



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

В.В. Гриценко

ПРОЕКТИРОВАНИЕ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

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

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

Рубцовск 2022

УДК 621

Гриценко В.В. Проектирование машиностроительного производства: Учебное пособие для изучения дисциплин «Проектирование машиностроительных производств» и «Планировка производственных участков и цехов» студентами очной и заочной форм обучения направления 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» / Рубцовский индустриальный институт. – Рубцовск, 2022. – 97 с.

В учебном пособии изложены методы проектирования участков и цехов механообрабатывающих производств предприятий машиностроения. Приведена производственная структура цеха и порядок расчета ее систем: количества оборудования, численности промышленно – производственного персонала, производственных площадей, служебно–бытовых помещений. Представлены вопросы для самоподготовки студентов к контрольным тестированиям.

Предназначено для студентов направления 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» всех форм обучения при изучении дисциплин «Проектирование машиностроительных производств» и «Планировка производственных участков и цехов».

Рассмотрено и одобрено
на заседании НМС РИИ.
Протокол №1 от 03.02.22.

Рецензент:
Генеральный директор
ООО «Алтайтрансмаш-сервис»

И.И. Томашевич

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ.....	6
2 СОСТАВ ЗАВОДА И ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЦЕХА.....	9
2.1 Состав машиностроительного завода.....	9
2.2 Концептуальная модель производственной системы.....	11
2.3. Задачи и последовательность проектирования.....	12
3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ УЧАСТКОВ И ЦЕХОВ.....	14
3.1. Классификация машиностроительных производств.....	14
3.2 Производственная программа и методы проектирования цеха.....	16
3.3 Режим работы.....	18
3.4 Станкостоемость и трудоемкость механической обработки.....	19
3.5 Состав и количество оборудования основной системы.....	20
3.6 Разработка схем плана расположения оборудования основной системы.....	22
4 СОСТАВ РАБОТАЮЩИХ И РАСЧЁТ ИХ ЧИСЛЕННОСТИ.....	30
4.1 Производственные рабочие.....	30
4.2. Вспомогательные рабочие.....	32
4.3 Инженерно-технические работники (ИТР).....	32
4.4 Служащие.....	33
4.5 Младший обслуживающий персонал (МОП).....	34
5 СКЛАДСКАЯ И ТРАНСПОРТНАЯ СИСТЕМЫ.....	35
5.1 Складская система.....	35
5.2 Транспортная система.....	40
5.2.1 Общие сведения о транспортных системах.....	40
5.2.2 Внутрицеховой транспорт.....	41
6 СИСТЕМА ИНСТРУМЕНТООБЕСПЕЧЕНИЯ.....	47
6.1 Назначение системы инструментаобеспечения.....	47
6.2 Инструментально-раздаточная кладовая (ИРК).....	48
6.3 Участок размерной настройки инструмента для станков с ЧПУ.....	49
6.4 Отделение по восстановлению режущего инструмента (заточное отделение).....	50
6.5 Отделение по ремонту оснастки (инструмента и приспособлений).....	52
7 СИСТЕМА РЕМОНТА И ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ЦЕХА... ..	53
7.1 Состав системы.....	53
7.2 Структура ремонтно-технического обслуживания.....	54
7.3 Проектирование цеховой ремонтной базы (ЦРБ).....	58
7.4 Подсистема по удалению и переработке стружки.....	60
7.5 Подсистема приготовления, подачи и очистки смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ).....	64
7.6 Подсистема снабжения цеха отдельными видами энергии.....	65
8 СИСТЕМА КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ИЗДЕЛИЙ.....	67
9 СИСТЕМА ОХРАНЫ ТРУДА.....	70
9.1 Назначение и структура системы охраны труда.....	70

9.2. Основные принципы выбора и размещения средств охраны труда в цехах.....	70
ТЕМАТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ТЕСТИРОВАНИЯМ.....	75
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	92
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	93

ВВЕДЕНИЕ

Производственные процессы должны обеспечивать выпуск продукции необходимого качества и требуемое количество изделий в заданный срок при минимальных затратах живого труда и вложенных капитальных затратах [4].

В настоящее время в связи с необходимостью увеличения производительности труда, объёма выпуска изделий, повышения их качества и интенсивного развития технических средств производства постоянно совершенствуется методика проектирования [4].

