пользуют следующие методы: механизированный, автоматизированный, комбинированный.

Механизированный способ при котором сбор стружки осуществляется в специальную тару с использованием ручного труда и средств механизации, которую потом доставляют с использованием транспортных средств (электротележки и т.д.) в отделение по переработке стружки. Данный способ применяют при выходе стружки до 0,3 тонн в год, приходящейся на 1 м² площади цеха, или до 300 кг/ч, а также для уборки стружки из разнородных материалов.

Автоматизированный способ при котором сбор стружки осуществляется линейными и магистральным транспортером которые перемещают стружку от станков в отделение переработки стружки (рис. 41). Применяется способ при выходе стружки 0,65-1,2 тонн на 1 м² площади цеха, или свыше 600 кг/ч.

Система непрерывной уборки стружки требует значительных затрат, состоящих из стоимости конвейеров, каналов и тоннелей и затрат на их содержание.

Комбинированный способ при котором сбор стружки осуществляется от станков линейным транспортером, расположенным вдоль станков, в специальную тару, находящуюся в углублении пола. Заполненная стружкой тара вывозится на накопительную площадку или в отделение переработки. Применяется способ при выходе стружки 0,3-0,65 тонн в год на 1 м² площади подразделения, или от 300 до 600 кг/ч.

Линейные конвейеры (рис. 41) располагаются в непроходных каналах глубиной 600...700 мм, а магистральные – в тоннелях глубиной до 3000 мм.

Выбор способа транспортирования можно осуществить по рекомендациям, приведенным в табл. 3.П10.

Условные изображения конвейеров транспортирования стружки, применяемые на планировках участков обрабатывающего производства, даны табл. 5.П12, 7.П12.

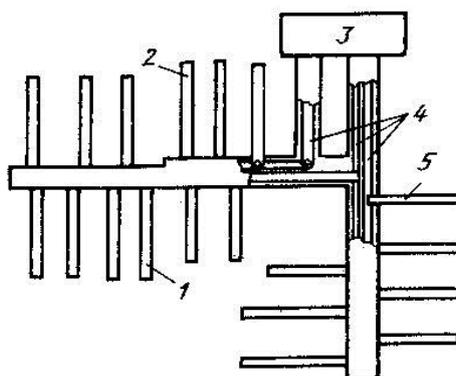


Рис. 41. Схема комплексно-автоматизированного сбора

и транспортирования стружки при количестве ее более 5000 т/год:

1, 2, 5 – линейные конвейеры соответственно для алюминиевой, стальной и чугуновой стружки; 3 – отделение сбора и переработки стружки; 4 – магистральные конвейеры

Отделение для переработки стружки может проектироваться для каждого обрабатывающего цеха или для завода. В этих отделениях может осуществляться полная переработка стружки или неполная.

Технология переработки стружки зависит от материала стружки, ее состояния (сухая, сырая, элементарная, вьюн и т.д.). При этом используются следующие технологические операции; грохочение, дробление, обезжиривания, магнитная сепарация, брикетирование.

Грохочение – применяется для сортировки стружки по крупности просеиванием через решетки, сита и т.д., с использованием механических устройств, грохотов различных конструкций.

Дробление стружки производится на различных типах дробильных устройств для дробления витой и сливной стружки.

Обезжиривание – предусматривается для удаления масел, эмульсии и влаги с использованием для этого центрифуг, моечных и сушильных установок, печей.

Магнитная сепарация – применяется для извлечения из стружки включений других металлов.

Брикетирование – формирование из стружки брикетов, осуществляется в холодном или нагретом состоянии. Брикетирование стружки в холодном и нагретом состоянии осуществляется в гидравлических прессах.

Брикетирование стружки в нагретом состоянии уменьшает сопротивление деформированию и способствует удалению загрязнений и влаги.

Стружку прессуют в брикеты цилиндрической формы диаметром 140-180 мм, высотой 40-100 мм и массой 5-8 кг.

Брикетированию подвергается сухая и неокисленная стружка одного вида, не содержащая посторонних примесей, с длиной элемента до 40 мм для стальной и 20 мм для чугуновой стружки (табл. 1.П10). Прессование выюнообразной стружки целесообразно проводить в отожженном состоянии.

Переработка стружки (брикетированием) считается экономически выгодной при выходе стальной стружки – 2,7 т/ч; чугуновой – 1,5 т/ч; алюминиевой – 0,5 т/ч.

Если интенсивность образования стружки в цехе меньше указанных значений, то создают централизованное отделение по переработке стружки для нескольких цехов завода.

Также применяют метод переработки стружки в металлический порошок для получения затем деталей методами порошковой металлургии, что делает механическую обработку резанием безотходной. Сложность получения металлического порошка обусловлена необходимостью увеличения хрупкости материала стружки для последующего её измельчения. Для чего созданы установки, на которых после предварительного дробления и обезжиривания производится охлаждение стружки жидким азотом или твердой углекислотой и последующее её измельчение.

Организация переработки стружки строится по схемам.

- 1. Централизованная** система применяется при наличии на заводе нескольких обрабатывающих цехов с небольшим выходом стружки (до 1т/ч) в каждом из них. В этом случае предусматриваются общезаводское отделение переработки стружки.
- 2. Децентрализованная** система применяется при наличии на заводе одного или нескольких обрабатывающих цехов с большим выходом стружки (более 1 т/ч). В этом случае предусматриваются цеховые отделения для переработки стружки.

3. Смешенная система применяется в тех случаях, когда операции подготовки к брикетированию стружки (дробление, обезжиривание) выполняются в цехах, а брикетирование – в заводском отделении.

4. Некомплексная система, при которой предусматриваются только отделения для дробления и обезжиривания (цеховые или заводское отделение), из которых стружка вывозится для сдачи за пределы завода или в собственные литейные цеха.

Цеховые отделения сбора и переработки стружки размещают у наружной стены здания, вблизи от выезда из цеха, часто их размещают в подвальных помещениях с пандусом для выезда.

При проектировании подсистемы транспортирования и переработки стружки необходимо учитывать следующие положения:

1. Станки участков и линий группировать по видам обрабатываемых материалов, располагая линейные конвейеры с тыльной стороны линий.
2. Один конвейер может обслуживать две технологические линии.
3. Учитывая сложность транспортирования витой стружки, целесообразно приближать участки с оборудованием, на котором образуется витая стружка, к отделению переработки стружки.
4. Линейные конвейеры не должны располагаться под станками.

Площадь отделения для сбора и переработки стружки

Площадь отделения для сбора и переработки стружки (табл. 3.П2).

$$S_{\text{отд стр}} = (0,03 \dots 0,04) S_{\text{осн. пр}}, \quad (100)$$

где $S_{\text{осн. пр}}$ – производственная площадь цеха.

Площадь отделения для сбора и переработки стружки определяется в зависимости от количества производственного оборудования цеха.

6.2. Конвейеры для транспортирования стружки, их конструкции и описание

Для транспортирования стружки применяют различные виды конвейеров. Выбор вида конвейера для транспортирования стружки можно произвести по табл. 2.П10. Рассмотрим конструкции наиболее часто исполь-

зубчатых конвейеров, технические характеристики которых приведены в табл. 4.П10 – табл. 8.П10.

Винтовые конвейеры уборки стружки

Винтовые конвейеры могут быть смонтированы под полом производственных участков в перекрытых траншеях, а также на полу цеха (участка) на специальных металлоконструкциях [2].

Одновинтовой конвейер (рис. 42) предназначен для транспортирования металлической элементарной стружки (табл. 2.П10), и его применяют в качестве линейного (табл. 3.П10).

Конвейер содержит привод *1*, двухшарнирную муфту *2*, винт левый *3*, желоб *4*. Привод смонтирован на отдельной раме и состоит из соединенных клиноременной передачей электродвигателя и редуктора. Муфта *2* – предохранительная с конечным выключателем. Муфта устанавливается на опорных подшипниках. Секции винта (кроме конечной) изготавливаются длиной 2 м. Конечная секция может иметь длину в пределах 1,0–2,5 м, что позволяет получить необходимую длину трассы с точностью до 0,5 м. Секции желобов по своей длине соответствуют длине секций винта. Скорость изменяется при помощи сменных шкивов в клиноременной передаче.

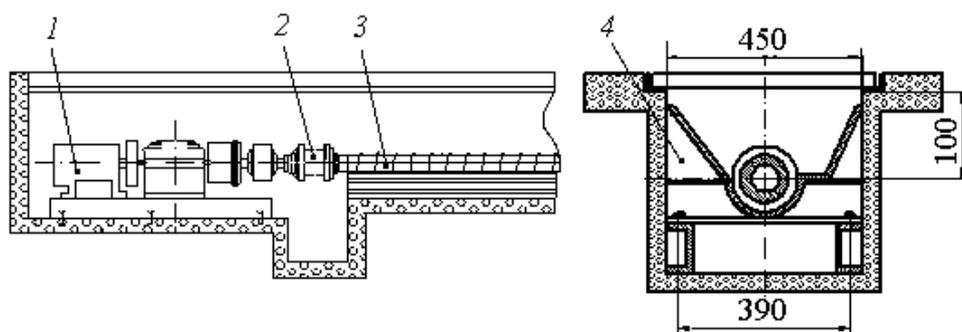


Рис. 42. Одновинтовой конвейер:

1 – привод; *2* – муфта двухшарнирная; *3* – винт левый; *4* – желоб

У винтовых конвейеров длиной до 40 м отдельные секции винтов жестко соединены между собой. При длине трассы свыше 40 м секции винтов через каждые 20 м соединены шарнирно, что обеспечивает более равномерный износ лопастей винта и внутренних поверхностей желоба по

всей длине трассы. Винты выполнены утяжеленными для предотвращения выброса транспортируемой стружки из желоба силами упругой деформации.

Двухвинтовой конвейер (рис. 43) предназначен для транспортирования витой и элементной стружки и применяется в качестве как линейного, так и магистрального транспортирующего средства (табл. 3.П10).

Транспортирующие винты 5, 6 конвейера свободно лежат на дне желоба 4. Встречное и обратное (правое и левое) вращение винтов осуществляется через раздаточную коробку. У двухвинтового конвейера раздаточная коробка установлена вместо опорного подшипника. Техническая характеристика винтовых конвейеров приведена в табл. 4.П10.

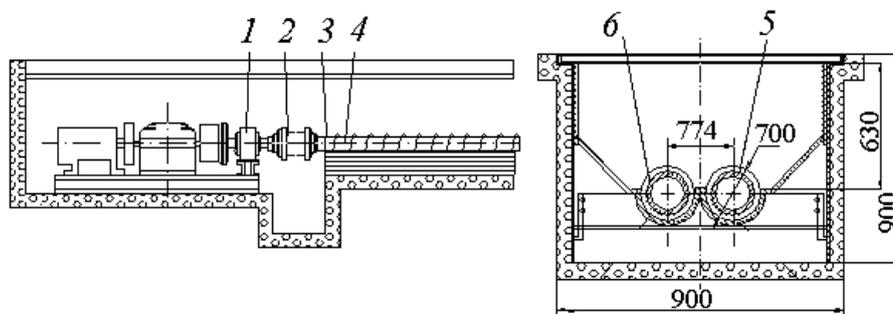


Рис. 43. Конвейер двухвинтовой:

- 1 – привод; 2 – муфта двухшарнирная; 3 – боковина; 4 – желоб;
5 – винт левый; 6 – винт правый

Скребокковые конвейеры уборки стружки

Конвейеры скребкового типа (табл. 5.П10) рекомендуются в качестве магистрального транспортного средства для уборки элементарной стружки [2].

Данные конвейеры имеют закрытый каркас 1, нижняя часть которого образует желоб 2 для перемещения груза (рис. 44). Тяговые цепи 3 совместно со скребками 4 и проходят внутри каркаса 1, огибая концевые звездочки – приводную 5 и натяжную 6. Нижняя ветвь 7 цепи скользит по дну желоба 2 и перемещает транспортируемый груз (стружку); обратная ветвь 8 цепи располагается в верхней части каркаса и движется по направляющим 9.

Конвейеры для транспортирования стружки оснащаются низкими скребками. Груз, засыпанный в любом месте горизонтального желоба, перемещается цепью со скребками 5 сплошным слоем, высота которого на горизонтальном участке значительно выше высоты скребков. Такое перемещение возможно потому, что сила сдвига (сцепления) частиц груза выше, чем сопротивление трения их о дно и стенки желоба. Поэтому конвейеры с низкими скребками называют также конвейерами с погруженными скребками. Конвейеры с низкими скребками могут иметь углы наклона до 60° . Конвейер позволяет транспортировать грузы с температурой до 700°C . Технические характеристики конвейеров типа КПС приведены в табл. 5.П10.

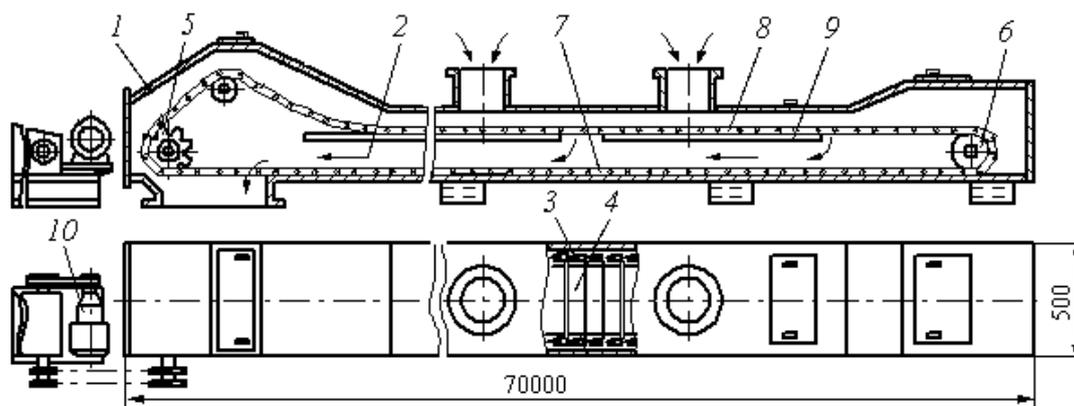


Рис. 44. Конвейер КПС-500Т с погруженными скребками:

1 – каркас; 2 – желоб; 3 – цепь; 4 – скребок; 5 – приводная звездочка; 6 – натяжная звездочка; 8 – нижняя цепи; 8 – обратная ветвь цепи; 9 – направляющие; 10 – привод

Разработаны конвейеры скребкового типа, выполняющие функции не только транспортировки, но и сортировки, дробления металлической стружки. Скребки снабжены Г-образными крюками. Стружка падает на ходовую часть конвейера из бункеров, воронок, либо непосредственно от технологического оборудования. В процессе транспортировки стружка разрывается и измельчается неподвижными пластинчатыми ножами, зубья которых под углом направлены против хода тягового органа, после чего падает на днище короба и передвигается скребками, скользящими по днищу. При подходе скребков к концевому участку конвейера транспортируемая дробленая стружка проваливается в приемные камеры

через множество отверстий (диаметр от 20 до 40 мм), расположенных в шахматном порядке, что позволяет транспортировать стружку по фракциям. Тип конвейера ТСС-300В3, производительность 1,5 т/ч, скорость движения цепи 0,2 м/с. Длина конвейера до 100 м.

Штанговые скребковые конвейеры уборки стружки

Витая (спиральная) металлическая стружка из многих насыпных грузов является одной из наиболее трудно транспортируемых. Большой объем, сложные переплетения и цепкие связи отдельных спиралей создают значительные трудности при транспортировке.

Для решения этой сложной задачи разработан штанговый скребковый конвейер оригинальной конструкции (рис. 45). Он имеет возвратно-поступательное движение рабочего органа (табл. 6.П10). Конвейер имеет закрытый стальной желоб 1 квадратного сечения (А-А), внутри которого движется штанга 2.

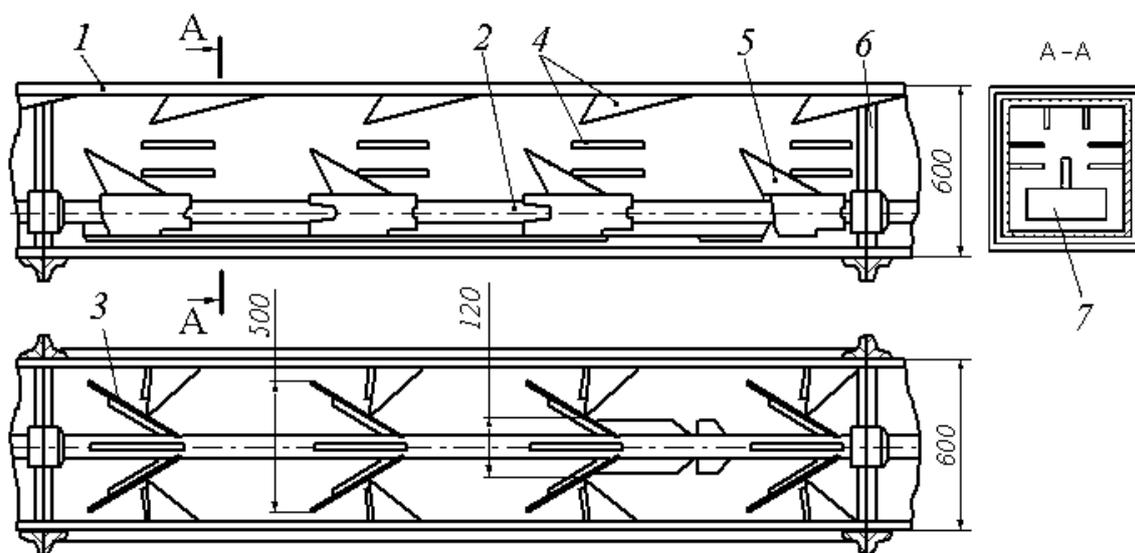


Рис. 45. Штанговый скребковый конвейер КШС:

1 – желоб; 2 – штанга; 3 – скребок; 4 – шипы на желобе; 5 – шипы на штанге;
6 – направляющая; 7 – толкатель

К штанге 2 с определенным шагом в горизонтальной и вертикальной плоскостях прикреплены под острым углом скребки 3. К верхней горизонтальной и боковым вертикальным стенкам желоба 1 прикреплены остроугольные шипы 4. Штанга 2 специальной опорной балкой опирается

на дно желоба *1* и перемещается по нему в направляющих *б*. При помощи гидравлического толкателя *7* штанга движется возвратно-поступательно.

Витая стружка, засыпанная в желоб *1*, захватывается скребками *3* и шипами *5* штанги *2* и перемещается вперед на ее рабочий ход, а при обратном ходе штанги *2* скребки *3* и шипы *5*, имеющие заостренную форму, выскальзывают из вороха стружки, а направленные в противоположную сторону шипы *4* желоба *1* препятствуют обратному движению стружки. В следующий рабочий ход штанга *2* опять проталкивает стружку вперед, и так постепенно стружка перемещается по длине всего желоба *1*.

Недостаток. Штанговый конвейер непригоден для транспортирования мелкой дробленой стружки. Мелкая стружка, попадая в желоб, засоряет направляющие и затрудняет движение штанги.

Достоинства. К его преимуществам относятся простота конструкции, возможность транспортирования витой стружки любого сорта, смоченной маслом и эмульсией. Техническая характеристика штангового конвейера представлена в табл. 6.П10.

Вибрационные конвейеры уборки стружки

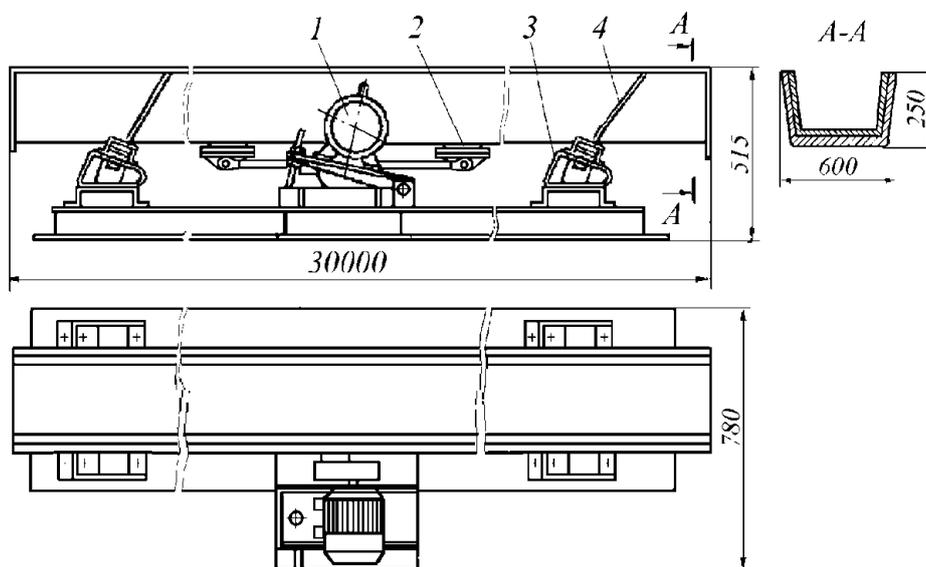


Рис. 46. Виброконвейер типа КВЖМ-600 с эксцентриковым приводом:

- 1* – электропривод; *2* – натяжное устройство; *3* – секция с опорой;
- 4* – упругий элемент

В машиностроении удаление металлической стружки является одной из актуальных проблем механизации. Поскольку конвейеры для удаления стружки располагают обычно в узких траншеях и каналах под станками, то их габариты имеют большое значение. В связи с этим был разработан ряд типоразмеров желобных малогабаритных виброконвейеров типа КВЖМ (табл. 7.П10).

Большие размеры предназначены для удаления стальной винтовой стружки, меньшие – для удаления дробленой стружки (стальной, чугуновой, алюминиевой сухой и смоченной эмульсией или маслом). Отличительной особенностью конвейеров типа КВЖМ является изогнутая рама приводной секции, что обеспечивает легкий доступ к приводу конвейера.

Вибрационный конвейер (табл. 7.П10) представляет собой подвешенный на пружине или установленный на упругих опорах желоб, совершающий колебания с малой амплитудой ($A=0,5-15\text{мм}$) и большой частотой ($n=450-3000$ колебаний в минуту). При этих колебаниях желоб обеспечивает вертикальную составляющую ускорения больше величины ускорения свободного падения груза. Частицы груза отрываются от желоба, и их движение происходит в виде непрерывно следующих один за другим микрополетов. Возбудителями колебаний являются инерционные, электромагнитные, эксцентриковые и поршневые (гидравлические и пневматические) вибраторы.

Виброконвейер типа КВЖМ-600 (рис. 46) состоит из следующих узлов: привода электродвигателя 1 с натяжным устройством 2, секций с опорами 3 и упругими элементами 4. В середине конвейера смонтирован эксцентриковый вибратор с четырьмя расположенными симметрично продольной оси конвейера шатунами. Вращение вала осуществляется от электродвигателя через клиновую передачу. Секции конвейера устанавливаются на резиновых упругих элементах, которые закрепляются в неподвижных опорах. Шаг опор – 2м.

Кроме виброконвейеров с эксцентриковым приводом, широко применяются и виброконвейеры с гидроприводом.

На рис. 47 изображен виброконвейер ВКГ-30 с гидравлическим приводом 1. Конвейер состоит из приводной секции 2, установленной в средней части. Линейные секции 3, 4 расположены поровну по обеим сторонам приводной головки и привода 1, который может располагаться в стороне от конвейера в любом удобном для этого месте.

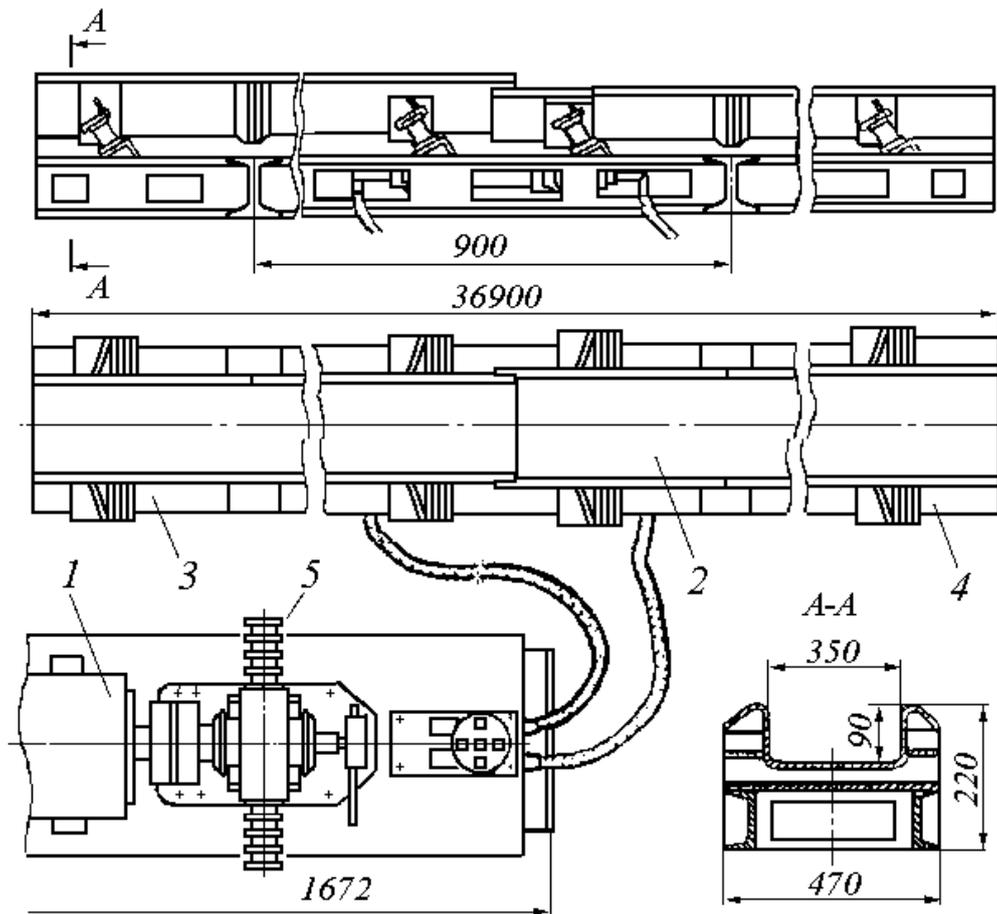


Рис. 47. Виброконвейер ВКГ-30 с гидравлическим приводом:

1 – привод; 2 – приводная секция; 3, 4 – линейная секция; 5 – гидропульсатор

Пластинчатые и пластинчато-игольчатые конвейеры

Для уборки стружки разработаны специальные пластинчатые и пластинчато-игольчатые конвейеры (табл. 8.П10), собираемые из унифицированных узлов. Данные конвейеры рекомендуются в качестве магистральных транспортных средств стружкоудаления [2].

Пластинчатый конвейер изображен на рис. 48. Техническая характеристика пластинчатых и пластинчато-игольчатых конвейеров приведены в табл. 8.П10.

Длина прямых секций составляет 1,5 и 2 м, что позволяет составлять конвейер протяженностью 200 м с интервалом между двумя секциями 0,5 м. Конвейер имеет также угловые секции. Они имеют 8 перепадов в пределах $10-15^\circ$ через каждые 5° . В зависимости от выбранной скорости движения и угла подъема расчетная производительность составляет 3,1- 4,7 т/ч.

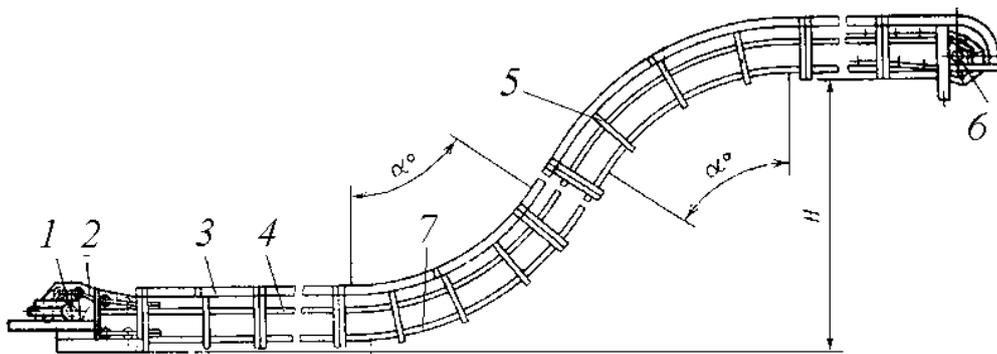


Рис. 48. Пластинчатый конвейер:

1 – натяжная секция; 2 – тяговая роликовая цепь; 3, 4, 5, 7 – секции;
6 – приводная секция; 8 – привод; 9 – борт; 10 – несущее полотно

Приставные пластинчатые конвейеры (рис. 49) со скребками очень удобны при уборке стружки от оборудования. Стружка от станка убирается пластинчатым конвейером в бункер, который стоит на приемном столе. Бункер со стола забирается транспортной тележкой.

