



В.А. ГОРОХОВ

Н.В. БЕЛЯКОВ

А.Г. СХИРТЛАДЗЕ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ МЕХАНОСБОРОЧНЫХ УЧАСТКОВ И ЦЕХОВ

Под редакцией доктора технических наук, профессора
В.А. Горохова

Допущено

Учебно-методическим объединением вузов Российской Федерации по образованию в области автоматизированного машиностроения в качестве учебника для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям подготовки: «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств», «Автоматизированные технологии и производства» и «Технология, оборудование и автоматизация машиностроительного производства»

Рекомендовано

Учебно-методическим объединением Республики Беларусь по образованию в области автоматизации технологических процессов, производств и управления в качестве учебника для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям: «Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств», «Автоматизированные технологии и производства», «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»

Минск
«Новое знание»

Москва
«ИНФРА-М»

2014

ПЛАНИРОВКА УЧАСТКОВ И РАБОЧИХ МЕСТ



11.1. Планировка участков

Планировка цеха (участка) — это план расположения производственного, подъемно-транспортного и другого оборудования, инженерных сетей, рабочих мест, проездов, проходов и др.

Разработка планировки является весьма сложным и ответственным этапом проектирования, когда одновременно должны быть решены вопросы осуществления технологических процессов, организации производства и экономики, техники безопасности, выбора транспортных средств, механизации и автоматизации производства, научной организации труда и производственной эстетики.

Планировку оборудования разрабатывают на основе компоновочного плана. Так же, как и для компоновки, при разработке планировки вычерчивают в соответствующем масштабе план корпуса цеха или отделения с изображением строительных элементов. На этом плане размещают площади всех участков и служб цеха, указывают магистральные проезды, производят расстановку оборудования и рабочих мест, пользуясь условными изображениями оборудования и других элементов, выполненных в том же масштабе (табл. 11.1).

Цеховые планы расположения оборудования выполняют в масштабах 1:200 или 1:100, а планировки отдельных участков и рабочих мест — в масштабе 1:50. При этом все планировки выполняют в соответствии с компоновочным планом и с той же маркировкой разбивочных осей.

Таблица 11.1

**Условные обозначения технологического оборудования
и других элементов**

Обозначение	Элемент
	Автоматическая линия
	Технологическое оборудование с номером по плану
	Непереустанавливаемое технологическое оборудование, существующее в цехе
 	Оргоснастка, номер или габариты которой оговариваются на планировке (<i>а</i> — тумбочка инструментальная, <i>б</i> — приемный стол, <i>в</i> — стол многосекционный)
	Место рабочего
	Место рабочего-многостаночника
	Резервное место оборудования
	Контрольный пункт
	Границы цеха, отделения, участка (не огороженная)
	Проезд (не огороженный перегородками)
	Место складирования заготовок, деталей, полуфабрикатов на полу без ограждения
	Электрошкаф
	Шкаф распределительный (силовой и освещения)

На планах соответствующими условными обозначениями (см. табл. 10.1) указывают: колонны зданий, стены наружные и внутренние, перегородки с проемами для ворот, дверей и окон; тамбуры

у ворот и дверных пролетов; железнодорожные вводы в корпус, рельсовые пути для внутрицехового транспорта; подъемно-транспортные средства (краны, кран-балки, монорельсы, конвейеры и т.д.); основные тоннели и каналы, а также люки, трапы и другие проемы в полах, влияющие на планировку технологического оборудования; все технологическое, контрольно-испытательное, подъемно-транспортное оборудование; инвентарь — плиты контрольные и разметочные, верстаки, стеллажи и т.д.; места складирования заготовок и полуфабрикатов, резервные места под оборудование; проходы и проезды; расположение подвалов, антресолей, проходных каналов (с указанием их высотных отметок).

Технологическое оборудование на планах изображается по контурам с учетом крайних положений движущихся частей (перемещение столов станков), открывающихся дверей и откидных кожухов (дверцы шкафа, печи) и применения длинномерных заготовок (прутки для резки заготовок и обработки на револьверных станках и др.).

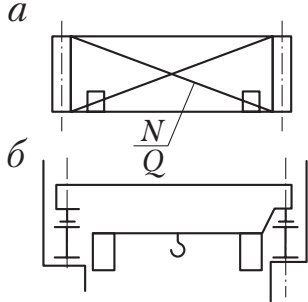
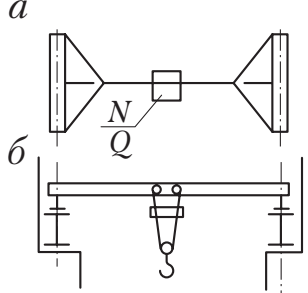
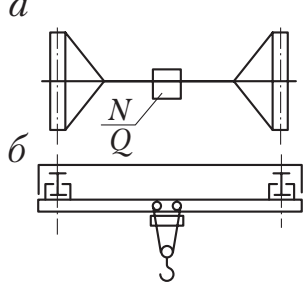
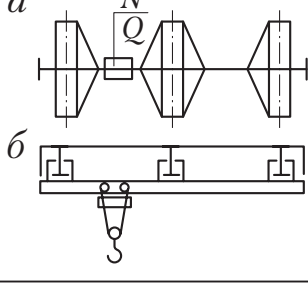
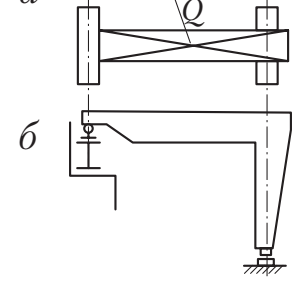
Контуры оборудования на планах должны изображаться упрощенно, без вычерчивания излишних подробностей. Номер оборудования по спецификации указывается вне контура оборудования на выносных полочках или внутри контура оборудования.

Все виды оборудования обычно нумеруются сквозной порядковой нумерацией, которая ведется по отделениям и участкам цеха последовательно слева направо и затем сверху вниз. Условные обозначения подъемно-транспортного оборудования показаны в табл. 11.2. Нумерация этого оборудования в малых цехах с несложным транспортом дается после технологического оборудования и продолжает нумерацию последнего. Для крупных цехов с механизированным транспортом подъемно-транспортное оборудование может нумероваться отдельно своей нумерацией с добавлением буквы Т (или первой буквы наименования соответствующего транспортного устройства: Р — рольганг, М — монорельс и т.п.).

Контуры фундаментов под оборудование указываются мелкими штриховыми линиями, если они выходят за контуры самого оборудования и могут влиять на его размещение.

Таблица 11.2


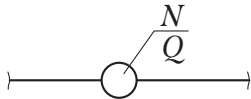

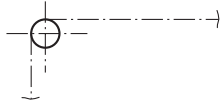
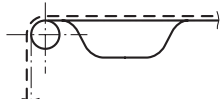
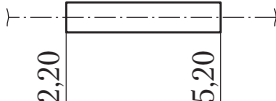
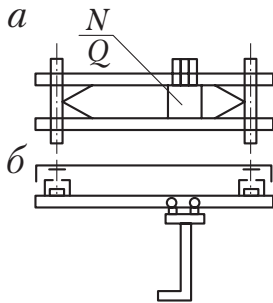
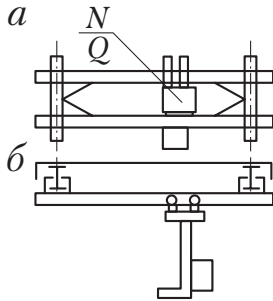
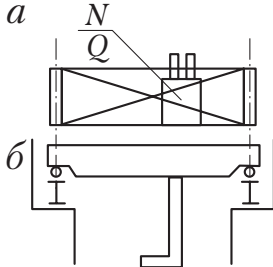
Условные обозначения подъемно-транспортного оборудования

Элемент	Обозначение
Кран мостовой электрический (N — номер крана, Q — грузоподъемность): a — в плане, b — в разрезе	
Кран однобалочный однопролетный опорный: a — в плане, b — в разрезе	
Кран подвесной электрический однобалочный с электроталью: a — в плане, b — в разрезе	
Кран подвесной электрический однобалочный многопролетный с электроталью: a — в плане, b — в разрезе	
Кран полукозловой с крановой тележкой: a — в плане, b — в разрезе	

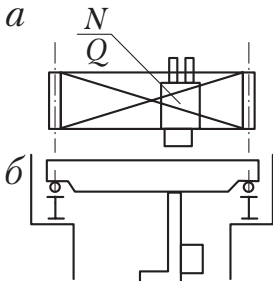
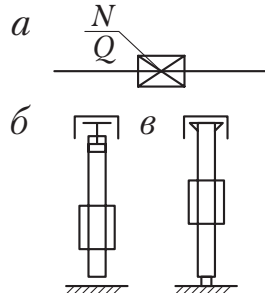
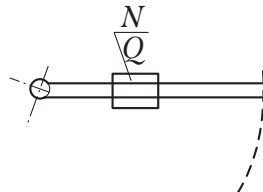
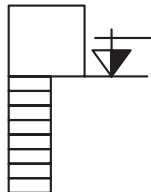

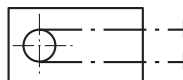
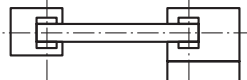
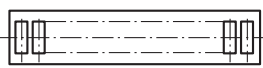

Продолжение табл. 11.2

Элемент	Обозначение
Кран полукозловой с электроталью: <i>a</i> — в плане, <i>б</i> — в разрезе	
Кран козловой с крановой тележкой: <i>a</i> — в плане, <i>б</i> — в разрезе	
Кран козловой с электроталью: <i>a</i> — в плане, <i>б</i> — в разрезе	
Ремонтная площадка для мостовых опорных кранов в плане	
Лифт грузовой или пассажирский	
Лестница металлическая в плане	
Подкрановый путь подвесной или опорный в плане	
Железнодорожный путь на планировке	
Железнодорожный путь на компоновке	
Монорельс с талью в плане	


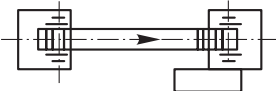
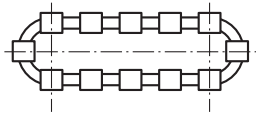

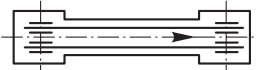
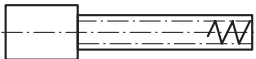
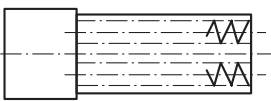

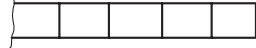
Продолжение табл. 11.2

Элемент	Обозначение
Электроинструмент на монорельсе в плане	
Подъемник пневматический на монорельсе в плане	
Элеватор в плане	
Конвейер подвесной цепной в плане	
Конвейер толкающего типа с неприводным отводом в плане	
Вертикальный подъем (спуск) трассы подвесных конвейеров всех типов с указанием отметок трассы в плане	
Кран-штабелер подвесной электрический однопролетный, управляемый с пола: <i>а</i> — в плане, <i>б</i> — в разрезе	
Кран-штабелер подвесной электрический однопролетный, управляемый из кабины: <i>а</i> — в плане, <i>б</i> — в разрезе	
Кран-штабелер опорный электрический, управляемый с пола: <i>а</i> — в плане, <i>б</i> — в разрезе	

Продолжение табл. 11.2

Элемент	Обозначение
Кран-штабелер опорный электрический, управляемый из кабины: <i>a</i> — в плане, <i>б</i> — в разрезе	
Кран-штабелер стеллажный подвесной или опорный: <i>a</i> — в плане, <i>б</i> — подвесной, <i>в</i> — опорный	
Кран консольный поворотный с электро- талью в плане	
Посадочная площадка с лестницей для крана мостового	
Ремонтные площадки, связанные с галере- ей, для подвесных кранов в плане	
Натяжная станция подвесных конвейеров в плане	
Конвейер ленточный в плане	
Конвейер роликовый однорядный непри- водной	
Конвейер роликовый двухрядный	



Окончание табл. 11.2

Элемент	Обозначение
Конвейер роликовый однорядный приводной в плане	
Конвейер пластинчатый в плане	
Конвейер горизонтально замкнутый в плане	
Конвейер вертикально замкнутый одноцепной в плане	
Конвейер вертикально замкнутый двуцепной в плане	
Конвейер одновинтовой (одношнековый) в плане	
Конвейер двухвинтовой (двухшнековый) в плане	
Каретка-оператор в плане	
Стеллаж многоярусный однорядный в плане	

Вне контура оборудования условными обозначениями (табл. 11.1–11.3) наносятся места расположения рабочих, обслуживающих оборудование (кружком в соответствующем масштабе), точки подвода энергоносителей, сжатого воздуха, воды и т.д.; необходимые местные отсосы (рис. 11.1). Эти обозначения будут определять разводку соответствующих сетей или коммуникаций.

Таблица 11.3

Условные обозначения подводов коммуникаций, вентиляционных отсосов, противопожарных средств

Обозначение	Элемент
	Подвод холодной воды к оборудованию
	Подвод холодной воды к оборудованию с отводом в канализацию

Продолжение табл. 11.3

Обозначение	Элемент
	Подвод холодной воды с раковиной на стене (перегородке)
	Подвод горячей воды с раковиной на стене (перегородке)
	Подвод горячей воды к оборудованию
	Подвод горячей воды к оборудованию с отводом в канализацию
	Слив воды из оборудования в канализацию
	Подвод эмульсии (Э), содового раствора (С), масла и масляных СОЖ (М), бензина (Б), керосина (Кр)
	Слив отработавшей СОЖ в магистраль сбора
	Автомат питьевой воды (сатуратор)
	Подвод пара
	Подвод сжатого воздуха (цифры указывают давление в сети МПА)
	Подвод горючего газа
	Местный вентиляционный отсос вредных выделений
	Точка подвода электрокабеля к оборудованию
	Подвод электроэнергии с указанием напряжения
	Местное освещение
	Электророзетка
	Огнетушитель

Окончание табл. 11.3

Обозначение	Элемент
	Пожарный пост
	Щит управления
	Подвод ацетилена (А), аргона (Аг), кислорода (О ₂) с указанием давления

Производственный инвентарь (плиты разметочные и контрольные, верстаки, рабочие столы, стеллажи) изображается на плане по контуру габарита с проставлением внутри контура вместо номера условных обозначений. Вне контура инвентаря, как у оборудования, даются условные обозначения места рабочего и подводов.

К плану расположения оборудования должна быть приложена спецификация, а на плане должны быть обозначены наименования цехов, отделений, участков и вспомогательных помещений. Примеры планов расположения оборудования цехов и планировок бытовых помещений рассматриваются ниже.

В настоящее время в проектной практике находят применение следующие *методы разработки планировок цехов*:

□ метод плоскостного макетирования с использованием темплетов, т.е. бумажных или картонных вырезных габаритов станка; габаритов, выполненных на прозрачном пластике; магнитных габаритов, выполненных с применением магнитной резины; компью-

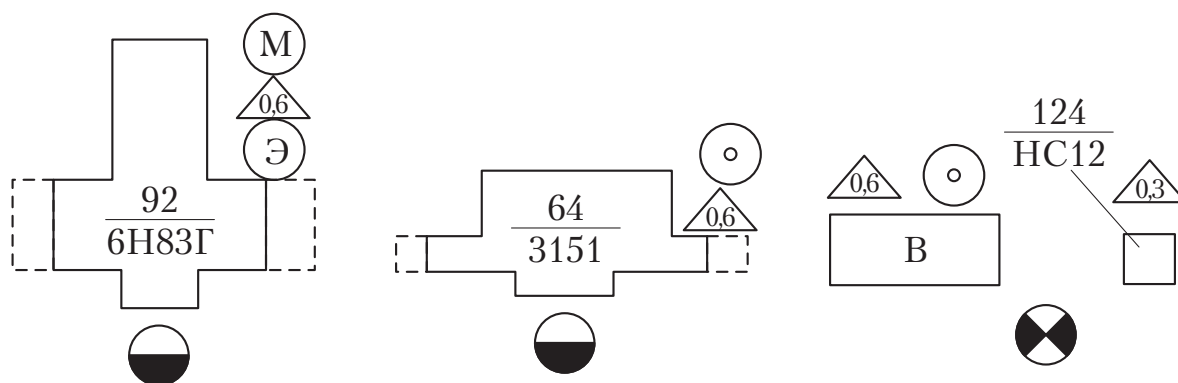


Рис. 11.1. Примеры обозначений мест расположения рабочих, подводов различных сетей и нумерации оборудования

терных 2d-моделей габаритов, выполненных в графическом редакторе;

□ метод объемного макетирования с использованием пространственных моделей оборудования, выполненных из дерева, пластмассы, гипса, магнитной резины и др., или 3D-моделей, выполненных в графическом трехмерном редакторе.

Наибольшее распространение имеет **темплетный метод планировки**. Плоские темплеты (рис. 11.2, а) изображают контуры устанавливаемого оборудования в плане, выполненные в том же масштабе, что и план всего цеха. Возможно изображение на темплетах рабочего теста (рис. 11.2, б, в). Таким образом, темплет изображает контур оборудования при виде сверху. На темплете отображают все подвижные выступающие части соответствующего оборудования при их нейтральном (среднем) положении. Ручки, штурвалы и другие подобные части станков на темплете обычно не показывают.

Все станки (за исключением специальных) поделены на десять групп, а группы подразделены на десять типов (табл. 11.4).

Нумерация (условное обозначение) станков основана на присвоении каждой модели станка определенного номера из трех-четырех цифр, иногда с добавлением прописных букв. Первая цифра указывает группу, к которой относится станок (табл. 11.4); вторая — тип станка в пределах группы; третья, а если имеется, то и четвертая цифры условно характеризуют основные технологические особенности станка (например, наибольший диаметр обрабатываемой заготовки, наибольший диаметр инструмента, размеры стола и т.п.). Буква на втором или третьем месте позволяет различать станки одного типоразмера, но с разными техническими характеристиками (модернизация). Буква, стоящая после всех цифр, обозначает модификацию (видоизменение) модели станка или его технологические особенности (например, более высокую точность). Шифр станков с программным управлением (ПУ) содержит буквы Ц и Ф и цифру после них (Ц — с цикловым управлением, Ф1 — с цифровой индексацией положения и предварительным набором координат, Ф2 — с позиционной системой числового программного управления — ЧПУ, Ф3 — с контурной системой ЧПУ, Ф4 — с комбинированной системой ЧПУ), а также букву М, показывающую наличие у станка магазина с инструментом.

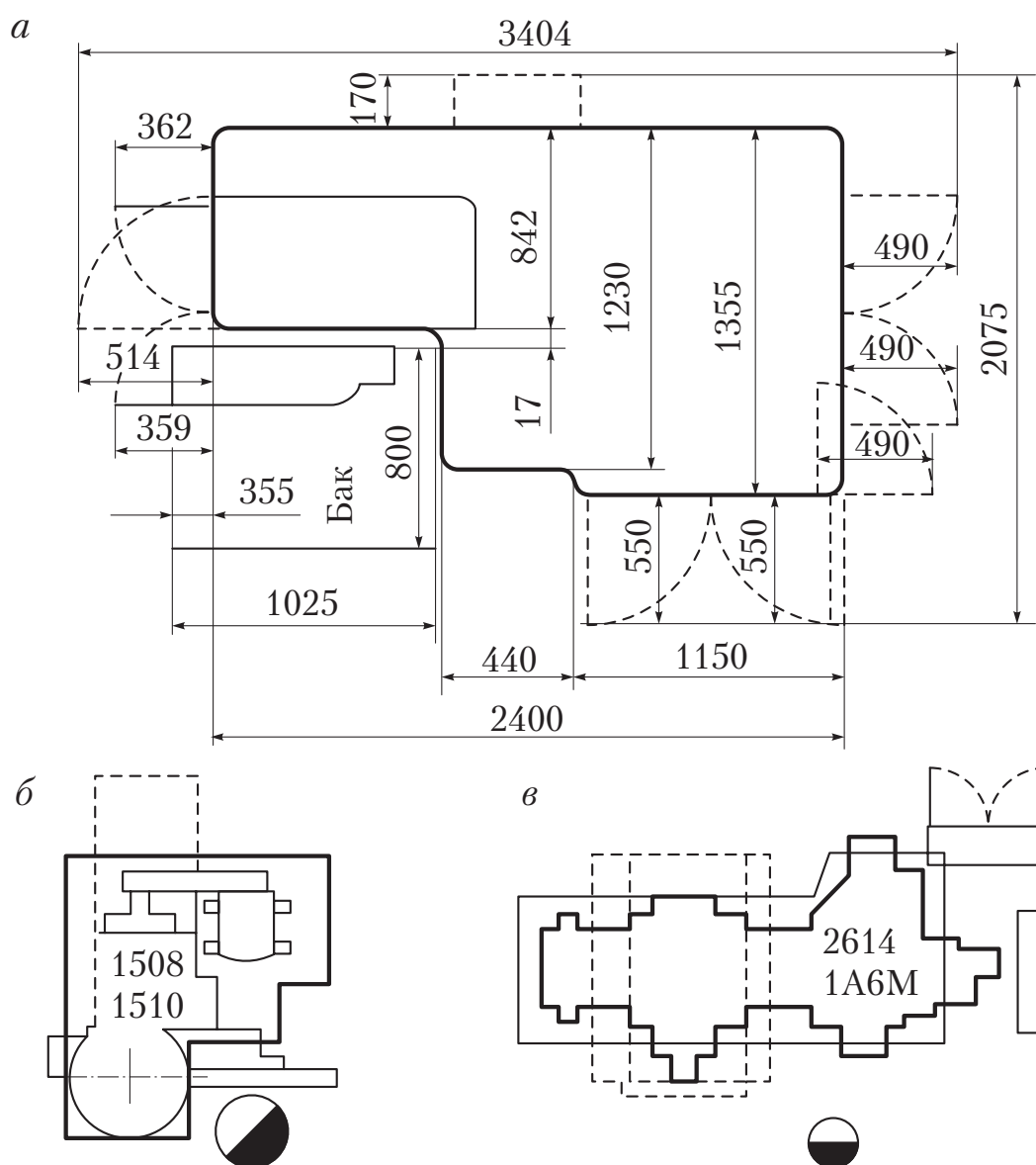


Рис. 11.2. Примеры темплетов

Контур самого оборудования на темплете обозначается тонкой сплошной линией. Контурной линией изображается так называемый установочный контур, т.е. план той части оборудования, которой оно устанавливается на пол или фундамент. Крайние положения всех подвижных выступающих частей, открывающиеся дверцы в их крайнем (открытом) положении, вспомогательные устройства в виде баков, автономных насосных установок и тому подобных устройств обозначаются тонкой штриховой линией.

Контуры (габаритные планы) станков в соответствии с табл. 11.4 представлены на рис. 11.3–11.9 (○ — положение места рабочего), а их габаритные размеры и мощности — в табл. 11.5.

