

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

Государственное образовательное учреждение

высшего профессионального образования

«ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

В. Н. Козлов

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ
МЕХАНОСБОРОЧНЫХ ЦЕХОВ**

Учебное пособие

Издательство ТПУ

Томск 2009

УДК 621-182.8 (0.83.74) (075.8)

К59

Козлов В.Н.

К59

Проектирование механосборочных цехов: учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2009. – 141 с.

В пособии в краткой форме изложены методы проектирования механообрабатывающих и механосборочных производств современных машиностроительных заводов. Приведены справочно-нормативные данные, используемые при проектировании. Пособие подготовлено на кафедре «Технология автоматизированного машиностроительного производства» ТПУ, соответствует программе дисциплины и предназначено для студентов специальности 120100 «Технология машиностроения» Института дистанционного образования.

Решением комиссии УЧЕБНОГО ЦЕНТРА «ИНКОРВУЗ», г. Москва, от 25 мая 2005 г. учебному пособию Козлова В. Н. «Проектирование механосборочных цехов» присвоен гриф УМО.

Рекомендовано к печати Редакционно-издательским советом Томского политехнического университета

Рецензенты:

Кокарев В. И. – профессор кафедры инструментальной техники и технологии формообразования МГТУ «Станкин», доктор технических наук;

Кириллов Ф. Ф. – профессор, заведующий кафедрой строительных и дорожных машин механического факультета Томского государственного архитектурно-строительного университета, кандидат технических наук;

Котельников А. А. – технический директор ОАО «Томский электромеханический завод».

© Томский политехнический университет, 2009

О Г Л А В Л Е Н И Е

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. ОСНОВНЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ.....	6
2. СОСТАВ ПРОЕКТА.....	12
3. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ПРОЕКТИРОВАНИЯ.....	14
4. СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ (САПР) УЧАСТКОВ И ЦЕХОВ.....	21
5. ПРИНЦИПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ	28
6. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЦЕХОВ.....	36
7. РЕЖИМ РАБОТЫ И ФОНДЫ ВРЕМЕНИ.....	40
8. РАСЧЕТ РАЗМЕРА ПАРТИИ ДЕТАЛЕЙ И ТАКТА ВЫПУСКА.....	42
9. МЕТОДЫ РАСЧЕТА ТРУДОЕМКОСТИ	44
10. РАСЧЕТ ПОТРЕБНОГО КОЛИЧЕСТВА ОБОРУДОВАНИЯ И РАБОЧИХ МЕСТ.....	46
11. ПЛАНИРОВКА ОБОРУДОВАНИЯ.....	52
12. УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ НА ПЛАНИРОВКЕ.....	57
13. ОРГАНИЗАЦИЯ И УСТРОЙСТВО РАБОЧЕГО МЕСТА	60
14. СПОСОБЫ РАЗМЕЩЕНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ И РАСЧЕТ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПЛОЩАДИ	69
15. МЕТОДЫ РАСЧЕТА КОЛИЧЕСТВА РАБОТАЮЩИХ	72
16. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВСПОМОГАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ	74
16.1. Складская служба.....	74
16.2. Транспортная служба.....	81
16.3. Инструментальная служба	88
16.4. Служба ремонта и технического обслуживания	94
16.5. Служба контроля качества	101
16.6. Служба охраны труда и бытового обслуживания.....	103
16.7. Служба управления и подготовки производства	105
17. КОМПОНОВОЧНО-ПЛАНИРОВОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ ЦЕХОВ.....	117
18. РАЗРАБОТКА ЗАДАНИЙ ПО СТРОИТЕЛЬНОЙ, САНТЕХНИЧЕСКОЙ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТЯМ.....	129
19. ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА	137
ЛИТЕРАТУРА.....	141

ВВЕДЕНИЕ

Основная цель дисциплины состоит в подготовке специалистов к реализации разработанных производственных процессов при внедрении нового оборудования, техническом перевооружении, реконструкции производства и создании новых цехов, для чего необходимо знать основы рационального проектирования цехов и служб.

Для достижения поставленной цели необходимо владеть современными методами проектирования механосборочного производства, основанными на последних научных и технических данных, а также принципами построения автоматизированных производственных процессов, обеспечивающими высокую производительность и технико-экономическую эффективность. При проектировании производственного процесса, протекающего в механосборочных цехах, особое внимание следует уделять взаимосвязи этапов, в результате которых получается готовое изделие, количественным и качественным изменениям объекта производства, а также основным и вспомогательным производственным системам и совокупности итераций при проектировании.

Основой проекта участка и цеха является детально разработанная технологическая часть, что определяет ведущую роль инженера-технолога в процессе проектирования механообрабатывающего и сборочного производства (в целом – механосборочного производства). Решение вопросов всех остальных частей (строительной, энергетической, санитарно-технической и др.) подчинено требованиям технологического процесса, который и определяет содержание задания для разработки этих частей проекта.

При проектировании необходимо решать комплекс вопросов, связанных с выполнением производственного процесса, поэтому надо хорошо разбираться в экономике, организации и управлении производством, в вопросах технического обслуживания, обеспечения материалами и инструментом и т.д. Даже небольшие ошибки и игнорирование, казалось бы, малозначительных факторов приводят к существенному уменьшению эффективности производства и даже к его остановке.

Задачи проектирования участков и цехов обширны и многообразны, что требует от проектировщика широкого кругозора и знаний в различных областях техники и науки, поэтому дисциплина «Проектирование механосборочных цехов» является завершающей в системе подготовки технологов и базируется на знании ими всех предыдущих дисциплин.

Впервые научные положения по технологическому проектированию механосборочного производства сформулированы в трудах русских ученых И.А. Тиме, П.А. Гавриленко, М.Е. Егорова.

В настоящее время повышаются требования к качеству продукции машиностроения, ее разнообразию, происходит быстрое обновление выпускаемых изделий, которое носит порой принципиально новый характер, что требует применения более совершенного оборудования и иной организации производства. Так, 20 лет назад на ведущих автомобильных фирмах новая модель автомобиля появлялась через 2–4 года, в настоящее время обновление происходит через несколько месяцев. В условиях острой конкурентной борьбы все меньше времени отводится на отладку выпуска новой продукции, все больше увеличивается номенклатура выпускаемых изделий, что приводит к сборке на одном конвейере нескольких моделей (порой даже под заказ). Все это вызывает необходимость предвидеть замену оборудования и предстоящую перепланировку, совершенствовать методику проектирования и создания на ее основе новых высокоэффективных предприятий.

1. ОСНОВНЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Механосборочное производство, состоящее из комплекса производственных участков и вспомогательных подразделений, представляет собой сложную динамическую систему, структура и параметры которой находятся в зависимости от сложности конструкции, номенклатуры выпускаемой продукции и характеристик производственного процесса ее изготовления. При этом часто необходимо выпускать новые изделия, отвечающие современным требованиям.

Выпуск принципиально новых изделий может быть освоен тремя путями:

1. *Техническим перевооружением* – в прежнем здании размещается новое оборудование. При этом строительные элементы здания практически не переделываются.

2. *Реконструкцией* старых помещений под новое оборудование. При этом может быть использовано и старое оборудование, но размещенное по-другому, в соответствии с проектируемой организацией производства.

3. *Строительством новых помещений*, размещением нового оборудования. Старое оборудование в этом случае используется редко из-за морального и физического старения.

Реконструкция, по сравнению со строительством нового помещения, позволяет быстрее приступить к производству, требует меньше затрат, окупается в 3–5 раз быстрее. Однако при большом износе старого здания, при размещении нового оборудования, имеющего существенно большие габариты или требующего принципиально иного размещения, строительство новых помещений более предпочтительно.

Во всех случаях помещение должно удовлетворять требованиям по выполнению производственного процесса.

Производственным процессом в машиностроении называется совокупность действий, необходимых для выпуска готовых изделий из полуфабрикатов и материалов. В основу производственного процесса положен технологический процесс изготовления изделий, во время которого происходит изменение качественного состояния объекта производства. Для обеспечения бесперебойного выполнения технологического процесса изготовления изделия в механосборочном производстве служат вспомогательные процессы.

Основные этапы производственного процесса:

- 1) получение и складирование материалов, заготовок, полуфабрикатов;
- 2) нарезка материалов на заготовки;

- 3) доставка заготовок и полуфабрикатов к рабочим местам;
- 4) различные виды обработки: литье, ковка, штамповка, механическая обработка со снятием стружки (токарная, фрезерная, сверлильная, шлифовальная, протягивание и т.п.) и без снятия стружки (выглаживание, дорнование и т.п.), термическая и т.д.;
- 5) перемещение заготовок между рабочими местами в процессе обработки и контроля;
- 6) контроль качества на специально отведенных местах (выборочный или стопроцентный);
- 7) хранение заготовок на складах между операциями;
- 8) хранение деталей после их полной обработки;
- 9) сборка изделий из деталей, обработанных на предприятии и полученных по кооперации или купленных;
- 10) испытание и регулировка;
- 11) окраска и отделка;
- 12) упаковка;
- 13) хранение на складе перед отправкой;
- 14) отправка потребителю (заказчику).

Различные этапы производственного процесса могут быть выполнены:

- в различных специализированных цехах (кузнечно-штамповом, токарном по обработке валов, фрезерном и т.п.). Такой производственный процесс называется *дифференцированным*;
- в одном цехе. Такой производственный процесс называется *комплексным*.

Производственные процессы делятся на *поточные* и *непоточные*.

Поточный производственный процесс – процесс, при котором заготовка или собираемое изделие в процессе их производства находится в движении (постоянном или периодическом), причем это движение осуществляется с постоянным *тактом* в рассматриваемый промежуток времени. Например, заготовка после 1-й операции сразу же попадает на 2-ю и т.д. до последней. Длительность любой операции равна или кратна (если продолжительность какой-то операции большая) такту.

Непоточный процесс – продолжительность операций различна и заготовка между операциями пролеживает.

Поточный процесс обычно организуется при массовом и крупносерийном производстве и требует очень тщательного расчета, в противном случае возникают сбои и резко падает эффективность производства.

Для каждого производства устанавливается определенная *программа выпуска*, под которой подразумевается совокупность изделий установленной номенклатуры, выпускаемых в заданном объеме в год.

Число изделий, подлежащих изготовлению в единицу времени (год, квартал, месяц), называется *объемом выпуска*.

Каждое производство обладает определенной *производственной мощностью*, под которой подразумевается максимально возможный выпуск продукции установленной номенклатуры и количества, который может быть осуществлен за определенный период времени при установленном режиме работы. Различают действительную и проектную мощность. *Проектная мощность* – это мощность, которая может быть достигнута при условии обеспечения производства принятыми в проекте средствами производства, кадрами и организацией производства. Действительная мощность не является постоянной и зависит от многих факторов действующего производства.

Изготовление изделий занимает определенное время. Календарное время изготовления изделия от начала производственного процесса до его окончания называется *производственным циклом*. Различают цикл расчетный и фактический. При непериодически повторяющихся процессах правильнее использовать термин *продолжительность процесса*, а не цикл.

Движение заготовок, полуфабрикатов или изделий в производстве может осуществляться поштучно или партиями. *Партией* принято называть определенное число заготовок, полуфабрикатов или изделий, одновременно поступающих на рабочую позицию (место).

Для выполнения производственного процесса должны быть соответствующим образом оборудованы рабочие позиции (места). В зависимости от содержания операции и организации ее проведения на рабочей позиции (месте) могут быть расположены технологическое оборудование, накопители с полуфабрикатами, один рабочий или группа рабочих, средства автоматической загрузки и разгрузки оборудования (роботы, манипуляторы, автоматические агрегаты загрузки), режущий и контрольно-измерительный инструмент, оснастка, средства технического обслуживания и охраны труда, элементы системы управления. В качестве примера на рис. 1.1 показана одна из рабочих позиций.

Исходя из организационных соображений, несколько рабочих мест объединяют, образуя производственный участок, выполняющий свое целевое назначение. *Производственным участком* называется часть объема цеха, в котором расположены рабочие места (позиции), объединенные транспортно-накопительными устройствами, средствами технического, инструментального и метрологического обслуживания, средствами управления участком и охраны труда и на котором осуществляются технологические процессы изготовления изделий определенного назначения или выполняются определенные операции.

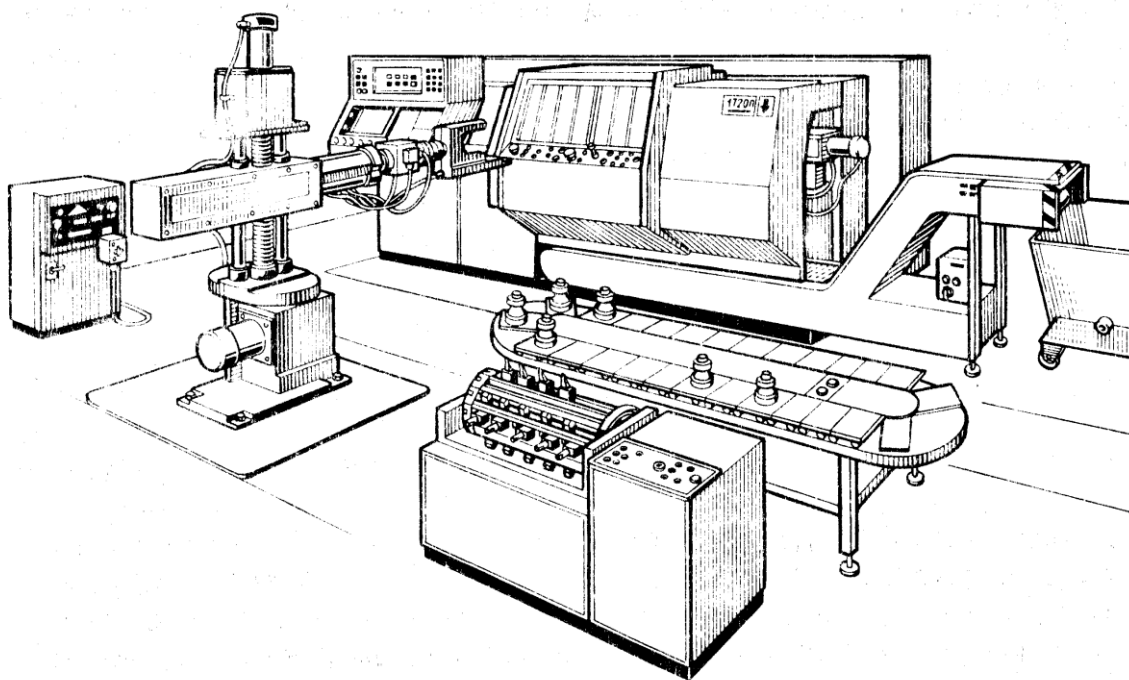


Рис. 1.1. Рабочая позиция

Более крупной организационной единицей является *производственный цех*, который представляет собой производственное административно-хозяйственное обособленное подразделение завода. Цех включает в себя производственные участки, вспомогательные подразделения, служебные и бытовые помещения, помещения общественных организаций. Вспомогательные подразделения создают для обслуживания и обеспечения бесперебойной работы производственных участков. К ним относятся отделение по восстановлению режущего инструмента, контрольное и ремонтное отделения, отделение для приготовления и раздачи смазывающе-охлаждающих жидкостей и др. Состав производственных участков и вспомогательных подразделений определяется конструкцией изготавливаемых изделий, технологическим процессом, программой выпуска и организацией производства.

Обычно цех занимает отдельное помещение, но на крупных предприятиях или при мелких цехах (при количестве работающих менее 100 человек) и небольших габаритных размерах оборудования в одном помещении размещается несколько цехов. Размещение оборудования связано с технологическим процессом, поэтому основой для проекта участка или цеха является технологический процесс.

По характеру выполняемой работы производственное оборудование делят на основное (технологическое) и вспомогательное. К основ-

ному относят производственное оборудование, непосредственно выполняющее операции технологического процесса. Вспомогательное оборудование – это оборудование, не участвующее непосредственно в технологическом процессе изготовления изделий, но выполняющее обслуживание основного оборудования.

За общую площадь цеха в *технологических расчетах* принимают сумму производственной и вспомогательной площадей (без служебно-бытовой площади).

В состав производственной площади включают площади, занимаемые рабочими позициями (местами), вспомогательным оборудованием, находящимся на производственных участках, проходами и проездами между оборудованием внутри производственных участков (кроме площади магистрального проезда).

На вспомогательных площадях размещают все оборудование и устройства вспомогательных систем, не расположенные на производственных участках, а также магистральные и пожарные проезды.

Для движения автопогрузчиков, грузовых автомобилей и уборочных машин в цехах создают магистральные проезды шириной не менее 4,0 м, которую выбирают по нормам технологического проектирования.

На служебно-бытовой площади цеха размещают конторские и бытовые помещения. К *конторским помещениям* относят площадь, занятую административно-конторскими службами цеха. В эту же площадь включают и площадь конструкторских и технологических бюро, размещаемых в цехе. *Бытовой* называют площадь помещений, предназначенных для удовлетворения санитарно-гигиенических и социально-бытовых нужд работающих в цехе.

Для осуществления производственных процессов в механосборочном производстве предусмотрен определенный штат работающих, которых делят на следующие категории: производственные (основные) и вспомогательные рабочие, инженерно-технические работники (ИТР), служащие, младший обслуживающий персонал (МОП).

Производственные рабочие – это рабочие механосборочного производства, непосредственно выполняющие операции технологического процесса по изготовлению продукции.

Вспомогательные рабочие в механосборочном производстве – это рабочие, не принимающие непосредственного участия в выполнении операций по изготовлению производственной программы выпуска продукции, а занятые обслуживанием технологических процессов.

Инженерно-техническими работниками называют работников, выполняющих обязанности по управлению, организации и подготовке производства и занимающих должности, для которых требуется квалификация инженера или техника.

К *служащим* относят работников, выполняющих в соответствии с занимаемой должностью административно-хозяйственные функции, ведущих финансирование, учет, решающих социально-бытовые и подобные вопросы.

Младший обслуживающий персонал составляют сторожа, гардеробщики и уборщики бытовых и конторских помещений.

Одним из этапов проектирования механосборочного производства является компоновка цеха. Под *компоновкой цеха* понимают взаимное расположение площадей производственных участков, вспомогательных отделений, магистрального проезда и служебно-бытовых помещений на площади цеха. После проведения компоновки цеха осуществляют планировку оборудования на нем. Под *планировкой цеха* понимают взаимное расположение технологического и вспомогательного оборудования и других производственных средств и устройств на площадях цеха.

Одним из показателей организации производственного процесса является *грузопоток*, под которым понимают сумму однородных грузов (в тоннах, штуках), перемещаемых в определенном направлении между отдельными пунктами погрузки и выгрузки в единицу времени (час, смену, сутки и т.д.). Грузопотоки различают по виду грузов, направлению перемещения и интенсивности грузопотока. Под *интенсивностью грузопотока* понимается число транспортных перемещений через рассматриваемый участок в единицу времени.

Механосборочное производство обычно размещают в зданиях, имеющих один или несколько пролетов. *Пролетом* называют часть здания, ограниченную в продольном направлении двумя параллельными рядами колонн. Расстояния между осями колонн в продольном направлении называют *шагом колонн*, а в поперечном направлении – *шириной пролета*. Расстояния между осями колонн в поперечном и продольном направлениях образуют *сетку колонн*. Под *высотой пролета* понимают расстояние от уровня пола до нижней части несущих конструкций покрытия здания.

При проектировании современного механосборочного производства следует ориентироваться на комплексную автоматизацию. Уровень автоматизации основных и вспомогательных процессов, определяемый из технико-экономических соображений, должен быть по возможности одинаков, т.к. производительность всего автоматизированного комплекса будет в значительной мере определяться наиболее «слабым» звеном в производственной цепочке.

2. СОСТАВ ПРОЕКТА

В общем виде задача проектирования может быть сформулирована в следующем виде: спроектировать цех или участок, обеспечивающий выпуск изделий определенной номенклатуры, требуемого качества; заданную программу выпуска при достижении минимально возможных приведенных затрат на изготовление и с учетом всех требований к охране труда.

При проектировании механосборочного производства одновременно разрабатывают и решают технологические, экономические и организационные задачи, тесно связанные между собой.

Проект технический – это комплект технологической документации, содержащий технологические и экономические расчеты, пояснительную записку, чертежи, схемы и другие материалы, необходимые для строительства здания и организации производства. Проект обычно делят на основную и специальные части.

Основная часть включает в себя технологическую и транспортную части и содержит определение и расчеты всех элементов производства для организации технологического процесса.

В основной части должны быть представлены рабочие чертежи деталей; рабочие чертежи заготовок с расчетом и указанием припусков, обеспечивающих наименьшие отходы материалов, и допусков на размеры заготовок; обоснование выбора баз при обработке; маршрутные и технологические карты обработки по установленной форме; расчеты и выбор режимов резания по нормативным материалам; расчеты времени обработки или определение их по нормативам; операционные эскизы обработки; расчеты, связанные с определением точности установки деталей в приспособления; чертежи и эскизы приспособлений с соответствующими расчетами.

На основании разработанных технологических процессов изготовления изделий приводятся расчеты количества основного и вспомогательного оборудования, режущего и измерительного инструмента, технологической оснастки.

В итоге составляются ведомости на приспособления, режущий и измерительный инструмент, основное и вспомогательное оборудование, основные и вспомогательные материалы, состав производственных и вспомогательных рабочих, младшего обслуживающего персонала, административного, инженерно-технического и счетно-конторского персонала.

В основной части должны быть разработаны вспомогательные системы: складская, транспортная, инструментообеспечения, ремонтного

и технического обслуживания, контроля качества изделий, бытового обслуживания и охраны труда, подготовки и управления производством.

Специальные части:

1. Архитектурно-строительная.
2. Санитарно-техническая (водопровод, отопление, вентиляция, канализация, освещение и др.).
3. Электротехническая (электроснабжение, связь, пожарная и охранная сигнализация).
4. Теплоэнергетическая (воздух, газ).
5. Генеральный план и общезаводской транспорт.
6. Организация труда и система управления производством.

Каждая из частей состоит из следующих материалов:

- пояснительной записки, содержащей сжатое описание элементов производства (технологические процессы, применяемое оборудование, планировка помещений, технико-экономическое обоснование принимаемых решений);
- приложения к пояснительной записке (необходимые расчеты, таблицы, технические характеристики станков, спецификации и т.п.);
- чертежей, схем, макетов.

3. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Создание современных эффективных производств требует крупных материальных затрат, длительных сроков проектирования и внедрения, значительных усилий специалистов различного профиля, участия в работе многих организаций и предприятий (генерального проектанта, субпроектантов, предприятия-заказчика, разработчиков и изготовителей оборудования и технических средств, монтажных и строительных организаций). Особое значение при создании механосборочного производства приобретают предпроектные работы, выполняемые с целью сбора исходных данных, анализа существующего уровня производства, разработки технико-экономического обоснования (ТЭО) или технико-экономического расчета (ТЭР) целесообразности создания нового, расширения, реконструкции или технического перевооружения существующего (действующего) производства, разработки технической заявки на проект и подготовки различных технических материалов для проведения проектных работ.

Предпроектные работы чаще всего проводят за два этапа:

- 1) предпроектное обследование и разработка ТЭО или ТЭР;
- 2) разработка и утверждение технической заявки на создание и внедрение производственной системы.

При выборе объектов для создания эффективной производственной системы основополагающей является оценка организационно-технологической структуры предприятия, обусловливаемой специализацией его основных производственных подразделений – цехов и участков, а точнее, оценка соответствия их специализации, характеру и типу производства продукции.

При реконструкции производства необходимо иметь большее количество исходных данных, чем при проектировании нового производства, так как в проекте используются уже имеющиеся на заводе здания, сооружения, оборудование и т.д. Поэтому перед началом реконструкции на завод выезжает группа проектантов, которая изучает производство, подбирает и систематизирует необходимые сведения о заводе и его цехах. Для комплексного обследования предприятия в состав группы включают технологов, строителя, энергетика, экономиста и других специалистов. Если реконструкция сопряжена с полным изменением профиля производства для выпуска совершенно новой продукции, не изготавливавшейся ранее, то обследование касается главным образом данных о площадке и цехах завода, а также об имеющемся оборудовании и не затрагивает вопросов трудоемкости и станкоемкости прежних изделий,

производительности труда и других данных, которые будут несравнимы с характеристиками производства новых изделий.

Основная цель обследования – изучение производственных, материальных, финансовых и людских ресурсов действующего производства. Обследование перед реконструкцией производства проводят комплексно по нескольким частям.

1. Общая и технико-экономическая части включают в себя общие данные по действующему механосборочному производству, данные о его составе, объеме производства и номенклатуре выпускаемой продукции, производственном кооперировании, производственных фондах, данные о составе работающих и их квалификации, уровне заработной платы, себестоимости продукции, общие выводы и основные технико-экономические показатели.

2. Генеральный план, транспорт и складское хозяйство.

3. Технологическая часть содержит сведения о назначении цеха, выпускаемой продукции и производственной кооперации, размещении цеха, режиме его работы, станкостоемкости и трудоемкости изготовления продукции, организации производства, составе цеха и технологических процессах.

4. В строительной части приводят сведения о природных и инженерно-геологических условиях площадки, характеристиках здания, условиях осуществления строительства.

5. Санитарно-техническая часть и производственное водоснабжение содержат сведения о существующих источниках водоснабжения, системах и сооружениях хозяйственно-фекальной, производственной канализации, внутрицеховых санитарно-технических устройствах.

6. В энергетической части приводят данные об электроснабжении и теплоснабжении, источниках тепла и пара, воздухоснабжении и газоснабжении, внутрицеховых промышленных трубопроводах, энерготехнологические данные испытательных станций, стендов, данные о кооперировании энергетических ресурсов.

На основе обобщенных результатов обследования и анализа разрабатывается ТЭО целесообразности создания новой производственной системы, которое должно содержать краткую оценку текущего состояния производственной системы, ее готовности к преобразованию и предполагаемых масштабов внедрения с учетом специфики обследуемого предприятия и выпускаемой им продукции.

В ТЭО основные параметры производственной системы (станкостоемкость, трудоемкость, численность работающих, состав и количество оборудования, потребность в площади и т.д.) определяются на основе предварительных укрупненных расчетов в минимально короткие сроки и подлежат уточнению на последующих стадиях разработки аванпроекта

и технологической части рабочего проекта. В нем, наряду с капитальными затратами, должны быть указаны технико-экономические показатели, которые предполагается достичь, в том числе снижение станкостоемкости и трудоемкости, повышение производительности труда, увеличение коэффициента загрузки и сменности работы оборудования, уменьшение численности работающих, высвобождение производственных площадей, сокращение длительности производственного цикла и т.д.

Технические решения, принятые в ТЭО, должны соответствовать перспективным направлениям развития и внедрения новой техники и основываться на использовании новейших достижений в области прогрессивной ресурсосберегающей технологии, высокоавтоматизированного оборудования, средств вычислительной техники и ее программного обеспечения. Созданная производственная система по технико-экономическим показателям ко времени пуска в эксплуатацию должна соответствовать лучшим отечественным и зарубежным образцам.

Если на предприятии предполагается внедрить несколько автоматизированных участков, то целесообразно планировать их внедрение в одном производственном подразделении (цехе) для того, чтобы иметь возможность автоматизировать все вспомогательные процессы, протекающие в цехе. В том случае, когда для создания новой производственной системы требуется изменить структуру предприятия, разработке проекта должна предшествовать частичная или полная реорганизация производства. Предпочтительными являются полная реконструкция и техническое перевооружение предприятия, однако их проведение в короткий срок реально лишь в условиях, когда они предусмотрены соответствующими планами и обеспечены необходимыми ресурсами. В противном случае приходится ограничиваться частичной реорганизацией, направленной на создание отдельных предметно-специализированных производств.

Материалы обследования включают также отчетные данные предприятия за год, предшествующий году разработки рабочего проекта, и плановые данные на момент ввода и освоения проектной мощности. Материалы каждой части ТЭО проверяют и уточняют на месте обследования главный инженер проекта и главный конструктор проекта.

Утвержденное руководителями генерального проектантанта и заказчика ТЭО является основанием для разработки аванпроекта и технической заявки на создание производственной системы.

Основанием для начала предпроектных работ по созданию новой производственной системы является решение руководства предприятия или директивное указание министерства (для предприятия, входящего в состав министерства).

Проектирование участков и цехов, реконструкция или расширение их, а также техническое перевооружение производится на основании задания на проектирование, в которое входят все исходные данные, собранные в предпроектный период.

Разработку задания на проектирование проводит заказчик проекта совместно с проектной организацией, и она должна выполняться с учетом данных технико-экономического обоснования.

При разработке технического задания на проектирование необходимо решить следующие задачи: технические, экономические, организационные, социально-бытовые.

Технические задачи:

- а) разработка технологических процессов;
- б) расчет трудоемкости изготовления всех деталей в год;
- в) установление типажа оборудования;
- г) расчет потребного количества всех элементов производства (станков, рабочих, площадей и т.д.);
- д) выполнение компоновки цеха и планировки оборудования;
- е) разработка вопросов охраны труда и окружающей среды.

Для решения технологических задач необходимо проработать вопросы технологичности изделий, спроектировать технологические процессы, выявить трудоемкость и станкоемкость операций, установить типаж и количество оборудования, состав и количество работающих, нормы расхода материалов, определить площади и размеры участков и цеха, разработать компоновку цеха и планировку оборудования, определить задания для строительного, сантехнического и энергетического проектирования.

Экономические задачи:

- а) выявление экономической целесообразности принимаемых технических решений;
- б) расчет себестоимости и рентабельности;
- в) расчет размеров основных и оборотных средств;
- г) решение вопросов финансирования в период проектирования, строительства и в период освоения выпуска продукции, решение вопросов возвращения кредитов;
- д) решение вопросов снабжения предприятия сырьем и материалами, обязательно из нескольких источников (дублирование на экстренные случаи).

Организационные задачи:

- а) разработка принципов формирования производственных подразделений;

- б) разработка структуры управления;
- в) решение вопросов организации труда, снабжения рабочих мест заготовками, инструментами и материалами;
- г) организация служб производства (складской, транспортной, контроля и т.д.).

Социально-бытовые задачи:

- а) создание удобных условий труда и отдыха;
- б) организация питания, снабжение товарами и продуктами;
- в) организация медицинского обслуживания.

Когда эффективность проектного решения оценивается несколькими показателями различной размерности, то может быть использована многокритериальная оценка качества решения; при этом выбранные показатели оцениваются (взвешиваются) по значимости, определяемой на основании статистических данных. При разработке нескольких вариантов проекта механосборочного производства или его частей необходимо выбрать оптимальный.

Основанием для проектирования является решение руководства предприятия или приказ отраслевого министерства (для предприятия, входящего в состав министерства), в котором указывается объект строительства нового производства, реконструкции, расширения или технического перевооружения действующего производства. Он выпускается на основании схемы развития и размещения соответствующей отрасли промышленности.

Различают два периода проектирования: предпроектный и проектный.

Предпроектный период – подготовительный. Включает в себя:

1. Уточнение поставленной задачи. Сбор необходимых сведений: чертежей или эскизов деталей, программ выпуска каждой детали в ближайшее время и в перспективе; проверка наличия готовых технологических процессов или разработка отсутствующих (подробно для массового, крупносерийного и среднесерийного производства и укрупненно для мелкосерийного и единичного); расчет трудоемкости обработки и сборки; расчет количества оборудования основного и вспомогательного производств; расчет производственной и общей площади.

2. Технико-экономическое обоснование целесообразности строительства нового здания, реконструкции, расширения или технического перевооружения действующего производства.

3. Выбор площадей под строительство.

4. Разработку технического задания на проектирование с учетом всех уточнений. Техзадание согласуется со всеми компетентными службами (санитарной, пожарной охраной, водоканалом, телефонной, ГИБДД, экологической, госнадзором и т.п.) и после этого утверждается

на градостроительном совете в мэрии. После утверждения выдается разрешение на проектирование и резервируются площади под планируемое строительство. Разрешение выдается на определенный срок (обычно от 1 года до 3-х лет), в течение которого необходимо представить готовый проект.

В техзадании на проектирование указываются:

1. Номенклатура и объем выпуска продукции (в натуральном и ценностном выражении).
2. Предполагаемая планировка цеха.
3. Обоснование выбора площадки, ее размер, рельеф, данные гео-разведки, условия освоения площадки.
4. Номенклатура и объем производимых заготовок и получаемых от других предприятий.
5. Режим работы и эффективные фонды времени работы оборудования (сколько смен и их продолжительность, сколько часов в году должно работать оборудование с учетом ремонта и обслуживания).
6. Эффективный фонд времени рабочих.
7. Требования по охране окружающей среды и утилизации отходов.
8. Когда и за счет кого предусмотрено расширение производства, его размеры.
9. Очередность сдачи пусковых объектов.

Проектирование может вестись в две стадии и в одну. В *одну стадию* проектирование ведется при наличии типового проекта (когда-то и для кого-то делался проект, он прошел утверждения по всем инстанциям и имеется в архиве). Это наиболее дешевый и быстрый способ проектирования.

В *две стадии* проектирование ведется по уникальному проекту. В этом случае сначала выполняется *проект* в соответствии с техзаданием, он согласуется со всеми компетентными службами (как и техзадание), утверждается на градостроительном совете мэрии и после этого выдается разрешение на строительство (обычно сроком на 3 года). При этом обычно указывается строительная организация и этапы контроля строительства (котлована, фундамента и т.д.). После утверждения проекта на градостроительном совете приступают ко второй стадии – подготовке *рабочей документации* для проекта (расчет потребного количества плит перекрытия, кирпича, бетона и т.п.).

Такая последовательность проектирования применяется для сокращения расходов. Так, например, выявление недопустимых решений на стадии техзадания позволит избежать ненужных затрат при проектировании, которое оценивается около 10 % затрат на строительство, что составляет несколько миллионов рублей.

Проектирование ведет обычно какая-то проектная организация, имеющая лицензию на данные виды работ. Ведущая проектная организация может поручать некоторые виды работ субподрядчикам (проектирование системы вентиляции, электроснабжения и т.п.). На стадии проектирования уже ориентируются на определенную строительную организацию, учитывается специфика работы и применения материалов. Очень важно правильно выбрать проектную и строительную организации, т.к. от этого зависит качество работ и отсутствие проблем при защите техзадания и проекта на градостроительном совете, а также при сдаче объекта.

4. СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ (САПР) УЧАСТКОВ И ЦЕХОВ

Всевозрастающие требования к качеству разрабатываемых проектов и сокращение сроков выполнения проектных работ приводят к необходимости постоянно совершенствовать проектный процесс. В основу организационного построения САПР закладывается технологический процесс автоматизированного проектирования, который представляется в виде непрерывного итерационного процесса выполнения определенной последовательности проектных операций.

Основное назначение САПР заключается в принятии эффективных решений при разработке объекта проектирования. Уровень эффективности выполнения проектных процедур оценивается через технико-экономические показатели, анализ которых выявляет факторы воздействия на технологический процесс проектирования. Таким образом, создается обратная связь, которая позволяет постоянно совершенствовать систему, увязывая взаимодействия между ее составляющими компонентами, с целью достижения требуемого эффекта.

При разработке или выборе САПР следует ориентироваться на системы, которые осуществляют сквозные и непрерывные процессы принятия решений при разработке объектов проектирования, упорядочения процессов сбора и переработки информации и сокращают взаимосвязи между разработчиками за счет унификации решений, типизации взаимных требований между частями проекта, а также позволяют из разработанной совокупности вариантов выбирать оптимальный [2].

Непрерывность процесса принятия решений обеспечивается за счет стандартизации взаимных требований разделов проекта, создания нормативов, базы унифицированных решений и централизованного хранения справочной информации.

В основу САПР производственных систем закладывают четыре иерархических уровня и две подсистемы – проектирующую и обеспечивающую. Первая подсистема, являясь предметно-ориентированной частью САПР, решает проектные задачи, а вторая – представляет собой общесистемные методы и средства, обеспечивающие выполнение проектного процесса. На первом уровне иерархии САПР происходит окончательное формирование проекта; при этом используются результаты решений второго уровня, на котором производится проектирование основной и вспомогательных систем. На третьем и четвертом уровнях иерархии каждая подсистема представляется в виде совокупности программ и подпрограмм.

При проектировании участков и цехов на САПР возлагаются следующие задачи:

1. Определение общей трудоемкости и станкоемкости по типам оборудования для заданной программы выпуска.
2. Определение количества оборудования, основных и вспомогательных рабочих.
3. Определение производственных и вспомогательных площадей.
4. Выбор оптимальных компоновки цеха и планировки оборудования.
5. Определение количества транспортных и складских средств, режущих и вспомогательных инструментов, контрольно-измерительных средств и др.
6. Определение технико-экономических показателей проекта.

Решать указанные задачи можно путем создания унифицированных технологических модулей и системного подхода к проектированию однородных производств. Разработка и применение унифицированных модулей в основных и вспомогательных системах позволяет упорядочить проектные решения и усовершенствовать методику проектирования механосборочного производства. Принципиальное отличие САПР от традиционной системы проектирования состоит прежде всего в том, что машинное проектирование становится организационно-технической системой, в которой действия проектировщиков и работа технических средств имеют постоянную связь и объединены общей целью. Достижение целей в этой системе обеспечивается принятой методологией и техническими средствами, процессами планирования и управления. Другой отличительной особенностью САПР является единство информационных потоков как системно-организующего фактора на всех этапах разработки проекта. Принятие проектных решений осуществляется на основе проведения математического эксперимента с имитационной моделью проектируемого объекта или составляющих его элементов.

Автоматизация предполагает передачу ЭВМ функций непосредственного управления ходом проектирования, согласование формируемого решения с показателями эффективности объекта. Проведение внутримашинного согласования возможно лишь при наличии в памяти ЭВМ комплекса моделей проектируемых объектов и организации машинного архива нормативно-справочных данных (банка данных).

Системный подход к решению задач унификации требует проведения декомпозиции объектов проектирования в целях выделения однородных по физическим и формальным признакам объектов унификации, а также в целях учета их взаимосвязей для агрегатирования выделенных элементов. Декомпозиция объекта отображает последовательность его функций по уровням принятия решений.