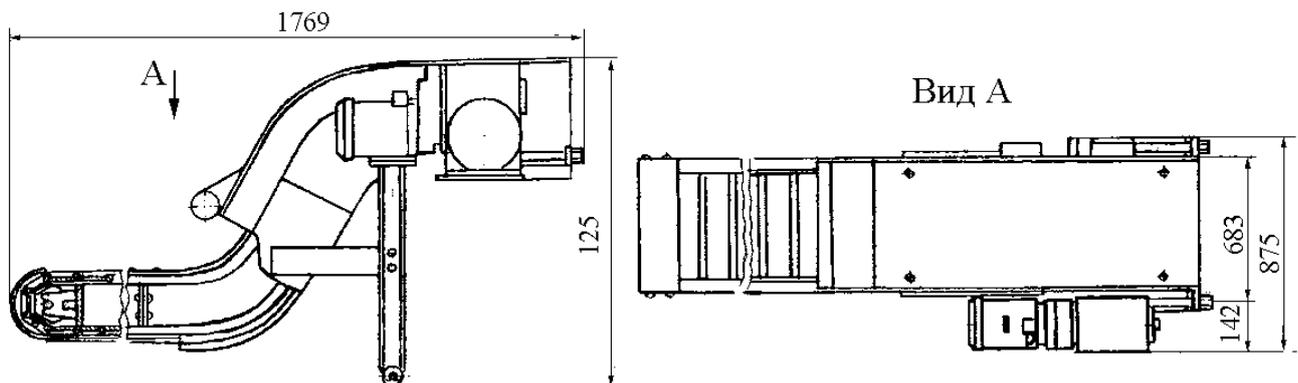


Рис.49. Приставной конвейер для удаления стружки

Пластинчато-игольчатый конвейер. На несущем полотне пластинчато-игольчатого конвейера (рис. 50) предусмотрены иглы, утапливаемые в месте разгрузки на конце конвейера. Скорость конвейера

изменяется сменой звездочек 1, 5 в цепной передаче. Иглы 3, связанные между собой шарнирно, предотвращают обратное сползание стружки на участках подъема трассы конвейера. Для этой же цели могут использоваться гребни (табл. 8.П10).

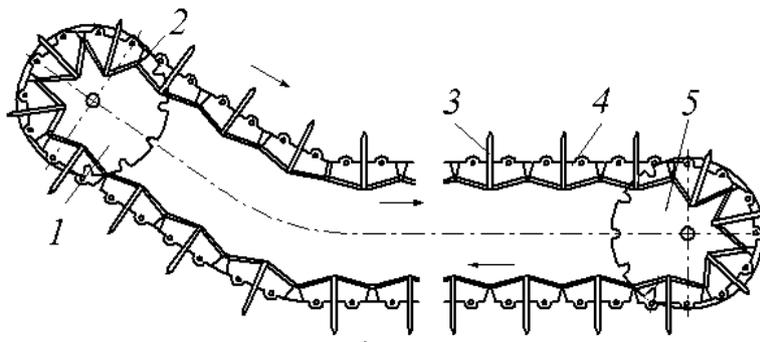


Рис. 50. Схема пластинчато-игольчатого конвейера:

1 – звездочка; 2 – цепь; 3 – игла; 4 – звено цепи; 5 – звездочка

Применяемые для удаления металлической стружки механические конвейеры: винтовые, штанговые, скребковые и ленточные не удовлетворяют машиностроителей из-за их громоздкости, сложности отдельных узлов, недостаточной надежности в работе, быстрого износа, сложности ремонта. Все это ограничивает их применение. Поэтому в ряде случаев более выгодно применять гидравлические и пневматические конвейеры.

Гидроконвейеры служат для транспортирования мелкой стружки из любого металла при обилии СОЖ.

Пневмоконвейеры – для транспортирования чугуной и мелкой алюминиевой и стальной стружки.

6.3. Утилизация СОЖ и масел

Сбор отработанных СОЖ и масел следует производить в маслохозяйствах цехов в емкости по наименованиям масел.

Утилизация отработанных СОЖ, не подлежащих регенерации, может осуществляться как на самом предприятии, так и централизованно на специализированных предприятиях.

Методы обезвреживания отработанных СОЖ подбираются для каждого предприятия в зависимости от условий производства, наличия очистных сооружений и требований природоохранительных органов.

Отработанные водосмешиваемые СОЖ должны быть обезврежены с целью получения технически чистых оборотных и сточных вод.

Чаще всего обезвреживание проводят путем разделения отработанных СОЖ на составляющие фазы различными способами или комбинациями этих способов. Для утилизации отработанных СОЖ используют физико-химические и термические способы.

7. КОМПОНОВКА И ПЛАНИРОВКА ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПЛОЩАДИ

7.1. Основные строительные параметры производственного здания

Основные строительные параметры производственного здания: ширина пролета L , шаг колонн t (рис. 51), высота здания h (табл. 1.П11).

Ширина пролетов L – расстояние между продольными разбивочными осями колонн в поперечном направлении пролета [1, 4, 27].

Ширина пролета L зависит от габаритных размеров оборудования и средств транспорта и может быть:

$L = 6, 9, 12, 18$ м (для легкого машиностроения);

$L = 18$ и 24 м (для среднего машиностроения);

$L = 24, 30$ и 36 м (для крупных изделий и тяжелого машиностроения).

Ширина всех пролетов механического цеха принимается одинаковой.

Шаг колонн t (B_0) – расстояние между поперечными разбивочными осями колонн в продольном направлении [26, 27].

Шаг колонн t зависит от рода применяемого материала для зданий, его конструкции и нагрузок. Шаг колонн принимается равным 6, 12 м.

Расстояние между осями колонн в поперечном и продольном направлении образует **сетку колонн или габаритную схему здания**.

В обрабатывающих цехах наиболее часто применяются сетки колонн $L \times t$: 18×12 ; 24×12 . В тяжелом машиностроении сетки колонн – 30×12 .

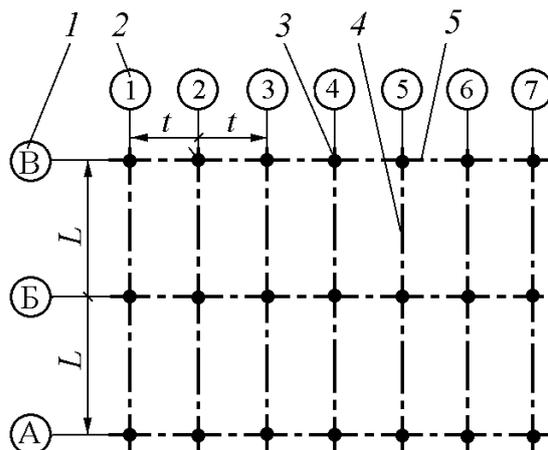


Рис. 51. Габаритная схема здания, состоящего из двух пролетов:

- 1 – обозначение продольных разбивочных осей;
- 2 – обозначение поперечных разбивочных осей; 3 – колонна;
- 4 – поперечная разбивочная ось; 5 – продольная разбивочная ось

Продольные разбивочные оси, образующие пролеты здания, обозначают прописными буквами русского алфавита и проставляются снизу вверх, а поперечные разбивочные оси – арабскими цифрами и проставляются слева направо.

Высота пролетов $6 - 8,4$ м в бескрановых пролетах и $10,8 - 19,8$ в пролетах с использованием кранов (табл. 1.П11).

Здания, имеющие значительную протяженность или состоящие из нескольких объемов с разными высотами и нагрузками, имеют температурные (деформационные) швы для ограничения усилий, возникающих от перепада температур (рис. 52).

Температурные швы разделяют здание на отдельные отсеки (температурные блоки). Размеры между поперечными швами принимаются до 72 м, а между продольными – до 144 м.

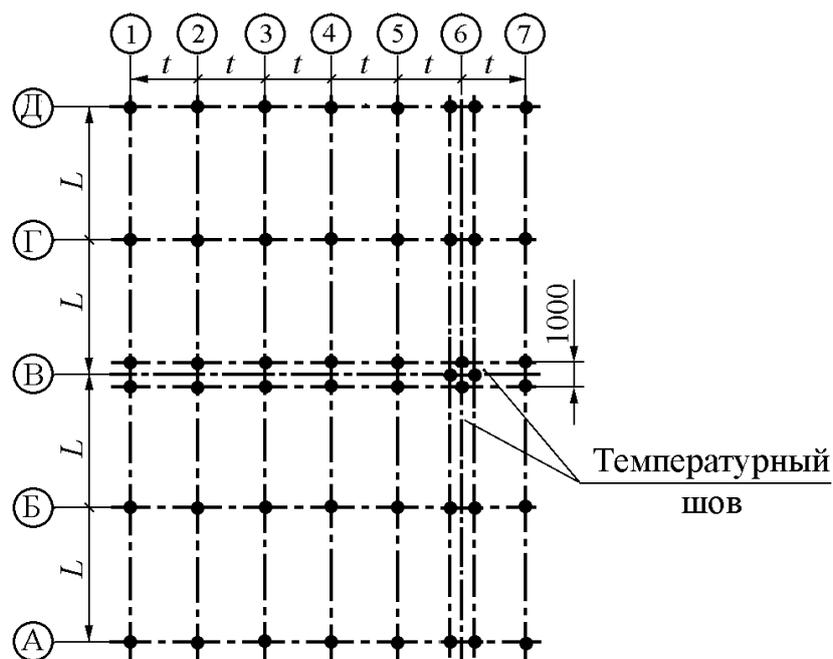


Рис. 52. Температурный шов

7.2. Состав площадей и компоновка цеха (корпуса)

Общая площадь промышленного здания – это сумма основной производственной и вспомогательной площадей (без служебно-бытовой площади).

$$S_{\text{общ}} = S_{\text{осн. пр}} + S_{\text{вс}}. \quad (101)$$

В состав производственной площади включают площади, занимаемые: рабочими местами, вспомогательным оборудованием, находящимся на производственных участках, проходами и проездами между оборудованием внутри производственных участков (кроме площади магистральных проездов) [1, 4, 5, 8].

К вспомогательным площадям обрабатывающих, а также сборочных, механо-сборочных цехов (МСЦ), инструментальных цехов (ИЦ) и заготовительно-монтажных цехов (ЗМЦ) относятся площади вспомогательных и обслуживающих служб и хозяйств и служебных и санитарно-бытовых помещений. На рис. 53 приведен пример компоновки обрабатывающе-сборочного цеха [11].

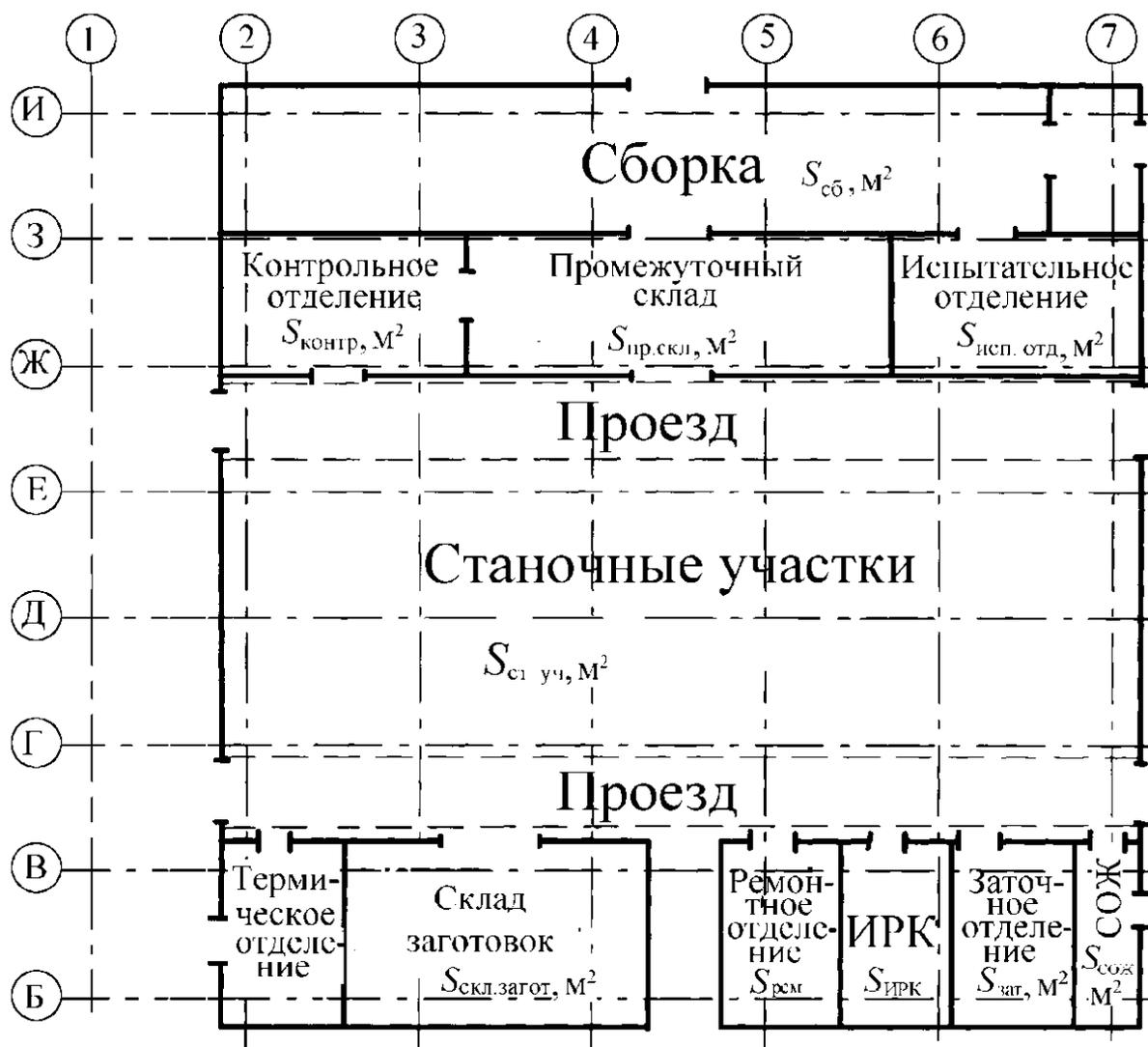


Рис. 53. Пример компоновки обрабатывающего и сборочного цеха

Компоновочным планом называется план, выполненный в заданном масштабе в зависимости от размера здания с нанесением границ производственных и вспомогательных участков, служебно - бытовых помещений и т.д.

Назначение компоновочного плана – взаимная увязка входящих в состав корпуса цехов, отделений и участков; выбор оптимального направления производственного потока и внутрицехового транспорта; анализ грузовых и людских потоков по корпусу (цеху), а также определение наилучшего размещения вспомогательных и бытовых помещений и др.

На компоновочном плане цеха указываются:

- габаритная схема цеха (корпуса) с указанием номера и литеры каждой колонны, стен, перегородок, антресолей, балконов, туннелей;

- ширина пролетов, шаг колонн, общая длина и ширина цеха (корпуса);
- проемы для выездов и въездов для транспорта, расположение проездов, конвейеров, оконные и дверные проемы;
- расположение и грузоподъемность подъёмно-транспортного оборудования;
- системы уборки и переработки стружки, системы подачи СОЖ;
- расположение производственных участков, служебных и бытовых помещений, с указанием формы границ и площади.

Условные обозначения, применяемые на компоновочных планах, приведены в (табл. 1. П12).

Компоновочный план выполняется в масштабах: 1:200, 1:250, 1:400, 1:500.

Основное требование к компоновочному плану, чтобы производственные подразделения и вспомогательные службы были расположены по ходу производственного и технологического процессов, пути перемещений материалов, заготовок, деталей, изделий, отходов были кратчайшими.

7.3. Поиск оптимального компоновочного решения

Синтез элементов производственного подразделения должен производиться на протяжении всего процесса проектирования и имеет три иерархических этапа: компоновки, построения схемы размещения оборудования и планировочный [8].

Этапы проектирования производственного подразделения:

- на первом этапе (компоновочном)– необходимо разместить все производственные подразделения на общей площади,
- на втором – построить схемы размещения оборудования в производственных подразделениях,
- на третьем (планировочном) – окончательно разместить всё производственное оборудование в цеху (на участке) с учетом технологических норм его расположения.

После этапа формирования компоновки производственного подразделения (цеха, участка) образуется система материальных, информационных и энергетических связей, определяющая взаимодействие подразделений цеха (участка). Выбор состава подразделений и формирование связей

между ними проводится на основе принятого при проектировании критерия. При проектировании любого производственного подразделения (цеха, участка) стремятся достигнуть **минимальной** мощности грузопотока, объема циркулирующей информации и потребляемой энергии. Окончательное формирование цеха (участка) происходит на планировочном этапе, когда размещается оборудование цеха (участка).

Задача компоновочного этапа формулируется следующим образом. Заданы множества подразделений цеха (участка) $R = \{r_1, r_2, \dots, r_n\}$, площади этих подразделений $S = \{S_1, S_2, \dots, S_n\}$, величина материальных потоков между ними $Q = \{q_1, q_2, \dots, q_n\}$ и ограничение на размещение этих подразделений.

Требуется найти такое расположение множества R с площадью S и взаимными материальными связями между ними Q , которое обеспечит экстремум функции минимума мощности грузопотока цеха (участка).

В качестве исходных данных при компоновке цеха (участка) необходимо иметь состав основных и вспомогательных подразделений, производственные маршруты перемещений изделий (деталей), величины грузопотока для каждого маршрута и площади каждого подразделения. Маршруты грузопотока можно задавать **списочной структурой, матрицей материальных связей и графом**.

Рассмотрим пример проектирования компоновки цеха [10].

Цех должен состоять из следующих структурных подразделений:

- 1–участка изготовления корпусных деталей площадью 450 м²;
- 2–участка изготовления валов площадью 400 м²;
- 3 – участка изготовления зубчатых колес площадью 360 м²;
- 4– сборочного участка площадью 400 м²,
- 5 – автоматизированного склада площадью 80 м²;
- 6 – инструментально раздаточной кладовой площадью 70 м²;
- 7 – ремонтного отделения площадью 80 м²;
- 8 – контрольного отделения площадью 30 м²;
- 9 – управляющего вычислительного комплекса площадью 40 м².

Рассмотрим случай, когда вход и выход *10* на производственных участках и в цехе совпадают, что сокращает количество холостых пробегов внутрицехового и межоперационного транспорта. Заданы следующие маршруты перемещения изделий и величины грузопотоков (табл. 2).

На первом этапе проектирования компоновки строим граф материальных связей между подразделениями, причем ребра графа отражают величину (не направление) материального потока между ними.

Таблица 2

Производственные маршруты и грузопотоки

Группа изделий	Маршрут	Грузопоток, т/год
Корпусные детали	10-5-1-8-5-4-5-10	1500
Валы	10-5-2-5-4-5-10	1000
Зубчатые колеса	10-5-3-4-5-10	1000
Комплекующие изделия	10-5-4-5-10	500

Из анализа графа материальных связей (рис. 54) видно, что наибольшее значение материального потока с входом-выходом *10* из цеха у автоматизированного склада *5*, который и располагаем около входа-выхода *10* (рис. 57).

Причем склад следует размещать между двумя пролетами, так как в этом случае центр тяжести площади склада будет размещен между наибольшим количеством производственных подразделений, что сократит длину грузопотока всего цеха. При этом длина склада вдоль пролета будет равна 4м при стандартной ширине пролета 24м и ширине магистрального проезда 4м. (рис. 57).

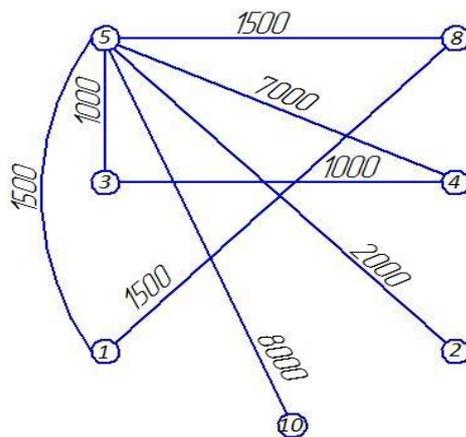


Рис. 54. Граф материальных связей между подразделениями:

1 – участок изготовления корпусных деталей; 2 – участок изготовления валов; 3 – участок изготовления зубчатых колес; 4 – сборочный участок; 5 – склад автоматизированный; 8 – контрольное подразделение; 10 – вход и выход

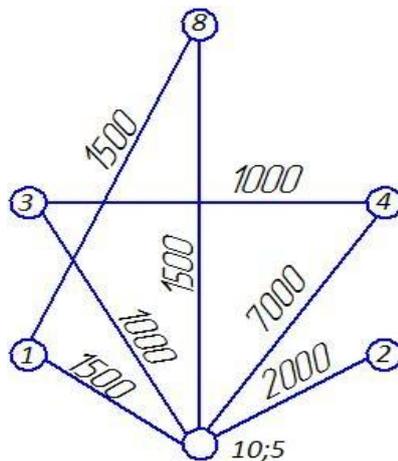


Рис. 55. Граф материальных связей, преобразованный с учетом того, что автоматизированный склад уже размещен в цехе:

1 – участок изготовления корпусных деталей; 2 – участок изготовления валов; 3 – участок изготовления зубчатых колес; 4 – сборочный участок; 5 – склад автоматизированный; 8 – контрольное подразделение; 10 – вход и выход

Преобразуем граф (рис. 55) с учетом того, что автоматизированный склад уже размещен в цехе (рис. 57).

Следующим по объему грузопотока является сборочный участок 4 с автоматизированным складом 5, поэтому расположим сборочный участок рядом с входом-выходом 10.

Вновь преобразуем граф материальных связей с учетом размещенных на плане цеха автоматизированного склада и сборочного участка. Из графа (рис. 56) видно, что наибольшие материальные потоки связывают вершины 10; 5; 4 с двумя участками валов 2 и зубчатых колес 3.

В первую очередь размещаем участок изготовления зубчатых колес 3, так как он связан как со складом 5, так и со сборочным участком 4 (см. рис. 57), а затем располагаем участок изготовления валов 2. Оставшиеся участок 1 изготовления корпусных деталей и контрольное отделение 8 размещаем с учетом того, что в первую очередь с правой стороны от автоматизированного склада должен находиться участок, имеющий наименьшую площадь, что позволяет приблизить границу между подразделениями 1 и 8 к границе склада 5. Таким подразделением является контрольное отделение 8.

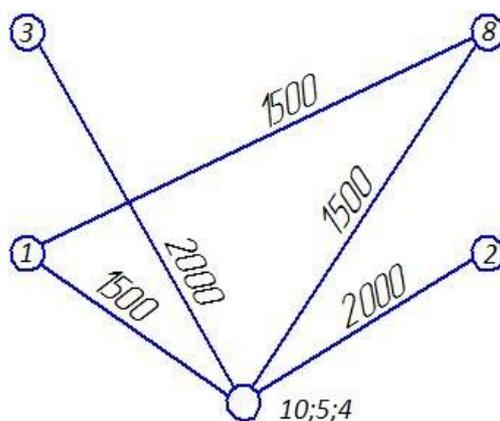


Рис. 56. Графы материальных потоков преобразованные с учетом размещенных на плане цеха автоматизированного склада и сборочного участка:

1 – участок изготовления корпусных деталей; 2 – участок изготовления валов; 3 – участок изготовления зубчатых колес; 4 – сборочный участок; 5 – склад автоматизированный; 8 – контрольное подразделение; 10 – вход и выход

Размещение участков и подразделений, не связанных с основным материальным потоком, производим в последнюю очередь и так, чтобы граница цеха и проезд между производственными подразделениями по возможности приближались к прямой линии. К задаче построения оптимальных материальных потоков относится также вопрос расположения входов

и выходов с производственных подразделений. Минимальный транспортный путь будет тогда, когда вход и выход из подразделений будут находиться, как можно ближе один к другому [8].

Применительно к рассматриваемому случаю входы-выходы с участков 3 и 5 следует совместить, а вход-выход с участка 4 расположить напротив этих участков (см. рис. 57 зачерненные прямоугольники). Из тех же соображений определяем расположение входов-выходов на оставшихся производственных подразделениях.

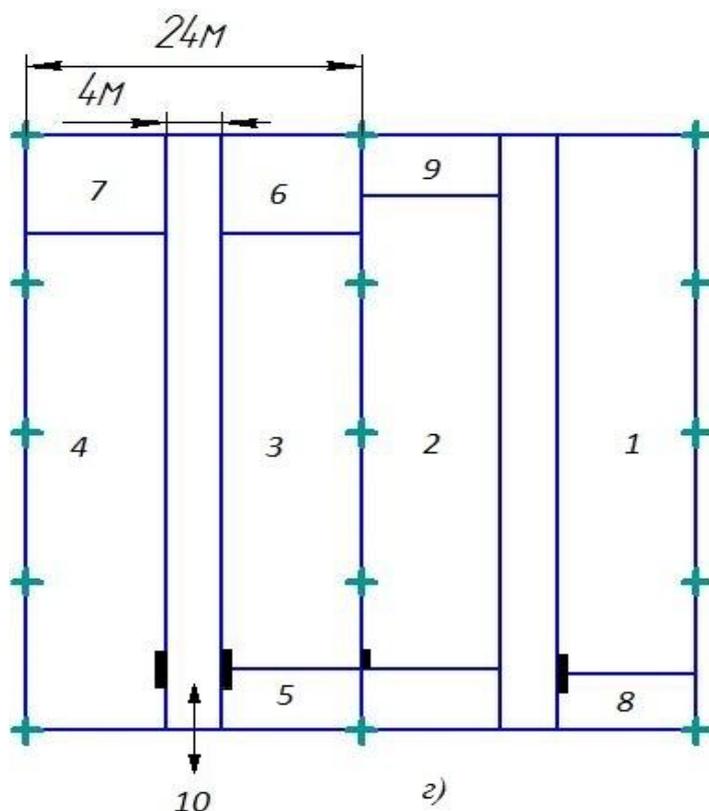


Рис. 57. Компоновочное решение цеха:

1 – участок изготовления корпусных деталей; 2 – участок изготовления валов;
 3 – участок изготовления зубчатых колес; 4 – сборочный участок; 5 – склад автоматизированный; 6 – инструментально-раздаточная кладовая; 7 – ремонтное отделение;
 8 – контрольное подразделение; 9 – управляющего вычислительного комплекса ;
 10 – вход и выход

Примеры компоновочных планов приведены на рис. 1-5.П 15.

На основании компоновочного плана разрабатывается планировочный план.

На планировочном плане указываются:

- колонны здания, длина и ширина участка, стены, перегородки, двери, окна тоннели, барьеры, ворота (табл.2. П12);
- производственное оборудование (табл. 5. П12), с указанием расстояний: между оборудованием, до колонн, стен, проходов и т.д. Нормы расстояний между станками ширина проходов и проездов приведены в (табл. 1-4. П13);
- места расположения рабочих у оборудования (табл. 5. П12);
- верстатки, столы, шкафы, сейфы и т.д. (табл. 5. П12);
- места складирования заготовок и деталей;
- все вспомогательные отделения и служебные помещения;
- контрольные отделения;
- транспортные устройства и другие средства автоматизации и механизации (табл. 6-8. П12);
- - подвод и отвод различных сред (вода, СОЖ, электроэнергия и т. д.) (табл. 3,4. П12).

Все оборудование, изображается на планировке и обозначается порядковыми номерами, которые заносятся в спецификацию оборудования.

Условные обозначения, применяемые на планировках, приведены в табл. 1-8. П12.

Планировочный план выполняется в масштабах: 1:100, 1:200.

Примеры планировочных планов производственных участков приведены на рис. 1-13. П14.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какова основная цель дисциплины?
2. Предприятие, цех, участок производственный, рабочее место. Дать определение.
3. Производственный процесс. Типы производств.
4. Этапы, методы, задачи и принципы проектирования.
5. Состав, содержание, разновидности проектов производства.
6. Производственная структура предприятия. Виды структур.
7. Технические, экономические, организационные задачи проектирования.
8. Этапы разработки цеха или участка обрабатывающего производства.
9. Структура обрабатывающего цеха.
10. Специализация обрабатывающего производства.
11. Годовой грузопоток заготовок и расходных материалов.
12. Производственная мощность, режим работы и фонды времени.
13. Типы организации производственной структуры: предметная, технологическая, смешанная.
14. Производственная программа: точная, приведенная, условная. Объем выпуска.
15. Точная производственная программа, расчет. Для каких изделий рассчитывается условная программа?
16. Приведенная производственная программа, когда применяется. Изделие-представитель. Определение приведенной программы.
17. Серийность производства. Тип производства. Коэффициент закрепления операций. Формы организации технологических процессов.
18. Фонды времени работы рабочих и оборудования.
19. Норма времени. Станкоёмкость.
20. Трудоёмкость. Многостаночная работа. Коэффициент многостаночного обслуживания.
21. Коэффициент ужесточения.