Классификация

Станки	Группа	Тип станка				
		0	1	2	3	
Токарные	1	Автоматы и полуавтоматы			Токарно-револьверные	
		специализированные	одношпиндельные	многошпиндельные		
Сверлильные и расточные	2		Настольно-и вертикально-сверлильные	Полуавтоматы		
				одношпиндельные	многошпиндельные	
Шлифовальные, полировальные, заточные	3		Круглошлифовальные, бесцентрово-шлифовальные	Внутришлифовальные, координатно-шлифовальные	Обдирочно-шлифовальные	
Электрофизические и электрохимические	4			Светолучевые		
Зубо- и резьбообрабатывающие	5	Резьбонарезные	Зубодолбежные для обработки цилиндрических колес	Зубонарезные для обработки конических колес	Зубофрезерные для обработки цилиндрических колес и шлицевых валов	
Фрезерные	6	Барабанно-фрезерные	Вертикально-фрезерные консольные	Фрезерные непрерывного действия	Продольно-фрезерные одностоечные	
Строгальные, долбежные, протяжные	7		Продольные		Поперечно-строгальные	
			одностоечные	двухстоечные		
Разрезные	8		Отрезные, оснащенные			
			резцом	шлифовальным кругом	гладким или насеченным диском	
Разные	9		Трубо- и муфтообрабатывающие	Пилонасекательные	Правильно-и бесцентрово-обдирочные	

Таблица 11.4

металлообрабатывающих станков

Тип станка						
	4	5	6	7	8	9
	Токарно-револьверные	Карусельные	Токарные и лоботокарные	Многорезцовые и копировальные	Специализированные	Разные токарные
	Координатно-расточные	Радиально-и координатно-сверлильные	Расточные	Отделочно (алмазно)-расточные	Горизонтально-сверлильные	Разные сверлильные
	Специализированные шлифовальные	Продольно-шлифовальные	Заточные	Плоскошлифовальные	Притирочные, полировальные, хонинговальные, доводочные	Разные станки, оснащенные абразивным инструментом
	Электрохимические			Электроэрозионные, ультразвуковые прошивочные	Анодно-механические отрезные	
	Для нарезания червячных колес	Для обработки торцов зубьев колес и зубозакругляющие	Резьбофрезерные	Зубоотделочные, проверочные и обкатные	Зубо- и резьбошлифовальные	Разные зубо- и резьбообрабатывающие
	Копировальные и гравировальные	Вертикально-фрезерные бесконсольные	Продольно-фрезерные двухстоечные	Широкоуниверсальные консольно-фрезерные	Горизонтально-фрезерные консольные	Разные фрезерные
	Долбежные	Протяжные горизонтальные	Протяжные вертикальные для протягивания			Разные строгальные станки
			внутреннего	наружного		
	Правильно-отрезные	Ленточно-пильные	Отрезные с дисковой пилой	Отрезные ножовочные		
		Для испытания инструментов	Делительные машины	Балансировочные		

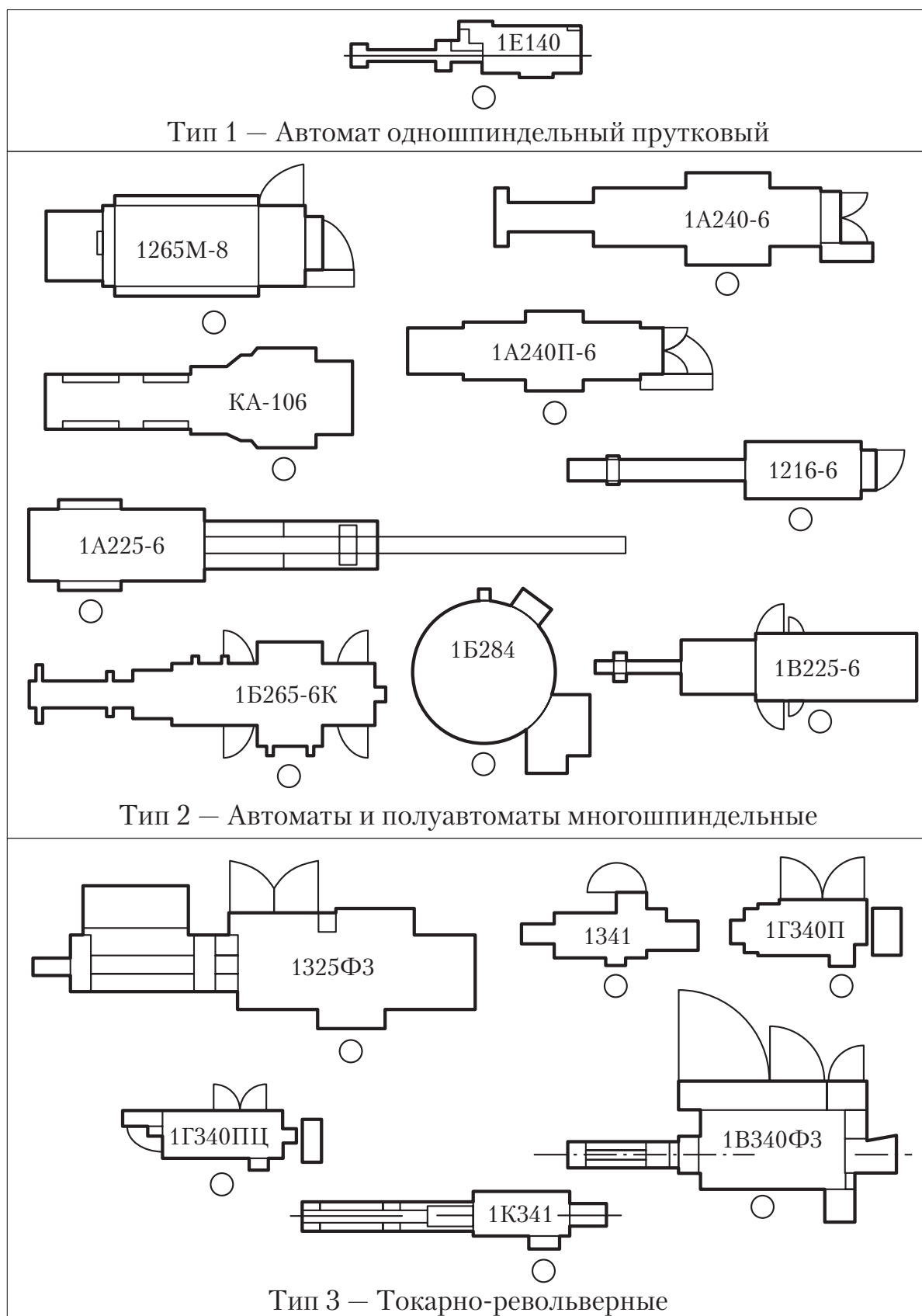


Рис. 11.3. Габаритные планы некоторых станков группы 1 — токарные типов 1–9 (окончание см. на с. 303)

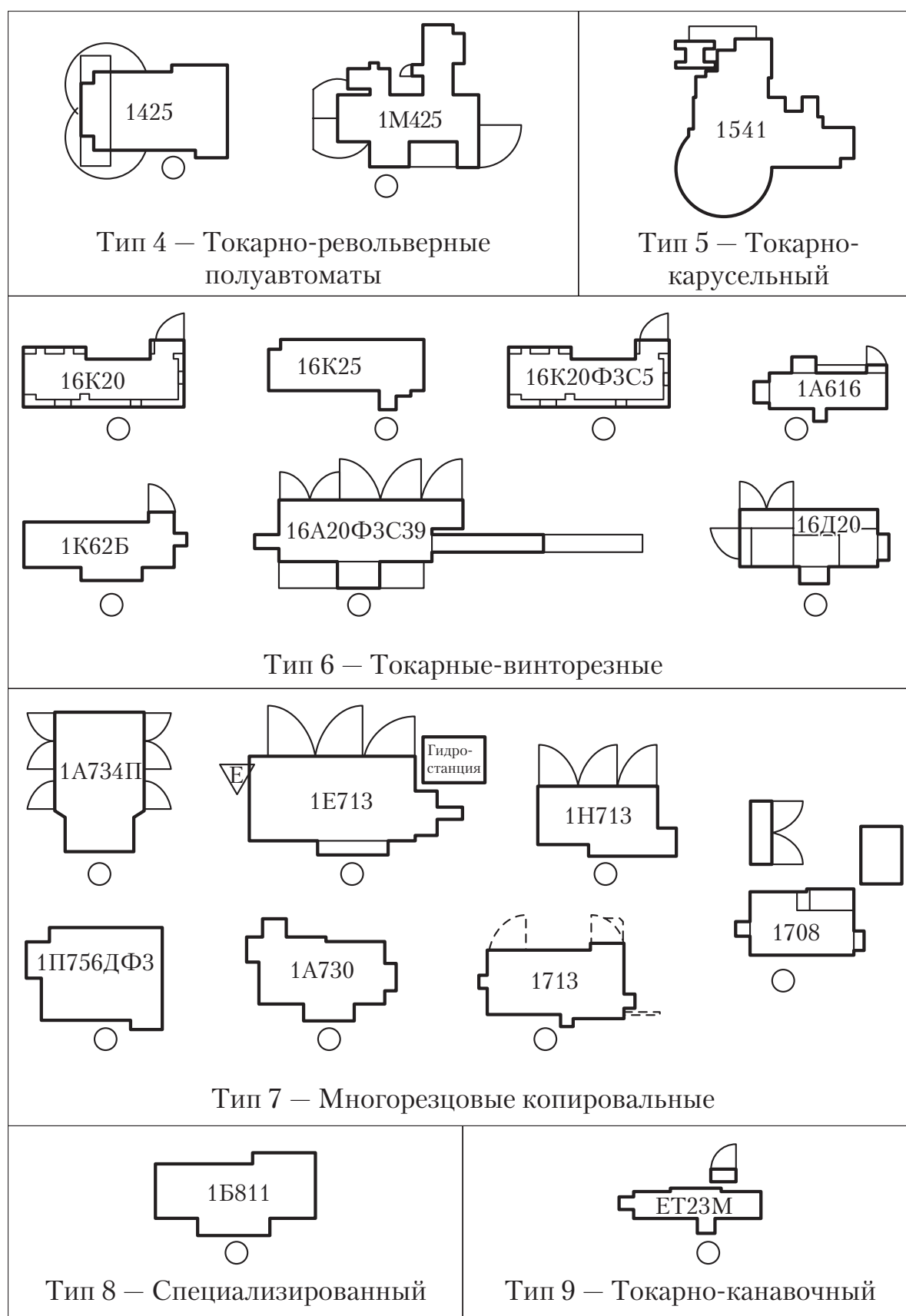


Рис. 11.3. Окончание (начало см. на с. 302)

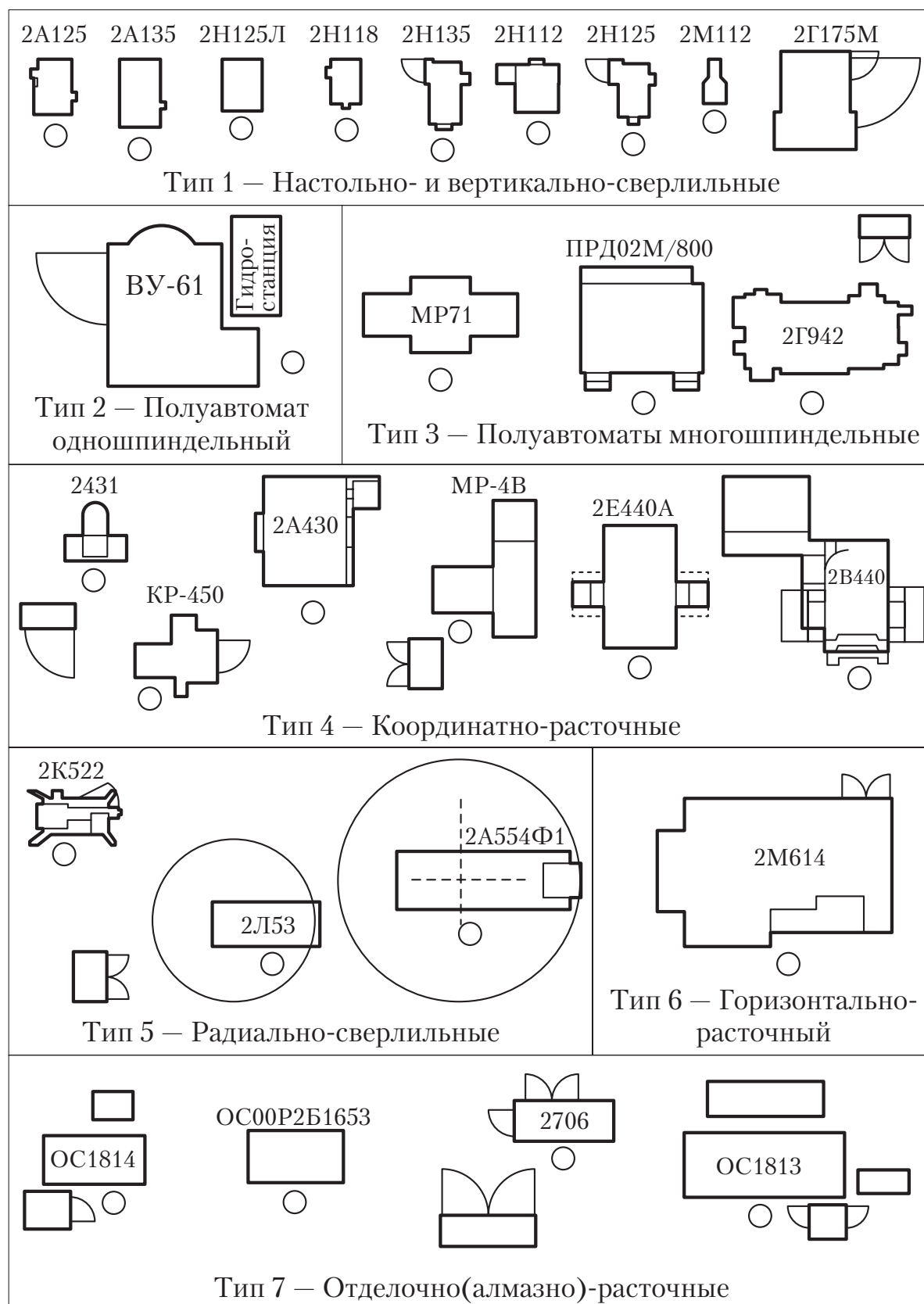


Рис. 11.4. Габаритные планы некоторых станков группы 2 — сверлильные и расточные типов 1–9 (окончание см. на с. 305)



Рис. 11.4. Окончание (начало см. на с. 304)

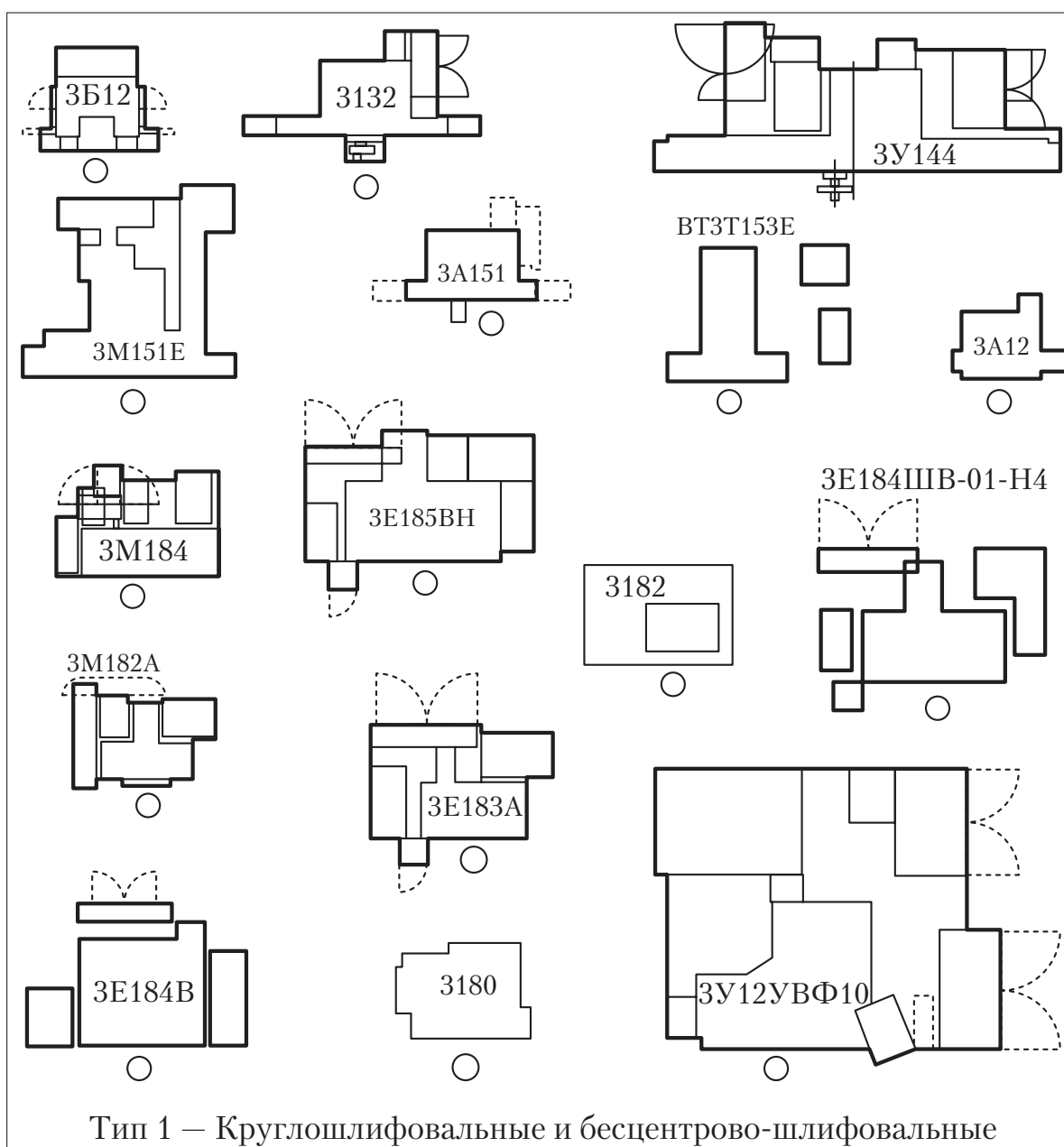


Рис. 11.5. Габаритные планы некоторых станков группы 3 — шлифовальные, полировальные, доводочные, заточные (продолжение и окончание см. на с. 306–307)

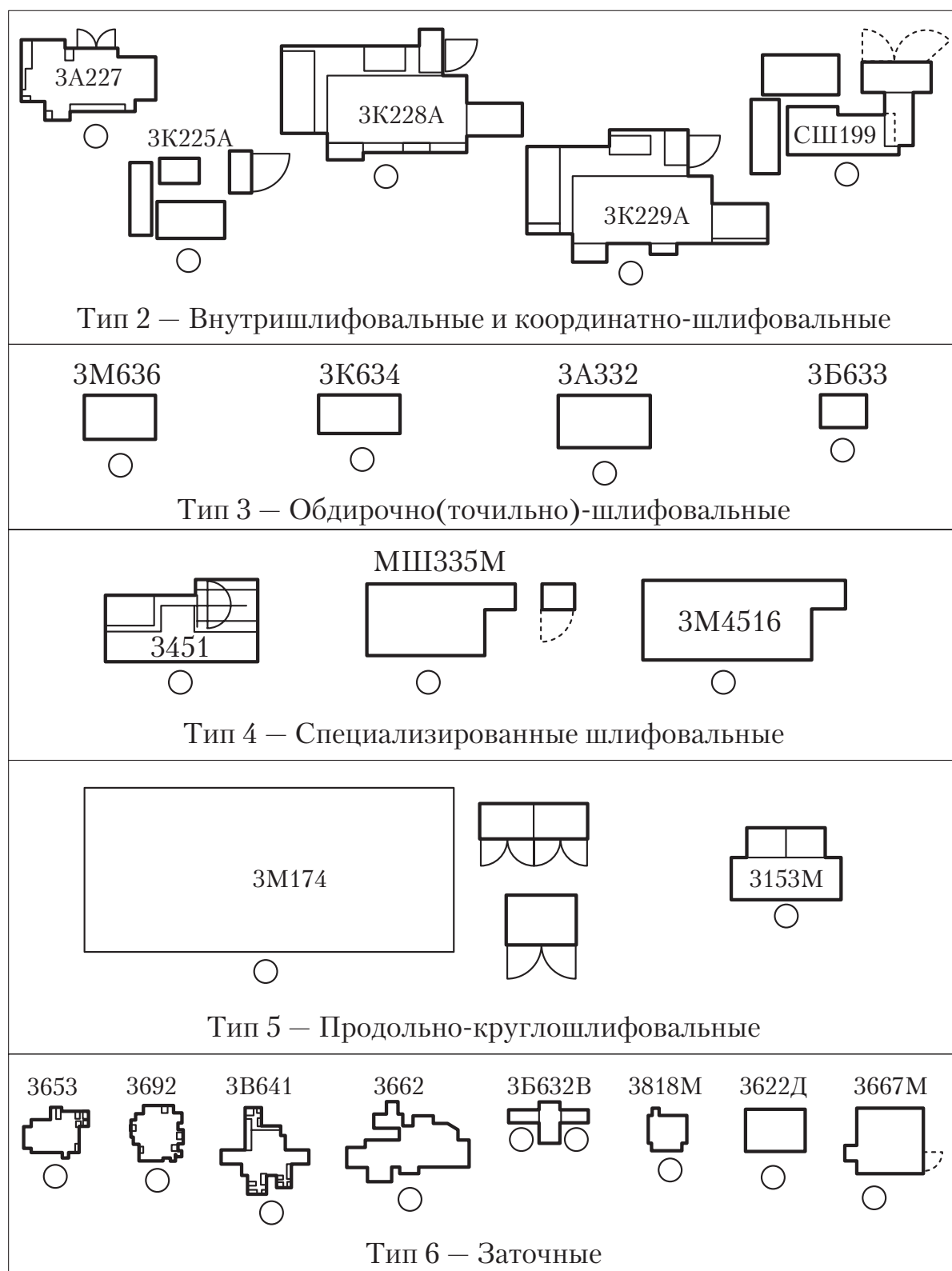


Рис. 11.5. Продолжение (начало см. на с. 305, окончание см. на с. 307)

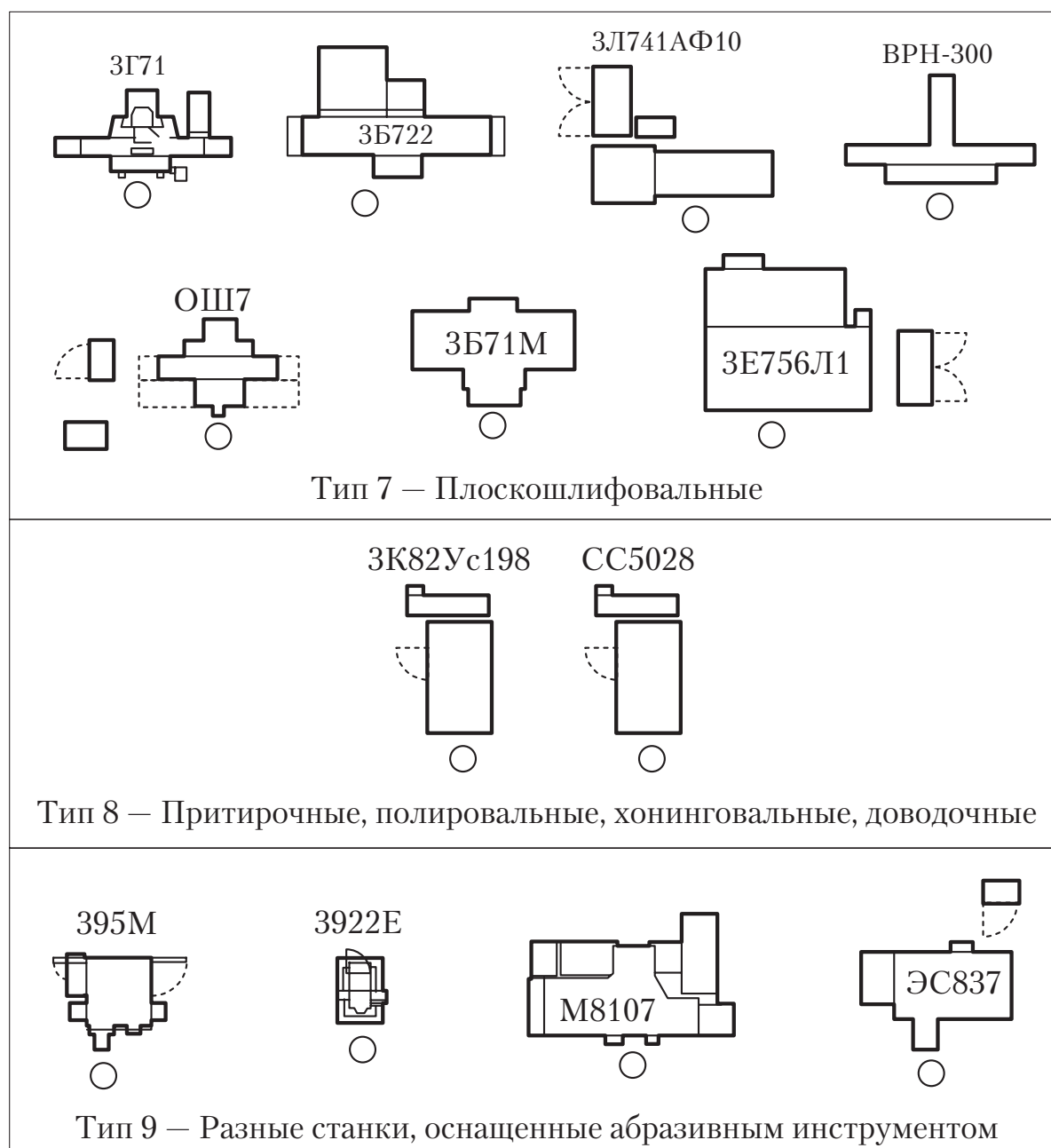


Рис. 11.5. Окончание (начало см. на с. 305–306)

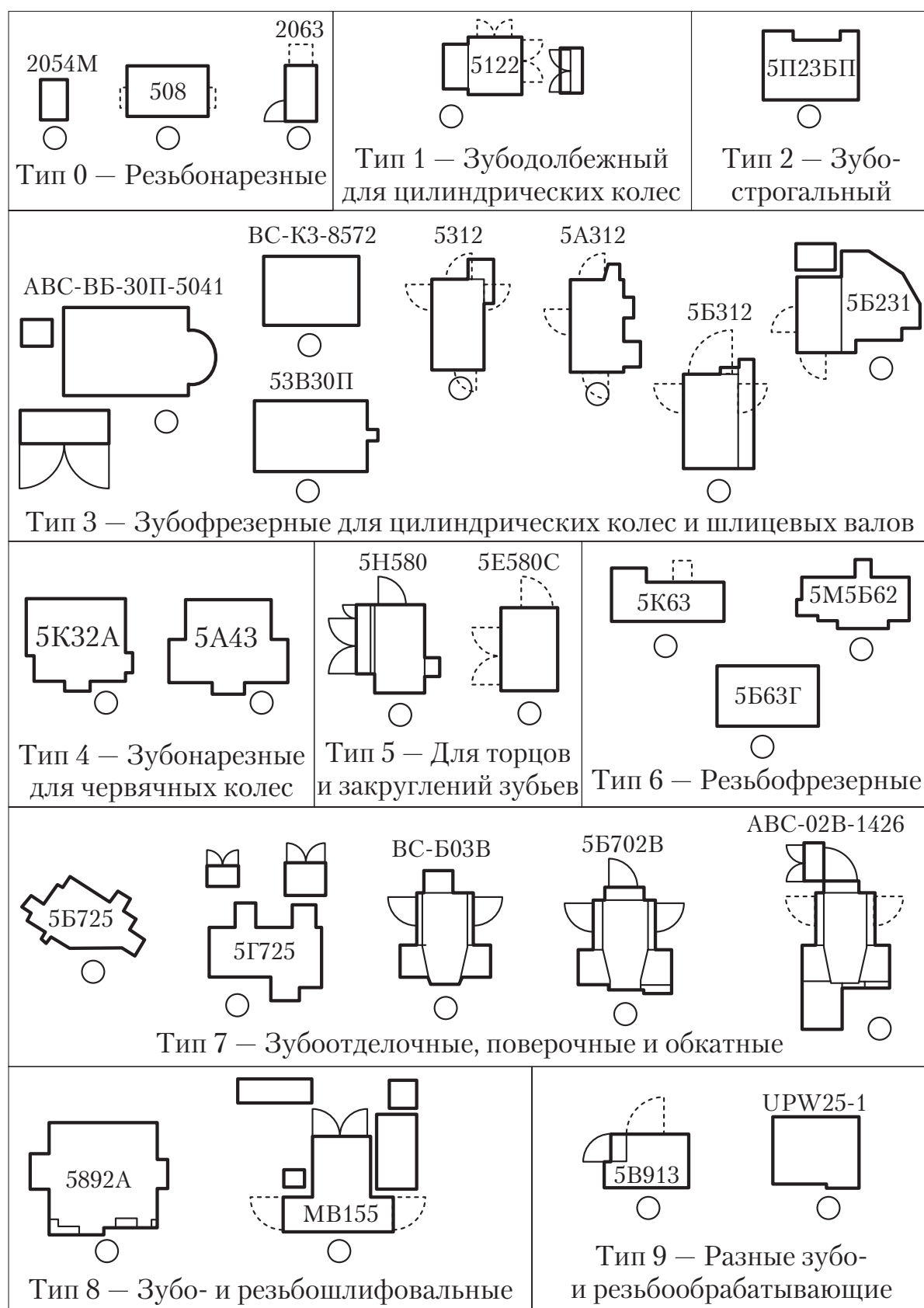


Рис. 11.6. Габаритные планы некоторых станков группы 5 — зубо- и резьбообрабатывающие типов 0–9