Основой проекта участка и цеха в целом является подробно разработанная технологическая часть, что свидетельствует о приоритетной роли инженера-технолога в процессе проектирования механообрабатывающего производства. Решение остальных частей проекта – конструкторской, строительной, энергетической, санитарно-технической и др. зависит от технологических процессов изготовления изделий, которые и определяет содержание задания для разработки этих частей проекта [4].

Таким образом, круг задач, стоящих перед технологом, не ограничивается только умением проектировать технологические процессы изготовления изделий; он должен решать весь комплекс вопросов, связанных с построением производственного процесса: хорошо разбираться в экономике, организации управления производством. Необходимость решения подобных вопросов возникает при работе на промышленных предприятиях, в проектных организациях и институтах, планирующих ведомствах и учреждениях [4].

Проектирование механообрабатывающего производства получило развитие в результате обобщения опыта использования современного металлорежущего оборудования и комплексной автоматизации производственных процессов на базе применения промышленных роботов, контрольно-измерительных машин и т.п. [4].

Дисциплина «Проектирование машиностроительных производств» является профилирующей и завершающей в системе подготовки инженеров-механиков по направлению «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» и базируется на знании основных специальных дисциплин.

Основной целью дисциплины является подготовка специалистов, способных разрабатывать проекты реконструкции, технического перевооружения и создания новых участков и цехов машиностроительного производства [4].

1 ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Производство имеет два смысловых значения. Первое соотносится с понятиями «предприятие», «завод», «фабрика», «участок» и другими, а второе – с понятием «процесс», например, производственный процесс или процесс производства. Рассмотрим смысл первого понятия [1].

Производство – технико-организационное подразделение труда, предназначенного для получения продуктов труда [1].

Машиностроительное производство, состоит из комплекса производственных участков и вспомогательных подразделений, в котором протекают производственные процессы изготовления машин, представляет собой сложную динамическую систему, структура и параметры которой находятся в непосредственной зависимости от сложности конструкции, номенклатуры выпускаемой продукции и характеристик производственного процесса ее изготовления [1].

Производственным процессом в машиностроении называется совокупность действий, необходимых для выпуска готовых изделий из полуфабрикатов. В основу производственного процесса положен **технологический процесс** изготовления изделий, во время которого происходит изменение качественного состояния объекта производства [1]. Для обеспечения бесперебойного выполнения технологического процесса изготовления изделия в машиностроительном производстве служат **вспомогательные процессы** [1].

Различные этапы производственного процесса на машиностроительном заводе могут выполняться в отдельных цехах или в одном цехе. В первом случае производственный процесс изготовления продукции делят на части и соответственно называют производственным процессом, выполняемым, например, в заготовительном, сборочном, механическом цехе и т. д. Во втором случае процесс называют **комплексным** [1].

Производственные процессы делятся на **поточные** и **непоточные**. Под **поточным** производственным процессом понимают такой процесс, при котором полуфабрикаты в процессе их производства находятся в движении, причем это движение осуществляется с постоянным тактом в рассматриваемый промежуток времени. Это значит, что поступившая, например, на первую операцию заготовка сразу же после окончания операции передается на вторую, после второй на третью и т. д. до последней операции. Время хранения полуфабриката между операциями в таких случаях равно или кратно такту. Под **непоточным** производством понимают такое производство, при котором полуфабрикаты в производственном процессе находятся в движении с различной продолжительностью операций и времени хранения между ними [1].

Для каждого производства устанавливают определенную **программу выпуска**, под которой понимают совокупность изделий установленной номенклатуры, выпускаемых в заданном объеме в год. Число изделий, подлежащих изготовлению в установленную календарную единицу времени (год, квартал, месяц), называют **объемом выпуска**.

Каждое машиностроительное производство обладает определенной **производственной мощностью**, под которой понимают максимально возможный вы-

пуск продукции установленной номенклатуры и количества, осуществляемый за определенный период времени при выбранном режиме работы, полном использовании оборудования, площадей и других средств производства, применения передовой технологии и совершенной организации производства. Различают **действительную** и **проектную мощность**. **Проектная мощность** – это установленная в проекте строительства или реконструкции производства производственная мощность, которая должна быть достигнута при условии обеспечения производства принятыми в проекте средствами производства, кадрами и организацией производства. **Производственная мощность** действующего производства не является постоянной и зависит от технического уровня работающих, уровня использования основных и оборотных фондов, сменности работы, уровня механизации и автоматизации производства и других факторов [1].