22. Ритмичность производства. Ритм выпуска. Такт выпуска.
23. Определение количества оборудования в серийном производстве.
24. Определение количества оборудования в массовом производстве для непрерывно-поточной линии.
25. Определение количества оборудования в серийном производстве для переменного-поточных и групповых поточных линий.
26. Переменно-поточные и групповые поточные линии, их различие.
27. Определение числа станков для переменного-поточной линии при отсутствии данных о подготовительно-заключительном времени.
28. Определение количества станков укрупненным способом по технико-экономическим показателям.
29. Коэффициент использования оборудования, график использования оборудования, средний коэффициент использования оборудования, допустимые значения.
30. Принципы при выполнении планировки участка. Факторы, влияющие на размещение оборудования. Виды размещения станков относительно транспортного средства и в зависимости от длины станочного участка.
31. Конфигурации поточных линий. Наиболее распространенные планировки.
32. Размещение станков для подетально-специализированных участков серийного производства.
33. Производственные рабочие, их должности и профессии. Расчет числа станочников по общему нормированному времени.
34. Производственные рабочие, их должности, профессии, специальности. Расчет производственных рабочих по количеству станков.
35. Состав работающих обрабатывающего производства. Производственные рабочие в крупносерийном и массовом производствах.
36. Вспомогательные рабочие. Функции, профессии, специальности численность.

37. Служащие. Функции, должности и профессии, численность.
38. Заготовительный участок. Назначение, состав и расчет количества оборудования, площадь заготовительного участка.
39. Заточной участок. Назначение, состав и расчет количества заточных станков, площадь заточного участка.
40. Отделение по ремонту инструментальной и технологической оснастки, ее площадь. Участок термообработки.
41. Система контроля качества, функции, структура службы, периодичность контроля на различных стадиях производственного цикла.
42. Число контролеров при неавтоматизированном контроле. Условные обозначения.
43. Размещение контрольных пунктов при разных типах производства.
44. Расчет числа контрольных пунктов, расчет площади контрольного отделения.
45. Площадь ЦРБ, площади для склада запасных частей и комплектующих изделий. Категория и единица ремонтосложности.
46. Виды ремонтов, межремонтный период. Ремонтный цикл, его структура и продолжительность. Расчет количества станочников для ремонта.
47. Структура цикла технического обслуживания. Расчет количества слесарей для ремонта.
48. Основная цель функционирования склада. Условные обозначения и классификация складов.
49. Общая структура складской системы обрабатывающе - сборочного производства
50. Склад металла и заготовок, его площадь и особенности размещения при разных типах производства. Виды хранения материалов и заготовок.
51. Инструментально-раздаточный склад, назначение и расчет площади. Площадь кладовой для абразивов.

52. Промежуточный склад, назначение и расчет площади.
53. Межоперационный склад, назначение и расчет площади. Особенности размещения склада при разных типах производства.
54. Виды СОТС. Какие составляющие входят в формулу для расчета общей потребности в СОЖ.
55. Площадь участков для сбора, приготовления и регенерации СОЖ. Площадь склада масел.
56. Площадь отделения для переработки стружки, виды конвейеров для транспортирования стружки.
57. Системы для уборки стружки, годовое количество вырабатываемой стружки, условные обозначения.
58. Материалы и грузооборот транспортной системы. Особенности конструкции транспортных роботов и тележек.
59. Расчет потребного количества подъемно-транспортного оборудования, их условные обозначения. Виды конвейеров.
60. Состав энергетического и санитарно-технического хозяйства цеха. Расчет потребляемого пара, условные обозначения.
61. Расчет электроснабжения цеха, условные обозначения.
62. Расчет количества потребляемого сжатого воздуха и площади компрессорной, условные обозначения.
63. Расчет вентиляционной системы, условные обозначения.
64. Расчет потребляемой воды, условные обозначения.
65. Основные строительные параметры производственного здания. Температурные швы.
66. Состав, определение площади. Компоновка цеха.
67. Как осуществляют поиск компоновочных решений планировок обрабатывающего производства?
68. Как строится граф материальных связей между подразделениями?

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Вороненко, В.П. Проектирование машиностроительного производства: учебник для вузов/В.П. Вороненко, Ю.М. Соломенцев, А.Г. Схиртладзе. – М.: Дрофа, 2006. – 384 с.
2. Куликова, Е.А. Технологические основы гибкого автоматизированного производства. Часть 2: комплекс учебно-методических материалов/Е.А. Куликова, Н.М. Тудакова; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева, Н.Новгород, 2006. – 148 с.
3. Нормирование точности изделий машиностроения: учеб. пособие / В.Н. Кайнова [и др.]; под ред. В.Н. Кайновой; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева, Н. Новгород, 2007. – 209 с.
4. Проектирование машиностроительных производств (механические цеха): учеб. пособие / В.М. Балашов [и др.]. – Старый Оскол: ООО ТНТ, 2006. – 200 с.
5. Проектирование участков и цехов машиностроительных производств: учеб. пособие /А.Г. Схиртладзе [и др.]; под ред. проф. В.В.Морозова, - 2-е изд., перераб и доп. – Старый Оскол: ООО ТНТ, 2009. – 452 с.
6. Проектирование участков и цехов обрабатывающего производства: учебное пособие / Н.М.Тудакова, Д.С. Пахомов, Б.В. Устинов; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е.Алексеева. Нижний Новгород, 2014 – 225 с.
7. Технологические основы гибких производственных систем: учебник для машиностроит. спец. вузов / В.А. Медведев [и др.]; под ред. Ю.М. Соломенцева. – 2-е изд. – М.:Высш шк. 2000. – 255 с.
8. Технологические регламенты процессов металлообработки и сборки в машиностроении/А.Г. Схиртладзе [и др.]. – Старый Оскол: ООО ТНТ, 2006. – 423 с.
9. Тудакова, Н.М. Основы ремонтного производства: комплекс учебно-методических материалов/Н.М. Тудакова, В.К. Савельев, В.В.; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева, Н.Новгород, 2012. – 127 с.
10. Тудакова, Н.М. Проектирование машиностроительного производства:

комплекс учебно-методических материалов/Н.М. Тудакова А.В. Михеев; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева, Н.Новгород, 2006. – 127 с.

11. Тудакова, Н.М. Структура машиностроительного производства: комплекс учебно-методических материалов / Н.М. Тудакова; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева, Н.Новгород, 2006. – 110 с.

Нормы технологического проектирования

12. **ОНТП-15-93.** Нормы технологического проектирования предприятий машиностроения, приборостроения и металлообработки: Фонды времени работы оборудования и рабочих. – М.: Гипростанок, 1993.–49 с.
13. **ОНТП-14-93.** Нормы технологического проектирования предприятий машиностроения, приборостроения и металлообработки. Механообрабатывающие и сборочные цеха. –М.: Гипростанок, 1993.–270 с.
14. **ОНТП-01-86.** Общесоюзные нормы технологического проектирования складов тарно-штучных и длинномерных грузов. – М.: Госснаб, 1988.– 170 с.

ГОСТ

15. **ГОСТ 2.428-84 ЕСКД.** Правила выполнения темплетов. – М.: Издательство стандартов, 1984.–9 с.
16. **ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ.** Оборудование производственное. Общие требования безопасности. – М.: Издательство стандартов, 1991.– 9 с.
17. **ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ.** Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования. – М.: Издательство стандартов, 1978.– 9 с.
18. **ГОСТ 12.2.072-98 ССБТ.** Роботы промышленные, роботизированные технологические комплексы. Требования безопасности и методы испытаний. – М.: Издательство стандартов, 1998.– 16 с.
19. **ГОСТ 12.2.119-88 ССБТ.** Линии автоматические роторные и роторно-конвейерные. Общие требования безопасности. М.: Издательство стандартов, 1988. – 9 с.

20. **ГОСТ 12.3.002-75 ССБТ.** Система стандартов безопасности труда. Процессы производственные. Общие требования безопасности. – М.: Издательство стандартов, 1975. – 8 с.
21. **ГОСТ 12.3.009-76 ССБТ.** Система стандартов безопасности труда. Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности. – М.: Издательство стандартов, 1976. – 7 с.
22. **ГОСТ 12.3.020-80 ССБТ.** Процессы перемещения грузов на предприятиях. Общие требования безопасности. – М.: Издательство стандартов, 1980. – 8 с.
23. **ГОСТ 21.101-93.** Система проектной документации для строительства. Основные требования к рабочей документации. – М.: Издательство стандартов, 1993.– 12 с.
24. **ГОСТ 21.501-93.** Правила выполнения архитектурно-строительных рабочих чертежей. – М.: Издательство стандартов, 1993.– 13 с.
25. **ГОСТ 21.110 – 95.** Система проектной документации для строительства. Правила выполнения спецификации оборудования, изделий и материалов.– М.: Издательство стандартов, 1995. – 8 с.
26. **ГОСТ 21.112-87.** Система проектной документации для строительства. Подъемно-транспортное оборудование. Условные изображения. – М.: Издательство стандартов, 1987. – 7 с.
27. **ГОСТ 21.501-11.** Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации архитектурных и конструктивных решений. – М.: Издательство стандартов, 2011.– 46 с.
28. **ГОСТ 25686-85.** Манипуляторы, автооператоры и промышленные роботы. Системы производственные гибкие. Термины и определения. – М.: Издательство стандартов, 1985. – 8 с.
29. **ГОСТ 26228-90.** Системы производственные гибкие. Термины и определения, номенклатура показателей. – М.: Издательство стандартов, 1990. – 11 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ 1 ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ПРОГРАММА, РЕЖИМ РАБОТЫ

Таблица 1.П1

Определение типа производства от объема выпуска и массы детали

Масса детали, кг	Тип производства				
	Е	МС	СС	КС	М
	$K_{3.0}$ более 40	$K_{3.0}$ от 20...40	$K_{3.0}$ от 10 до 20	$K_{3.0}$ от 1 до 10	$K_{3.0} \leq 1$
<1,0	<10	10...2000	2000...75000	75000...200000	200000 и более
1,0...2,5	<10	10...1000	1000...50000	50000...100000	>100000
2,5...5	<10	10...500	500...35000	35000...75000	>75000
5...10	<10	10...300	300...25000	25000...50000	>50000
>10	<10	10...200	200...10000	10000...25000	>25000

Таблица 2.П1

Ведомость точной по детальной производственной программы

№ п/п	Наименование детали	№ дет по чертежу	Материал (наименование и марка по ГОСТ)	Объем выпуска деталей (с учетом запчастей и технологических потерь)	Вес		Общий вес	
					заготовки	детали	заготовок	деталей

Таблица 3.П1

Пример расчета годовой приведенной программы

Наименование изделия	Заданная программа			Приведенная программа				Приведенное количество изделий на годовую программу	
	Годовое кол-во комплектов, шт.	Масса в т		Наименование базового изделия	Коэффициент приведения				
		одного изделия	годовой программы		по массе	по серийности	по сложности		Общий
Изд. А	400	0,8	320	Изд. А	1,0	1,0	1,0	1,0	400
Изд. Б	200	0,8	160		1,0	1,12	1,3	1,46	292
Изд. В	100	0,4	40		0,63	1,22	1,5	1,16	116
Всего:	700	-	520	Всего:				808	

Таблица 4.П1**Номенклатура оборудования,
для которого рекомендуется трехсменный режим работы**

Тип	Примечание
1. ГПМ и ГПС	при 3-сменной работе частично в безлюдном режиме
2. Станки с ЧПУ и ОЦ	
3. Робототехнические комплексы	
4. Автоматические линии	
5. Тяжелые и уникальные станки (массой свыше 30 тонн)	
6. Прецизионные станки любого уровня автоматизации	При наличии в каждой смене рабочих высокой квалификации для обслуживания этих станков

Таблица 5.П1**Рекомендуемые средние коэффициенты использования оборудования по цехам**

Наименование цехов	Коэффициент использования оборудования $K_{исп}$ и рабочих мест (не менее) при типе производства		
	Е, МС	СС	КС, М
Металлообрабатывающие	0,85	0,85	0,8
Сборочные и испытательные	0,8	0,8	0,8

НОРМЫ ПЛОЩАДЕЙ

Таблица 1.П2

Удельная площадь на один станок $S_{уд}$, м²/ст

Участки по обработке технологических групп деталей	Характеристика обрабатываемых деталей		Удельная производственная площадь на единицу производственного оборудования
	масса, кг	размер (длина x ширина), мм	
Базовые детали (станины, плиты, траверсы, поперечины и т.п.)	1000-5000	До 4000x до 2000	150
Корпусные детали (коробки скоростей, коробки подач, фартуки, редукторы и т.п.)	100-1000	До 3000 до 1500	100
Корпусные детали (корпуса, кожухи, крышки, столы, плиты и т.п.)	10-199	До 2000 до 1000	70
Корпусные детали (корпуса, крышки и т.п.)	До 10	До 1000 до 500	40
Планки, крылья, рычаги, кронштейны, вилки и т.п.	5	До 700 до 500	30
Крупные тела вращения (планшайбы, зубчатые колеса, шкивы, шпинделя, колонны и т.п.)	100-1000	Диаметр 320-1000 длина 700-3000	80
Тела вращения (шестерни, валы, винты, скалки и т.п.)	16-100	Диаметр 200-320 длина до 700	45
Мелкие тела вращения (шестерни, валы, винты и т.п.)	До 16	Диаметр до 200	35
Токарно-револьверные детали (штифты, винты, гайки крепёжные, втулки, кольца, ролики, шайбы, уголки, штуцера, пружины)	-	Диаметр до 65 длина до 100	25
То же	-	Диаметр до 25	20

Таблица 2.П2**Укрупненные показатели удельной площади на один станок $S_{уд}$, м²**

Станки	Удельная площадь на один станок, $S_{уд}$, м ²
Малые станки	10-12
Средние станки	15-25
Крупные станки	25-70
Особо крупные станки	70-200

Таблица 3.П2**Норма площадей вспомогательных и обслуживающих подразделений**

Подразделение	Измеритель для расчёта площадей	Норма площади
Станочное отделение ремонтной базы	Удельная площадь на 1 станок ремонтной базы, м ²	22-28
Слесарное отделение ремонтной базы	Удельная площадь на 1-го слесаря (по первой смене), м ²	8-10
Отделение по ремонту электрооборудования и электронных систем	В % от станочного и слесарного отделений ремонтной базы	35-44
Склад (кладовая) запасных частей		25-30
Отделение сбора и переработки стружки	В % от производственной площади цеха	3-4
Отделение приготовления СОЖ		0,6-1,2
Помещение компрессорных установок		0,8-6
Помещения вентиляционных систем		5-7,5
Площадь КПП	На 1 станок, м ²	0,1-0,2

Таблица 3.П2**Укрупнённые нормы расчёта площадей складского хозяйства цеха**

Наименование склада	Измеритель для расчёта площадей	Норма площади
Склады материалов заготовок	В % от станочной площади	10-15
Межоперационные склады (площадки)		7-10
Промежуточные склады готовых деталей, узлов, покупных изделий (приборов, нормалей)		10
Склад вспомогательных материалов	На 1 станок, м ² (меньшие значения для М, большие для Е)	0,2-0,1
Склад приспособлений		0,1-0,5
Инструментально-раздаточный склад (ИРС)		0,2-0,7
Склад масла	На 1 станок, м ²	0,1-0,12

Таблица 4.П2

Нормы площади на один обслуживаемый станок, м²

Наименование кладовых и участков	Объект	Е, МС				СС				КС			М		
		Наибольший из габаритных размеров оборудования в плане, мм													
		до 1800	от1800 до4000	от 4000 до 8000	св. 8000	до 1800	от 1800 до 4000	от4000 до8000	св. 8000	до 1800	от1800 до4000	от 4000 до8000	до 1800	св.18 00	
На один станок ЧПУ, м ²															
Участок настройки ин- струмента станков с ЧПУ	Режущий и вспомога- тельный инструмент	1,8	1,8	2,0	2,0	1,8	1,8	2,0	2,0	-	1,8	2,0	-	-	
На единицу производственного оборудования, м ²															
Кладовая инструмен- тальной оснастки	Приспособления	1,0	1,4	2,2	3,2	0,6	0,9	1,3	1,6	0,45	0,8	1,2	0,35	0,5	
Кладовая УСП	Универсальные приспособления	0,35	0,4	0,45	0,55	0,3	0,35	0,45	0,5	0,05	0,1	0,2	-	-	
Инструментально- раздаточная кладовая (ИРК)	Режущий, вспомога- тельный инструмент	0,4	0,6	1,0	1,2	0,25	0,4	0,6	0,7	0,2	0,4	0,6	0,2	0,3	
Кладовая вспомога- тельных материалов	Обтирочные, хозяй- ственные материалы	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	
На один шлифовальный и полировальный станок, м ²															
Кладовая абразивов	Шлифовальные, поли- ровальные круги	0,5	0,7	0,9	1,2	0,45	0,5	0,6	0,7	0,4	0,5	0,6	0,4	0,5	

Примечания:

1. Общая кладовая инструмента и приспособлений организуется при количестве станков в цехе для Е, МС и СС производства - не менее 50 ед., для КС и М - не менее 200 ед.
2. Площадь участка УСП должна быть не менее 20 м. На участке УСП предусматриваются стеллажи для хранения комплектов УСП, а также верстачные рабочие места для сборки приспособлений.
3. Все кладовые, кроме кладовой вспомогательных материалов, относятся к инструментальному хозяйству.
4. Нормы площадей цеховых складов (кладовых) даны при высоте стеллажей до 2 м.

Таблица 5.П2

Удельная площадь санитарно-бытовых помещений

Помещение	Расчётная единица	Измеритель потребного количества расчётных единиц	Норма площади, м ²
Гардероб	Двойной закрытый шкаф	Один шкаф на каждого рабочего цеха	0,43
Санузел	Кабины и тамбур	1 кабины на 12 женщин или на 18 мужчин в многочисленной смене	2,6
Душевая	Кабина.	1 кабина на 3 чел. гр. 2б; на 5 чел. гр. 1в, 2в; 7 чел. гр. 2а; 15 чел. гр. 1б; 20 чел. гр. 1а * 3 места на одну кабину	1,62
	Место для переодевания		
Умывальная комната	Кран	1 кран на 7 чел. гр. 1а; 10 чел. гр. 1б; 20 чел. остальных групп	1,05-1,75
Для ножных ванн	Ванна	1 ванна на 40 человек в многочисленной смене	1,0
Для ручных ванн	Ванна	1 ванна на 3 человека, пользующихся ручными ваннами в смену	1,5
Комната личной гигиены женщин	Кабина	1 кабина на 50 женщин в многочисленной смене (размещаются совместно с санузлами)	4,6
Курительная комната	Место для курения	1 место на 1-го работающего в многочисленной смене	0,03
Камера сухого жара (сауна)	Место	1 место на 20 чел. работающих в многочисленной смене	0,6
Устройство питьевого водоснабжения	Место	1 место на 100 чел. раб.гр. 2а, 2б; 200 чел. – остальных групп производственных процессов	0,35
Для отдыха и психологической разгрузки	-	Один работающий на многочисленную смену	0,2
Общественного питания	Посадочное место	1 посадочное место на 4 чел. работающих в многочисленную смену	1,0
	Гардероб (1 крючок на вешалке)	120% мест на вешалке от количества посадочных мест для приходящих в уличной одежде	0,25
Медицинский пункт	Организуется при численности работающих от 50 до 300 чел. 12 м ² – при списочном составе от 50 до 150 чел., 18 м ² – при списочном составе работающих в многочисленную смену от 151 до 300 чел.		

Примечание: * – при многочисленной смене и группе с наиболее высокими требованиями

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ СЛУЖБЫ

Таблица 1.ПЗ

**Количество основных станков заточного участка
в % от количества обслуживаемых станков**

Тип производства	Количество основных станков заточного участка при числе обслуживаемых станков	
	До 200	Свыше 200
КС и М	4,0...6,0	3,0...5,0
С	3,0...5,0	3,0...5,0
МС, Е	3,0...5,0	2,0...4,0

Таблица 2.ПЗ

Нормы для определения количества специализированных заточных станков

Затачиваемый инструмент	Станки, обслуживаемые одним специализированным заточным станком	
	Наименование	Количество
Червячные фрезы	Зубофрезерные одношпиндельные	10
	Зубофрезерные двухшпиндельные	6
Резцовые головки	Зубострогальные для конических колес	4
Шеверы	Шевинговальные	10
Протяжки	Одноплунжерные протяжные	15
Зуборезные долбяки	Зубодолбежные	20

Таблица 3.ПЗ

Количество настраиваемого инструмента на станок с ЧПУ в смену

Вид оборудования	Количество настраиваемого инструмента	
	Характер производства	
	Е, МС	СС
1. Токарные станки	6	4
2. Сверлильно-фрезерно- расточные:		
-с магазином до 20 инструментов	5	3
-от 20 до 50 инструментов	12	8
-свыше 50 инструментов	24	18

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

РЕМОНТНОЕ ХОЗЯЙСТВО

Таблица 1.П4

Структура ремонтного цикла и ремонтосложность оборудования

Наименование и обозначение оборудования	Структура ремонтного цикла	Ремонтосложность, R_m , ч
Токарный вертикальный шестишпиндельный полуавтомат 1Б284	КР-ТР-ТР-СР-ТР-ТР-СР-ТР-ТР-КР	38
Токарный вертикальный восьмишпиндельный полуавтомат 1К282	КР-ТР-ТР-СР-ТР-ТР-СР-ТР-ТР-КР	38
Токарный двухшпиндельный вертикальный автомат Fend модели SZ600	КР – ТР – ТР – СР – ТР – ТР – КР	42
Токарный полуавтомат 1А730	КР – ТР – ТР – СР – ТР – ТР – КР	38
Токарный 162Т	КР – ТР – ТР – СР – ТР – ТР – КР	17,5
Агрегатный станок 3ХА10248	КР – ТР – ТР – СР – ТР – ТР – КР	32
Агрегатно-сверлильный 3ХА9925	КР – ТР – ТР – СР – ТР – ТР – КР	32
Вертикально-сверлильный универсальный	КР-ТР-ТР-СР-ТР-ТР-СР-ТР-ТР-КР	8
Вертикально-сверлильный 2А125	КР – ТР – ТР – СР – ТР – ТР – КР	17,5
Вертикально-протяжной 766Н141	КР – ТР – ТР – СР – ТР – ТР – КР	17,5
Вертикально-долбежный станок 7А412	КР-ТР-ТР-СР-ТР-ТР-СР-ТР-ТР-КР	14
Горизонтально-протяжной 7Б55	КР-ТР-ТР-СР-ТР-ТР-СР-ТР-ТР-КР	18
Зубообрабатывающий автомат Shober 320	КР – ТР – ТР – СР – ТР – ТР – КР	42
Отделочно-расточной 2705П	КР-ТР-ТР-СР-ТР-ТР-СР-ТР-ТР-КР	18
Отделочно-расточной 2705В	КР-ТР-ТР-СР-ТР-ТР-СР-ТР-ТР-КР	20
Круглошлифовальный	КР-ТР-ТР-СР-ТР-ТР-СР-ТР-ТР-КР	17
Алмазно-расточной 2А710, ОС-5975	КР – ТР – ТР – СР – ТР – ТР – КР	17,5
Зубошлифовальный АС-1402	КР – ТР – ТР – СР – ТР – ТР – КР	17,5
Зубошлифовальный МС-5723	КР – ТР – ТР – СР – ТР – ТР – КР	17,5
Торцекруглошлифовальный	КР – ТР – ТР – СР – ТР – ТР – КР	17,5
Хонинговальный Р-150	КР – ТР – ТР – СР – ТР – ТР – КР	40
Шевинговальный АСО-824, С524	КР – ТР – ТР – СР – ТР – ТР – КР	17,5

Таблица 2.П4

Структура ремонтных циклов всех групп металлорежущего оборудования

Класс точности	Масса оборудования, т	Структура ремонтного цикла	Число ТР в цикле	Число операций ТО в межремонтном обслуживании
Н	До 10	КР-ТР-ТР-ТР-ТР-КР	4	5
	10-100	КР-ТР-ТР-ТР-ТР-ТР-КР	5	12
	Более 100	КР-ТР-ТР-ТР-ТР-ТР-ТР-КР	6	21
П, В, А, С	До 10	КР-ТР-ТР-ТР-ТР-ТР-ТР-КР	8	9
	10-100			18
	Более 100	КР-ТР-ТР-ТР-ТР-ТР-ТР-ТР-ТР-КР	9	30

Таблица 3.П4

Структура ремонтных циклов оборудования автоматических линий

Оборудование автоматических линий	Структура ремонтного цикла	Число	
		ТР	О
Агрегатные станки в линиях с жесткой связью	КР-О-О-ТР-О-О-ТР-О-О-ТР- (О-О-ТР-О-О-ТР)-О-О-КР	4-6	10-14
Специальные станки в линиях с жесткой и гибкой связью	КР-О-О-ТР-О-О-ТР-О-О-ТР-О-О-ТР- (О-О-ТР-О-О-ТР-О-О-ТР-О-О-ТР)- -О-О-КР	4-8	10-18
Вспомогательные агрегаты и системы (транспортно-загрузочная, стружкоудаления и др.)	КР-О-О-ТР-О-О-ТР-О-О-ТР-О-О-ТР- (О-О-ТР-О-О-ТР-О-О-ТР-О-О-ТР)- -О-О-КР	6-8	14-18

Примечание: в скобках указано переменное значение по данным завода-изготовителя

Таблица 4.П4

Определение общего количества основных станков по количеству оборудования, обслуживаемого ремонтной базой

Количество оборудования, обслуживаемого ЦРБ	Количество станков в ЦРБ	Количество оборудования, обслуживаемого ЦРБ	Количество станков в ЦРБ
150	2...4	600	7...9
200	3...5	700	9...12
300	4...6	800	10...13
400	5...7	900	11...14
500	6...8	1000	12...15

Таблица 5.П4

**Наименование работ и нормативы времени в часах на ремонт
одной единицы ремонтосложности оборудования**

Наименование работ	Слесарные работы, $E_{сл}$, чел. ч	Станочные работы, $E_{ст}$, ст. ч	Прочие, ч	Всего
Промывка	0,35	-	-	0,35
Проверка на точность	0,4	-	-	0,4
Осмотр перед КР	1	0,1	-	1,1
Осмотр	0,75	0,1	-	0,85
Текущий ремонт	4	2	0,1	6,1
Средний ремонт	16	7	0,5	23,5
Капитальный ремонт	23	10	2	35
Суммарная ремонтосложность по видам работ	45,5	19,2	2,6	67,3

Таблица 6.П4

**Пример расчета общего числа единиц ремонтосложности
для группы оборудования участка**

Наименование оборудования на участке	Кол-во станков по типам	Ремонтный цикл	Число единиц ремонтосложности R_m
Токарный вертикальный шестишпиндельный полуавтомат 1Б284	1	КР – ТР – ТР – СР – ТР – ТР – СР – ТР – ТР – КР	$R_{m1} = 38$
Вертикально-долбежный станок 7А412	1	КР – ТР – ТР – СР – ТР – ТР – СР – ТР – ТР – КР	$R_{m2} = 14$
Круглошлифовальный	1	КР – ТР – ТР – СР – ТР – ТР – СР – ТР – ТР – КР	$R_{m3} = 17$
Вертикально-сверлильный универсальный	1	КР – ТР – ТР – СР – ТР – ТР – СР – ТР – ТР – КР	$R_{m4} = 8$
Суммарная ремонтная сложность участка	4	-	$\Sigma R_m = 77$

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Служба обеспечения СОТС

Таблица 1.П5

Время периода технологической стойкости СОЖ, $T_{\text{СОЖ}}$, мес

Вид СОЖ	Инструмент	Средние сроки замены СОЖ, мес., $T_{\text{СОЖ}}$
СОЖ на водной основе	Лезвийный	1
	Абразивный	0,25 -0,5
СОЖ на масляной основе	Лезвийный	6
	Абразивный	0,5
СОЖ на основе керосина	Абразивный	0,3

Примечание. При централизованной подаче СОЖ сроки ее замены могут быть увеличены.