При декомпозиции объектов используют принципы функциональности и минимальности. Принцип функциональности состоит в том, что выделенные при декомпозиции элементы должны быть по возможности обособлены, т.е. для них можно сформулировать собственную цель функционирования элемента любого уровня, которая должна достигаться совокупностью целей функционирования входящих в него элементов последующего уровня. Принцип минимальности состоит в получении минимума уровней декомпозиции, что сокращает размерность задач унификации. Глубина унификации должна ограничиваться таким уровнем, на котором задача унификации может быть решена без раскрытия внутреннего содержания элемента.

Поскольку проектирование механосборочного производства является многофункциональным и итерационным процессом, то между различными видами его обеспечения существует тесная взаимосвязь. Структура обеспечивающей системы приведена на рис. 4.1 [2].

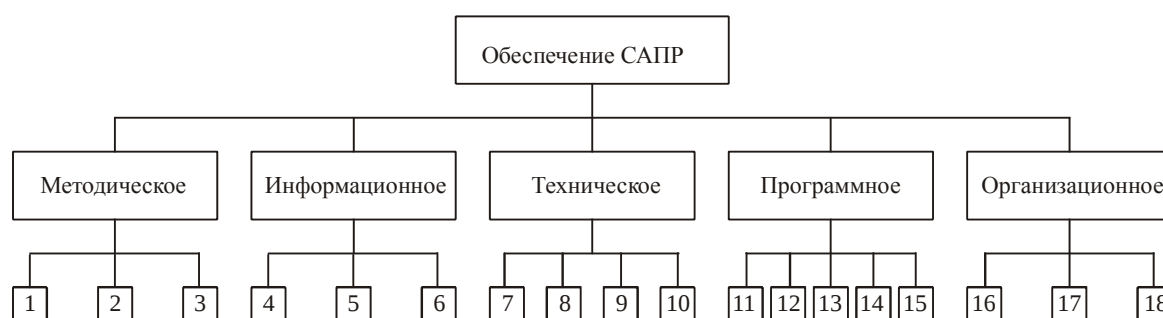


Рис. 4.1. Структура обеспечения САПР: 1 – теория автоматизированного проектирования; 2 – принципы унификации, оценочные показатели и нормативы; 3 – математические методы, модели, алгоритмы и языки описания объектов; 4 – информационное наполнение банков данных; 5 – структура и схема информационных потоков; 6 – форматы документации; 7 – вычислительные средства; 8 – терминальное оборудование; 9 – средства передачи информации; 10 – средства хранения информации; 11 – операционные системы; 12 – системы программирования; 13 – управление базами данных, специализированные управляющие программы; 14 – управление диалогом и машинной графикой; 15 – программные модули, модули инженерных расчетов и другие программы; 16 – управление автоматизированным проектированием; 17 – совершенствование структуры проектной организации; 18 – технология автоматизированного проектирования

Прямая связь состоит в том, что задание на разработку, например, технического обеспечения формируется в процессе создания информационного обеспечения более высокого уровня, а обратная связь между различными видами обеспечения проявляется в том, что требования одного обеспечения к другому должны выдвигаться с учетом возможности их удовлетворения.

Информационное обеспечение получает свою реализацию в банке данных, а эксплуатацию осуществляет программное обеспечение, разработанное с учетом удовлетворения оптимальных режимов функционирования.

Техническая, информационная и программная базы являются содержанием, а экономико-организационное обеспечение служит основой системы и должно отражать методологические принципы ее создания. К организационным аспектам относится разработка организационных структур проектных подразделений с учетом их специализации, взаимодействие органов управления и реализации, создание непрерывной технологии автоматизированного проектирования. Структурная схема системы автоматизированного проектирования представлена на рис. 4.2.

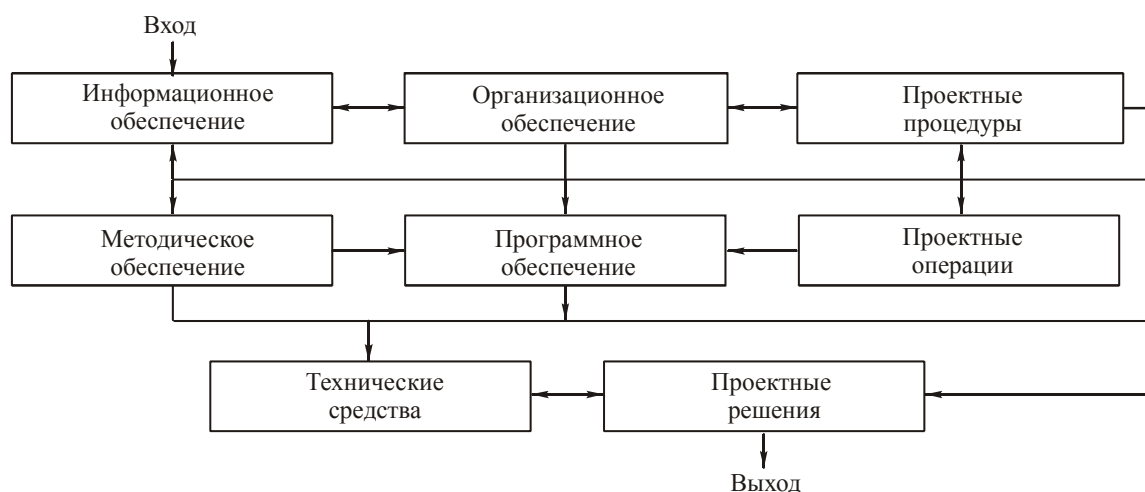


Рис. 4.2. Структурная схема САПР

Совокупность требований к созданию обеспечивающей системы прежде всего относится к вводу и выводу информации, организации взаимодействия человека с вычислительной техникой, формированию баз данных, обработке информации и коммуникациям.

В обеспечении всех видов широко используется принцип интеграции. Этот принцип позволил обосновать и сформулировать информационную интеграцию в виде баз данных, программную – в виде пакетов прикладных программ, техническую – как полный комплекс технических средств, организационную – как совокупность принципов организационного и экономического характера, положенных в основу построения автоматизированной системы и единства взаимодействия ее компонентов.

Современные требования к проектированию характеризуются двумя основными направлениями: 1) разработкой методов и средств повышения эффективности и качества решений, т.е. решений, обеспечи-

вающих наиболее высокий удельный выпуск продукции на единицу капитальных вложений; 2) созданием способов повышения производительности труда проектировщиков.

Разработка прогрессивных проектных решений требует совершенствования методики принятия решений на основе применения математического моделирования и средств вычислительной техники, рационального использования трудовых ресурсов за счет более четкой регламентации деятельности исполнителей. Это влечет за собой изменение организации труда, позволяющее рациональнее использовать знания и опыт проектировщиков. Такая организация процесса должна строиться на базе методов системного анализа, научно обоснованного прогнозирования, учета условий и факторов, влияющих на качество проектов, повышения точности и надежности исходных данных, унификации проектных решений, разработки оценочных показателей и нормативов проектирования.

Другим важным условием обеспечения эффективности проектов является развитие методов вариантного проектирования при неполной информации, выбора и оценки экономичных решений на основных этапах проектирования. При традиционном проектировании оценка качества решений, как правило, выполняется на заключительной стадии разработки, причем большинство из них определяется приближенно. Создание нормативной базы проекта обеспечивает оценку промежуточных решений и организацию непрерывных процессов проектирования.

Качество проекта характеризуется совокупностью свойств проекта, обуславливающих его пригодность для выполнения в соответствии с назначением конкретных функций, которые закладываются при его разработке и проявляются при реализации и эксплуатации. Уровень качества проекта представляет собой относительную характеристику, основанную на сравнении технико-экономических показателей качества с соответствующими совокупностями нормативных показателей.

К факторам, влияющим на качество проектов, относятся технологическая дисциплина и качество труда исполнителей, ритмичность процесса разработки, полнота и объективность нормативно-методической базы, технологическое обеспечение процесса проектирования, методы и средства разработки проектов и соответствующая организация труда проектировщиков.

Обеспечение необходимого уровня качества проектов при их разработке и реализации достигается путем внедрения комплекса прогрессивных методов и средств проектирования, целенаправленного контроля результатов труда исполнителей и решений, принимаемых в процессе проектирования.

Система обеспечения качества предусматривает оценку решений на начальных и промежуточных стадиях проектирования и реализуется на основе использования математических моделей и ЭВМ с учетом вариантной проработки принципиальных решений.

В структуре системы обеспечения качества важную роль играет выделение этапов проектирования, на которых выполняются функции управления качеством труда исполнителей и проектных решений.

Для разработки средств обеспечения качества необходимо совершенствование организационной структуры проектных подразделений путем углубления специализации труда и создания необходимых подразделений для выполнения новых функций. Поэтому для разработки нормативно-методического обеспечения и новых способов проектирования должны быть созданы специальные подразделения: отдел автоматизированного проектирования с вычислительным центром и автоматизированными рабочими местами, сектор качества, сектор унификации проектных решений, лаборатория анализа запроектированных мощностей, сектор авторского надзора, сектор научной организации труда, сектор автоматизированной системы управления (АСУ) проектной организации, нормоконтроль.

Эффективное решение проблем, стоящих перед проектировщиками, невозможно без создания базы унифицированных решений и моделирования на их основе объектов проектирования, разработки методических основ создания эффективных проектов. Закладываемые методические основы должны отражать состояние работ по нормативному и технологическому обеспечению, оценке эффективности традиционных методов и средств проектирования, обоснованию числа взаимосвязей между разделами проекта и качеством выдаваемых заданий, выявлению и анализу недостатков в технической документации, оценке организационных средств и эффективности оперативного управления процессами проектирования, определению условий, влияющих на уровень качества проектов. Изучение влияния каждого из этих факторов дает возможность сформулировать практические рекомендации по совершенствованию процесса проектирования. С этой целью создается методика сбора данных, содержащая анализ структуры и функций проектируемого производства, основных показателей организации технологического процесса разработки проекта, средств и методов обеспечения качества проектирования.

Проектирование механосборочного производства представляет собой многофункциональную систему. Результирующая функция системы проектирования характеризуется ее эффективностью, зависящей от функций составляющих подсистем, которые, как и сама система, описы-

ваются структурой, составляющими ее компонентами, взаимосвязями, параметрами и функциональными свойствами.

Одним из этапов проектирования САПР является определение состава и роли отдельных подсистем при функционировании. При этом тесная взаимосвязь частей проекта усложняет моделирование и алгоритмизацию проектирования. Наибольшие трудности возникают при оптимизации качества проекта в целом. Решение задачи, полученное при поэтапной оптимизации по отдельным параметрам качества, может значительно отличаться от оптимального решения задачи в целом. В зависимости от порядка оптимизации может существенно меняться решение задачи. Степень влияния оптимальности решения на стоимость создания нового или реконструкцию существующего производства зависит от того, на каком этапе проектирования эти решения принимаются. У развитой системы, какой является система проектирования, каждое изменение свойств ее отдельных компонентов ведет к перераспределению значений других компонентов системы. Диапазон этих свойств характеризует в целом изменчивость состояния системы проектирования. Специфической особенностью проектирования является то, что эффективность формируется в виде совокупности итераций на модели процесса раньше, чем результат функционирования. Таким образом, очередность автоматизации проектных работ устанавливается, с одной стороны, исходя из технико-экономических показателей, характеризующих важность объекта, с другой – на основании уровня научной и технической возможностей автоматизации проектных процедур.

5. ПРИНЦИПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

При проектировании необходимо по возможности выдерживать следующие принципы:

1. Поточность производства.
2. Автоматизацию производства.
3. Специализацию и кооперирование.
4. Унификацию и нормализацию.
5. Гибкость производства.
6. Производственную эстетику.
7. Культуру производства.

1. Поточность производства. Наиболее эффективным с экономической точки зрения является массовое производство. Для определения типа производства используется *коэффициент закрепления операций*

$$K_{з.о.} = n_{оп} / M, \quad (5.1)$$

где $n_{оп}$ – число технологических операций, выполняемых на участке, линии или в цехе в течение одного месяца; M – число рабочих мест (станков) на участке, линии или цехе.

По ГОСТ 3.1108-74 принято следующее деление на типы производства:

1. Единичное: $K_{з.о.} > 40$.
2. Мелкосерийное: $40 > K_{з.о.} > 20$.
3. Среднесерийное: $20 > K_{з.о.} > 10$.
4. Крупносерийное: $10 > K_{з.о.} > 1$.
5. Массовое: $K_{з.о.} < 1$.

Тип производства с технологической точки зрения характеризуется средним числом операций, выполняемых на одном рабочем месте, а это определяет степень специализации и особенности используемого оборудования. Важна также и степень различия содержания операций. Если конфигурация обрабатываемых на одном станке деталей не сильно отличается, то и переналадка осуществляется просто и быстро. Необходимо учитывать и особенности оборудования: переналадка агрегатного станка сложнее токарного универсального. В пределах одного цеха могут быть разные типы производства на разных участках.

Высшей формой организации массового производства является поточное производство. *Достоинства*: 1) дисциплинирует производство за счет такта; 2) легче автоматизировать; 3) уменьшается незавершенное производство. *Недостаток*: требуется тщательная разработка технологического процесса.

2. Автоматизация производственного процесса применяется после тщательного технико-экономического анализа. Автоматизация позволяет сократить количество рабочих, но увеличивается количество обслуживающего персонала (наладчики, конструкторы, программисты и т.п.). Различают автоматизацию для массового производства (обычно используются автоматические линии, агрегатные станки, станки-автоматы и полуавтоматы и т.п. с «жестким» программированием с помощью кулачков, но могут быть использованы и станки с ЧПУ) и для мелкосерийного производства с использованием станков с ЧПУ.

Основной недостаток использования станков с ЧПУ – это высокая стоимость оборудования (порой на порядок выше обычного), большая сложность систем управления, что требует большего штата по обслуживанию оборудования. Применение оборудования с ЧПУ оправдано при работе не менее чем в две смены и при наличии достаточного количества однотипных станков на участке (не менее 5 штук).

Основным критерием при выборе состава оборудования цеха являются минимальные приведенные затраты Z на годовой выпуск:

$$Z = C + E_n \times K, \quad (5.2)$$

где C – себестоимость годового выпуска; $E_n = 0,15$ – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений; K – капитальные вложения, рассчитанные на годовой объем продукции, которые включают стоимость оборудования, инструмента, зданий; затраты на незавершенное производство, жилищное и культурно-бытовое строительство.

Развитие автоматизации производства, а также современные тенденции в машиностроении, характеризующиеся увеличением удельного веса многономенклатурного серийного производства и сокращением продолжительности выпуска изделий в условиях массового производства, обусловили создание и широкое внедрение гибких производственных систем (ГПС).

В соответствии с ГОСТ 26228–85 ГПС – это совокупность в разных сочетаниях оборудования с ЧПУ, роботизированных технологических комплексов (РТК), гибких производственных модулей (ГПМ), отдельных единиц технологического оборудования и систем обеспечения их функционирования в автоматическом режиме в течение заданного промежутка времени, обладающая свойством автоматической переналадки при производстве изделий различной номенклатуры в установленных пределах значений их характеристик.

По организационным признакам выделяют следующие ГПС: гибкую автоматизированную линию (ГАЛ); гибкий автоматизированный

участок (ГАУ); гибкий автоматизированный цех (ГАЦ); гибкий автоматизированный завод (ГАЗ).

ГПМ состоит из единицы технологического оборудования и оснащён автоматизированным устройством программного управления и средствами автоматизации технологического процесса (устройствами загрузки, выгрузки). Он может автономно функционировать, а также может быть встроен в систему более высокого ранга.

ГАЛ и ГАУ состоят из нескольких ГПМ, объединённых автоматизированной системой управления. В ГАЛ оборудование расположено в последовательности выполнения технологических операций, а в ГАУ предусмотрена возможность изменения последовательности используемого оборудования.

ГАЦ представляет собой совокупность ГАЛ и ГАУ в различных сочетаниях, предназначенных для изготовления изделий заданной номенклатуры, например: цех механообработки, сборки, термообработки и др.

ГАЗ представляет собой совокупность ГАЦ, предназначенных для выпуска готовых изделий.

Производственная структура ГПС включает в себя два основных комплекса: производственный и управляющий вычислительный комплекс (УВК). При построении комплексов и их составных частей используют системный подход: каждая составная часть рассматривается как система, состоящая из технических средств автоматизации и механизации физического труда и управленческих функций с определённым порядком их взаимодействия.

В свою очередь, производственный комплекс включает в себя производственную систему и систему обеспечения функционирования (СОФ) производства. СОФ ГПС – это совокупность взаимосвязанных систем, обеспечивающих технологическую подготовку производства изделий, управление ГПС с помощью ЭВМ, хранение и автоматическое перемещение объектов производства и технологической оснастки.

В общем случае в состав СОФ входят:

- 1) автоматизированная транспортная или транспортно-складская система (АТСС);
- 2) автоматизированная система инструментального обеспечения (АСИО);
- 3) система автоматизированного контроля (САК);
- 4) автоматизированная система удаления отходов (АСУО);
- 5) система обеспечения профилактики и ремонта оборудования (СПР);
- 6) автоматизированная система управления технологическими процессами (АСУТП);
- 7) система автоматизированного проектирования (САПР);

- 8) автоматизированная система технологической подготовки производства (АСТПП);
- 9) автоматизированная система управления (АСУ ГПС) и др.

В соответствии с двумя формами специализации участков механообработки – технологической и предметной – возможны два направления создания ГПС.

Первое направление охватывает автоматизацию отдельных технологических операций и создание операционных ГПС (токарных, фрезерных, шлифовальных).

Второе направление характеризуется комплексной автоматизацией технологических процессов обработки деталей определенного класса, что в условиях быстрой переналадки обеспечивает значительно большую эффективность по сравнению с эффективностью операционных ГПС. Организационной основой ГПС является групповая технология, обеспечивающая минимальные простои оборудования из-за переналадки при целевой поддетальной специализации участков и цехов. В этом случае на участке выполняются технологически однородные операции обработки различных деталей одного изделия или нескольких различающихся изделий.

Для этого предварительно производят классификацию всех деталей изделий по конструктивно-технологическим признакам. Затем детали объединяют в группы по признаку общности применяемого оборудования, наладок и инструментальной оснастки. После этого разрабатывают групповые технологические процессы, позволяющие выполнять обработку на участках любых деталей группы по общему технологическому процессу.

Методы групповой обработки в условиях ГПС обеспечивают резкое сокращение производственных циклов и межоперационных транспортных операций, уменьшение незавершенного производства и существенное ускорение освоения новых изделий.

В соответствии с принципами групповой технологии создают ГПС для изготовления деталей типа тел вращения (валы, фланцы, втулки, зубчатые колеса и др.); корпусных деталей и пространственных кронштейнов и рычагов, плоскостных деталей (планки, крышки, плоские рычаги, панели и др.); смешанной группы деталей, состоящих из деталей, входящих в перечисленные выше группы.

Преимущества ГПС наиболее полно реализуются, если на автоматизированном участке линии осуществляется полное изготовление деталей. Однако, ввиду отсутствия пока ГПМ для некоторых технологических операций, а также необходимости использования имеющегося оборудования на предприятиях, внедряющих ГПС, допускается в обосно-

ванных случаях выполнять отдельные операции на других участках с более низким уровнем автоматизации.

В этом случае ГПС включается в качестве составной части участка, цеха, имеющего менее высокий уровень автоматизации, для обеспечения замкнутого цикла изготовления.

В настоящее время в механообработке применяют три типа решений ГПС. Это:

1) создание гибких участков и линий из работающих на заводе и серийно выпускаемых станков с ЧПУ. При этом участки дополняют автоматизированными транспортными системами, складами, станки оснащаются устройствами автоматической загрузки. Подобные ГПС внедряются заводами, имеющими большой опыт эксплуатации станков с ЧПУ и хорошо развитые вычислительные центры;

2) создание линий и участков на базе типовых решений, разработанных станкостроительными НИИ и КБ и серийно выпускаемых ГПМ;

3) создание ГПС на базе специальных разработок с использованием новых прогрессивных решений и оборудования, спроектированного по агрегатному принципу (многопозиционных многоцелевых станков, ГПМ с многошпиндельными головками и др.).

Первый тип решения характерен для совершенствования и реконструкции производства, второй и третий типы решений связаны с принципиальным обновлением производства.

Надо отметить высокую стоимость ГПС, поэтому при выборе состава оборудования необходимо определить рациональную степень автоматизации производственной системы. Общий подход к применению автоматизированных систем иллюстрирует диаграмма, показанная на рис. 5.1.

ГПС занимают промежуточное положение между относительно малопродуктивными станками с ЧПУ, обладающими высокой гибкостью, и автоматическими линиями массового производства, высокопродуктивными, но значительно менее гибкими. Специальные линии представляют собой комплексы крупносерийного производства из многопозиционных агрегатных станков с ЧПУ, оборудованных транспортными системами.

Основными источниками повышения эффективности ГПС являются повышение машинного времени за счет автоматической смены заготовок и сокращения времени переналадки, повышение коэффициента сменности до 2,5...3,0, уменьшение вложений в оборотные средства путем сокращения партий запуска и производственного цикла.

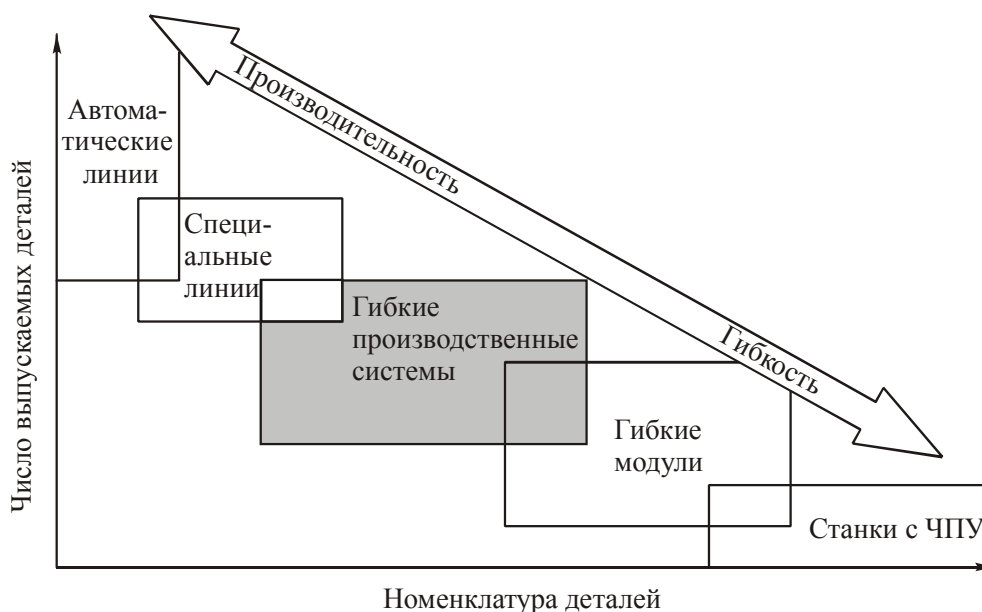


Рис. 5.1. Эффективность автоматизированных производственных систем с гибкой технологией

Поэтому при выборе состава ГПС и степени автоматизации транспортной системы, системы инструментообеспечения и контроля необходимо оценивать допустимое при этом возрастание стоимости производственной системы по сравнению со стоимостью системы при использовании автономных станков с ЧПУ.

3. Специализация и кооперирование являются неотъемлемой частью увеличения экономической эффективности производства. *Специализация* – это форма общего разделения труда. Ей способствует концентрация производства и увеличение объема выпуска, что позволяет применять специализированные и специальные станки, имеющие большую производительность. Специализация позволяет применять более производительные технологии (например, вместо строгания применять протягивание), что уменьшает себестоимость изготовления.

Различают три границы специализации:

1. Экономическую (когда имеется наименьшая себестоимость продукции).
2. Физиологическую (при специализации на рабочем месте повышается утомляемость из-за монотонности труда).
3. Социальную (оскудение содержательности труда). Для уменьшения отрицательного воздействия этого фактора рекомендуется периодически менять рабочее место.

Специализация может быть: 1) детальная (на участке обрабатываются только определенные детали); 2) предметная (собирается или изго-

тавляется только определенное изделие); 3) технологическая (литейный цех, цех черновой механической обработки и т.п.).

При специализации деталей производится настолько много, что их необходимо кому-то продавать. В этом случае необходимо *кооперирование* – работа группы предприятий по выпуску какой-то продукции. Например, один завод делает валы на автоматической линии, другой – зубчатые колеса, третий – льет и обрабатывает корпуса механизмов на автоматической линии.

4. Унификация и нормализация являются необходимыми мероприятиями при специализации и кооперировании. *Унификация* – это приведение к единообразию форм выпускаемой продукции. Например, чтобы электрические розетки одного предприятия подходили к электрическим вилкам другого предприятия. *Нормализация* – это установление единых норм и требований. Например, установление конкретных контролируемых параметров при изготовлении зубчатых колес.

5. Гибкость производства подразумевает способность к переналадке. Это очень важный фактор при острой конкурентной борьбе и при мелкосерийном и единичном производстве. Переналадка может осуществляться без смены оборудования (если прежнее оборудование позволяет освоить производство новых изделий) и со сменой. В случае необходимости смены оборудования переналадка может осуществляться при полной остановке производства и при параллельном освоении новой продукции на специальных площадях. Второй путь более предпочтителен, поэтому при проектировании цеха необходимо резервировать место для установки нового оборудования. Обычно это место не пустует – там размещают дополнительную линию и т.п. При переналадке выпуск продукции будет производиться только на одной линии.

Для увеличения гибкости производства необходимо проведение *конструктивно-технологических* и *строительно-монтажных* мероприятий.

По *первой группе мероприятий* необходимо применять такие конструкторские решения, чтобы не было проблем с поиском и приобретением нового оборудования. При проектировании технологических процессов желательно применение более универсального оборудования или с большим диапазоном размеров обрабатываемых деталей. При групповой технологии разрабатывается точная технология на комплексную деталь (не существующую в реальности, но содержащую все виды обработки реальных деталей), а каждая конкретная деталь обрабатывается по этой наладке с соответствующей коррекцией, а какие-то переходы вообще не выполняются. При этой технологии важно правильно сгруппировать детали и для них предусмотреть группы оборудования.

В перечень строительно-монтажных мероприятий входит:

1. Использование быстросменных панелей с пенопластовым наполнителем вместо капитальных перегородок. Применение капитальных перегородок допустимо только при особых требованиях к помещениям (например, для обеспечения пожаробезопасности складов горюче-смазочных материалов).

2. Применение крупной сетки колонн (чтобы в будущем колонны не мешали переустановке оборудования). Под сеткой колонн подразумевается расстояние между колоннами в поперечном (L) и продольном (t) направлениях. Применяются следующие сетки колонн ($L \times t$): 12×6; 12×9; 12×12; 18×6; 18×9; 18×12; 24×6; 24×9; 24×12 м. Применение необоснованно крупной сетки требует применения плит перекрытия большей длины и удорожает строительство. Колонны желательно применять не железобетонные, а металлические (обычно это двутавровая балка).

3. Установка оборудования на виброопоры, позволяющие быстро переставлять оборудование. Установка на индивидуальный фундамент применяется только для станков, имеющих возвратно-поступательное движение (шлифовальные, строгальные станки и т.п.), а также для тяжелого или точного оборудования.

6. Производственная эстетика имеет большое значение для увеличения производительности труда. В нее входит:

1. Создание рациональных и удобных рабочих мест, их оформление.
2. Оформление сферы бытового обслуживания.
3. Удобная и элегантная одежда рабочих.
4. Рациональная освещенность рабочих мест.
5. Решение вопросов уборки помещений.

7. Под культурой производства понимается степень совершенства взаимосвязанных вопросов. Высокая культура производства позволяет повысить качество продукции и стабильно поддерживать его на высоком уровне.

6. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЦЕХОВ

Для проектирования цеха требуются следующие основные данные:

1. Подетальная производственная программа (наименование и годовая производственная программа).
2. Рабочие чертежи.
3. Эксплуатационные требования к изготавливаемым изделиям.
4. Технологические процессы на каждую деталь.

Если предполагается реконструкция, то дополнительно требуются данные по обследованию существующего цеха:

1. Существующие технологические процессы.
2. Имеющееся оборудование и его состояние.
3. Возможности инструментального цеха (оборудование, квалификация рабочих, загрузка в предстоящий период) для изготовления оснастки проектируемого цеха.
4. Планировка существующего цеха. Особое внимание уделяется компоновке, наличию индивидуальных фундаментов, сетке колонн, высоте помещения и наличию мостовых и прочих кранов, подъездным путям.

Производственная программа может быть: 1) точной; 2) приведенной; 3) условной.

1. *Проектирование по точной программе* ведется в условиях массового и крупносерийного производства. При этом составляется подробный техпроцесс на каждую деталь или изделие.

2. *Проектирование по приведенной программе* ведется в условиях мелкосерийного и среднесерийного производства. Все изделия условно приводятся к нескольким типовым изделиям, наиболее характерным для разных групп. При этом соблюдается следующая последовательность:

- Все чертежи раскладываются на группы конструктивно-технологического сходства. Обычно это группы валов, втулок, дисков, корпусных деталей, зубчатых колес и т.п. В основе деления на группы лежит сходство технологических процессов и используемых типов станков и приспособлений.

- Из каждой группы выделяется деталь-представитель или создается комплексная деталь, имеющая все виды обработки в деталях данной группы. В качестве детали-представителя выбирается деталь, имеющая высокую точность и наибольшее число видов обработки. На этом этапе важно не упустить из вида какой-то вид обработки (на-

пример, протягивание или долбление шпоночного паза), требующий специфического оборудования.

- На деталь-представитель подробно составляется техпроцесс, на каждую операцию определяется модель станка, штучно-калькуляционное время и общая трудоемкость всей детали.

- Определяются операции, выполняемые в проектируемом цехе, и рассчитывается трудоемкость обработки детали-представителя в проектируемом цехе.

- На остальные детали в группе трудоемкость определяется через коэффициент приведения, рассчитываемый для каждой детали,

$$T_i = T_{\text{предст}} \cdot K_{\text{пр}i}, \quad (6.1)$$

где T_i – трудоемкость обработки рассматриваемой детали в проектируемом цехе; $T_{\text{предст}}$ – трудоемкость обработки детали-представителя (комплексной детали) в проектируемом цехе; $K_{\text{пр}i}$ – коэффициент приведения рассматриваемой i -й детали.

Коэффициент приведения определяется по формуле

$$K_{\text{пр}i} = K_{M_i} \cdot K_{\text{сер}i} \cdot K_{\text{сл}i} \cdot K_{\text{матер}i}, \quad (6.2)$$

где K_{M_i} – коэффициент приведения по массе (правильнее было бы использовать коэффициент приведения по обрабатываемой площади детали, но он коррелирует с весом детали, который приводится в чертеже детали); $K_{\text{сер}i}$ – коэффициент приведения по серийности (чем больше программа выпуска, тем больше возможность применения специальных приспособлений, уменьшающих время на установку детали); $K_{\text{сл}i}$ – коэффициент приведения по сложности; $K_{\text{матер}i}$ – коэффициент, учитывающий влияние марки обрабатываемого материала на режимы резания.

Таких коэффициентов может быть много (например, учитывающие состояние поверхности заготовки, применение смазочно-охлаждающих технологических средств и т.п.), но обычно применяются первые три коэффициента. Они определяются следующим образом:

$$K_{M_i} = \sqrt[3]{\frac{m_i^2}{m_{\text{пр}}^2}}, \quad (6.3)$$

где m_i – вес рассматриваемой i -й детали; $m_{\text{пр}}$ – вес детали-представителя.

Коэффициент приведения по серийности определяется в зависимости от отношения годовой программы выпуска детали-представителя к годовой программе выпуска рассматриваемой i -й детали ($N_{\text{пр}}/N_i$):

$$K_{\text{сер}} = (N_{\text{пр}} / N_i)^\alpha, \quad (6.4)$$

где α – показатель степени; $\alpha=0,15$ для объектов легкого и среднего машиностроения, $\alpha = 0,2$ для объектов тяжелого машиностроения. Для среднего машиностроения можно применять следующие коэффициенты:

если $N_{\text{пр}} / N_i \leq 0,5$, то $K_{\text{сер}i} = 0,97$;

если $N_{\text{пр}} / N_i = 1$, то $K_{\text{сер}i} = 1,00$;

если $N_{\text{пр}} / N_i = 2$, то $K_{\text{сер}i} = 1,12$;

если $N_{\text{пр}} / N_i = 4$, то $K_{\text{сер}i} = 1,22$;

если $N_{\text{пр}} / N_i = 8$, то $K_{\text{сер}i} = 1,28$;

если $N_{\text{пр}} / N_i \geq 10$, то $K_{\text{сер}i} = 1,37$.

Коэффициент приведения по сложности ($K_{\text{сл}}$) учитывает влияние технологичности конструкции на станкоемкость обработки или трудоемкость сборки. В общем виде коэффициент приведения по сложности ($K_{\text{сл}}$) можно представить в виде произведения коэффициентов, учитывающих связи между конструктивными факторами и трудоемкостью приводимых изделий. Для однородных деталей группы наиболее существенными параметрами будут точность и шероховатость поверхностей детали:

$$K_{\text{сл}} = \frac{K_{Ti} \cdot K_{Ri}}{K_{Tn} \cdot K_{Rn}}. \quad (6.5)$$

Коэффициенты точности и шероховатости i -й детали (K_{Ti} , K_{Ri}) и детали-представителя (K_{Tn} , K_{Rn}) определяются из табл. 6.1 и 6.2. Средняя точность (средний квалитет) определяется как сумма номеров квалитетов всех размеров детали деленная на число учтенных размеров. Аналогично определяется и средняя шероховатость.

Таблица 6.1

Коэффициенты точности K_{Ti} и K_{Tn}

Средний квалитет	6	7	8	11	12	13
K_{Ti} или K_{Tn}	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8

Таблица 6.2

Коэффициенты шероховатости K_{Ri} и K_{Rn}

Средняя шероховатость, Ra , мкм	20	10	5	2,5	1,25	0,63
K_{Ri} или K_{Rn}	0,95	0,95	1,0	1,1	1,2	1,4

- После определения коэффициента приведения для каждой детали рассчитывается трудоемкость годовой программы для каждой детали

в группе: $T_{Ni} = T_i \cdot N_i$. Трудоемкость обработки годовой программы всех деталей в группе рассчитывается как сумма трудоемкости годовой программы для каждой детали: $T_{\sum Ni} = \sum T_{Ni}$.

- Аналогично предыдущим пунктам рассчитывается трудоемкость для остальных групп деталей.

- Рассчитывается общая трудоемкость всех деталей, обрабатываемых в проектируемом цехе: $T_{\text{общ}} = \sum T_{\sum Ni}$.

Если каждая группа деталей обрабатывается только на отдельном участке в цехе, то дальнейший расчет количества станков на каждом участке ведется по трудоемкости годовой программы всех деталей только в этой группе $T_{\sum Ni}$. Если детали всех групп обрабатываются на участках независимо от конкретной группы, то дальнейший расчет количества станков ведется по общей трудоемкости всех деталей $T_{\text{общ}}$.

3. *Проектирование по условной программе* ведется при прикидочном расчете. Все детали разбиваются на группы конструктивно-технологического сходства, в каждой группе выбирается деталь-представитель, для них составляется подробный техпроцесс, а трудоемкость остальных деталей в группе считается одинаковой ($K_{\text{пр}i} = 1$).

Для прикидочного (укрупненного) расчета может быть *проектирование по технико-экономическим показателям (ТЭП)*. Расчет по ТЭП может производиться в стоимостном выражении (выпуск продукции в год в рублях на один станок, на одного рабочего, на один квадратный метр производственной площади и т.п.), в весовом (выпуск продукции в килограммах с одного квадратного метра производственной площади, с одного станка и т.п.), в натуральном выражении (штук с 1 м², с одного станка и т.п.).

7. РЕЖИМ РАБОТЫ И ФОНДЫ ВРЕМЕНИ

Под режимом работы понимается количество рабочих дней в году, количество смен в сутки, длительность рабочей смены в часах. Различают следующие фонды времени:

1. *Календарный* – $F_{\text{кал}} = 365 \text{ дней} \cdot 24 \text{ часа} = 8760 \text{ часов}$.

2. *Номинальный (режимный)* – сколько может работать оборудование при заданном режиме работы без учета ремонта:

$$F_{nm} = [365 - (52 + 8)] \cdot 7 \cdot m - 56 \cdot 1 \cdot m, \quad (7.1)$$

где 365 – число дней в году; 52 – количество выходных в году; 8 – количество праздничных дней; 7 – продолжительность рабочей смены, в часах; m – число смен в сутки; 56 – число дней перед выходными с сокращенной на 1 час рабочей сменой.

При односменной работе ($m=1$) $F_{n1} = 2070$ часов, при двухсменной работе $F_{n2} = 4140$ часов, при трехсменной работе $F_{n3} = 6210$ часов.

3. *Действительный (эффективный, или расчетный)* фонд времени – сколько должно работать оборудование при заданном режиме работы с учетом планово-предупредительного ремонта и осмотров (аварийный ремонт в расчет не входит)

$$F_{dm} = F_{nm} \cdot (1 - p/100 \%) = F_{nm} \cdot K_0, \quad (7.2)$$

где p – потеря времени на планово-предупредительные ремонты и осмотры, %; K_0 – коэффициент, учитывающий потери времени на планово-предупредительные ремонты и осмотры.

Потери времени на планово-предупредительные ремонты и осмотры зависят от количества смен в сутках (чем больше количество смен, тем сложнее организовать ремонт без остановки оборудования), от сложности оборудования и его веса. Для станков до 11-й категории ремонтной сложности (например, токарный станок 1К62) действуют следующие нормы:

при $m = 1$ $p = 2 \%$, $K_0 = 0,98$, $F_{d1} = 2030$ ч;
при $m = 2$ $p = 3 \%$, $K_0 = 0,97$, $F_{d2} = 4015$ ч;
при $m = 3$ $p = 4 \%$, $K_0 = 0,96$, $F_{d3} = 5960$ ч.

Для других видов оборудования действительный годовой фонд времени (укрупнено) приводится в таб. 7.1.