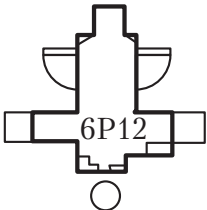
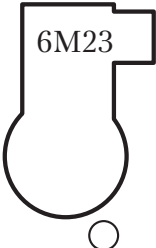
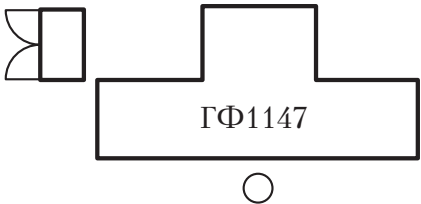
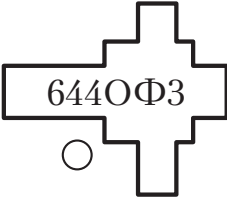
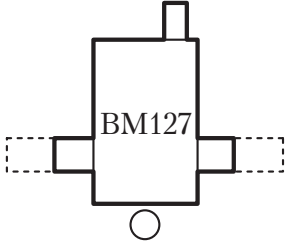
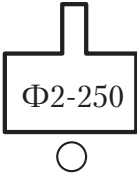
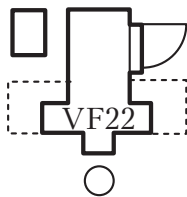
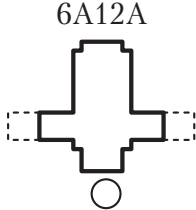
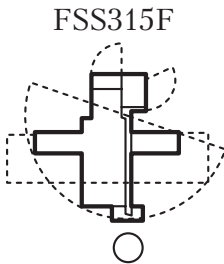
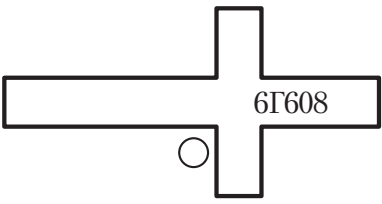
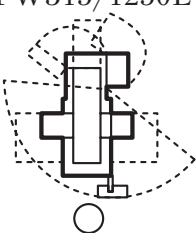
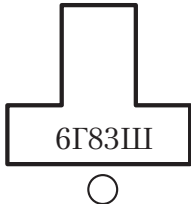

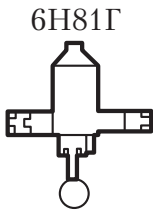
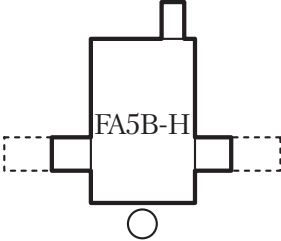

 <p>Тип 1 — Вертикально-фрезерный консольный</p>	 <p>Тип 2 — Фрезерный непрерывного действия</p>
 <p>Тип 3 — Продольно-фрезерный одностоечный</p>	 <p>Тип 4 — Копировально-фрезерный</p>
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-end;"> <div style="text-align: center;">  BM127 </div> <div style="text-align: center;">  Ф2-250 </div> <div style="text-align: center;">  VF22 </div> <div style="text-align: center;">  6A12A </div> <div style="text-align: center;">  FSS315F </div> </div> <p>Тип 5 — Вертикально-фрезерные бесконсольные</p>	
 <p>Тип 6 — Продольно-фрезерный двухстоечный</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-end;"> <div style="text-align: center;">  FW315/1250E </div> <div style="text-align: center;">  6Г83Ш </div> <div style="text-align: center;">  6P81Ш </div> </div> <p>Тип 7 — Широкоуниверсальные консольно-фрезерные</p>
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-end;"> <div style="text-align: center;">  6Н81Г </div> <div style="text-align: center;">  FA5B-H </div> </div> <p>Тип 8 — Горизонтально-фрезерные консольные</p>	<div style="text-align: center;">  6B4M </div> <p>Тип 9 — Сверлофрезерные</p>

Рис. 11.7. Габаритные планы некоторых станков группы 6 — фрезерные типов 1–9

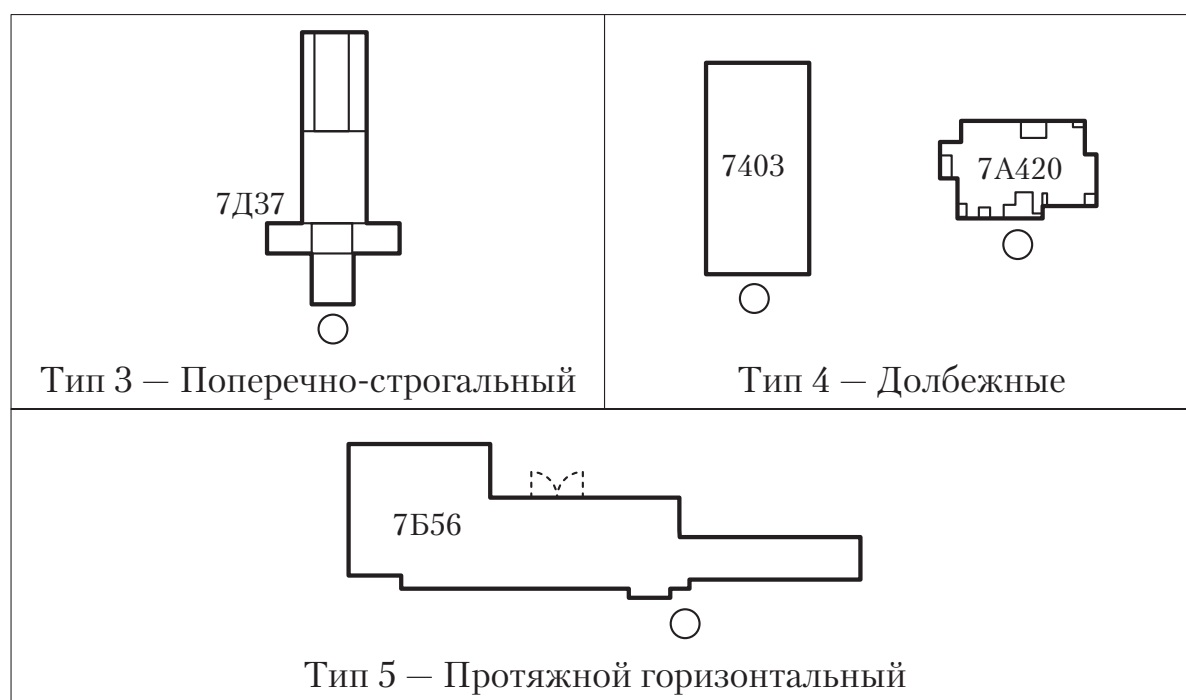


Рис. 11.8. Габаритные планы некоторых станков группы 7 — строгальные, долбежные, протяжные типов 3–5

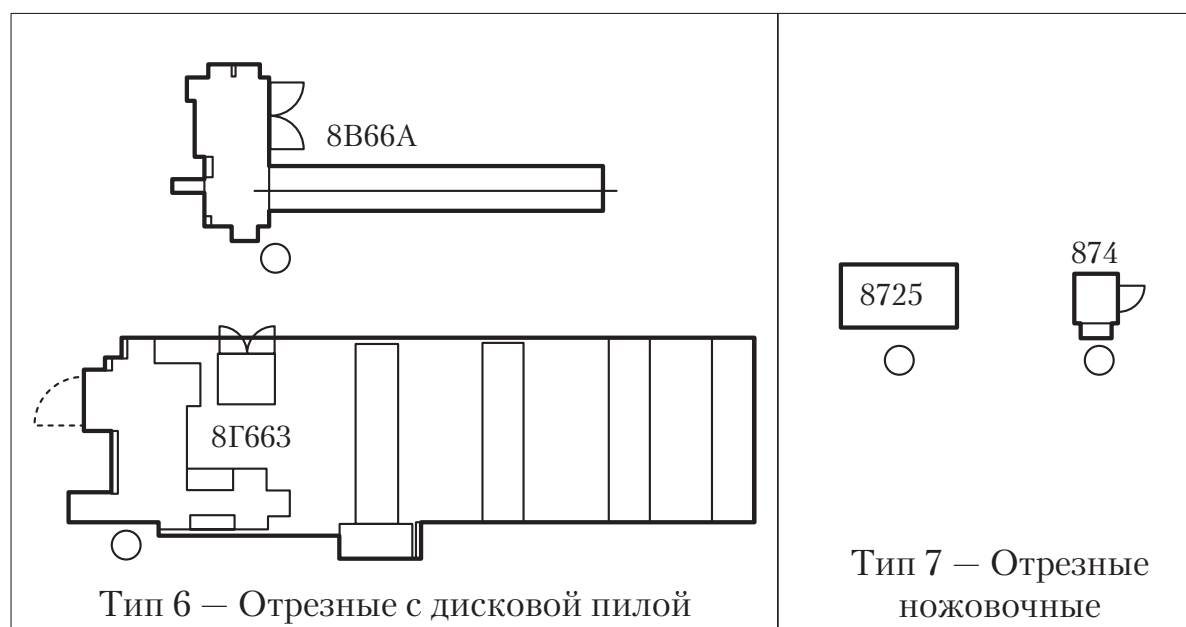


Рис. 11.9. Габаритные планы некоторых станков группы 8 — разрезные типов 6, 7

Таблица 11.5

Габаритные размеры и мощности некоторых станков

Модель	Габариты, мм	Мощность N, кВт
Группа 1 — Токарные		
<i>Тип 1 — Автоматы и полуавтоматы одношпиндельные</i>		
1E140	2160×1000×1665	5,5
<i>Тип 2 — Автоматы и полуавтоматы многошпиндельные</i>		
1216-6	5385×1040×1520	7,5
1265M-8	6400×1800×2170	30
1A225-6	6100×1810×2020	14
1A240-6	6050×1600×1945	13
1A240П-6	6050×1600×1945	13
1Б265-6К	6265×1830×2170	30
1Б284	3285×2887×4015	22
КА-106	5770×1730×1945	15,36
<i>Тип 3 — Токарно-револьверные</i>		
С вертикальной осью револьверной головки		
1В340Ф30	2840×1770×1670	6
С горизонтальной осью револьверной головки		
1Г340ПЦ	4715×1240×1680	6,2
1341	3000×1200×1600	4,5
1325Ф30	4355×1177×1700	6,2
1К341	4620×1200×1380	5,5
1Г340	2800×1240×1400	6,2
<i>Тип 4 — Токарно-револьверные полуавтоматы</i>		
1425	2550×1650×2200	7,5
1М425	2570×2500×2200	13
<i>Тип 5 — Токарно-карусельные</i>		
1541	3380×3275×4140	30
<i>Тип 6 — Токарно-винторезные</i>		
16K20	2796×1190×1500	11
16K25	2795×1240×1500	10
16A20Ф3С39	3360×1700×1700	11
16Д20	2630×1270×1605	11
16K20Ф3С5	3360×1710×1750	10

Продолжение табл. 11.5

Модель	Габариты, мм	Мощность N, кВт
1A616	2135×1225×1220	4
1K62Б	2812×1166×1324	12,1
<i>Тип 7 — Многолезцовые копировальные</i>		
1E713	4195×1815×2200	17
1H713	2435×1250×1985	17
1708	2325×1258×1930	10
1713	2792×1423×2060	27,05
1A730	2420×1820×1375	14
1A734П	4400×2500×3020	29
1П756ДФЗ	3200×3500×2600	22
<i>Тип 8 — Специализированные</i>		
1Б811	2850×1500×1800	4,5
<i>Тип 9 — Токарно-канавочные</i>		
ЕТ23М	1880×850×1550	2,2
Группа 2 — Сверлильно-расточные		
<i>Тип 1 — Настольно-вертикально-сверлильные</i>		
2A125	980×825×2300	2,925
2A135	1280×810×2500	4,5
2Б125	950×650×2460	3
2Г125	910×730×2105	2,32
2Г175	1420×1920×3385	15,48
2Г175М	1500×1800×3650	13,5
2М112	770×370×820	0,6
2Н112	1100×930×795	0,6
2Н118	870×590×2080	1,5
2Н118-1	788×730×1980	1,99
2Н125	1130×805×2390	2,32
2Н125Л	770×780×2235	1,5
2Н135	1245×815×2090	4,12
2Н150	890×1390×3090	7,62
2Р135Ф2-1	3500×2450×2700	3,7
2С135	1050×770×2660	4
МН18Н	730×650×1980	1,59

Продолжение табл. 11.5

Модель	Габариты, мм	Мощность N, кВт
<i>Тип 2 — Полуавтоматы одношпиндельные</i>		
ВУ-61	1390×1620×2450	4,5
<i>Тип 3 — Полуавтоматы многошпиндельные (центровальные и фрезерно-центровальные)</i>		
МР71	2640×1450×1720	14
ПРД02М/800	4530×2200×1650	19,5
2Г942	4650×1810×2100	11
<i>Тип 4 — Координатно-расточные</i>		
2431	1780×1330×2430	2,6
2А430	1340×1500×2025	2
2В440	1995×1810×2350	4,625
2Е440А	2440×2195×2385	4,425
КР-450	1550×1450×2150	1,27
МР-4В	1900×2450×2200	11,5
<i>Тип 5 — Радиально-сверлильные</i>		
2К522	1480×940×1990	1,5
2Л53	2000×800×2390	2,885
2А554Ф1	3150×1030×3748	8,925
<i>Тип 6 — Горизонтально-расточные</i>		
2М614	4330×2590×2500	6,7
<i>Тип 7 — Отделочно(алмазно)-расточные</i>		
ОС1814	2620×2340×1500	6,125
ОСООР2В1653	1700×2000×3500	7,35
2706	1800×700×900	7,5
ОС1813	2915×1300×1550	8,2
<i>Тип 8 — Горизонтально-сверлильные</i>		
ОС2805П-0852	2840×1260×1710	7,8
<i>Тип 9 — Разные (специальные) сверлильные</i>		
СС2580	2400×1900×3440	9,48
С2475	2000×1930×3400	5,48
Группа 3 — Шлифовальные, полировальные, доводочные, заточные		
<i>Тип 1 — Круглошлифовальные и бесцентрово-шлифовальные</i>		
3Б12	2600×1755×1750	7
3132	4100×2200×1720	10

Продолжение табл. 11.5

Модель	Габариты, мм	Мощность N, кВт
3У144	6920×2585×1985	14
3М151Е	4635×2450×2170	10
3А151	3100×2100×1500	9,745
ВТЗТ152Е	2990×2380×2000	11
3А12	2000×1500×1400	3,4
3М184	2945×1885×2120	6,85
3Е185ВН	3840×2450×2120	37
3Е184ШВ-01-04	3850×3650×2100	45
3М182А	2560×1560×2140	5,5
3182	2590×1700×1820	5,35
3180	1550×1500×1530	3,25
3Е184В	3600×2420×1900	40,46
3Е183А	2490×2450×2120	16,23
3У12УВФ10	2260×1680×1780	11
<i>Тип 2 — Внутршлифовальные и координатно-шлифовальные</i>		
3А227	2500×1470×1650	2,8
3К228А	3535×1460×1870	5,6
3К229А	4165×1780×2000	5,6
СШ199	3700×2700×1500	11,66
3К225А	2295×1800×1750	3,7
<i>Тип 3 — Обдирочно(точильно)-шлифовальные</i>		
3М636	1275×750×1350	7
3К634	1400×665×1230	5,3
3А332	1600×900×1550	1,7
3Б633	810×570×1230	2,1
<i>Тип 4 — Специализированные шлифовальные (шлицешлифовальные)</i>		
3451	2600×1513×1900	6,27
МШ335М	2600×1200×1800	13,55
3М4516	3600×1400×1800	8
<i>Тип 5 — Продольные круглошлифовальные</i>		
3М174	6750×2960×1880	23,18
3153М	2000×1260×1250	4,525
<i>Тип 6 — Заточные</i>		
3653	930×860×1430	1,72

Продолжение табл. 11.5

Модель	Габариты, мм	Мощность N, кВт
3692	920×690×1765	1,05
3В641	1530×1210×410	0,6
3662	2160×1115×1620	1,8
3Б632В	1440×700×1320	1
3667М	1430×1150×1545	3,3
3818М	660×708×1270	0,4
3622Д	710×1060×1500	1,8
ЭС845	600×500×1100	1,5

Тип 7 — Плоскошлифовальные

2Г71	1870×1550×1980	3,685
2Б722	3010×2020×2290	15,8
3Л741АФ10	2860×2200×2660	15,82
ВРН-300	3050×1720×2120	8,37
ОШ7	1550×2570×1960	3
3Б71М	2600×1550×1960	3
3Е756Л1	3650×2415×3000	68

Тип 8 — Притирочные, полировальные, доводочные

3К8Ус198	2350×1500×3440	12
СС5028	2420×1500×3440	15,48

Тип 9 — Разные станки, оснащенные абразивным инструментом

395М	1680×1622×2000	2,58
3992Е	870×900×2140	1,37
МВ107	3158×2000×1455	0,6
ЭС837	2405×1580×1505	16,62

Группа 5 — Зубо- и резьбообрабатывающие*Тип 0 — Резьбонарезные*

2054М	675×770×1550	0,72
508	1700×900×1980	6,1
2063	980×615×1410	3,15

Тип 1 — Зубодолбежные для обработки цилиндрических колес

5122	2700×1100×1945	3
------	----------------	---

Тип 2 — Зубонарезные для обработки конических колес

5П23БП	1295×945×1700	1,1
--------	---------------	-----

Продолжение табл. 11.5

Модель	Габариты, мм	Мощность N, кВт
<i>Тип 3 — Зубофрезерные для обработки цилиндрических колес и шлицевых валов</i>		
ABC-ВВ-30П-5141	3600×2500×2700	41
BC-K3-8572	1720×1230×2140	2,81
53В30П	2300×1300×1950	7,1
5312	2000×1150×2120	10,4
5А312	2000×1240×2250	7
5Б231	2300×1850×1715	10,3
5Б312	2000×1310×2200	10,8
<i>Тип 4 — Зубонарезные для обработки червячных колес</i>		
5К32А	3650×1510×2000	7,5
5А43	3220×2335×2010	3,4
<i>Тип 5 — Для обработки торцов зубьев колес и зубозакругляющие</i>		
5Н580	1785×1160×560	2,1
5Е580С	1785×1160×1870	4,91
<i>Тип 6 — Резьбофрезерные</i>		
5К63	2105×1125×1130	1,5
5М5Б62	2105×1125×1130	2
5Б63	1825×1125×1675	5,75
<i>Тип 7 — Зубоотделочные, поверочные и обкатные</i>		
5Б725	2000×1550×1750	5
5Г725	2160×1750×1900	5,4
BC-Б03В	2260×1265×1930	3,2
5Б702В	1950×1600×2130	5,1
ABC-02В-1426	2600×1600×2120	4,97
<i>Тип 8 — Зубо- и резьбошлифовальные</i>		
5892А	2750×1820×1990	3,45
МВ155	2800×3490×1780	7,5
<i>Тип 9 — Разные зубо- и резьбообрабатывающие</i>		
5В913	1600×1000×2200	6,5
UPW25-1	1600×1300×1000	9,85
Группа 6 — Фрезерные		
<i>Тип 1 — Ветикально-фрезерные консольные</i>		
6Р12	1950×2305×2020	10

Продолжение табл. 11.5

Модель	Габариты, мм	Мощность N, кВт
<i>Тип 2 – Фрезерные непрерывного действия (карусельно-фрезерные)</i>		
6М23	2975×2090×3300	14
<i>Тип 3 – Продольно-фрезерные одностоечные</i>		
ГФ1147	4500×2100×1900	50
<i>Тип 4 – Копировальные и гравировальные</i>		
6440Ф3	2600×2750×2480	7,5
<i>Тип 5 – Вертикально-фрезерные бесконсольные</i>		
ВМ127	2560×2260×2430	14,2
Ф2-2502	1900×1800×1800	5,7
VF22	2000×1500×2100	12,02
6А12А	1765×2315×1950	6,84
FSS315E	1800×1990×2700	8
<i>Тип 6 – Продольно-фрезерные двухстоечные</i>		
6Г608	7435×4100×3800	15×3
<i>Тип 7 – Широкоуниверсальные консольно-фрезерные</i>		
FW315/1250E	1990×1700×2600	5,5
6Р83Ш	2680×2040×1770	11
6Р81Ш	1480×2045×1890	5,5
<i>Тип 8 – Горизонтально-фрезерные консольные</i>		
6Н81Г	2060×1940×1600	6,325
FA55B-H	2785×3920×2680	15
<i>Тип 9 – Разные фрезерные</i>		
6В4М	1165×1140×2336	0,6
Группа 7 – Строгальные, долбежные, протяжные		
<i>Тип 3 – Поперечно-строгальные</i>		
7Д37	3700×1850×1980	11,1
<i>Тип 4 – Долбежные</i>		
7А420	2300×1270×2175	3,8
7403	1460×2980×3010	14,12
<i>Тип 5 – Протяжные горизонтальные</i>		
7В56	7200×2135×1910	33,15

Окончание табл. 11.5

Модель	Габариты, мм	Мощность N, кВт
Группа 8 – Разрезные		
<i>Тип 6 – Отрезные с дисковой пилой</i>		
8B66A	2750×1600×1750	9,5
8Г66З	4060×2330×1260	7,5
<i>Тип 7 – Отрезные ножовочные</i>		
8725	1690×700×900	2,32
874	835×560×1630	1,1

Метод объемного макетирования состоит в том, что, используя модели производственного, подъемно-транспортного и другого оборудования, составляют объемный макет цеха или производственного корпуса. Благодаря большей наглядности объемного макета при его использовании легче найти лучшие проектные решения и предупредить возможные ошибки при увязке отдельных частей проекта, которые могут обнаруживаться уже в процессе строительства или эксплуатации нового завода. Этот метод разработки планировок широко применяется при проектировании предприятий с крупными объемными сооружениями и оборудованием (предприятия тяжелого машиностроения, металлургической, химической, нефтехимической, нефтеперерабатывающей, металлургической, пищевой промышленности и т.п.), где он позволил значительно улучшить качество проектов. В обычном машиностроении объемный метод планировки распространен меньше, так как он дороже других методов. Однако при проектировании современных высокооснащенных цехов, имеющих сложную систему технологических трубопроводов и инженерных коммуникаций, непрерывный транспорт в виде напольных и подвесных конвейеров, монорельсов и т.д., большое количество сложного и крупного оборудования, связанного между собой единым производственным процессом и расположенного на разных уровнях, метод объемного макетирования вызывает определенный интерес и может быть использован.

Наглядность планировки увеличится, если пространственные (объемные) модели основного, вспомогательного и подъемно-транспортного оборудования окрасить в различные цвета, например

станки можно сделать салатовыми; верстаки, подставки, столы — голубыми; краны и тележки — оранжевыми.

При разработке планировок должны учитываться следующие требования.

□ Оборудование в цехе должно размещаться в соответствии с принятой организационной формой технологических процессов. При этом нужно стремиться к расположению производственного оборудования в порядке последовательности выполнения технологических операций обработки, контроля и сдачи деталей или изделий.

□ Расположение оборудования, проходов и проездов должно гарантировать удобство и безопасность работы; возможность монтажа, демонтажа, ремонта и модернизации оборудования; удобство подачи заготовок и инструментов; удобство уборки отходов.

□ Планировку оборудования следует увязывать с применяемыми подъемно-транспортными средствами. В планировках необходимо предусматривать кратчайшие пути перемещения заготовок, деталей, узлов в процессе производства, исключая возвратные движения. Грузопотоки должны не пересекаться между собой, а также не пересекать и не перекрывать основные проезды, проходы и дороги, предназначенные для движения людей.

□ В планировках необходимо предусматривать возможность перестановки оборудования при изменении технологических процессов.

□ При разработке планировок следует рационально использовать не только площадь, но и весь объем цеха и корпуса. Высота здания должна быть использована для размещения подвесных транспортных устройств, проходных складов деталей и узлов, инженерных коммуникаций и т.д.

При размещении станков механического цеха руководствуются следующими правилами и приемами.

В первую очередь на план компоновки цеха наносят магистральные проезды. Расположение магистральных проездов определяется связями механического цеха с другими цехами и службами, определенными компоновкой цеха или корпуса.

Участки, занятые станками, должны быть, по возможности, наиболее короткими. В машиностроении длина участков составляет

40...60 м. Зоны заготовок и готовых деталей включаются в длину участка.

Технологические линии на участках могут располагаться как вдоль пролетов, так и поперек них.

Станки вдоль участка могут быть расположены в два, три и более ряда. При расположении станков в два ряда между ними оставляется проход для транспорта. При трехрядном расположении станков может быть два (рис. 11.10, *а*) или один проход (рис. 11.10, *б*). В последнем случае продольный проход образуется между одинарным и сдвоенным рядами станков. Для подхода к станкам сдвоенного ряда (в котором станки расположены друг к другу тыльными сторонами), расположенным у колонн, между станками оставляют поперечные проходы. При расположении станков в четыре ряда вдоль участка устраивают два прохода: у колонн станки располагают в один ряд, а сдвоенный ряд — посередине (рис. 11.10, *в*).