Таблица 2.П5

Величина ежесуточного долива СОЖ (коэффициент долива $K_{\text{д СОЖ}}$)

Вид СОЖ	Величина ежесуточного долива в процентах от полезной емкости системы охлаждения станка					
	Емкость системы до 100 л			Емкость системы свыше 100 л		
	одна смена	две смены	три смены	одна смена	две смены	три смены
СОЖ на масляной основе	0,02	0,04	0,06	0,01	0,02	0,03
СОЖ на водяной основе	0,03	0,06	0,09	0,015	0,03	0,045
СОЖ на основе керосина	0,01	0,02	0,03	0,01	0,02	0,03

Таблица 3.П5

Нормы расходов смазочных масел для укрупненных расчетов

Весовая характеристика оборудования, т	Средний расход смазочных масел на долив и смазку на станок за смену, л	Средний единовременный залив картеров станка, л
До 3	0,05-0,15	20-50
До 10	0,15-0,25	60-140
До 50	0,25-0,5	150-350
Свыше 50	0,5-3,0	400-1600

Примечание. Применяемость масел согласно ГОСТ 26191 «Масла, смазки и специальные жидкости».

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

СКЛАДСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

Таблица 1.П6

Техническая характеристика автоматизированного склада СА-0,1-Н-L-0,4x0,3

Наименование характеристики	Значение
Грузоподъёмность штабелёра, кг	100
Режим работы	Средний
Скорость механизмов штабелёра, м/мин:	
– передвижения	3...60 (10%)
– подъёма	3...12 (10%)
– выдвижения захватов	12,8 (10%)
Способ управления	Автоматический, ручной с ПУ
Суммарная мощность электродвигателей, кВт	4,3
Габариты тары, мм	400x300x240
Ход грузозахвата штабелёра в одну сторону, мм	500
Ход штабелёра по упорам, мм	2000
Ширина штабелёра, мм	450
Электропитание	Трёхфазный ток
Напряжение, В	380
Частота, Гц	50
Подвод электропитания	Кабельный

Таблица 2.П6

Техническая характеристика склада автоматизированного СА-0,25

Наименование характеристики	Кран-штабелёр	Робот-штабелёр
Грузоподъёмность, кг	250	500
Скорость, м/мин:		3...100
– передвижения	3...100	3...20
– подъёма	3...20	8
– выдвижения захватов	12	
Тип захвата	Телескопический	Телескопический
Установленная мощность, кВт	7	7
Габариты грузов, мм	800x600x300	800x600x400
Электропитание	Трёхфазный ток	Трёхфазный ток
Напряжение, В	380	380
Частота, Гц	50	50
Подвод электропитания	Кабельный	Кабельный
Способ управления	Ручной, автоматический	Автоматический

**Среднее количество дней,
на которое принимается запас груза на склад, a_{cp} , дни**

Наименование склада по хранению вида груза	Среднее количество дней, на которое принимается запас груза на склад, a_{cp} в днях, для производства	
	Поточного	Не поточного
Склад заготовок		
Крупные отливки и поковки	1-3	8-15
Порезки, средние и мелкие отливки и поковки	0,5-5	12-20
Склад готовых деталей		
Крупные детали	0,25-4	7-10
Средние и мелкие детали	0,5-5	15-20
Инструментально-раздаточная кладовая (ИРК)		
Режущий, вспомогательный и измерительный инструмент	50-90	30-50
Промежуточный склад полуфабрикатов и деталей		
Крупные полуфабрикаты и детали	3	10-15
Средние и мелкие полуфабрикаты и детали	3	12-20
Склад готовых узлов		
Крупные узлы	0,25-4	7-10
Средние и мелкие узлы	0,5-4	12-15
Склад комплектующих изделий		
Крупные изделия	1-2	6-7
Средние и мелкие изделия	3-4	5-7

Примечания:

1. К крупным изделиям относятся изделия с массой свыше 100 кг, к средним и мелким – до 100 кг.
2. При размещении нескольких цехов в одном корпусе необходимо организовать корпусной склад заготовок.
3. Для цехов М производства предусматриваются, вместо складов заготовок и готовых деталей, площадки для заготовок в начале линий обработки и площадки для готовых деталей в конце линий обработки.
4. При размещении завода в одном корпусе склад заготовок и ИРК совмещается с общезаводским складом.
5. Склады (кладовые) заготовок и промежуточные склады для полуфабрикатов рекомендуется объединять.

Таблица 4.П6

Среднедопустимая нагрузка (грузонапряженность)

на площадь пола складов $g_{\text{ср}}$, т/м²

Вид деталей вид хранения	Удельный вес материала ρ , т/м ³	Грузонапряженность площади пола g , т/м ²
Хранение заготовок в штабелях на полу	-	2-3
Склад заготовок		
Сортовой материал	-	2,5...3
Мелкие и средние отливки, по- ковки и штамповки	-	2...3
Крупные заготовки	-	до 2,5
Промежуточный склад и склад готовых деталей		
Мелкие и средние детали	$\rho > 4$ т/м ³	1
Крупные детали		1,5
Мелкие и средние детали	$\rho < 4$ т/м ³	0,4
Крупные детали		0,6
Межоперационный склад (кроме М поточного производства)		
Мелкие и средние детали	$\rho > 4$ т/м ³	0,9
Крупные детали		1,7
Мелкие и средние детали	$\rho < 4$ т/м ³	0,3
Крупные детали		0,6

Таблица 5.П6

Расход материала на производственные нужды на 1 станок в год:
приспособлений, режущего, измерительного и вспомогательного инструментов

Наименование	Расход, кг/год
Режущий инструмент	120
Измерительный инструмент	19
Вспомогательные инструменты	65
Приспособление	135
Всего:	339

Таблица 6.П6

Грузооборот производственного подразделения (участка, цеха)

Поступление			Отправление		
Наименование грузов	Откуда поступают	Масса	Наименование грузов	Куда отправляют	Масса
1. Основные материалы					
2. Вспомогательные материалы					
Итого			Итого		

ПРИЛОЖЕНИЕ 7 ТРАНСПОРТНОЕ ХОЗЯЙСТВО

Таблица 1.П7

Типы конвейеров, применяемых в АТСС ГПС

Конвейер	Грузоподъемность, кг	Характер перевозимых грузов, цели
Ленточный	до 50	Для межоперационной передачи единичных изделий и в таре в обрабатывающем и сборочном производстве, в
Пластинчатый	25-125	Для передачи единичных изделий и изделий, укрепленных на спутниках, в заготовительном, обрабатыва-
Подвесной с автоматическим адресованием	50-250	Для межцеховой и межучастковой передачи изделий в таре и крупногабаритных заготовок на расстояние более 50 м
Роликовый	30-500	Для межоперационной передачи изделий, укрепленных на спутниках, на расстояние менее 50 м в механо-

Таблица 2.П7

Рекомендуемые скорости принудительного перемещения деталей подъемниками и конвейерами

Конвейер	Скорость, м/мин	Характер перевозимых грузов, цели
Цепной	4-15	Для колец с $D=24 \dots 160$ мм
Роликоприводной	8-12	Для деталей с $m < 40$ кг
	4-8	Для деталей с $m=40 \dots 60$ кг
Распределительный	4-12	Для колец с $D=24 \dots 160$ мм
Двухвалковый	0,5-0,8 (1,2-1,5)	Кольца с $D=24 \dots 160$ ($D=10 \dots 30$) мм
Винтовой	0,6-6	В зависимости от такта обработки
Вибрационный	2-5	Для колец с $D=24 \dots 35$ мм
Пневматический	6-20	Для деталей с $m=1 \dots 2$ кг
Шаговый (шагающий) с убирающимися собачками	10-12	Для деталей с $m < 100$ кг
Шаговый с поворотными захватными устройствами	30-40	Для деталей с $m < 60$ кг
Переключающий	5-10	Для деталей с $m < 40$ кг
Пилообразный	4-10	Для валиков с $D=10 \dots 20$ мм
Гребенчатый	4-10	Для шатунов
Подъемники		
Цепной с поводком	7-20	Для колец с $D=24 \dots 160$ мм
Цепной с люлькой	2-10	Для деталей с $D=90 \dots 200$ мм
Вибрационный	4-10	Для деталей с $m=0,1 \dots 0,3$ кг
Толкающий	3-6	Для колец с $D=40 \dots 100$ мм
Шаговый	7-10	Для деталей с $D=100 \dots 290$ мм

Таблица 3.П7

Техническая характеристика подвесных грузонесущих конвейеров

Фирма	Тип конвейера	Наибольшая нагрузка на каретку, кН	Тяговая цепь			Пределы скорости движения цепи, м/с
			Тип цепи	Шаг звена, мм	Разрывное усилие, кН	
ПО Конвейер (Россия)	ГН-12	0,2	Двухшарнирная. Разборная	200	20	0,012-0,66
	ГН-200Д-50	0,5		200	40	0,012-0,51
	ЦПК-80Р	2,5		80	106	0,007-0,40
	ЦПК-100Р	5,0		100	220	0,010-0,37
	ЦПК-160Р	8,0		160	400	0,010-0,37
«Баутценр-мани»	ЕКК-200	0,2	Двухшарнирная. Разборная	160	20	0,01-0,42
	ЕКК-320	0,5		200	32	
	ЕКС-160	5,0		100	160	
«Интранс-маш» (Болгария)	ВК-63-Д125	0,25	Двухшарнирная. Разборная	152,4	16	0,10-0,27
	И25-Д200	1,0		203,2	32	0,03-0,42
	ВК-250-Р80	2,0		80,0	80	0,03-0,42
	Ј600-Р100	4,0		100,0	160	0,03-0,42
«Техма-транс» (Польша)		1,0	Двухшарнирная. Разборная	200	45	0,01-0,16
		2,5		76,2	100	0,01-0,2
		5,0		100,0	200	0,01-0,20
ВЕББ (США)	2"	0,5	Разборная	50,3	27	
	3"	0,9		76,2	109	0,01-0,50
КФК (Франция)	4"	1,8		101,6	220	
	6"	5,5		152,4	385	
ФАТА (Италия)	-	1,05	Разборная	100,0	100	
		2,5	Специальная	101,6	250	0,05-0,4
«Тсубаки-Мотто» (Япония)	-	0,2	Пластинчатая	76,2	20	0,09
	-	0,5	Двухшарнирная	200,0	50	0,17
	НР-4	3,0	Разборная	101,6	215	0,20
	НР-6	5,0	Разборная	152,4	385	0,20

Таблица 7.П7

Техническая характеристика пластинчатых конвейеров общего назначения

Показатель	Тип конвейера				
	ПР	ЛС	В	БВ	КГ
Производительность, м ³ /ч	-	-	-	до 254	159
Скорость движения настила, м/с	0,01; 0,025; 0,04; 0,2; 0,25; 0,315; 0,4.		0,2; 0,25; 0,315; 0,4; 0,5; 0,63		
Наибольший угол наклона конвейера, °	9	9	5	3	35
Ширина полотна, мм	400-160				
Мощность привода, кВт	3-22				
Габаритные размеры: длина, м	4-60				
Ширина (без учета привода), мм	1400; 1640; 1840;				
Высота (без учета ограждения), мм	650-850				
Ширина настила ходовой части выбирается из следующего ряда	400; 500; 650; 800; 1000; 1200; 1400; 1600				
Высота борта (внутренний размер), мм	80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 355; 400; 450 500				
Шаг тяговой цепи, мм	80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630				

Таблица 8.П7

Параметры основных типов электропогрузчиков, применяемых на складах, мм

Параметры	ЭП-0601	ЭП-0801	ЭП-103	ЭП-1201	ЭП-1008
Грузоподъемность, кг	600	800	1000	1250	1000
Высота подъема вил	3000	3000	2800	3000	4500
Ширина прохода для штабелирования	2310	2400	3000	2600	1600
Длина вил	800				

Таблица 9.П7

Параметры основных типов электроштабелеров и электропогрузчиков

Параметр	Электроштабелер ЕВ418.56.4	Электропогрузчики			
		ЕВ654.45.13	ЕВ687.22.45	ЕВ695.45	ЕВ818
Грузоподъемность, кг	100	100	800	1250	1000
Высота подъема вил	5600	2710	4500	3230	5600
Ширина прохода для штабелирования	2420	2710	3080	3230	1700
Число колес	5	3	4	4	-
Масса, кг	2000	2650	2425	2780	5000
Управление	Рулевое	ЭВМ			

Таблица 10.П7

**Функциональные автоматизированные напольные безрельсовые
транспортные тележки**

Параметр	МП-12Т	Электроника		Телер 20/500	РБТ1	РБТ11
		НЦ-ТМ25	НЦ-ТМ15			
Грузоподъемность, кг	200	500	250	-	500	250
Скорость движения,	0,5	0,5	-	2	1	1
Способ маршрутоотслеживания	Оптический			По световым маякам	Оптический	
Тип переключателя	Манипулятор	Подъемная платформа	Манипулятор		Подъемно-выдвижная платформа	
Подъем стола платформы, мм	-	150	-	-	50	50
Вылет телескопической платформы, мм	-	-	-	-	1030	630
Точность позиционирования, мм	±1,0	-	±0,4	-	±10	±10
Габаритные размеры:						
– длина, мм	1700	2200	1620	200	2700	2700
– ширина, мм	1050	800	600	1000	1050	1050
– высота, мм	1800	350	2400	1500	935	935

Таблица 11.П7

Типы и характеристики напольно-тележечного транспорта

№	Наименование	Грузоподъемность, т	Скорость передвижения, км/ч
Межкорпусная перевозка			
1	Автопогрузчики	1 – 5	15 – 40
2	Электропогрузчики	0,25 – 3	6 – 10
3	Электротягачи	тяг.усил. 250 – 800 кгс	7 – 12
4	Электротележки	0,5 – 5	7 – 15
5	Тракторы с прицепными тележками	2 – 5	20
Внутрицеховой, межцеховой и внутрикорпусной транспорт			
1	Электропогрузчики	0,25 – 3	6 – 10
2	Электротележки	0,5 – 5	7 – 15
3	Электроштабелеры	0,1 – 2	3 – 7
4	Ручные тележки	0,3 – 1,25	-

Таблица 12.П7

Отечественные манипуляторы с ручным и интерактивным управлением

Тип, модель	Основное назначение	Q, кг	Число степеней подвижности	Тип исполнительного привода	m, кг	Конструктивные особенности
ШМБ-015	Загрузка технологического оборудования	150	3	Электромеханический	250	Шарнирно-балансирный, неподвижный, схваты сменные
МП-100	Погрузочно-разгрузочные и перегрузочные работы	100	4	—//—	200 (без тележки)	Шарнирно-балансирный, подвижный
МП-6	Загрузка технологического оборудования	150	6	—//—	1500	Шарнирно-рычажный, неподвижный
КШ-63	Погрузочно-разгрузочные работы и межоперационные перемещения	63	3	Пневматический	324	Шарнирно-балансирный, неподвижный
КШ-160М1	Погрузочно-разгрузочные и складские работы, межоперационные перемещения	125	4	Пневматический	465	Шарнирно-уравновешенный, подвижный
МУ-1	Погрузочно-разгрузочные работы и межоперационные перемещения	100	3		500	Шарнирно-уравновешенный, неподвижный

Таблица 13.П7

Технические данные транспортной тележки фирмы Robotug

Параметр	Значение
Грузоподъемность тележки, т	1
Масса буксируемого груза, т	9
Скорость движения тележки, км/ч	32
Число остановок тележки на трассе	90
Мощность электродвигателя движения по трассе, Вт	1693
Напряжение аккумуляторных батарей, В	24
Габаритные размеры, мм	2175x914x692

Таблица 14.П7

Техническая характеристика транспортной рельсовой тележки С4057

Параметр	Значение
Грузоподъемность, кг	500
Габаритные размеры тары IXB, мм	400x600; 800x600
Скорость перемещения, м/мин:	
– маршевая	120/90
– установочная	1
Баз (расстояние между осями), мм	1500
Колея, мм	750
Рельс	P18
Грузозахватная платформа	Телескопическая
Скорость выдвижения, м/мин	11,6
Электромагнит	МИС6100
Габаритные размеры, мм	2324x1074x1050

ПРИЛОЖЕНИЕ 8

ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

Таблица 1.П8

Годовое число часов использования освещения

Число смен	Величины значений T_M и T_{MP} , ч в год				
	для силовых нагрузок	для рабочего освещения и аварийного при продолжении работы		для аварийного освещения при эвакуации	
		при наличии естественного света	при отсутствии естественного света	при наличии естественного света	при отсутствии естественного света
1	1600	700-850	2150	4800	8760
2	3200	2250	4300		
3	4700	4150	6500		

Примечания.

1. Годовое число часов использования освещения дано при пятидневной рабочей неделе с двумя выходными днями для географических широт от 45 до 65°
2. В таблице приведены данные для активных нагрузок, для реактивных нагрузок указанные данные следует увеличить на 10%.

Таблица 2.П8

Значения коэффициентов $K_{испн}$ и $K_{спр}$ при расчете потребляемой электроэнергии

Наименование групп однотипных приемников и потребителей электроэнергии	Коэффициенты	
	использования $K_{испн}$	спроса $K_{спр}$
Металлорежущие станки		
Металлорежущие станки МС с нормальным режимом работы: мелкие токарные, строгальные, долбежные, фрезерные, сверлильные, карусельные, точильные (то же при КС производстве)	0,12-0,14 (0,16)	0,14-0,1 (0,2)
То же при тяжелом режиме работы: автоматы, револьверные, обдирочные, зубофрезерные; крупные станки: токарные, строгальные, фрезерные, карусельные и расточные	0,17	0,25
Многошпиндельные автоматы для изготовления деталей из прутка	0,2	0,23
Шлифовальные станки шарикоподшипниковых заводов	0,2-0,35	0,25-0,4
Автоматические поточные линии обработки металлов	0,5-0,6	0,5-0,6
Подъемно-транспортные механизмы		
Элеваторы, транспортеры, шнеки, конвейеры несблокированные	0,4	0,5
То же сблокированные	0,55	0,65
Краны, тельферы при ПВ-25%	0,05	0,1
Прочее оборудование		
Переносной электроинструмент	0,06	0,1
Лабораторное оборудование	0,2	0,3

Насосы, компрессоры, двигатели-генераторы	0,7	0,75
---	-----	------

Таблица 3.П8

Количество потребителей сжатого воздуха по отношению к установленному количеству единиц оборудования или рабочих мест

Потребители воздуха	Обслуживаемое оборудование или рабочие места	Количество потребителей сжатого воздуха, %		
		Е, МС	СС	КС, М
Патроны пневматические	Токарные станки	25	40	60
	Токарные патронные полуавтоматы, токарно-револьверные полуавтоматы (патронные) одношпиндельные	50	70	100
	многошпиндельные	-	140	200
Приспособления пневматические (зажимные устройства, кондукторы)	Сверлильные, фрезерные, поперечно-строгальные, долбежные и алмазно-расточные станки	25	60	80

Примечания.

Количество пневматических приспособлений от общего количества оборудования принимают для: Е и МС от 25% до 50%, СС от 40% до 70%; КС и М от 60% до 100%. Для обдува деталей на станке количество станков принимают 10 -15 % от общего количества оборудования при среднем расходе воздуха 1,5 – 2,0 м³/ч.

Таблица 4.П8

Рабочее давление, расход и коэффициент использования сжатого воздуха

Наименование потребителей сжатого воздуха	Рабочее давление сжатого воздуха МПа	Коэффициент использования	Номинальный расход свободного воздуха на единицу оборудования, м ³		
			на операцию	в минуту	в час
Патроны пневматические	0,6	1,0	0,05	-	1,0
Приспособления пневматические (зажимные устройства, кондукторы)	0,5-0,6	1,0	0,03	-	0,9
Тиски слесарные	0,5	1,0	0,01	-	0,4
Машины сверлильные	0,5	0,2	-	0,6	36
Машины шлифовальные	0,5	0,2	-	1,2	72
Молотки клепальные	0,6	0,15	-	0,4	24
Прессы клепальные	0,5	0,15	-	0,15	9
Ножницы пневматические	0,5	0,15	-	0,6	36
Напильники пневматические	0,5	0,2	-	0,25	15
Шаберы пневматические	0,6	0,3	-	0,45	27
Подъемники пневматические	0,6	1,0	0,2	-	4
Платформы конвейеров на воздушной подушке	0,4	0,05	-	-	120
Моечные машины	0,4	1,0	2,5	-	15
Пылесосы пневматические	0,4-0,5	0,2	-	0,8	48

Примечание .

Классы загрязненности сжатого воздуха должны выбираться по ГОСТ 17433.

Таблица 5.П8

Укрупненный расход пара для нагрева растворов, воды в ваннах на 100 л в кг/ч

Конечная температура в °С	Нагрев растворов и воды				Конечная температура в °С	Нагрев растворов и воды			
	змеевиком		Теплообменником			змеевиком		Теплообменником	
	разогрев	работа	разогрев	работа		разогрев	работа	разогрев	работа
60	10,7	1,18	16,6	1,49	30	4,3	0,27	10,0	0,89
70	13,5	1,72	-	-	35	5,3	0,37	11,1	0,91
80	15,8	2,44	-	-	40	6,4	0,49	12,2	0,98
90	18,1	3,44	-	-	45	7,4	0,62	13,3	1,07
100	20,9	4,78	-	-	50	8,5	0,78	14,4	1,18

Примечание.

Период разогрева принят равным 1 часу.

Таблица 6.П8

Требования по температурному режиму по механообрабатывающим цехам (участкам)

Наименование работ	Класс точности станков, обрабатываемого инструмента	Допускаемые отклонения температуры от номинальной (+20 °С) в рабочей зоне, °С	
Финишная обработка деталей			
типа валов, втулок;	В	±1,5	±1,0**
точных отверстий в корпусных деталях	А, С	±1,0	±0,5
делительные зубчатых колес и дисков; винтов и червяков; направляющих базовых деталей; прецизионных деталей топливной и гидроаппаратуры	-	±1,0	-
Финишная обработка режущего инструмента			
фрезы червячные	А	-	±2,0
	АА	-	±1,5
	ААА	-	±1,0
долбяки дисковые, чашечные, хвостовые шеверы дисковые	А	-	±2,0
	АА	-	±1,5

Примечание.

Большие значения допустимых отклонений назначаются при массе станков (на которых производится обработка деталей) до 1 т, меньшие – при массе станков свыше 1 т.

ПРИЛОЖЕНИЕ 9 ПРОМЫШЛЕННО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ПЕРСОНАЛ

Таблица 1.П9

Нормы многостаночного обслуживания по группам оборудования

Группы станков	Количество станков, обслуживаемых одним рабочим, $K_{м.о.}$		
	Е, МС	СС	КС, М
1	2	3	4
Неавтоматизированные станки широкого применения (кроме уникальных)	1	1	1
– токарно-револьверные, токарно-карусельные, токарные, сверлильные, расточные, кругло-шлифовальные, внутришлифовальные, плоскошлифовальные (стол до 200x630 или до Ø400)	1	1	1
– продольно-шлифовальные, бесцентрошлифовальные с ручной загрузкой плоскошлифовальные, двухшпиндельные	1	1	1
– заточные, фрезерные, фрезерно-центровальные, строгальные, долбежные, протяжные	1	1	1
– полуавтоматы непрерывного действия с ручной загрузкой	1	1	1
Токарные и токарно-револьверные одношпиндельные прутковые автоматы	3-4	5-6	7-8
Токарные многошпиндельные горизонтальные прутковые автоматы	2	3-4	4-5
Токарные многошпиндельные горизонтальные и вертикальные патронные полуавтоматы	1-2	2-3	3-4
То же для подшипниковой промышленности	-	-	2
Токарные многолезцовые копирующие полуавтоматы	2	2-3	3-4
Трубо- и муфтообработывающие полуавтоматы	2	2-3	2-3
Трубоотрезные, токарные доделочные автоматы	2-3	3-4	3-4
Токарно-карусельные:			
диаметр обрабатываемой детали от 4000 до 8000 мм	0,5	0,5	-
диаметр обрабатываемой детали свыше 8000 мм	0,33	0,33	-
Токарные: диаметр обрабатываемой детали 1250 и более, – длина обрабатываемой детали от 5000 до 20000 мм	0,5	0,5	-
– диаметр обрабатываемой детали свыше 1500, длина обрабатываемой детали свыше 20000 мм	0,33	0,33	-
Агрегатно-сверлильные и агрегатно-расточные	-	1-2	2-3
Горизонтально-расточные (колонковые) диаметр шпинделя более 200 мм	0,5	0,5	-
Станки для глубокого сверления и растачивания	1-2	1-2	1-2

Окончание табл. 1.П9

1	2	3	4
Бесцентрошлифовальные с загрузочным устройством, внутришлифовальные с автоматической правкой круга, шлицешлифовальные суперфинишные и хонинговальные одношпиндельные и многшпиндельные полуавтоматы	-	2-3	3-4
Заточные автоматы и полуавтоматы для инструмента	2-3	3-4	3-4
Круглошлифовальные, внутришлифовальные, суперфинишные полуавтоматы и автоматы для обработки дорожек качения и отверстий	-	-	2-4
Шарикоопиловочные автоматы	-	-	10-12
Шарикошлифовальные автоматы	-	-	8-10
Шариководочные автоматы и полуавтоматы	-	-	20-26
Плоскошлифовальные с прямоугольным и круглым столом (свыше 200х630 или Ø400 мм)	1-2	2-3	3-4
Продольно-шлифовальные (размеры рабочей поверхности стола свыше 2000х8000)	0,5	0,5	0,5
Плоскошлифовальные полуавтоматы и двухсторонние торце шлифовальные полуавтоматы	-	2-3	3-4
Зубофрезерные, зубодолбежные, зубострогальные, шлице фрезерные полуавтоматы	2-3	3-4	4-5
Зубошевиговальные с загрузочным устройством, зубонакатные, зубошлифовальные, зубопритирочные, резьбошлифовальные полуавтоматы	2-3	3-4	4-5
Зубообрабатывающие тяжелые и уникальные (крупные)	3-4	4-5	3-8
Продольно-фрезерные:			
– размеры рабочей поверхности стола от 2000х6300 до 4000х10000	0,5	0,5	-
– размеры рабочей поверхности стола свыше 4000х10000	0,33	0,33	-
Продольно-строгальные (размеры рабочей поверхности стола 2000х8000 и более)	0,5	0,5	-
Агрегатные, отрезные круглопильные полуавтоматы и автоматы	1-2	2-3	2-3
Электрофизические и электрохимические станки и полуавтоматы	2-3	3-4	3-4
Резьбонакатные, шлиценакатные и гайконарезные автоматы с автоматической загрузкой	-	3-4	4-5
Все станки с программным управлением и с автоматической сменой инструмента, модули	2-3	2-3	2-3
Специальные станки	-	1-2	2-3
Роботизированные технологические комплексы	-	2-3	3-4

Примечание: 1. Нормы даны при работе с наладчиком.

Таблица 2.П9**Численность операторов-наладчиков, обслуживающих модули в ГПС**

Гибкие производственные модули	Норма обслуживания в смену При 3-сменном режиме работы, ед
Токарные прутковые, патронные, патронно-центровые, патронно-прутковые	3-4
Карусельные	2
Сверлильно-фрезерно-расточные	2-3
Шлифовальные универсальные кругло шлифовальные, бесцентровые, внутришлифовальные, плоскошлифовальные, хонинговальные, специализированные шлифовальные	2-3
Зубообрабатывающие, электро-физико-химические	3-4
Фрезерные и протяжные, сборочные	2-3

Примечания:

1. Меньшее значение для количества модулей в системе до 5 ед., большее свыше 5 ед.
2. Наладка оборудования производится в свободное время от рабочего процесса.