Таблица 7.1

Действительный годовой фонд времени работы оборудования

Вид оборудования	Режим работы, ч.		
	1 смена	2 смены	3 смены
МРС до 10 т	2040	4060	6060
МРС от 10 т до 100 т	2000	3985	5945
МРС с программным управлением до 10 т	----	3890	5775
МРС с ПУ от 10 т до 100 т	----	3810	5650
Агрегатные станки	----	4015	5990
Рабочее место сборщика с механизированным приспособлением	2050	4080	6085
Рабочее место сборщика без механизированного приспособления	2070	4140	6210

Годовой действительный фонд времени работы рабочего зависит от продолжительности рабочей недели, продолжительности отпуска и потерь времени на болезни (в среднем на одного человека). Считается, что рабочий должен работать только в одну смену, поэтому в обозначении количество смен отсутствует ($F_{др}$).

Таблица 7.2

Годовой действительный фонд времени работы рабочего $F_{др}$

Продолжительность		Действительный годовой фонд времени работы рабочего, ч.
Рабочей недели, ч.	Основного отпуска, дни	
41	15	1860
41	18	1840
41	24	1820
36	24	1610
36	36	1520

8. РАСЧЕТ РАЗМЕРА ПАРТИИ ДЕТАЛЕЙ И ТАКТА ВЫПУСКА

Для условий серийного и мелкосерийного производства годовая программа выпуска изделия не выполняется вся сразу, а разбивается на партии. *Партия деталей* – это количество деталей, одновременно запускаемых в производство. Разбивка на партии объясняется тем, что заказчику часто не нужна сразу вся годовая программа, а необходимо равномерное поступление заказанных изделий. Другим фактором является уменьшение незавершенного производства: если необходимо собрать, например, 1000 редукторов, то изготовление 1000 валов № 1 не позволит собрать ни одного редуктора до тех пор, пока не будет в наличии хотя бы одного комплекта.

Размер партии деталей влияет:

1. *На производительность процесса* и его *себестоимость* за счет доли времени подготовительно-заключительных работ ($T_{п.з.}$) на одно изделие

$$t_{шт.-к.} = t_{шт.} + T_{п.з.}/n, \quad (8.1)$$

где $t_{шт.-к.}$ – штучно-калькуляционное время на технологическую операцию; $t_{шт.}$ – штучное время на технологическую операцию; n – размер партии деталей. Чем больше размер партии, тем меньше штучно-калькуляционное время на технологическую операцию.

2. *На величину площади цеха*: чем больше партия, тем больше места требуется для складирования.

3. *На себестоимость продукции через незавершенное производство*: чем больше партия, тем больше незавершенное производство, тем выше себестоимость продукции. Чем больше стоимость материалов и полуфабрикатов, тем больше влияние незавершенного производства на себестоимость продукции.

Размер партии деталей рассчитывается по формуле

$$n = N \cdot f / F, \quad (8.2)$$

где n – размер партии деталей, шт.; N – годовая программа изготовления деталей, шт.; F – число рабочих дней в году; f – число дней запаса хранения деталей перед сборкой. Таким образом, N/F – дневная программа выпуска, шт. Число дней запаса хранения деталей перед сборкой $f = 2...12$. Чем больше размеры детали (больше требуется места для хранения), чем дороже материал и изготовление (больше требуется де-

нег, больше отдавать по кредитам), тем меньше устанавливается число дней запаса хранения деталей перед сборкой ($f = 2..5$). На практике $f = 0,5...60$ дней.

Для поточного производства характерным является такт запуска и такт выпуска

$$t_3 = F_{д\ m} / N_{зап}, \quad (8.3)$$

где t_3 – такт запуска; $F_{д\ m}$ – действительный фонд времени оборудования для соответствующей сменности работы m ; $N_{зап}$ – программа запуска заготовок.

Аналогично определяется и такт выпуска

$$t_в = F_{д\ m} / N_{вып}, \quad (8.4)$$

где $N_{вып}$ – программа выпуска деталей.

В связи с неизбежным появлением брака (от 0,05 до 3 %) программа запуска должна быть больше программы выпуска на соответствующую долю.

9. МЕТОДЫ РАСЧЕТА ТРУДОЕМКОСТИ

Все методы расчета трудоемкости можно разделить на точные и приближенные.

1. По *штучному времени* расчет ведется при массовом производстве, когда нет перенастройки оборудования. Для каждого перехода рассчитывается основное и вспомогательное время, а после этого для каждой операции рассчитывается штучное время

$$t_{\text{шт}} = \Sigma(t_0 + t_{\text{всп}}) + t_{\text{т.о}} + t_{\text{о.о}} + t_{\text{отд}}, \quad (9.1)$$

где $t_{\text{шт}}$ – штучное время, мин; t_0 – основное время (в течение которого включена рабочая подача. Для токарной обработки $t_0 = L_{\text{р. х.}} / S \cdot n$, где $L_{\text{р. х.}}$ – длина рабочего хода, мм; S – подача, мм/об.; n – частота вращения шпинделя, об/мин); $t_{\text{всп}}$ – вспомогательное время, не перекрываемое с основным (установка и снятие детали, смена инструмента, переключение частоты вращения шпинделя и подачи, ускоренный подвод инструмента к обрабатываемой поверхности, установка на обрабатываемый размер по лимбу, включение рабочей подачи, отключение рабочей подачи, ускоренный отвод инструмента на следующую позицию); $t_{\text{т.о.}}$ – время на техническое обслуживание (замену инструмента при его износе, настройку станка после замены инструмента, устранение отказов); $t_{\text{о.о.}}$ – время на организационное обслуживание (получение задания, режущих и измерительных инструментов, настройку и смазку станка, уборку стружки); $t_{\text{отд}}$ – время на отдых.

Обычно вспомогательное время составляет в среднем 25 % от основного, но для деталей с короткими обрабатываемыми поверхностями до 300 %, с длинными обрабатываемыми поверхностями – до 3 %. Для универсальных станков время на обслуживание и отдых $t_{\text{обсл}}$ ($t_{\text{обсл}} = t_{\text{т.о.}} + t_{\text{о.о.}} + t_{\text{отд}}$) составляет 6–10 % от оперативного времени ($t_{\text{опер}} = t_0 + t_{\text{всп}}$); для автоматических линий $t_{\text{обсл}} = 10 - 18 \%$.

Общая трудоемкость обработки детали в *проектируемом цехе*

$$T_{\text{шт. } j} = \sum_{i=1}^k t_{\text{шт. } i}, \quad (9.2)$$

где j – порядковый номер детали во всей номенклатуре; k – количество операций, выполняемых в проектируемом цехе.

2. По *штучно-калькуляционному времени* расчет ведется при серийном производстве, когда периодически требуется перенастройка оборудования:

$$t_{\text{шт-к}} = t_{\text{шт}} + T_{\text{п.з.}}/n, \quad (9.3)$$

где $t_{\text{шт}}$ – штучное время; $T_{\text{п.з.}}$ – подготовительно-заключительное время, необходимое для установки приспособления и режущих инструментов на станок, их выверки, настройки станка, снятия приспособления и инструментов после обработки партии деталей (в зависимости от сложности станка составляет от 30 минут до нескольких часов); n – программа партии деталей, одновременно запускаемых в производство.

Далее расчет производится как и по штучному времени.

3. *Метод подобия (метод сравнения)* используется при единичном и мелкосерийном производстве, когда номенклатура обрабатываемых деталей велика и точный расчет будет занимать слишком много времени. По этому методу все детали делятся на группы конструктивно-технологического сходства, в каждой группе выделяется деталь-представитель, для которой составляется подробный техпроцесс и определяется штучно-калькуляционное время. После этого штучно-калькуляционное время на остальные детали в группе может определяться несколькими способами.

- *Через коэффициент приведения*

$$T_{\text{шт.-к.}j} = T_{\text{шт.-к.предст}} \cdot K_{\text{пр.}j}, \quad (9.4)$$

где $T_{\text{шт.-к.}j}$ – штучно-калькуляционное время обработки рассматриваемой j -й детали; $T_{\text{шт.-к.предст}}$ – штучно-калькуляционное время обработки детали-представителя; $K_{\text{пр.}j}$ – коэффициент приведения для j -й детали. Подробно расчет трудоемкости по приведенной программе рассмотрен ранее в разделе «Исходные данные для проектирования».

- *Графический способ* используется при незначительной разнице в конфигурации деталей в группе. Определяется характерный параметр (например, произведение длины детали на ее диаметр $L \times d$). Для 3-х или 5-и деталей, различающихся по этому параметру, определяется $T_{\text{шт.-к.}}$ и строится график зависимости $T_{\text{шт.-к.}}$ от этого параметра (например, $L \times d$). В дальнейшем пересечение с этим графиком расчетного параметра (например, $L \times d$) даст искомую трудоемкость $T_{\text{шт.-к.}j}$.

- *Способ использования заводских данных* применяется при обработке аналогичных деталей на других предприятиях или в цехах.

- *По удельной трудоемкости* – в каждой группе деталей для детали-представителя определяется удельная трудоемкость $q_{T_{\text{шт.-к.}i}}$ (штучно-калькуляционное время, отнесенное к весу детали или ее объему). Для определения трудоемкости обработки детали ее вес умножается на удельную трудоемкость. Способ достаточно точен, если точность обработки деталей примерно одинакова и используются одинаковые приспособления и станки.

10. РАСЧЕТ ПОТРЕБНОГО КОЛИЧЕСТВА ОБОРУДОВАНИЯ И РАБОЧИХ МЕСТ

Применение методов расчета требуемого количества оборудования зависит от характера производства и требуемой точности расчета.

1. В условиях массового и крупносерийного производства при непоточной форме организации изготовления расчет производится следующим образом:

1. Составляется подробный техпроцесс для каждой детали.
2. Для каждой операции определяется модель станка и штучно-калькуляционное время (для массового производства – штучное).
3. Операции, где используются станки одной модели, группируются (в качестве примера см. табл. 10.1, 3-й столбец) и рассчитывается суммарное штучно-калькуляционное время для всей группы операций для одной детали (4-й столбец), для годовых программ каждой детали (6-й столбец) и годовой программы всех деталей (7-й столбец).

Таблица 10.1

Расчет трудоемкости для крупносерийного производства
(к примеру расчета количества станков)

Модель станка	Номер (наименование) детали	Номера опера- ций	Суммирование штучно- калькуляционно- го времени $t_{шт.-к.}$ операций с использованием одной и той же модели станка, мин	Годовая про- грамма детали, шт.	Трудоем- кость годовой программы детали, мин	Трудоем- кость годовой програм- мы для станка, $T_{шт.-к. ст.}$ мин
1	2	3	4	5	6	7
16K20	Вал №1	1,2,5,7	2+1,2+3,3+4=11	10000	110000	380000
	Вал №2	1,4,5	2,4+3,1+8=13,5	20000	270000	
6H82	Вал №1	3,6	4,2+5,1=9,3	10000	93000	245000
	Вал №2	2,7	5+2,6=7,6	20000	152000	
2125	Вал №1	4	1,3	10000	13000	73000
	Вал №2	5,8	0,8+2,2=3	20000	60000	
Общая трудоемкость годовой программы всех деталей $T_{\Sigma N \text{ шт.-к.}}$					11633,33ч	11633,33 ч

4. Рассчитывается количество станков каждой модели

$$C_p = T_{N \text{ шт.-к. станка}} / F_{дт}, \quad (10.1)$$

где $T_{N \text{ шт.-к. станка}}$ – трудоемкость обработки годовой программы всех деталей на данной модели станка, ч.; $F_{д \text{ } m}$ – действительный годовой фонд времени работы оборудования при соответствующем количестве смен m в сутки, ч.

5. Принимается требуемое количество станков $C_{\text{пр}}$, которое должно быть целым числом. При округлении до ближайшего меньшего целого числа переработка на один станок не должна превышать 10 %. Например, при $C_p=10,9$ шт. можно взять (принять) $C_{\text{пр}}=10$ станков, и переработка составит 9 %. При $C_p=5,6$ шт. необходимо взять $C_{\text{пр}}=6$ станков, т.к. при $C_{\text{пр}}=5$ станков переработка составит $(0,6/5) \cdot 100 \% = 12 \%$, что недопустимо. Переработка обычно компенсируется за счет увеличения режимов резания, и в первую очередь за счет увеличения подачи (она меньше влияет на стойкость инструмента по сравнению со скоростью резания) при увеличении радиуса округления режущей кромки резца для сохранения требуемой шероховатости поверхности. Если этого недостаточно, то увеличивают скорость резания, но это приведет к уменьшению стойкости инструмента. Оптимальный коэффициент загрузки оборудования ($K_z = C_p/C_{\text{пр}}$) составляет $0,9 \dots 0,95$.

2. В условиях единичного и мелкосерийного производства расчет ведется по детали-представителю:

- Для каждой модели станка рассчитывается трудоемкость обработки детали-представителя на данной модели станка $t_{\text{шт.-к. станка}}$, мин.
- Определяется коэффициент использования данной модели оборудования

$$\alpha_{\text{станка}} = t_{\text{шт.-к. станка}} / T_{\text{шт.-к.предст}}, \quad (10.2)$$

где $T_{\text{шт.-к.предст}}$ – общая трудоемкость одной детали-представителя, мин.

- Рассчитывается общее количество станков

$$C_p = T_{\Sigma N \text{ шт.-к.}} / F_{д \text{ } m}, \quad (10.3)$$

где $T_{\Sigma N \text{ шт.-к.}}$ – трудоемкость обработки годовой программы всех деталей в группе, ч; $F_{д \text{ } m}$ – действительный годовой фонд времени работы оборудования при соответствующем количестве смен m в сутки, ч.

- Рассчитывается количество станков каждой модели

$$C_{p \text{ станка}} = C_p \cdot \alpha_{\text{станка}}. \quad (10.4)$$

- Определяется принятое количество станков каждой модели $C_{\text{пр станка}}$ с учетом допустимой переработки 10 %.

- Рассчитывается общее принятое количество станков как сумма принятого количества станков каждой модели

$$C_{\text{пр } \Sigma} = \Sigma C_{\text{пр станка}}. \quad (10.5)$$

Рассмотрим *пример расчета в условиях мелкосерийного производства*.

1. Для детали-представителя (в табл. 10.2 – *представитель*) подробно проектируем техпроцесс и составляем табл. 10.2.

Таблица 10.2

Расчет трудоемкости для мелкосерийного производства

Модель станка	Номер (наименование) детали	Номера операций	Суммирование $t_{\text{шт.-к. операций}}$ с использованием одной и той же модели станка, мин
1	2	3	4
16K20	представитель	1, 2, 5, 7	$2+1,2+3,3+4=11$
6H82	представитель	3, 6	$4,2+5,1=9,3$
2125	представитель	4	1,3
Трудоемкость одной детали, мин			$T_{\text{шт.-к. предст.}} = 20,6$

2. Рассчитываем коэффициенты использования каждой модели оборудования по формуле (10.2):

$$\alpha_{16K20} = t_{\text{шт.-к. 16K20}} / T_{\text{шт.-к. предст.}} = 11/20,6 = 0,53;$$

$$\alpha_{6H82} = t_{\text{шт.-к. 6H82}} / T_{\text{шт.-к. предст.}} = 9,3/20,6 = 0,45;$$

$$\alpha_{2125} = t_{\text{шт.-к. 2125}} / T_{\text{шт.-к. предст.}} = 1,3/20,6 = 0,06.$$

3. Рассчитываем общее количество станков по формуле (10.3)

$$C_p = T_{\Sigma N \text{ шт.-к.}} / F_{д м} = 50620 / 4060 = 12,5 \text{ шт.},$$

где $T_{\Sigma N \text{ шт.-к.}} = 50620$ ч – трудоемкость обработки годовой программы всех деталей в группе деталей (рассчитывается через коэффициенты приведения, в примере эта цифра взята условно); $F_{д м} = 4060$ ч – действительный годовой фонд времени работы оборудования при двухсменной работе.

4. Рассчитываем количество станков каждой модели $C_{p \text{ станка}}$ по формуле (10.4):

$$C_{p 16K20} = C_p \cdot \alpha_{16K20} = 12,5 \cdot 0,53 = 6,6 \text{ шт.};$$

$$C_{\text{пр } 16K20} = 6 \text{ шт.}$$

$$C_{p 6H82} = C_p \cdot \alpha_{6H82} = 12,5 \cdot 0,45 = 5,6 \text{ шт.};$$

$$C_{\text{пр } 6H82} = 6 \text{ шт.}$$

$$C_{p 2125} = C_p \cdot \alpha_{2125} = 12,5 \cdot 0,06 = 0,75 \text{ шт.};$$

$$C_{\text{пр } 2125} = 1 \text{ шт.}$$

5. Рассчитываем общее количество станков

$$C_{\text{пр } \Sigma} = \Sigma C_{\text{пр станка}} = 6 + 6 + 1 = 13 \text{ шт.}$$

3. Для поточного производства расчет количества станков ведется по каждой операции по штучному времени и через такт запуска:

$$C_p = t_{\text{шт}} / \tau_{\text{зап}}. \quad (10.6)$$

Перед расчетом количества станков техпроцесс необходимо синхронизировать. *Синхронизация техпроцесса* – это выравнивание длительности операций до величины, равной или кратной такту.

После составления техпроцесса и его нормирования обычно длительность операций различна. В этом случае оборудование, где выполняются операции с малым штучным временем, будет простаивать, ожидая очередную деталь.

Пример составления техпроцесса обработки детали (рис. 10.1).

Техпроцесс №1

Операция 1 (фрезерно-центровальная)

1. Фрезеровать торцы 1 и 5 одновременно.

$$t_{\text{шт}} = 2 \text{ мин.}$$

Операция 2 (токарная)

1. Обточить поверхность 2.

$$t_{\text{шт}} = 1 \text{ мин.}$$

Операция 3 (токарная)

1. Обточить поверхность 3.
2. Обточить поверхность 4.

$$t_{\text{шт}} = 3 \text{ мин.}$$

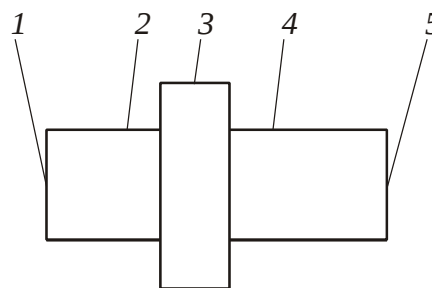


Рис. 10.1. Эскиз детали

В техпроцессе №1 длительность операций различна. Чтобы выровнять длительность, можно переход №1 из 3-й операции перенести во вторую операцию. Тогда новый техпроцесс будет иметь одинаковую продолжительность операций ($t_{\text{шт}} = 2$ мин) и такт можно принять равным двум минутам.

Пример составления нового техпроцесса обработки детали (рис. 10.2).

Техпроцесс №2

Операция 1 (фрезерно-центровальная)

1. Фрезеровать торцы 1 и 5 одновременно.

$t_{шт} = 2$ мин.

Операция 2 (токарная)

1. Обточить поверхность 2.
2. Обточить поверхность 3.

$t_{шт} = 2$ мин.

Операция 3 (токарная)

1. Обточить поверхность 4.

$t_{шт} = 2$ мин.

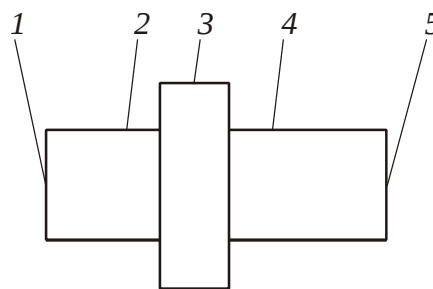


Рис. 10.2. Эскиз детали

Способы синхронизации техпроцесса:

1. Перегруппировка переходов по операциям.
2. Изменение режимов резания.
3. Применение на лимитирующих операциях (с большим $t_{шт}$) инструментальных материалов с большей стойкостью.
4. Применение на лимитирующих операциях многолезвийных или комбинированных инструментов, позволяющих вести одновременную обработку нескольких поверхностей.
5. Перенос операций на более производительное оборудование.
6. Уменьшение припусков. Это позволяет увеличить скорость резания, а при обработке поверхностей с очень большими припусками уменьшить число проходов (актуально для черновых и шлифовальных операций).
7. Применение более совершенных приспособлений, что позволяет уменьшить вспомогательное время.
8. Изменение конструкции детали для улучшения ее технологичности.
9. Применение более совершенных транспортных устройств для более быстрого перехода к установке детали на следующей позиции (операции).
10. Применение автоматических устройств для уменьшения вспомогательного времени.
11. Полное изменение технологического процесса.

Если штучное время в два раза больше такта, то на эту операцию устанавливаются параллельно два станка, если в три раза – то три станка и т.д.

4. Расчет требуемого количества оборудования по производительности

$$C_p = \frac{N}{F_{д.м} \cdot q} \cdot K_{п}, \quad (10.7)$$

где N – годовая программа выпуска (штук или кг); $F_{д.м}$ – действительный фонд времени работы оборудования, ч.; q – производительность оборудования (шт./ч. или кг/ч.); $K_{п}$ – коэффициент потерь на переналадку оборудования.

5. Расчет требуемого количества оборудования по технико-экономическим показателям:

$$C_p = \frac{N}{q}, \quad (10.8)$$

где N – годовая программа выпуска (штук или кг); q – производительность оборудования в год (шт./станок или кг/станок).

6. Расчет требуемого количества станков по процентному соотношению к другим видам оборудования. Таким способом обычно рассчитывается вспомогательное оборудование. Например, число станков в службе ремонта и технического обслуживания составляет от 4 до 7 % от числа основного производственного оборудования.

11. ПЛАНИРОВКА ОБОРУДОВАНИЯ

Планировка цеха или участка – это графическое изображение на плане и разрезах цеха оборудования, подъемно-транспортных устройств и других средств, необходимых для выполнения и обслуживания технологического процесса.

Существуют следующие методы планировки:

1. *Шаблонный*. Из ватмана или картона вырезают шаблоны по конфигурации размещаемого оборудования в том же масштабе, что и вычерчиваемая планировка здания цеха (выполняемой обычно в масштабе 1:50, 1:100, 1:200). Желательно иметь на каждую единицу оборудования свой шаблон или, в крайнем случае, на все рядом размещаемые станки. На всех шаблонах указывается модель станка или наименование оборудования (например: «тумбочка», «верстак» и т.п.). После этого на планировке здания расставляют шаблоны и находят оптимальный вариант с учетом соблюдения норм на расстояние между станками и от стен, проездов и т.п. В найденном положении шаблоны обводятся карандашом (рис. 11.1).

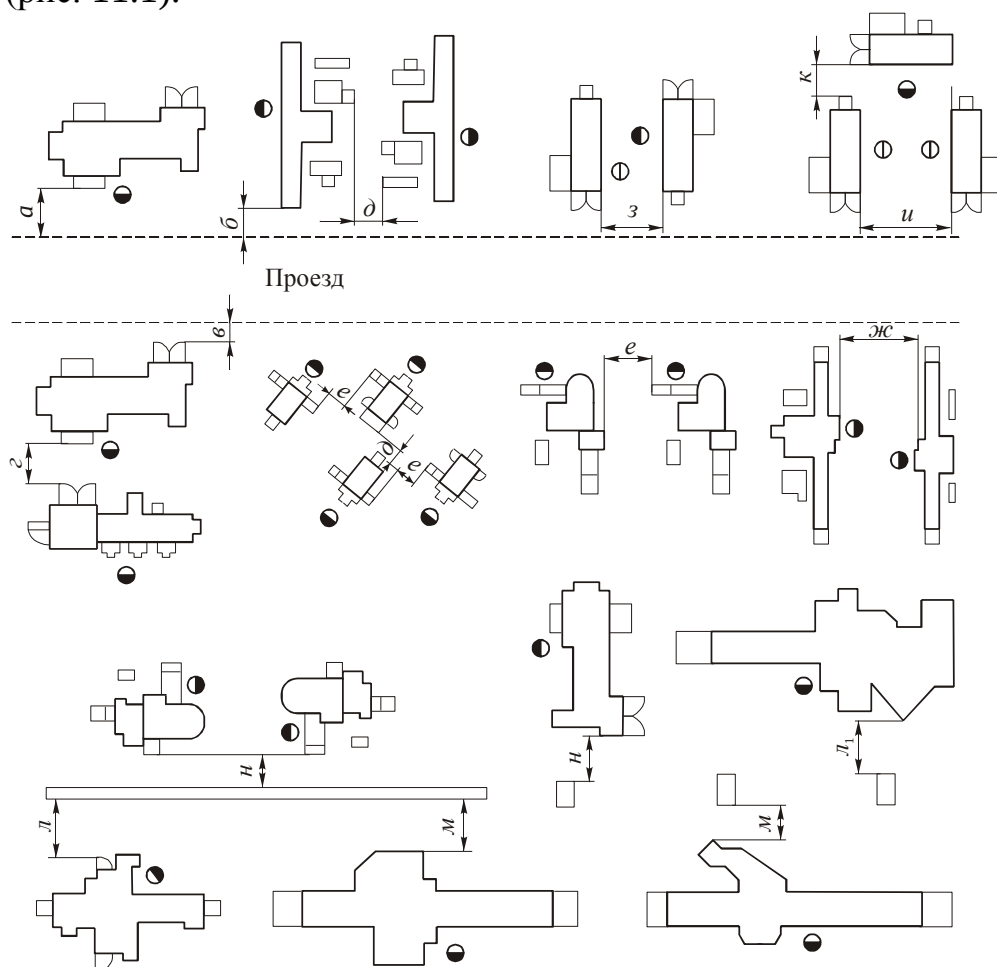


Рис. 11.1. Схема расстановки станков

2. *Темплетный*. Используются темплеты – шаблоны из прозрачного материала (обычно из целлулоида), сделанные заводским способом. На темплетях указана модель станка и масштаб (обычно 1:100). В таком же масштабе выполняется и планировка здания цеха.

3. *Макетный*. Используются объемные макеты из пластмассы или гипса. Этот способ дорогой и используется при размещении оборудования химической промышленности и т.п., т.е. там, где в пространстве идет переплетение труб, наклонных печей и т.п.

При планировке оборудование размещается, исходя из удобства работы и обслуживания, эстетических соображений, норм технологического проектирования с соблюдением требований техники безопасности и охраны труда (рис. 11.1 и табл. 11.1). **Нормы даны от крайних положений движущихся частей станка и от открытых дверей станка, стоек и шкафов управления.**

Таблица 11.1

Нормы расстояний, мм (к рис. 11.1)

Расстояние	Наибольший габаритный размер станка в плане, мм		
	до1800	до 4000	до 8000
От проезда до:			
1) фронтальной стороны станка (<i>a</i>)	1600/1000		2000/1000
2) боковой стороны станка (<i>б</i>)	500		700/500
3) тыльной стороны станка (<i>в</i>)	500		500
Между станками при расположении их:			
1) « в затылок » друг к другу (<i>з</i>)	1700/1400	2600/1600	2600/1800
2) тыльными сторонами друг к другу (<i>д</i>)	700	800	1000
3) боковыми сторонами друг к другу (<i>е</i>)	900		1300/1200
4) фронтальными сторонами друг к другу и при обслуживании одним рабочим:			
одного станка (<i>ж</i>)	2100/1900	2500/2300	2600
двух станков (<i>з</i>)	1700/1400	1700/1600	----
по кольцевой схеме (<i>и</i>)	2500/1400	2500/1600	----
От стен, колонн до:			
1) фронтальной стороны станка (<i>л</i>)	1600/1300	1600/1500	
2) фронтальной стороны станка (<i>л₁</i>)	1300	1500/1300	1500
3) тыльной стороны станка (<i>м</i>)	700	800	900
4) боковой стороны станка (<i>н</i>)	1200/900		
<i>Примечание:</i> 1. В знаменателе приведены нормы расстояний для крупносерийного и массового производства, если они отличаются от соответствующих норм для условий единичного, мелкосерийного и среднесерийного производства.			
2. Расстояние между станками <i>к</i> при кольцевой схеме принимается не менее 700 мм.			
3. Если рядом расположены станки разных габаритов, то нормы берутся для наибольшего			

Все оборудование делится на мелкое (до 1 т), среднее (от 1 до 10 т) и крупное (от 10 до 100 т). Аналогичное деление используется, исходя из наибольшего габаритного размера станка (табл. 11.1).

Ширина магистральных проездов межцеховых перевозок выбирается от 4500 до 5500 мм.

Ширина цеховых проездов принимается в зависимости от ширины транспортного средства или ширины перевозимого груза:

1. При одностороннем движении

$$A = B + 1400, \quad (11.1)$$

где A – ширина цехового проезда, мм; B – ширина транспортного средства или ширина перевозимого груза (по наибольшему габариту), мм.

2. При двухстороннем движении

$$A = 2B + 1600. \quad (11.2)$$

В том случае, если по каким-либо причинам ширина цеховых проездов недостаточна для организации двухстороннего движения, то при большой длине пролёта предусматриваются разъездные карманы длиной не менее двух длин транспортного средства с грузом. Расстояние между разъездными карманами выбирается с точки зрения целесообразности (обычно через 25...50 м) или в местах, позволяющих их организовать (специфическое расположение оборудования, увеличенная площадка межоперационного хранения и т.п.). Перед разъездной площадкой с обеих сторон, как правило, устанавливается знак, указывающий преимущество при движении транспорта.

Ширина пешеходных проходов принимается равной 1400 мм. *Зона рабочего* (от фронтальной стороны станка до затылка рабочего) принимается равной 800 мм.

Примеры планировочных решений станочных линий приведены на рис. 11.2. В этих схемах ширина пешеходных проходов A_2 принята равной 1400 мм (рис. 11.2, *а*), ширина передаточных столов и стеллажного оборудования $B = 670$ мм (рис. 11.2, *б*), расстояние между ними $\Gamma = 900$ мм. Расстояние между станком и консольной секцией приемопередаточного стола $D = 400$ мм, а ширина рабочей зоны между станком и столами $E = 1070$ мм. Ширина K механизированного межоперационного транспорта принимается в соответствии с размерами изготавливаемых деталей, а расстояние $Ж$ между транспортными устройствами – не менее 300 мм (рис. 11.2, *а*).

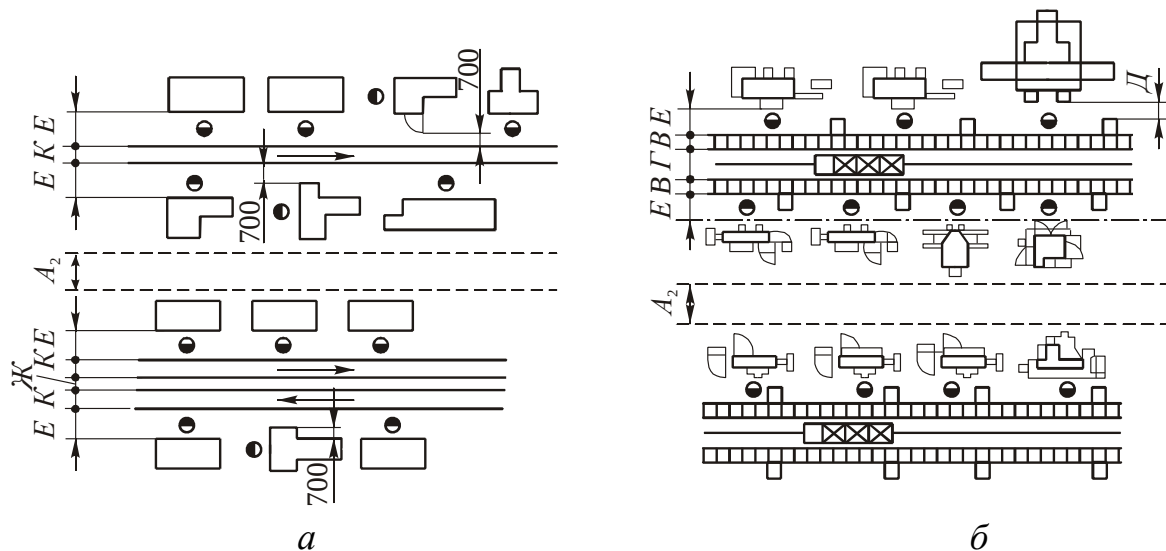


Рис. 11.2. Примеры планировочных решений станочных линий с использованием различных видов межоперационного транспорта: *а* – со стационарными роликовыми или пластинчатыми конвейерами; *б* – с автоматизированной транспортно-складской системой для тары 400×600 мм (разработчик НПО «Оргстанкинпром»)

Возможные варианты размещения стационарных рабочих мест сборки для условий единичного, мелкосерийного и среднесерийного производства показаны на рис. 11.3, а в табл. 11.2 приведены нормы на их размещение.

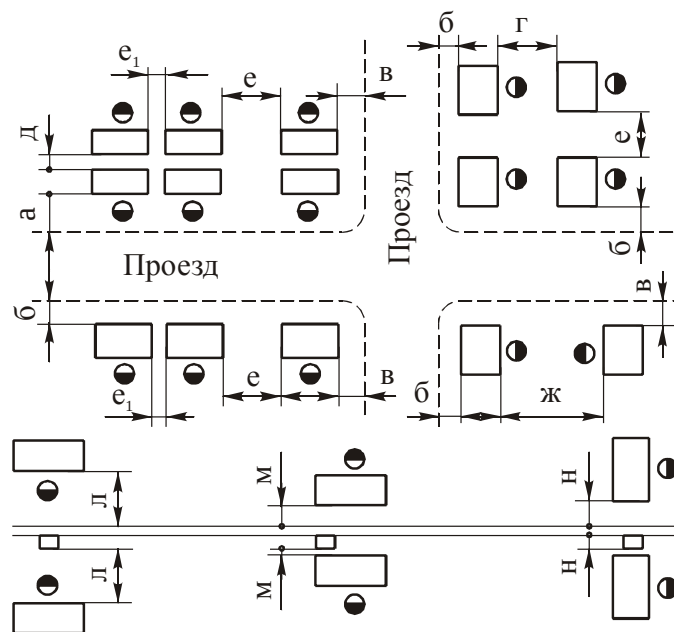


Рис. 11.3. Схемы размещения рабочих мест сборки

Таблица 11.2

Нормы расстояний, мм,
для размещения сборочных рабочих мест (к рис. 11.3)

Расстояние	Рабочая зона с одной сто- роны	Рабочая зона вокруг объекта	
	Габаритные размеры собираемого изделия, мм		
	До 650×250	До 1250×750	До 2500×1000
От проезда до:			
1) фронтальной стороны стола (<i>a</i>)	1500/1000	2250/1000	2250/1500
2) тыльной стороны стола (<i>б</i>)	500	1000/750	1000/900
3) боковых сторон столов (<i>в</i>)	1250/1000	1000	1000
Между сборочными местами при взаимном расположении:			
1) «в затылок» (<i>з</i>)	1750/1000	2750/1700	
2) тыльными сторонами (<i>д</i>)	0	1500/1000	
3) боковыми сторонами (<i>е</i>)	1500/750	1500/750	1500/1200
4) боковыми сторонами (<i>е₁</i>)	0	1500/750	1500/1200
5) фронтальными сторонами (<i>ж</i>)	2750/2000	3500/2500	
От стен и колонн до:			
1) фронтальной стороны стола (<i>л</i>)	1500/1300	1750/1500	
2) тыльной стороны стола (<i>м</i>)	0	1000/750	1000/900
3) боковой стороны стола (<i>н</i>)	750		

Примечание: 1. В знаменателе приведены нормы для среднесерийного производства, если они отличаются от единичного и мелкосерийного производства. 2. В нормы не включены площади для складирования деталей и сборочных узлов.

Для условий крупносерийного и массового производства характерны варианты конвейерной сборки. Расстояния для размещения сборочных мест в этих случаях, как правило, определяются конструкцией конвейеров и используемого оборудования.

12. УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ НА ПЛАНИРОВКЕ

Планировка выполняется в масштабе 1:100 для малых и средних цехов, 1:200 – для больших. Монтажные планировки с привязкой оборудования к зданию выполняются в масштабе 1:50. Привязка может быть с координатным расположением размеров и с цепным. Координатное расположение более точное, но больше затемняет чертеж.

При выполнении планировки учитываются все факторы:

1. Доступ к рабочим местам, площадкам заготовок и деталей.
2. Удобство работы рабочего.
3. Удобство доставки заготовок к площадкам заготовок и вывоза деталей.
4. Близость комнат мастера, контролеров, ремонтников.
5. Близость автоматов для питья.
6. Близость заточного отделения.
7. Близость мест для курения и мест общественного пользования.
8. Удобное расположение противопожарного инвентаря.
9. Все распашные двери должны открываться наружу по правилам пожарной безопасности.
10. Должен быть обеспечен свободный проезд пожарных машин и быстрая эвакуация людей и дорогой техники.
11. Должна быть обеспечена быстрая эвакуация крановщиц.
12. Недопустимо смешивать оборудование различной категории вредности и шумности.
13. Должен быть обеспечен достаточный обмен воздуха.
14. Должна быть обеспечена хорошая освещенность.
15. Трубопроводы и электрокабели должны располагаться вне зоны транспортной системы.

На планировке указывается:

1. Сечение колонн с фундаментами.
2. Магистральные и цеховые проезды и проходы для людей.
3. Наружные и внутренние стены, перегородки, барьеры и т.п.
4. Окна, ворота, двери в распахнутом положении.
5. Основное и вспомогательное оборудование.
6. Местоположение рабочего.
7. Верстаки, рабочие столы, стеллажи, подставки.
8. Места складирования заготовок и изделий.
9. Места хранения инструментов.
10. Площадки контроля.
11. Места мастеров.

12. Транспортные устройства и средства.

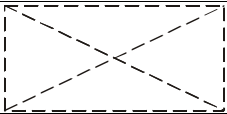
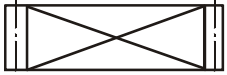
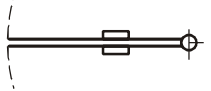
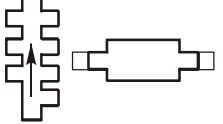
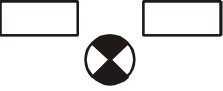
13. Необходимые разрезы с указанием подвалов, шахт, антреселей.

14. Указывается ширина и длина пролетов, общая длина и ширина цеха, шаг колонн; назначение, ширина и длина каждого производственного и вспомогательного отделения; расстояние от стен и колонн до станков и расстояние между станками; габаритные размеры крупных станков; нумерация оборудования с ее расшифровкой в спецификации.

На планировке цеха используются условные обозначения, наиболее употребляемые из которых указаны в табл. 12.1.