Станки могут располагаться по отношению к проезду вдоль, поперек (рис. 11.11, *а*) и под углом (рис. 11.11, *б*, *в*). Наиболее удобное расположение — вдоль проезда и при обращении станков

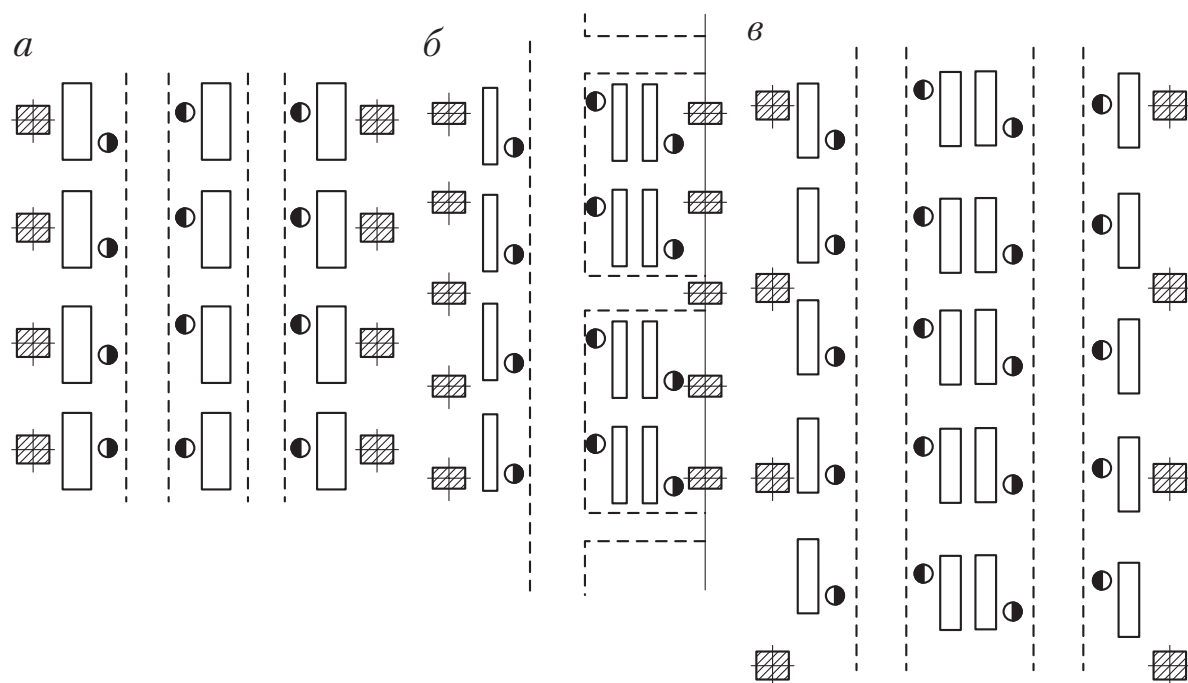


Рис. 11.10. Расположение станков в пролете:

а — в три ряда с двумя продольными проходами; *б* — в три ряда с одним продольным и тремя поперечными проходами; *в* — в четыре ряда с двумя продольными проходами

к проезду фронтом. При поперечном расположении станков затрудняется их обслуживание (подача заготовок, обмен инструментом, приемка деталей и т.д.), так как приходится предусматривать поперечные проходы для доставки деталей на тележках или электрокарах к рабочим местам. Для лучшего использования площади револьверные станки, автоматы и другие станки для обработки прутковых материалов, а также протяжные, расточные, продольно-фрезерные и продольно-шлифовальные станки располагают под углом. Станки для прутковой работы располагают загрузочной стороной к проезду, а другие станки так, чтобы сторона с приводом была обращена к стене или колоннам. Это более удобно для

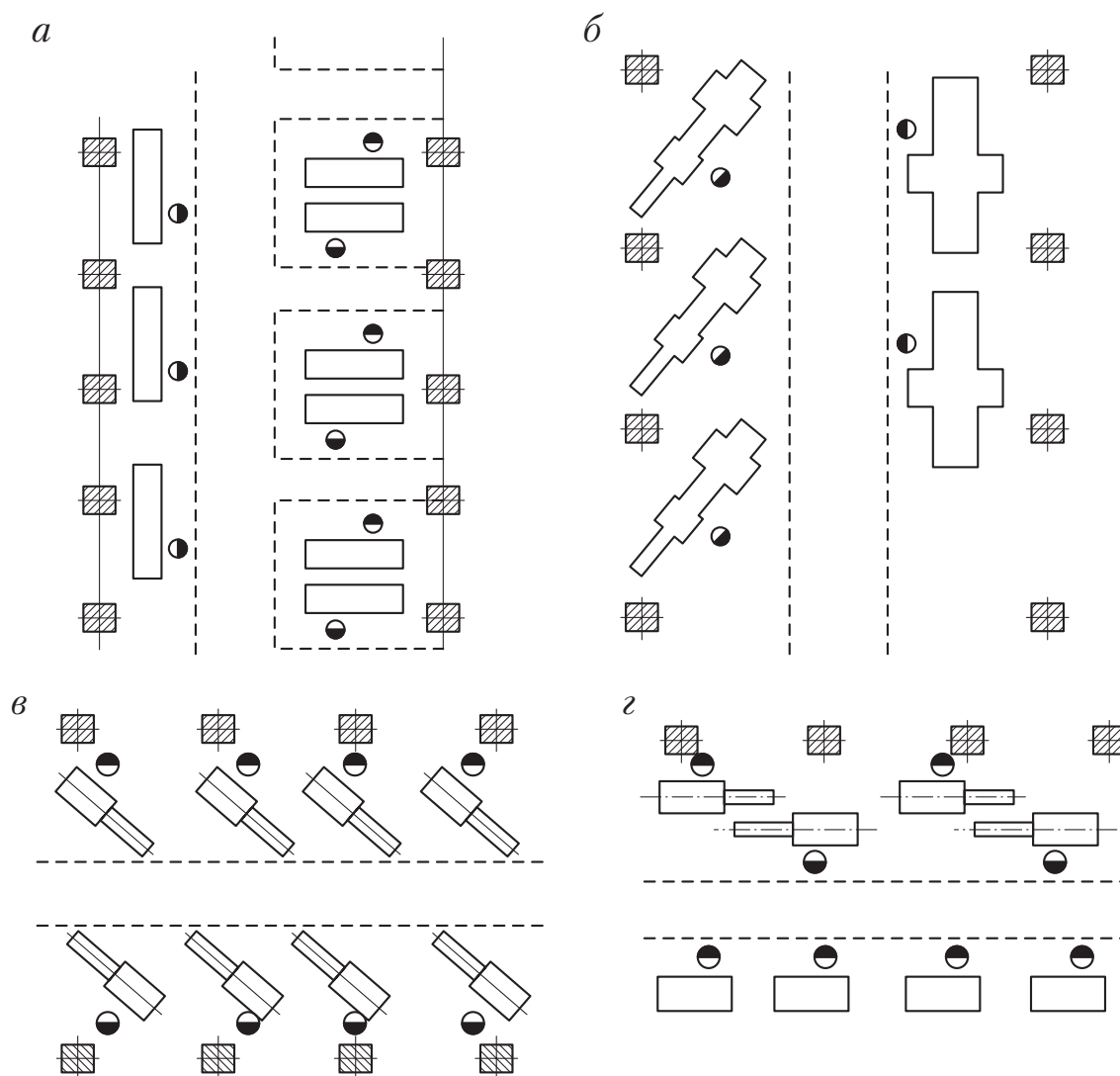


Рис. 11.11. Расположение станков:

a — продольное и поперечное; *б* — расточных станков под углом и продольно-строгальных вдоль пролета; *в, г* — токарно-револьверных станков

складирования заготовок и исключает поломку привода при транспортировке деталей. Станки для прутковой работы могут быть также размещены в шахматном порядке (рис. 11.11, з), причем в этом случае необходимо обеспечить возможность подхода к ним с двух сторон.

Станки по отношению друг к другу могут располагаться фронтом, «в затылок» и тыльными сторонами. При расположении станков вдоль участка более выгодно используется площадь при тыльном расположении станков.

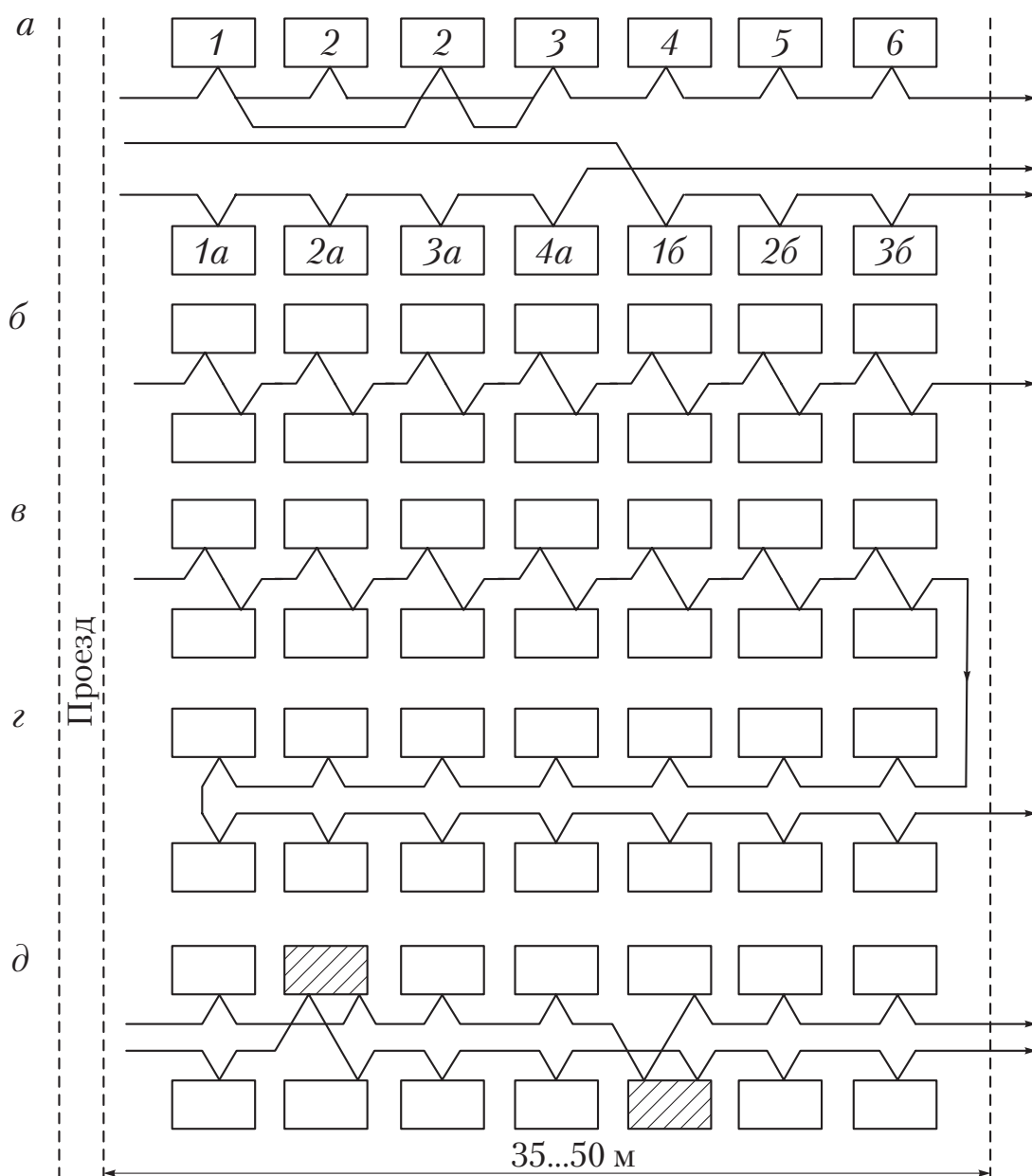


Рис. 11.12. Варианты размещения оборудования в непрерывно- и переменнo-поточных линиях

Крупные станки не должны устанавливаться у окон, так как это приводит к затемнению цеха.

В поточных линиях станки также могут располагаться в один или два ряда.

Для линии, оборудование которой размещается в пределах длины участка, применяют однорядный вариант размещения (рис. 11.12, *а*).

В приведенном примере на второй операции предусмотрены два станка, поскольку штучное время на этой операции превышает такт выпуска. Короткие линии обработки располагают последовательно (рис. 11.12, *б*). Поточные линии с большим числом станков размещают в два или несколько рядов (рис. 11.12, *в, г*), но с обязательным условием, чтобы начало линий располагалось со стороны зоны заготовок, а конец линии — с противоположной стороны.

Для обеспечения лучшего использования отдельных станков возможно параллельное размещение линии с использованием общего для двух линий оборудования (рис. 11.12, *д*), однако в этом случае перед «общим» оборудованием необходимо предусматривать необходимые заделы для компенсации несинхронности работы двух линий. На схеме «общее» оборудование двух линий заштриховано.

Станки в поточных линиях с применением рольгангов или других конвейеров могут устанавливаться относительно их параллельно или перпендикулярно; они могут быть и встроены в линию рольганга или конвейера.

Таблица 11.6

Нормы размещения станков

Расстояние (рис. 11.13)	Наибольший из габаритных размеров станка в плане, м*			
	Менее 1,8	1,8...4	4...8	Более 8
<i>а</i>	1,6/1,0	1,6/1,0	2,0/1,0	2,0/1,0
<i>б</i>	0,5	0,5	0,5	0,5
<i>в</i>	0,5	0,5	0,7/0,5	1,0/0,5
<i>г</i>	1,7/1,4	1,7/1,6	2,6/1,8	2,6/1,8
<i>д</i>	0,7	0,8	1,0	1,3/1,0
<i>е</i>	0,9	0,9	1,3/1,2	1,8/1,2
<i>ж</i>	2,1/1,9	2,5/2,3	2,6	2,6

Окончание табл. 11.6

Расстояние (рис. 11.13)	Наибольший из габаритных размеров станка в плане, м*			
	Менее 1,8	1,8...4	4...8	Более 8
<i>з</i>	1,7/1,4	1,7/1,6	1,7	1,7
<i>и</i>	2,5/1,4	2,5/1,6	—	—
<i>к</i>	0,7	0,7	—	—
<i>л</i>	1,6/1,3	1,6/1,5	1,6/1,5	1,6/1,5
<i>л₁</i>	1,3	1,3/1,5	1,5	1,5
<i>м</i>	0,7	0,8	0,9	1,0/1,9
<i>н</i>	1,2/0,9	1,2/0,9	1,2/0,9	1,2/0,9

* Значения в числителе — для непоточного, в знаменателе — для поточного производства.

При размещении основного оборудования механического цеха должны быть соблюдены нормы технологического проектирования, регламентирующие расстояния между станками, между станками и элементами зданий для различных вариантов расположения оборудования, а также ширины проездов в зависимости от различных видов транспорта.

В табл. 11.6 даны расстояния (рис. 11.13): *а* — между проездом и станками, расположенными фронтально; *б* — между проездом и тыльной стороной станка; *в* — между проездом и боковой стороной станка; *г* — между станками, установленными в «затылок»; *д* — между станками, установленными тыльными сторонами; *е* — между станками, установленными боковыми сторонами; *ж* — между станками, установленными фронтально, при обслуживании одним оператором одного станка; *з* — между станками, установленными фронтально, при обслуживании одним оператором двух станков; *и*, *к* — между станками при П-образном расположении трех станков, обслуживаемых одним оператором; *л*, *л₁* — от стен и колонн до станка, расположенного фронтально; *м* — от колонн и стен до станка, расположенного тыльной стороной; *н* — от колонн и стен до станка, расположенного боковой стороной.

Расстояние от станков до напольных транспортных средств (рольгангов или конвейеров) может быть увеличено в соответствии с условиями обслуживания и ремонта станков; размер от

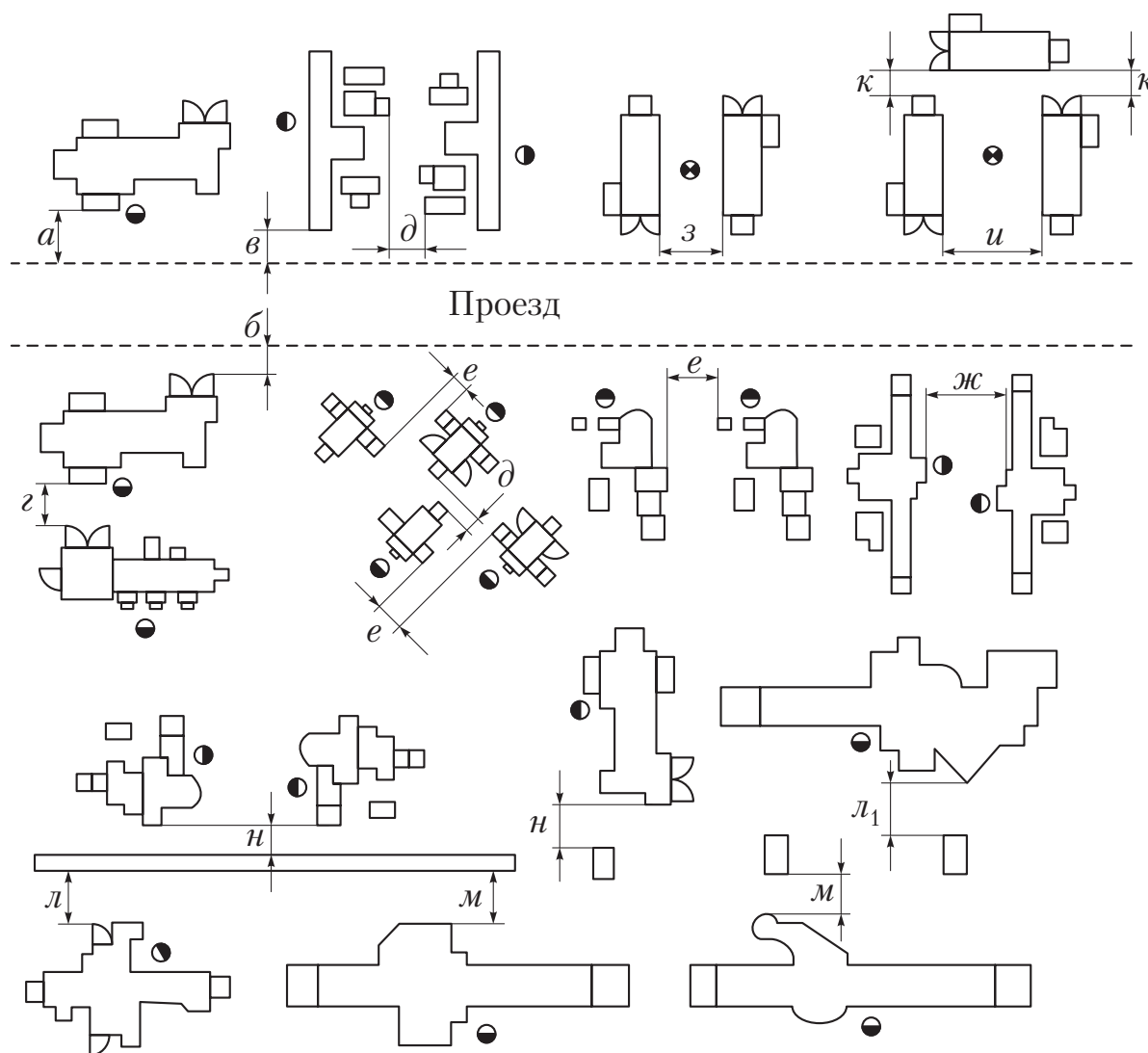


Рис. 11.13. Варианты размещения станков относительно проездов, друг друга, стен и колонн здания

станков до подвесок для подвесного транспорта, при наличии на деталях незащищенных острых выступов, может быть увеличен. При определении расстояний между станками от станков до стен и колонн здания (см. табл. 11.5) нужно учитывать следующее.

1. Расстояния берутся от наружных габаритных размеров станков, включающих крайние положения движущихся частей, открывающихся дверок и постоянных ограждений станков.

2. Для тяжелых и уникальных станков (габаритом свыше 16000×6000 мм) необходимые расстояния устанавливаются применительно к каждому конкретному случаю.

3. Для особо мелких станков (с длиной по фронту до 800 мм) $e = 1000$ мм.

4. При поперечном размещении станков в количестве больше двух (по фронту) величины расстояний z и $ж$ между станками пре-
вращаются в проезды и должны приниматься по табл. 11.6.

5. При установке станков на индивидуальные фундаменты (жесткие или виброизолированные) расстояния станков от колонн, стен и между станками принимаются с учетом конфигурации и глубины фундаментов станков, колонн и стен.

6. Нормы расстояний не учитывают каналов для транспортирования стружки, промышленных проводок (вода, пар, сжатый воздух и т.д.), площадок для хранения крупных и тяжелых заготовок и устройств для транспортировки грузов (местные краны, рольганги и т.д.), которые следует принимать во внимание в каждом конкретном случае.

7. При разных размерах двух рядом стоящих станков расстояние между ними принимается по большему из этих станков.

8. При расположении каналов для транспортировки стружки между тыльными сторонами двух рядов станков расстояния между станками следует принять равными: для рядов, состоящих из мелких и средних станков, устанавливаемых на общей фундаментной плите, в зависимости от относительного расположения оснований и габаритов станков (наличие выступающих частей и открывающихся дверок); при транспортировке дробленой стружки — d ; при транспортировке витой стружки — $(d + 400 \text{ мм})$;

Для рядов, состоящих из крупных станков, устанавливаемых на индивидуальные фундаменты, расстояние между фундаментами должно быть не менее: при транспортировке дробленой стружки — 600 мм; при транспортировке витой стружки — 1000 мм.

9. В зависимости от условий планировки, монтажа и демонтажа станков нормы расстояний могут быть (при соответствующем обосновании) увеличены.

При выборе ширины проездов между рядами станков (табл. 11.7) необходимо иметь в виду следующее.

Расстояния берутся от наружных габаритов станков, включающих крайние положения движущихся частей, открывающихся дверок и постоянных ограждений станков.

Таблица 11.7

Ширина проездов и расстояний А и Б между рядами станков, м

Расстояние	Размеры детали или тары	Вид транспортирования					
		склизами, на монорельсе, таями		краном		электрокарами	
		А	Б	А	Б	А	Б
Между тыльными или боковыми сторонами станков (рис. 11.14, а)	0,8	—	—	2,0	2,5	2,0	2,5*
	1,5	—	—	2,5	—	2,5	3,0**
Между одним рядом станков, расположенным к проезду тыльной стороной, и вторым рядом, расположенным фронтом (рис. 11.14, б)	0,8	1,2	2,5	2,0	3,3	2,0	3,3*
	1,5	2	3,3	2,5	3,8	2,5	3,8**
	3	—	—	3,5	4,8	—	—
Между фронтами двух рядов станков (рис. 11.14, в)	0,8	1,2	3,2	2,0	4,0	2,0	4,0*
	1,5	2,0	4,0	2,5	4,5	2,5	4,5**
	3	—	—	3,5	5,5	—	—

Примечания: 1. При использовании вилчатых погрузчиков ширина А увеличивается на 0,5 м. 2. Характер движения во всех случаях принят односторонним; при двустороннем движении размеры А и Б увеличиваются на 1 м. 3. При грузоподъемности электрокаров до 3 т ширина проезда увеличивается на 1 м.

* Грузоподъемность электрокара 0,5 т.

** Грузоподъемность электрокара 1 т.

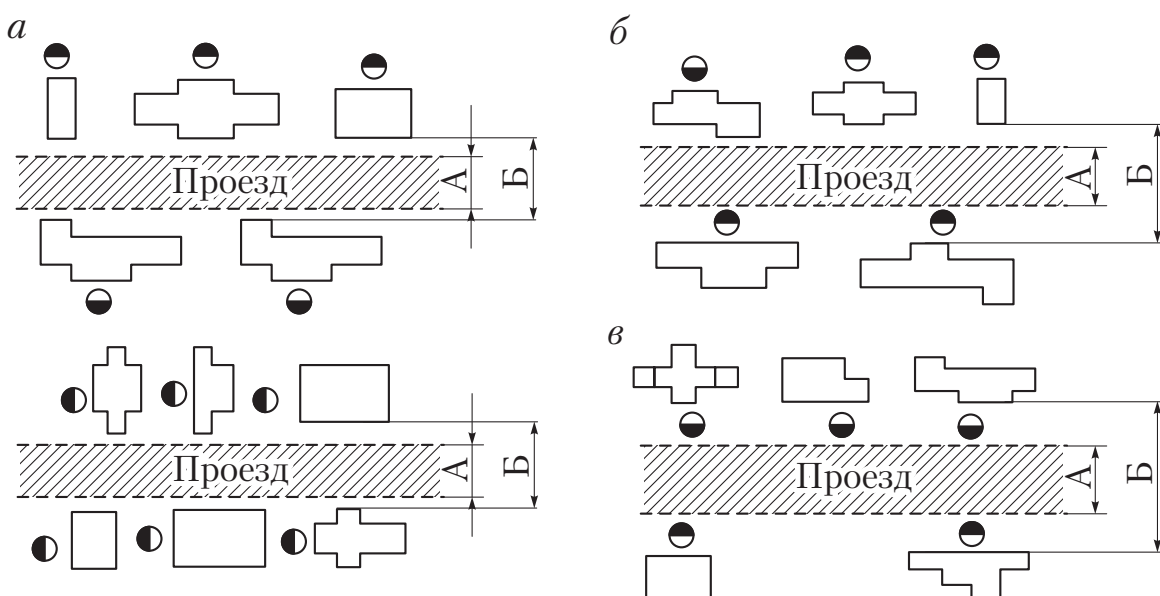


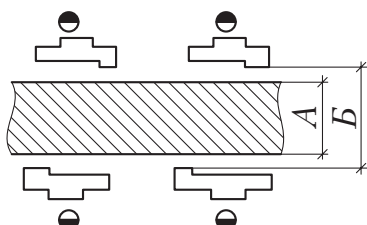
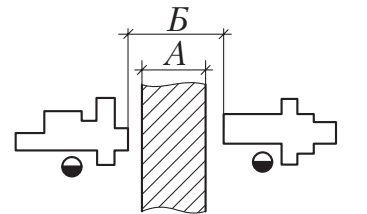
Рис. 11.14. Схемы к нормам расстояний между рядами станков

Под размером транспортируемых заготовок или тары с деталями следует понимать размер в направлении, перпендикулярном проезду (по ширине проезда).

Ширина проездов при транспортировке электропогрузчиками дана с учетом возможности их поворота на 90° (табл. 11.8).

Таблица 11.8

Нормы ширины магистральных проездов механических цехов

Схема	Вид транспорта	Грузо-подъемность, т	Ширина проезда А, мм	Расстояние между станками Б, мм
<p>Проезд продольный</p> 	Электротележки (электрокары)	До 1	3000	3400
		До 3	3500	4000
		До 5	4000	4500
	Электропогрузчики с подъемными вилами	До 0,5	3500	4000
		До 1	4000	4500
	Грузовые автомашины	До 3	5000	5500
<p>Проезд поперечный</p> 		До 1	4500	5000
		До 5	5500	6000

Примечания: 1. Магистральные проезды предназначены для межцеховых перевозок с учетом возможности двустороннего движения. 2. Количество и расположение магистральных проездов определяется размерами и компоновкой корпуса, а также технологическими связями с другими корпусами. 3. Перегрузочные платформы (тележки на рельсовом пути) для транспортирования крупных и тяжелых деталей и изделий не должны размещаться на магистральных проездах.