Изготовление изделий занимает определенное время. Календарное время изготовления изделий от начала производственного процесса до его окончания принято называть **производственным циклом** [1]. Например, производственный цикл изготовления машины – промежуток календарного времени, начиная от запуска в производство первой заготовки до отправки изделия за пределы механосборочного производства. Цикл может быть **расчетный** (или **нормированный**) и **фактический**. При не периодически повторяющихся процессах правильнее использовать термин **продолжительность процесса** [1].

Движение полуфабрикатов в производстве может осуществляться поштучно или партиями. **Партией** принято называть определенное число полуфабрикатов, 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 основное оборудование, накопители с полуфабрикатами, один рабочий или группа рабочих, режущий, сборочный и контрольно-измерительные инструменты, накопители с полуфабрикатами, средства охраны труда, средства автоматической загрузки и разгрузки оборудования (роботы, манипуляторы, автоматические агрегаты загрузки), средства технического обслуживания, элементы системы управления [1].

Исходя из организационных соображений, несколько рабочих позиций (мест) объединяют, образуя **производственный участок**, выполняющий свое целевое назначение. **Производственным участком** называют часть объема цеха, в котором расположены рабочие позиции (места), объединенные транспортно-накопительными устройствами, средствами технического, инструментального и метрологического обслуживания, управления участком и охраны труда, на котором осуществляются технологические процессы изготовления изделий [1].

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, а также помещения общественных организаций [1].

Вспомогательные подразделения создают для обслуживания и обеспече-

ния 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. [1].

По характеру выполняемой работы производственное оборудование делят на основное (технологическое) и вспомогательное. К **основному** относят производственное оборудование, непосредственно выполняющее операции технологического процесса. **Вспомогательное** – это оборудование, не участвующее непосредственно в технологическом процессе изготовления изделий, но выполняющее обслуживание основного оборудования [1].

За **общую площадь** цеха в технологических расчетах принимают сумму производственной и вспомогательной площадей (без служебно-бытовой площади) [1].

В состав **производственной площади** цеха включают площади, занимаемые рабочими позициями (местами), вспомогательным оборудованием, находящимся на производственных участках, проходами и проездами между оборудованием внутри производственных участков (кроме площади магистрального проезда) [1].

На **вспомогательных площадях** размещают все оборудование и устройства вспомогательных систем, не расположенные на производственных участках, а также магистральные и пожарные проезды [1].

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. **Конторская площадь** – это площадь, занимаемая административно-конторскими службами цеха, в которую входит и площадь конструкторских и технологических бюро, размещаемых в цехе. **Бытовой** называют площадь помещений, предназначенных для удовлетворения санитарно-гигиенических и социально-бытовых нужд персонала цеха [1].

Для осуществления производственных процессов в машиностроительном производстве предусмотрен определенный штат персонала, который делят на следующие категории: **основные** (производственные) и **вспомогательные** рабочие, **инженерно-технические работники (ИТР)**, **служащие**, **младший обслуживающий персонал (МОП)** [1].

Основные рабочие – это рабочие механосборочного производства, непосредственно выполняющие операции технологического процесса по изготовлению продукции. **Вспомогательные рабочие** в машиностроительном производстве – это рабочие, не принимающие непосредственного участия в выполнении операций по изготовлению производственной программы выпуска продукции, а занятые обслуживанием технологических процессов [1].

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 за-

нимаемой должностью административно-хозяйственные функции, ведущих финансирование, учет и статистический учет, решающих социально-бытовые и подобные вопросы. **Младший обслуживающий персонал** составляют сторожа, гардеробщики и уборщики бытовых и конторских помещений [1].

Одним из этапов проектирования машиностроительного производства является **компоновка цеха**. Под компоновкой цеха понимают взаимное расположение площадей производственных участков, вспомогательных отделений, магистральных проездов и служебно-бытовых помещений на площади цеха. После проведения компоновки цеха осуществляют планировку оборудования на нем. Под **планировкой** цеха понимают взаимное расположение основного и вспомогательного оборудования на площадях цеха [1].

Одним из показателей организации производственного процесса является **величина грузопотока** – сумма 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. **Интенсивность** грузопотока – число транспортных перемещений через рассматриваемый участок в единицу времени [1].

Машиностроительное 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 [1].