Таблица 12.1

Условные обозначения на планировке

Капитальная стена		Место складирования заготовок и изделий	
Окно		Пульт управления	
Сплошная перегородка		Кран мостовой	
Перегородка из стеклоблоков		Стеллаж многоярусный однорядный	
Барьер		Кран-штабелер автоматизированный	
Ворота распашные		Кран консольный поворотный с электроталью	
Ворота откатные		Каретка-оператор с автоматическим адресованием грузов	
Колонны железобетонные и металлические		Тележка рельсовая	
Канал для транспортировки стружки		Конвейер подвесной цепной	
Автоматическая линия и технологическое оборудование		Промышленный робот	
Место рабочего		Конвейер роликовый однорядный	
Многостаночное обслуживание одним рабочим		Подвод сжатого воздуха (цифры указывают давление в сети)	
Контрольный пункт		Точка подвода электрокабеля	

		к оборудованию	
--	--	----------------	--

13. ОРГАНИЗАЦИЯ И УСТРОЙСТВО РАБОЧЕГО МЕСТА

Организация и устройство рабочего места зависит:

- 1) от конструкции, размеров и веса обрабатываемых деталей;
- 2) формы организации производства;
- 3) технологического процесса;
- 4) серийности производства;
- 5) размера партии деталей.

Если вес детали более 16 кг, то для ее установки на станок применяется поворотный кран, который обычно крепится к рядом расположенной колонне или устанавливается на индивидуальный фундамент. Поворотный кран обычно обслуживает два станка, поэтому необходимо соответствующим образом их располагать. В зоне действия крана должны находиться площадки заготовок и деталей (обычно площадка деталей одного станка является площадкой заготовок для другого).

В серийном производстве на площадках заготовок и готовых деталей при обработке мелких деталей (весом менее 3 кг) часто устанавливаются ручные тележки с тарой для уменьшения числа перевалок груза при транспортировке. Крупные детали складываются в большой контейнер (общий вес несколько сотен килограммов), который перемещается между рабочими местами мостовым краном, кран-балкой или погрузчиком. Площадка для такого контейнера может занимать несколько квадратных метров. Очень крупные заготовки (весом сотни килограммов) размещаются штабелями.

В рабочей зоне станка находится тумбочка для режущего и измерительного инструмента. Часто используемый инструмент находится на верхней полке, редко используемый – на нижней. При мелкосерийном производстве рядом со станком (обычно сзади станка) располагается шкаф или площадка для хранения приспособлений (для токарных станков – токарные патроны трех- и четырехкулачковые, планшайбы, люнеты, револьверные головки к задней бабке, личные режущие и измерительные инструменты; для фрезерных станков – тисы и делительные головки, оправки к фрезерному станку, для шлифовальных станков – отбалансированные и прошарошенные шлифовальные круги из различных абразивных материалов и различной зернистости на оправках для быстрой смены на станке и т.п.).

При мелкосерийном и единичном производстве рядом со станком (обычно сзади станка) может располагаться также шкаф для хранения спецодежды и верхней одежды: гардеробом рабочие тогда не пользуются.

На рис. 13.1 показана детальная планировка РТК с кольцевым размещением оборудования. В состав РТК включены четыре токарных станка с ЧПУ (1–4), две контрольно-измерительные машины 7 и промышленный робот фирмы «Асия» (Швеция), перемещающийся в пределах рабочей зоны.

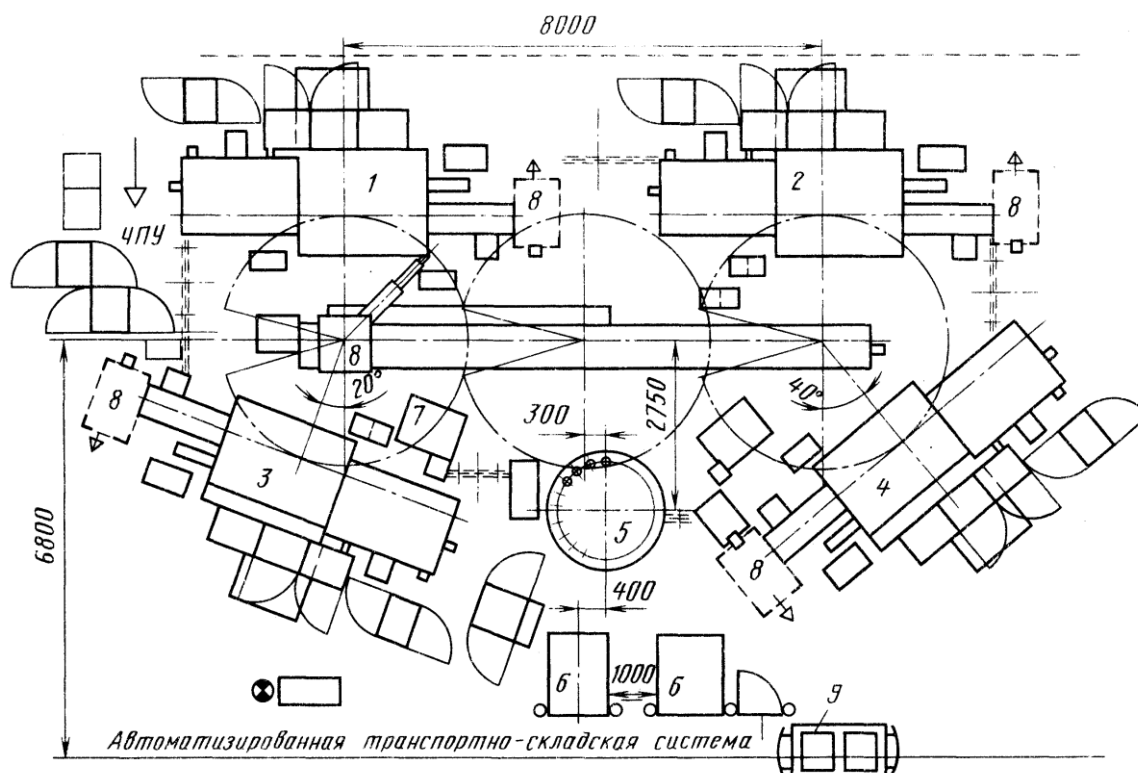


Рис. 13.1. Пример планировки рабочего места (планировка РТК для патронной обработки деталей типа тел вращения)

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, т.к. он обслуживает четыре станка и любой его отказ останавливает работу всего комплекса.

При планировке поточных линий массового производства сложно размещать оборудование разной производительности. В этом случае на смежных операциях предусматривают разное число станков и обеспечи-

вают распределение потока заготовок. Пример планировки поточной линии с использованием подвесных конвейеров в качестве межоперационного транспорта показан на рис. 13.2.

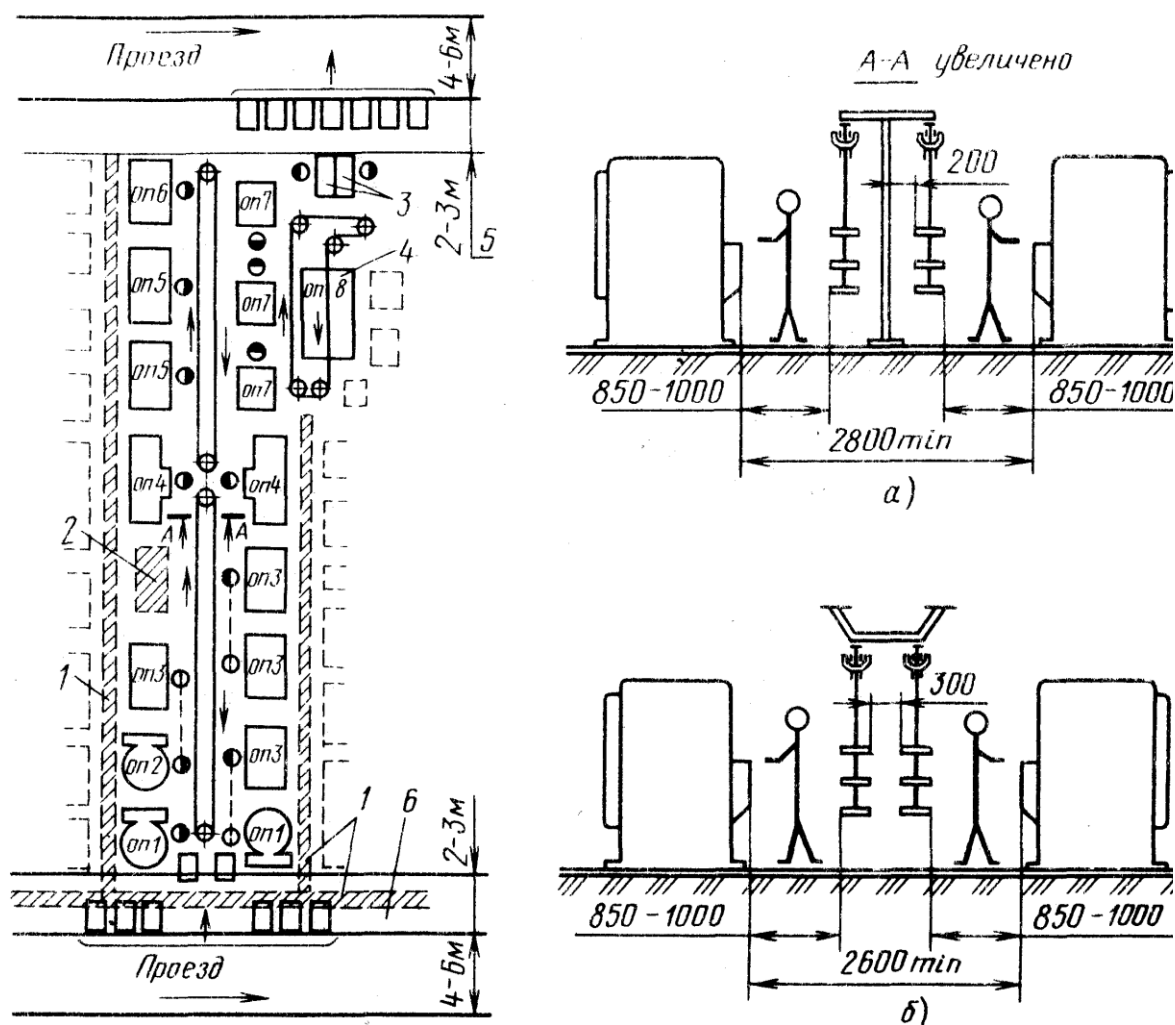


Рис. 13.2. Планировка поточной линии при применении подвесных грузонесущих конвейеров: а, б – варианты крепления конвейеров

В начале линии предусматривается зона 6 шириной 2...3 м для размещения тары с заготовками. Далее размещают два ряда станков по обе стороны двух подвесных конвейеров. Конвейеры оснащают многополочными подвесками или подвесками со штырями, ячейками и другими элементами, что позволяет использовать их также в качестве накопителей. На линии предусмотрены три подвесных конвейера, разбивающие линию на три участка. На первом участке предусмотрена резервная площадь 2. В конце линии размещены моечная машина 4 и контрольные пункты 3. В зоне 5 готовых деталей размещена тара для от-

правки деталей на сборку. По обе стороны линии предусмотрены стружкоуборочные конвейеры 1.

Рассмотрим некоторые конкретные примеры планировок участков и линий механической обработки и сборки. На рис. 13.3 и 13.4 приведена планировка ГПС АСВ-201 для изготовления деталей типа тел вращения, плоской формы и корпусных деталей в условиях серийного производства. ГПС рассчитана на изготовление в год 500 наименований деталей при работе с партиями заготовок по 25...100 шт., общий годовой выпуск деталей 66 000 шт. Размеры изготавливаемых деталей: диаметр – 50...500 мм, длина – до 500 мм, ширина и высота – до 500 мм.

В составе ГПС – 15 станков с ЧПУ, в том числе три ГПМ. Сочетание ГПМ и высокопроизводительных станков с ЧПУ с ручной загрузкой обеспечивает высокую надежность системы.

Изготавливают корпусные детали на двух многоцелевых станках 5 мод. ИР500ПМФ4 со сменными столами-спутниками. Заготовку устанавливают на свободный стол во время работы станка. Один рабочий обслуживает два станка. Для патронной обработки тел вращения диаметром до 500 мм применены два патронных полуавтомата 6 мод. 1П756ПФЗ и два полуавтомата 7 мод. МА1П420ПФЗО для изготовления деталей меньших диаметров (до 200 мм). За этими станками расположена группа станков для изготовления плоскостных деталей, а также для дополнительной обработки отверстий пазов и лысок в деталях типа тел вращения – два вертикальных фрезерно-сверлильно-расточных станка 8 6Т13МФ4 и два вертикально-сверлильных станка 9 2Р135Ф2 с револьверной головкой. Далее размещены три ГПМ с тактовыми столами 16 – токарный модуль 10 на базе токарного полуавтомата МА1П420ПФЗО с ЧПУ и робота 15 мод. МАП.40.01, сверлильно-фрезерно-расточной ГПМ 11 и шлифовальный ГПМ 12 МА85-1. В конце участка расположены два токарных станка 13 мод. 1600ФЗО с ЧПУ для изготовления мелких деталей.

Для перемещений заготовок, инструментов и деталей предусмотрена автоматизированная транспортно-складская система с централизованным четырехъярусным складом 2 вместимостью 64 ячейки и транспортная система замкнутого типа с транспортным роботом 3 грузоподъемностью 550 кг. В рабочей зоне станков предусмотрены приемные столы 4, 14 для деталей и заготовок, а также устройства их автоматической стыковки с транспортным роботом.

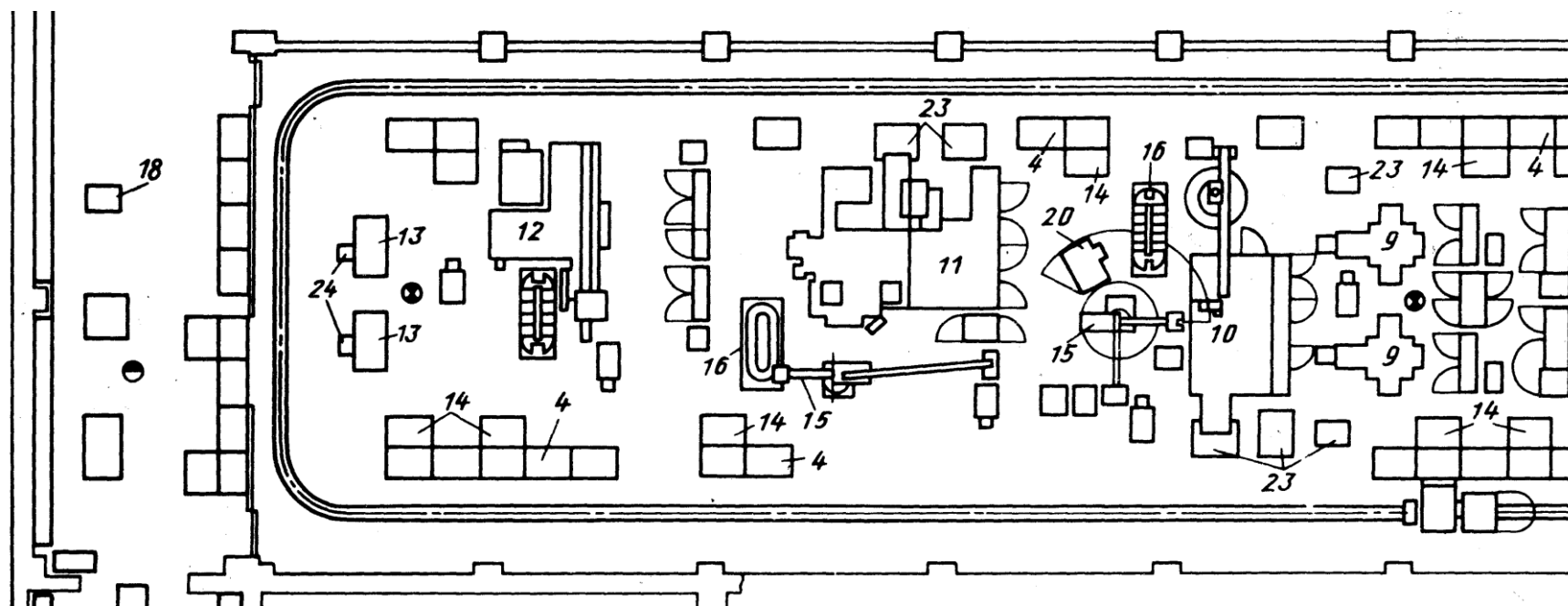


Рис. 13.3. Планировка ГПС АСВ-201 для изготовления деталей типа тел вращения в мелко- и среднесерийном производстве (левая часть)

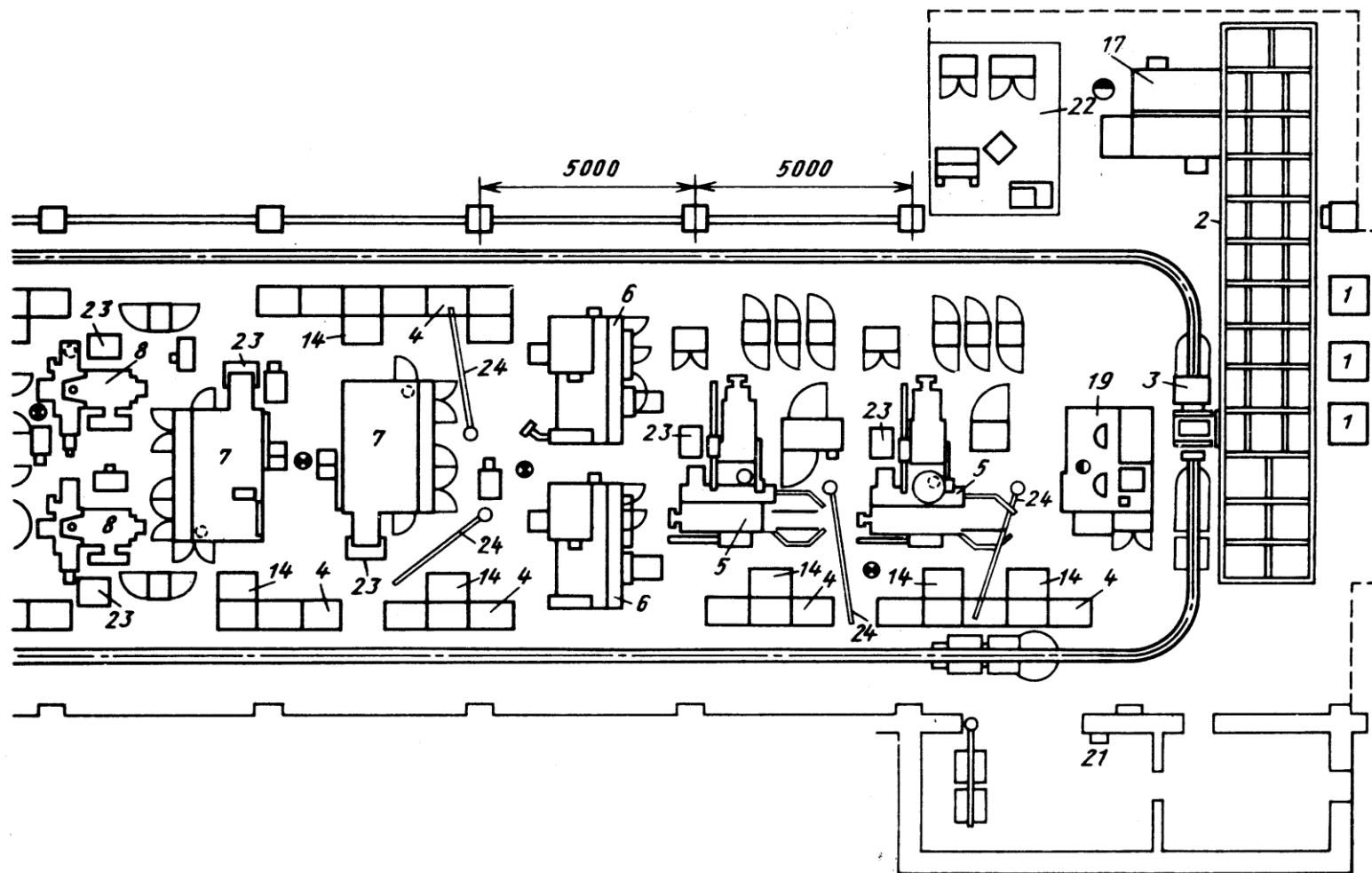


Рис. 13.4. Планировка ГПС АСВ-201 для изготовления корпусных деталей в мелко- и среднесерийном производстве (правая часть)

Управляющий вычислительный комплекс на базе ЭВМ мод. СМ 1406 обеспечивает управление автоматизированной транспортно-складской системой.

У каждого рабочего места находится абонентный пульт для связи с диспетчером, находящимся в диспетчерском пункте 22. Диспетчер осуществляет контроль за работой транспортно-складской системы и обеспечивает своевременную подачу заготовок со склада к рабочим местам и их дальнейшее перемещение. В зоне 17 склада выполняют загрузку заготовок на склад и выдачу готовых деталей. В составе ГПС предусмотрены отделение инструментальной подготовки 18, контроля деталей 19, зарядки аккумуляторов 21, емкости 1 и 23 для сбора стружки. В зоне токарного модуля предусмотрено контрольно-измерительное устройство 20.

Как видно, при такой планировке оборудование размещено подетально специализированными группами, обеспечивающими полную обработку деталей с минимальными перемещениями. ГПС обслуживают 12 человек в смену, в том числе 6 станочников. Для установки тяжелых заготовок предусмотрены четыре шарнирно-балансирных манипулятора 24.

Температурный режим обработки. На параметры качества деталей и изделий оказывают влияние условия работы оборудования или сборки: температурно-влажностный режим помещения, наличие вибраций от работы смежного оборудования и др. Особенно большое значение имеют указанные условия при производстве высокоточных изделий (станков, инструментов, прецизионных узлов топливной аппаратуры и др.). Кроме того, при проектировании участков и цехов необходимо обеспечить допустимый уровень звукового давления и освещенности, что имеет большое значение для работы обслуживающего персонала.

Для прецизионного изготовления деталей используют станки: В – высокой точности, А – особо высокой точности и С – особо точные, предназначенные для достижения наивысшей точности изготовления эталонных и ведущих деталей станков и контрольных приборов. Высокую точность обработки на этих станках, а также сборки и юстировки высокоточных узлов и изделий можно обеспечить только в помещениях, к параметрам микроклимата которых (температуре, влажности, скорости движения воздуха) предъявляются жесткие требования (табл. 13.1). При кондиционировании воздуха в помещении обеспечивается его многократный обмен в течение часа. Приточно-вытяжная вентиляция обуславливает воздушные потоки, скорость которых ограничивается ука-

занными в таблице значениями. В термоконстантных помещениях должна поддерживаться относительная влажность 50 ± 10 %, т.к. там используют высокоточные измерительные устройства, на которых не допускается коррозия.

Таблица 13.1

**Основные требования к микроклимату
механических и сборочных цехов прецизионного производства**

Работы	Класс точности станков или изготавливаемого изделия	Допустимые отклонения температуры, $\pm$ °С, от +20 °С при массе изделий, т		Наибольшая скорость воздуха, м/с
		до 1	св. 1	
1	2	3	4	5
Финишная обработка деталей типа валов и втулок, точных отверстий в корпусных деталях, направляющих базовых деталей, делительных зубчатых колес и дисков, винтов, червяков	В	1,5	1,0	0,3...0,5
Чистовое шабрение, окончательная сборка и проверка узлов и станков, приемочный контроль и юстировка	А; С	1,0	0,5	0,2...0,3
Предварительная сборка станков и узлов	В; А; С	2,0 1,5	1,5 1,0	0,3...0,5
Изготовление прецизионных пар топливной аппаратуры и гидроаппаратуры: – финишная обработка деталей, – сборка, – испытание		1; 0,5; 2		0,2; 0,1...0,2; 0,3...0,5
Финишная обработка червячных фрез, долбяков, шевиров	А; АА; ААА	2; 1,5; 1,0		0,2...0,5
Нанесение делений на линейных штриховых мерах станков	В; А; С	1; 0,5; 0,25; 0,25; 0,1; 0,05		0,2...0,3; 0,1

Примечание: допустимые отклонения температуры даны для участков нанесения делений на линейных штриховых мерах длиной до 500, 1000 и 2000 мм.

Чтобы предотвратить попадание пыли извне, в помещениях прецизионного производства поддерживают давление на 1...2 Па выше атмосферного давления.

Детали и узлы, поступающие на обработку или сборку на участки термokonстантных цехов, должны находиться там в течение 1...2 суток для выравнивания их температуры с температурой помещения. Для этой цели возле оборудования и рабочих мест сборки предусматривают просторные площадки для хранения заготовок и деталей, если нет термостатированного склада. Для обдува и удаления пыли с поступающих грузов и одежды обслуживающего персонала на входе в термokonстантные помещения устанавливают специальные шлюзы с вертикальным потоком воздуха. Доступ в эти помещения ограничивают, т.к. присутствие дополнительного персонала может нарушить температурный режим. Число дверей, ворот и наружных стен должно быть минимальным. Помещения с наиболее жестким режимом ($20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,2\text{ }^{\circ}\text{C} \dots 20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,05\text{ }^{\circ}\text{C}$) должны быть изолированы от наружных стен коридором для тепловой защиты.

Недопустимо размещение рядом с цехами прецизионной обработки компрессоров, молотов, прессов и другого оборудования, вызывающего вибрацию.

Для установки станков классов А и С, измерительных приборов особо высокой точности, стендов для сборки применяют специальные виброизолирующие фундаменты-стенды большой глубины.

14. СПОСОБЫ РАЗМЕЩЕНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ И РАСЧЕТ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПЛОЩАДИ

Оборудование может располагаться (рис. 11.1):

1. *Вдоль проезда фронтальной стороной к нему.* Так обычно располагается оборудование в длинном и узком цехе. Достоинства такого расположения – удобство подъезда к площадкам заготовок и деталей, удобство передачи заготовки на следующий станок, что особенно актуально при размещении оборудования по ходу технологического процесса (площадка деталей первого станка служит площадкой заготовок для второго; при поточном производстве облегчается передача с помощью склиза, приемопередаточного стола или конвейера). Недостаток – опасность от транспорта сзади рабочего. Для предохранения от неожиданного выхода на проезд устанавливаются барьеры перед рабочей зоной.

2. *Вдоль проезда тыльной стороной к нему.* Так обычно располагается оборудование в длинном и узком цехе. Достоинство такого расположения – защита от транспортного потока. Недостаток – затрудненность подъезда к площадкам заготовок и деталей. Оборудование таким образом устанавливается редко. Предпочтение такой планировке отдаётся при наличии конвейера сзади оператора.

3. *Поперек проезда «в затылок» друг другу.* Чаще всего оборудование располагается именно таким образом, что позволяет уменьшить длину участка или цеха. При использовании конвейера для удаления стружки канал для транспортирования стружки проходит под станком параллельно проезду. Поддон станка устанавливается наклонно, чтобы случайно упавший инструмент или деталь некоторое время удерживался на нем и не попадал сразу в канал, откуда достать его практически невозможно. Для предохранения впереди стоящего оператора от стружки с тыльной стороны станка устанавливается экран (чаще всего из мелкой металлической сетки). Площадки заготовок и деталей располагаются у проезда.

4. *Поперек проезда фронтальными сторонами друг другу.* Чаще всего оборудование располагается таким образом в случае, если эти два станка используются для последовательной обработки одной и той же детали. Достоинство такого расположения – наибольшая компактность планировки, легкость перехода на многостаночное обслуживание (при обслуживании **только двух станков**). Таким образом желательно располагать фрезерные и шлифовальные станки, у которых обычно основное время достаточно большое для перехода на многостаночное обслуживание, а также токарные полуавтоматы. К недостатку фронтального распо-

ложения можно отнести требование психологической совместимости между рабочими этих двух станков, т.к. они могут мешать друг другу.

5. *Под углом к проезду фронтальными или тыльными сторонами.* Имеет достоинства поперечного расположения при достаточной защищенности впереди расположенного рабочего. Такое расположение характерно для единичного и мелкосерийного производства при недостаточной для поперечного расположения ширине помещения, при размещении прутковых полуавтоматов или автоматов для облегчения загрузки длинных прутков.

6. *По кольцевой схеме.* Характерно для многостаночного обслуживания – находящийся в середине оператор легко отслеживает работу всех станков, быстро может подойти к любому из них. Количество станков обычно не более 5. При больших габаритах оборудование располагается не по кольцевой схеме, а под углом к проезду (более компактное расположение).

7. *В шахматном порядке.* Так обычно располагается оборудование при соседстве крупных и мелких станков, т.к. позволяет более компактно разместить оборудование при большой ширине цеха. Недостаток такого расположения – ухудшение эстетического вида в связи с кажущейся хаотичностью, затрудненность подъезда к площадкам заготовок и деталей.

В цехе оборудование может быть сгруппировано двумя методами:

1. *По ходу выполнения техпроцесса.* Характерно для массового, крупносерийного и среднесерийного производства. При мелкосерийном производстве такое размещение применяется при обработке по групповой технологии или обработке большой номенклатуры схожих деталей.

2. *По группам технологического сходства* (токарные станки, фрезерные, шлифовальные и т.п.). Применяется в единичном и мелкосерийном производстве для облегчения обслуживания станков наладчиками и организации отслеживания обработки партии деталей.

Если обработка деталей и сборка из них изделия осуществляется в одном здании, то линии сборки и механической обработки должны быть увязаны (например, с участков обработки детали №1 и №2 детали должны сразу же попадать на позицию №1 сборки, с участка №3 – на позицию №2 сборки и т.д.).

Для определения производственной площади необходимо рассчитать потребное количество станков. *Производственная площадь* – это участок

цеха, на котором осуществляется непосредственное выполнение техпроцесса по выпуску основной продукции. В эту площадь входит:

1. Место непосредственно для станка со стойками управления и силовыми шкафами.
2. Место для размещения тумбочек для режущего и измерительного инструмента.
3. Место для размещения стола или тумбочки для контроля (если это предусмотрено по виду работ).
4. Место для площадок заготовок и деталей.
5. Место для размещения средств напольного транспорта.
6. Место для прохода и проезда между станками (кроме магистральных).
7. Место для размещения других материально-технических средств, необходимых для выполнения техпроцесса.

Общая производственная площадь

$$S = \sum_{i=1}^n C_{\text{пр.}i} \cdot f_i, \quad (14.1)$$

где S – общая производственная площадь, м^2 ; $C_{\text{пр.}i}$ – принятое количество станков данной модели или типа; n – число используемых в основном производстве моделей или типов станков; f_i – удельная производственная площадь, $\text{м}^2/\text{станок}$.

Удельная площадь зависит от конкретной модели станка. Для укрупненных расчетов используются следующие данные:

- для мелких станков $f = 7 \dots 10 \text{ м}^2/\text{станок}$;
- для средних станков $f = 10 \dots 20 \text{ м}^2/\text{станок}$;
- для крупных станков $f = 20 \dots 60 \text{ м}^2/\text{станок}$;
- для особо крупных станков $f = 60 \dots 170 \text{ м}^2/\text{станок}$.

Для мелкосерийного производства и малого цеха принимаются большие цифры, для крупносерийного производства и крупного цеха – меньшие цифры; т.к. производство отлажено, вероятность перепланировки оборудования низка, выше ценится каждый квадратный метр площади, получается больше доля для площадки заготовок. Расчет по удельной площади может привести к большим ошибкам, поэтому необходима корректировка в процессе выполнения планировки.

15. МЕТОДЫ РАСЧЕТА КОЛИЧЕСТВА РАБОТАЮЩИХ

Для расчета количества работающих используются различные методы.

1. *Расчет производственных рабочих.*

- *По трудоемкости работ:*

$$R = T / (F_{др} \cdot K_M), \quad (15.1)$$

где R – количество рабочих; T – трудоемкость соответствующего вида работ (токарных, фрезерных и т.д.); $F_{др}$ – действительный фонд времени работы рабочих; K_M – коэффициент многостаночного обслуживания (применяется только при наличии многостаночного обслуживания). Для укрупненных расчетов $K_M=1,1 \dots 1,35$ для мелкосерийного производства; $K_M=1,3 \dots 1,5$ для среднесерийного производства; $K_M=1,9 \dots 2,2$ для массового производства. Этот коэффициент может применяться для типов станков: $K_M=1$ – для универсальных станков; $K_M=3 \dots 8$ – для прутковых токарно-револьверных автоматов; $K_M=2 \dots 4$ – для зубообрабатывающих полуавтоматов; $K_M=2 \dots 3$ – для станков с ЧПУ.

- *По рабочим местам.* Делается планировка, а затем по рабочим местам расставляются операторы и подсчитывается их потребное количество с учетом сменности и отпусков. Для поточного производства расчет рабочих ведется только этим методом.

- *По технико-экономическим показателям, или удельной производительности:*

$$R = N / q, \quad (15.2)$$

где R – количество рабочих; N – программа выпуска (штук или кг); q – удельная производительность (шт./1 рабочего или кг/1 рабочего).

- *По процентному соотношению к другим категориям рабочих.* Например, фрезерных работ 5 % от токарных работ, а токарей требуется 100 человек, тогда фрезеровщиков потребуется 5 человек.

2. *Расчет количества вспомогательных рабочих:*

- *По трудоемкости работ:*

$$R = T / F_{др}, \quad (15.3)$$

где T – годовая трудоемкость работ (заточки, контроля и т.п.).

- *По рабочим местам.*

- *По нормам обслуживания.* Для обслуживания токарных станков требуется один наладчик на 11...18 станков; для шлифовальных – один

наладчик на 8...18 станков; токарных с ЧПУ – один наладчик на 4...10 станков; сверлильных и фрезерных с ЧПУ – один наладчик на 8...16 станков и т.п.

- *По процентному соотношению к другим категориям рабочих.* Для единичного производства требуется вспомогательных рабочих 10...18 % от количества производственных, для серийного – 18...25 %, для массового – 25...50 %. При единичном производстве требуется меньше наладчиков, т.к. рабочие-универсалы имеют достаточно высокую квалификацию и могут самостоятельно настроить станок. При массовом производстве требуется больше наладчиков, т.к. операторы, как правило, имеют низкую квалификацию (не требуется высокая, применяется узкая специализация); требуется больше контролеров, т.к. применяется 100% контроль, требуется больше заточников и т.д.

3. Расчет потребного количества служащих. К служащим относятся инженерно-технические работники (ИТР) и счетно-конторский персонал (СКП). К ИТР относятся начальник цеха и его заместители, начальники отделов, лабораторий и участков, мастера, технологи, конструкторы, техники, нормировщики, экономисты, механик и электрик (энергетик) цеха (начальники). К СКП относятся бухгалтеры, кассиры, секретари, учетчики, заведующие складами и кладовых.

- *Расчет по схеме управления и нормам обслуживания.*
- *По данным передовых предприятий.* Этот метод может давать большую ошибку, поэтому используется как укрупненный.
- *По процентному соотношению к количеству производственных рабочих.* Например, в единичном производстве ИТР составляют от 18 до 24 % от количества производственных рабочих, в массовом – от 15 до 20 %. СКП требуется в среднем около 5 %. Для крупных цехов (более 200 рабочих) процентное соотношение меньше, для мелких – больше (например, при 50 рабочих все равно требуется начальник цеха, мастер, технолог и т.д.). Для единичного производства иногда требуется ИТР больше, чем рабочих. Например, для загрузки высокопроизводительного станка с ЧПУ требуется несколько программистов при малых программах деталей, а оператор один обслуживает несколько станков.

4. Расчет младшего обслуживающего персонала (МОП) производится по нормам обслуживания (одна уборщица на 500 м² площади) или по процентному соотношению (гардеробщицы составляют 2...3 % от числа работающих).

16. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВСПОМОГАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Вспомогательная система предназначена для обеспечения бесперебойной работы основного производства. Вспомогательная система состоит из семи служб: складской, транспортной, инструментальной, ремонта и технического обслуживания, контроля качества, охраны труда и бытового обслуживания, управления и подготовки производства.

16.1. Складская служба

Складская служба предназначена для накопления, хранения и преобразования (комплектования) грузопотока.

По назначению склады делятся:

1. На *склады заготовок*. В крупных цехах они, в свою очередь, могут разделяться на *склады материалов* (прокат, листы и т.п.), *заготовок* (литые, штампованные или предварительно начерно обработанные или отрезанные в другом цехе или участке), *полуфабрикатов* (покупаемые со стороны, предварительно обработанные).

В машиностроении широко используют трубы, круглый и фасонный прокат для получения штучных заготовок. Штучные заготовки используют дляковки или штамповки заготовок необходимой формы и размеров либо непосредственно подвергают механической обработке. Поэтому, в зависимости от объемов производства, в составе машиностроительного завода предусматривают централизованный склад металла с заготовительным цехом либо склады металла при механических цехах с заготовительным участком для резки проката. Склады проката создают также при автоматных цехах.

Для размещения металлопроката используют специальные стеллажи, конструкция которых определяется видом подъемно-транспортных средств, используемых на складе. В самом простом варианте используют стоечные стеллажи, устанавливаемые на полу. Загрузку и выгрузку металлопроката в этом случае осуществляют мостовыми подвесными или козловыми кранами. Недостатком подобных складов является большая площадь складирования при значительных объемах хранимого металлопроката, особенно при разнообразном сорimente. Значительно бóльшую вместимость имеют склады с консольными стеллажами, однако для их обслуживания необходимы стеллажные краны-штабелеры (рис. 16.1, а) либо специальные погрузчики с боковым выдвижным грузозахватом, мостовые краны-штабелеры (рис. 16.1, б). В первом случае обеспечиваются наибольшая производительность скла-

дирования и высокий уровень автоматизации при использовании программно-управляемых штабелеров.