При размерах транспортируемых деталей (в направлении, перпендикулярном проезду) свыше 3 м ширина проезда и расстояние между рядами станков назначается индивидуально для каждого конкретного случая.

При особой необходимости и соответствующем обосновании данные нормы могут быть увеличены для возможности транспортировки наиболее крупных станков при ремонте и модернизации или замене их новыми.

При расположении станков у стен, уборку которых невозможно производить с проезда механизированными средствами, необходимо вдоль стены предусмотреть проезд шириной 3000 мм.

Рекомендуется применять одностороннее движение в проездах; двустороннее движение допускается только при обосновании его необходимости. Ширина магистральных проездов в механо-сборочных цехах может приниматься по табл. 11.8.

При планировке отделений, участков и рабочих мест сборки должно быть предусмотрено следующее оборудование: верстаки, столы, сборочные автоматы и полуавтоматы, стенды, рельсовые и безрельсовые тележки, конвейеры, наземные рельсовые пути, подвесные монорельсовые пути, автоматические и полуавтоматические сборочные станки и линии, а также другое необходимое в конкретных условиях оборудование. Следует также предусматривать места расположения сборщиков и возможность их перемещений; места расположения крупных деталей собираемых машин (станин, корпусов, плит, валов), а также других деталей, узлов и комплектующих изделий; места спуска подвесных конвейеров для навески и снятия узлов, подаваемых из механических цехов или со складов (при поточном производстве), а также необходимые проходы и проезды.

Расстояния между сборочными столами и верстаками, между конвейерами и стационарными рабочими местами, а также ширина проездов и расстояния между рядами рабочих мест устанавливаются по типовым нормам технологического проектирования машиностроительных заводов. Как видно из рис. 11.15, 11.16, сборочные столы и верстаки могут располагаться «в затылок» или парно по фронту.

При сборке узлов размерами более 1,5×1,5 м расстояние между сборочными столами назначается не по табл. 11.9, а исходя из конкретных габаритов собираемых узлов; в нормы расстояний для размещения сборочных столов не включены площади для хранения деталей и узлов, размеры которых принимаются в зависимости от размеров собираемых узлов и серийности производства; верстаки можно устанавливать вплотную у стен, за исключением случаев, когда у стены размещаются радиаторы отопления, трубопроводы и другие строительные элементы.

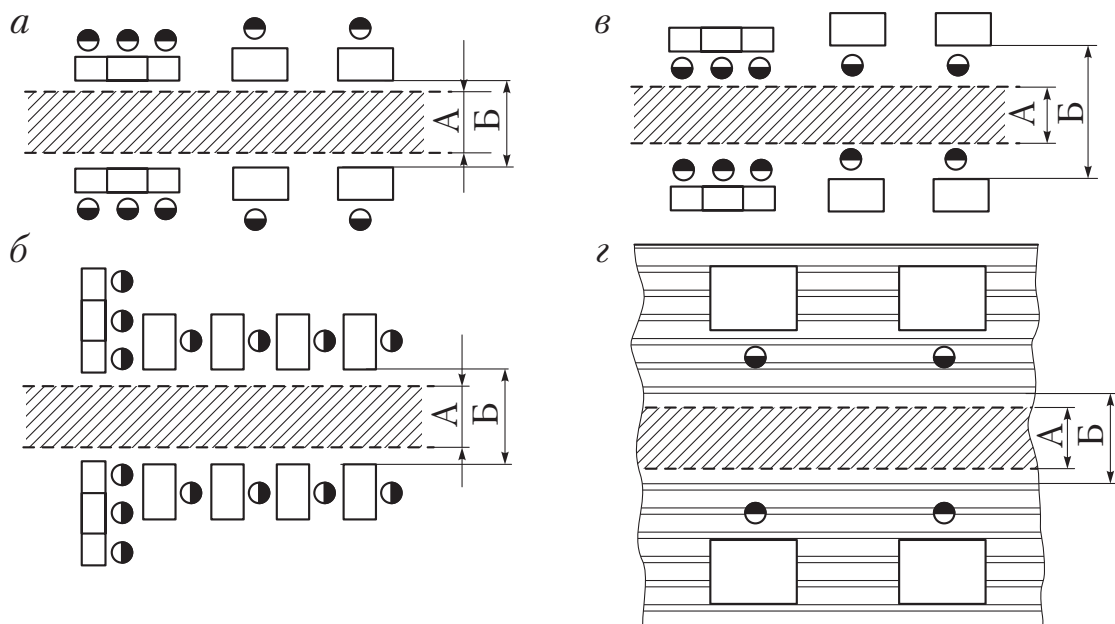


Рис. 11.15. Схемы расположения сборочных рабочих мест при механизированном транспорте

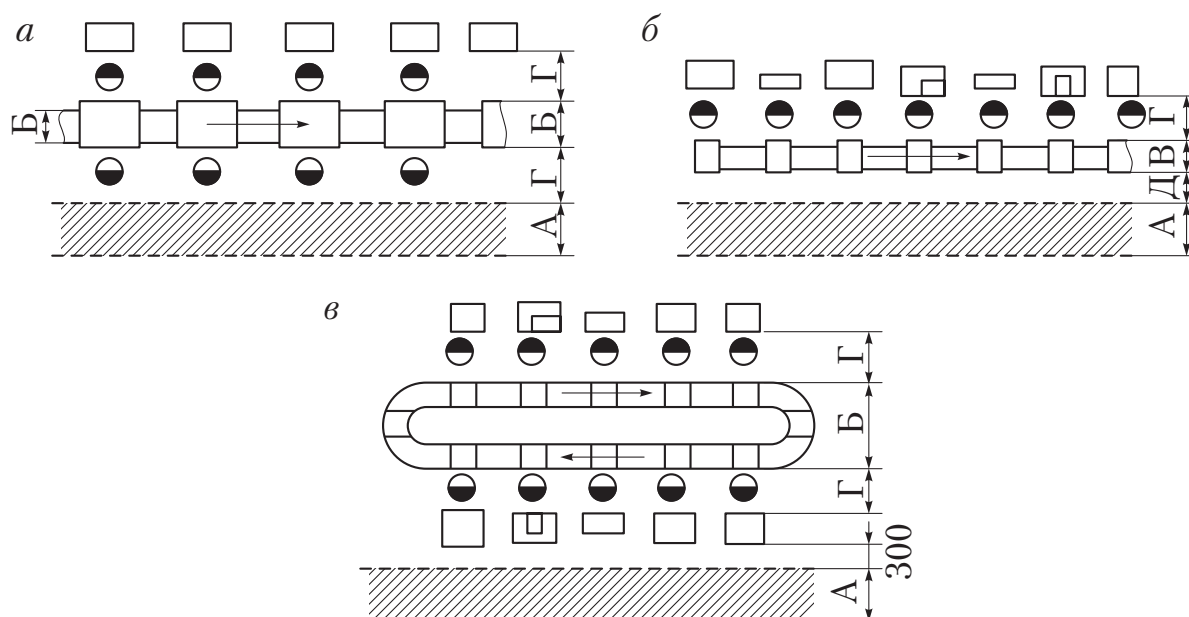
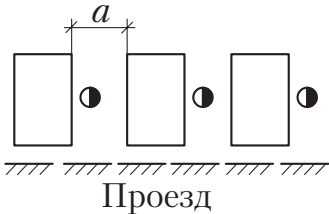
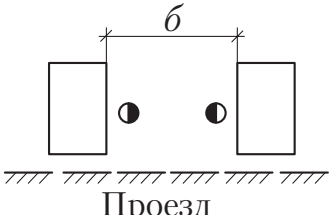
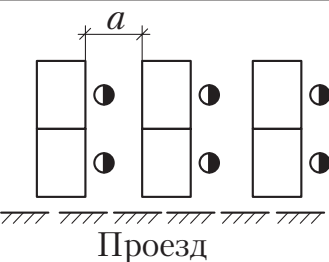
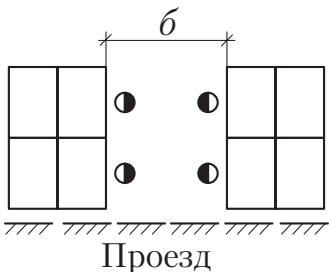


Рис. 11.16. Схемы расстояний между сборочными конвейерами и стационарными рабочими местами, столами и верстаками при использовании шагающего (а), вертикально-замкнутого (б) и горизонтально-замкнутого (в) конвейеров:

А — ширина проезда; Б — ширина конвейера; В — ширина собираемых изделий; Г — расстояние от конвейера или собираемых изделий до рабочих мест (800...1000 мм в зависимости от крайних собираемых изделий); Д — размер от конвейера или от крайних собираемых изделий (в случае, если ширина собираемых изделий больше ширины конвейера) до проезда, принимается равным 300 мм

Таблица 11.9

**Нормы расстояний между сборочными столами
и между верстаками, мм**

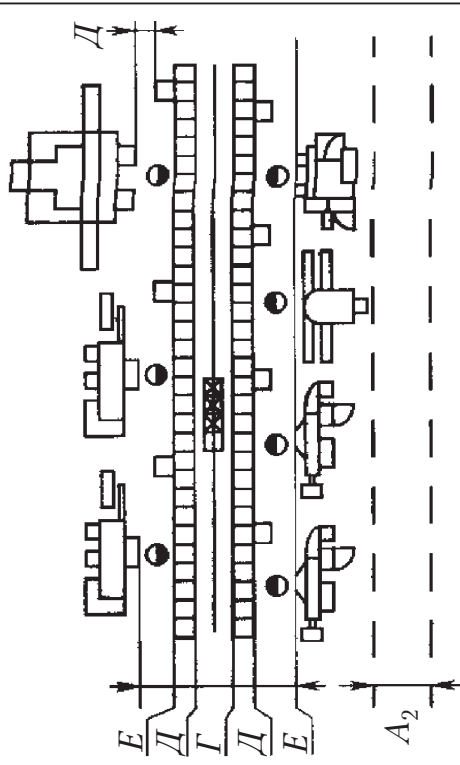
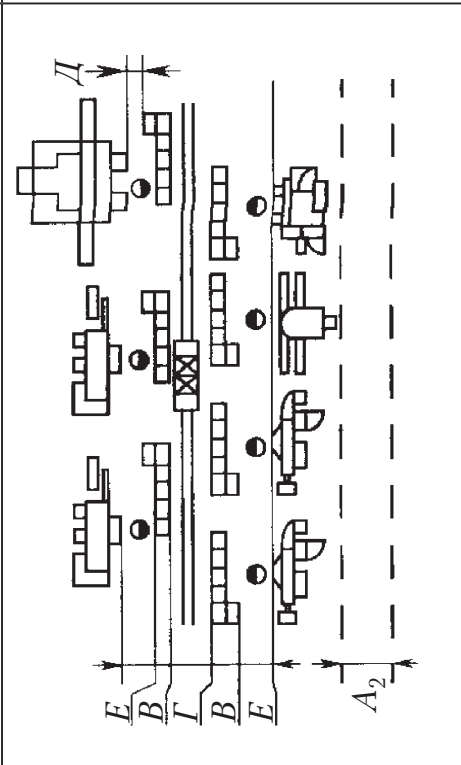
Наименование рабочих мест	Расположение	Эскиз	Сборка узлов размером	
			до 800×600	от 800×600 до 1500×1500
Сборочные столы	«В затылок» (<i>a</i>)		1000	1700
	Попарно по фронту (<i>б</i>)		2000	2500
Верстаки	«В затылок» (<i>a</i>)		1000	—
	Попарно по фронту (<i>б</i>)		2000	—

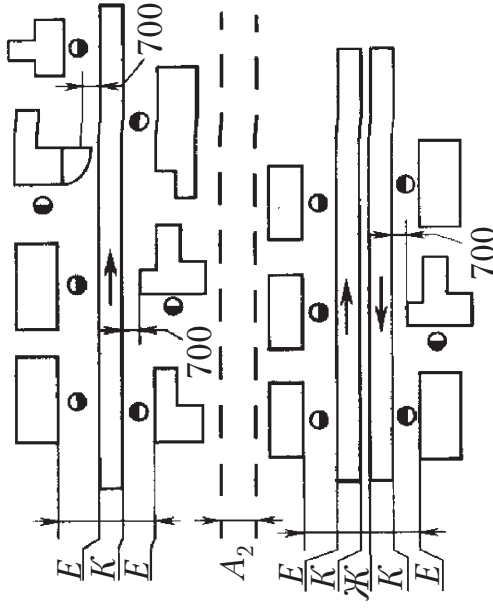
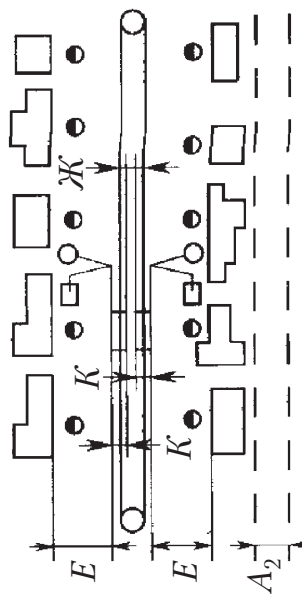
В табл. 11.10 даны нормы расстояний между оборудованием при использовании автоматизированных транспортных средств, в частности между станком и передвижной консольной секцией приемно-передаточного стола *Д*, от станка до оргоснастки или транспортного средства *Е*, между приемно-передаточными столами *Г* и между транспортными средствами *Ж*.

Нормы расстояний между сборочными конвейерами и стационарными рабочими местами для автоматизированных линий сборки приведены в табл. 11.11.

Таблица 11.10

Нормы расстояний при использовании автоматизированных транспортных средств, м

Транспорт	Эскиз	Расстояние			
		D	E	Γ	$Ж$
Автоматизированная напольная транспортно-складская система		0,4	1,07	0,9	—
Стационарный конвейер		—	0,9	—	—

Подвесной конвейер или тали на монорельсе		—	0,9	—	Не менее 0,3
Подвесной конвейер с применением манипулятора		—	1,2	—	Не менее 0,3

Примечания: 1. Ширину K межоперационного транспорта и ширину B приемопередаточных столов стеллажного оборудования принимают в соответствии с габаритными размерами обрабатываемых заготовок. Ширина A_2 пешеходного прохода между тыльными сторонами станков, встроенных в автоматизированные участки, должна быть 1,4 м.

2. Расстояние от конвейера до стационарного рабочего места может быть при соответствующем обосновании увеличено в зависимости от габаритных размеров собираемых изделий, подачи комплектующих изделий. Размер K определяется с учетом автоматизации сборки и характеристиками автоматизированных систем оборудования. При двустороннем обслуживании вертикально-замкнутого конвейера ширину рабочей зоны принимают равной 1 м с каждой стороны.

Таблица 11.11

**Нормы расстояний между оборудованием в автоматизированном
сборочном производстве**

Конвейер	Схема конвейерной линии
Шаговый	
Вертикально-замкнутый	
Подвесной	
Автоматизированный горизонтально-замкнутый	

В автоматизированном машиностроительном производстве находят использование **роботизированные технологические комплексы (РТК)**, под которыми понимается автономно действующая совокупность средств производства, включающая набор основного

и вспомогательного оборудования с наличием промышленного робота, выполняющего технологические, вспомогательные операции, а также обеспечивающего полностью автоматизированный цикл работы внутри комплекса и его связь с входными и выходными потоками остального производства.

РТК, используемые в машиностроительном производстве, можно классифицировать по трем основным признакам.

Функциональный признак определяет характер функций, выполняемых промышленным роботом в составе комплекса. В зависимости от функционального назначения робота, определяющего состав переходов, которые на него возлагаются, производится деление на промышленные роботы, выполняющие операции технологического процесса (сборка, окраска, сварка и т.д.); роботы, выполняющие операции транспортирования в производственном процессе (загрузка, разгрузка технологического оборудования, перемещение между оборудованием и т.д.); роботы, выполняющие одновременно технологические и транспортные операции.

Структурный признак характеризует тип структуры комплекса (взаимодействие промышленного робота и основного оборудования внутри комплекса).

По структурному признаку (рис. 11.17) различают следующие РТК:

- **однопозиционные:** модули «станок — робот», «сборочный стенд — робот» и т.д., включающие один робот в комплекте с единицей основного оборудования (рис. 11.17, а),
- **групповые,** включающие один робот, обслуживающий группу основного оборудования (рис. 11.17, б);
- **многопозиционные,** включающие группу роботов, выполняющих взаимосвязанные или взаимно дополняющие функции (рис. 11.17, в), например один загружает станок, другой его разгружает.

На рис. 11.18 показан сборочный комплекс с одним (рис. 11.18, а) и двумя (рис. 11.18, б) промышленными роботами (ПР), где они производят транспортирование деталей и их сборку на сборочной позиции. На рис. 11.18, в показан сборочный РТК, в котором вся сборка производится специализированным технологическим оборудованием (ТО).

Высокие требования к точности подачи деталей при сборке достигаются путем повышения точности позиционирования подающего устройства, а в отдельных случаях — использованием средств автопоиска.

Планировочный признак определяет пространственное расположение оборудования.

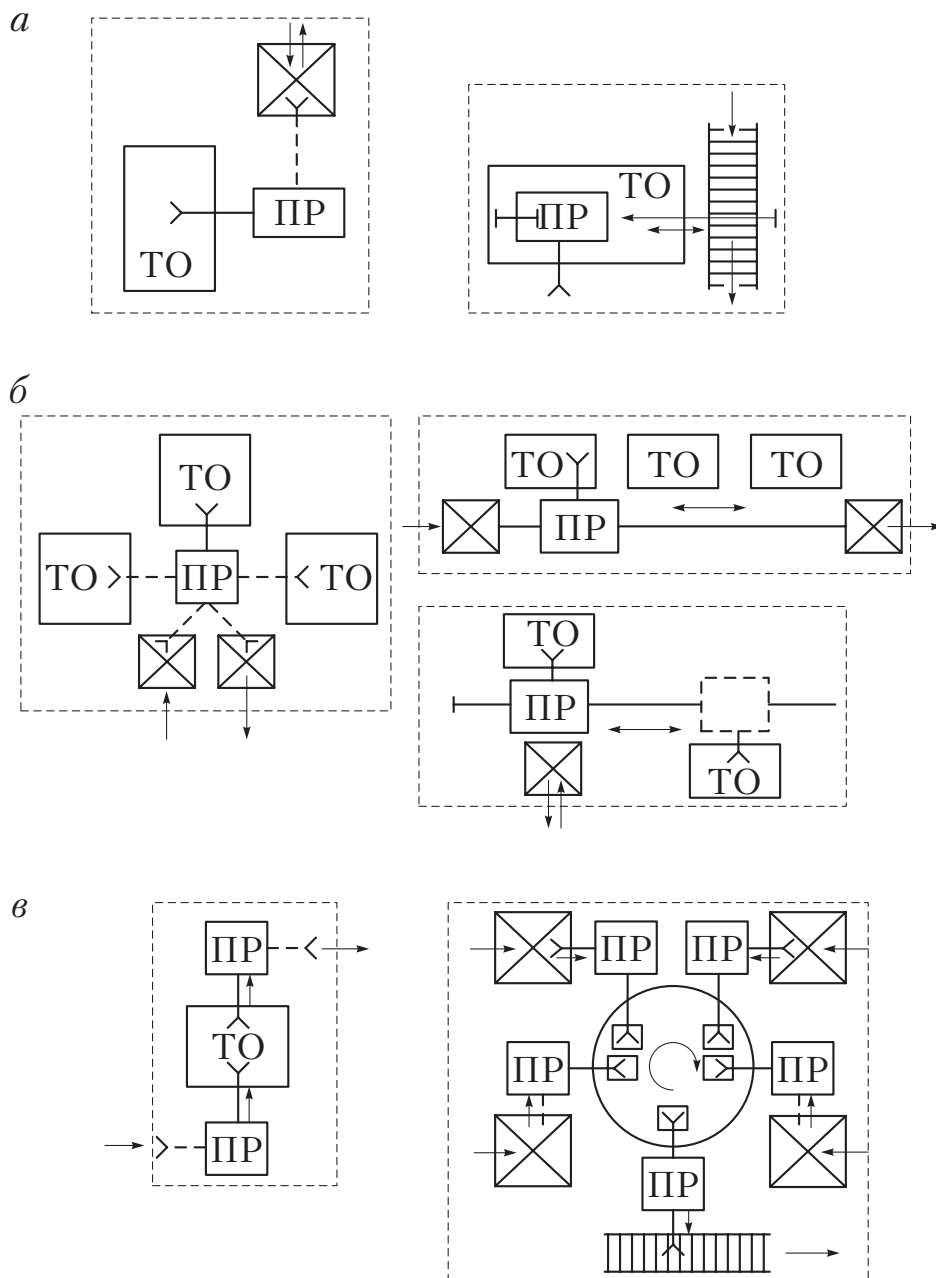


Рис. 11.17. Планировочные решения роботизированных комплексов: однопозиционных (а), групповых (б), многопозиционных (в):

ТО — технологическое оборудование; ПР — промышленный робот;

⊗ ⊠ ▨ — вспомогательное оборудование

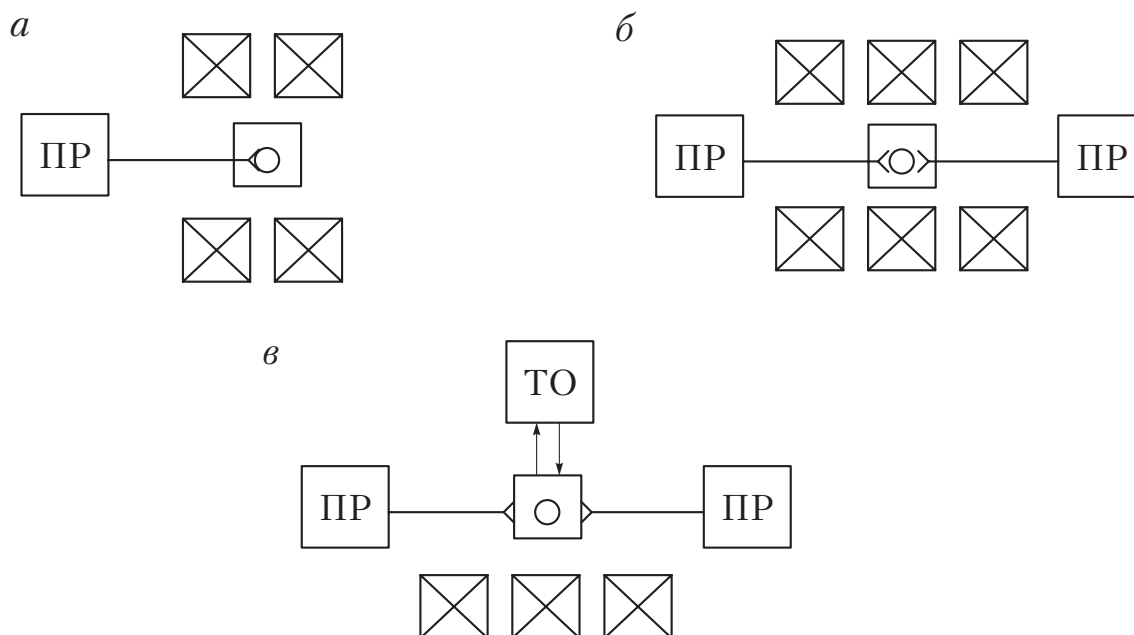


Рис. 11.18. Примеры создания сборочных РТК

В планировках РТК встречаются пять типовых схем. Схема РТК.1 включает комплексы, характеризуемые линейным расположением технологического и вспомогательного оборудования (рис. 11.19, *а*). Этот тип планировки комплексов создается на базе роботов, работающих в декартовой системе координат.

Схема РТК.2 характеризуется линейно-параллельным расположением основного и вспомогательного оборудования (рис. 11.19, *б*). Создается на базе роботов портального типа с плечелоктевой конструкцией манипулятора. Схема РТК.3 включает комплексы, созданные на базе роботов, работающих в цилиндрической системе координат с горизонтальной осью вращения («качением» манипулятора) (рис. 11.19, *в*). Схема РТК.4 создается на базе роботов, работающих в цилиндрической системе координат, и характеризуется круговым расположением основного и вспомогательного оборудования (рис. 11.19, *г*). Схема РТК.5 создается на базе роботов, работающих в сферической системе координат (рис. 11.19, *д*). Так как в данный тип схемы входят роботы, имеющие широкие функциональные возможности (до шести степеней подвижности), комплексы используются при групповом обслуживании разнотипного по схемам загрузки оборудования, а также при выполнении окрасочных и других работ.