Таблица 3.П9**Нормы для расчета числа операторов пультов управления линиями станков**

Количество станков, обслуживаемых одной линией межоперационного транспорта		Количество операторов пультов управления в смену
без ЭВМ	с ЭВМ	
до 15	от 15 до 40	1

Примечание. Операторы пультов управления обслуживают технологические линии (участки), где заготовки, полуфабрикаты, детали, инструменты, приспособления и ТД транспортируются с помощью механизированного или автоматизированного транспорта

Таблица 4.П9**Укрупненные нормы многостаночного обслуживания по типам производств**

Наименование	Тип производства		
	Е, МС	СС	КС
Предприятия машиностроения и приборостроения	1,1 – 1.2	1,3 – 1.5	1.6 - 1,9

Таблица 5.П9

Нормы для расчета количества наладчиков оборудования

Группа станков	Характеристика	Количество станков, обслуживаемых одним наладчиком в смену		
		Е, МС	СС	КС, М
1	2	3	4	5
Токарные и токарно-револьверные автоматы прутковые	Одношпиндельные	5-6	6-7	7-8
	Многошпиндельные	-	4-5	4-5
Токарно-револьверные и токарные полуавтоматы многолезцовые копируемые	Одношпиндельные	-	5-6	7-8
Токарные полуавтоматы	Многошпиндельные	-	4-5	5-6
Трубо- и муфтообрабатывающие полуавтоматы и токарно-доделочные автоматы	Все типоразмеры	-	8-10	8-10
Токарно-револьверные (прутковые и патронные)	Все типоразмеры	8-9	9-10	10-12
Токарно-карусельные при наибольшем диаметре обработки	до 2500	-	9-10	10-12
Токарные при наибольшем диаметре обработки	400	-	14-16	16-18
	630	-	11-12	12-14
Сверлильные	Одношпиндельные	-	14-16	16-18
	Многошпиндельные	-	10-11	11-12
Агрегатные сверлильные	Число шпинд. до 15	-	8-10	10-12
	Число шпинд. св.15	-	5-6	7-8
Фрезерно-центровальные	Одношпиндельные	-	8-10	10-12
	Многошпиндельные	-	5-6	7-8
Алмазно-расточные	Одношпиндельные	-	14-16	16-18
	Многошпиндельные	-	8-9	9-10
Агрегатные горизонтально-расточные, агрегатные резбонарезные	Все размеры с числом инструментов в наладке 40 и более	2-3	2-3	2-3
Круглошлифовальные универсальные, резбошлифовальные, плоскошлифовальные, одношпиндельные	Все типоразмеры	-	14-16	16-18
Круглошлифовальные с загрузочным устройством, бесцентрошлифовальные, шлицешлифовальные, суперфинишные и хонинговальные одношпиндельные полуавтоматы	Все типоразмеры	8-9	9-10	11-12

Продолжение табл. 5.П9

1	2	3	4	5
Круглошлифовальные специальные, плоскошлифовальные двухшпиндельные и специальные, внутришлифовальные с автоматической правкой круга и специальные, хонинговальные многошпиндельные шлифовальные автоматы разных типов	Все типоразмеры	-	3-5	6-7
Бесцентрово-шлифовальные с загрузочным устройством	Все типоразмеры	4-5	4-5	4-5
Зубофрезерные полуавтоматы многошпиндельные, зубошевинговальные с загрузочным устройством, зубонакатные	Все типоразмеры	4-5	4-5	5-6
Зуборезные, шлицефрезерные полуавтоматы	Одношпиндельные	5-6	7-10	10-12
	Многошпиндельные	4-5	6-7	8-9
Зубодолбежные, зуборезные для конических колес, зубошевинговальные, зубофрезерные полуавтоматы одношпиндельные	Все типоразмеры	4-5	6-9	10-12
Зубопротяжные, зубострогальные полуавтоматы	Все типоразмеры	-	7-8	9-10
Горизонтальные, вертикальные и универсальные фрезерные, шпоночнофрезерные, резьбофрезерные	Все типоразмеры	-	10-12	13-14
Карусельно-фрезерные, барабанно-фрезерные, вертикально-фрезерные с копировальным устройством, продольно-фрезерные	Все типоразмеры	-	8-9	10-11
Протяжные для внутренних поверхностей	Одноплунжерные Двухплунжерные	-	15-16	16-17
Вертикально-протяжные для наружных поверхностей	Одноплунжерные	-	10-11	11-12
Вертикально-протяжные для наружных поверхностей многоплунжерные, специальные вертикально- и горизонтально-протяжные	Все типоразмеры	-	6-7	7-8
Резьбонакатные, суперфинишные автоматы и полуавтоматы	Все типоразмеры	-	6-7	7-8
Шарикопилочные автоматы	Все типоразмеры	-	6-7	10-12
Шарикошлифовальные автоматы		-	-	8-10
Шарикодоводочные автоматы и полуавтоматы		-	-	20-26
Сверлильные с ПУ	Все типоразмеры	10-12	12-14	15-16
Универсальные, вертикальные, горизонтальные фрезерные с ПУ	Все типоразмеры	8-9	9-10	11-12

1	2	3	4	5
Специальные резьбонарезные	Одно- и двух-шпиндельные	-	11-12	13-14
	Многошпиндельные	-	6-7	7-8
Токарные с программным управлением, наибольший диаметр обработки, мм	400	5-6	7-8	9-10
	630	4-5	6-7	6-7
Станки типа «Обрабатывающий центр», ГП «Модуль», РТК	Все типоразмеры	3-4	4-5	5-6

Примечания.

1. Наладчики не предусмотрены для следующих групп станков: требующих простых наладок (отрезные, заточные, точноно-шлифовальные, полировочные и др.), требующих для своего обслуживания рабочих-станочников высокой квалификации (горизонтально- и координатно-расточные, продольно-шлифовальные, тяжелые карусельные, тяжелые токарные, лоботокарные и др.)
2. При расчете количества потребных наладчиков для их более полной загрузки применять принцип совмещения профессий, при котором один и тот же наладчик обслуживает несколько различных групп станков.

Таблица 6.П9**Нормы для расчета наладчиков АЛ**

Оборудование	Количество единиц оборудования, обслуживаемых одним наладчиком в смену
АЛ из восьми- и шестишпиндельных двухиндексных вертикальных автоматов и АЛ для двухсторонней обработки корпусных деталей 6 и 7 качества точности с применением сложной оснастки и специализированного инструмента;	4
АЛ, состоящие из шлифовальных станков с автоматической правкой круга и автоматическим замером деталей	4
АЛ, состоящие из двухсторонних агрегатных сверлильных, фрезерных и расточных станков, которые на отделочных операциях дают 6 и 7 качество точности	6
АЛ, обрабатывающие тела вращения	8
АЛ, состоящие из универсальных агрегатных станков с применением простой оснастки и центрового инструмента	10
АЛ для обработки торцов колец подшипников, АЛ для бесцентровой обработки колец подшипников	3
АЛ для шлифования, суперфиниша дорожек колец подшипников, АЛ для обработки отверстия колец подшипников	4

Примечание. Нормы даны для линий с системой централизованной доставки инструмента к рабочим местам.

Таблица 7.П9**Численность работающих (первой) смены цеха (участка)**

Категория работающих	Число работающих в первую смену в % от числа работников данной категории		
	Е, МС	СС	КС, М
Производственные рабочие	40-60	55	50
Вспомогательные рабочие	65	60	55
Служащие	70	70	70

Таблица 8.П9**Укрупненные нормы для расчета численности вспомогательных рабочих по обрабатывающим цехам**

Тип производства	Число вспомогательных рабочих в процентах от числа основных станков в отрасли	
	машиностроение	приборостроение
Все типы производства	14-16	12-14
	20-25*	

* – нормы даны для цехов с преобладанием тяжелого и уникального оборудования и сборки тяжелых изделий массой свыше 50 т.

Таблица 9.П9**Нормы для расчета числа работников технического контроля для обрабатывающих цехов**

Тип производства	Число работников технического контроля в процентах от количества основных станков	
	рабочие (контролеры)	Руководители
Е, МС	9-10	1-0,8
СС	7-9	0,8-0,6
КС, М	5-7	0,6-0,5

Таблица 10.П9**Укрупненные нормы для расчета численности вспомогательных рабочих для обслуживания ГПС**

Наименование	Норма определения численности
Комплектовщики автоматизированных складов с ориентацией деталей в таре	Норма переработки грузов одним рабочим склада за смену 1,0 - 1,5 т
Рабочие по установке деталей на полеты, спутники, в приспособления	Норма переработки грузов одним рабочим склада за смену 0,8 - 1,0 т.

Таблица 11.П9

**Нормы для расчета кладовщиков и настройщиков-регулирующих
инструмента для станков с ЧПУ**

Цехи	Тип производства	Число производственных станков, обслуживаемых одним кладовщиком в смену	Число производственных рабочих, обслуживаемых одним кладовщиком в смену	Число производственных станков, обслуживаемых одним настройщиком-регулирующим инструментом в смену	
				Станки с ЧПУ	Обработывающие центры
Механообрабатывающие	Е, МС	35-45	-	15-20	5-6
	СС	55-65	-	20-25	6-8
		75-85	-	-	-
		95-105	-	-	-
	КС	-	100-110	-	-
М	-	110-120	-	-	

Примечание

1. В функции кладовщиков, кроме получения и выдачи инструментов, приспособлений и технической документации, входит также и комплектация в соответствии с технологическим процессом.
2. Большие значения норм для кладовщиков относятся к цехам с числом производственных рабочих более 300 чел. 3. Меньшие значения даны для настройщиков-регулирующих инструмента при количестве станков до 100 ед. и емкости магазина инструмента станка типа «обработывающий центр» более 50 ед.
4. При создании единой корпусной ИРК число потребных кладовщиков исчисляется исходя из количества производственных станков и производственных рабочих этих цехов.

Таблица 12.П9

**Нормы для расчета числа рабочих по обслуживанию
подъемно-транспортного оборудования (все типоразмеры)**

Типы кранов, наименование	Количество крановщиков на один кран в смену
Мостовые (опорные), подвесные и консольно-передвижные краны с управлением из кабины	1
Краны-штабелеры с управлением из кабины с нижним управлением	1
Мостовые (опорные), подвесные, консольно-передвижные и полукозловые краны с нижним управлением	1

Примечание

1. Число кранов, работающих во второй и третьей сменах, и соответствующее этому число рабочих по обслуживанию принимать исходя из фактического числа обслуживаемых ими станков или рабочих мест.
2. Мостовые подвесные, консольно-передвижные и полукозловые краны с нижним управлением могут обслуживаться производственными рабочими.

Таблица 13.П9**Нормы для расчета числа рабочих по обслуживанию
подъемно-транспортного оборудования, стропальщиков**

Наименование кранов	Количество установленных кранов в пролете	Количество стропальщиков в смену, при грузоподъемности кранов, т (кН)	
		до 20 (200)	30 (300) и более
Мостовые (опорные), подвесные и консольно-передвижные краны с управлением из кабины	1	1	2
	2	2	3
	3	3	4
	4	4	5

Примечания

1. Для кранов с нижним управлением стропальщики не предусмотрены, их функции выполняют производственные рабочие.
2. Для второй и третьей смен при неполной загрузке всех установленных кранов число стропальщиков принимать исходя из фактического количества работающих кранов.

Таблица 14.П9**Нормы для расчета числа уборщиков**

Цехи, службы, помещения	Общая площадь, обслуживаемая одним уборщиком в смену, м ²
Механообрабатывающие цехи по изготовлению:	
– мелких и средних деталей	2000-2500
– базовых и корпусных деталей:	
– массой до 10 т	2500-3000
– массой свыше 10 т	3000-3500
ГПС	1500-2000
Сборочные цехи предприятий: машиностроения	3500-4000
приборостроения	1500
Бытовые и конторские помещения	500-600

Примечания

1. Нормы даны с учетом механизированной уборки помещений цеха, уборки станков и рабочих мест производственными рабочими.
2. Меньшие значения норм для механических цехов и участков принимаются при обработке деталей с образованием витой стружки или с преобладанием оборудования для обдирочных работ.
3. Меньшие значения норм для сборочных цехов принимаются для участков общего монтажа.
4. Для механосборочных цехов количество уборщиков определяется путем суммирования потребного числа уборщиков для механического и сборочного участков.
5. В случае отсутствия средств механизации уборочных работ для расчета вводить коэффициент 0,7 на площадь, обслуживаемую уборщиком в смену.
6. Норма площади, обслуживаемая одним уборщиком в смену для предприятий приборостроения, принята с учетом поддержания в помещении особой чистоты.

Таблица 15.П9

**Нормы для расчета числа служащих
по обрабатывающим цехам и участкам при работе в 2-сменном режиме**

Тип производства	Число служащих в процентах от количества основных станков				
	Количество основных станков				
	до 50	50-100	100-200	200-400	свыше 400
Е, МС	20-18	18-16	17-15	16-14	16-14
СС	18-17	17-16	16-14	14-12	14-12
КС	14-13	13-12	13-12	12-11	11-10

Таблица 16.П9

**Поправочные коэффициенты для расчета числа служащих
по обрабатывающим цехам и участкам при работе 1- и в 3-сменном режиме**

Процент станков, работающих в три смены, от общего количества станков, установленных в цехе (на участке)	Коэффициент, $K_{\text{служ}}$	
	при 1-сменном режиме	при 3-сменном режиме
до 25	0,93	1,08
25-50	0,87	1,15
50-75	0,8	1,25
75-100	0,71	1,4

Таблица 17.П9

Расчет численности служащих

Наименование	Данные для расчета	Численность работающих
Начальник УВК ГПС	При наличии не менее 4 ЭВМ	1
Инженер электроник	На 8...9 ГПМ	1
Инженер программист	На 14...15 ГПМ	1
Техник	На 1 ЭВМ	1
Оператор	На 1 ЭВМ	1

ПРИЛОЖЕНИЕ 10 СИСТЕМА УТИЛИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОТХОДОВ

Таблица 1.П10

**Примерная классификация вида металлической стружки,
образующейся в цехах при обработке металлов резанием**

Группа стружки	Вид стружки	Плотность, т/м ³	Оборудование, на котором образуется стружка данного вида
I	Элементообразная (мелкая крошка, кусочки, высечка)	Чугун ковкий 1,6-1,7 Чугун серый 1,9-2,0	Все виды металлорежущих станков
		Сталь 1,0-1,5 Алюминий 0,75	Фрезерные, протяжные, зубообрабатывающие и строгальные станки, дисковые пилы, строгальные, долбежные, холодновысадочные, автоматы
II	Элементообразная (в виде витков, нагартованная, колечки)	Сталь -0,6 Алюминий 0,207 Бронза -0,7	Токарные, карусельные, револьверные сверлильные и другие станки при силовом резании
III	Автоматный жгутик, мелкий выюн	Сталь 0,5-0,6 Алюминий 0,17-0,20 Бронза 0,6-0,7	Токарные автоматы, полуавтоматы, револьверные станки
IV	Средний выюн длиной 100-200 мм, сечением 20-30 мм ²	Сталь 0,3-0,5	Сверлильные, револьверные, токарные, карусельные, расточные и строгальные
V	Крупный выюн сечением 40-60 мм ²	Сталь 0,2-0,25 Алюминий 0,07	Крупные токарные и карусельные станки
VI	Саблевидная с однослойными витками диаметром до 1 м сечением 100 мм ²	Сталь 0,15-0,2	Крупные токарные и карусельные станки

Таблица 2.П10

**Типы конвейеров для транспортирования металлической стружки
в зависимости от ее группы**

Тип конвейера	Группа стружки					
	I	II	III	IV	V	VI
Скребковый						
Одновинтовой	+	+	-	-	-	-
Двухвинтовой	+	+	-	-	-	-
Пластинчатый	-	+	+	-	-	-
Ершово-штанговый	-	-	+	+	+	+
Магнитные (легковые с бегущим магнитным полем)	-	-	+	+	+	-

Примечание : Знак "+" обозначает рекомендуемый тип конвейера

Таблица 3.П10

**Рекомендуемые способы сбора и транспортировки
в зависимости от объема стружки**

Производственная площадь, м ²	Количество стружки, кг/ч	Вид расположения оборудования	Рекомендуемый способ сбора и транспортировки стружки
1000-2000	до 300	от отдельно стоящих станков (вне АЛ)	Сбор в специальную тару и доставка безрельсовым транспортом на пункт переработки стружки
300-500	до 300	АЛ, обособленные участки	Сбор линейными конвейерами вдоль технологических линий в сборные емкости в конце линий
2000-3000	300-600	Участки	Сбор отдельными транспортными системами со специальной тарой, установленной в конце каждой системы. Заполненную стружкой тару вывозят из цеха
более 3000	более 600	Участки большой площади в М, КС	Комплексная система транспортирования стружки и передачи ее в отделение стружкопереработки

Таблица 4.П10

Техническая характеристика сборочно-секционных конвейеров для стружки

Параметр	Величина	
	Двухвинтовой КВ2	Одновинтовой КВ1
Производительность Q , т/ч	7	4
Мощность N , кВт	2,2-17	2,2-7,5
Длина конвейера L , м	2-100	2-80
Шаг винта t , мм	100	100
Диаметр винта D , мм	200	200
Частота вращения винта n , об/мин	8; 12; 16; 20	10; 15; 20; 25
Ширина желоба B , мм	900	450
Угол подъема трассы α , °	0-20	0-20

Таблица 5.П10

**Техническая характеристика конвейеров КПС
для стружки с погруженными скребками**

Тип конвейера	Производительность Q , м ³ /ч	$V_{ц}$, м/с	Ширина желоба $B_{ж}$, мм	Высота желоба h , мм	Максимальная длина конвейера
КПС-200	20	0,25	200	125	42
КПС-200Т	21	0,16	200	125	60
КПС-320Т	45	0,2	320	200	100
КПС-500Т	80	0,25; 0,315	500	320	70
КПС-650Т	110	0,4	650	400	60

Таблица 6.П10

Техническая характеристика штангового скребкового конвейера типа КШС

Параметры	Величина
Ход штанги, м	1,5-1,75
Скорость движения, м/мин	5-10
Производительность, т/ч ($m^3/ч$)	1,5-3 (8-15)
Линейное усилие перемещения штанги конвейера, кН	1,4-2,2
Сечение желоба для стружки, мм	600x600

Таблица 7.П10

Технические характеристики вибрационных конвейеров с продольным уравниванием колеблющихся масс

Параметры	Тип конвейера								
	ВКГ-30	ВКГ-200	ВКГ-200М	ВКР-500	КВЖГ-200	КВЖГ-320	КВЖМ-600	КВЖМ-800	КВТ-160
Производительность, $m^3/ч$	30	200	200	200÷10	32	64	120	150	5
Мощность, кВт	7	11	11	15÷2,2	4,0	4,5	5,5	11,0	2,2
Тип привода	Гидравлический				Эксцентриковый				
Амплитуда, мм	7	8	8	8÷6	6	6	5	6	6
Частота колебаний в мин	720	720	720	720÷680	680	680	720	720	720
Угол вибрации, град	20	20	20	25÷22	22	22	20	25	20
Макс. длина на привод, м	37	50	50	49÷24	30	38	30	50	30
Габаритные размеры, мм: высота	220	416	416	455÷510	600	850	515	680	450
– ширина	470	1095	1095	1095÷448	592	848	780	1055	500
Размер грузонесущего органа, мм:									
– высота	90	250	250	250÷125	160	250	250	250	159
– ширина	350	800	800	800÷200	320	500	600	800	159

Таблица 8.П10

Основные параметры типовых пластинчатых и пластинчато-игольчатых конвейеров

Параметр	Пластинчато-игольчатый	Пластинчатый
Мощность привода K , кВт	10	10
Рабочая скорость V , м/с	0,133; 0,2; 2,25	
Ширина полотна B , мм	600	400 ; 800
Высота бортов полотна h , мм	150	
Длина конвейера L , м	2-50	2-200; 2-50; 2- 150
Высота подъема трассы H , м	0-10	
Угол подъема трассы α , град	0-45	0-20 ; 0-45 ; 0-20

ПРИЛОЖЕНИЕ 11

ОСНОВНЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ЗДАНИЯ

Таблица 1.П11

Сетка колонн для одноэтажных корпусов

Ширина пролетов	Шаг колонн (средние)	Высота до низа конструкции покрытия	Высота до головки кранового рельса	Наименование кранов	Грузоподъемность	
					т	кН
12;18;24	6; 12	3,0; 7,2; 8.4	-	Подвесные и опорные	0,5-5,0	5-50
12; 18; 24	6; 12	8,4; 9,6; 10,8	6,35; 6,95; 8,15	Опорные	10; 12,5; 16/3,2 20/5	100; 125 160/32; 200/50
12; 18; 24 30 36	12	10,8; 12,0; 14,4	8,15; 9,35; 11,35	Опорные	10; 12,5; 16/3,2 20/5 32/5	100; 125 160/32; 200/50 320/50
24, 30 36	12	16,8; 18,0	13,40; 14,60	Опорные	32/5 50/12,5	320/50 500/125
30, 36	12; 18	16,8; 18,0	13,40; 14,60	Опорные	80/20	800/200
30 36	12; 18	16,8; 18,0 19,2	13,40; 14,60 15,20	То же	100/20	1000/200
30 36	12; 18	16,8; 18,0 19,2	13,40; 14,60 14,70	То же	150/30 и более	1500/300

Примечание. Пролеты кранов принимаются по ГОСТу и должны быть увязаны со строительными конструкциями.

Таблица 2.П11

Сетка колонн для многоэтажных корпусов для машиностроительной промышленности

Сетка колонн, м	Сетка колонн верхнего этажа, м	Высота этажей, м	Грузоподъемность	
			т	кН
6х6	18х6; 24х6	4,8; 6,0; 7,2 (верхний)	0,5-5,0	5-50
9х6	18х6	4,8; 6,0; 7,2 (верхний)	0,5-5,0	5-50
6х6	18х6	4,8; 6,0; 10,8 (верхний)	5 или 10	50 или 100
12х6	12х6	4,8; 6,0; 7,2	0,5-5,0	5-50
12х6	24х6	4,8; 6,0; 7,2; 8,4; 10,8	5 или 10	50 или 100

Примечания.

1. Подъемно-транспортные средства – краны подвесные и опорные.
2. Установка мостовых однобалочных кранов грузоподъемностью до 0,5 т допускается в исключительных случаях при соответствующем обосновании.
4. ГПС рекомендуется размещать в бескрановых пролетах.

ПРИЛОЖЕНИЕ 12

УСЛОВНЫЕ ГРАФИЧЕСКИЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ И ОБОЗНАЧЕНИЯ,
ПРИМЕНЯЕМЫЕ НА КОМПОНОВКАХ И ПЛАНИРОВКАХ

Таблица 1.П12

Условные графические изображения, применяемые
на компоновочных планах обрабатывающих цехов

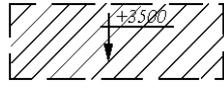
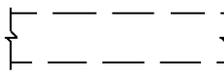
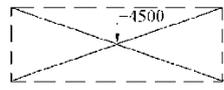
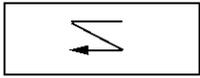
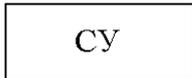
Обозначение	Наименование	Обозначение	Наименование
	Колонна здания		Тоннель, канал
	Капитальная стена, перегородка		Железнодорожный путь тупиковый (ввод)
	Граница цеха, отделения, участка		Подвал с отметкой уровня пола
	Проезд (между штриховыми линиями затушевать)		Антресоль (с отметкой высоты)
	Трансформаторная подстанция		Санитарный узел

Таблица 2.П12

Условные графические изображения элементов строительных конструкций (ГОСТ 21.501), применяемые на планировках обрабатывающих цехов и участков

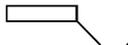
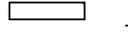
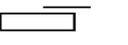
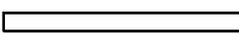
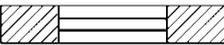
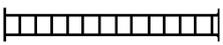
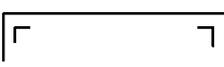
Обозначение	Наименование	Обозначение	Наименование
	Колонна железобетонная сплошного сечения		Дверь однопольная
	Колонна железобетонная двухветвенная		Дверь двойная двухпольная
	Колонна металлическая		Ворота откатные однопольные
	Колонна металлическая двухветвенная		Ворота откатные раздвижные двухпольные
	Капитальная стена		Проем оконный
	Перегородка		Тоннель, канал (с указанием глубины)
	Перегородка из стеклоблоков		Металлическая перегородка на каркасе
	Перегородка с сеткой		Барьер

Таблица 3.П12

Условные графические обозначения наиболее часто применяемых сред согласно ГОСТ 2.428 на планах расположения технологического оборудования

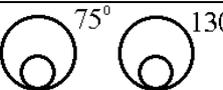
Обозначение	Наименование	Обозначение	Наименование
	Сжатый воздух		Электроэнергия
	Отсос воздуха (местная вентиляция)		Пар
	Воздух (вентиляция)		Конденсат
	Подвод воды		Средства охлаждения (эмульсия)
	Подвод охлаждающей воды		Защитный газ
	Отвод охлаждающей воды		Природный газ
	Горячая вода $t \leq 120^\circ\text{C}$ Горячая вода $t > 120^\circ\text{C}$		Городской газ
	Сточная вода		Вакуум

Таблица 4.П12

Рекомендуемые условные графические обозначения наиболее часто применяемых сред, не имеющих обозначений ГОСТ 2.428

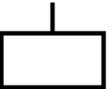
Обозначение	Наименование	Обозначение	Наименование
	Подвод масла		Слив масла
	Подвод содового раствора		Слив стоков с механическими примесями (эмульсии, содового раствора)
	Подвод щелочного раствора		Слив щелочных стоков
	Подвод спецтока	 	Розетка, розетка сдвоенная

Таблица 5.П12

Условные графические изображения и обозначения, применяемые на технологических планировках обрабатывающих цехов (участков)

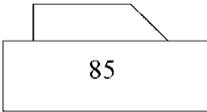
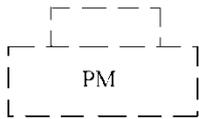
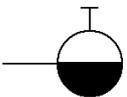
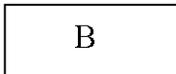
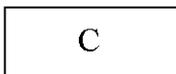
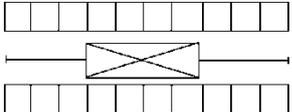
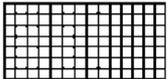
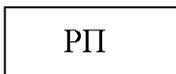
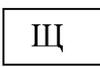
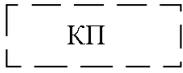
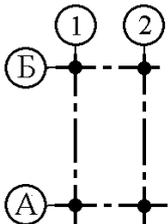
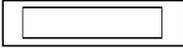
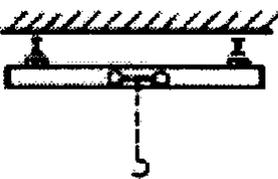
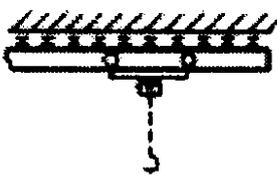
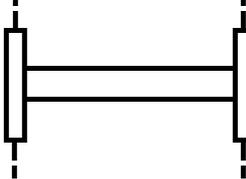
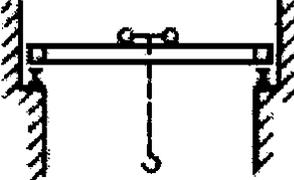
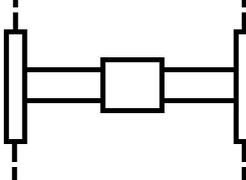
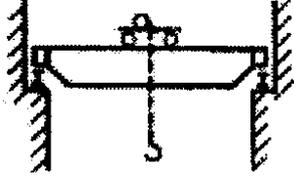
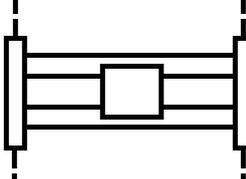
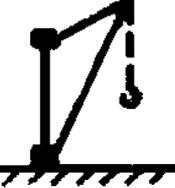
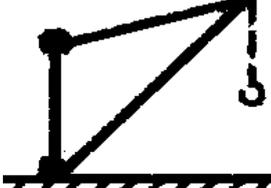
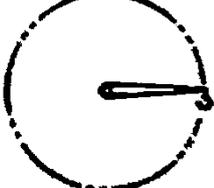
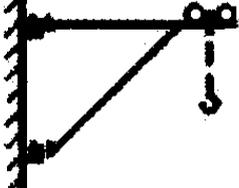
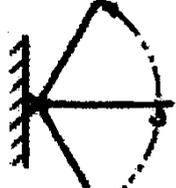
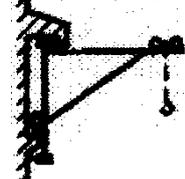
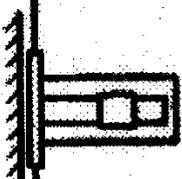
Обозначение	Наименование	Обозначение	Наименование
	Место рабочего		Технологическое оборудование и его номер по плану
	Место рабочего при многостаночном обслуживании		Резервное место под оборудование
	Пожарный кран		Верстак
	Люк (бункер) для уборки стружки		Стол
	Канал для транспортировки стружки		Контрольный стол
	Автоматизированный склад с краном-штабелером		Контрольная плита
	Трап		Разметочная плита
	Щит управления		Контрольный пункт
	Местное освещение		Стеллаж
	Сетка колонн		Бак, ванна

Таблица 6.П12

Условные графические изображения подъемного кранового оборудования по ГОСТ 21.112, применяемые на планировках обрабатывающих цехов, участков

Наименование	Вид спереди	Вид сбоку	Вид сверху
Кран подвесной			
Кран однобалочный мостовой			
Кран двубалочный мостовой			
Кран консольный на колонне			
Кран настенный консольный			
Кран передвижной			

Примечания.