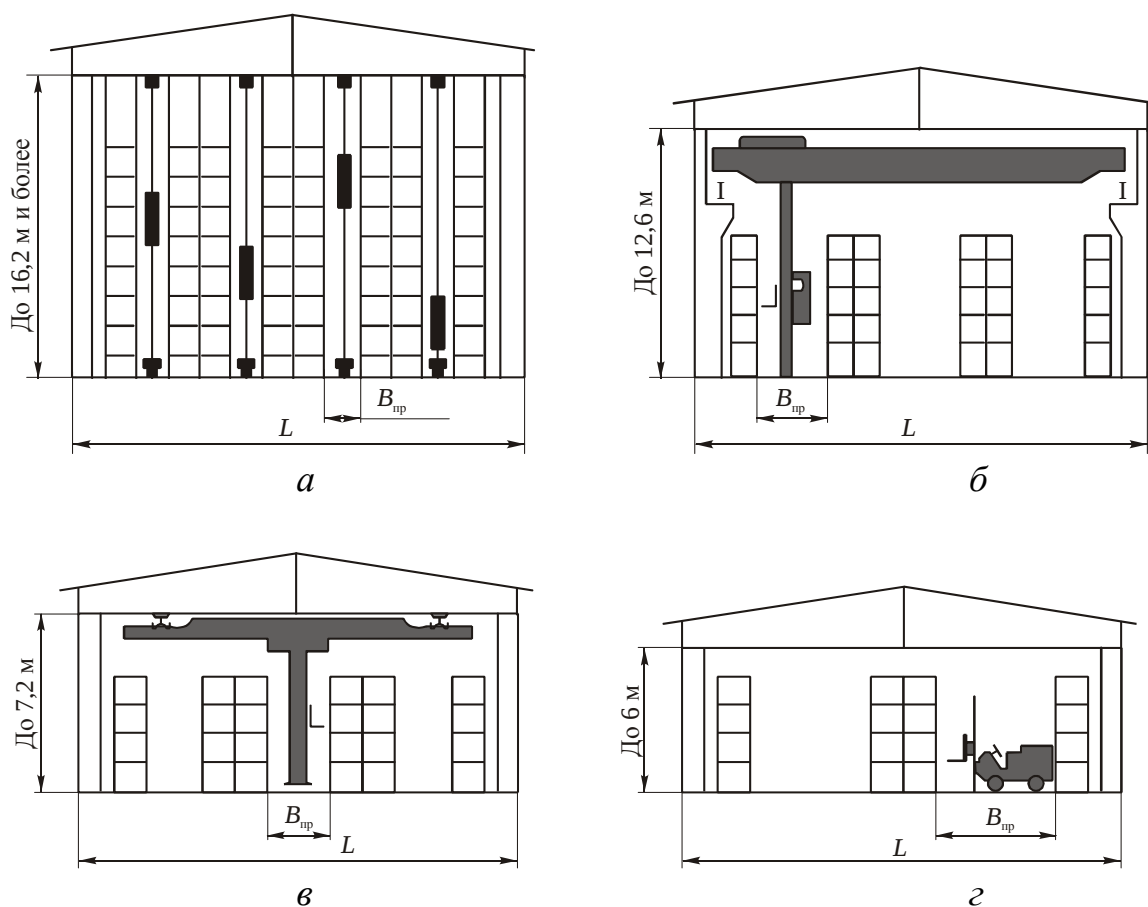


Рис. 16.1. Схемы стеллажных складов при обслуживании:
 а – стеллажным краном-штабелером; б – мостовым краном-штабелером
 с управлением из кабины; в – подвесным краном-штабелером
 при обслуживании с пола или пульта; г – электропогрузчиком

Для резки проката на штучные заготовки в пролете склада в непосредственной близости от стеллажей устанавливают отрезные станки, снабженные полуавтоматическими питателями. Поэтому очередную порцию проката со склада краном-штабелером или мостовым краном разгружают непосредственно на конвейер питателя. По такой схеме работают автоматизированные склады металлопроката.

Штучные заготовки, а также резаный прокат хранят в таре. Применение унифицированной тары очень важно для того, чтобы исключить переукладывание заготовок при транспортировании их с других заводов в порядке кооперации, а также при межкорпусном транспортировании. Заготовки в ящичной таре удобно складировать *штабелем* в не-

сколько ярусов, а применение ящичных поддонов с открывающейся верхней частью одной из стенок позволяет отбирать детали из нижних поддонов штабеля, не снимая верхние поддоны. Штабелями хранят крупные и тяжелые отливки, сварные конструкции, а также в небольших складах заготовки одинаковой номенклатуры. Укладку поддонов в штабель осуществляют напольными электропогрузчиками, высокая маневренность и высота подъема вильчатого захвата которых обеспечивают укладку пяти ярусов поддонов с заготовками в штабеле. Это очень экономичный вид складирования заготовок для небольших цехов.

Для средних и крупных цехов, особенно при большой номенклатуре заготовок, более целесообразно хранение заготовок *в таре на стеллажах*. Габаритные схемы и параметры клеточных стеллажей приведены на рис. 16.1 и в табл. 16.1.

Таблица 16.1

Основные параметры бесполочных и каркасных стеллажей
по ГОСТ 14767–81

Стеллаж	Длина ячейки A , мм	Ширина стеллажа $B_{ст}$, мм	Нагрузка на ячейку, H
Бесполочный	450; 710; 950; 1320; 1800	450; 670; 850; 900; 1120; 1250	500; 1000; 2 500; 5 000
Каркасный	450; 950; 1320; 1800; 2650	450; 670; 850; 900; 1120; 1250	10 000; 20 000

Примечание: высота стеллажей $H_{ст}$, м, следующая: 1,8; 2,4; 3,0; 3,6; 5,1; 5,7; 6,3; 6,9; 7,8; 8,4; 9,3; 9,9; 10,5; 12,3; 14,4; 16,2.

Бесполочные стеллажи имеют конструкцию направляющих, соответствующую применяемой таре, а в стеллажах каркасного типа в каждой ячейке на полке может быть размещено несколько поддонов.

2. Склады вспомогательных материалов. Предназначены для хранения смазочных материалов (масел различных марок), смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ) и их концентратов, промывочных жидкостей (керосина, солярки, бензина и т.п.), обтирочных материалов (ветоши, тряпок и т.п.), уборочных (опилок для уборки пролитого на пол масла). Иногда такие склады называют *склады ГСМ* (горюче-смазочных материалов). В небольших цехах склады вспомогательных материалов размещаются в складах заготовок в отдельно отгороженном помещении из негорючего материала и с железной дверью. Особое внимание уделяется хорошей вытяжной вентиляции и оборудованию активной пожарной сигнализации, реагирующей на дым и повышение температуры. ГСМ хранятся в герметично закрытых емкостях (чаще всего в металлических бочках) в небольших объемах. Основные запасы хранятся на за-

водском складе или снаружи здания, огороженные решеткой, под навесом или в пристраиваемом помещении. При хранении в здании склад вспомогательных материалов располагается в начале цеха, чтобы избежать перевозки пожароопасного груза по всему цеху. Двери склада вспомогательных материалов не должны выходить на вход, выход и магистральный проезд, иначе при пожаре образовавшийся факел отсечет пути эвакуации.

3. Склады межоперационного хранения (промежуточные). Предназначены для хранения заготовок между операциями при пролеживании более одних суток. Располагаются вдоль стен вблизи рабочих мест, где заготовки обрабатывались или будут обрабатываться. Иногда (при недорогих заготовках) эти склады представлены в виде *площадок межоперационного хранения* на территории цеха.

4. Склады готовых деталей. Предназначены для хранения готовых деталей после обработки или перед сборкой.

5. Склады готовых изделий. Предназначены для хранения готовых изделий после сборки перед отправкой на центральный заводской склад.

6. Склады технологической оснастки и инструмента. Эти склады обычно относятся к инструментальной службе.

По виду складирования склады различаются:

1. Штабельные. Поддоны с деталями устанавливаются друг на друга (до 5-и поддонов). Этот вид складирования позволяет сэкономить место, но не позволяет быстро взять нижние поддоны (требуется перегрузка), поэтому в штабеле должны быть поддоны с одинаковыми деталями.

2. Стеллажные. Хранение деталей (контейнеров, заготовок, инструментов и т.п.) осуществляется на стеллажах, что экономит место и позволяет быстро взять любую деталь или контейнер (рис. 16.1). При тяжелых грузах (весом более 25 кг) требуется применять электротельферы или погрузчики (при весе более 100 кг). Стеллажные склады различаются *по высоте хранения груза*: а) малой высоты (до 5 м, однако оптимальная высота хранения – до 2,5 м); б) средней высоты (от 5 до 8 м); большой высоты (от 8 до 12,5 м).

Склады стеллажной конструкции более вместительны по сравнению со складами, где заготовки хранятся штабелями, занимают меньшую площадь благодаря лучшему использованию здания по высоте, а также дают возможность автоматизировать складские работы. К тому же высокая устойчивость конструкций обеспечивает безопасность рабо-

ты. Особенно эффективны склады стеллажной конструкции при большой номенклатуре заготовок или полуфабрикатов. При этом для груза каждого наименования отводится своя зона хранения, что обеспечивает порядок и четкую организацию складских работ.

Недостатком складов стеллажной конструкции является их малая приспособленность к изменению планировки, т.к. для создания подобного склада требуются специальные фундаменты с закладными элементами. Поэтому при создании и размещении подобных складов следует учитывать перспективу развития цехов и завода в целом.

Основные типы стеллажных складов заготовок и полуфабрикатов с использованием различных видов подъемно-транспортного оборудования показаны на рис. 16.1.

Сопоставление четырех представленных вариантов по вместимости склада при ширине пролета $L = 18$ м и более показывает, что если вместимость склада при обслуживании стеллажей электропогрузчиком принять за единицу, то вместимость склада при обслуживании мостовым краном с управлением из кабины составит 1,27, краном, управляемым с пола, – 1,64, а стеллажным штабелером – 1,75. Это объясняется меньшей шириной проходов $B_{пр}$ и большей высотой стеллажей при использовании указанных видов транспорта.

При использовании напольных электропогрузчиков и электроштабелеров ширина проезда между рядами стеллажей составляет 2310...3230 мм, в зависимости от модели и грузоподъемности штабелера при фронтальной погрузке, и 1700 мм – при наличии трехсторонней грузовой платформы. Высота, на которую поднимается груз, составляет 3000...5600 мм. В последние годы созданы конструкции автоматизированных напольных погрузчиков, управляемых от ЭВМ, что позволяет им успешно конкурировать со стеллажными кранами-штабелерами. Так, например, болгарская фирма «Балканкарподъем» выпускает электропогрузчик, управляемый от микроЭВМ и имеющий грузоподъемность 1000 кг при высоте, на которую поднимается груз, 5600 мм. Электропогрузчик оборудован трехсторонней грузовой платформой, поэтому его можно использовать на складах с шириной проходов между стеллажами $B_{пр} = 1700$ мм.

При использовании мостовых, подвесных и стеллажных кранов-штабелеров ширина проходов между рядами стеллажей составляет 950...1400 мм, в конструкции автоматизированных складов для ГПС имеются варианты складов с шириной прохода до 500 мм.

В зоне приема и выдачи грузов на складах предусматривают дополнительные перегрузочные устройства с внешнего транспорта на устройства

складской системы. Здесь предусматривают также накопительные устройства, которые служат для устранения неравномерности внешних и внутренних грузопотоков. За время нахождения заготовок и полуфабрикатов в накопительных устройствах также выполняют операции контроля, пересчета, сортировки и комплектации партий для обработки или укладку на специальную технологическую тару или спутники.

Для механизации операций подъема и перемещения в зоне приема и отправки грузов эффективно использовать шарнирно-балансирные уравновешенные манипуляторы с ручным управлением (рис. 16.2, *а*). Эти манипуляторы выпускают с пневматическим и электромеханическим приводом грузоподъемностью 40...250 кг и радиусом обслуживания до 3,1 м.

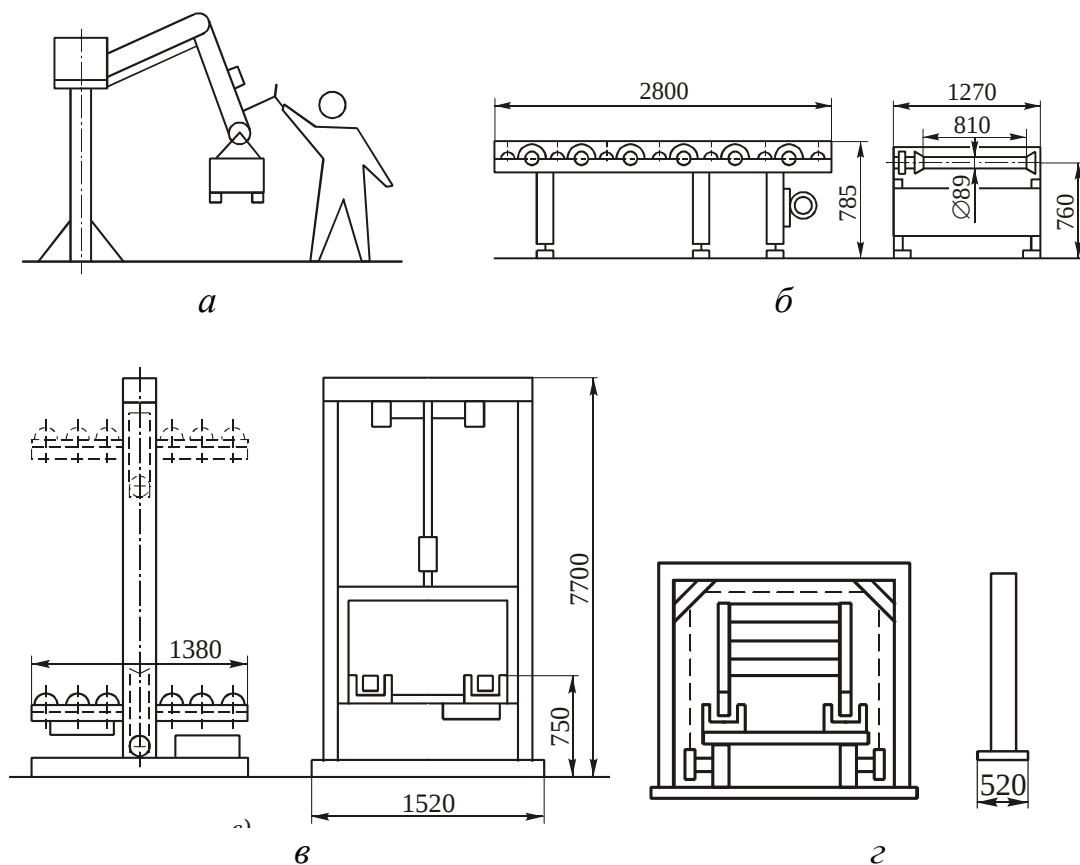


Рис. 16.2. Оборудование для приема и переработки грузов на складах: *а* – шарнирно-балансирный многозвенный манипулятор; *б* – перегрузочный роликовый приводной конвейер; *в* – подъемник; *г* – секция контроля габаритных размеров

Для перемещения поддонов с участка разгрузки в зону хранения применяют роликовые конвейеры (рис. 16.2, *б*), которые могут включать подъемники (рис. 16.2, *в*), секции автоматического взвешивания

и контроля габаритных размеров (рис. 16.2, з). При ограниченном грузопотоке обслуживание зоны приема и отправки грузов производят кранами-штабелерами, обслуживающими зону хранения. Однако автоматизация работы складов обычно связана с использованием оборудования, имеющего четкое функциональное назначение.

В машиностроительных цехах в основном применяют два варианта компоновок складов с участками приема, хранения и выдачи грузов (рис. 16.3).

В большинстве случаев используют тупиковую схему, при которой участки приема и выдачи заготовок размещены с одного торца склада. В этом варианте склад получается более компактным, удобна передача освобождающейся тары с одного участка на другой, оба участка могут обслуживать одни и те же рабочие. Передачу поддонов с заготовками на участки обработки осуществляют напольными или подвесными конвейерами. Преимущества второго варианта заключаются в лучшей увязке с расположением производственных участков, т.к. участки выдачи в этом случае совмещают с началом линий изготовления соответствующих деталей. В каждом случае выбор компоновочной схемы склада должен быть увязан с общей компоновкой цеха и принятой транспортной системой.

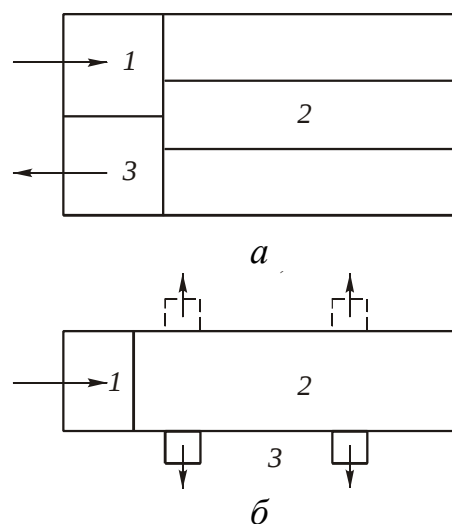


Рис. 16.3. Варианты компоновок складов с участками приема 1, хранения 2 и выдачи 3 грузов: а – тупиковая; б – продольно-поперечная

3. Конвейерные. Грузы в таре подвешиваются к *подвесному конвейеру* (обычно замкнутому в цепь), и включение его приводит к перемещению контейнеров к кладовщику. Таких конвейеров может быть несколько: под разные группы деталей. Достоинство таких складов – кладовщику не требуется ходить по складу, выбирая детали; к тому же требуется лишь один поворотный кран в месте подхода конвейеров для подъема тяжелых деталей или контейнеров. В крупных складах может образовываться конвейерная система: имеется магистральный ленточный конвейер, а к нему поперек подходят линейные ленточные конвейеры, на которых лежат контейнеры или ящики с деталями (обычно используются для подготовки сборочного комплекта). Кратковременное включение тех или иных линейных конвейеров приводит к попаданию

на магистральный конвейер нужного количества контейнеров требуемого ассортимента. Недостаток – требуется большая площадь для размещения всех конвейеров.

По уровню механизации склады различают:

1. Немеханизированные.

2. Механизированные (используются механические устройства с ручным управлением: шарнирно-балансирные механизмы, электро-тельферы, кран-балки, поворотные краны и т.п.).

3. Высокомеханизированные (используются мостовые краны, погрузчики, стеллажные погрузчики и т.п.).

4. Автоматизированные (с предварительным набором требуемого ассортимента и количества на компьютере, а автоматический штабелный погрузчик снимает со стеллажей заданные детали). Используются крайне редко на центральных заводских складах и только на передовых предприятиях).

5. Автоматические (требуемый ассортимент и количество определяется компьютером по заданной программе в соответствии с используемым техпроцессом. Предназначены для работы по безлюдной технологии).

По технологии работ склады подразделяются:

1. На склады хранения.

2. Комплектовочные склады (в один или несколько контейнеров собирается сборочный комплект для работы сборочной бригады).

Складская служба должна хорошо состыковываться с транспортной:

1. Должна использоваться унифицированная тара (чтобы не перекладывать груз после транспортировки из одного типа контейнеров в другой для складирования).

2. Должна быть отработана форма погрузки и транспортировки.

3. Должна быть оптимальная схема размещения складов по отношению к производственным участкам и транспортной системе. Для этого могут быть использованы склады не с тупиковой, а с продольно-поперечной схемой работы.

16.2. Транспортная служба

Транспортная служба **по назначению** бывает:

1. Межцеховая (грузовые автомобили, электрокары, железнодорожные платформы, вилочные авто- и электропогрузчики).

2. Внутрицеховая (электрокары, вилочные электропогрузчики, кран-балки, тележки ручные, мостовые краны, железнодорожные платформы).

3. Межоперационная (конвейеры, склизы, приемопередаточные столы, рольганги, тележки ручные, электрокары, вилочные электропогрузчики, поворотные краны, кран-балки, мостовые краны).

По способу загрузки – *в таре и без тары*. Без тары транспортируются тяжелые и крупногабаритные детали (весом более 100 кг), хотя и они могут складываться в большой контейнер. Предпочтение отдается загрузке в тару. Если детали мелкие, то вес контейнера с деталями должен быть не более 16 кг (в крайнем случае не более 25 кг), т.к. такая тара достаточно удобна для подъема вручную: она не слишком громоздка, из нее легко можно достать деталь. Если детали достаточно крупные и тяжелые, то размеры тары определяются, исходя из легкости доставания деталей (глубина тары не более 600 мм, ширина не более 1000 мм), а вес будет определяться грузоподъемностью подъемного устройства, т.к. вручную такой контейнер подниматься не будет. Иногда на производстве применяются очень большие контейнеры (глубиной более 1500 мм), в которые детали просто кидаются, но доставать их оттуда довольно трудно, к тому же при ударе детали могут получить повреждения.

В таре детали лучше располагать *ориентированно*, а не *навалом*, т.к. меньше вероятность повреждения. Для шлифованных и полированных деталей может применяться тара с деревянными ложементами, покрытыми бархатом или другой плотной тканью. Крупногабаритные детали также могут транспортироваться на поддонах с деревянными ложементами. Сложные корпусные детали могут транспортироваться прямо со спутниками (заготовка крепится к плите, на нижней поверхности которой имеются отверстия под пальцы приспособлений, установленных на станках), позволяющими сохранить постоянство баз при обработке.

По схеме движения транспортные системы подразделяются на *линейные* (склизы, приемопередаточные столы и т.п.) и *замкнутые* (конвейеры), а также *ветвящиеся* и *неветвящиеся*.

По уровню расположения рабочей ветви транспортные системы подразделяются на *напольные* (электрокары, тележки ручные, напольные конвейеры для тяжелых и крупногабаритных деталей и изделий), *эстакадные* (на уровне пояса) и *подвесные* (транспортная ветвь конвейера располагается выше роста человека, а к ней подвешивается заготовка на уровне головы). Эстакадные более удобны для снятия заготовки, но

затрудняют перемещение по цеху. Подвесные меньше загромождают помещение, но имеют повышенную шумность из-за цепной передачи.

Конвейеры применяются при поточном производстве и подразделяются на шаговые, прерывистые и постоянные.

По возможности необходимо сокращать объем грузопотока. Для этого:

1) механообрабатывающие участки должны примыкать к сборочному цеху в порядке востребования деталей по номенклатуре;

2) склады заготовок и полуфабрикатов должны быть расположены в механообрабатывающих корпусах;

3) необходимо перемещать грузы в таре, оптимальной по вместительности;

4) необходимо сокращать число перевалок (например, пустые контейнеры стоят на ручной тележке и после их заполнения тележка перевозится в нужное место без дополнительной перегрузки);

5) размещать оборудование по ходу техпроцесса;

6) при возможности использовать короткие цепи: приемопередаточные столы, склизы (наклонные лотки), рольганги (конвейер с валиками, уменьшающими сопротивление движению);

7) использовать механизацию разгрузочно-погрузочных работ (поворотные краны, шарнирно-балансирные механизмы, погрузчики, электрокары с подъемным краном (рис. 16.4), тележки с механизированным подъемом, мостовые краны и т.п.);

8) сокращать вертикальное перемещение грузов (использовать перемещаемые тележки с контейнерами, загрузку с пандуса, расположенного на уровне платформы транспортного средства и т.п.);

9) уменьшать число разветвлений и пересечений транспортной системы.

Автоматические монорельсовые системы применяют в цехах и на участках механосборочного производства для транспортирования изде-

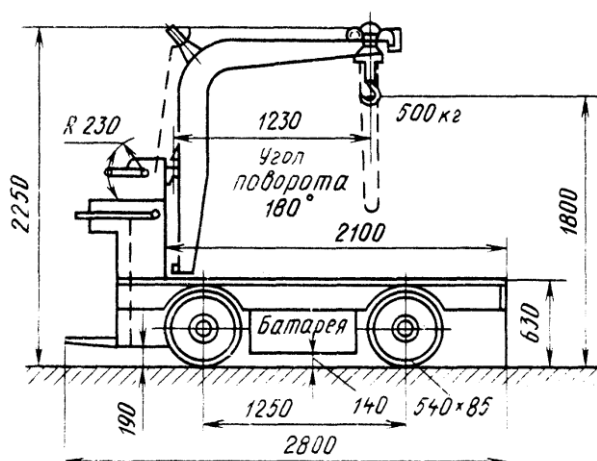


Рис. 16.4. Электрическая тележка с грузоподъемным краном

лий в потоке, для «обгонных» транспортных операций, для подачи изделий с поточных линий на склады и т.д.

В настоящее время все большее применение находят подвесные толкающие конвейеры, которые позволяют транспортировать изделия, имеющие различные такты выпуска. Кроме того, толкающие конвейеры применяют, если в технологическом процессе имеются лимитирующие операции, время выполнения которых значительно больше времени выполнения всех остальных операций. Они обеспечивают автоматическое адресование кареток с грузом к месту назначения, а также возможность подачи кареток на ответвления монорельсов, на которых они могут быть либо автоматически остановлены (и тогда из этих кареток с грузом может быть создан накопитель), либо переданы далее на трассу другого толкающего конвейера. Это дает возможность связывать всю сеть подвесных толкающих конвейеров в цехах в общую систему конвейеров с автоматической передачей, складированием и автоматической подачей грузов к месту назначения. Управление перемещением деталей может производиться от управляющего компьютера.

Специфика толкающего конвейера заключается в том, что в его системе имеется не один монорельсовый путь с каретками, а два: один путь (верхний) несет движущие элементы, а второй (нижний) – установленные грузы.

Система автоматизированных толкающих конвейеров хотя и является весьма сложной, однако, ее применение резко увеличивает производительность транспортирования при выполнении подъемно-транспортных работ. В качестве магистральных конвейеров, а также для транспортирования внутри участка изделий типа тел вращения (маховиков, фланцев, шестерен и т.д.) в поточном производстве находят использование лотковые транспортирующие устройства, по которым изделия перемещаются качением под действием силы тяжести, реже – скольжением.

Открытые лотки применяют там, где транспортируются легкие изделия на незначительной высоте, а закрытые лотки – при транспортировании тяжелых изделий над рабочим местом для соблюдения правил техники безопасности.

На рис. 16.5 представлена лотковая транспортная система автоматического цеха № 2 (АЦ-2) 1-го ГПЗ.

Транспортная система на рис. 16.5 состоит из подъемника 3 с приводом 4, распределительного трассового лотка 5, подводящих 9 и отводящих 11 лотков, отводящего конвейера 12 с приводом 14 и электроавтоматики управления системой.

Работает конвейер следующим образом. Заготовки, поступая вцепной подъемник 3, направляются в распределительный трассовый лоток 5; скатываясь по этому лотку к подводящим лоткам 9, заготовки поступают в станки 10. После обработки кольца по отводящим лоткам 11 и конвейеру 12 заготовки перемещаются на следующий участок.

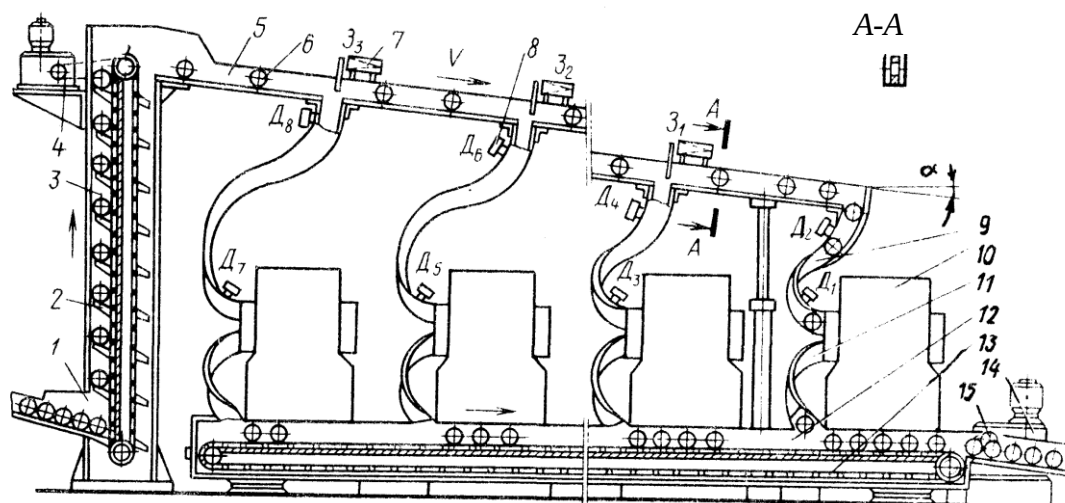


Рис. 16.5. Схема транспортной системы токарного участка автоматического цеха № 2 (АЦ-2) 1-й ГПЗ: 1 – приемный лоток; 2 – захваты конвейера-подъемника элеваторного типа; 3 – подъемник; 4 – привод конвейера-подъемника; 5 – распределительный трассовый лоток; 6 – заготовки; 7 – заслонки; 8 – датчики переполнения подводящих лотков; 9 – подводящие лотки станков; 10 – станки; 11 – отводящие лотки станков; 12 – отводящий конвейер; 13 – роliko-втулочная цепь конвейера; 14 – привод отводящего транспортера; 15 – отводящий лоток к следующему участку

Электроавтоматика транспортной системы служит для согласования работы центрального подъемника с работой станков, а также сигнализации и предохранения механизмов от возможных поломок при переполнении кольцами лотков-накопителей. Электроавтоматика включает в себя датчики $D_1 - D_8$, заслонки $Z_1 - Z_3$ с электромагнитами. Система работает по принципу приоритета подачи колец к дальнему станку от подъемника. Об отсутствии заготовок в дальнем станке 10 сигнализирует датчик D_1 , который открывает все заслонки $Z_1 - Z_3$, несмотря на отсутствие или наличие заготовок в предыдущих станках. При заполнении лотка-накопителя 9 датчик D_2 подает сигнал на закрытие заслонки Z_1 и заготовки начинают поступать в лоток-накопитель предыдущего станка до уровня датчика D_4 , который подает сигнал на закрытие заслонки Z_2 .

Работа других датчиков, встроенных в лотки-накопители, аналогична работе датчиков Д₁ и Д₂. Датчик Д₈ ближнего к цепному подъемнику станка при заполнении лотка подает команду на отключение подъемника, тем самым прекращая подачу заготовок в лоток-распределитель 5. Команда на включение подъемника 3 поступает от любого из датчиков Д₁, Д₃, Д₅, Д₇, сигнализирующих об отсутствии заготовок в лотках-накопителях.

В поточном производстве при изготовлении изделий средних размеров (автомобилей, тракторов, универсальных металлорежущих станков и т.п.) электрические мостовые краны, как правило, не применяют, за исключением отдельных случаев изготовления особо тяжелых изделий. Это объясняется тем, что требуется отдельный штат крановщиков, а также тем, что точная установка изделий мостовым краном требует значительно больше времени, чем поворотным краном. При необходимости одновременной установки заготовок, деталей или изделий на несколько единиц оборудования приходится затрачивать дополнительное время на ожидание высвобождения крана. Кроме того, для крановых пролетов требуется здание большой высоты, и поэтому их строительство обходится дороже, чем строительство бескрановых пролетов.

Примерное время установки и съема изделий массой до 150 кг составляет, при использовании мостового электрического крана (включая время на вызов его к месту работы), 3...5 мин; подвесного крана – 0,5 мин.

Подвесные краны особенно целесообразно применять при обслуживании определенной производственной площади, а не линии.

Для повышения безопасности передвижения на полу цеха наносятся сплошные полосы желтого цвета, обозначающие участки с активным транспортным движением. На оживленных участках устанавливаются барьеры, препятствующие неожиданному выходу людей на проезд, вывешиваются предупреждающие таблички, обозначаются переходы и даже устанавливаются светофоры. Скорость напольного транспорта должна быть меньше 80 м/мин, а подвесного – меньше 50 м/мин из-за инерционности.

При проектировании и расчете транспортной системы на компоновку цеха наносятся стрелки, ширина которых пропорциональна объему грузопотоков (рис. 16.6), и указывается их объем (штук в смену, т/сутки или т/год).

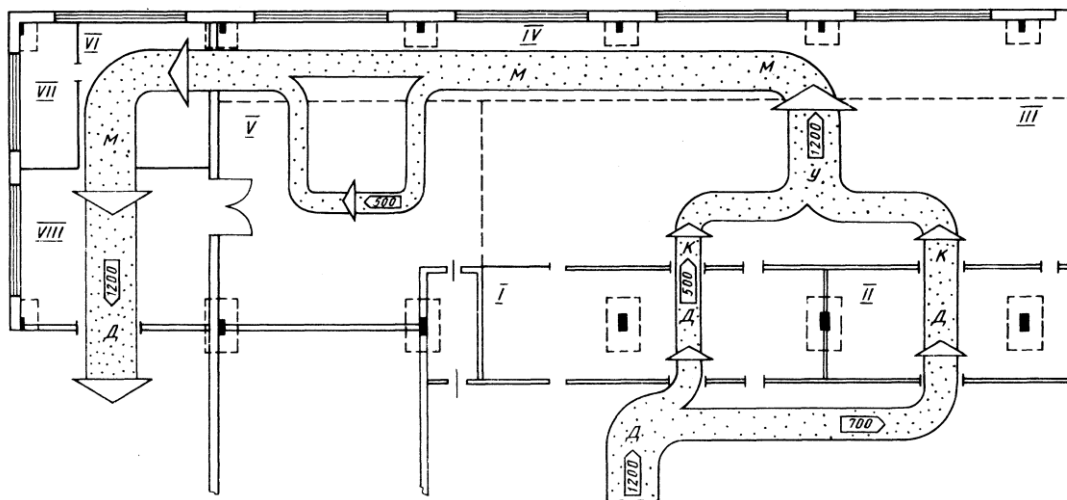


Рис. 16.6. Схема транспортных связей сборочного цеха:

I – склад готовых деталей; II – участок подправки и окраски корпусных деталей; III – участок сборки узлов и комплектов; IV – участок монтажа машин; V – участок испытания и отладки машин; VI – участок окраски и отладки машин; VII – краскоприготовительный участок; VIII – участок комплектования и упаковки; грузопотоки: Д – отдельных деталей; У – собранных узлов; К – собранных комплектов; М – собранных машин

При проектировании необходимо согласование по времени, поэтому составляется график доставки, производится расчет размера доставляемых партий деталей. При непоточном производстве гораздо сложнее прогнозировать трудоемкость транспортных операций и в среднем она определяется по формуле

$$T = \frac{Q \cdot t_{\text{ц}}}{q \cdot 60}, \quad (16.1)$$

где T – трудоемкость транспортных операций, ч.; Q – грузопоток, т/г.; $t_{\text{ц}}$ – средняя длительность транспортного цикла, мин; q – размер средней транспортной партии, т.

Грузы транспортируют по транспортной системе либо на спутниках или палетах, либо в поддонах или кассетах. Поддоны делят на ящичные, стоечные и плоские. Наиболее часто при складировании и транспортировании применяют ящичные металлические и пластмассовые поддоны, называемые *производственной тарой* (ГОСТ 14861–74).

Используемые в механосборочном производстве, поддоны в основном имеют специальные ножки, которые не только придают им устойчивость, но и используются при перемещении по транспортной системе. Кроме того, высота и конструкция ножек дают возможность подхватывать поддон вилчатым погрузчиком. В таре подобного типа груз

может транспортироваться на подвесных конвейерах с автоматической погрузкой и выгрузкой. Помимо представленных конструкций поддонов, имеется также тара со съёмными и открывающимися стенками, каркасная, ящичная мелкая и др.

16.3. Инструментальная служба

Инструментальная служба предназначена для обеспечения инструментами и для контроля их правильной эксплуатации. Превышение скорости резания или подачи приводит к быстрому уменьшению стойкости инструмента, а значит, – увеличению его расхода. Превышение допустимого износа приводит к быстрому уменьшению стойкости, увеличению снимаемого слоя на поверхностях инструмента при переточке.

Функции инструментальной службы:

- 1) организация транспортирования инструментов;
- 2) хранение инструмента и составных элементов на складах;
- 3) настройка сложных инструментов на требуемый размер (резцов в блоках для станков с ЧПУ, расточных многорезцовых блоков, комплекта фрез на оправке и т.п.);
- 4) замена неперетачиваемых многогранных пластин на сложных инструментах (торцовых фрезах, эжекторных сверлах и т.п.);
- 5) восстановление инструментов путем перепайки напайных пластин;
- 6) очистка и заточка инструмента;
- 7) сборка и демонтаж инструмента;
- 8) контроль состояния режущих кромок инструмента;
- 9) проверка абразивных кругов и их балансировка.

Структура инструментальной службы:

- 1) инструментально-раздаточные кладовые (ИРК) или склады;
- 2) заточные отделения и участки (при централизованной заточке для крупных цехов);
- 3) инструментальный цех (для изготовления сложных инструментов и технологической оснастки);
- 4) мастерские по ремонту оснастки и режущих инструментов;
- 5) участки сборки и настройки;
- 6) участок для напайки режущих пластин (на установках ТВЧ);
- 7) участок по нанесению покрытий на режущие инструменты;
- 8) контрольно-поверочные пункты (контроль режущих и измерительных инструментов).

Стандартные режущие инструменты покупаются или заказываются на инструментальных заводах, специальные инструменты изготавли-

ваются в инструментальном цехе или заказываются на инструментальных и других предприятиях.

Инструментальный цех, как правило, имеет наиболее точное универсальное (токарные станки, фрезерные, сверлильные, строгальные и долбежные, шлифовальные и т.п.) и специальное оборудование (координатно-расточные станки, горизонтально-расточные с копировальными приспособлениями, вакуумные камеры для нитроцементации, установки для нанесения износостойких покрытий, установки ТВЧ для напайки твердосплавных пластин и т.п.), наиболее высокую квалификацию рабочих. На крупных предприятиях инструментальный цех имеет свой термический участок. Состояние инструментального цеха определяет способность предприятия к перестройке, возможности подготовки к выпуску новой и сложной продукции.

Способы организации замены режущих инструментов:

1) *по отказам*, когда после наступления предельно допустимого износа инструмент заменяется. Критериями предельного износа могут быть: а) ширина фаски износа по задней поверхности (при обработке стали – не более 0,25 мм для получистовой обработки и не более 0,75 мм для черновой обработки); б) ухудшение шероховатости обработанной поверхности; в) быстрое изменение настроенного размера (размер «не держится»); г) появление свиста или вибрации; д) появление синей стружки для быстрорежущего инструмента и красной – для твердосплавного и т.д.

2) *смешанная замена*, или *принудительная*, когда через определенное время, равное стойкости инструмента, тот заменяется независимо от степени его износа. Эта форма замены применяется для поточного производства и для автоматических линий, причем режимы резания обычно подбирают такие, чтобы стойкость была равна или кратна продолжительности рабочей смены. Если инструмент изнашивается до намеченного срока, то он немедленно заменяется. Если на автоматической линии инструмент заменять по отказам, то линия больше будет простаивать, чем работать (то на одном станке менять надо, то через некоторое время на другом и т.д.).

Для бесперебойной работы производства создается страховой запас инструментов. Для этого составляется карта использования инструментов по техпроцессам, инструменты разбиваются на группы стойкости и наибольшего использования, определяется страховой запас с помощью табличных данных по минимальному оборотному фонду (табл. 16.2).