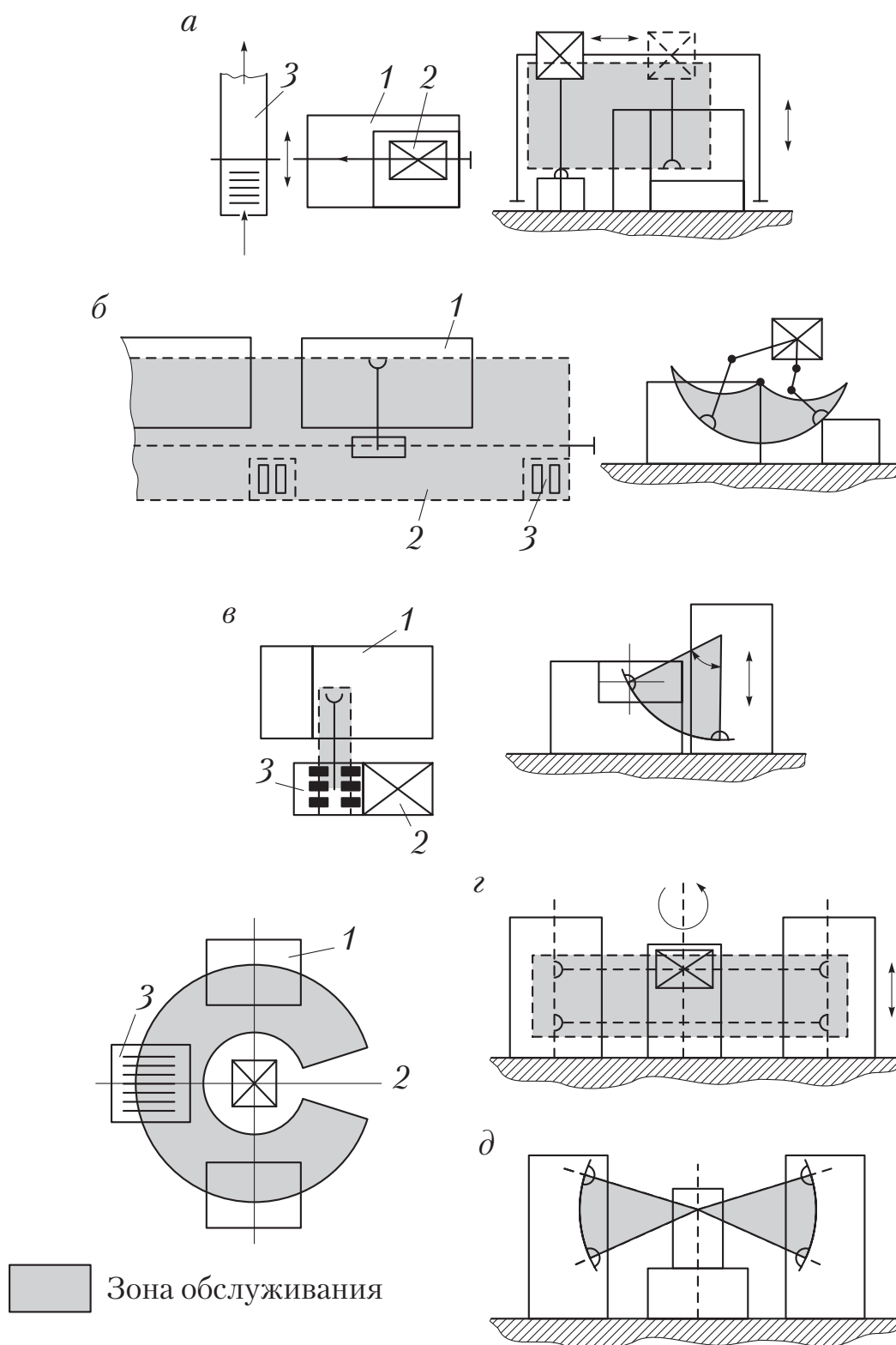


Рис. 11.19. Типовые планировки роботизированных технологических комплексов:

a — РТК.1; *б* — РТК.2; *в* — РТК.3; *г* — РТК.4; *д* — РТК.5; 1 — основное оборудование; 2 — промышленный робот; 3 — вспомогательное оборудование



11.2. Организация и планировка рабочих мест

Рабочее место — это первичное звено производства, от качества работы которого зависят результаты деятельности всего завода. Поэтому в комплексе работ по научной организации труда в первую очередь необходимо уделять внимание улучшению организации рабочих мест. Усовершенствование оснащенности, рациональная планировка, хорошо налаженное обслуживание рабочих мест и другие подобные мероприятия являются важными факторами повышения производительности труда и снижения утомляемости работающего.

Основной задачей проектирования организации рабочего места является создание такой конструкции организационной оснастки и такого расположения оборудования, заготовок, готовых деталей и оснастки, при которых отсутствуют лишние и нерациональные движения и приемы (повороты, нагибания, приседания и т.д.), максимально сокращаются расстояния перемещения работающего и предметов труда.

На рис. 11.20 приведены примеры планировок рабочих мест токаря, фрезеровщика и шлифовщика с размещением необходимого инвентаря.

На рис. 11.21 приведены другие варианты крупномасштабных планировок рабочих мест, рекомендуемые для использования в мелкосерийном производстве. На рис. 11.21, а показана типовая планировка рабочего места сверловщика. На тумбочке, расположенной справа от рабочего, закреплен подвижный планшет для мерительного инструмента с кассетой для сверл. Слева от рабочего расположен приемный стол, на котором размещается тара с заготовками и деталями.

На рис. 11.21, б изображена планировка рабочего места фрезеровщика. Инструментальная тумбочка расположена на расстоянии 800 мм, справа от рабочего, а слева от него, на расстоянии 600 мм, расположен приемный стол для тары с заготовками и деталями.

Приемные столы всех рабочих мест могут быть оборудованы катками, значительно облегчающими перемещение тяжелых грузов при межоперационной транспортировке. Все рабочие места

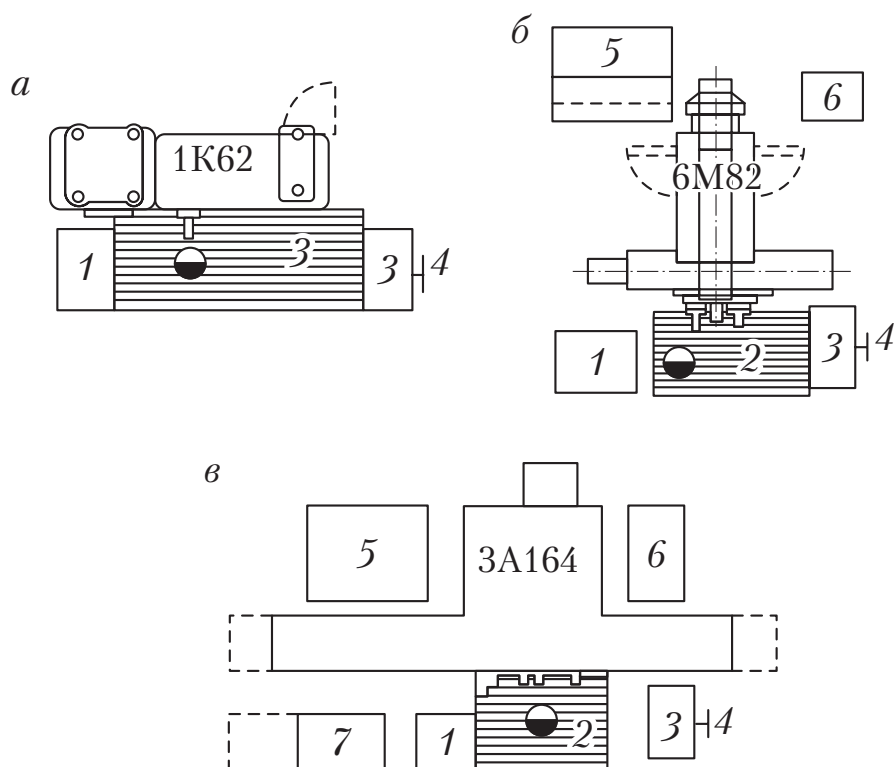


Рис. 11.20. Примеры планировки рабочих мест токаря (а), фрезеровщика (б), шлифовщика (в):

1 — приемный стол; 2 — решетка для ног; 3 — инструментальная тумбочка; 4 — планшет для чертежей; 5 — стеллаж для приспособлений; 6 — стеллаж для оправок; 7 — стеллаж для хранения деталей типа валов

оборудованы подъемно-поворотными стульями с регулируемой по высоте и наклону спинкой.

Применение типовых планировок позволяет сэкономить производственную площадь, устранить лишние движения рабочего, сократить время поиска инструмента и приспособлений.

При многостаночной работе планировка рабочего места должна обеспечить наиболее удобное для рабочего расположение органов управления всех обслуживаемых станков и минимальную затрату времени на переходы рабочего от одного станка к другому. Для обеспечения наиболее короткого пути переходов рабочего станки иногда располагают под различным углом к проезду, рольгангу или конвейеру.

На рис. 11.22 показаны четыре варианта расположения станков 2, 3 относительно конвейера 1. В каждом варианте расположения станков имеет место своя форма пути 4, проходимого рабочим при обслуживании двух станков.

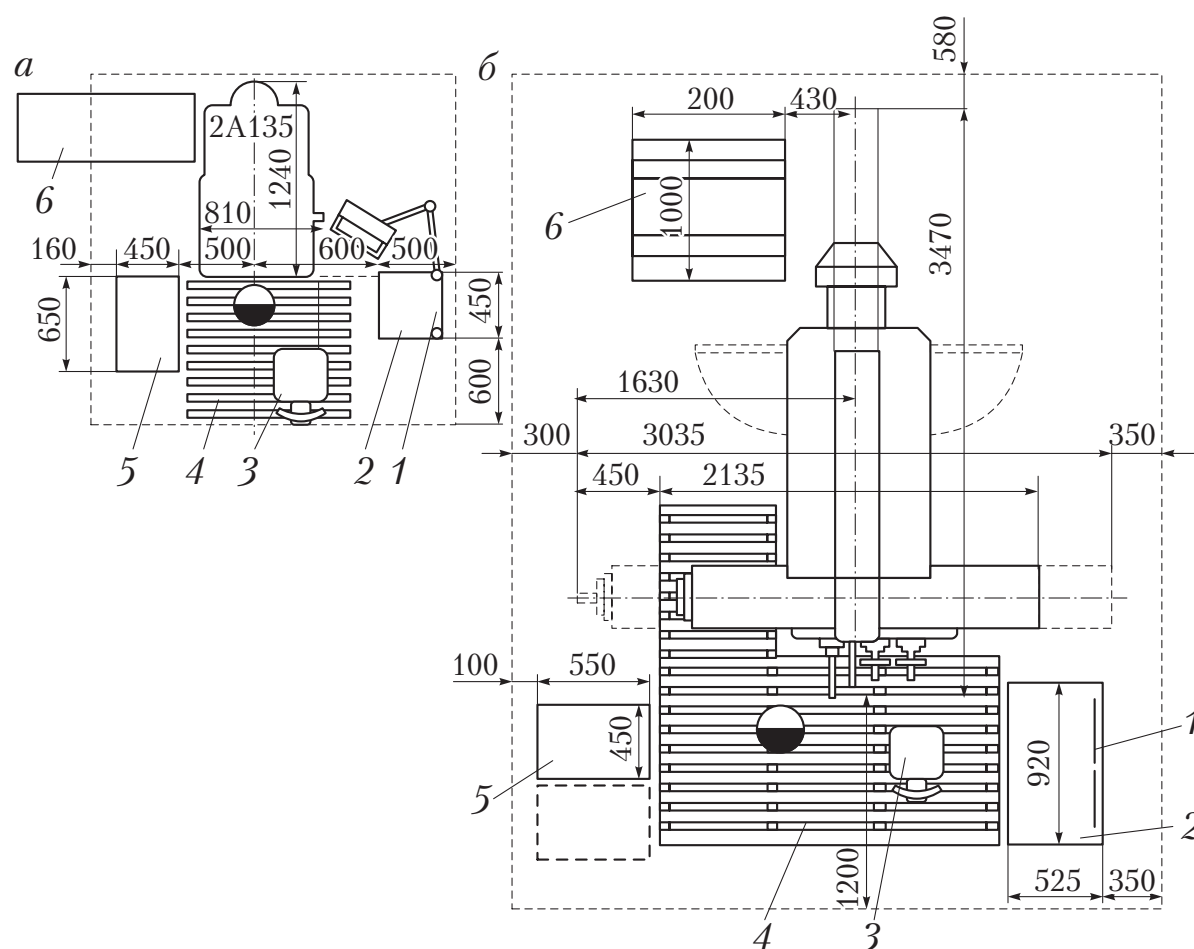


Рис. 11.21. Планировка рабочих мест сверловщика (а) и фрезеровщика (б):

1 — пюпитр для чертежей; 2 — инструментальная тумбочка; 3 — стул;
4 — решетка под ноги; 5 — приемный стол; 6 — стеллаж

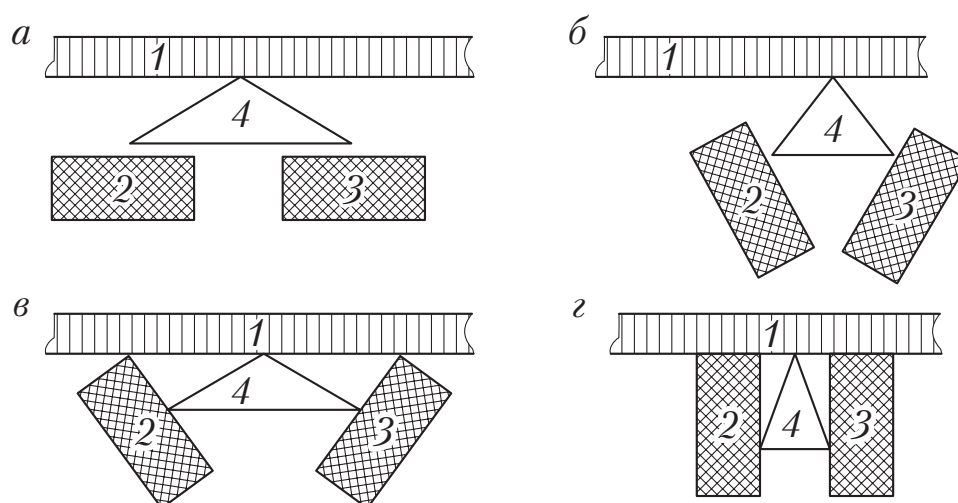


Рис. 11.22. Варианты размещения станков при их обслуживании одним рабочим

Мастер является ведущим специалистом производства и для повышения эффективности его деятельности рабочее место мастера должно располагаться на участке. Поскольку в течение рабочего дня мастеру в среднем 2,5...3 ч приходится заниматься подготовкой сменных заданий, оформлением нарядов, налаживанием взаимодействия участка и вспомогательных служб цеха, разбором ситуаций и общением с рабочими, то эффективность его труда в значительной степени зависит от рациональной планировки и организации рабочего места. На рис. 11.23 показано рабочее место мастера, разработанное отделом НОТ одного из проектно-конструкторского технологического института (ПКТИ) в виде кабины размером $2 \times 2 \times 2,5$ м из алюминиевого листа и стекла с хорошим обзором и удобным расположением мебели. Она устанавливается на основание высотой 0,45 м. В цехах с повышенным уровнем шума кабина может иметь крышу из древесно-стружечной плиты.

В кабине размещены письменный стол 1, тумбочка 2 и шкаф 3. Стол имеет две расположенные одна над другой крышки. Верхняя крышка разделена на две половины, одну из которых можно поворачивать и устанавливать под нужным углом для удобства ознакомления с чертежами и выполнения графических работ. Другая половина верхней крышки служит для размещения телефонных аппаратов внутризаводской и внутрицеховой связи с руководством,

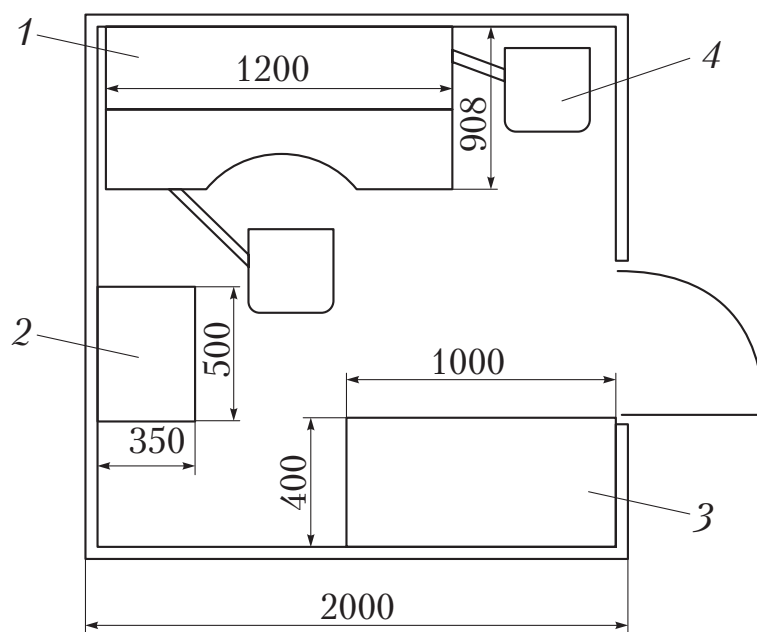


Рис. 11.23. Планировка рабочего места производственного мастера

службами завода и цеха, а также аппаратуры производственной громкоговорящей связи типа «Сигнал-2». Нижняя крышка служит для оформления и написания документов, а расположенная под ней полка — для хранения документации. К столу шарнирно прикреплены два сиденья 4, которые могут регулироваться по высоте и длине вылета.

Шкаф 3 состоит из двух отделений, закрываемых раздвижными дверками, что способствует рациональному использованию площади кабины. В одном отделении предусмотрены полки для хранения справочной и технической литературы, другое оборудовано вешалкой для одежды. Тумбочка 2 для отчетной и нормативно-технической документации представляет собой металлическую конструкцию с дверкой и полками. На одной из стен кабины может быть предусмотрено место для вешивания планов-графиков деятельности с учетом суточной работы участка, приказов и поощрительных документов (грамот, поздравлений коллективу и др.).



11.3. Примеры планировок

Рассмотрим некоторые примеры планировок участков и линий механической обработки.

На рис. 11.24 показана планировка **участка обработки с многостаночным обслуживанием и использованием механизированного транспорта**: подвесного грузонесущего конвейера 6, подвесок 3 для заготовок и полуфабрикатов, напольного конвейера 2 и ската 4. На участке предусмотрен также бункер 1 для готовых деталей и зона 5 для заготовок. Подвесной конвейер предназначен для транспортирования средних заготовок массой 8...10 кг. Полуфабрикаты разных операций размещаются на подвесках 3, оснащенных штырями (заготовки с отверстиями) и ячейками (заготовки без отверстий), количество которых соответствует числу обслуживаемых операций. При этом должен обеспечиваться межоперационный задел и синхронная подача полуфабрикатов к рабочим местам.

Заготовки из зоны 5 поступают на подготовительную операцию (оп0), с которой посредством ската 4 перемещаются на напольный конвейер 2. С помощью этого конвейера заготовки транспорти-

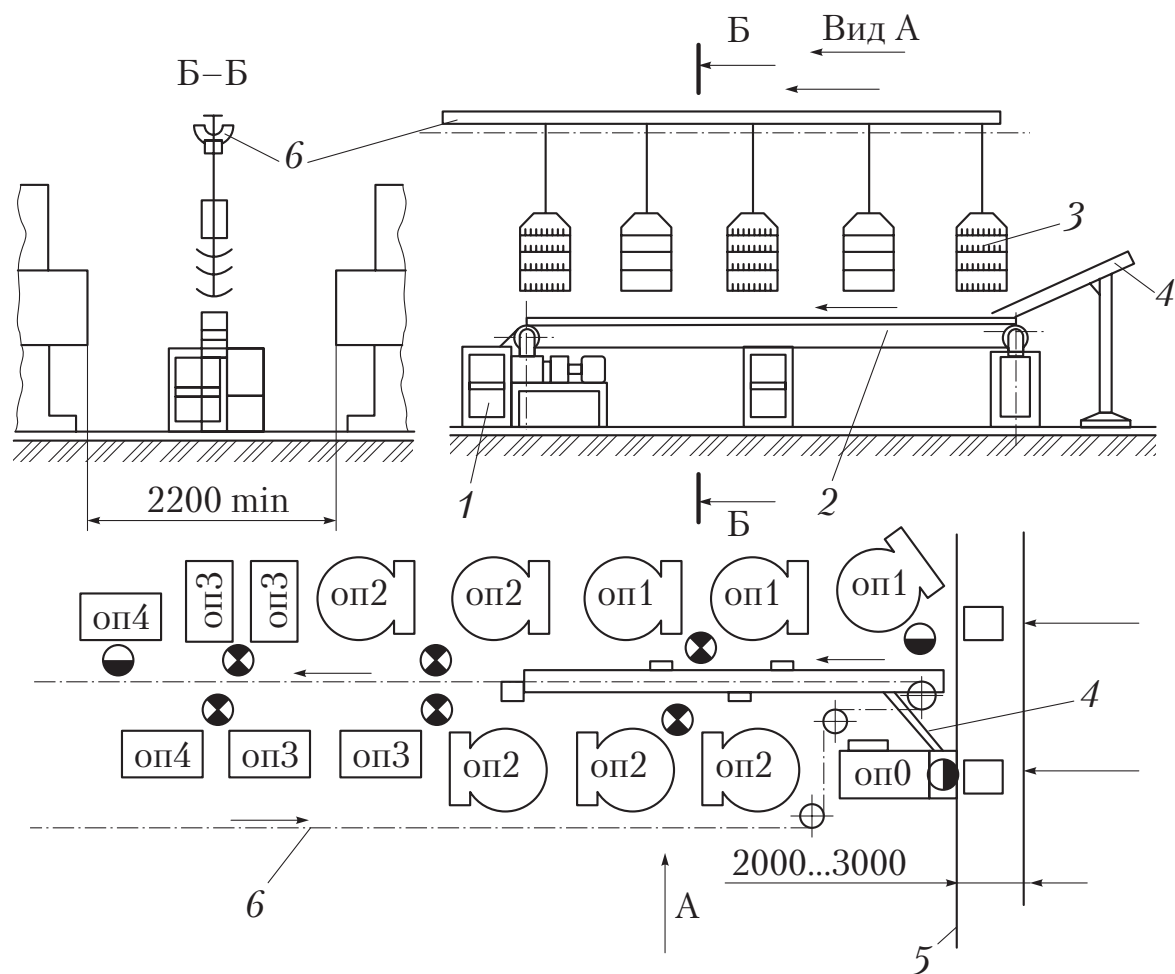


Рис. 11.24. Планировка участка с многостаночным обслуживанием, оборудованного механизированными транспортными средствами

руются к параллельно работающим станкам на первые операции (оп1 и оп2). Подача заготовок на часть второй и последующие 3-ю и 4-ю операции (оп3 и оп4) в дальнейшем осуществляется с помощью подвесного конвейера 6 с подвесками 3.

Автоматическая линия для механической обработки корпуса трансмиссии трактора (рис. 11.25). Заготовкой для корпуса служит чугунная отливка. На линию заготовка поступает с подготовленными базовыми поверхностями — ими служат нижняя поверхность и технологические отверстия, по которым заготовка базируется в приспособлениях. Зажимается заготовка самоустанавливающимися прихватами, управляемыми гидравлическими цилиндрами.

Линия состоит из четырех участков (I–IV). На линии 15 станков, 451 инструмент, 53 электродвигателя общей мощностью 406 кВт.

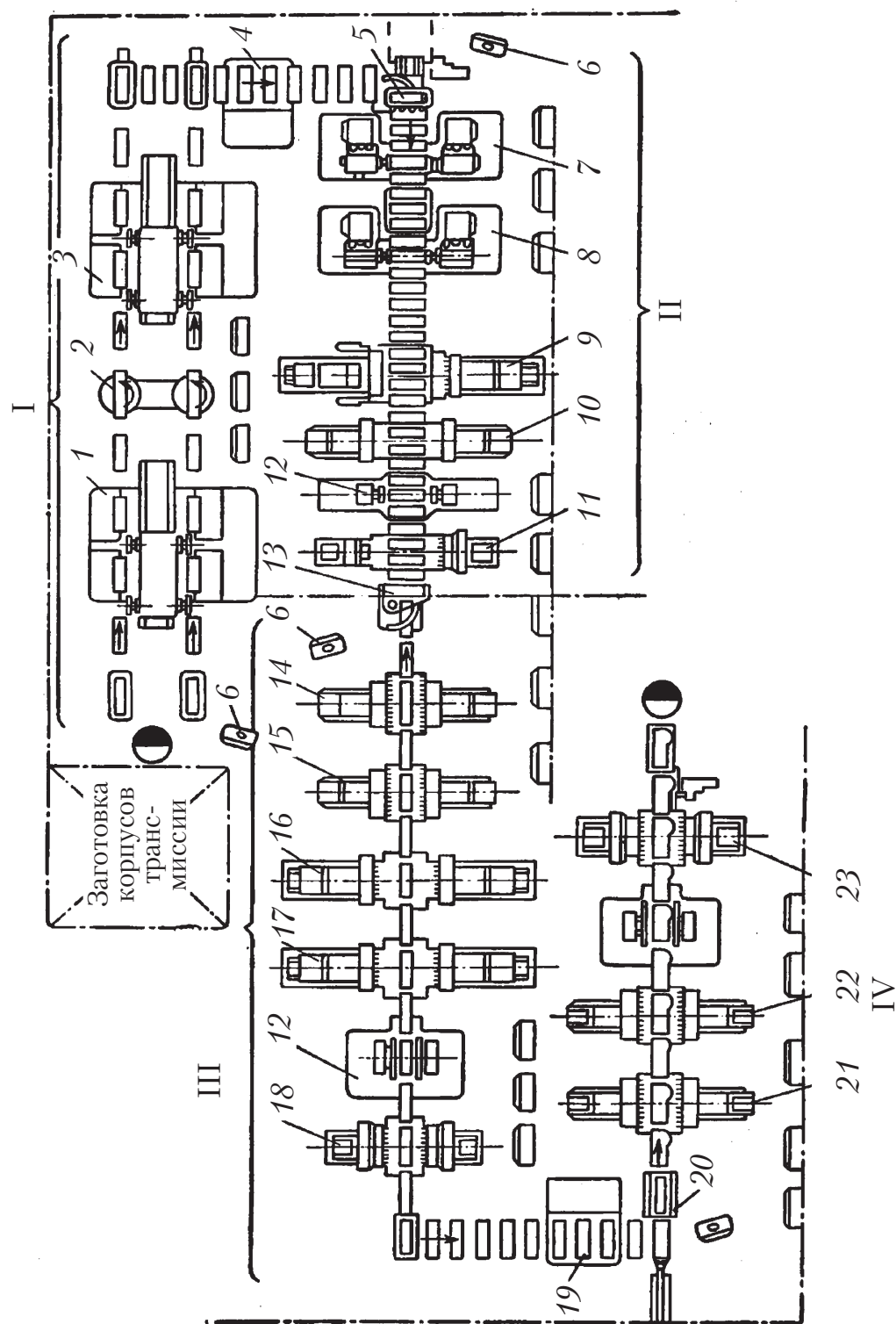


Рис. 11.25. Схема автоматической линии для обработки корпуса трансмиссии трактора:

1, 3, 7, 8 — фрезерные станки; 2, 5, 13 — поворотные столы; 4, 19 — поперечные транспортеры; 6 — пульт управления участками; 9, 10, 14, 15, 16, 17, 21, 22 — станки для обработки отверстий; 11, 18, 23 — резьбонарезные станки; 12 — контрольные приспособления; 20 — поворотный барабан

На участке I детали транспортируются в двух параллельных потоках, и обработка их производится двусторонними фрезерными станками, размещенными между потоками. Станки имеют четырехшпиндельные фрезерные головки для одновременной обработки четырех заготовок.