1. Допускается условные графические изображения дополнять техническими данными подъемно-транспортного оборудования.
2. Подъемно-транспортное оборудование, условные изображения которого не приведены, необходимо изображать по аналогии с ГОСТ 21.112, учитывая конструктивные особенности оборудования.

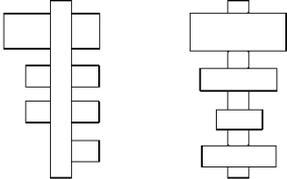
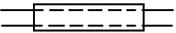
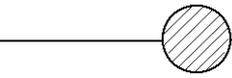
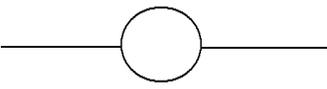
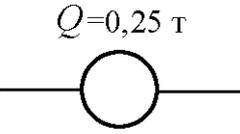
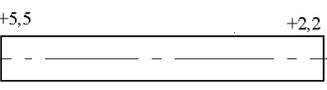
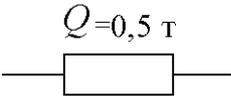
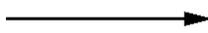
Таблица 7.П12

Условные графические изображения конвейеров по ГОСТ 21.112, применяемые на планировках обрабатывающих участков

Наименование	Вид спереди	Вид сбоку	Вид сверху
Конвейер ленточный			
Конвейер пластинчатый			
Конвейер роликовый			
Конвейер тележечный			
Конвейер волочильный			
Конвейер подвесной			
Конвейер шнековый			
Конвейер вибрационный			
Конвейер скребковый			
Конвейер ковшовый			

Таблица 8.П12

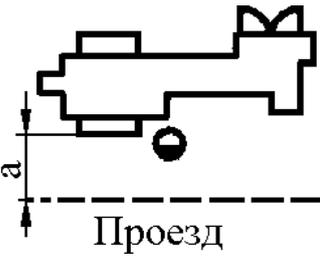
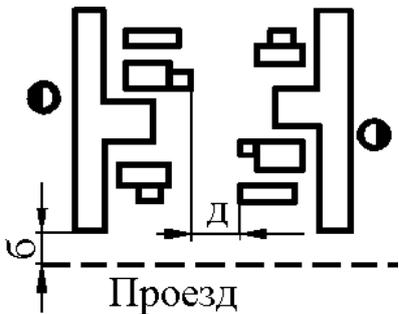
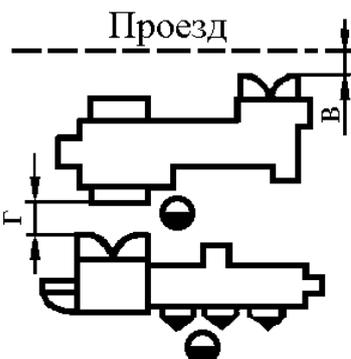
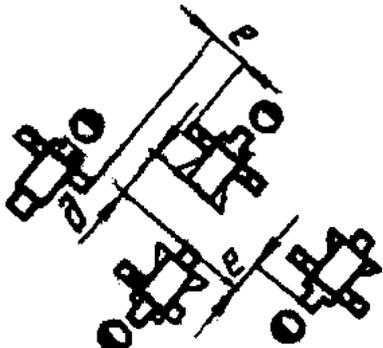
Условные обозначения транспортного и подъемно-транспортного оборудования, применяемые на планировках обрабатывающих цехов и участков

Обозначение	Наименование	Обозначение	Наименование
	Автоматические линии		Каретка-оператор с автоматическим адресованием грузов
	Промышленный робот		Тележка рельсовая
	Электроинструмент на монорельсе		Кран-штабелер автоматизированный
	Монорельс с ручной талью		Монорельс с пневматическим подъемником
	Подъем и спуск подвешенного цепного конвейера		Желоб, склиз
	Монорельс с тельфером		Направление грузопотока

НОРМЫ РАССТОЯНИЙ

Таблица 1.П13

Схемы размещения станков

Расстояние	Эскиз	Наибольший габаритный размер станка в плане, не более, мм		
		1800	4000	8000
1	2	3	4	5
Между проездом и станками, расположенными фронтально (а)		1600/1000		2000/1000
От проезда до тыльной стороны станка (а)		500		
Между проездом и боковой стороной станка (б)		500		700/500
Между станками, установленными тыльными сторонами (д)		700	800	1000
Между проездом и тыльной стороной станка (в)		1700/ 1400	1700/ 1600	-
Между станками, установленными в затылок (г)		1700/ 1400	2600/ 1600	2600/ 1800
Между станками, установленными боковыми сторонами (е)		900		1300/1200

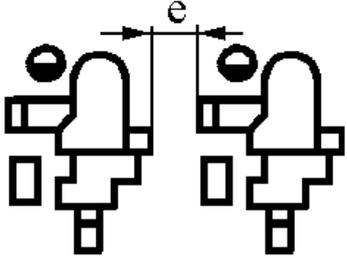
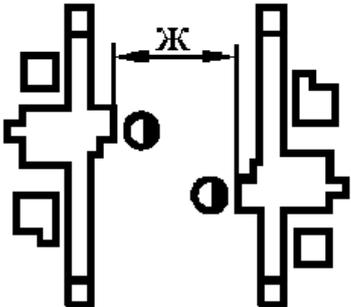
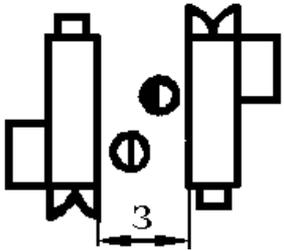
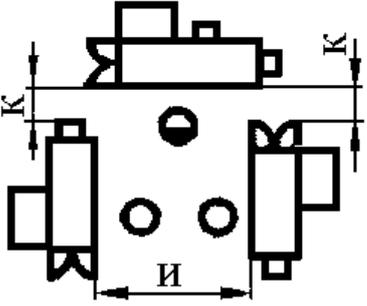
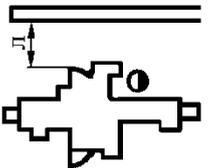
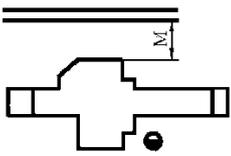
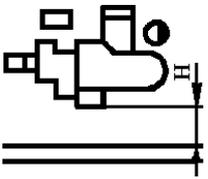
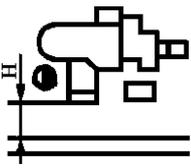
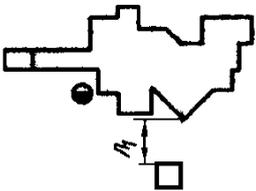
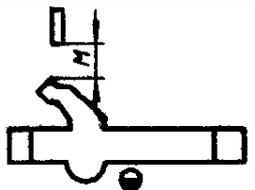
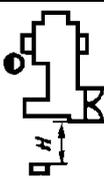
1	2	3	4	5
<p>Между станками, установленными боковыми сторонами (е)</p>		<p>900</p>	<p>1300/1200</p>	
<p>Между станками, установленными фронтально при обслуживании одним оператором одного станка (ж)</p>		<p>2100/ 1900</p>	<p>2500/ 2300</p>	<p>2600</p>
<p>Между станками, установленными при обслуживании одним оператором двух станков (з)</p>		<p>1700/ 1400</p>	<p>1700/ 1600</p>	<p>-</p>
<p>Между станками, при П-образном расположении трех станков, обслуживаемых одним оператором (к, и)</p>		<p>2500/ 1400</p>	<p>2500/ 1600</p>	<p>-</p>

Таблица 2.П13

Расстояния от стен и колонн при различном расположении станков

Расстояние	Эскиз	Наибольший габаритный размер станка в плане, не более, мм		
		1800	4000	8000
От стены до станка, расположенного фронтально		1600/1300		1600/1500
От стены до станка, расположенного тыльной стороной		700	800	900
От стены до станка, расположенного боковой стороной (н)		1300	1300/1500	1500
От стены до станка, расположенного боковой стороной (н)		1300	1300/1500	1500
От колонны до станка, расположенного фронтально (Л1)		1600/1300		1600/1500
От колонны до станка, расположенного тыльной стороной (м)		700	800	900
От колонны до станка, расположенного боковой стороной (н)		1300	1300/1500	1500

Примечание.

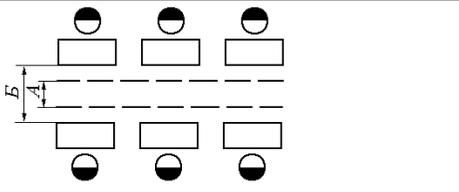
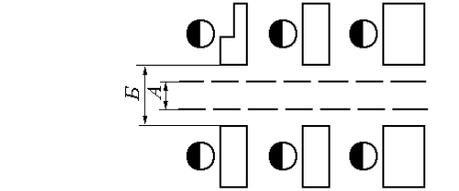
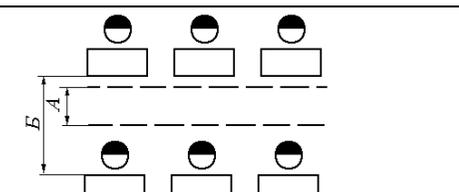
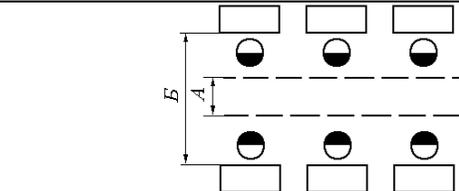
1. В знаменателе приведены нормы расстояний для цехов КС и М производства, когда они отличаются от соответствующих норм для условий Е, МС, СС производства.

Таблица 3.П13

Расстояния автоматизированных участков

Транспорт	Д	Е	Г	Ж	Эскиз
Автоматизированная напольная транспортная система	0,4	1,07	0,9	-	
Роликовый или пластинчатый конвейер	-	0,9	-	0,1	
Подвесной конвейер	-	0,9	-	0,1	

Нормы ширины проездов и расстояний между рядами станков

Место нахождения проезда и характер движения	Эскиз	Вид транспортных средств															
		Склизы, лотки, скаты, тали на монорельсе				Краны мостовые и кран-балки				Электротележки, автопогрузчики							
		<800		<1500		<800		<1500		<3000		<800		<1500		<1800	
		А	Б	А	Б	А	Б	А	Б	А	Б	А	Б	А	Б	А	Б
Между тыльными сторонами станков: одностороннее		-	-	-	-	2000	2500	2500	3000	3500	4000	2000	2500	2500	3000	3000	3500
Двухстороннее		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3000	3500	3500	4000	4000	4500
Между боковыми сторонами станков: одностороннее		-	-	-	-	2000	2500	2500	3000	3500	4000	2000	2500	2500	3000	3000	3500
Двухстороннее		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3000	3500	3500	4000	4000	4500
Между одним рядом станков, расположенных тыльной стороной, и другим, расположенным к проезду фронтом: одностороннее		1200	2500	2000	3300	2000	3300	2500	3800	3500	4800	2000	3300	2500	3800	3000	4300
Между двумя рядами станков, расположенных по фронту: одностороннее		1200	3200	2000	4000	2000	4000	2500	4500	3500	5500	2000	4000	2500	4500	3000	5000

ПРИМЕРЫ ПЛАНИРОВОК ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УЧАСТКОВ

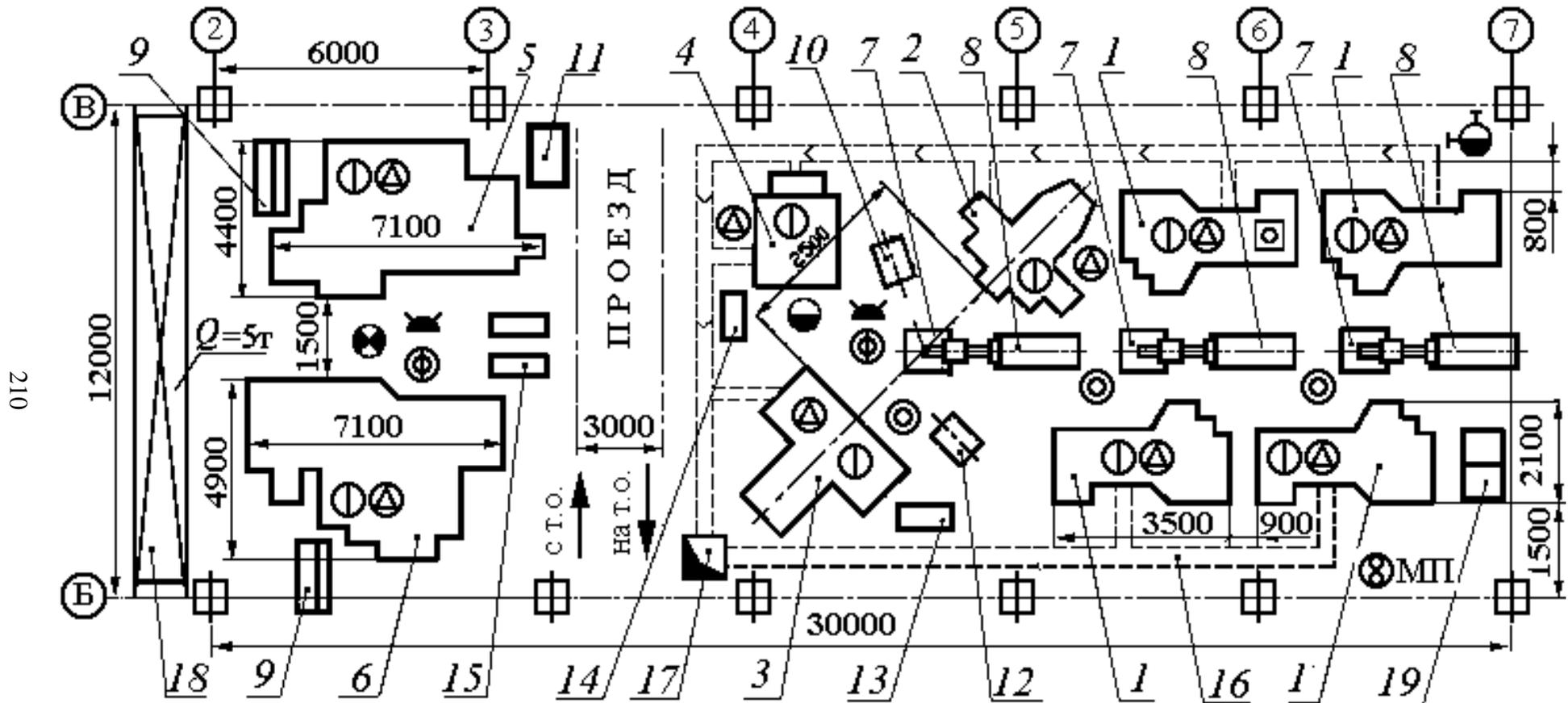


Рис. 1.П14. ГПУ с жесткой связью для комплексного изготовления шестерен:

1 – токарные многоцелевые станки; 2 – шпоночно-фрезерный станок модели 692Р; 3 – зубофрезерный станок модели 5831; 4 – вертикально-сверлильный станок; 5 – круглошлифовальный станок модели 3М152В; 6 – зубошлифовальный станок модели 5831; 8 – ПР модели Универсал 5-02; 7, 10, 12, 14, 15 – стол передаточный; 9, 13 – стеллаж для инструмента; 11 – контрольное отделение; 16 – конвейер для уборки стружки; 17 – бункер для стружки; 18 – кран электрический мостовой; 19 – стеллаж для заготовок

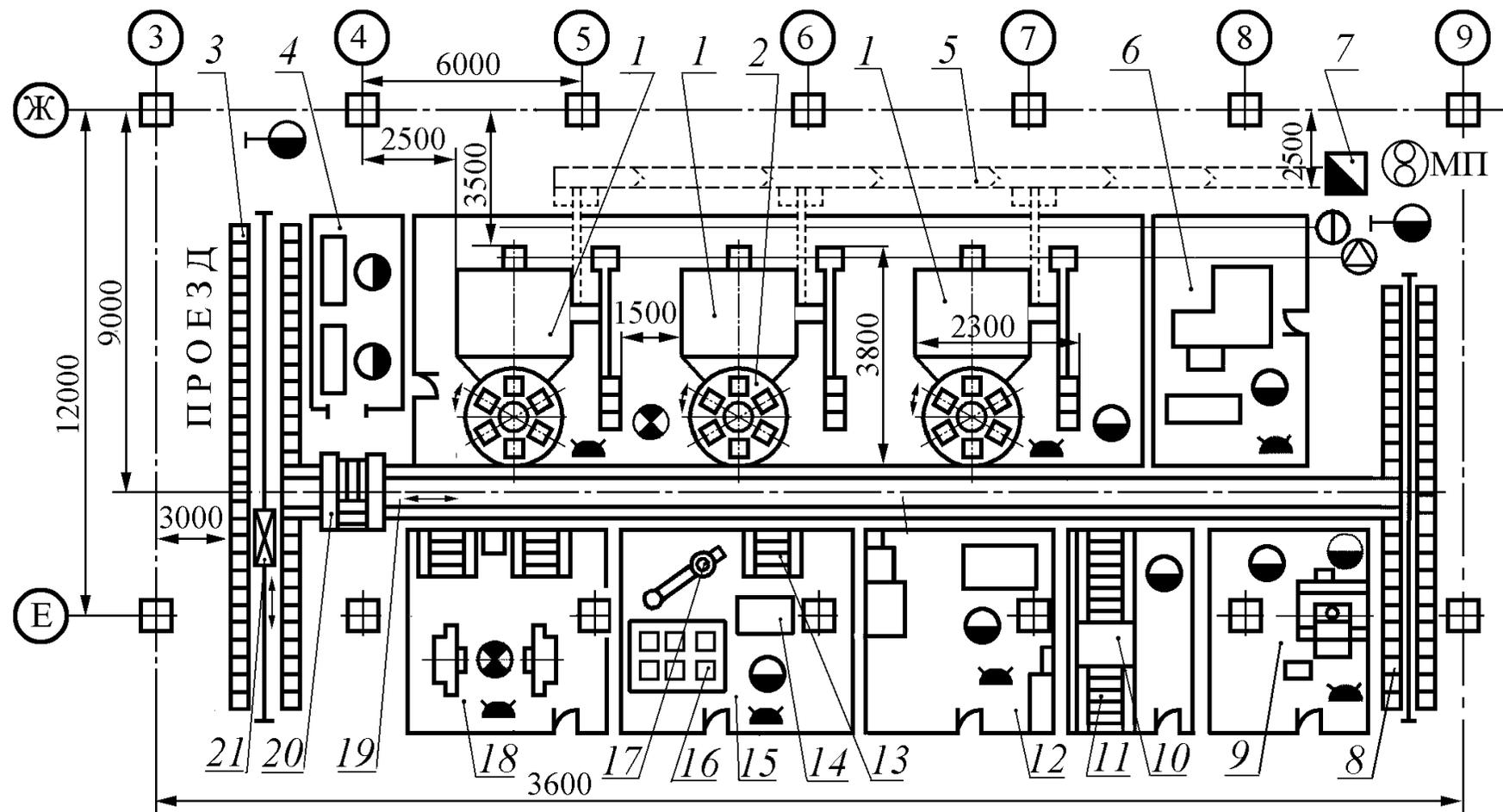


Рис. 2.П14. ГПУ для обработки корпусных деталей с АТСС Т-образной компоновки:

1 – многоцелевые станки модели ИР500ПМ ПФ4; 2 – восьмипозиционный накопитель; 3 – склад заготовок; 4 – помещение диспозиции; 5 – конвейер для уборки стружки; 6 – отделение окончательной доработки деталей; 7 – бункер для стружки; 8 – склад готовых деталей; 9 – контрольное отделение; 10 – моечная машина; 11 – отделение промывки; 12 – отделение комплектации и настройки инструмента; 13 – передаточный конвейер; 14 – позиция загрузки-разгрузки; 15 – отделение загрузки-разгрузки приспособлений спутников; 16 – накопитель спутников; 17 – манипулятор; 18 – отделение подготовки баз; 19 – рельсовый путь; 20 – тележка рельсовая; 21 – кран-штабелер

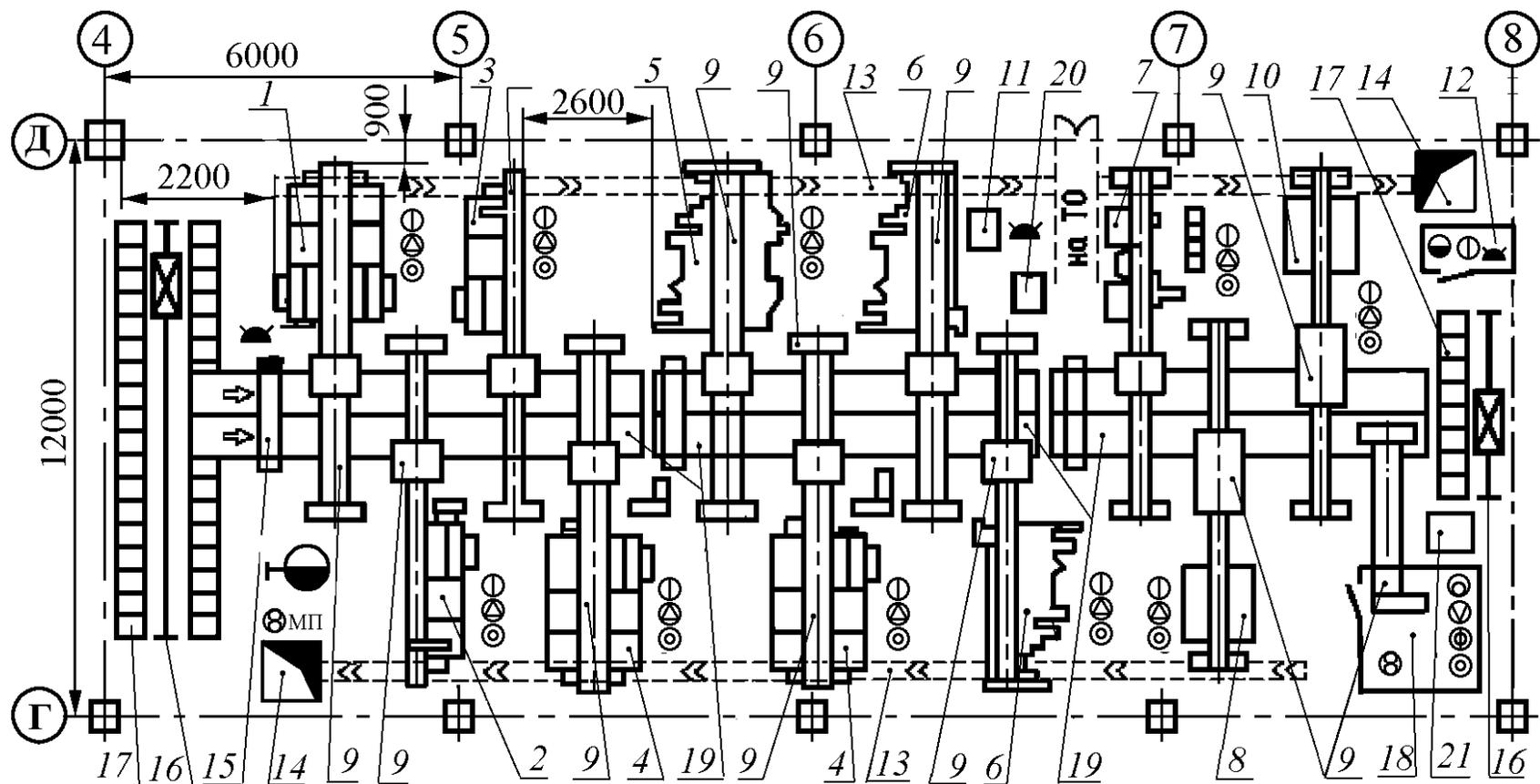


Рис. 3.П14. Гибкая производственная линия изготовления шестерен:

1 – токарный станок мод.16К30Ф325; 2, 3 – зубофрезерный станок мод. 5350; 4 – токарный станок мод.16К30Ф325; 5 – центровочно-обточной станок мод. 26932ПМФ2; 6 – шлицефрезерный станок мод. 5А352ПФ2; 7 – зубошлифовальный станок мод. 5831; 8 – шлифовальный станок мод. 3М15ВШФ20; 9 – промышленный робот мод. УМ160Ф2.81.01; 10 – электрохимическая установка мод.ЭХУ-12; 11 – площадка для погрузки на ТО; 12 – центральная система управления; 13 – конвейер для уборки стружки; 14 – бункер для сбора стружки; 15 – передаточные столы; 16 – робот-штабелер; 17 – стеллажный склад; 18 – моечная машина М22; 19 – межоперационный накопитель; 20 – отделение настройки инструмента вне станка; 21 – ОТК

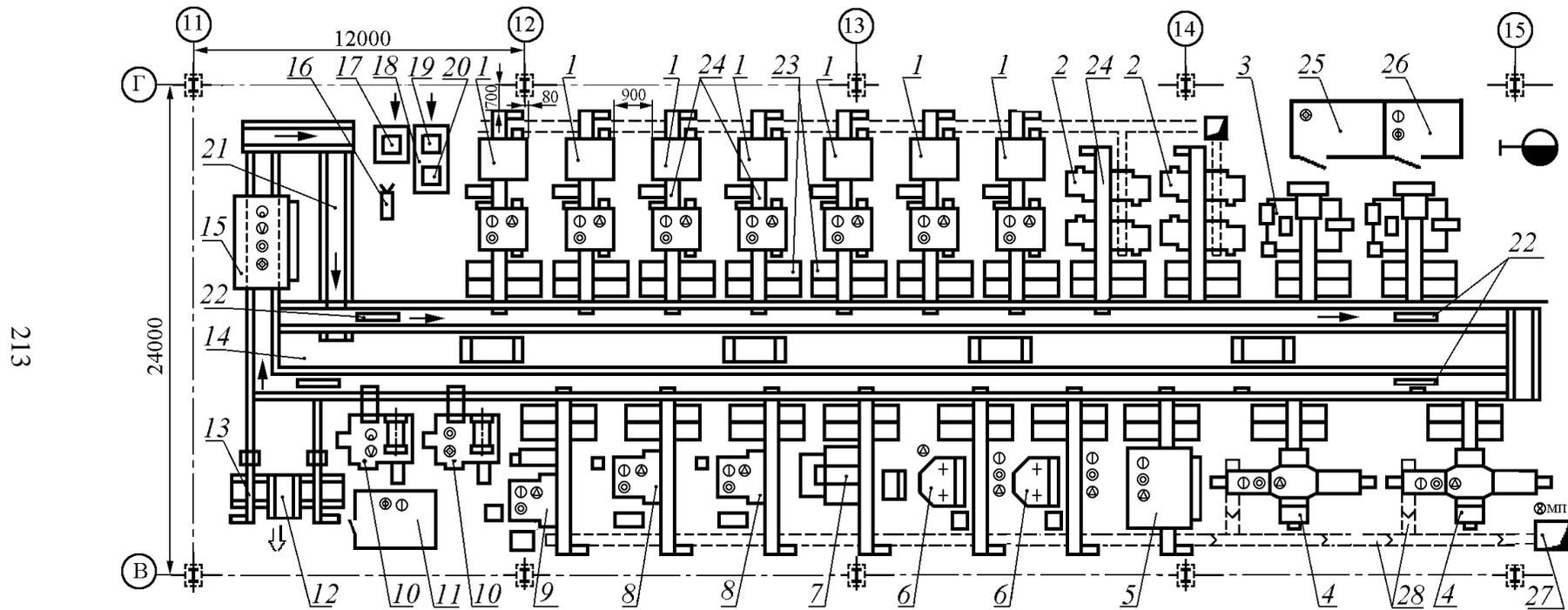


Рис.4.П14. ГПУ для обработки корпусных деталей цилиндрической формы:

1 – токарный многоцелевой станок с двенадцатью позиционными револьверными головками; 2 – фрезерно-сверлильный многоцелевой станок; 3 – вертикально-протяжной полуавтомат; 4 – агрегатный четырехпозиционный станок; индукционная закалочная установка; 5 – моечная машина для промежуточной мойки; 6 – индукционная закалочная установка; 7 – шлифовальный станок для внутреннего шлифования; 8 – шлифовальный станок для наружного шлифования; 9 – хонинговальный станок; 10 – моечная машина для окончательной мойки готовых деталей; 11 – контрольная машина; 12 – транспортный конвейер готовых деталей; 13 – робот; 14 – конвейер перемещений между оборудованием; 15 – моечная машина для мойки и обдува спутников; 16 – робот для укладки для укладки заготовок на столы-спутники; 17 – тара с заготовками, поступающими в ориентированно виде; 18 – конвейер; 19 – тара с заготовками, поступающими навалом; 20 – бункер; 21 – конвейер; 22 – автоматическая монорельсовая транспортная тележка; 23 – накопитель для столов-спутников; 24 – робот порталный; 25 – участок для хранения инструментов и калибров; 26 – управляющая ЭВМ; 27 – бункер для уборки стружки; 28 – конвейер для уборки стружки

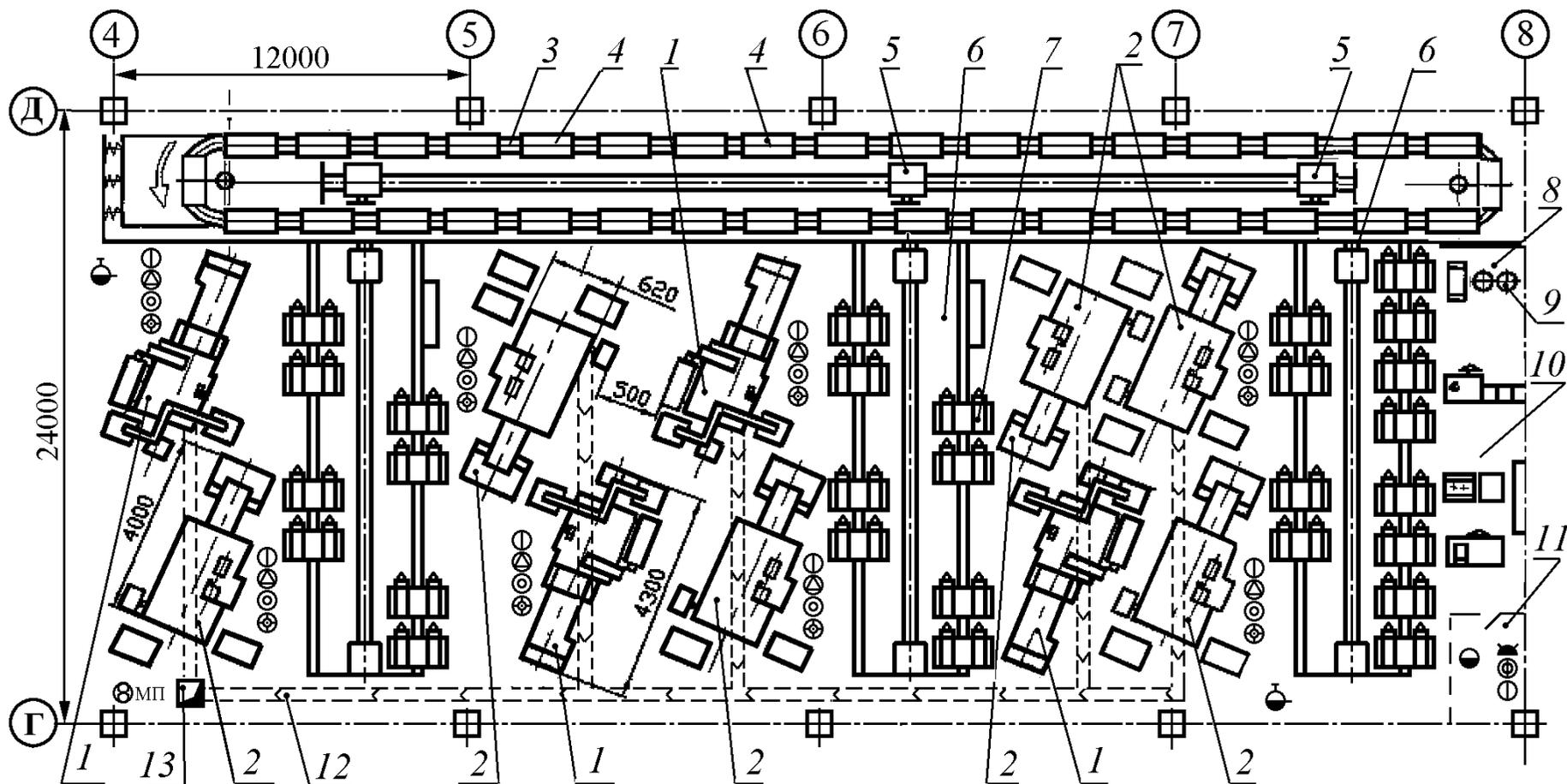


Рис. 5.П14. ГАУ модели АСВ-25 для обработки деталей типа тел вращения:

1 – токарно-центровой с 8-позиционной инструментальной головкой мод. Т/С32Н1; 2 – токарно-центровой с 8-позиционной мод. ТКХ-5СН; 3 – тележечно-цепной конвейер-накопитель; 4 – тележка; 5 – переталкиватель; 6 – секция трансманипулятора; 7 – каретка; 8 – участок комплектации и настройки; 9 – вращающийся приводной стеллаж; 10 – отделение приема-сдачи и ОТК; 11 – диспетчерское отделение и УВК; 12 – конвейер для сбора стружки; 13 – бункер

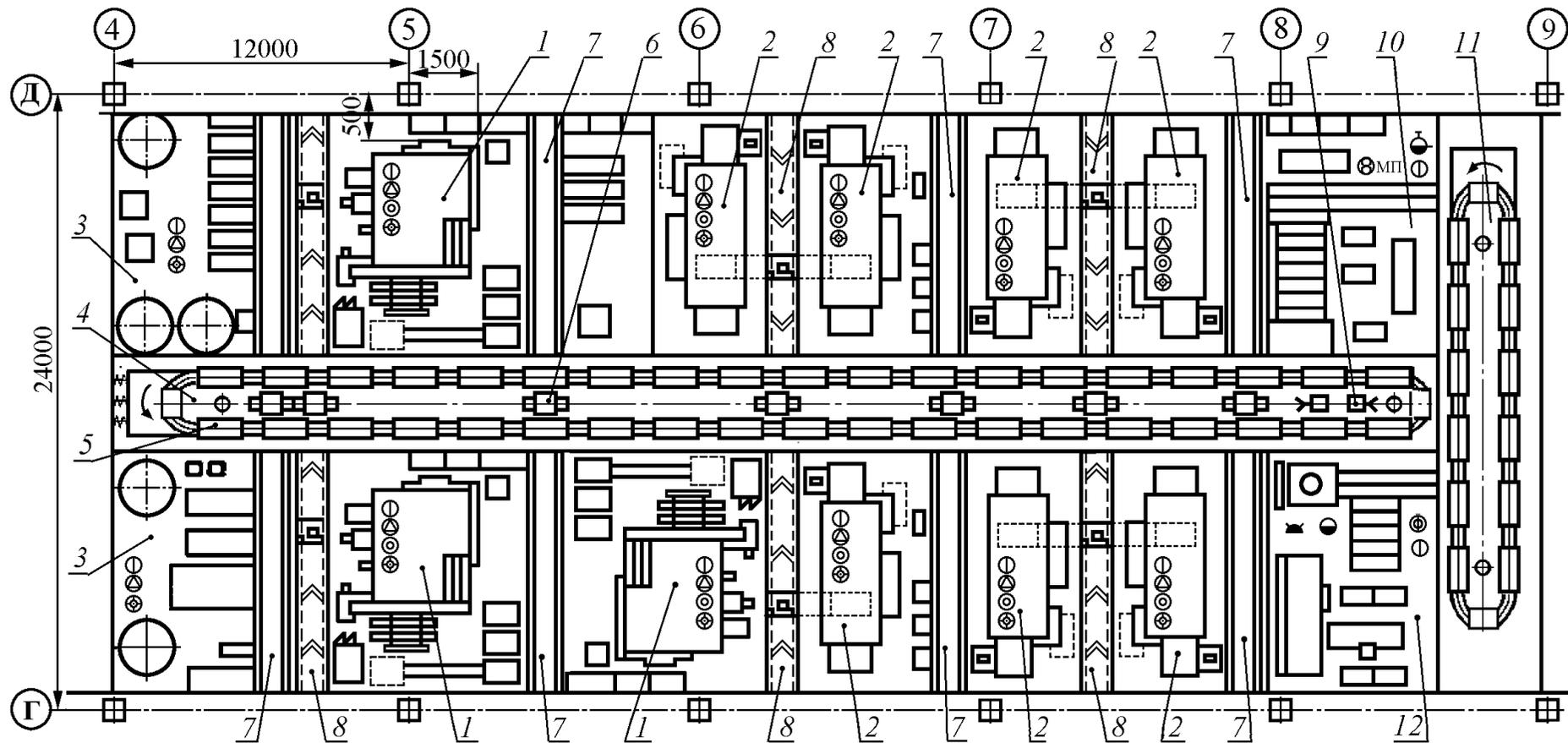


Рис.6.П14. ГПС модели АСВ-22 для обработки деталей типа тел вращения:

1 – фрезерно-сверлильный станок с ЧПУ; 2 – токарный полуавтомат с ЧПУ; 3 – секция комплектации и настройки инструмента вращающимися приводными стеллажами для хранения инструмента, оснастки и т.п.; 4 – тележечно-цепной конвейер-накопитель для перемещения спутников с концевым инструментом и комплектами оснастки, поддонами для заготовок, с емкостями для стружки; 5 – тележка; 6 – трансманипулятор – самоходная тележка с поворотной платформой и выдвигаемыми каретками для груза; 7 – транспортер-накопитель заготовок; 8 – гидрокладчик сбора стружки и СОЖ, перемещающийся по рельсовому пути; 9 – манипулятор-кантователь с контейнерами для стружки; 10 – моечно-сушильная машина; 11 – тележечно-цепной конвейер-накопитель заготовок; 12 – ОТК с КИМ для контроля заготовок и деталей

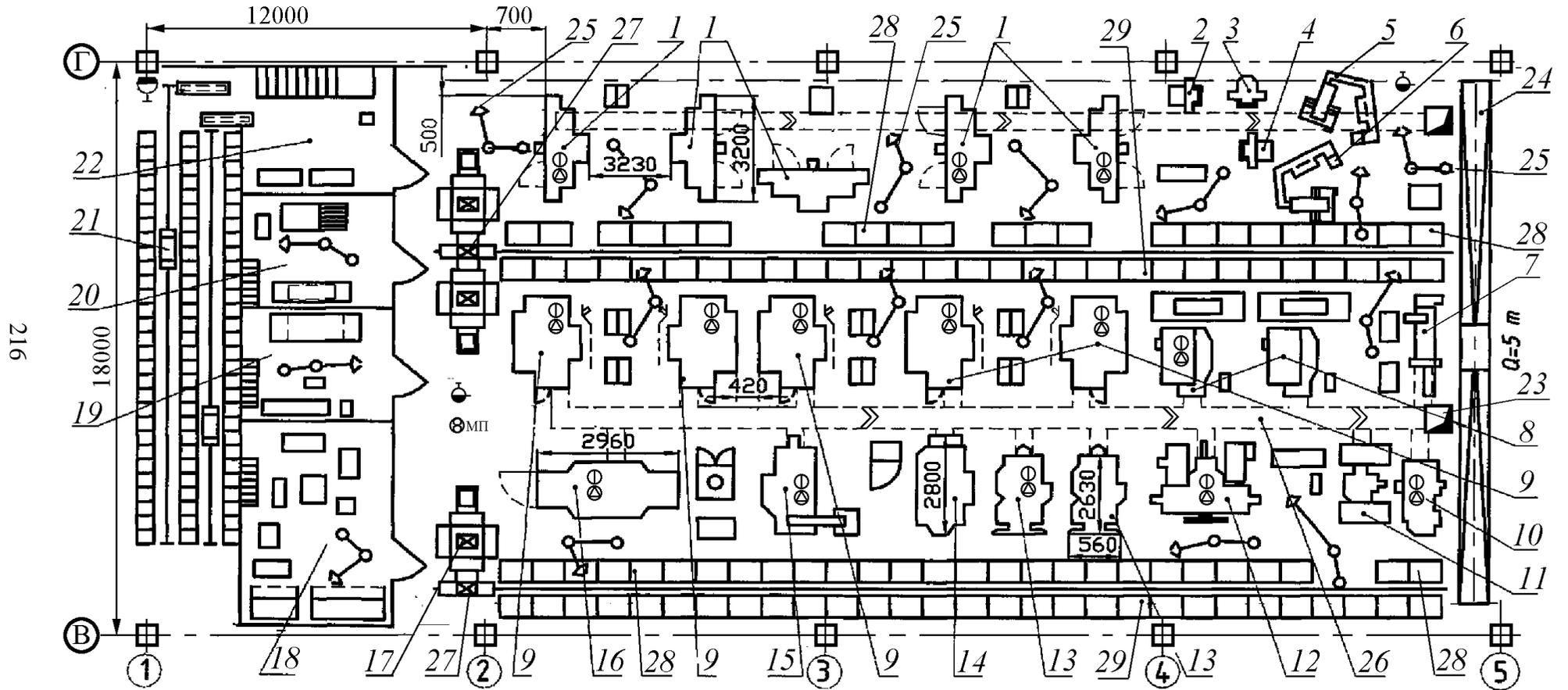


Рис. 7.П14. ГПУ модели АТК-15 для изготовления валов, фланцев, шестерен, втулок, оправок, гильз:

1-16 – металлообрабатывающие станки; 17 – приемо-передающие секции; 18 – участок инструментальной подготовки; 19 – участок контроля; 20 – участок мойки; 21 – многоярусный склад с двумя кранами-штабелерами мод. ТС5АМ; 22 – приемно-отпускная площадка с накопителями тары; 23 – бункер для сбора стружки; 24 – кран мостовой; 25 – манипулятор шарнирно-балансирный мод. КШ-160; 26 – конвейер уборки стружки; 27 – рельсовый транспортер манипулятор; 28 – одноярусный стеллаж-накопитель; 29 – межоперационный склад

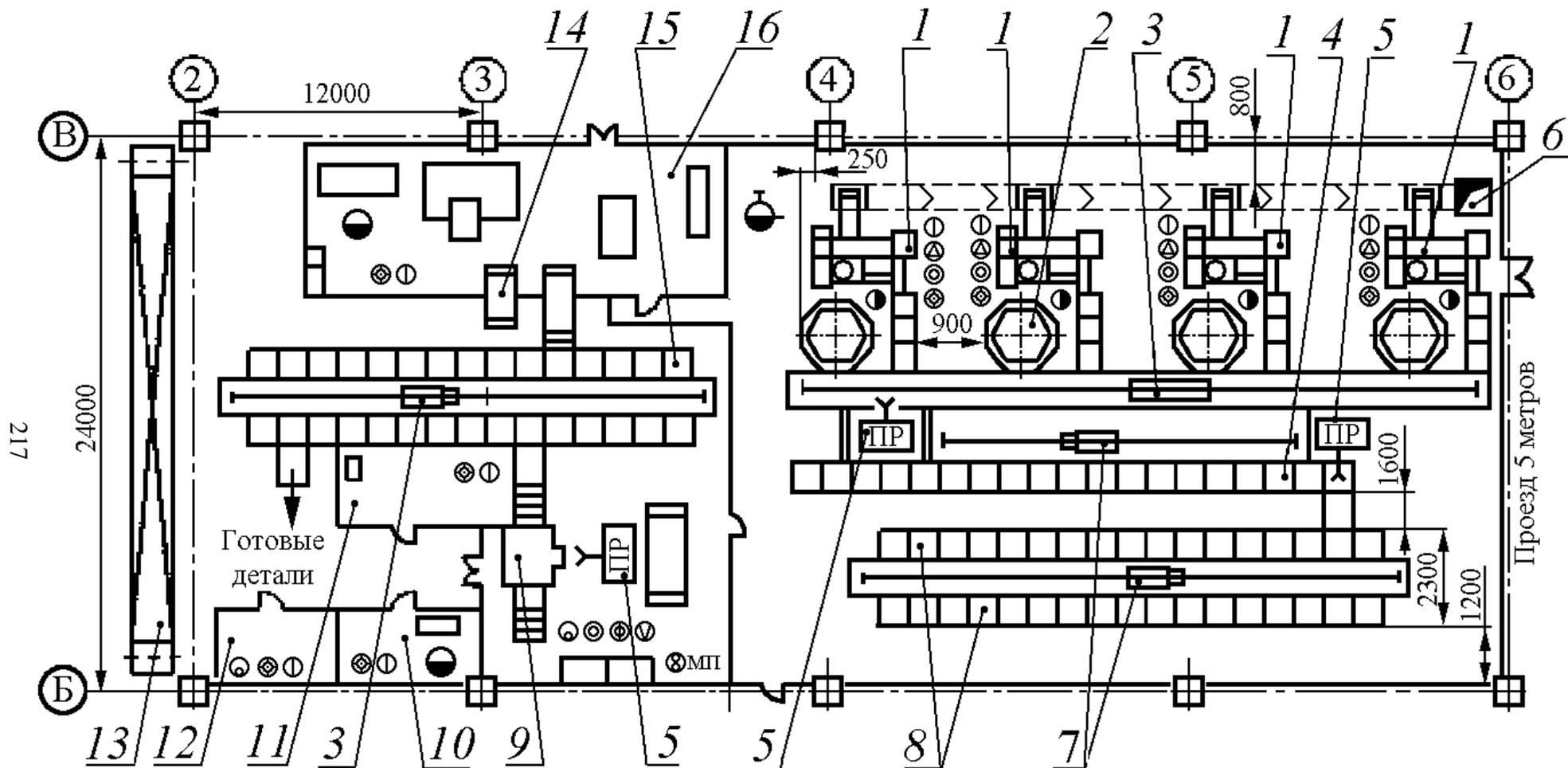
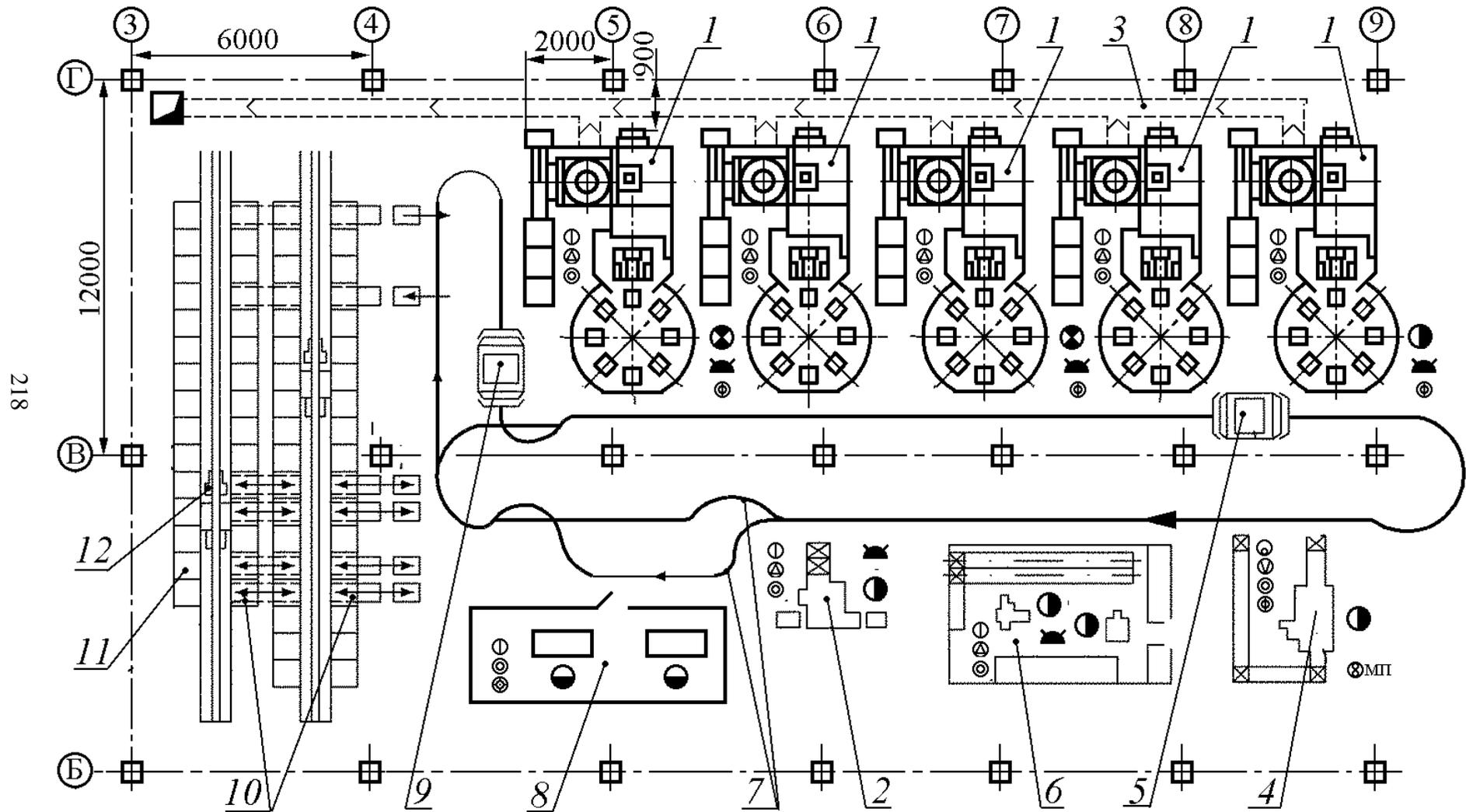


Рис. 8.П14. ГПУ для обработки корпусных деталей:

1 – многоцелевой станок мод. ИР500МПМФ4; 2 – восьмиместный накопитель; 3 – рельсовая тележка; 4 – межоперационный склад; 5 – промышленный робот; 6 – скребковый конвейер для уборки стружки; 7 – штабелер; 8 – склад заготовок; моечное отделение; 9 – моечная машина; 10 – бюро мастера; 11 – помещение диспозиции; 12 – бытовые помещения; 13 – кран подвесной; 14 – передаточная тележка; 15 – склад готовых деталей; 16 – контрольное отделение



218

Рис. 9.П14. Гибкий автоматизированный участок «Талка 500.2»:

1 – многоцелевой станок мод. ИР500ПМФ4; *2* – фрезерный станок; *3* – конвейер для уборки стружки с бункером; *4* – моечно-сушильная машина; *5, 9* – индуктивно-управляемая тележка; *6* – участок комплектации и настройки инструментов; *7* – путь транспортных тележек; *8* – участок контроля; *10* – передающие агрегаты; *11* – стеллаж; *12* – кран-штабелер

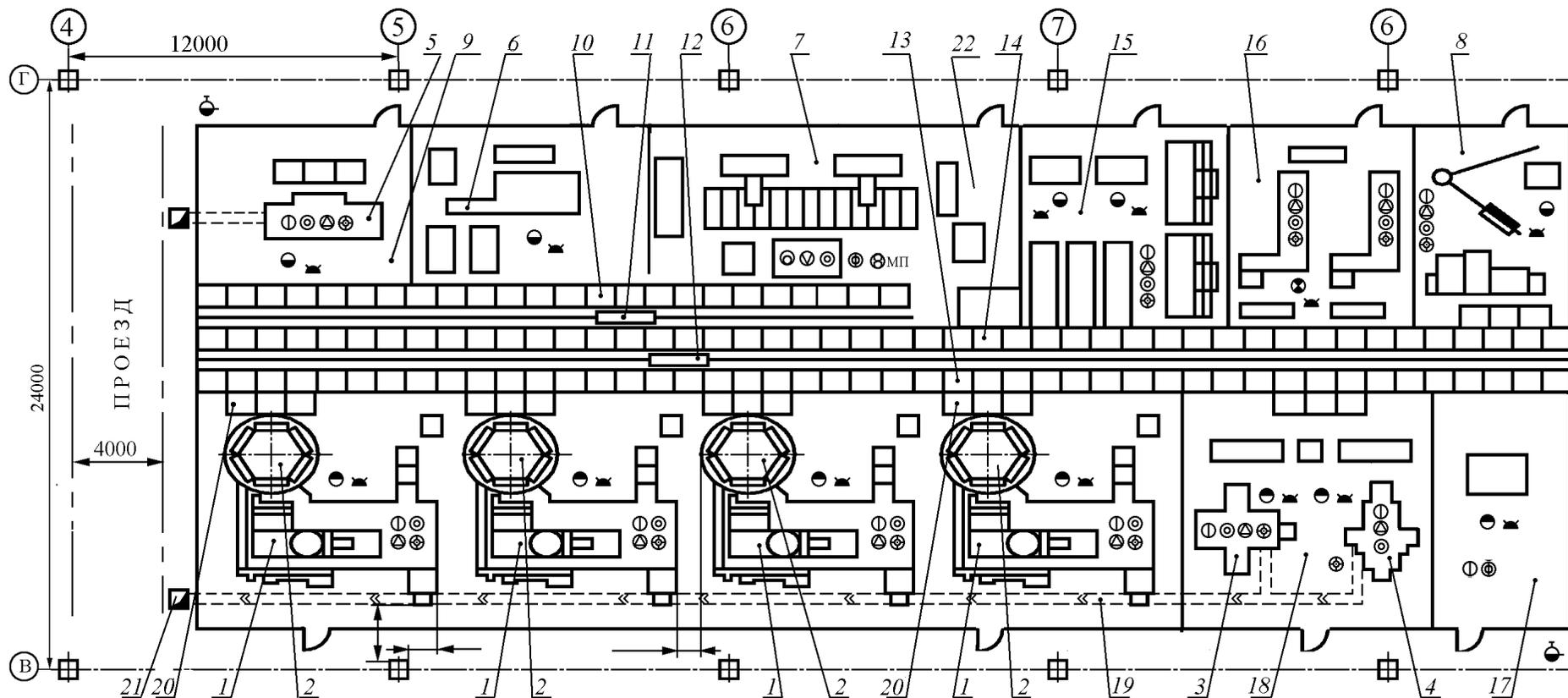


Рис. 10.П14. ГПУ для обработки корпусных деталей с единой АТСС:

1 – многоцелевой сверлильно-фрезерно-расточной станок мод. ИР320ПФ4; 2 – восьмиместный накопитель деталей карусельного типа; 3 – сверлильный станок Ф-53; 4 – горизонтально-расточной станок 6Т13Ф3; 5 – фрезерно-горизонтальный станок 6ТВ300Ф20; 6 – теплоэнергетическая установка; 7 – моечная машина М-24; 8 – отделение контроля деталей; 9 – отделение подготовки баз; 10 – склад заготовок; 11, 12 – кран-штабелер; 13 – межоперационный склад; 14 – склад готовых деталей; 15 – секция настройки инструмента; 16 – заточной станок мод. 360Т; 17 – диспетчерское отделение; 18 – отделение доработки деталей; 19 – конвейер для уборки стружки; 20 – приемочно-передающие агрегаты; 21 – люк (крышка люка) для сбора стружки; 22 – секция загрузки-разгрузки приспособлений спутников