Таблица 16.2

Минимальный оборотный фонд инструментов, шт.

Инструменты	Норма времени на восстановление	Стойкость режущей кромки	Число одновременно работающих инструментов данного номенклатурного ряда, шт.					
			1	2	3	4	5	6
Резцы, сверла, развертки, зенкеры, зенковки, метчики, фрезы концевые и пазовые	4,0	1,0	10	10	28	36	45	54
		1,5	8	15	23	29	36	43
		2,0	6	11	17	22	27	32
		4,0	5	9	14	18	22	27
		8,0 и более	4	7	11	14	18	22
Резцы фасонные и пластинчатые, сверла ступенчатые, зенкеры сложные, развертки сборные, фрезы цилиндрические	8,0	1,5	14	27	40	50	63	---
		2,0	10	19	28	36	45	---
		4,0	6	11	17	22	27	---
		8,0 и более	4	7	11	14	---	---
Блоки расточные, фрезы со вставными ножами диаметром до 300 мм, головки расточные	12,0	2,0	14	27	40	---	---	----
		4,0	8	15	23	---	---	---
		8,0 и более	5	9	14	---	---	---

На стеллажах наиболее часто используемый мелкий инструмент хранится на полках на уровне от пояса человека до его плеч по видам в порядке увеличения размера, создаются комплекты инструментов (например, метчики и сверла под этот размер). Редко используемые легкие инструменты хранятся на стеллажах на высоте более 2,5 метров, тяжелые приспособления и инструменты – на нижних полках. Все ячейки и ящики подписываются, ведется книга учета инструментов, заблаговременно заказываются и покупаются необходимые по техпроцессу инструменты. Удельная площадь для инструментальной кладовой зависит от типа производства:

- 1) при единичном производстве – $0,7 \dots 1,2 \text{ м}^2/\text{станок}$;
- 2) при мелкосерийном производстве – $0,6 \dots 1,0 \text{ м}^2/\text{станок}$;
- 3) при среднесерийном производстве – $0,5 \dots 0,8 \text{ м}^2/\text{станок}$;
- 4) при крупносерийном производстве – $0,4 \dots 0,6 \text{ м}^2/\text{станок}$;
- 5) при массовом производстве – $0,3 \dots 0,4 \text{ м}^2/\text{станок}$.

Большая удельная площадь применяется при хранении в инструментальной кладовой, кроме инструментов, еще и приспособлений.

В инструментальной кладовой часто хранятся измерительные инструменты и калибры, для чего выделяется площадь $0,1 \text{ м}^2/\text{станок}$.

В ИРК в зоне хранения и комплектования инструмента и технической документации находятся кладовые абразивных и слесарно-сборочных инструментов. Кладовую абразивных инструментов создают при наличии в цехе шлифовальных, отрезных, заточных или полировальных станков. Площадь кладовой определяют из расчета $0,4 \dots 0,5 \text{ м}^2$ на один из перечисленных станков для поточного и $0,5 \dots 0,8 \text{ м}^2$ для непоточного производства. Принимают одного кладовщика на $30 \dots 40$ единиц оборудования, в функции которого входит и доставка абразивного инструмента к станкам, и изношенного абразивного инструмента в кладовую. В кладовой абразивные инструменты должны храниться в вертикальном положении и предварительно должны быть испытаны на разрыв.

Количество переточек инструмента m определяется делением длины рабочей части L на величину допустимого стачивания за одну переточку ℓ ($m=L/\ell$), а время работы инструмента (ресурс работы) $\tau=m \cdot T$, где T – стойкость инструмента.

Особое значение имеет наличие мерного режущего инструмента (сверл, зенкеров, разверток, метчиков и плашек и т.п.) нужной номенклатуры. Отсутствие хотя бы одного требуемого размера приведет к остановке производства. Кроме режущего инструмента, необходимо иметь в наличии большое количество разнообразной технологической оснастки и приспособлений: переходные втулки к сверлильным и токарным станкам под конические хвостовики (с конусами Морзе с №1 на №2, №2-3, №3-4, №4-5, №6-7, с №1 на №3 и т.д.), переходные втулки к фрезерным станкам, штривели (тяги) для крепления фрез, цанговые патроны с наборами цанг, разжимные оправки под отверстия различного диаметра, токарные патроны самоцентрирующие и с независимым перемещением кулачков и т.п.

При доставке инструмента к технологическому оборудованию транспортными рабочими их количество при техническом проектировании может быть определено по формуле $P_T = 0,06 \cdot C_{\text{обс}}$, а число тележек для доставки $N_T = k_T \cdot C_{\text{обс}}$, где $C_{\text{обс}}$ – число обслуживаемых станков; k_T – коэффициент, учитывающий тип оборудования (для токарных станков $k_T = 0,4$; для многоцелевых станков с магазином: до 20 инструментов $k_T = 0,12$; до 50 инструментов $k_T = 0,6$; свыше 50 инструментов $k_T = 1,2$).

Если информация о технической документации хранится не в памяти компьютера, то площадь, необходимая для хранения технической

документации, $F_d = C_{\text{обс}} \times f$, где $f = 0,2 \text{ м}^2$ – площадь, необходимая для хранения технической документации, на один станок.

Разборку отработавшего инструмента осуществляет слесарь-инструментальщик, заменяя при этом затупленные пластины в инструментах с механическим креплением. Разобранные инструменты сортируют по степени пригодности и передают по назначению (на контроль, восстановление, ремонт и т.п.). Число слесарей-инструментальщиков по разборке инструмента при техническом проектировании составляет 40 % от числа слесарей-инструментальщиков по настройке инструмента, а число комплектовщиков инструмента – 50 % от числа слесарей-инструментальщиков по настройке инструмента.

Площадь, необходимую для разборки инструмента, для кладовщиков-комплектовщиков определяют, исходя из количества работающих в смену, а также площади, занимаемой кладовщиком-комплектовщиком (5 м^2) и слесарем-инструментальщиком по разборке инструмента (7 м^2).

Площадь для хранения режущих инструментов $F_{\text{и}} = C_{\text{обс}} \times K_c \times f_{\text{и}}$, где $K_c = 0,5$ – коэффициент, учитывающий хранение инструментов на высотных стеллажах; $f_{\text{и}} = 0,7 \dots 2,2 \text{ м}^2$ – площадь, необходимая для хранения инструмента для одного станка (выбирают в зависимости от серийности выпуска и вида оборудования [2]). Общая площадь, занимаемая секцией обслуживания инструментом станков, – это сумма площадей зоны хранения и комплектования инструмента и технической документации, а также зоны разборки отработанного инструмента.

Площадь кладовой слесарно-сборочных инструментов определяют из расчета $0,15 \text{ м}^2$ на одного слесаря-сборщика основного производства. В ней хранят инструмент для клепки, сборки резьбовых соединений, запрессовки, вальцовки, сверления и нарезания резьбы, опиловки и зачистки, притирки, шабрения и других работ.

Просуммировав площади секции обслуживания инструментом станков и секции сборки и настройки инструментов, получим площадь, занимаемую участком инструментальной подготовки.

Кроме инструментальной кладовой, в цехе инструментальная служба представлена заточным отделением, которое располагается у стены, вблизи участков токарных и сверлильных станков. От основного помещения заточное отделение отгораживается перегородкой для уменьшения шума и запыленности абразивной пылью, делается мощная вытяжная вентиляция. В заточном отделении устанавливаются наждачные станки с крупным и мелким зерном, и с зелеными кругами для заточки твердосплавных инструментов, и с белыми (красными) – для заточки быстрорежущих, прочих инструментальных и конструкционных

сталей. За состоянием кругов следит заточник или мастер, или кто-то из рабочих (по совместительству). Круги периодически правятся шарошками, регулируется положение подручника, заменяются круги на новые после существенного износа старых.

Отделение по восстановлению режущего инструмента организуется для централизованной повторной заточки и текущего ремонта режущих инструментов, используемых в цехе. При числе станков в механическом цехе 150...300 может быть организовано одно отделение по восстановлению режущих инструментов, свыше этого числа может быть организовано два-три отделения по восстановлению инструментов, которые по возможности располагают рядом с участком инструментальной подготовки с целью максимального приближения к местам их потребления. Если в цехе количество станков менее 150, то восстановление режущего инструмента производят в инструментальном цехе.

При смешанном и смешанно-групповом способах замены режущих инструментов в производстве применяют принудительное восстановление инструментов.

К основным направлениям при проектировании отделений по восстановлению режущего инструмента следует отнести применение электрохимической заточки алмазными кругами твердосплавных инструментов, использование многониточных кругов для шлифования метчиков, применение электроимпульсных станков для обработки закаленных элементов инструментальной оснастки, использование установок для напыления износостойких покрытий.

Число универсальных заточных станков в отделении (процентов от числа обслуживаемых станков) принимают: в поточном производстве 3...5 %, в непоточном – 3...4 %. Большой процент заточных станков берут при числе обслуживаемых станков до 200, меньший – при числе обслуживаемых станков свыше 500. Количество основного оборудования можно определить и на основании показателей средней станкоемкости восстановления 1 т режущих инструментов или восстановления инструментов одним станком в стоимостном выражении.

Указанные проценты принимают при обслуживании одношпиндельных станков (шлифовальные и другие станки, работающие с помощью абразивного инструмента, в число обслуживаемых не входят). Если в цехе имеются многошпиндельные или агрегатные станки, то эти проценты надо устанавливать исходя из числа «приведенных» станков по числу имеющихся в них шпинделей.

В цехах с чистовой лезвийной обработкой устанавливаются заточные станки, оснащаемые алмазными и эльборовыми кругами, для до-

водки режущих кромок резцов. Сложные инструменты (фрезы, протяжки, развертки и т.п.) обычно затачиваются централизованно на заводском заточном участке с использованием приспособлений.

Кроме инструментального цеха, на крупных предприятиях в больших цехах организуются участки восстановления и ремонта инструмента и технологической оснастки. Эти участки оснащаются необходимыми станками и оборудованием: универсальными заточными, специальными заточными (например: для заточки сверл, дисковых пил и т.п.), плоско- и круглошлифовальными, внутришлифовальными, универсальными токарными, фрезерными, сверлильными, ручными и гидравлическими прессами, электроискровыми установками для маркировки инструмента, верстаками с тисами, печами для нагрева при запрессовке и т.д.

Для настройки инструментов с регулируемым креплением создаются участки, оборудованные индикаторами со стойками, инструментальными микроскопами, проекторами и т.п. Удельная площадь для участков ремонта и настройки инструментов обычно принимается 10 м²/станок.

16.4. Служба ремонта и технического обслуживания

Служба ремонта и технического обслуживания предназначена для обслуживания оборудования основного и вспомогательного производства, подъемно-транспортного оборудования, системы удаления и дробления стружки, централизованной подачи смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ), систем подачи сжатого воздуха и электроэнергии, электронных систем, печей и т.п.

В основе работы службы ремонта и технического обслуживания лежит планово-предупредительный ремонт, для чего главный механик цеха составляет график осмотров и плановых ремонтов оборудования. На каждый станок заводится карточка учета, в которой записывается дата выпуска оборудования, дата поступления на предприятие и его состояние, график планово-предупредительных осмотров и ремонтов в соответствии с категорией ремонтной сложности оборудования (например, станок 1К62 имеет 11-ю категорию). Для каждой группы предусмотрена своя структура и сроки (например, О-О-О-О-Т-О-О-О-С-....-О-К, где О – осмотр, Т – текущий ремонт, С – средний ремонт, К – капитальный ремонт). В карточке станка отмечаются все осмотры и ремонты, характер поломок, наименование деталей предупредительной и аварийной замены.

При осмотре производится регулировка, смазка, замена изношенных деталей, если это не требует длительной остановки оборудования.

Если замена при осмотре невозможна, то в карточке станка делается соответствующая запись для замены во время ближайшего ремонта. При текущем (мелком) и среднем ремонте станок выводится из производственного процесса на несколько дней, поэтому это должно быть согласовано с мастером или начальником цеха. При капитальном ремонте станок выводится из производственного процесса на длительное время и даже может быть вывезен в ремонтно-механический цех (для шлифовки направляющих, модернизации и т.п.).

Укрупненные типовые нормы времени на работы по ремонту металлорежущего оборудования (по видам ремонта) рекомендуются для применения на предприятиях независимо от их ведомственной подчиненности и предназначены для нормирования труда рабочих, занятых ремонтом металлорежущих станков при сдельной системе оплаты труда, и установления нормированных заданий [6].

Укрупненные типовые нормы времени могут быть использованы при расчете комплексных норм при внедрении бригадной формы организации и стимулирования труда. Ниже приводится типовой состав работ по видам ремонта.

Капитальный ремонт: проверка точности перед разборкой; измерение износа трущихся поверхностей перед ремонтом базовых деталей; полная разборка станка и всех его сборочных единиц, промывка, протирка и осмотр их; дефектация всего станка; замена и восстановление изношенных деталей; ремонт систем смазки, охлаждения и гидравлики; шлифование или шабрение всех направляющих плоскостей; ремонт или замена оградительных устройств, установленных в соответствии с правилами техники безопасности, и устройства для защиты обработанных поверхностей станка от стружки и абразивной пыли; сборка всех сборочных единиц станка, проверка правильности их взаимодействия. Шпаклевка и окраска всех внутренних и наружных поверхностей по техническим условиям. Обкатка на холостом ходу на всех скоростях и подачах. Проверка плавности работы кинематической схемы и ее испытание под нагрузкой.

Средний ремонт: частичная разборка станка, промывка, протирка, осмотр деталей разобранных сборочных единиц и очистка от грязи неразобранных; уточнение предварительно составленной ведомости дефектов; замена или восстановление изношенных сборочных единиц и деталей; проверка и зачистка неизношенных деталей, оставляемых в механизмах станка; ремонт насосов и систем смазки, охлаждения и гидравлики; контрольное шабрение или шлифование нуждающихся в ремонте направляющих поверхностей, если их износ превышает до-

пустимый; ремонт или замена оградительных устройств, установленных в соответствии с правилами техники безопасности, и устройства для защиты обработанных поверхностей станка от стружки и абразивной пыли; сборка отремонтированных сборочных единиц; проверка правильности взаимодействия всех механизмов станка. Окраска наружных нерабочих поверхностей станка. Обкатка на холостом ходу на всех скоростях и подачах. Проверка плавности работы кинематической схемы и ее испытание под нагрузкой.

Текущий ремонт: частичная разборка станка, поддетальная разборка двух-трех сборочных единиц, подверженных наибольшему износу и загрязнению; вскрытие крышек и люков для внутреннего осмотра и промывки остальных сборочных единиц; протирка всей машины; продувка сжатым воздухом; осмотр, промывка деталей разобранных сборочных единиц базовых плоскостей и направляющих; составление или уточнение предварительно составленной ведомости дефектов и выявление деталей, требующих замены или ремонта при ближайшем плановом ремонте, с записью в предварительной ведомости дефектов; проверка правильности работы и регулирование механизма станка; замена изношенных деталей; добавление фрикционных дисков; пришабривание конусов фрикционов; регулирование фрикционных муфт и тормозов; зачистка задиров, царапин, забоин, заусенцев на трущихся поверхностях станка; регулирование элементов гидросистемы и ремонт систем смазки, замена масла; проверка и ремонт системы охлаждения; устранение утечки жидкости, подтекания кранов; малый ремонт насосов и арматуры; ремонт или замена оградительных устройств, установленных в соответствии с правилами техники безопасности, и устройства для защиты обработанных поверхностей станка от стружки и абразивной пыли; проверка точности станка, включенного в список оборудования, подвергаемого профилактической проверке точности.

В основу разработки норм времени положены типовые технологические процессы ремонта станков, общемашиностроительные нормативы времени на слесарные работы по ремонту оборудования, данные фотохронометражных наблюдений, проведенных нормативно-исследовательскими организациями на предприятиях; результаты анализа организации труда на предприятиях.

Трудоёмкость всех видов ремонтных работ определяется по ремонтной сложности работ. Для механического оборудования трудоёмкость одной единицы ремонтной сложности (К) принята равной 1/11 части трудоёмкости ремонта токарно-винторезного станка 1К62, взятого за эталон и отнесенного к 11 категории сложности, т.е. для станка 1К62

$K=11$. Для механической части этого станка трудоемкость капитального ремонта принята равной 50 ч. Для электрической части – 12,5 ч.

Категории ремонтной сложности (R) с нормативами времени для разных видов механического и подъемно-транспортного оборудования, а также видов ремонта и технического обслуживания приведены в «Единой системе ППР и рациональной эксплуатации технологического оборудования машиностроительных предприятий» и другой справочной литературе.

Среднюю ремонтную сложность в ремонтных единицах (R_{cp}) по участку или цеху определяют отношением суммы категорий сложности (ΣR) на число единиц оборудования согласно планировке (n), т.е. $R_{cp} = \Sigma R / n$.

Расчет числа станков службы ремонта, числа станочников и слесарей ремонтников ведется так же, как и для механических участков и цехов, исходя из общей трудоемкости, определяемой по нормативам времени на каждую единицу ремонтной сложности.

Трудоемкость годового объема ремонта всех станков цеха

$$T_{ц} = T_{об} \cdot \Sigma R,$$

где $T_{об}$ – общая трудоемкость на одну ремонтную единицу соответствующего станка.

На предприятиях с численностью работающих до 600 человек применяется централизованная форма обслуживания, когда бригада слесарей приходит в цеха по вызову или в соответствии с графиком предупредительных осмотров и ремонтов.

На крупных предприятиях применяется смешанная форма обслуживания, когда осмотры и мелкий ремонт выполняются цеховой бригадой, а капитальный и средний ремонт – с привлечением заводской бригады. В средних и крупных цехах (свыше 100 человек) в каждой смене имеется обычно 2...4 слесаря для текущего ремонта механической части станков и 1...2 электрика. При проектировании системы ремонта расчёт количества слесарей и электриков производится по трудоёмкости соответствующего вида работ. При наличии в цехе станков с ЧПУ обслуживание стоек управления производится электронщиком.

В средних и крупных цехах отводится место для оборудования ремонтной службы из расчета 22...28 м² на один станок. Количество станков ремонтной службы обычно составляет 2 % от количества производственного оборудования. Оборудование ремонтной базы – ручные и гидравлические прессы; сварочные трансформаторы; дрели электрические; шлифовальные машинки; механические ножовки; шлифовальные станки с гибким валом; наждаки; сверлильные, токарные и универсаль-

ные фрезерные станки и т.п. Для работы на этом оборудовании предусматривается штат рабочих-универсалов. Коэффициент использования оборудования обычно не превышает 0,5...0,7.

Электрики располагаются обычно в отдельном помещении и имеют свое оборудование (приспособления для перемотки обмотки электродвигателей, съемники, верстаки с тисами, прессы и т.п.). Для хранения ремонтируемых электродвигателей предусматривается кладовая или площадка площадью 10...25 м².

Для капитального ремонта оборудования и его модернизации на предприятии создается ремонтно-механический цех (РМЦ), оснащаемый необходимыми станками (токарными, сверлильными, фрезерными, строгальными, горизонтально-расточными, плоско- и круглошлифовальными, внутришлифовальными, продольношлифовальными, карусельными, гильотинами для резки листов и прутков и т.п.). В РМЦ имеется развитый сварочный участок для резки металлических плит и для сварки корпусных деталей, большой склад материалов (листов и прутков).

Система удаления стружки создается для удаления и переработки стружки. Если стружки получается до 0,3 т в год с 1 м² цеха, то она собирается в контейнер; если больше 0,3 т/м², то стружка падает на линейный конвейер, проходящий в канале под станками на глубине 600...700 мм, а затем переносится им в емкость в конце пролета или цеха. В крупных цехах стружка линейным конвейером переносится на магистральный, проходящий в туннеле на глубине до трёх метров, а затем – в ёмкость для переработки. Конвейеры применяются ленточные, скребковые, шнековые, с бегущим магнитным полем.

Для оценки ожидаемого количества стружки определяется вес годовой программы всех деталей, а затем берется 15 % от этой величины для серийного производства и 50 % для мелкосерийного. В авиастроении вес стружки может составлять до 90 % от веса детали, т.к. литье и штамповка может не допускаться.

Для хорошего удаления стружка должна быть не длиннее 200 мм, а диаметр витка спирали не более 25 мм. Для придания удобной формы (плотной спирали) применяются стружколомы, затачиваются или штампуются стружкозавивающие канавки на передней поверхности режущих пластин, под большим давлением подается СОЖ или воздух в область стружкообразования, применяется переменная подача и другие способы. Слишком мелкая (дробленая) стружка забивается в приспособления и плохо удаляется. Длинная стружка опасна для рабочего, плохо удаляется, запутывается на вращающихся частях станка и приспособлений, занимает слишком много места в контейнере.

При единичном и мелкосерийном производстве возможна обработка деталей из разных материалов, поэтому при сборе в контейнеры недопустимо смешивание разнородных стружек. Отдельно собирается стальная стружка, чугунная (но в малом количестве допускается смешивание со стальной), алюминиевых сплавов, медных, титановых, нержавеющей стали, жаропрочных сплавов и т.д. При попадании в контейнер стружки разных групп содержимое контейнера закапывается, а на мастера или рабочего, допустивших смешивание, выписывается штраф.

Перед переработкой немагнитная стружка проходит магнитную сепарацию для удаления остатков режущего инструмента при его поломке. Далее стружка дробится, обезжиривается в специальных моечных машинах горячей водой или щелочными растворами, удаляется влага в центрифуге, прессуется в брикеты по 5...8 кг и отправляется во вторчермет или цветмет. Для лучшего дробления стружка может дополнительно охрупчиваться жидким азотом или твердой углекислотой, иногда даже закаливается (для нужд порошковой металлургии).

Система подачи СОЖ предназначена для приготовления и подачи СОЖ к рабочим местам по трубопроводу (централизованная подача СОЖ). При единичном и мелкосерийном производстве СОЖ заливается в емкость, расположенную под поддоном станка, и подается в рабочую зону насосом станка. При централизованной подаче площадь участка приготовления СОЖ занимает от 40 до 120 м² для 50...400 станков. Этот участок располагается у наружной стены для облегчения установки вентиляции. Концентрат СОЖ смешивается в нужной пропорции с водой или маслом, охлаждается и подается насосной станцией в трубопровод. На рабочем месте отработанная СОЖ стекает в емкость и оттуда самотеком поступает на участок СОЖ, где очищается от остатков стружки фильтрами и в центрифуге, добавляется концентрат СОЖ, охлаждается и подается насосом в трубопровод. Для предотвращения размножения бактерий в СОЖ в нее добавляются антибиотики или производится аэрация (насыщение кислородом), т.к. большинство бактерий анаэробны и погибают при наличии кислорода. Через определенное количество циклов СОЖ полностью заменяется. СОЖ должна хорошо отводить тепло от режущих кромок инструмента, облегчать образование стружки, уменьшать коэффициент трения стружки с инструментом, создавать защитную пленку на поверхности инструмента для уменьшения окисления и адгезионно-усталостного износа, иметь в своем составе ингибиторы ржавчины для предотвращения коррозии станка. СОЖ используется также для завивания стружки и ее удаления из зоны резания. Некоторые виды СОЖ опасны для здоровья человека: могут вызывать

аллергию, раздражение кожи, глаз, дыхательных путей и даже вызывать рак; но их применяют из-за высокой эффективности (например, четыреххлористый углерод CCl_4 , сульфохрезол и т.п.). С такими СОЖ требуется особая осторожность (иногда даже требуется применение противогаса и резиновых перчаток).

Помимо СОЖ на водной основе широко применяются различные масла с добавками для образования защитных пленок на рабочих поверхностях инструментов. Стараются применять масла двойного и тройного действия, т.е. с возможностью использовать их для смазки частей станка, в гидросистемах станка и приспособлений.

Кроме собственно СОЖ, могут применяться СОТС (смазочно-охлаждающие технологические средства): жидкий азот, воздух, поверхностно-активные вещества (ПАВ) в виде паст, наносимых на рабочие поверхности инструмента, и т.д. В некоторых случаях применение СОЖ недопустимо (например, при обработке титановых сплавов из-за загрязнения стружки и в связи с невозможностью ее дальнейшей переработки, при обработке чугуна – из-за загрязнения рабочего места и невысокой эффективности и т.п.). В таких случаях обычно применяется сжатый воздух, подводимый в зону резания.

Для хранения СОЖ и их концентратов выделяется площадь из расчета $0,1 \text{ м}^2/\text{станок}$. Обычно эта площадь выделяется в складе ГСМ или заготовок (см. разд. «Складская служба»).

Система электроснабжения предназначена для снижения напряжения подводимой электроэнергии и подачи ее к рабочим местам. Для уменьшения потерь при передаче электроэнергии напряжение на линиях электропередач увеличивают до 110 кВ (требуется меньше сила тока для передачи одинаковой мощности $P=U \times I$). На предприятии (на центральной заводской подстанции) на открытом воздухе размещается каскад понижающих трансформаторов 110/35 кВ и 35/10 кВ, а в цехе (в закрытом помещении) трансформаторы 10/6 кВ и 6/0,4 кВ.

Трехфазное напряжение 380 В (0,4 кВ) подается к оборудованию по электрокабелям, проложенным в трубах вдоль стен и под полом. На 5000 м^2 производственной площади размещается одна цеховая подстанция, занимающая площадь до 50 м^2 . Расстояние между подстанциями обычно 100...300 м. Для оперативного отключения напряжения *шкафы силовые (ШС)* с рубильниками и предохранителями устанавливаются не далее 25 м от оборудования. На каждой группе в ШС (три фазы и предохранитель на каждой фазе) указывается, какие станки подключены к этой группе.

У энергетика цеха имеется ведомость потребителей, где указывается номинальная мощность каждого станка и вспомогательного оборудо-

дования. На основании суммарной номинальной мощности рассчитывается площадь сечения электрических кабелей и определяется необходимая емкость конденсаторов для улучшения $\cos\varphi$ энергетической системы. У электриков имеется также схема подвода электрокабелей к станкам и другим потребителям (к вентиляторам, промышленным кондиционерам, осветителям и т.д.).

Для зарядки аккумуляторов электрокар на территории цеха размещается аккумуляторная станция, имеющая хорошую вентиляцию из-за наличия паров электролита.

Для **снабжения приспособлений сжатым воздухом** на территории цеха размещается компрессорная станция, номинальная мощность которой рассчитывается по расходу сжатого воздуха потребителями. Сжатый до 0,5...0,6 МПа воздух дополнительно осушается для предотвращения появления конденсата в сети. Площадь помещения для компрессорной станции составляет от 1 до 6 % от производственной площади.

Для создания хорошей атмосферы в помещениях цеха создается **вентиляционная система**, обслуживание которой ведется службой ремонта и технического обслуживания.

16.5. Служба контроля качества

Функции системы контроля:

- 1) хранение информации об изготавливаемых изделиях;
- 2) приемочный и операционный контроль качества с проверкой соответствия чертежам и техническим требованиям;
- 3) выдача информации по результатам контроля качества;
- 4) обеспечение своевременной изоляции брака;
- 5) проведение настройки контрольно-измерительных приборов и устройств.

В **состав** службы контроля входят:

- 1) отдел технического контроля (ОТК) завода;
- 2) центральная измерительная лаборатория (ЦИЛ), или центральная заводская лаборатория (ЦЗЛ);
- 3) контрольно-поверочные пункты (КПП), подчиненные ЦИЛ и расположенные в цехах;
- 4) цеховые контрольные пункты (КП) и испытательные отделения.

ОТК завода организует работу всей службы контроля: составляет планы работы всех подразделений службы контроля; осуществляет руководство и контроль; согласует мероприятия и методы контроля с начальниками служб, цехов и отделов; составляет сводки по результатам

контроля для руководства предприятия (посменные, суточные, недельные, месячные, квартальные, полугодовые, годовые); тесно взаимодействует с отделом главного технолога (ОГТ) предприятия.

ЦИЛ завода разрабатывает схемы и планы контрольных проверок средств измерения, выполняет наиболее сложные проверки, делает сложные измерения (контроль состава материалов, его структуры и твердости, контроль физико-механических характеристик используемых материалов, контроль сложных изделий и выборочный комплексный контроль и т.п.).

КПП выполняет выборочный или стопроцентный контроль выпускаемых изделий и поступающих заготовок и полуфабрикатов, контроль изделий после ответственных операций, проверяет работу цеховых контролеров путем перепроверок, делает заключение об эффективности работы линий, участков и цеха в целом.

Контролеры в цехе осуществляют измерение и контроль изделий после каждой операции. При массовом производстве осуществляется стопроцентный контроль, в остальных случаях процент контролируемых изделий определяется ответственностью операции и вероятностью появления брака (зависит от требуемой точности, точности и состояния оборудования, квалификации рабочих) и может составлять 5 %, 10 % и 25 %. Контроль с использованием громоздких и тяжелых средств измерения (инструментальных микроскопов, длинномеров, микрокатеров на стойках, профилометров, приборов для измерения радиального биеения и т.п.) выполняется на стационарных контрольных пунктах, а в остальных случаях – «летучий контроль».

При обнаружении брака контролер помечает краской бракованное изделие, делает об этом запись в журнале контроля с указанием фамилии рабочего и принимает меры для изоляции брака. Если процент брака, обнаруженного выборочным контролем, высок (определяется ответственностью операции, стоимостью изделия и должен быть обычно не более 3 %), то все детали отправляются на стопроцентный контроль и об этом немедленно докладывается мастеру.

При назначении средства и метода измерения необходимо правильно их выбрать. Погрешность метода измерения не должна превышать 10 % допуска контролируемого параметра. В неотчетливых случаях при прямом измерении цена деления измерительного прибора должна быть в 5...10 раз меньше допуска контролируемого параметра (как правило, погрешность средства измерения составляет $\pm$ цена деления).

Для уменьшения брака лучше всего применять активный контроль, который позволяет делать измерения в процессе обработки (на-

пример, при шлифовке вала измерять получаемый диаметр с помощью датчика, находящегося в постоянном контакте с обработанной поверхностью). При пассивном контроле измерение или контроль выполняется после операции и его результаты могут быть учтены при изготовлении только следующей детали.

Для контроля изделий со сложным профилем применяются измерительные машины, устанавливаемые в термоконстантных помещениях с ограниченным доступом. При этом температура выдерживается с точностью до нескольких сотых долей градуса.

После сборки изделие обычно испытывают или даже обкатывают, для чего в цехе создается испытательный или обкаточный участок. При возможности здесь же осуществляется регулировка.

16.6. Служба охраны труда и бытового обслуживания

В службе охраны труда имеется несколько *подсистем*:

1. Обеспечение безопасной работы персонала:

- Пожарная безопасность.
- Безопасная эксплуатация и обслуживание оборудования.
- Защита от механических устройств.
- Защита от стружки и СОЖ.
- Электробезопасность.

2. Обеспечение санитарных условий труда:

- Контроль за чистотой помещения.
- Контроль воздушной среды.
- Защита от шума.
- Защита от вибрации.
- Контроль освещенности.
- Обеспечение производственной эстетики.

3. Обслуживание работающих:

- Служба общественного питания (общепита).
- Медицинское обслуживание.
- Бытовое обслуживание.

По видам обслуживания и размещения объектов бытовое обслуживание делится на 3 группы:

1) местное – курительные, санузлы, питьевые устройства (располагаются не далее 90 м от рабочих мест);

2) цеховые и межцеховые – гардероб, душевые (располагаются не далее 400 м);

3) общезаводские – приемные пункты химчисток, прачечных, ремонта обуви и т.п. (располагаются до 800 м).

Применение автоматических средств обнаружения пожаров является одним из основных условий обеспечения пожарной безопасности, т.к. позволяет оповестить дежурный персонал о пожаре и месте его возникновения. С этой целью в помещениях располагают дымовые извещатели из расчета один извещатель на 60...70 м². Эвакуационные выходы из помещений следует располагать рассредоточенно. Ширина путей эвакуации должна быть не менее 1 м, а ширина дверей на путях эвакуации – не менее 0,8 м, причем двери должны открываться наружу.

Для обеспечения чистоты воздушной среды шлифовальные, полировальные и заточные станки необходимо оборудовать защитно-обеспыливающими кожухами и местными вытяжными вентиляционными устройствами.

Бытовые помещения чаще всего располагают в двухэтажной (или с большим числом этажей) пристройке к производственному корпусу, в нижней части которой размещают вспомогательные отделения цеха и санитарные узлы; на втором и более высоких этажах размещают гардеробы и душевые, конторские помещения и помещения психологической разгрузки персонала.

Максимальный комфорт и наилучшие архитектурно-планировочные решения для производственных корпусов с числом работающих до 2 тыс. достигаются при размещении комплекса бытового обслуживания в отдельно стоящем здании, связанном переходами с производственными помещениями.

Курительные комнаты располагают на расстоянии не более 100 м от наиболее удаленного рабочего места. Эти комнаты должны быть оборудованы скамейками и урнами в соответствии с принятым проектом интерьера для бытовых помещений.

Стены, двери и оборудование санитарных узлов должны быть облицованы такими материалами, которые при смывании с них грязи не меняют цвет и с которых стекает вся влага. Обязательна установка поливочных кранов с горячей и холодной водой для мытья полов, стен и оборудования. Питьевые устройства (колонки) размещают непосредственно на производственных площадях в местах, наиболее удобных для пользования ими. Они могут быть как одностенными, так и многостенными.

В типовых проектах бытовых пристроек каждый зал гардеробной разбит на блоки-ячейки, снабженные необходимыми санитарно-техническими устройствами (умывальниками, душевыми). Группы

шкафов отделены от проходов раздвижными дверями, благодаря чему можно использовать гардероб для обслуживания разного числа мужчин и женщин. Два изолированных светлых прохода делят потоки идущих на работу и с работы. Ширина между шкафами 2 м, что дает возможность устроить скамьи для переодевания всех пользующихся гардеробом. В блоках размещены двойные шкафы для хранения уличной и домашней одежды и одинарные шкафы для хранения рабочей одежды. Габаритные размеры двойных шкафов $350 \times 500 \times 1800$ мм; одинарных – $250 \times 500 \times 1800$ мм. В пристройках устанавливают душевые кабины закрытого типа с местами для переодевания. Число кранов для умывания – один на десять человек, независимо от специальности работающих и выполняемых ими операций технологического процесса. При гардеробных предусмотрены устройства для уборки с использованием холодной и горячей воды. В гардеробных рекомендуется также устанавливать зеркала, приспособления для чистки обуви, сушки волос.

Для автоматов, киосков и лотков радиус обслуживания принимают равным 50...90 м; их устанавливают обычно в непосредственной близости от производственных участков или в отдельных случаях (при допустимости этого по гигиеническим требованиям) на самих производственных участках. Необходимые площади под автоматы – $0,2 \text{ м}^2$; под киоски – $3...4 \text{ м}^2$. Буфеты, а также раздаточные и доготовочные столовые обслуживают работающих в радиусе 200...400 м, и их организуют при больших производственных корпусах в бытовых помещениях. Буфеты требуют площадь $0,05 \text{ м}^2$, а доготовочные столовые – $0,6 \text{ м}^2$ для обслуживания одного питающегося человека.

Если число работающих в цехе более 300 человек, то в цехе организуется фельдшерский пункт, где проводятся профилактические осмотры, делаются инъекции и т.п. На средних и крупных предприятиях организуется здравпункт площадью до 50 м^2 и состоящий из нескольких помещений (приемной, комнаты врача или фельдшера, процедурной, изолятора). На крупном предприятии недалеко от завода может быть построен профилакторий.

16.7. Служба управления и подготовки производства

Данный раздел выполнен на основе учебного пособия Петкау Э.П., Матвеева В.С. и Журавлева В.А. «Проектирование машиностроительного производства» [5] и здесь приводится с согласия авторов.

Служба управления и подготовки производства (СУПП) имеет определяющее значение в выпуске продукции и экономической эффективности предприятия. Даже при наличии современного оборудования и

передовых технологий сбой в системе управления неизбежно приведут к простоям, снижению качества выпускаемой продукции, снижению рентабельности и, при особенно низкой эффективности этой службы, к банкротству предприятия. Чем сложнее оборудование, чем выше его автоматизация и стоимость, тем выше требования к качеству работы СУПП, т.к. его простой обходится гораздо дороже, чем простой обыкновенного универсального оборудования. В связи с особой значимостью СУПП в инструкции о порядке разработки, согласования, утверждения и составе проектной документации на строительство предприятий, зданий и сооружений СНиП 11-01-95 Минстроя России управление производством и предприятием стало самостоятельным разделом проекта.

Объектами управления на предприятии являются все организационно-технические системы (службы), основными из которых являются: технологическая, инструментообеспечения и подготовки производства, контроля и обеспечения качества изделий, охраны труда, технического обслуживания оборудования, складская и транспортная, финансово-хозяйственная, экономического анализа и кадров, материально-технического обеспечения и реализации продукции.

Система управления цехом схожа со структурой управления предприятием, особенно при его высокой экономической самостоятельности и мелкосерийном производстве, когда имеются децентрализованные вспомогательные службы. Система управления цехом составной частью входит в сложную структуру системы управления предприятия, которая на более высоком уровне решает все вопросы календарного и экономического планирования в масштабе предприятия. Основой для производственно-календарного планирования является полная информация о состоянии и возможностях как обеспечения производства, так и реализации готовой продукции (портфеля заказов).

Главной целью системы управления в условиях механосборочного цеха является обеспечение ритмичного производственного процесса в заданном объеме и с наименьшими затратами. Для достижения данной цели на систему управления цеха возлагаются следующие основные задачи:

1. Оперативно-производственное планирование.
2. Разработка технологической и плановой документации.
3. Подготовка оборудования, технологической оснастки, режущих и измерительных инструментов.
4. Обеспечение производства необходимыми заготовками, материалами и комплектующими изделиями.
5. Подготовка персонала.

6. Обеспечение безопасных условий труда в цехе.

7. Диспетчирование и оперативное регулирование производства (осуществление непрерывного контроля состояния производственного процесса и воздействие на него в случае возникших отклонений).

8. Стимулирование персонала.

9. Техническая эксплуатация, обслуживание, ремонт оборудования и приспособлений в требуемых объемах.

10. Бухгалтерский учет и экономический анализ производственной и хозяйственной деятельности цеха.