При движении фрезерной головки станка 1 вперед (холостой ход) связанный с ней транспортер перемещает одновременно 12 деталей. Четыре из них он подает в приспособления, две — на поворотные столы, две сдвигает с поворотных столов, а остальные подает на промежуточные позиции.

При движении фрезерной головки назад (рабочий ход) одновременно фрезеруются четыре детали — две начерно и две начисто. При последующем цикле начерно обработанные заготовки устанавливаются в приспособления для чистового фрезерования, окончательно обработанные перемещаются на промежуточные позиции, а в приспособлении для черновой обработки устанавливаются новые заготовки.

На поворотном столе 2 заготовки поворачиваются на 180° и транспортером подаются на станок 3 для обработки противоположной стороны. При движении фрезерной головки станка 3 вперед (холостой ход) связанный с ней транспортер одновременно передвигает восемь деталей, две из которых передает на поперечный транспортер 4. По этому транспортеру детали перемещаются к поворотному столу 5, поворачиваются на нем на 90° и далее подаются на станки 7 и 8 для фрезерования торцовых сторон, на станки 9 и 10 для сверления и развертывания отверстий и на станок 11 для нарезания резьбы.

На поворотном столе 13 заготовка поворачивается на 90° и поступает на станок 14 для сверления отверстий на боковых сторонах. На станке 15 снимаются фаски в отверстиях, несколько отверстий развертываются и одно просверливается. На станках 16 и 17 производится черновое и получистовое растачивание шести больших отверстий и развертывание малых и на станке 18 — нарезание резьбы во всех отверстиях.

Транспортер участка III перемещает полуфабрикаты на поперечный транспортер 19, с которого они через вспомогательное устройство поступают в поворотный барабан 20. После поворота на 90° деталь на боковой плоскости подается на станок 21 для

сверления отверстий на верхней и нижней сторонах, а также внутри детали. На станке 22 снимаются фаски, а на станке 23 нарезаются резьба. На этом заканчивается полная обработка детали.

Перед резбонарезными станками установлены контрольные приспособления 12 (на линии их три) для обнаружения непро-сверленных отверстий или обломков сверл в отверстиях. Во все нарезаемые отверстия перед нарезанием резьбы впрыскивается небольшая порция масла специальными насосами, которые работают от пневматических кранов, управляемых электромагнитами.

Управление механизмами линии и подача последовательных команд осуществляются электромеханическими командоаппаратами, находящимися на каждом участке линии и взаимосвязанными между собой. На линии предусмотрена автоматическая уборка стружки со всех участков. Производительность линии 20 деталей в час. Обслуживают линию два оператора: в начале линии — для установки заготовок и в конце — для снятия деталей.

На рис. 11.26 приведен пример планировки **переменно-поточной линии** с изображением необходимого оснащения рабочих мест, подъемно-транспортных средств, каналов для уборки стружки (заштрихованы) и пр.

На рис. 11.27 приведена планировка ГПС, предназначенной для изготовления корпусов, столов, звеньев, звездочек и других деталей станков в условиях мелкосерийного производства. В ГПС АСК-20 предусмотрены четыре ГПМ мод. ИР500ПМ1Ф4 с шести-позиционными накопителями с загрузочными местами 1 и моечный агрегат 7. Система обеспечения функционирования включает: транспортно-накопительную систему на базе транспортного робота «Талка» 5, перемещающегося по рельсовому пути 6; участок загрузки и разгрузки приспособлений-спутников с рабочими позициями 2, приемными столами 12, устройствами ориентации 14 и шарнирно-балансирными манипуляторами 15; участок сборки универсально-сборной переналаживаемой оснастки (УСПО) на приспособлениях-спутниках со стеллажами 3 для хранения элементов УСПО, слесарным верстаком 13 и инструментальными шкафами 11; участок инструментальной подготовки, оборудованный приборами 9 мод. БВ2027 для настройки инструментов вне станка рабочими местами 4, инструментальным стеллажом 8 и ручной тележкой 10.

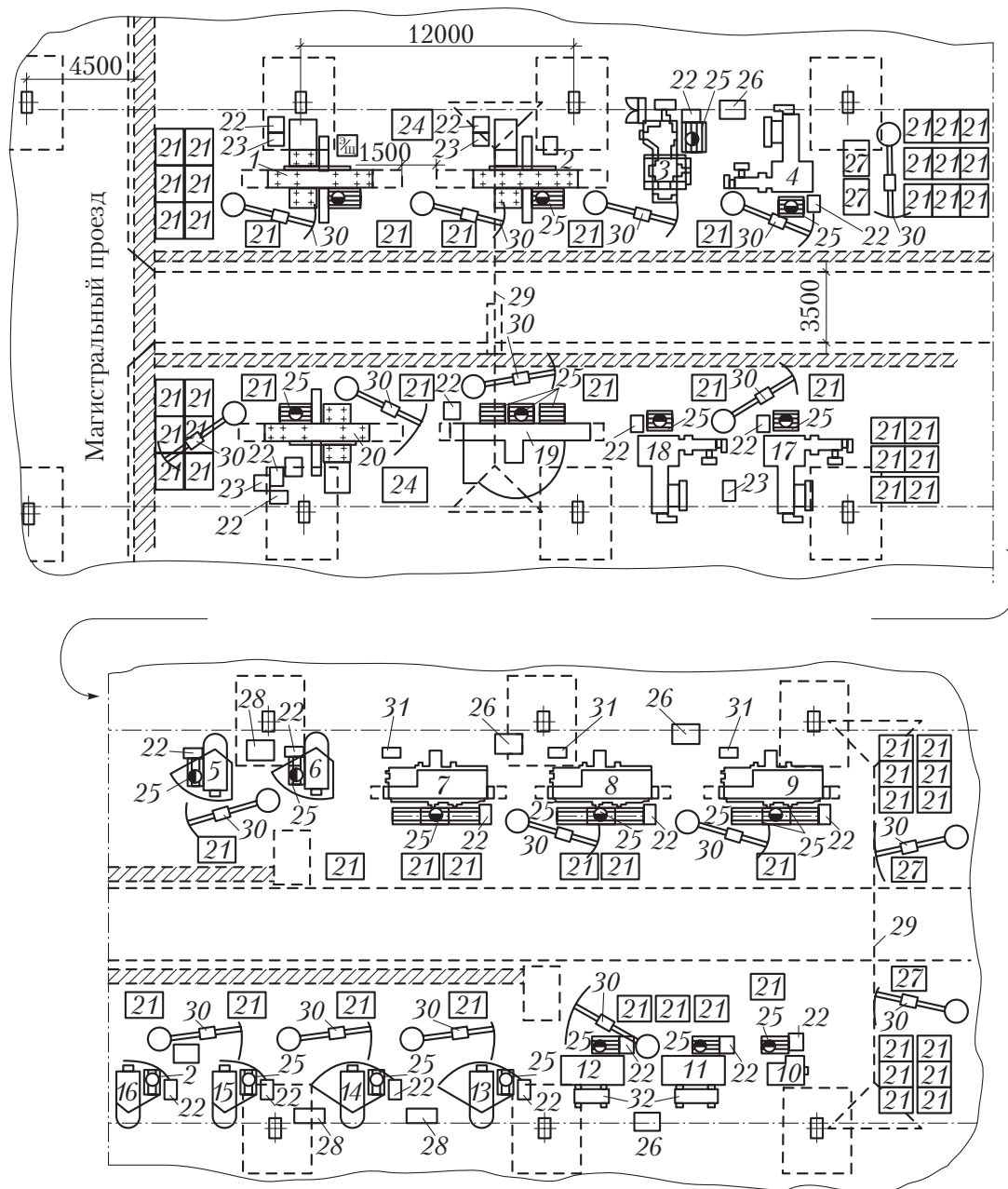


Рис. 11.26. Пример планировки переменнo-поточной линии по обработке корпусных деталей:

1, 2, 20 — продольно-фрезерные станки; 3 — горизонтально-расточный станок; 4 — специальный агрегатно-расточный станок; 5, 6 — радиально-сверлильные станки; 7, 8, 9 — плоскошлифовальные станки; 10 — хонинговальный станок; 11, 12 — алмазно-расточные станки; 13, 14, 15, 16 — радиально-сверлильные станки; 17, 18 — специальные агрегатно-расточные станки; 19 — плоскошлифовальный станок; 21 — тара ящичная для деталей; 22 — инструментальная тумбочка; 23 — приемный стол для инструмента; 24 — шкаф для инструмента; 25 — решетка под ноги; 26 — инструментальный стеллаж; 27 — контрольная плита; 28 — верстак; 29 — подвесной кран; 30 — консольно-поворотный кран; 31 — шкафы; 32 — выдвижные гидробаки

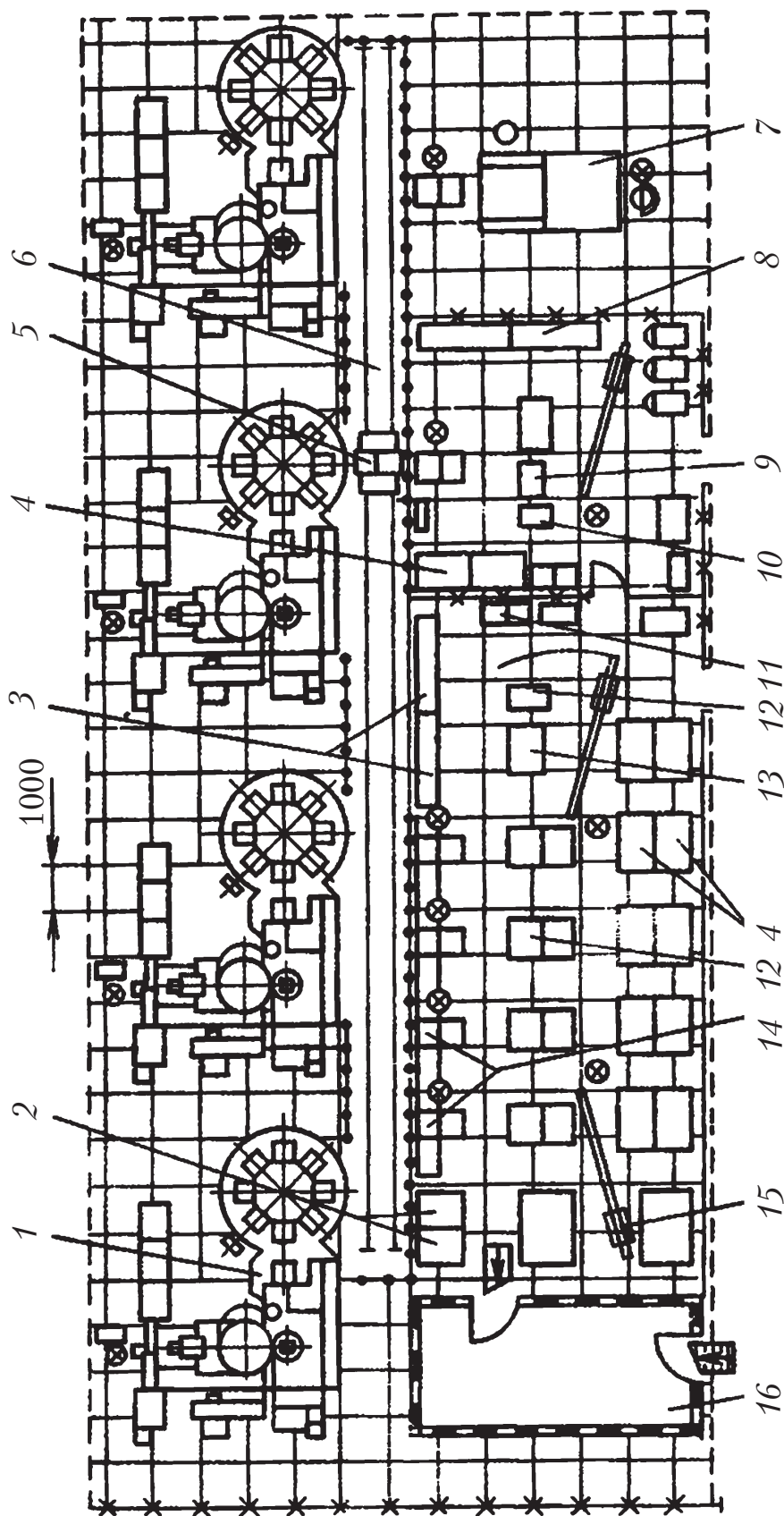


Рис. 11.27. Планировка ГПС АСК-20 для изготовления корпусных деталей станков в условиях мелкосерийного производства

Рядом с участком инструментальной подготовки расположен диспетчерский пульт 16, а на антресольном этаже — управляющий вычислительный комплекс на базе ЭВМ. Особенностью ГПС является полная автоматизация передачи приспособлений-спутников с заготовками на станки. Вместимость станочного магазина спутников достаточна для непрерывной работы ГПМ в течение нескольких часов.

На рис. 11.28 показана детальная планировка РТК с кольцевым размещением оборудования. В состав РТК включены четыре токарных станка 1–4 с числовым программным управлением (ЧПУ), две контрольно-измерительные машины 7 и промышленный робот фирмы «Асия» (Швеция), перемещающийся в пределах рабочей зоны. Для размещения заготовок и готовых деталей предусмотрен трехъярусный магазин 5 карусельного типа. Заготовки доставляет с централизованного склада в унифицированной таре транспортный робот 9 к приемным столам 6. Загрузку и выгрузку магазина периодически выполняет оператор-наладчик, обслуживающий ячейку. Стружка накапливается в контейнерах 8 у станков, а затем механизированным транспортом доставляется к месту сбора. Для безопасности работающих предусмотрено ограждение рабочей зоны робота. Подобная планировка станков обуславливает высокие требования к надежности работы промышленного робота, так как он обслуживает четыре станка и любой его отказ останавливает работу всего комплекса.

Ниже рассматриваются примеры схем планировок участков сборки при различных видах транспортного оборудования.

При сборке на ленточных конвейерах (рис. 11.29, *а*) могут применяться или длинные узкие верстаки (шириной 0,4...0,6 м), расположенные вдоль линии сборки, или индивидуальные рабочие столы, установленные перпендикулярно к линии сборки (рис. 11.29, *б, в*). Второй вариант удобнее при сборке легких и точных изделий.

При сборке на роликовом конвейере (рис. 11.30) пригоночные операции выносят из потока на специальное рабочее место, для чего конвейер оборудуется отводными участками. Изделия передают на эти участки при помощи поворотных или подъемных секций, приводимых в действие пневмоцилиндрами.

При поточной сборке довольно часто используются сборочные тележки, на которых закрепляют собираемые изделия; тележки

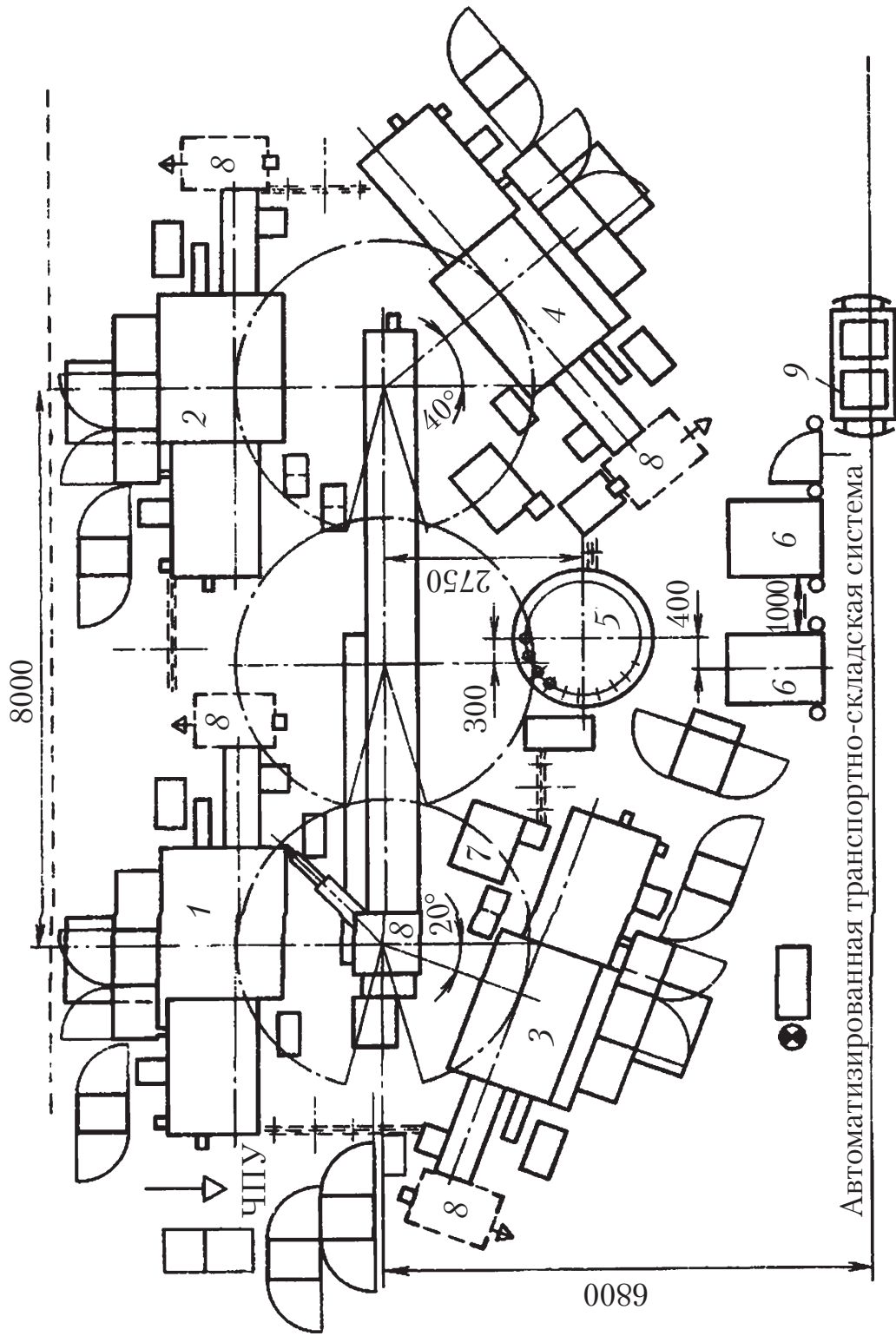


Рис. 11.28. Планировка РТК для патронного изготовления деталей типа тел вращения

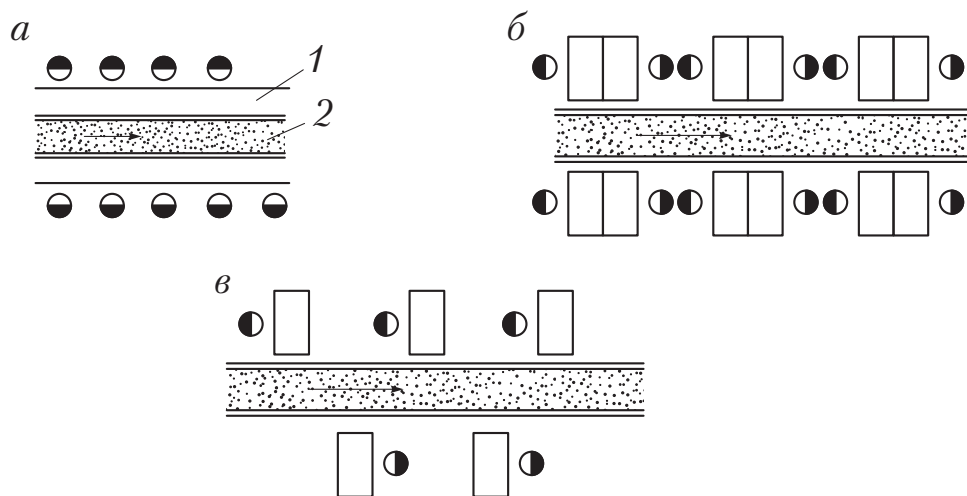


Рис. 11.29. Схемы расположения сборочных мест при использовании ленточного конвейера:
1 — верстаки; 2 — конвейер

последовательно передвигают от одного рабочего места к другому со скоростью 10...15 м/мин. Колеса тележки часто снабжают литыми резиновыми шинами, вследствие чего она может перемещаться по обычному полу или же по металлическим полосам, уложенным на полу цеха. При значительной массе изделий тележки снабжают колесами с ребордами для движения по рельсам. Для удержания таких тележек в требуемых местах рельсы снабжают стопорными механизмами. Рельсы укладывают на бетонных подушках таким

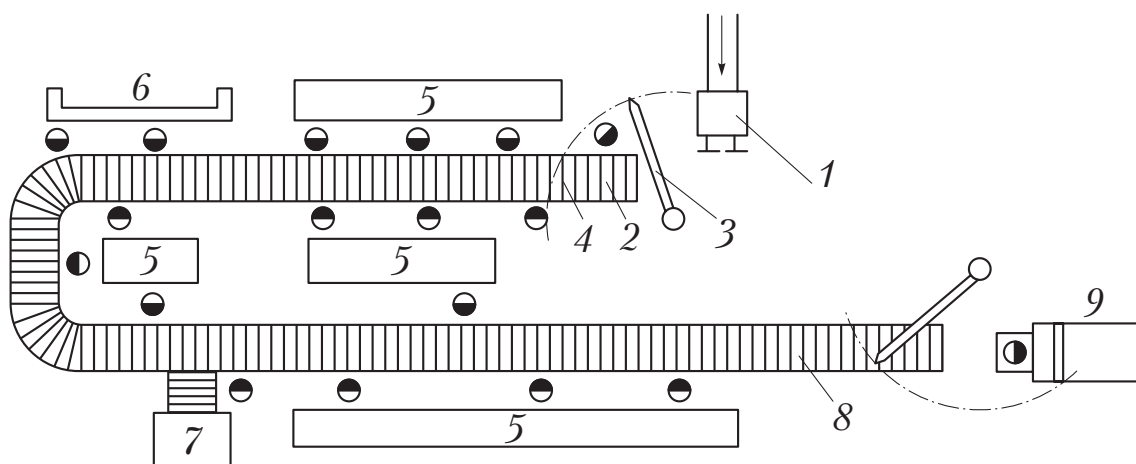


Рис. 11.30. Схема планировки сборочного участка при применении роликового конвейера:
1 — подача базовой детали; 2 — начало сборки; 3 — кран-укосина; 4 — рольганг; 5 — верстаки; 6 — стеллажи; 7 — место для выполнения пригоночной операции; 8 — конец сборки; 9 — передача собранного изделия на транспорт

образом, чтобы головка их была заподлицо с полом или несколько утоплена.

Для возврата тележек в исходное положение применяют вспомогательный рельсовый путь (рис. 11.31).

При сборке малогабаритных изделий пути для движения тележек могут быть установлены на эстакадах высотой 0,7...0,8 м. Для возвращения тележек в исходное положение применяют холостые пути, которые располагают или на одном уровне с путями рабочей ветви, или же под ними. Для передачи тележек на холостую ветвь служат поворотные круги или подъемные механизмы с пневматическими цилиндрами.

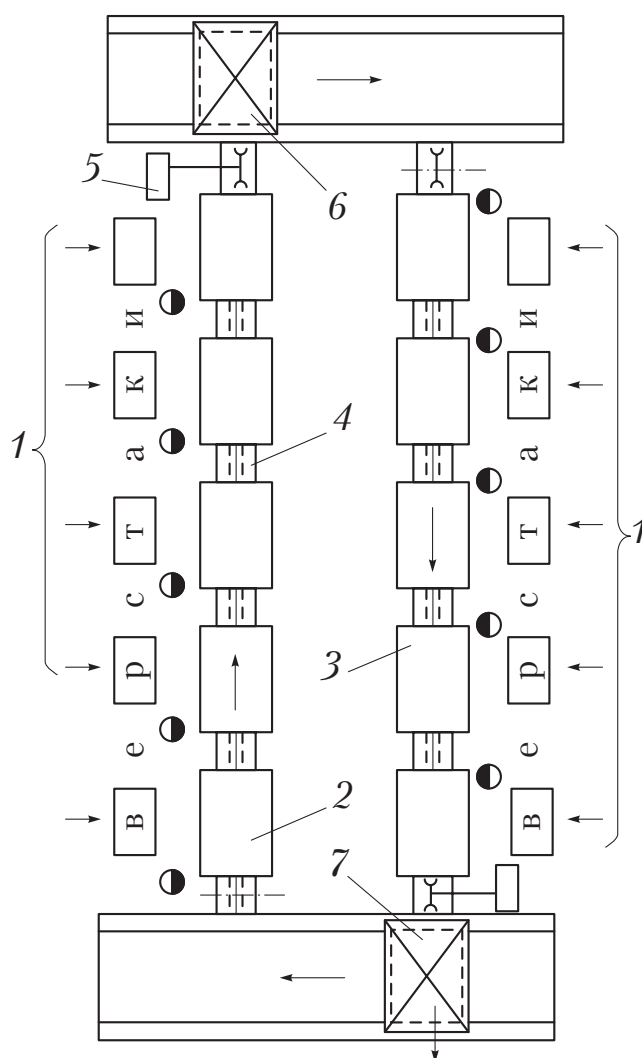


Рис. 11.31. Схема планировки сборочного участка на подвижных тележках: 1 — зона подачи деталей и узлов; 2 — начало сборки; 3 — тележка; 4 — цепь конвейера; 5 — привод конвейера; 6 — передача объекта на другую ветвь конвейера; 7 — выдача собранного изделия

Схема, изображенная на рис. 11.32, предусматривает транспортирование тяжелых габаритных деталей или деталей, размещаемых в таре, подвесными конвейерами с автоматической навеской и съемку грузов пневмоподъемниками с последующей транспортированием напольными роликовыми конвейерами как приводными, так и не приводными. Данная схема целесообразна при небольшом числе технологических операций. По данной схеме изделие после контроля по наклонному роликовому конвейеру с отсекателем поступает на площадку пневмоподъемника. При прохождении пустой подвески конвейера кулачок подвески нажимает на переключатель и шток подъемника с изделием поднимается на уровень подвески. При нажатии кулачка на второй переключатель шток подъемника опускается в исходное нижнее положение, а изделие остается на подвеске и передвигается конвейером к месту сборки. Перед пунктом навешивания смонтирован предупредитель. При наличии изделия на подвеске происходит нажим на рычаг предупредителя и система навешивания отключается. Перед пунктом съема подвеска с изделием или тарой нажимает кулачком на переключатель и шток пневмоподъемника поднимает изделие выше подвески, освобождая ее от груза. При продвижении подвески кулачок нажимает на второй переключатель и шток пневмоподъемника с изделием опускается на наклонную площадку и по наклонному рольгангу скатывается к рабочему месту. При заполнении наклонного рольганга последнее изделие нажимает на переключатель и отключает систему съема. Неснятые изделия проходят мимо подъемника.