При проектировании современного машиностроительного производства следует ориентироваться на комплексную автоматизацию. Уровень автоматизации основных и вспомогательных процессов, определяемый из технико-экономических соображений, должен быть по возможности одинаков, так как производительность всего автоматизированного производства будет в значительной мере определяться наиболее «слабым» звеном в производственной цепочке. Поэтому даже самые современные станки и передовые технологии не обеспечивают должного эффекта без надлежащей автоматизации вспомогательных процессов, протекающих в механосборочном производстве [1].

2 СОСТАВ ЗАВОДА И ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЦЕХА

2.1 Состав машиностроительного завода [4]

Машиностроительный завод представляет сложную структуру, в состав которой входят цехи, службы и устройства.

Цех – подразделение завода, обособленное в административно-хозяйственном отношении и выполняющее функции по изготовлению продукции либо функцию технического или хозяйственного обслуживания. Соответственно цехи подразделяются на основные, вспомогательные и обслуживающие.

Основной производственный процесс включает три стадии: заготовительную, обрабатывающую и сборочно-доводочную. Соответственно этому основные цехи подразделяются на заготовительные, обрабатывающие и сборочные.

К заготовительным относят литейные, кузнечные, прессовые, раскройно-заготовительные (правка и резка металла).

К обрабатывающим можно отнести цеха, связанные с изменением форм, размеров и физико-механических свойств заготовок для основного производства: механические, металлоконструкций, термические, металлопокрытий (гальванические), окрасочные, деревообрабатывающие и др.

Сборочными являются цеха узловой и общей сборки с испытательными станциями и сварочно-сборочные цеха.

Вспомогательные цеха выполняют функции технического обслуживания основного производства. К ним относятся: инструментальные, модельные, ремонтно-механические, электроремонтные, экспериментальные и др.

Обслуживающие включают в себя цеха и устройства, выполняющие функции хозяйственного и частично технического обслуживания завода. Эти цеха и устройства часто объединяют в хозяйства (службы) определённого назначения, например, транспортное хозяйство, складское хозяйство.

В состав транспортного хозяйства завода входит транспортный цех с устройствами рельсового транспорта (депо мотовозов, вагонов) и безрельсового транспорта (гаражи автомобилей, электро- и автотележек и погрузчиков).

Складское хозяйство завода включает склады: материальные – главные магазины (центральные материальные склады), склады металла, светлых нефтепродуктов (бензин, керосин и др.), красок, масел и смазочных материалов, химических материалов, круглого леса и пиломатериалов; твёрдого и жидкого топлива; центральный инструментальный склад (ЦИС); покупных изделий и полуфабрикатов, получаемых со стороны; готовой продукции.

Энергетическое хозяйство обеспечивает завод всеми видами энергии и включает в себя котельные, теплоцентрали, понизительные подстанции, компрессорные и газогенераторные станции.

Санитарно-технические устройства – насосные станции, водозаборные устройства, гидроаккумуляторные системы, очистные сооружения.

К группе обслуживающих (общезаводских) устройств относят центральную заводскую лабораторию (ЦЗЛ), вычислительные центры, службу охраны завода со сторожевыми устройствами, службу пожарной охраны с пожарными депо.

Производственная структура не является постоянной и определяется степенью специализации завода, его производственного и хозяйственного кооперирования. Так, технологическая специализация завода позволяет ограничить число стадий производственного процесса, исключив, например, заготовитель-

ное производство, а заготовки получать с других специализированных предприятий (центролитов, центрокузов, центросваров).

2.2 Концептуальная модель производственной системы [4]

Производственная система предназначена для изготовления продукции требуемого качества с заданным объёмом выпуска. Её структурное описание в виде графа представлено на рисунке 2.1.

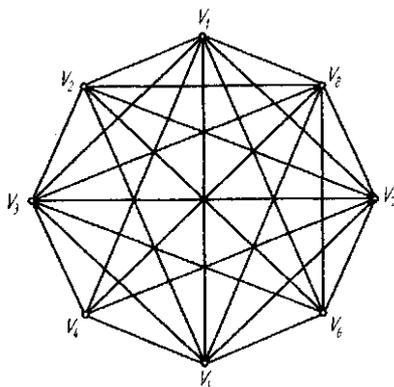


Рисунок 2.1 – Структурное описание производственной системы

Производственная система включает в себя основную и семь вспомогательных систем, а также их материальные, энергетические и информационные связи. Вершины графа представляют следующие элементы производственной системы: V_1 – основная система основного оборудования; V_2 – складская система; V_3 – транспортная система; V_4 – система инструментообеспечения; V_5 – система ремонта и технического обслуживания; V_6 – система контроля качества продукции; V_7 – система охраны труда работающих; V_8 – система подготовки и управления производством.