Структура системы управления должна быть по возможности более простой, иметь наименьшее количество звеньев и взаимосвязей между подразделениями, т.к. излишние звенья снижают оперативность руководства. Не рекомендуется создавать и слишком крупные подразделения, т.к. управление ими усложняется, труднее подобрать достаточно квалифицированных руководителей. Необходимо соблюдать рекомендуемые нормы управляемости. Одному руководителю должны непосредственно подчиняться не более 5...8 руководителей низших ступеней управления. Нормальная численность производственной бригады от 5 до 15 человек, в подчинении мастера – от 15 до 30 человек, на участке старшего мастера (начальника участка) – от 40 до 60 человек.

При разработке системы управления необходимо обеспечить правильное распределение функций между подразделениями, обязанностей, прав и личной ответственности руководителей этих подразделений. Функции подразделений должны быть четко сформулированы в положении разработчика на каждое подразделение, а права, обязанности и ответственность руководителя – в должностной инструкции.

Система управления должна обеспечивать единство руководства, т.е. каждый работник должен подчиняться непосредственно только одному начальнику, от которого он получает задания, перед которым отчитывается, и который оценивает качество его труда.

Примерная схема системы управления механосборочным цехом может выглядеть следующим образом (рис. 16.7).

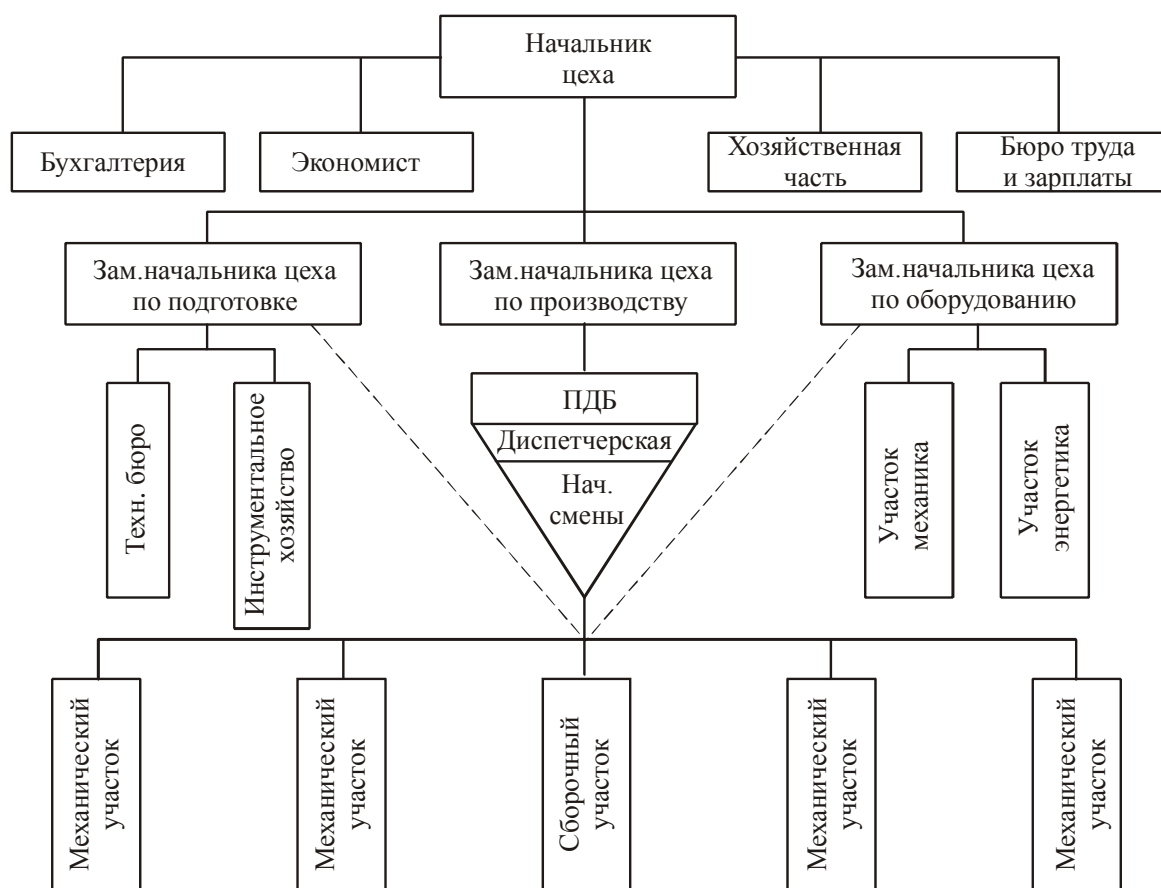


Рис. 16.7. Схема системы управления механосборочным цехом [5]

Важное значение имеет определение конкретных показателей, по которым оценивается труд каждого руководителя, работника и трудового (производственного) коллектива. Такой показатель должен стимулировать экономическую эффективность труда и конечный результат работы коллектива (бригады, участка, цеха) и каждого работника в отдельности. Например, это могут быть количество сданных машинокомплектов деталей, сборочных единиц и др.

Оперативно-производственное планирование (ОПП) является одной из основных задач системы управления производством механосборочных цехов. Главным назначением ОПП является плано-предупредительное обеспечение рабочих мест предметами и средствами труда. Более 50 % всех потерь рабочего времени происходят в результате несвоевременного обеспечения рабочих мест заготовками, инструментом, необходимой оснасткой и тарой. Внедрение нового высокопроизводительного автоматизированного оборудования, бригадных форм организации труда на принципах бригадного подряда с оплатой за конечные результаты труда по закрепленной номенклатуре еще больше обостряют все вопросы эффективности ОПП и всей системы оператив-

ного управления производством (ОУП), включающего в себя кроме ОПП еще системы учета и диспетчирования.

Анализ применяемых на различных машиностроительных предприятиях систем и методов оперативно-производственного планирования показал, что большинство из них трудно поддаются автоматизации и основаны на традиционных линейных графиках состояния производства (так называемых графиках Ганта) и различного рода «дефицитах», т.е. выписок из графиков и заявок-сигналов от участков-потребителей.

Одним из примеров эффективной системы ОПП может служить система, разработанная на ОАО «Юрмаш» в цехах производства погрузчиков-экскаваторов [5].

Система представляет собой единый порядок разработки месячных и сменно-суточных заданий, учета, контроля, анализа и регулирования производственного процесса. Схема оперативного планирования и обеспечения рабочих мест построена таким образом, чтобы на всех этапах соблюдался принцип непрерывности, последовательности и обратной связи (замкнутости), т.е. каждый последующий этап схемы не может быть осуществлен без предыдущего и является для него одновременно контрольным моментом.

Из планово-производственного (ППО) и планово-диспетчерского (ПДО) отделов завода в планово-диспетчерское бюро (ПДБ) цеха как элемента системы общезаводского межцехового оперативно-календарного планирования поступают годовой и месячные производственные планы вместе с экономическими показателями. Эти планы являются исходными для составления месячных заданий участкам и каждой бригаде. Задание бригаде на месяц выдается в виде графика-наряда, в котором указывается вся номенклатура деталей, входящих в состав машинокомплекта (или бригадокомплекта) с указанием их расценок и суммы по заработной плате.

Оперативными исходными данными для составления заданий на следующие производственные сутки являются составленные плановиками участков планы комплектации рабочих мест, машинограммы состояния производства и прогнозы дефицита, поступающие из информационно-вычислительного центра (ИВЦ).

Прежде чем заполненный на основании исходных оперативных данных бланк задания участку на следующие сутки (табл. 16.3) попадет старшему мастеру участка, он поступает в техбюро (ТБ) цеха для контроля возможных изменений в документации, затем – в инструментальную кладовую для контроля обеспеченности инструментом по каждой позиции, подготовке инструмента и необходимой оснастки. Заместитель

теру в виде «задания-рапорта», который в конце смены за подписью мастера БТК передается в ИВЦ для обработки и корректировки данных машинограммы на следующие сутки. Таким образом, замыкается цепь последовательности оперативно-производственного планирования на сутки. Остается только добавить, что поступающие в ПДБ в качестве исходных данных планы комплектаций рабочих мест должны составляться плановиками участков на основании совместной с бригадиром и мастером подетальной сверки фактического обеспечения каждой позиции, прогнозируемой в машинограмме или по заявлению бригадира или мастера. Такая подетальная сверка одновременно служит основанием для корректировки учета в машинограммах и является гарантией достоверности учета хотя бы отстающих позиций.

Практика и опыт передовых предприятий машиностроения показывают, что оперативным планированием, анализом и регулированием производства должны заниматься все – от начальника производства, цеха до мастера и диспетчера смены. Но каждый из них только на своем уровне. Следовательно, границы и уровни управления должны быть четко определены, в том числе и по времени. Поэтому при разработке проекта совершенствования системы оперативного управления производством целесообразно разработать на принципах сетевого планирования специальный график, который бы наглядно устанавливал четкий регламент: кому, в какое время и чем необходимо заниматься в общем процессе контроля регулирования производства.

Как показала практика, такой график полезно составлять для каждого производственного коллектива и для предприятия в целом. Уже в процессе его разработки вскрываются многие несостыковки и нецелесообразности. При разработке суточных планов с жесткой регламентацией их планово-предупредительного обеспечения возникает необходимость принимать в качестве оперативного планового периода не календарные, а так называемые «производственные» сутки, которые включают в себя вторую смену текущих и первую смену следующих календарных суток. Дело тут в том, что при напряженной загрузке второй смены возникают различные непредвиденные отклонения от плановых заданий, которые часто негативно сказываются в начале следующего рабочего дня. Возникает необходимость в корректировках и уточнениях. При сдвиге производственных суток на одну смену время на подготовку и обеспечение таких плановых заданий увеличивается за счет того, что в начале первой смены оно не тратится на уточнения и различного рода неожиданности, возникающие во второй смене. И все же за начало процесса разработки новых заданий принято 11⁰⁰ часов, а не 8⁰⁰ часов утра.

Первые три часа предусматривается занимать анализом предыдущих суток, обработкой машинограмм и т.п.

Для обеспечения производственного ритма и выпуска продукции в заданном объеме и с наименьшими затратами на систему оперативного регулирования (диспетчирования) возлагаются следующие функции:

- осуществление непрерывного контроля за ходом производственного процесса;
- принятие оперативных решений и мер воздействия на производственный процесс в случае возникновения отклонений;
- анализ причин отклонений, особенно повторяющихся, и контроль за принятием и осуществлением мер краткосрочного и стратегического плана мероприятий по предупреждению подобных случаев впредь.

На предприятии создается служба диспетчеров, которые следят за выполнением плана, наличием заготовок, материалов и заделов, процентом брака, количеством незавершенного производства, перспективами выполнения программы в ближайшие сутки и недели и т.п. В настоящее время на передовых предприятиях необходимые данные о текущем производстве в цехах и на участках заносятся в компьютер и непрерывно или периодически обновляются и диспетчер имеет возможность в любой момент времени получить необходимую информацию по компьютерной сети и принять меры по улучшению ситуации (организовать изготовление дефицитных деталей или выполнять какие-то операции дополнительно в других цехах, сделать заказ на приобретение заготовок или материалов и т.п.).

Функции диспетчирования осуществляются не только сменными диспетчерами и старшим диспетчером на диспетчерском пульте. Проект оперативного управления производством должен предусматривать разработку четкого регламента основных работ ежедневного оперативно-производственного планирования и диспетчирования. В этом регламенте указывается точное время действия, ответственный исполнитель, содержание работ (действия); кто участвует, кому передается информация. Например, с 8¹⁹ до 8²⁵ часов старший диспетчер или, в его отсутствие, сменный диспетчер проводит по внутренней связи диспетчерский рапорт о готовности (обеспеченности) смены, в котором участвуют все сменные мастера. Информация по результатам рапорта передается заместителю начальника цеха по производству, который анализирует выявленные отклонения и принимает соответствующие решения.

Большая роль отводится автоматизации СУПП. Большую популярность приобрели такие компьютерные системы (стандарты) автома-

тизированного управления, как ERP (Enterprise Resource Planning) – планирование ресурсов предприятия и MRP II (Manufacturing Resource Planning) – планирование материальных и производственных ресурсов [5].

ERP-системы используются для решения следующих задач:

- формирование оперативного внутрицехового плана с учетом имеющихся заделов и станочного парка;
- диспетчерский контроль исполнения операций;
- расчет производственного плана загрузки производственных мощностей по различным критериям;
- перерасчет производственного плана в реальном времени при возникновении внештатных ситуаций, например, поломки станка;
- планирование материалов;
- управление движением товарных потоков (снабжение, сбыт, организация транспортно-складских служб);
- расчет фактической себестоимости изготовления изделий;
- управление финансовыми потоками;
- автоматизация бухгалтерского учета;
- управление персоналом и др.

ERP-система призвана уменьшить сроки производства продукции, оптимизировать действия служб маркетинга и продаж от момента получения заказа до доставки его потребителю.

Дальнейшее развитие системы MRP II и ERP получили в стандарте CSRP (Customer Synchronized Resource Planning), который учитывает взаимодействие с клиентами и рассматривает полный производственный цикл изделия с учетом всех возможных требований заказчика.

Приобретение готовых проектов систем управления хотя и требует дополнительных затрат и усилий на адаптацию к условиям конкретного предприятия, имеет целый ряд преимуществ по сравнению с разработкой оригинальных индивидуальных систем. Наиболее значимые преимущества:

- сокращается время на разработку системы;
- используется передовой опыт, технологии и методы управления;
- проектанты обеспечивают поддержку проектов систем, обновление их и консультации опытных специалистов;
- совместимость приобретаемых систем с системами других аналогичных предприятий данной отрасли.

На международном рынке появилась новая услуга – сдача ERP-системы в аренду через Интернет с сервера поставщика. Стоимость

аренды определяется по количеству отработанных системой часов и числу пользователей, имеющих к ней доступ.

Готовые системы управления в основном ориентированы не на подразделения, а на предприятия в целом, на бизнес-процессы целой корпорации. Проблемы управления производством в масштабе цеха остаются менее разработанными в связи с большей их индивидуальностью.

При разработке СУПП можно воспользоваться услугами консалтинговых фирм, которые не только разрабатывают индивидуальные проекты систем управления по результатам обследования деятельности предприятия, но и обеспечивают их внедрение и обучение специалистов-управленцев.

Коротко задачи службы управления и подготовки производства можно сформулировать как *планирование, учет и диспетчирование*.

При проектировании цеха или участка с высокой хозяйственной и экономической самостоятельностью вспомогательные службы, как правило, размещаются в корпусе с производственными участками. Пример такого размещения показан на рис. 16.8. Цифрами указаны заточное отделение 1, наждаки 2, площадки заготовок 3 и готовых деталей 4, ручные тележки 5, отделение технического контроля 6, отделение ремонта и технического обслуживания 7 с электриком и двумя слесарями, планово-диспетчерское бюро 8, комната экономиста и бухгалтера 9 с сейфом 10, комната нормировщика 11 со шкафом 12.

Представленное на рис. 16.8 подразделение по количеству оборудования соответствует не цеху, а лишь участку, и приводится здесь в учебных целях.

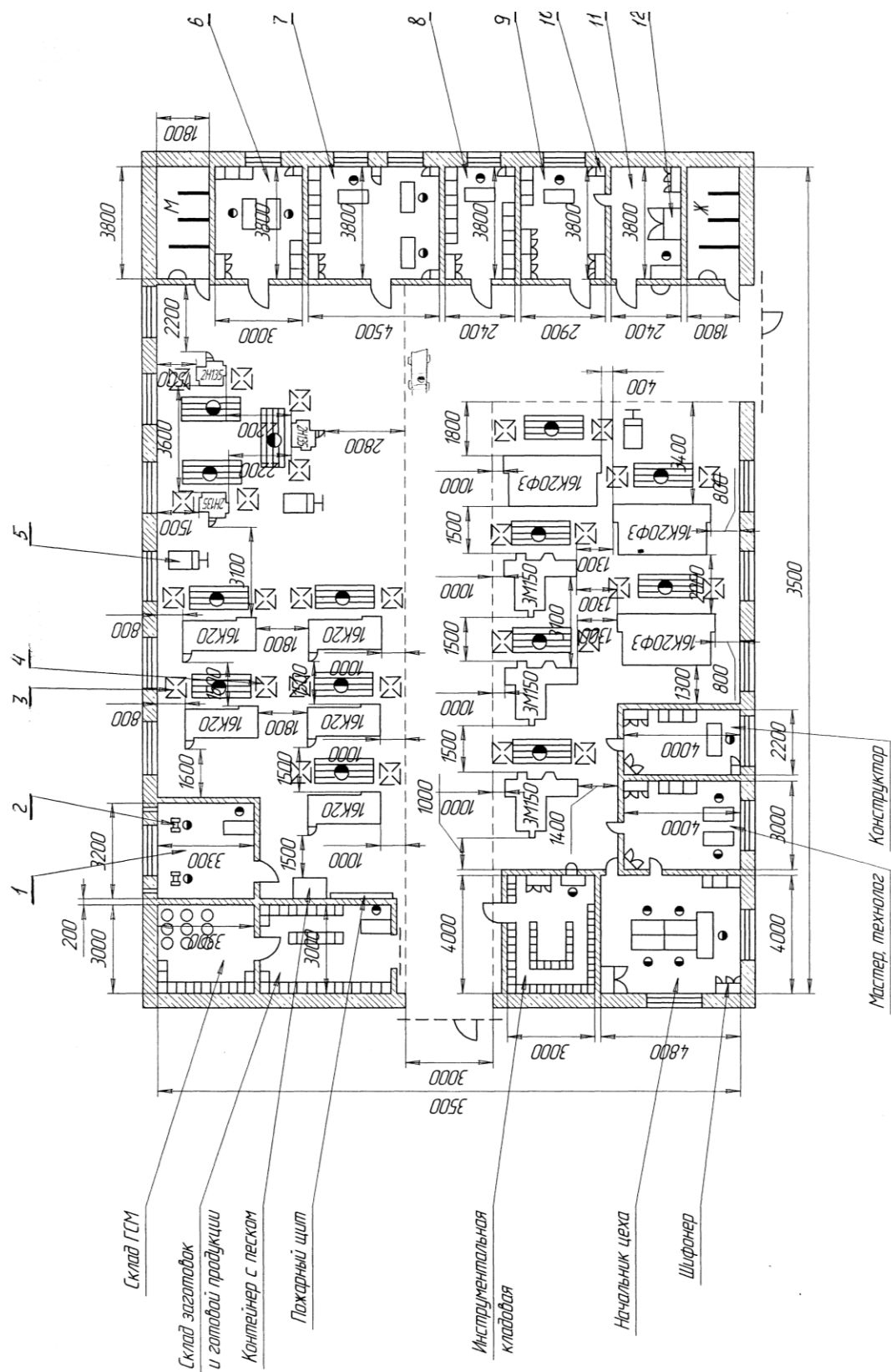


Рис. 16.8. Пример планировки участка при его высокой хозяйственной самостоятельности

Обычно в составе цеха имеется 3 – 5 производственных участков, в этом же здании вблизи этих участков имеется цеховая служба контроля, служба ремонта, инструментально-раздаточная кладовая, заточное отделение (иногда даже для каждого участка своё), комната мастеров, часто и комната начальника цеха. Вблизи производственных участков располагаются также склады заготовок, материалов, склады межоперационного хранения и готовых деталей, места общественного пользования. Технологическое бюро, нормировщики, конструкторы, планово-диспетчерское бюро и др. располагаются на антресолях или в двух или трёх этажном помещении, примыкающем к производственному корпусу.

17. КОМПОНОВОЧНО-ПЛАНИРОВОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ ЦЕХОВ

При проектировании нового цеха большое значение имеет выбор типа производственного здания, его компоновки, размеров в плане. При реконструкции и техническом перевооружении производства возникает задача оптимального использования имеющихся производственных зданий для размещения новых участков и цехов. Стоимость производственных зданий в машиностроении довольно высока и достигает 30...40 % стоимости основных фондов предприятия [1].

Объемно-планировочные решения производственных зданий могут быть разнообразными. Для цехов механосборочного производства применяют одноэтажные и многоэтажные здания со светоаэрационными фонарями и без них, крановые (оборудованные мостовыми кранами) и бескрановые здания с использованием напольного и подвешного транспорта. По форме в плане здания обычно проектируют прямоугольными, однако, в отдельных случаях применяют Г-, П- или Ш-образные. Выбор обычно связан с формой и размерами площадки завода или стремлением зарезервировать площадь для дальнейшего расширения цехов путем пристройки дополнительных пролетов.

При проектировании производственных зданий наиболее широкое применение получили каркасные здания с использованием унифицированных железобетонных строительных элементов заводского изготовления. Для ускорения и удешевления строительного проектирования разработаны унифицированные типовые секции (УТС), представляющие собой объемную часть здания и состоящие из одного или нескольких пролетов одинаковой длины.

Это позволяет разместить в одном здании несколько цехов, если это не противоречит условиям производства и требованиям противопожарной безопасности. Блокирование нескольких цехов в одном здании способствует сокращению коммуникаций и транспортных расходов. Анализ затрат на создание производственных зданий показывает, что одноэтажные здания оказываются, как правило, дешевле многоэтажных при той же производственной площади. Более широкие пролеты и шаг колонн в одноэтажных производственных зданиях позволяют лучше использовать производственные площади в связи с уменьшением «мертвых зон» вокруг колонн.

На рис. 17.1 показаны конструктивные схемы пролетов одноэтажных производственных зданий.

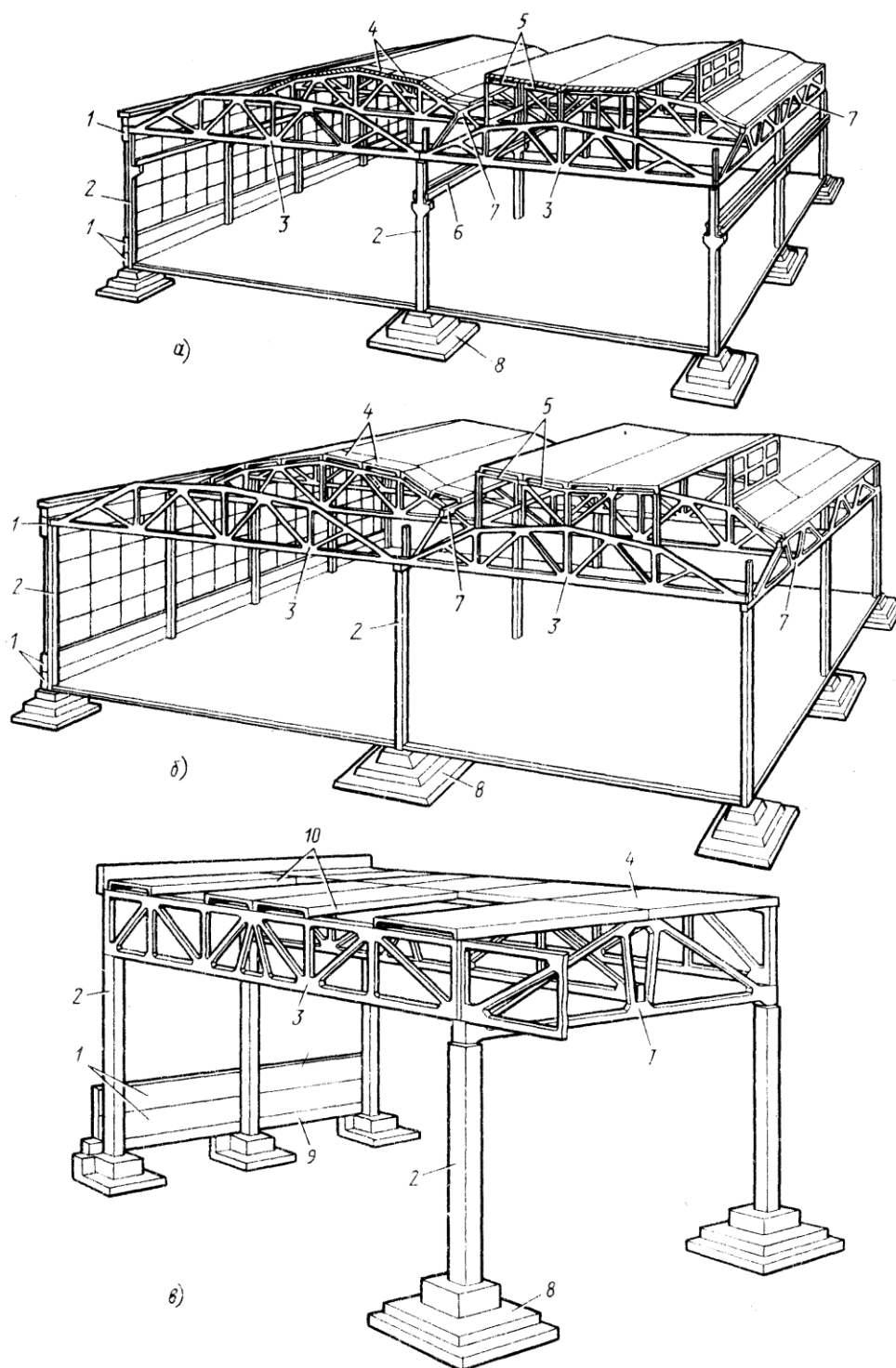


Рис. 17.1. Конструктивные схемы пролетов одноэтажных производственных зданий [1]: а – крановые пролеты; б – бескрановые пролеты – бесфонарный и со светоаэрационным фонарем; в – бескрановые пролеты с плоской кровлей и световыми плафонами; 1 – панели стен; 2 – колонны; 3 – стропильные фермы; 4 – плиты покрытий; 5 – стальная рама фонаря; 6 – подкрановая балка; 7 – подстропильные фермы; 8 – фундамент; 9 – фундаментная балка; 10 – места установки световых плафонов

Здания выполнены с полным каркасом, который образуют колонны 2, стропильные 5 и подстропильные 7 фермы, подкрановые балки 6 и плиты 4 покрытий. Колонны опираются на фундаменты 8, габаритные размеры которых необходимо учитывать при размещении высокоточных станков, устанавливаемых на собственные фундаменты, а также при определении трасс стружкоуборочных конвейеров. Высокая продольная и поперечная жесткость каркаса здания достигается сваркой стальных закладных элементов и последующим заполнением стыков бетоном. Для освещения и естественного проветривания в пролетах средних рядов предусматривают светоаэрационные фонари. В крайних пролетах естественное освещение обеспечивается боковым остеклением, поэтому светоаэрационные фонари не предусматривают. К ограждающим конструкциям здания относятся панели стен, окна, двери и ворота. Вместо светоаэрационных фонарей в конструкции зданий с плоской кровлей в отдельных случаях предусматривают световые плафоны. Однако подобные решения не получили широкого распространения ввиду сложности обеспечения герметизации плафонов и быстрого их загрязнения в процессе эксплуатации.

Ранее было отмечено, что оборудование в современных цехах устанавливают в основном на виброизолирующие опоры. Это обуславливает высокую гибкость планировки. Поэтому полы в цехах представляют собой многослойную конструкцию, включающую утрамбованный грунт, надежную бетонную подготовку толщиной 200...300 мм, бетонную стяжку для выравнивания, слой гидроизоляции, а также покрытие пола.

Как указывалось выше, в машиностроении предпочтение получило использование одноэтажных производственных зданий. Однако при реконструкции действующих предприятий, площадка которых ограничена сложившейся застройкой, в обоснованных случаях идут на применение многоэтажных производственных зданий.

Основные строительные параметры пролетов современных производственных зданий приведены в табл. 4.8 [1].

Для проектирования производственных зданий разработан типаж основных и дополнительных унифицированных типовых секций. Размеры основных секций в плане составляют 72×72 и 72×144 м, причем первый размер соответствует длине пролета, второй – ширине здания. Площадь указанных секций составляет соответственно 5184 и 10368 м². Основные секции могут быть крановыми и бескрановыми, с сеткой колонн 18×12 м или 24×12 м при высоте пролета 6; 7,2; 8,4 м для бескрановых и 10,8; 12,6 м для крановых зданий.

Помимо основных предусматривают дополнительные одно- и двухпролетные секции длиной 72 м, оборудованные кранами с высотой пролета 10,8; 12,6; 16,2 и 18 м. Эти пролеты имеют ширину 24 и 30 м и предназначены для размещения крупных изделий.

При оформлении компоновочных планов здание в плане изображают в виде сетки продольных и поперечных разбивочных осей (рис. 17.2, *а*). При этом продольные разбивочные оси, образующие пролеты здания, обозначают прописными буквами русского алфавита, а поперечные – арабскими цифрами.

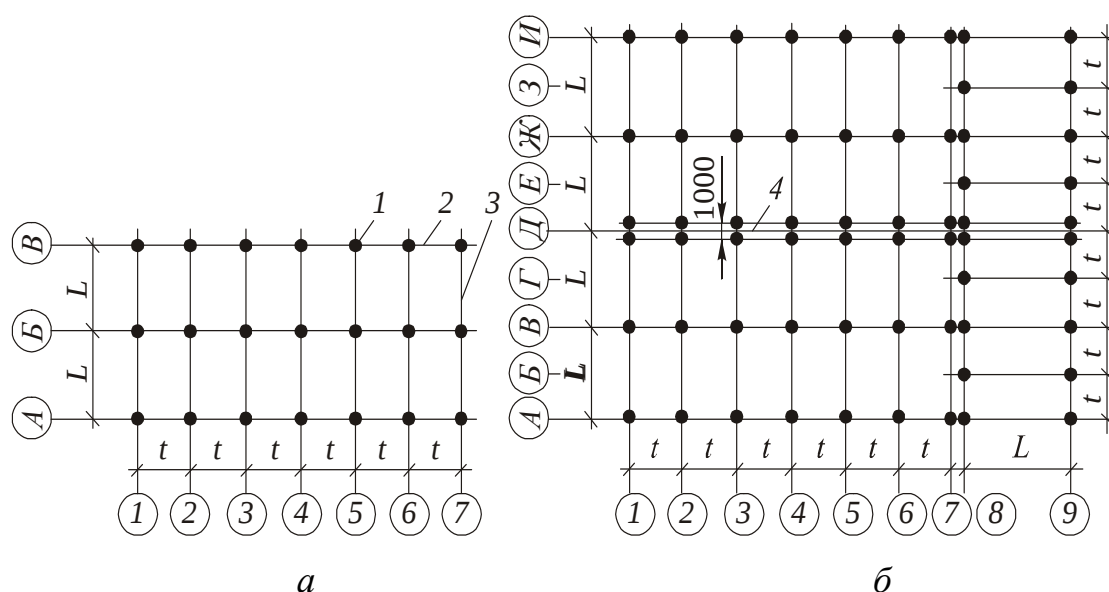


Рис. 17.2. Компоновочные планы [1]: *а* – здания, состоящего из двух пролетов; *б* – здания, состоящего из четырех параллельных пролетов и одного поперечного пролета; 1 – колонна; 2 – продольная разбивочная ось; 3 – поперечная разбивочная ось; 4 – температурный шов

Из основных и дополнительных секций можно компоновать производственные здания разных размеров и формы. Каждая секция отделяется от другой температурно-деформационным швом, представляющим собой сдвоенный ряд колонн (рис. 17.2, *б*).

Используются варианты, дополненные одно- и двухпролетными секциями. В дополнительных секциях пролеты иногда расположены перпендикулярно к пролетам основных секций, что удобно, например, при поточной конвейерной сборке изделий. Но чаще всего пролеты дополнительных секций располагают параллельно пролетам основных секций здания. Подобную компоновку используют в единичном и мелкосерийном производстве. В дополнительных крановых пролетах большей высоты размещают участки изготовления базовых деталей, а также участки сборки изделия.

При выборе схемы нового здания необходимо стремиться к унификации объемно-планировочных и конструктивных решений промышленных зданий. Поэтому предпочтение следует отдавать зданиям прямоугольной формы с пролетами одного направления и преимущественно без перепадов высот.

Пролеты цехов с повышенной высотой необходимо группировать вместе, но число высот должно быть минимальным. На рис. 17.3 даны разрезы бескрановых и крановых пролетов производственных зданий, а также пристройки для размещения административных и бытовых помещений. Здания без светоаэрационных фонарей с подвесным потолком (рис. 17.3, б) применяют для термоконстантных корпусов. Межферменное пространство при этом используют для размещения воздухопроводов и фильтров для систем кондиционирования.

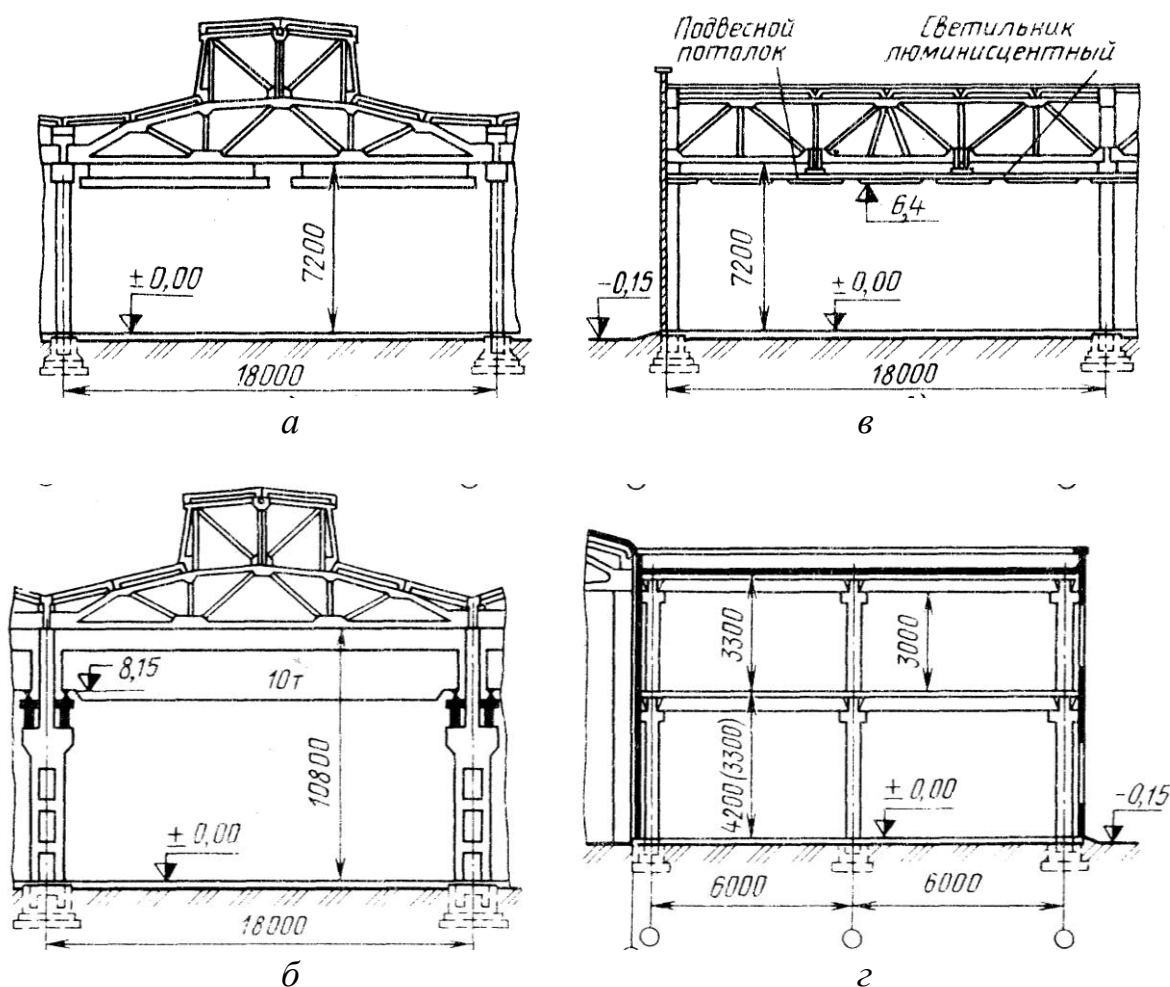


Рис. 17.3. Поперечные разрезы зданий [1]: а – бескрановое здание со светоаэрационным фонарем; б – бескрановое здание с плоской кровлей и подвесным потолком; в – крановое здание; г – пристройка к производственному зданию для размещения административных и бытовых помещений

В крупных корпусах в отдельных случаях предусматривают архитектурно-планировочные вставки для размещения высотных складов или других вспомогательных служб. В таких вставках также размещают вводы железнодорожных путей, системы технического обслуживания цехов (оборудование и воздуховоды для централизованных вентиляционных установок и кондиционеров, трансформаторные подстанции и др.).

Административно-технические службы и бытовые помещения цехов размещают в пристройках к производственным зданиям (рис. 17.3, з) или в отдельных зданиях. В последнем случае предусматривают утепленные переходы в производственные корпуса.

Для пристроек и отдельно стоящих административно-бытовых зданий разработаны унифицированные типовые секции с сеткой колонн 6×6 м. Ширина пристройки составляет 12 м, отдельно стоящих зданий – 18 м. Длина секций унифицированного ряда составляет 36, 48 и 60 м. Предусмотрены варианты двух-, трех- и четырехэтажных пристроек и зданий, причем первый этаж пристройки может быть использован для размещения вспомогательных отделений. Высота первого этажа в этом случае может быть 4,2 м. При размещении административных и бытовых помещений высоту этажа (от пола до пола) принимают равной 3,3 м.

В зависимости от конкретных условий пристройка может располагаться в торцовой части здания или вдоль крайнего пролета. Первый вариант применяют чаще. Это обусловлено тем, что при таком расположении обеспечивается распределение потока работающих по пролетам и исключается пересечение технологических потоков и потоков работающих. Однако при размещении в торцах зданий складов заготовок или конвейеров для сборки необходимо предусматривать подземные переходы.

При размещении пристройки вдоль крайнего пролета ограничивается возможность расширения цеха, затемняется пролет, поэтому этот вариант компоновки применяют реже. Размещение бытовых помещений в отдельных зданиях обеспечивает большую комфортность ввиду лучшей освещенности, но увеличивает расстояние до рабочих мест и потери времени на переходы.

При оформлении компоновочного плана необходимо привязать конструктивные элементы здания (колонны, оси крановых рельсов и подкрановых балок) к разбивочным осям.

Основные правила размерной привязки при компоновке одноэтажных производственных зданий из унифицированных типовых секций приведены ниже.

Колонны средних рядов располагают так, чтобы геометрические центры их сечений и надкрановой части совпадали с пересечением разбивочных осей. Исключение составляют колонны, расположенные в зоне температурно-деформационных швов.