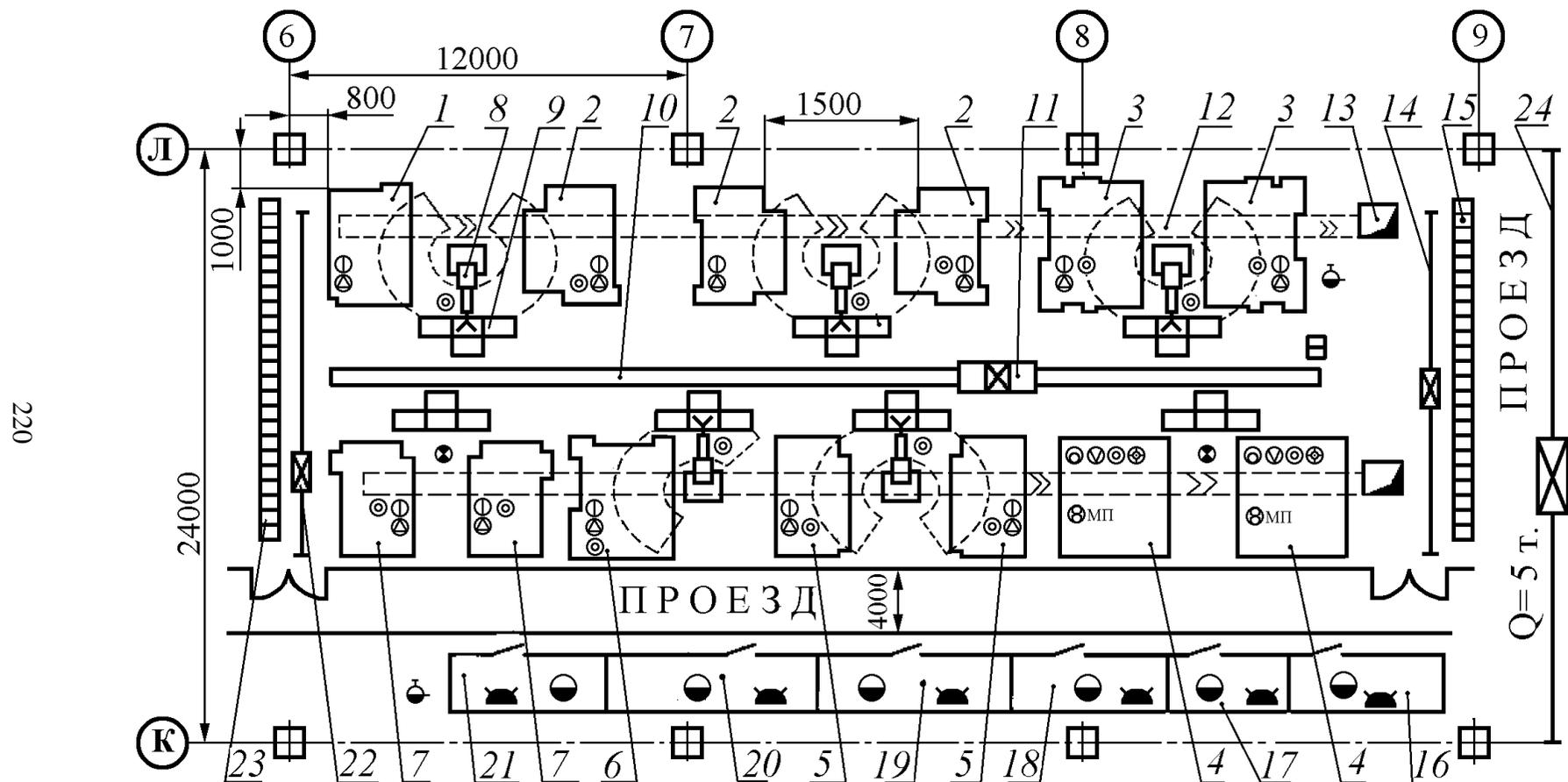


Рис. 11.П14. Планировка участка по обработке корпусных деталей:

1 – фрезерно-центровочный станок GLS-150; 2 – горизонтально-расточной станок 2554Ф1; 3 – вертикально-сверлильный станок ВWF250; 4 – моечная машина М77; 5 – шлифовальный станок Smarturn-130; 6 – плоскошлифовальный станок 8РМ-16; 7 – хонинговальный станок ГДМ 160; 8 – робот-манипулятор; 9 – межоперационный накопитель; 10 – транспортная система; 11 – тележка; 12 – конвейер для уборки стружки; 13 – бункер для сбора стружки; 14, 22 – кран-штабелер; 15 – стеллажный склад для отправки на ТО; 16 – ОТК; 17 – кладовая приспособлений; 18 – кладовая инструмента; 19 – ремонтная мастерская; 20 – заточное отделение; 21 – КИМ; 23 – стеллажный склад заготовок и готовых деталей; 24 – кран мостовой

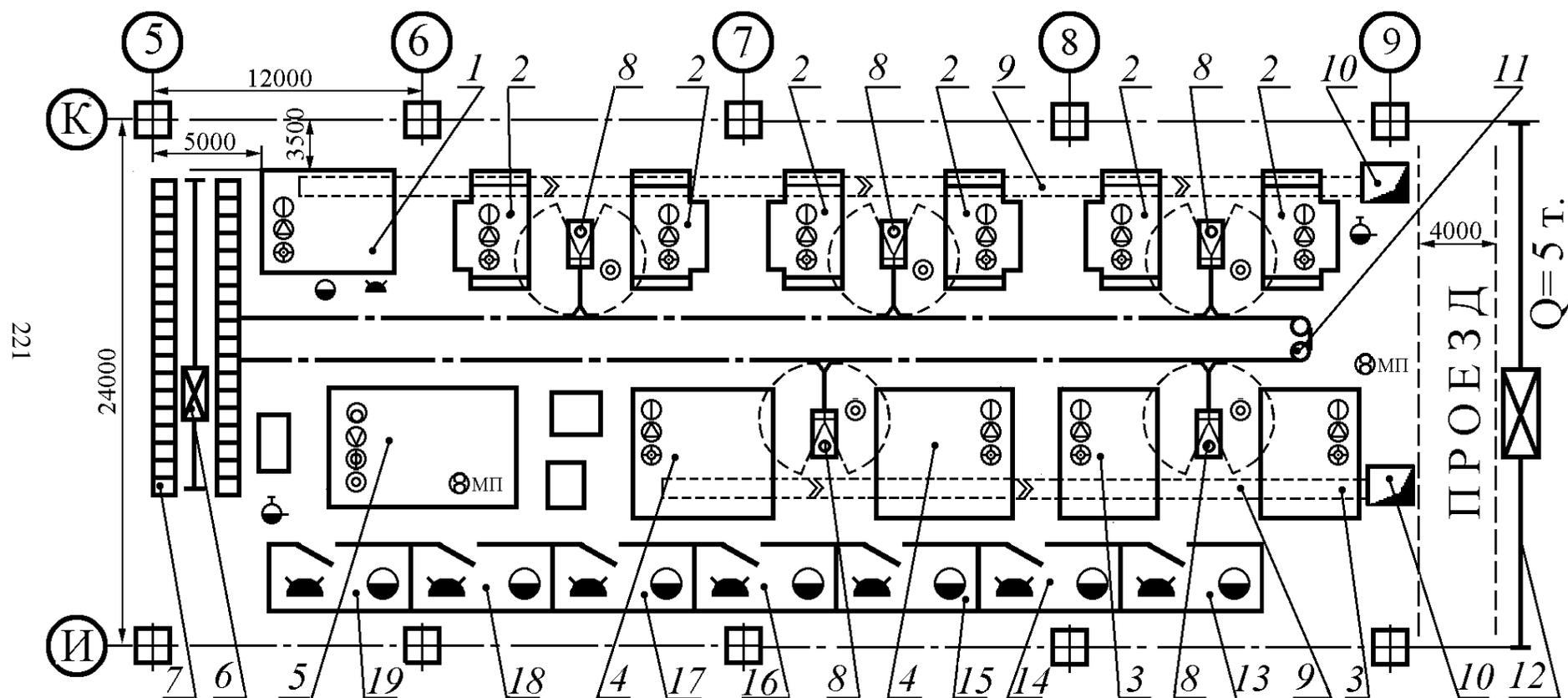


Рис. 12.П14.Планировка участка по обработке деталей типа тел вращения:

1 – фрезерно-центровочный станок МР-73; 2 – токарный станок с ЧПУ мод. 16К20Ф3; 3 – вертикально-фрезерный станок с ЧПУ мод. 6Р13Ф3; 4 – торцевкруглошлифовальный станок с ЧПУ мод. 3Т160Ф2; 5 – моечная машина 07АН025; 6 – кран-штабелер; 7 – стеллажный склад заготовок и готовых деталей; 8 – робот промышленный М-10П; 9 – конвейер для уборки стружки; 10 – люк бункера для сбора стружки; 11 – конвейер подвесной ТПВ-200Д; 12 – кран-балка; 13 – комната мастера; 14 – комната ОТК; 15 – кладовая приспособлений; 16 – кладовая инструмента; 17 – ремонтная мастерская; 18 – заточное отделение; 19 – КИМ

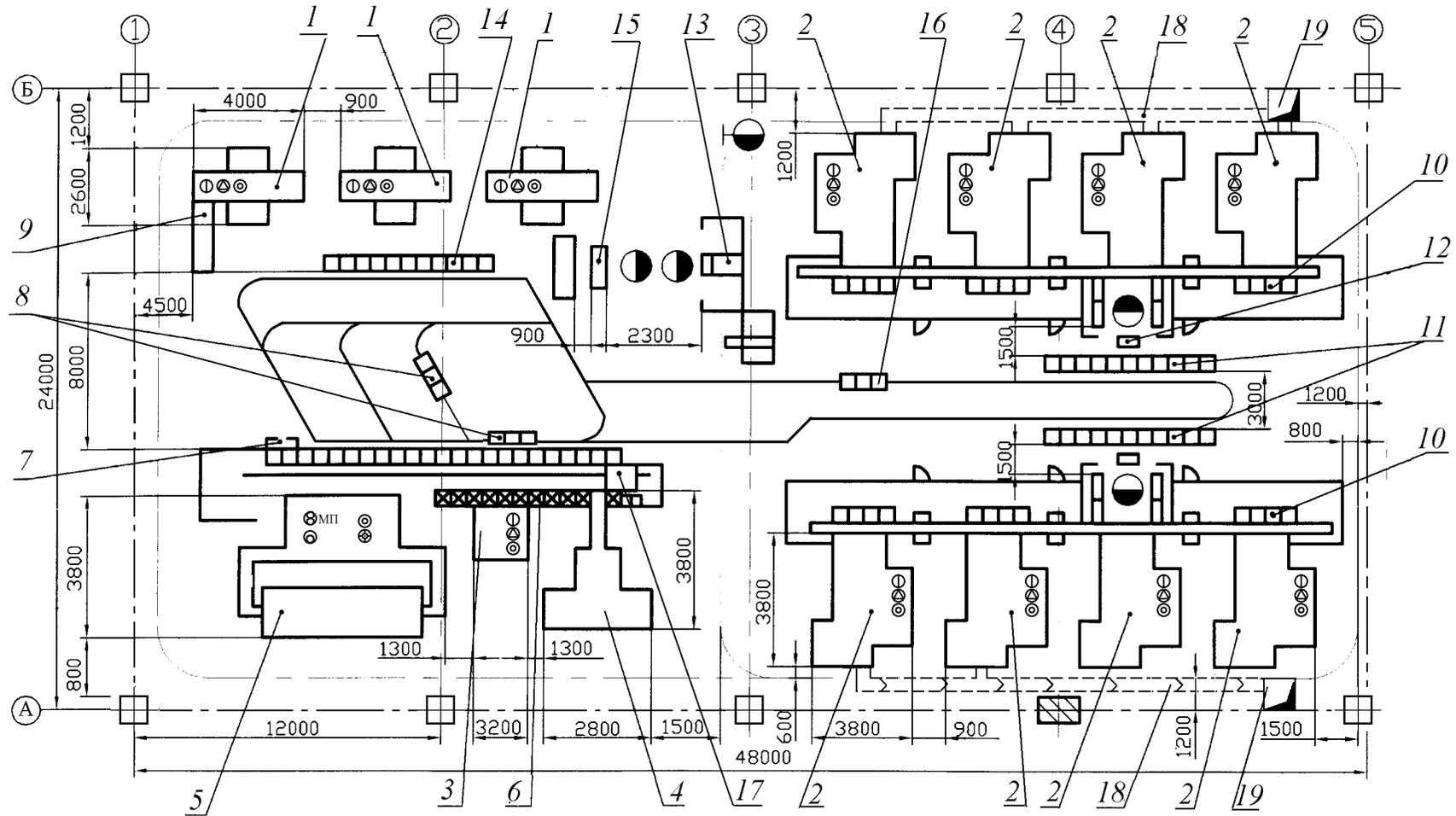


Рис. 13. П14. ГПУ для обработки корпусных деталей:

1 – специальный станок; 2 – обрабатывающий центр ВЕРНЕР ТС630; 3 – сверлильный станок; 4 – прибор для испытания герметичности; 5 – моечная машина; 6 – стеллажный склад для заготовок и деталей; 7 – центральная загрузка и разгрузка деталей; 8 – индуктивно-управляемая тележка; 9 – порталный погрузчик с ЧПУ; 10 – стеллаж-накопитель; 11 – накопитель паллет; 12, 13 – пульт управления; 14 – центральный склад инструмента; 15 – место наладки гребенчатых кассет; 16 – транспортная тележка для паллет; 17 – робот-штабелер; 18 – конвейер для уборки стружки 19 – бункер для уборки стружки

ПРИМЕРЫ КОМПОНОВОК ЦЕХОВ ОБРАБАТЫВАЮЩЕГО
И ОБРАБАТЫВАЮЩЕ-СБОРОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА

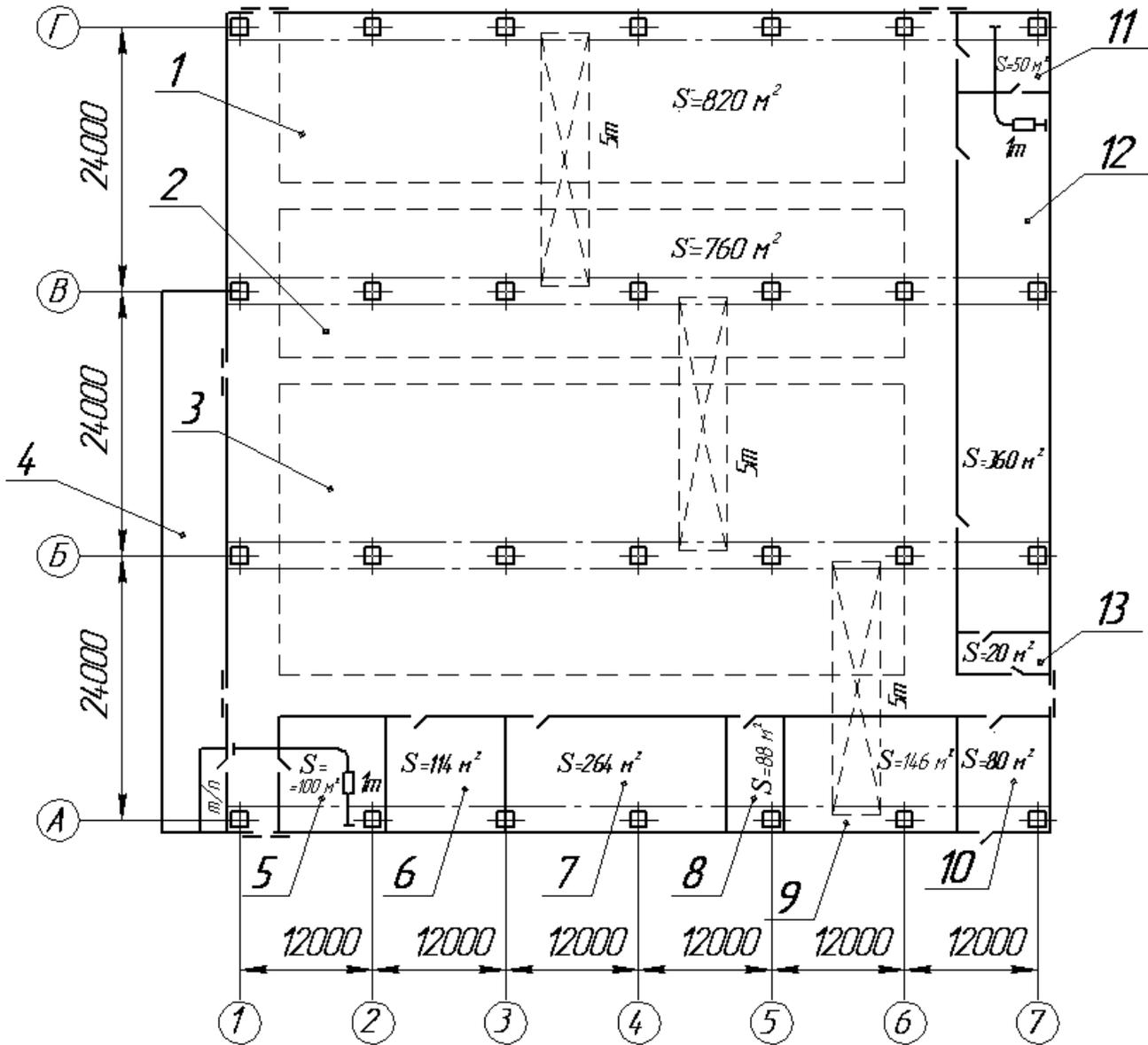


Рис. 1.П.15.Обрабатывающий цех:

1 – участок корпусных деталей; 2 – участок валов; 3 – участок зубчатых колес; 4 – пристрой для конторских и бытовых помещений; 5 – отделение сбора стружки; 6 – кладовая инструментальной оснастки; 7 – заточное отделение; 8 – мастерская ремонта приспособлений; 9 – цеховая ремонтная база; 10 – отделение СОЖ и склад масел; 11 – склад готовых изделий; 12 – участок сборки контрольных приспособлений; 13 – промежуточный склад

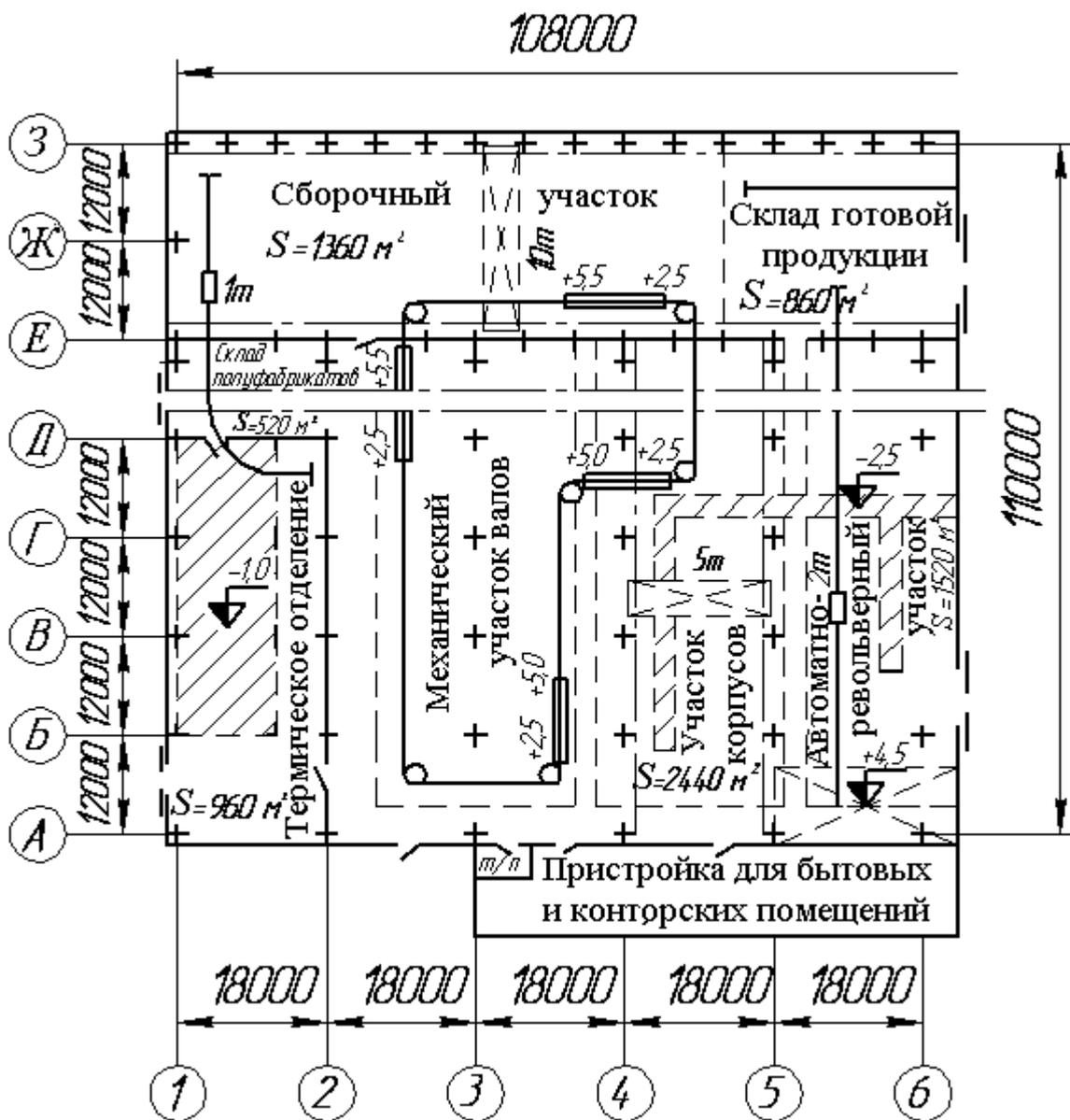


Рис. 2.П15. Обрабатывающе-сборочный цех

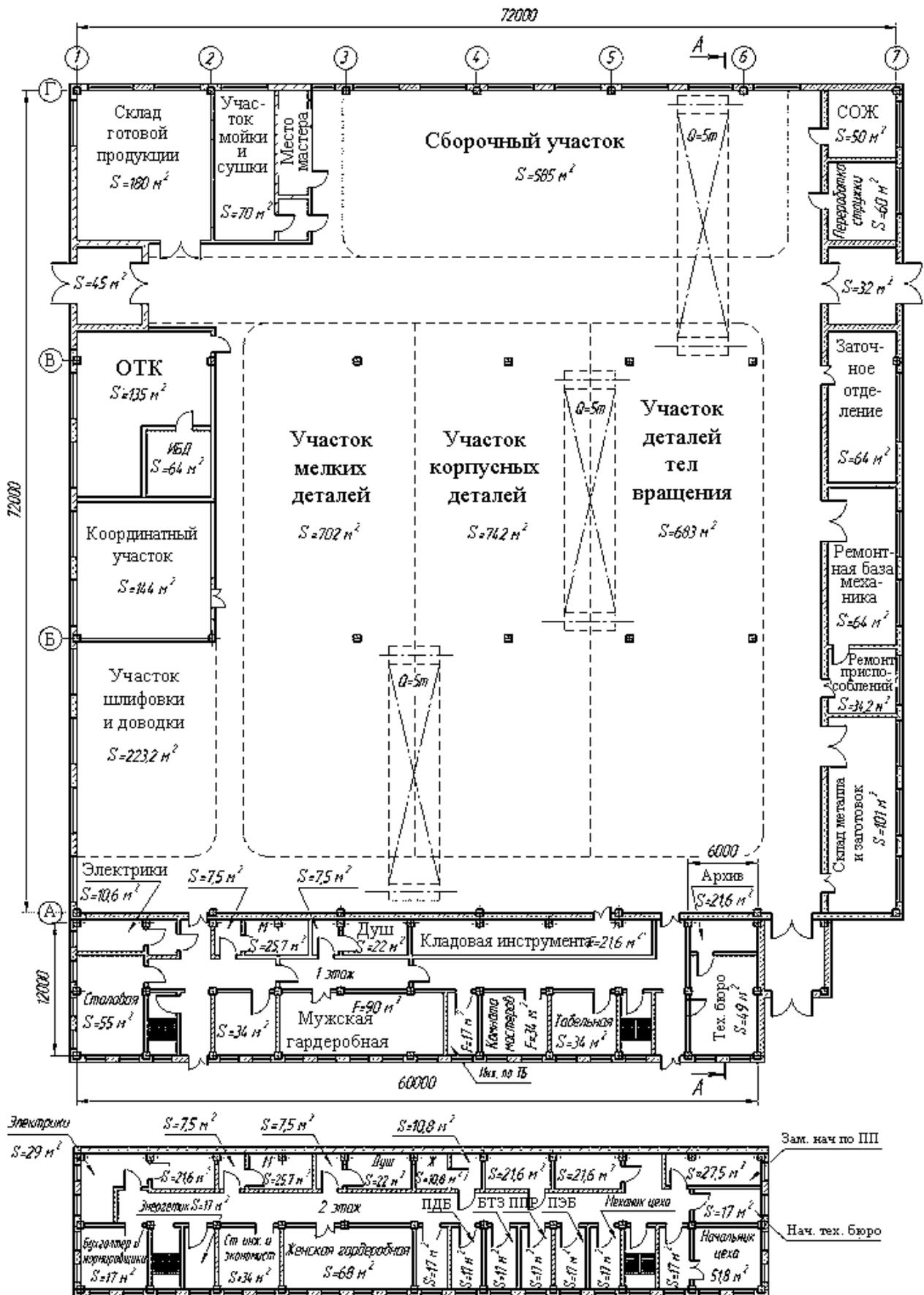


Рис. 3.П15. Обрабатывающе-сборочный цех

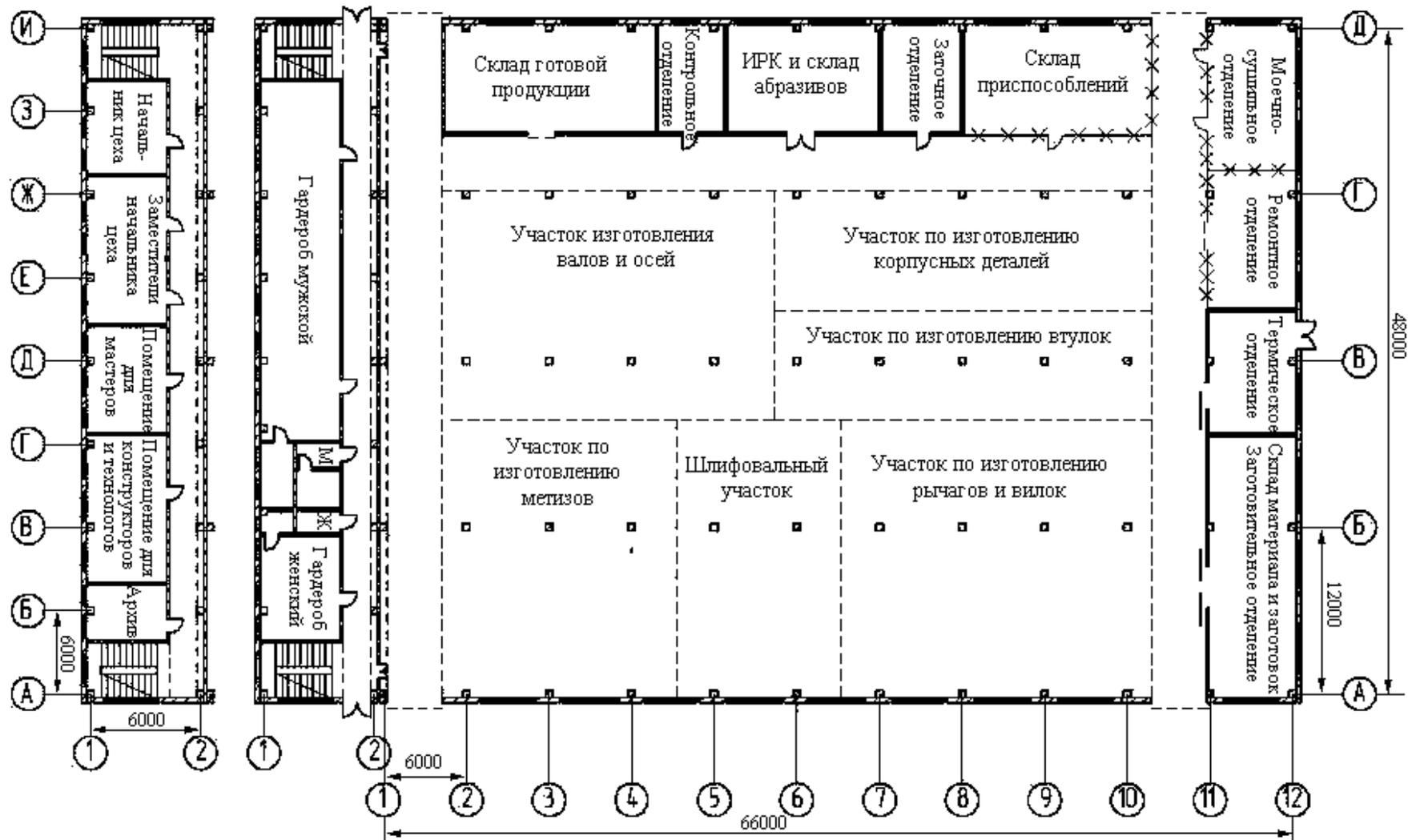


Рис. 4.П15. Обрабатывающий цех

**ТУДАКОВА НИНА МИХАЙЛОВНА
СХИРТЛАДЗЕ АЛЕКСАНДР ГЕОРГИЕВИЧ
ПАХОМОВ ДМИТРИЙ СВЯТОСЛАВОВИЧ
УСТИНОВ БОРИС ВСЕВОЛОДОВИЧ**

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЧАСТКОВ И ЦЕХОВ
ОБРАБАТЫВАЮЩЕГО ПРОИЗВОДСТВА**