Рёбра графа, связывающие вершины графа, представляют собой материальные, энергетические, информационные потоки между соответствующими элементами производственной системы.

Таким образом, концептуальная модель производственной системы отражает комплекс производственных подразделений с тремя видами связей (материальными, энергетическими и информационными), обеспечивающий функционирование производственного процесса, начиная с момента получения исходных полуфабрикатов и кончая выходом готовых изделий.

В основной системе выполняются технологические процессы по изменению качественных характеристик объекта производства. Например, заготовки, пройдя механическую обработку, приобретают требуемые форму, размеры, шероховатость, свойства поверхностного слоя материала.

Вероятностный характер протекания производственного процесса изготовления изделий вынуждает создавать складские системы, где протекают технологические процессы хранения заготовок, полуфабрикатов и готовых изделий. Перемещение полуфабрикатов в пространстве осуществляется транспортной системой, обеспечивающей своевременную доставку их к соответствующему

производственному оборудованию. Своевременное обеспечение технологического оборудования режущим инструментом и оснасткой, контроль за правильной их эксплуатацией возлагается на систему инструментообеспечения. Система технического обслуживания создаётся для постоянного поддержания требуемого состояния и условий работы производственного оборудования. Выпуск продукции с требуемыми параметрами качества невозможен без использования системы контроля качества изделий. Функции обеспечения безопасной работы и санитарных условий труда работающих, а также специальных видов их обслуживания возлагаются на систему охраны труда работающих. Основная задача системы управления и подготовки производства заключается в осуществлении контроля за состоянием производственного процесса и воздействия на него в случае нарушений по сравнению с запланированным ходом производства, разработке технологической и плановой документации, обеспечении производства заготовками и комплектующими изделиями, проведении организационных мероприятий по подготовке производства.

2.3. Задачи и последовательность проектирования [4]

В процессе проектирования участков и цехов приходится решать технические, экономические и организационные задачи, так как необходимо принять определённое техническое решение, экономически его обосновать и осуществить в определённой организационной форме.

В число технических задач входят: формирование требований к производственной системе исходя из её назначения; анализ технологичности изготавливаемых изделий; проектирование технологических процессов; определение станкоёмкости или трудоёмкости операций; установление типажа и количества основного и вспомогательного оборудования, технологической оснастки; определение состава и числа работающих, норм расхода материала; расчёт площадей участков и цехов; разработка заданий для строительного, сантехнического и энергетического проектирования.

Экономические задачи включают: расчёт себестоимости и рентабельности выпуска изделий; определение удельных приведённых затрат, размеров основных и оборотных фондов; составление калькуляции; решение вопросов финансирования и др.

Организационные задачи включают: разработку структуры управления, выбор принципа формирования структурных подразделений цеха; научную организацию труда и его охраны, документооборот; организацию взаимодействия структурных подразделений, контроль хода производства и управление им и т.д.

Проектирование сложных систем, каковой является производственная система, чаще всего – итерационный процесс. В ходе его создаётся несколько проектных решений, как отдельных элементов, так и всей производственной системы в целом. Из сформулированной в общем виде задачи проектирования производственной системы следует, что основным критерием выбора оптимального проектного решения должен быть показатель приведённых затрат на

изготовление изделий заданной программы выпуска в течение года, который может быть подсчитан по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{ип}} = \sum_{j=1}^n [N_j(\delta + \beta)S_{\text{ст}} \sum_{i=1}^m T_{ij} + (E_H + \alpha)F_j / F_{\text{э}} \sum_{i=1}^m A_{ij} \cdot a_i], \quad (2.1)$$

где j – номер изделия; n – число наименований изделий; N_j – годовой объём выпуска j -го наименования изделия, шт; $\delta = 1,15$ – районный коэффициент заработной платы с начислениями; β – общие накладные расходы в долях заработной платы, включающие расходы на текущий ремонт оборудования; $S_{\text{ст}}$ – заработная плата рабочего за 1 мин, руб.; i – номер операции; m – число операций в технологическом процессе изготовления изделия; T_{ij} – трудоёмкость изготовления j -го наименования изделия на i -ой операции; $E_H = 0,15 \dots 0,20$ – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений; $\alpha = 0,143$ – коэффициент амортизационных отчислений; F_j – часть годового фонда времени, отводимая на изготовление j -го наименования изделия, мин; $F_{\text{э}}$ – эффективный годовой фонд времени работы системы, мин; A_{ij} – стоимость одной единицы технологического оборудования, используемого на i -ой операции при изготовлении j -го наименования изделия, руб.; a_i – число единиц технологического оборудования, используемого на i -ой операции.