В зоне температурного шва колонны поперечных швов смещают на 500 мм внутрь секции относительно разбивочной оси. Продольные швы образуют смещением колонн внутрь секции так, чтобы расстояние между боковыми сторонами колонн было не менее 500 мм. В зоне продольного шва предусматривают две разбивочные оси.

При использовании стальных ферм, устанавливаемых на шарнирные опоры, продольные швы делают на одной колонне.

Торцовые колонны здания смещают внутрь на 500 мм относительно разбивочной оси. Это необходимо для того, чтобы пропустить колонны фахверка, шаг которых обычно равен 6 м. *Фахверком* называют легкий каркас, необходимый для размещения на нем стеновых панелей, длина которых обычно равна 6 м.

Крайние колонны продольного ряда смещают относительно разбивочной оси внутрь пролета так, чтобы торцовая грань колонны совпала с продольной разбивочной осью. Такую привязку называют нулевой. Этот вариант привязки применяют для бескрановых секций, а также для зданий, оборудованных мостовыми кранами грузоподъемностью до 30 т при шаге колонн крайнего ряда 6 м. Для крановых зданий с шагом колонн крайнего ряда 12 м и при грузоподъемности крана до 50 т применяют привязку «250» (со смещением внутрь на 250 мм относительно разбивочной оси).

Оси подкрановых балок и рельсов располагаются во всех рядах на расстоянии $a = 750$ мм от продольных разбивочных осей при грузоподъемности кранов до 50 т и на расстоянии $a = 1000$ мм в случае использования кранов большей грузоподъемности.

При выборе компоновки здания следует исходить из общей площади цехов, принятого варианта их взаимного размещения, а также из того, что для их технического и хозяйственного обслуживания необходимо организовать вспомогательные службы. При корпусной структуре производства должны быть решены вопросы об объединении вспомогательных служб. Целесообразно создавать общий корпусной склад заготовок и металла, объединять подразделения для организации ремонтного обслуживания технологического, энергетического и подъемно-транспортного оборудования.

Общие системы обеспечения станков СОЖ, уборки стружки, транспортного обслуживания, обеспечения инструментом и др. способ-

ствуют лучшему использованию сложного оборудования, сокращению численности вспомогательных рабочих и потребной площади.

В процессе общей компоновки корпуса, уточнения ранее принятых планировочных решений определяют габаритные размеры и структуру производственного здания.

Компоновочные планы выполняют для каждого этажа здания и указывают на них основные стены, границы между цехами и участками, вспомогательные устройства (трансформаторные подстанции, насосные вентиляционные камеры и т.д.), основные подъемно-транспортные устройства (краны, кран-балки, конвейеры) и их трассы; основные грузопотоки; основные проезды и проходы; вводы железнодорожных путей; границы подвалов, антресолей, тоннелей, магистральных стружкоуборочных каналов с указанием вертикальных отметок относительно уровня пола основного этажа.

Компоновочные планы выполняют в масштабах 1:200 и 1:400 (в отдельных случаях 1:800) на основе чертежа архитектурно-строительной части, сохраняя принятую в нем разбивку и маркировку осей колонн, стен и других строительных конструкций.

В качестве исходных данных для разработки компоновочного плана используют состав отделений и служб цехов, данные об их площадях, выбранную ранее компоновочную схему, определяющую общую последовательность производственного процесса, а также основные параметры и общую компоновку здания.

Основные принципы, определяющие выбор компоновки цехов, следующие:

- 1) обеспечение прямоточности производственного процесса, исключение по возможности возвратных движений грузопотоков;
- 2) компактность, т.е. использование минимальной производственной площади для размещения участков и цехов;
- 3) использование наиболее экономичных прогрессивных видов транспорта;
- 4) минимизация транспортных операций для перемещения изделий в процессе их производства;
- 5) совместимость технологических процессов, выполняемых на смежных участках или в цехах, с точки зрения взаимного влияния на качество изделий, а также с учетом условий труда и противопожарных мероприятий;
- 6) возможность последующего расширения производства и перепланировки оборудования, связанных с изменением или внедрением новых технологических процессов;

7) использование рациональных компоновок зданий из унифицированных типовых секций.

Главным при выборе компоновочной схемы является обеспечение кратчайшего пути основных технологических грузопотоков (от получения заготовок и полуфабрикатов до готовых изделий). При этом цеховые или корпусные склады заготовок должны располагаться в корпусе со стороны заготовительных цехов, а выход готовой продукции – со стороны склада готовой продукции. Подразделения технического, ремонтного и инструментального обслуживания, как правило, располагают в стороне от основных технологических потоков: либо по периферии корпуса, либо по границам цехов внутри крупных корпусов.

Между производственными участками обычно не предусматривают перегородки. Исключение составляют термоконстантные или пожароопасные производства. Размещение каналов для транспортирования стружки, система энергетических разводов и подвода СОЖ должны быть такими, чтобы была возможность перестановки оборудования или его замены новым при изменении объекта или технологии производства.

Границами производственных участков и цехов обычно являются продольные и поперечные проезды. Расстояние между проездами не нормируют, оно определяется условиями рационального размещения поточных линий и предметно-замкнутых участков. Длина участков обычно составляет 35 – 50 м.

Компоновка неразрывно связана с принятой организационной формой механосборочного производства. При этом формируются информационные потоки в производственной системе и определяются места расположения средств управления.

Цехи механосборочного производства входят в общую структуру машиностроительного завода, которая зависит от объема выпуска, характера технологического процесса, требований к качеству изделия, степени специализации и кооперирования производства и других факторов.

Компоновочный план цеха (корпуса) должен быть увязан с расположением других цехов и служб завода, а также с транспортными коммуникациями. Для этого разрабатывают генеральный план завода – план взаимного размещения всех зданий и сооружений, транспортных магистралей, инженерных сетей с учетом рельефа и благоустройства территорий.

При разработке генерального плана определяют структуру цехов и служб завода, их площади, а также технологическую схему производства, определяющую их взаимное расположение.

В общем случае в *состав машиностроительного завода входят* заготовительные цехи (литейные, кузнечные, для резки заготовок из проката); обрабатывающие (механические, сборочные, прессы, окрасочные, металлопокрытий и др.); вспомогательные цехи (инструментальный, модельный, ремонтно-механический, электроремонтный, ремонтно-строительный, экспериментальный); складские, энергетические, транспортные, санитарно-технические и общезаводские устройства.

Общая тенденция, направленная на развитие специализированных производств, обуславливает создание технологически, подетально и предметно специализированных заводов по производству заготовок, деталей и комплектующих изделий. При наличии таких специализированных производств машиностроительные заводы, выпускающие изделия, становятся в основном сборочными и изготавливают специфические детали, а также осуществляют общую сборку изделий.

Технологическая схема производства показывает взаимосвязь между подразделениями завода и последовательность движения исходных материалов и полуфабрикатов в процессе их превращения в готовое изделие. Схема помогает рационально разместить цехи, склады и другие подразделения завода, чтобы обеспечить наименьшую мощность грузопотоков.

При технико-экономическом обосновании проекта составляют предварительный генеральный план. На этом этапе потребные площади цехов определяют по технико-экономическим показателям для того, чтобы иметь представление о требуемых размерах площадки. При разработке проекта состав завода, площади и расположение подразделений уточняют и разрабатывают окончательный вариант генерального плана. При разработке генерального плана выбирают внешний и внутренний заводской транспорт. Для крупных заводов предусматривают использование железнодорожного транспорта для внешних перевозок. Для малых и средних заводов наиболее эффективно использование автомобильного транспорта.

Компоновку генерального плана начинают с зонирования территории завода с целью размещения на ней групп цехов, имеющих подобные технологические процессы и требования к условиям производства. Обычно выделяют зоны горячих цехов, обрабатывающих и сборочных цехов, вспомогательных цехов, энергетических и общезаводских устройств. Особую зону составляют пожаро- или взрывоопасные производства, ее удаляют от других зон на безопасное расстояние. При этом стремятся разместить группы однородных цехов в одном корпусе, что

способствует удешевлению строительства, сокращению расходов на транспорт, коммуникации, отопление.

При размещении цехов необходимо учитывать направление господствующих ветров, располагая цехи, выделяющие пыль и аэрозоли, с подветренной стороны по отношению к обрабатывающим цехам, общецеховым устройствам и жилым зонам. Направление грузопотоков необходимо увязывать с маршрутами движений людей. С этой точки зрения транспортные входы в корпуса и входы работающих целесообразно делать с противоположных сторон. Склады заготовок в корпусах механических цехов следует располагать со стороны заготовительных цехов.

При проектировании генерального плана используют принципы прямоточности технологических процессов, компактности планировок, обеспечения минимальной территории под застройку и сокращения коммуникаций. Выбранный вариант генерального плана должен быть таким, чтобы было возможно использование наиболее прогрессивных технологических процессов и транспортных систем. В случае необходимости следует резервировать площади для последующего расширения.

Выбранный вариант генерального плана обосновывается технико-экономическим расчетом. Основными технико-экономическими показателями, характеризующими генеральный план, являются *коэффициент застройки* $K_{зс} = F_{зс} / F_{п}$, *коэффициент использования территории* $K_{и} = F_{и} / F_{п}$, *показатель интенсивности использования участка* $K_{ин} = F / F_{п}$ ($F_{зс}$ – площадь застройки крытыми сооружениями; $F_{п}$ – площадь участка завода; $F_{и}$ – площадь используемой территории с учетом открытых складов, транспортных магистралей и тротуаров; F – суммарная полезная площадь зданий с учетом этажности). Важными показателями также являются удельная мощность грузопотоков (в тонно-километрах на 1 га), степень блокированности корпусов (шт/га) и др.

Обычно значение коэффициента застройки для машиностроительных заводов находится в пределах 0,45...0,6.

В качестве примера на рис. 17.4 показана схема генерального плана станкостроительного завода, где реализован принцип зонирования территории: обрабатывающие, заготовительные и вспомогательные цехи сблокированы в отдельных корпусах, разделены грузовые и людские потоки. В главном корпусе предусмотрен термоконстантный цех.



Рис. 17.4. Схема генерального плана станкостроительного завода [1]:
 1 – склад лесопиломатериалов; 2 – деревообрабатывающий корпус (с тарным цехом); 3 – корпус тяжелых станков; 4 – инженерно-лабораторный корпус;
 5 – главный корпус (с термоконстантным цехом); 6 – склад узлов и запчастей;
 7 – корпус вспомогательных цехов; 8 – корпус заготовительных цехов;
 9 – склад металла и заготовок; 10 – склад отливок и поковок; 11 – главный магазин; 12 – склад готовой продукции; 13 – склад горюче-смазочных материалов

Особые зоны на схеме представляют склад лесопиломатериалов 1 и склад горючесмазочных материалов 13, которые, в связи с их пожароопасностью, удаляют от других зон на безопасное расстояние и размещают с подветренной стороны с учетом розы ветров.

18. РАЗРАБОТКА ЗАДАНИЙ ПО СТРОИТЕЛЬНОЙ, САНТЕХНИЧЕСКОЙ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТЯМ

Для разработки комплексного рабочего проекта (в дальнейшем – *проекта*) во всех частях проектанты-технологи составляют задания на проектирование специальных частей проекта. Основу при разработке специальных частей технического проекта составляют задания на проектирование вместе с исходными данными по выбранной площадке для строительства нового корпуса или по реконструируемому цеху, по компоновочным и планировочным решениям и ведомостям состава работающих [1].

Техническое задание на проектирование строительной части включает следующие разделы: общую часть; характеристику помещений; спецификации оборудования, устанавливаемого на отдельные фундаменты; требования к строительной части (например: размещение мостовых кранов, устройств по удалению стружки и т.п.); нагрузки на полы и перекрытия от производственного оборудования; состав работающих по цехам и отделениям.

В качестве задания на разработку проекта по строительной части проектанты-технологи выдают:

1) характеристику среды производственного помещения с указанием категории пожароопасности, температуры и влажности воздушной среды, запыленности и т.д.;

2) данные на проектирование полов и внутренней отделки помещений с определением нагрузки от воздействия на полы оборудования, транспортных средств и агрессивных жидкостей, а также специальные требования к полам и отделке помещений;

3) данные на специальные строительные работы – фундаменты под основное и вспомогательное оборудование;

4) данные на проектирование средств шумоглушения, которые составляют для помещения с повышенным уровнем звукового давления.

Кроме указанных исходных данных, для разработки проекта по строительной части проектанты указывают места пристройки бытовых помещений, нагрузку от подвесных транспортных средств на несущие конструкции здания, месторасположение трансформаторных подстанций, лестничных клеток, санитарных узлов и др.

В задании указывают, из какого количества и какой ширины, длины и высоты пролетов должен состоять корпус, какие из пролетов крановые, а какие бескрановые, какие цехи и вспомогательные подразделения располагают в корпусе. Вместе с пояснительной запиской к заданию

на проектирование строителям-проектировщикам выдают чертеж планировки всего корпуса с расположением оборудования (чаще всего в масштабе 1:100). В общей части указывают, имеются ли подвалы – по каким осям и с какой отметкой, а также назначение подвалов и чертежи их планировки. Указывают также привязку подъемно-транспортного оборудования к зданию.

Далее в задании по отдельным цехам, участкам может быть указано, например, что все технологическое оборудование массой до 7 т, кроме отдельного (по особому списку), устанавливают на общую бетонную подушку всего цеха. При использовании автоматизированного безрельсового напольного транспорта предъявляют особые требования к неровностям пола.

При поточном производстве тракторов, автомобилей, станков применяют в основном одноэтажные здания с бескрановыми пролетами. Только в отдельных пролетах, где ведется изготовление крупных корпусных деталей или производится сборка тяжелых узлов, может быть установлено крановое оборудование. В ГПС для обеспечения планировочной гибкости часто используют крановые пролеты. Высота до низа несущих конструкций может быть выбрана по действующим нормам. В целях применения унифицированных пролетов и стандартных строительных деталей часто здание проектируют с одинаковыми пролетами и одинаковой высоты, что может ускорить строительство.

Производственное здание может быть выполнено или из сборных железобетонных конструкций, или из стальных конструкций. Этот вопрос решают при строительном проектировании с учетом технологических требований.

Фундаменты под железобетонные колонны или стальные колонны промышленных зданий выполняют из железобетонных конструкций ступенчатого типа. Размеры подошв фундаментов выбирают в зависимости от нагрузок от оборудования и состояния грунта. При планировке оборудования, устанавливаемого на отдельные фундаменты, необходимо учитывать размеры фундаментов колонн и под оборудование. Размеры сечений железобетонных колонн принимаются не менее 300×300 мм.

Перегородки в отделениях по восстановлению режущего инструмента и в помещениях для лекальных и контрольных работ делают стеклянными с нижней железной частью высотой 1 м и общей высотой перегородки 2,5...3 м. В бытовых и конторских помещениях применяют деревянные или (в отдельных случаях) стальные перегородки. Двери и ворота для выхода наружу или на лестничную клетку располагают от

наиболее удаленного рабочего места на расстояниях, соответствующих нормам по технике противопожарной безопасности. Двери для эвакуации работающих должны открываться в направлении выхода из здания.

Ширина ворот обычно превышает ширину средств транспортирования не менее чем на 600 мм и должна быть не менее 1,8 м. Высота ворот должна превышать высоту средств транспортирования на 200 мм и в целом составлять не менее 2,4 м. Для защиты от холодного воздуха в воротах устраивают тепловые завесы или тамбуры. Лестничные клетки на верхние этажи бытовых пролетов располагают на расстояниях, соответствующих нормам.

В основном все оборудование цеха устанавливают на общую бетонную подушку, изготовленную из армированной железными прутьями сетки 250×250 мм толщиной 250...300 мм. Оборудование, имеющее переменные динамические нагрузки, например: строгальные, плоскошлифовальные и другие станки, а также оборудование весом более 7 т устанавливают обычно на отдельные фундаменты (по списку, прилагаемому к пояснительной записке).

Станки классов точности А и С и измерительные устройства, для которых недопустимы колебания даже небольшой амплитуды, устанавливают на виброизолирующие фундаменты. На такие же фундаменты устанавливают и сборочные стенды для сборки прецизионных изделий. Эти фундаменты должны располагаться на определенном расстоянии от несущих конструкций здания – колонн и стен. Фундаменты для такого оборудования проектируют строительные отделы проектных институтов. Чертежи фундаментов под автоматические линии выполняет та организация, которая проектирует линии.

Фундаменты на естественном и свайном основании применяют для установки оборудования повышенной точности с недостаточно жесткими станинами или оборудования, в котором имеют место внутренние факторы возбуждения колебаний.

Свайные фундаменты обеспечивают более высокую виброизоляцию при высокой жесткости основания. Фундаменты этого типа применяют также для оборудования с тяжелыми перемещающимися узлами, с неуравновешенными деталями, а также для оборудования, работающего с резкими реверсами отдельных узлов.

Применяются также фундаменты на резиновых ковриках. В качестве виброизолирующего элемента используются коврики КВ-1 и КВ-2, как показано на рис. 18.1. Бетонный блок можно устанавливать непосредственно на поверхности коврика, который покрывают гидроизоляционной бумагой и листом кровельного железа.

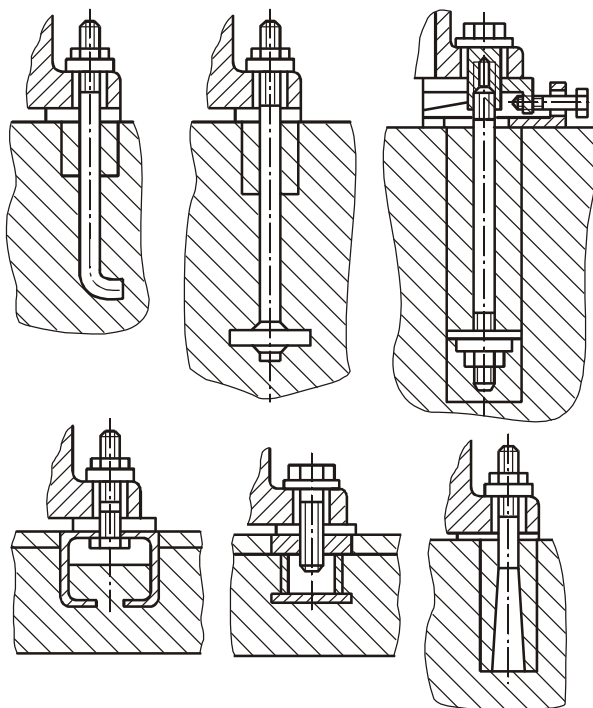


Рис. 18.1. Способы крепления оборудования к фундаментам

Коврики имеют высоту 21...26 мм, площадь 350×350 мм. Фундаменты на резиновых ковриках применяют для установки станков классов точности В и А и оборудования с недостаточно жесткими станинами или с сильными динамическими возмущениями. Для снижения колебаний фундамент делают тяжелым и отделяют от основного фундамента сквозным швом. Недостатками фундаментов этого вида являются относительная сложность конструкции и значительные габариты в плане. Однако монолитность фундамента обеспечивает надежную установку оборудования и высокую точность его работы. Фундаменты на пружинах

являются самым надежным, но и самым дорогим видом виброизоляции, их применяют лишь для установки станков класса точности С, точных измерительных машин и т.д. В этом случае бетонный блок ставят на пружины, которые как бы заменяют коврик.

Размеры фундаментов в плане определяют по размерам основания оборудования. Расстояние от боковой плоскости опор станины до границы фундамента должно быть не менее 100 мм, а расстояние от границ колодцев для анкерных болтов до границы фундамента – не менее 200 мм. Оборудование, устанавливаемое на специально проектируемые фундаменты одного из приведенных выше типов, как правило, крепят к фундаменту анкерными болтами (рис. 18.1), что значительно повышает жесткость самой станины (до 10 раз).

При установке в цехе станков классов Н и П и некоторых типов класса В ограничиваются виброизолирующими опорами (рис. 18.2). Применение их обеспечивает требуемое качество полуфабрикатов после обработки, упрощает перестановку станков.

Упругими элементами в таких опорах, обеспечивающих изоляцию от вибраций, которая вызывается соседним оборудованием, могут быть следующие элементы: при частоте собственных колебаний системы больше 20 Гц – фетр, пробка, прорезиненная парусина, пластмассы, ар-

мированные волокнистыми материалами, свинцово-асбестовые прокладки; при частоте 20...10 Гц – резина, проволочная сетка объемного плетения, толстые фетровые и пробковые прокладки; при частоте 10...50 Гц – резина (работающая на сдвиг), проволочная сетка объемного плетения; при частоте меньше 5 Гц – спиральные и листовые пружины, пневматические опоры.

Хорошим покрытием полов являются плитки из мраморной крошки. На главных магистральных проездах применяют также чугунные или

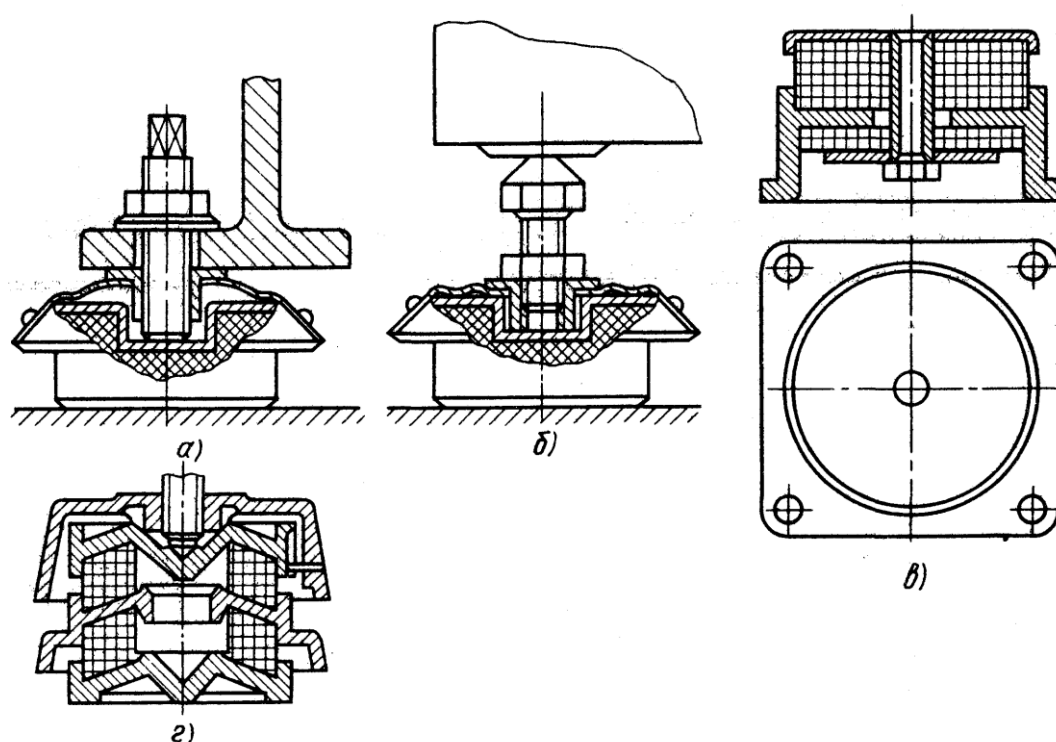


Рис. 18.2. Виброизолирующие опоры для установки прецизионного оборудования

бетонные плитки, причем чугунные более прочны. Покрытие выбирают в зависимости от конкретных условий эксплуатации и согласовывают с проектантами-строителями.

При выборе покрытия пола необходимо учитывать его химическую стойкость, т.е. влияние на него рабочих жидкостей – воды, минерального масла и эмульсии, щелочных растворов, бензина, керосина и др., а также водонепроницаемость и водостойкость, истираемость, бесшумность.

На основании общего количества обслуживающего персонала производят все расчеты площадей бытовых помещений, столовых, туалетных комнат и т.д. Данные о количестве обслуживающего персонала

приводят в ведомости, в которой перечисляют все входящие в корпус производственные цехи и вспомогательные подразделения. Для всех производственных подразделений корпуса указывают (с разбивкой по категориям) число работающих мужчин и женщин. В этой же ведомости указывают также число (отдельно мужчин и женщин) ИТР и служащих по подразделениям. Кроме того, важно знать количество мужчин и женщин, работающих в первую смену. При этом число ИТР подразделяется на работающих непосредственно на производственной площади цеха и на работающих в конторских помещениях.

Многоэтажные здания проектируют тогда, когда для производства требуется относительно малогабаритное оборудование или если ограничена территория завода. Для многоэтажных зданий имеются рабочие чертежи конструкций, разработанные применительно к унифицированным габаритным схемам.

Проектирование санитарно-технической части проекта включает в себя разделы: водоснабжение для санитарно-бытовых нужд, канализация, вентиляция, очистные сооружения, установки для кондиционирования воздуха в термokonстантных помещениях и др.

В задании для проектирования водопровода и канализации вместе с планировкой оборудования цеха с разрезами здания и ведомостями состава работающих указывают данные о потребностях и расходе воды на производственные нужды и о возможных сбросах сточных вод.

В механосборочных цехах вода потребляется как для производственных (технологических), так и бытовых нужд. Для производственных нужд вода расходуется на приготовление охлаждающих жидкостей, промывку изделий, охлаждение и закалку в установках ТВЧ, гидравлические испытания, для гидрофильтров в кондиционерах и окрасочных установках, на выработку пара для производственных нужд. Степень очистки воды, идущей на производственные нужды, определяется конкретными условиями потребления.

Для бытового потребления используют очищенную воду, пригодную для потребления человеком, в питьевых автоматах и фонтанчиках, в душевых, умывальниках, санитарных узлах и т.п.

Расход воды для потребления каждого вида рассчитывают по специально составленным ведомостям потребителей, которые должны содержать следующие сведения: шифр потребляющего воду оборудования по планировке; наименование цеха и участка; общий и суточный расход воды (м^3) на единицу оборудования с учетом коэффициента загрузки оборудования; характер работы оборудования – сменяемость объемов потребления воды; объем воды, сбрасываемой в канализацию (наимено-

вание химиката, содержание его в растворе, особенности сбрасываемых растворов и др.). При этом особенно важно, чтобы из очистных сооружений не было сброса в канализацию загрязненной химикатами воды, опасной для здоровья людей, животного и растительного мира.

В задание на проектирование отопления и вентиляции включают режим работы цеха; ведомость оборудования, требующего устройства местных вентиляционных отсосов; указания о необходимости воздушных завес у ворот; температуру, которая должна поддерживаться в цехе; количество холодного металла, поступающего в цех (в среднем за смену); размеры ворот и режим их открывания (число и продолжительность открываний в смену).

Задание по теплоэнергетической части выдают для разработки проекта по снабжению цеха сжатым воздухом, технологическим паром и другими энергоносителями. Для этого в его состав включают расчетные данные о потребностях в сжатом воздухе, технологическом паре и т.п. Пар расходуется на технологические нужды: подогрев охлаждающих жидкостей при их приготовлении и воды в моечных машинах, в сушильных камерах, для отопления и др. Ведомость потребителей пара составляют с указанием сведений, необходимых для определения его годового расхода по каждому потребителю, цеху и отдельному участку. Для указанных выше целей расходуется пар давлением 150...400 кПа. Если необходимо подавать пар под высоким давлением, может быть запроектировано строительство котельной, что должно быть согласовано с инспекцией котлонадзора.

В состав задания по электрической части входят данные для разработки проекта электроснабжения цеха, включающие указания по предполагаемым местам расположения трансформаторных подстанций; спецификация принятого оборудования с указанием его мощности; категория пожароопасности. Для проектирования электроснабжения механосборочного производства составляют ведомости потребителей по подразделениям, размещенным в корпусе. В ведомости указывают расположение каждого отдельного потребителя силовой энергии на соответствующей планировке, причем с разделением потребления энергии на бытовые и производственные помещения. По перечисленным разделам потребления электроэнергии составляют сводные ведомости, указывая количество оборудования и установленную мощность по цехам и отделениям.

При установлении категорий и классов пожароопасности руководствуются отраслевыми нормами, учитывающими характер производства в цехе. Механосборочные производства относятся в основном

к категории Д, однако отдельные участки могут быть отнесены к категории В и Г. Помещения для оборудования противопожарной автоматики должны быть расположены на первом этаже с самостоятельным выходом и площадью: для газового тушения – 40 м², для пенного тушения – 100 м².

При разработке заданий на проектирование специальных частей проекта необходимо уделять большое внимание и **проектированию систем связи и сигнализации**, без чего современное механосборочное производство невозможно реализовать. В состав данных для разработки проекта связи и сигнализации включают планировку оборудования с указанием мест монтажа аппаратов или установок; сведения о числе и типе установок связи; задание на разработку диспетчерской сигнализации; места расположения телевизионных установок, электрочасов и радиотрансляционных точек.

В современном механосборочном производстве обязательно наличие следующих основных видов связи, которые в той или иной степени участвуют в осуществлении технологических и производственных процессов:

а) связи общего назначения (АТС, телевидение, электрочасовые установки);

б) административно-хозяйственной связи (компьютерная сеть, внутризаводская АТС, установка главного диспетчера, установки цеховых диспетчеров, директорская установка, установки заместителей директора, главного инженера и технолога, промышленная телевизионная установка);

в) установка специального назначения (пожарная и охранная сигнализация, коммутатор спецсвязи и др.).

19. ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА

Проектирование механического или сборочного цеха заканчивается выбором оптимального варианта проекта, определением его технико-экономических показателей и составлением пояснительной записки.

При выборе оптимального варианта проекта цеха следует ориентироваться на проект, имеющий минимум приведенных затрат.

Приведенные затраты складываются из себестоимости изготовления продукции (C) и произведения нормативного коэффициента эффективности капитальных вложений ($E_n = 0,15$) на капитальные затраты (K). При определении капитальных вложений необходимо учитывать стоимость всего основного и вспомогательного оборудования, включая транспортно-заготовительные работы и монтаж, стоимость общей площади цеха, стоимость оборотных средств в незавершенном производстве, затраты на жилищное и культурно-бытовое строительство и др.

При расчете стоимости общей площади цеха учитывают стоимость 1 м² площади (на предварительной стадии расчета ее принимают равной 10000 – 20000 руб.).

В общем виде цеховая себестоимость изготовления продукции [1]:

$$C = M + Z + P + A + И + П + Н + Ц_p, \quad (19.1)$$

где M – затраты на материал или заготовку; Z – расходы на заработную плату производственных рабочих, включая начисления по соцстраху и отпускам; P – расходы по эксплуатации основного оборудования; A – расходы на амортизацию основного оборудования; $И$ – расходы на эксплуатацию режущих инструментов; $П$ – расходы на эксплуатацию технологической оснастки; $Н$ – расходы по наладке оборудования; $Ц_p$ – общецеховые расходы.

Затраты на материал и заготовки определяют с учетом стоимости отходов. Если сравниваемые варианты производственных процессов предусматривают изготовление деталей из заготовок, полученных одним и тем же методом, то стоимость последней можно не включать в технологическую себестоимость. В тех вариантах процесса, когда заготовки разные, их стоимость следует учитывать. Стоимость заготовки определяют по отчетным данным соответствующего цеха завода или, в случае получения заготовки со стороны, по данным прейскурантов, в зависимости от массы и сложности заготовки. К прейскурантным ценам следует добавить 5...10 % на транспортно-заготовительные работы.

Затраты на заработную плату производственных рабочих определяют на основании нормы времени на данную операцию, квалификации рабочего (разряда) и тарифной ставки:

$$З = R_{\text{ст}} \times t_{\text{тр}} \times K_{\text{зп}}, \quad (19.2)$$

где $R_{\text{ст}}$ – часовая тарифная ставка, определяемая согласно разряду, указанному в технологической карте; $t_{\text{тр}}$ – трудоемкость выполнения операции, мин; $K_{\text{зп}} = 1,5 \dots 1,7$ – коэффициент, учитывающий выполнение норм, расходы по социальному страхованию и оплате отпусков, а также величину доплат.

Расходы по эксплуатации станочного оборудования включают затраты на электроэнергию, затраты на смазывающие и охлаждающие жидкости.

Себестоимость ремонта можно определить, пользуясь нормативами единой системы планово-предупредительного ремонта. По этой системе себестоимость ремонта оборудования каждого типоразмера определяется категорией сложности ремонта R и продолжительностью межремонтного цикла.

Расходы на смазочные материалы и СОЖ весьма незначительны, и в обычных условиях ими можно пренебречь.

Расходы на амортизацию оборудования определяются исходя из коэффициента амортизации (обычно 0,15) и стоимости оборудования. Для универсального оборудования величина амортизационных отчислений определяется по нормам, а для специального оборудования – от годовой программы выпуска деталей на нем.

Расходы по эксплуатации режущего инструмента на одну операцию рассчитываются исходя из первоначальной стоимости инструмента, количества повторных заточек, себестоимости одной повторной заточки инструмента, фактической стоимости инструмента между двумя переточками, длительности работы инструмента на протяжении одной операции. При многоинструментальной наладке следует определять эксплуатационные расходы по каждому инструменту и полученные значения суммировать.

Себестоимость эксплуатации технологической оснастки определяют, исходя из того, что расходы по технологической оснастке должны быть списаны на общее число изделий, подлежащих выпуску в течение двух лет. Следовательно, ежегодные амортизационные отчисления составляют 50 % стоимости оснастки. Размер годовых расходов по ремонту приспособлений можно принять 8...10 % их стоимости, тогда годо-

вые расходы на эксплуатацию специальных приспособлений составят 58...60 % от их первоначальной стоимости.

Расходами на сжатый воздух и электроэнергию, используемые в технологической оснастке, можно пренебречь.

Так как срок службы *универсальной оснастки* довольно велик, а расходы на одну операцию незначительны, эту составляющую технологической себестоимости можно не учитывать.

Расходы по наладке оборудования рассчитываются исходя из затрат на заработную плату наладчика за единицу времени, длительности наладки станка, мин; коэффициента заработной платы, учитывающего выполнение норм, расходы по соцстраху и оплате отпусков, число операций, выполненных за одну наладку.

Следует отметить, что при числе переналадок (6...24 в год) затраты на наладку оказываются небольшими, а в поточном производстве, когда за каждым технологическим оборудованием закреплена определенная операция, затраты на переналадку не учитывают.

В общецеховые расходы включают также затраты на работу вспомогательных систем цеха.

При оценке качества проекта производят проверку обеспечения выполнения основных показателей, предусмотренных техническим заданием на проектирование, и рассматривают принятые в проекте технические решения на соответствие нормам технологического проектирования, требованиям научной организации труда, охраны труда и окружающей среды. В состав показателей, используемых при оценке качества проекта, включают:

1) основные показатели – годовой выпуск продукции в оптовых ценах, в натуральном выражении, чистой (нормативной) продукции в оптовых ценах; численность работающих с разбивкой на рабочих, ИТР и служащих; основные промышленно-производственные фонды; капитальные вложения по основным промышленно-производственным фондам; трудоемкость выпускаемой продукции;

2) показатели уровня техники, технологии, механизации и автоматизации производства – количество основного оборудования; процент применяемых прогрессивных, малоотходных видов заготовок; фондовооруженность работающих; коэффициент использования материала; уровень механизации и автоматизации производственных процессов (%), который определяют как отношение суммы всего машинного времени (станко-ч) к сумме всех штучных времен (ч);

3) показатели уровня организации труда, производства и управления – производительность труда (выработка нормативно-чистой продук-

ции) на одного работающего; коэффициент сменности работы оборудования; фондоотдачи (выработка нормативно-чистой продукции на 1 р. основных производственных фондов); коэффициент кооперирования производства; количество примененной вычислительной техники в управлении и организации производства; наличие системы управления цехом; общая трудоемкость важнейших изделий;

4) показатели уровня эффективности проекта – полная себестоимость продукции; себестоимость важнейших изделий; рентабельность; срок окупаемости капитальных вложений; эффективность от внедрения проекта на 1 р. затрат на проектирование;

5) показатели социальных факторов и условий труда – наличие решений по обеспечению наиболее благоприятных и безопасных условий труда; удельный вес численности рабочих, занятых ручным трудом, по отношению к общей численности рабочих; наличие решений по охране окружающей среды и использованию отходов производства; наличие собственных технических решений, защищенных авторскими свидетельствами;

6) показатели оформления проекта – комплектность документации и соответствие ее нормативным документам о порядке разработки и утверждения; соответствие оформления документации требованиям нормативных документов.

Определение категории качества проекта производят по балльной системе с учетом коэффициента весомости по каждой группе показателей.

К пояснительной записке технологические отделы прилагают спецификации оборудования, на основе которых в дальнейшем составляют заказные спецификации на оборудование.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мельников Г.Н. Проектирование механосборочных цехов / Г.Н. Мельников, В.П. Вороненко. – М.: Машиностроение, 1990. – 350 с.
2. Егоров В.А. Автоматизация проектирования предприятий. – Л.: Машиностроение, 1983. 327 с.
3. Проектирование машиностроительных заводов и цехов: справочник в 6 т. / Б.И. Айзенберг, М.Е. Зельдис, Ю.Л. Казарновский и др. – М.: Машиностроение, 1974, 1975.
4. Чернко Д.В. Основы проектирования механосборочных цехов / Д.В. Чернко, Н.Н. Хабаров. – М.: Машиностроение, 1975. – 348 с.
5. Петкау Э.П. Проектирование машиностроительного производства: учебное пособие / Э.П. Петкау, В.С. Матвеев, В.А. Журавлев. – Томск: Изд-во ТПУ, 2002. – 199 с.
6. Укрупненные типовые нормы времени на работы по ремонту металлорежущего оборудования (по видам ремонта) / под ред. Н.Л. Комарова. – М.: Экономика, 1990. 66 с.
7. Королёва Н.И. Организация производства на предприятии: учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2005. – 156 с.

Виктор Николаевич Козлов

ПРОЕКТИРОВАНИЕ МЕХАНОСБОРОЧНЫХ ЦЕХОВ

Учебное пособие

Научный редактор канд. техн. наук В. Ф. Скворцов

Редактор Н. Т. Синельникова

Подписано к печати

Формат 60×84/16. Бумага ксероксная.

Плоская печать. Усл. печ. л. 8,37. Уч.-изд. л. 7,58.

Тираж экз. Заказ . Цена свободная.

ИПФ ТПУ. Лицензия ЛТ № 1 от 18.07.94.

Типография ТПУ. 634050, Томск, пр. Ленина, 30.