На рис. 11.33 приведен пример решения межоперационного перемещения деталей и узлов в цехе общей сборки станков. Комплекующие детали в таре и узлы поштучно доставляются в цех и на конвейер соответственно электрокаром и мостовым краном. Подача грузов к рабочим местам осуществляется конвейером на воздушной подушке. Снятие и установка — консольным краном. Собранные станки транспортируются в цех окраски рельсовой тележкой.

В массовом производстве автомобильных и тракторных двигателей в настоящее время определились два направления автоматизации и механизации сборочных работ. Первое — организация сборки на подвесных толкающих конвейерах, второе — сборка на напольных конвейерах.

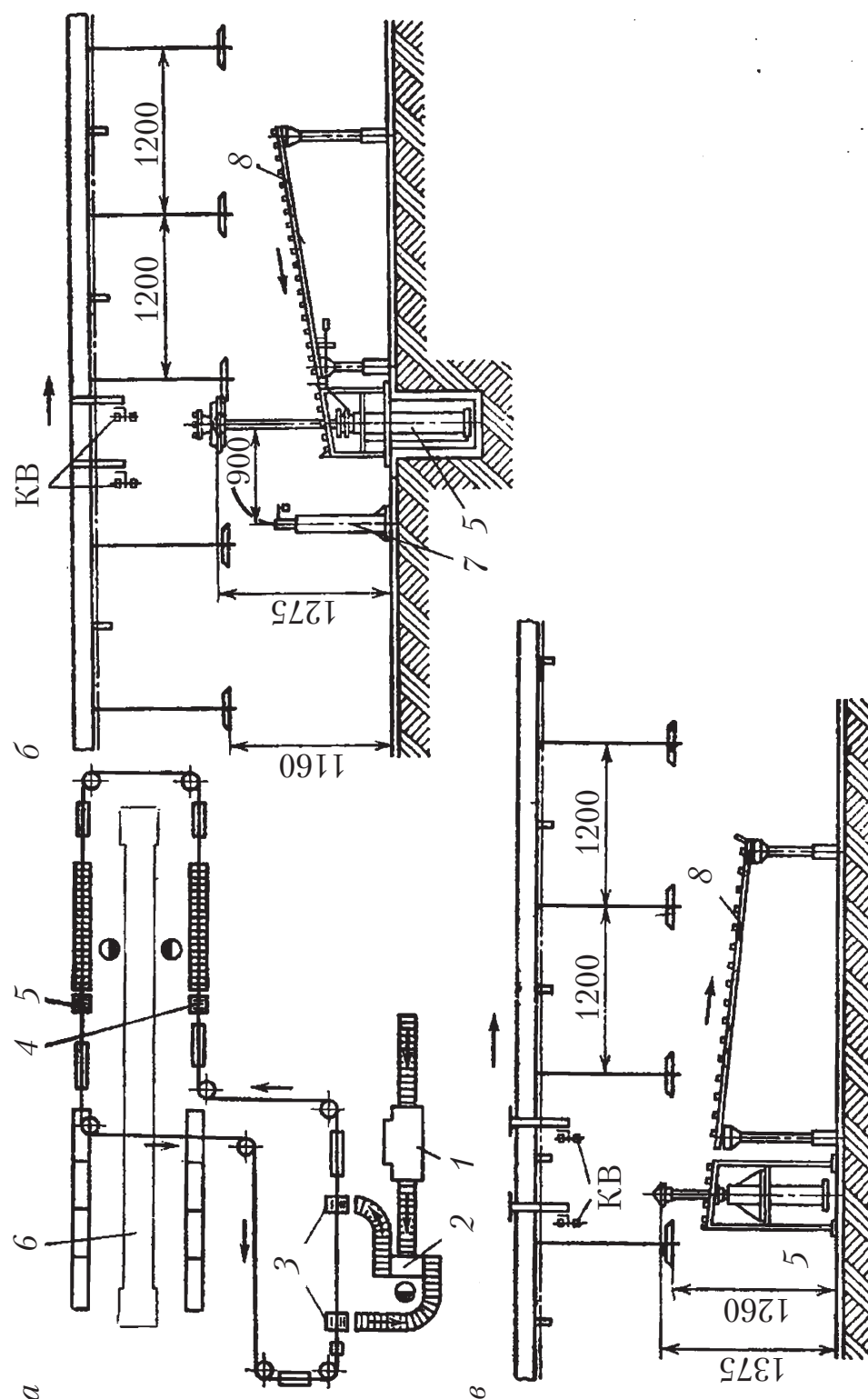


Рис. 11.32. Схема планировки сборочного участка с подвесным конвейером при автоматической навеске и съёмке тяжёлых деталей с конвейера:
a — схема планировки участка; *б* — схема навески на подвесной конвейер; *в* — схема съёма деталей с подвесного конвейера; 1 — моечная машина; 2 — пункт контроля; 3 — пункты навешивания деталей на конвейер; 4 — пункты съёма; 5 — пневмоподъёмник; 6 — сборочный конвейер; 7 — предупредитель; 8 — роликовый конвейер

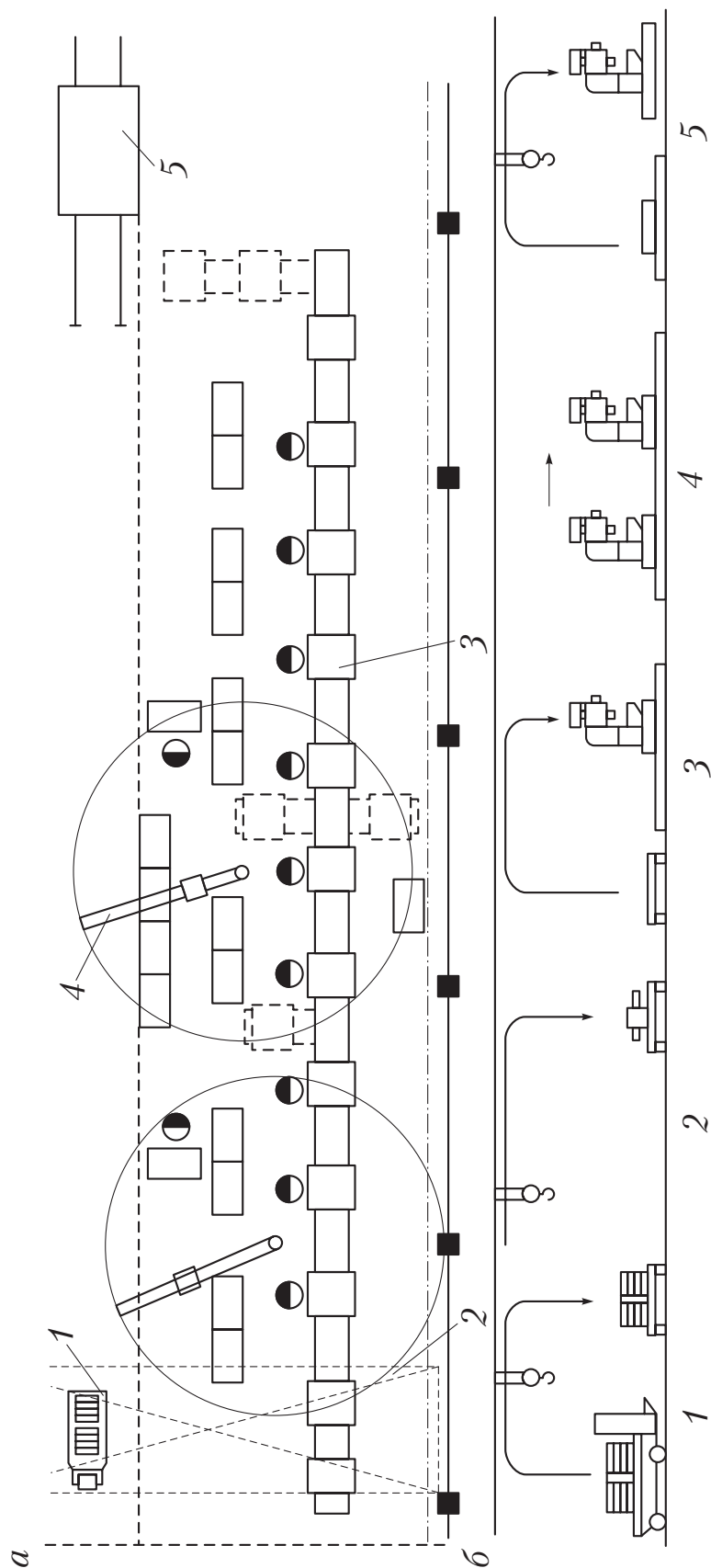


Рис. 11.33. Пример решения межоперационного перемещения деталей и узлов в цехе общей сборки станков (серийное производство):

a — схема планировки участка: 1 — электрокран; 2 — мостовой кран; 3 — конвейер на воздушной подушке; 4 — контейнерный кран; 5 — тележка; 6 — схематическое изображение операций перемещения грузов: 1 — доставка комплектов деталей на стеллаж-подставку; 2 — доставка узлов к рабочим местам; 3 — передача крупных комплектующих деталей и узлов на платформу конвейера; 4 — передача собираемого станка с одного рабочего места на другое на конвейере; 5 — транспортировка собранных станков для окраски



11.4. Основные технико-экономические показатели цеха

Для определения затрат по постройке и оборудованию спроектированного цеха и для выявления его технико-экономической эффективности выводится ряд технико-экономических показателей.

Абсолютные показатели, характеризующие производственную мощность механического цеха:

- ☐ годовой выпуск изделий по цеховой себестоимости (в рублях), в том числе запасных частей;
- ☐ годовой выпуск комплектов (узлов или деталей) или машин;
- ☐ годовой выпуск изделий (в тоннах), в том числе запасных частей;
- ☐ количество рабочих смен;
- ☐ площадь цеха (в квадратных метрах): а) общая; б) производственная;
- ☐ количество производственного оборудования с указанием, кроме того, отдельно количества металлорежущих станков и автоматических станочных линий;
- ☐ количество работающих, в том числе: а) производственных рабочих; б) вспомогательных рабочих; в) МОП; г) ИТР; д) счетно-конторского персонала;
- ☐ основные фонды (в рублях), в том числе: а) здания и сооружения; б) оборудование, инструмент и приспособления; в) производственный и хозяйственный инвентарь;
- ☐ годовой фонд заработной платы производственных рабочих и всех работающих;
- ☐ установленная мощность электродвигателей (в киловаттах).

Относительные показатели, характеризующие технико-экономическую эффективность механического цеха:

- ☐ годовой выпуск продукции в рублях (по себестоимости), в комплектах (узлов или деталей) и тоннах: а) на одного работающего и одного рабочего; б) на единицу производственного оборудования; в) на 1 м² производственной площади в одну смену;
- ☐ годовой выпуск продукции в рублях (по себестоимости) — на 1 рубль основных фондов;
- ☐ основные промышленные фонды на 1 рубль выпуска;

- общая и производственная площадь на единицу производственного оборудования в квадратных метрах;
- средний коэффициент загрузки оборудования (по времени) в процентах;
- коэффициент сменности;
- средняя установленная мощность одного станка в киловаттах;
- средняя установленная мощность станочного оборудования в киловаттах на одного производственного рабочего в наибольшую по количеству работающих смену (энерговооруженность);
- трудоемкость и станкоемкость одного комплекта деталей, одной машины, 1 т продукции в человеко-часах и станко-часах;
- степень охвата рабочих механизированным трудом в процентах;
- уровень затрат механизированного труда в общих трудовых затратах в процентах;
- уровень механизации и автоматизации производственных процессов в процентах;
- коэффициент использования металла;
- себестоимость обработки и цеховая себестоимость 1 т и одного комплекта узлов или деталей на одну машину;
- структура цеховой себестоимости в процентах: а) материалы; б) основная заработная плата производственных рабочих; в) цеховые накладные расходы;
- отношение цеховых расходов к основной заработной плате производственных рабочих в процентах.

Абсолютные показатели, характеризующие производственную мощность сборочного цеха:

- годовой выпуск изделий по цеховой себестоимости в рублях;
- годовой выпуск изделий (комплектов или машин) в штуках и тоннах;
- количество рабочих смен;
- площадь цеха в квадратных метрах: а) общая; б) производственная;
- количество единиц производственного оборудования;
- количество работающих, в том числе: а) производственных рабочих; б) вспомогательных рабочих; в) МОП; г) ИТР; д) счетно-конторского персонала;

□ основные средства в рублях, в том числе: а) здания и сооружения; б) оборудование, инструмент и приспособления; в) производственный и хозяйственный инвентарь;

□ годовой фонд заработной платы производственных рабочих и всех работающих;

□ установленная мощность электродвигателей в киловаттах.

Относительные показатели, характеризующие технико-экономическую эффективность сборочного цеха:

□ годовой выпуск изделий в рублях (по себестоимости): а) на одного производственного рабочего; б) на 1 м² производственной площади в одну смену;

□ годовой выпуск в комплектах (или машинах) и тоннах в год на одного производственного рабочего;

□ годовой выпуск изделий (по себестоимости) на 1 рубль основных средств в рублях;

□ общая площадь цеха на одного производственного рабочего в наибольшую (по количеству рабочих) смену в квадратных метрах;

□ производственная площадь на одного производственного рабочего в наибольшую смену в квадратных метрах;

□ общая площадь сборочного цеха в процентах от общей площади механического цеха (отделения);

□ коэффициент загрузки рабочих мест, коэффициент сменности;

□ трудоемкость сборки одного комплекта или одной машины или трудоемкость сборки 1 т выпуска изделий в человеко-часах;

□ трудоемкость сборки в процентах от трудоемкости механической обработки;

□ цеховая себестоимость одного изделия и 1 т изделий в рублях.

11.5. Системы автоматизированного проектирования планировок



Современные системы автоматизированного проектирования (САПР) планировок имеют возможность автоматизированного построения строительной подосновы, базы данных темплетов оборудования и прочих условных обозначений, а также модули корректности построения планировки по нормам расстояний. Наибо-

лее известной отечественной системой является система LCAD, разработанная НПП «Интермех», г. Минск.

Назначением программного комплекса LCAD (от Layout CAD — расстановка оборудования с помощью компьютера) является обеспечение программно-инструментальной (функциональной) среды для автоматизированного рабочего места технолога-проектировщика, осуществляющего технологическое проектирование новых производственных помещений, а также технологическую реорганизацию существующего производства. Комплекс может быть также использован для получения различной справочной информации по установленному на производстве и введенному в базу данных системы оборудованию.

Программный комплекс LCAD использует и расширяет возможности пакета AutoCAD фирмы Autodesk за счет наличия дополнительного набора специальных приложений (функций проектирования). Эти приложения обеспечивают основные функции отрисовки строительной подосновы и проектирования технологических планировок производственных помещений. Доступ к функциям проектирования LCAD осуществляется с помощью пользовательских меню, которые по форме построения аналогичны всем видам (экранные, падающие, графические) меню пакета AutoCAD.

Программный комплекс LCAD позволяет автоматизировать процесс формирования:

- строительной подосновы (планов этажей зданий) по одноэтажным и многоэтажным промышленным, а также административно-бытовым зданиям;
- графической и текстовой документации по технологической планировке производственных помещений.

Система LCAD обеспечивает создание и ведение базы данных (БД), содержащей массивы текстовой и графической информации. Структура массивов БД позволяет использовать при проектировании следующие виды информации:

- характеристики оборудования (наименование и модель, габариты, вес, установленная мощность электродвигателя и некоторая дополнительная информация) с обеспечением поиска и выбора информации по классам и группам оборудования;
- темплеты («габаритки», «фишки») оборудования;
- спецификации по установленному оборудованию;

- ❑ принятые условные графические обозначения для нанесения на планировки;
- ❑ структуру производства (промышленная площадка — производственный корпус — цех — участок);
- ❑ генплан предприятия (для обеспечения быстрого выхода на нужную планировку производственных корпусов, цехов, участков);
- ❑ любые виды информации по цехам и участкам предприятия;
- ❑ справочные данные по нормам и требованиям к размещению оборудования.

Комплекс LCAD предполагает создание и хранение в БД технологических планировок на строительной подоснове производственного корпуса (здания) в целом. Спецификация установленного оборудования хранится в БД в целом по предприятию.

Оформление и вывод на печать графической (чертежи планировок) и текстовой (спецификации оборудования) документации может производиться как в целом по производственным корпусам, так и по отдельным цехам и участкам, запрашиваемым в БД.

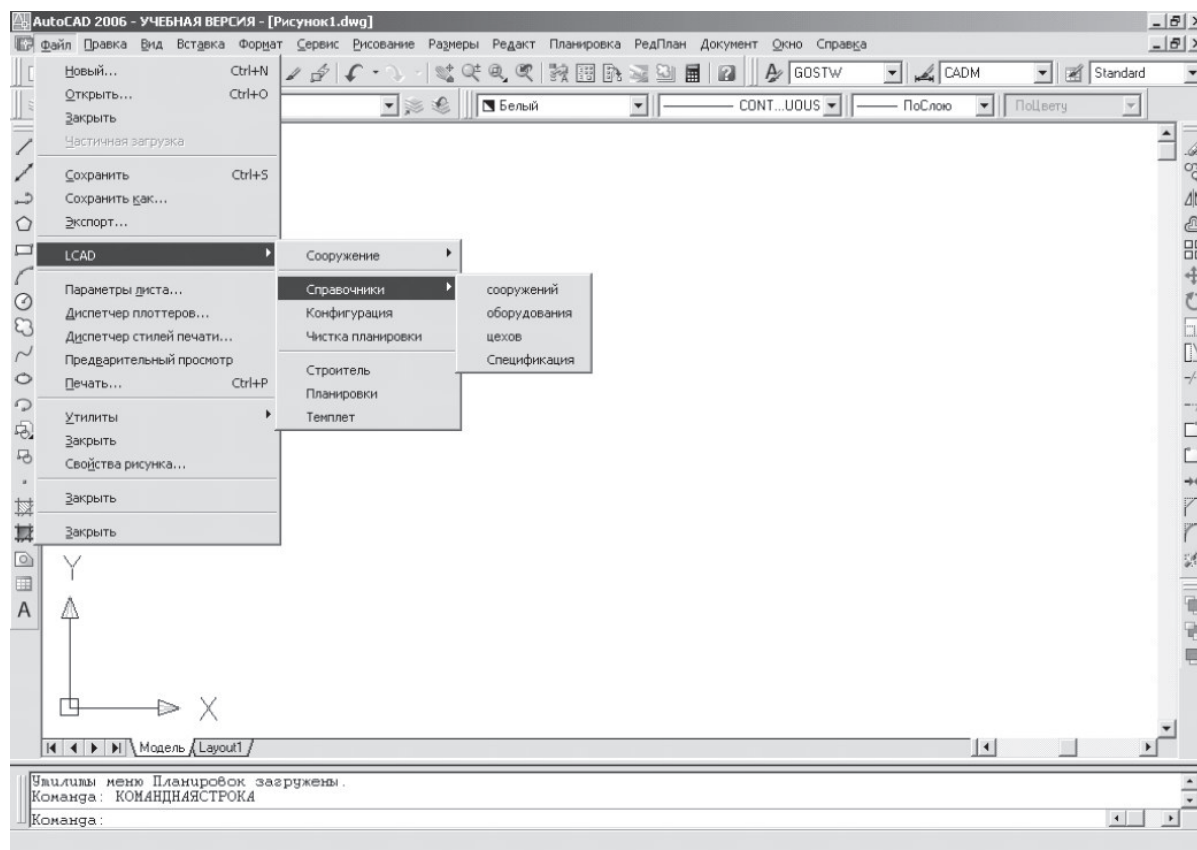


Рис. 11.34. Пункты меню «Файл»

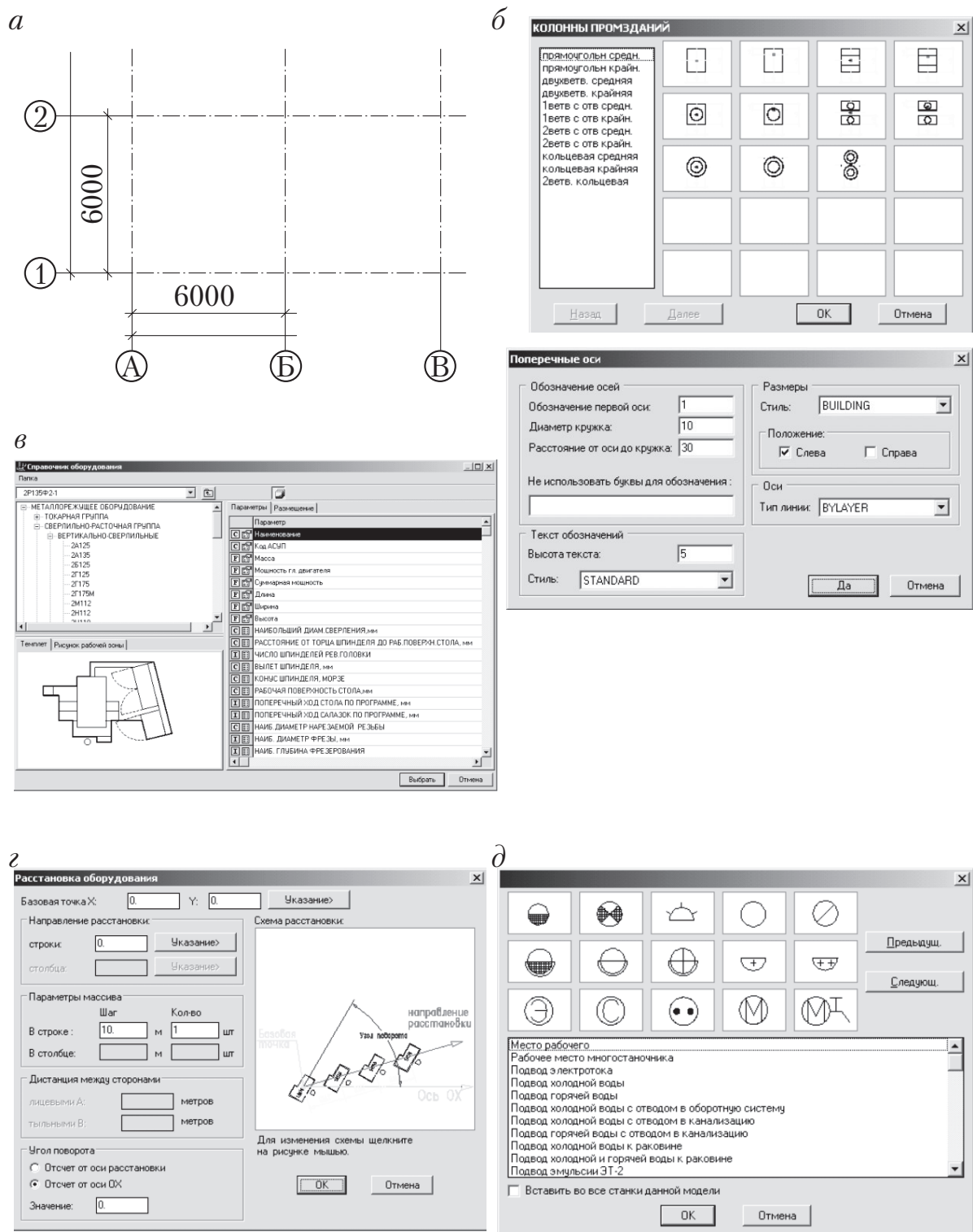


Рис. 11.35. Некоторые диалоговые окна LCAD:

а — прорисовка сетки колонн; *б* — окно выбора типа колонн; *в* — окно выбора оборудования; *г* — окно расстановки оборудования; *д* — окно выбора точечного условного обозначения

Пользователь LCAD должен владеть основными приемами работы в графическом редакторе AutoCAD.

Меню программного комплекса LCAD синтезировано из пунктов стандартного меню AutoCAD и пунктов меню, обеспечивающих обращение к функциям проектирования технологических планировок и строительной подосновы.

Элементы структуры LCAD-меню приведены на рис. 11.34 и 11.35.

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Какова сущность и назначение планировок цеха, участка, линии?
2. На основании чего разрабатываются планировки?
3. Опишите и дайте примеры условных обозначений подвода коммуникаций к оборудованию.
4. Как обозначаются на планировках места рабочих станочников, сборщиков и многостаночников?
5. Приведите примеры условных обозначений подъемно-транспортных средств на планировках.
6. Приведите примеры условных обозначений конвейеров на планировках.
7. Как условно обозначаются вентиляционные отсосы и противопожарные средства на планировках?
8. Опишите и дайте примеры оформления рабочих мест станочников.
9. Опишите и дайте примеры темплетов (макетов) и габаритных планов оборудования, используемых при разработке планировок.
10. Перечислите требования к размещению оборудования на участках и в цехах.
11. Какова методика разработки и доработки компоновок цехов?
12. Опишите правила и приемы размещения оборудования на планировках.
13. Для чего регламентируются размеры проездов и проходов между оборудованием?
14. Приведите варианты расположения станков в пролетах относительно проездов, колонн, стен и друг друга.
15. Каковы подходы к определению размеров проездов и проходов в цехах и корпусах?
16. Каковы основные положения разработки планировок отдельных рабочих постов сборки?
17. Приведите нормы расстояний между столами (верстаками) сборщиков без средств специального транспорта и при использовании автоматизированных транспортных средств.