Трудоёмкость изготовления изделия $T_{ij} = T_{\text{см.ij}} / K_M$, где $T_{\text{см.ij}}$ – станкоёмкость i -ой операции при изготовлении j -го изделия, мин; K_M – коэффициент многостаночного обслуживания.

Вследствие сложности и в ряде случаев недостаточной информации для определения ряда составляющих формулы на различных этапах проектирования на практике используют интегральные критерии. Например, при выполнении компоновочных и планировочных этапов проектирования может быть использован интегральный критерий, представляющий собой векторный функционал: $f(W_1, W_2) \rightarrow \text{ext}$, где W_1 W_2 – оптимизационные критерии; W_1 – критерий минимума мощности грузопотока, т/год:

$$W_1 = \sum_{i=1}^n \sum_{\alpha \gamma=1}^{\omega} g_i l_{\alpha \gamma i}, \quad (2.2)$$

здесь n – число наименований изделий, перемещаемых в год; ω – число операций в производственном процессе изготовления i -го изделия; g_i – масса изделий i -го наименования, перемещаемых за год, т; $l_{\alpha \gamma i}$ – расстояние между α -ой и γ -ой рабочими позициями, на которое происходит перемещение i -го наименования изделия, м; W_2 – критерий максимального съёма продукции с единицы объёма цеха (участка) в год, шт/(м³ год):

$$W_2 = N / V, \quad (2.3)$$

где N – программа выпуска изделий в цехе, шт/год; V – общий объём цеха, м³.

На основании исходных данных, которые определены из условий функционирования цеха или участка и разработанных технологических процессов изготовления изделий, приведённых в задании на проектирование, разрабатывают проект основной системы. Для этого выполняют следующие виды проектных работ: оценивают технологичность конструкции изделий; разрабатывают технологические процессы изготовления изделий, на основании которых опреде-

ляют типаж основного оборудования и его количество. На заключительном этапе производят разработку требований к условиям работы технологического оборудования. Проектирование сети вспомогательных систем выполняют в той же последовательности, что и основной системы. Например, при проектировании системы инструментообеспечения необходимо реализовать следующие этапы: установить структуру и функции каждого подразделения в системе инструментообеспечения; разработать процессы, протекающие в ней; на основании их определить состав и количество оборудования в системе инструментообеспечения; разработать планировочное решение.

На базе разработанных производственных маршрутов изготовления изделий производят формирование всей производственной системы путём синтеза основной и вспомогательных систем и установления единой системы материальных, энергетических и информационных связей. В основу выбора принципа формирования структурных подразделений, их состава, состава и количества оборудования в структурных подразделениях, а также построения схемы размещения оборудования в производственные подразделения закладывают разработанные схемы материальных потоков.

Каждый вариант проектного решения производственной системы формируется путём однократного происхождения всех блоков схемы. При многократных циклах разрабатывают несколько вариантов, причём разработка каждого последующего варианта проектного решения производится только после анализа результатов предыдущего проектного решения. Выбор варианта решения происходит по принятой системе критериальной оценки. Число разработанных вариантов зависит от уровня унификации проектных решений, сложности объекта проектирования и уровня автоматизации проектных операций.

3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ УЧАСТКОВ И ЦЕХОВ

3.1. Классификация машиностроительных производств [4]

В машиностроении различают три основные классификационные категории производства (ГОСТ 14.004):

1) вид производства, характеризующийся применяемым методом изготовления изделия, например, литейное, сварочное, механообрабатывающее, сборочное и т.д.;

2) тип производства, определяемый по признакам широты номенклатуры, стабильности и объёма выпуска изделий: единичное (*E*), серийное (*C*) и массовое (*M*);

3) форма организации производства: поточная и непоточная.

Для единичного производства характерна широкая номенклатура выпускаемых изделий при незначительных объёмах.

В серийном производстве имеет место ограниченная номенклатура выпускаемых изделий, изготавливаемых периодически повторяемыми партиями и относительно большим объёмом выпуска. Различают три типа серийных произ-

водств: мелкосерийное (МС), серийное (С) и крупносерийное (КС). Первый приближается к единичному, последний – к массовому производствам.

При массовом производстве в течение длительного времени непрерывно осуществляется изготовление одних и тех же изделий узкой номенклатуры с большим объёмом выпуска.

Тип производства можно определить по коэффициенту закрепления операций:

$$K_{ЗАК} = D / n, \quad (3.1)$$

где D – число деталей операций, выполняемых на участке или в цехе в течение месяца; n – число рабочих мест участка или цеха. При $K_{ЗАК} > 40$ – производство единичное; $K_{ЗАК} = 21 \dots 40$ – мелкосерийное; $K_{ЗАК} = 11 \dots 20$ – среднесерийное; $1 < K_{ЗАК} \leq 10$ – крупносерийное и при $K_{ЗАК} = 1$ – массовое.

Изготовление деталей в серийных производствах осуществляется партиями. Экономическое значение величины партии заключается в следующем: а) увеличение партии (до известных пределов) ведёт к росту производительности труда и улучшению использования оборудования; б) с увеличением партии удлиняется производственный цикл, увеличиваются заделы и потребность в площадях складирования.

Размер партии устанавливают, используя следующие методы:

- по допустимому проценту подготовительно-заключительного времени α_{CP} ;

– по показателю специализации рабочих мест.

Расчёт по первому методу осуществляется по формуле:

$$P_{\min} = \frac{(100 - \alpha_{CP}) \sum_{i=1}^m T_{ПЗ.i}}{\alpha_{CP} \sum_{i=1}^m t_{ШТ.i}}, \quad (3.2)$$

где α_{CP} – средний процент подготовительно-заключительного времени в общем времени занятости рабочих мест в цехе. Значение α_{CP} зависит от серийности производства: для мелкосерийного производства $\alpha_{CP} = 10\%$, серийного – 5,5-6% и крупносерийного – 4-5 %; $\sum_{i=1}^m T_{ПЗ.i}$ – сумма подготовительно-

заключительного времени по всем операциям в минутах, $\sum_{i=1}^m t_{ШТ.i}$ – то же штучного времени. Нормальный размер партии $P \geq P_{\min}$.

При использовании второго метода рассчитывают предварительный размер партии обрабатываемых деталей $P_{ПП}$:

$$P_{ПП} = \frac{\Phi_{МЕС}}{K_{ЗАК} \cdot t_{CP.ШТ}}, \quad (3.3)$$

где $\Phi_{МЕС}$ – месячный фонд времени рабочего места при работе в 1 смену, мин;

$t_{CP.ШТ}$ – среднее штучное время на операцию: $t_{CP.ШТ} = \sum_{i=1}^m T_{ШТ.i} / m$, где m – число

операций обработки детали; $K_{ЗАК}$ – коэффициент закрепления операции, показывающий специализацию рабочих мест. Значение $K_{ЗАК}$ приведено выше.

Получение значения размера партии следует откорректировать с учётом следующих условий: 1) партия деталей должна быть кратна месячной программе – D_{MEC} , т.е. если $P < D_{MEC}$ то $D_{MEC} / P = a$ или если $P > D_{MEC}$, то $P / D_{MEC} = a$ где a – целое число; 2) размер партии должен обеспечивать участок сборки не менее чем на недельный выпуск и не более чем на трёхмесячный; 3) обеспечивать загрузку металлорежущего оборудования по основным операциям не менее чем на одну смену.

Периодичность повторения производства J – промежуток времени в днях между запуском или выпуском двух последовательных партий:

$$J = (\Phi_{\Gamma} / D)P, \quad (3.4)$$

где Φ_{Γ} – число рабочих дней в году; D – программа выпуска, шт/год; P – размер партии деталей, шт. Количество партий, обеспечивающих программу выпуска, $d = D/P$.

3.2 Производственная программа и методы проектирования цеха [4]

Производственная программа представляет собой перечень (номенклатуру), подлежащих изготовлению изделий и объём их выпуска за год в натуральном выражении, и может быть точная, приведённая и условная.

Программа называется точной, если имеется подробная номенклатура подлежащих изготовлению в цехе деталей, годовые объёмы выпуска, рабочие чертежи и технические требования на все детали.

В том случае, когда полных данных по номенклатуре и рабочим чертежам деталей, подлежащих изготовлению, в цехе нет, а имеются лишь на основные типы изделий, трудоёмкость определяют по приведённой программе.

С этой целью номенклатуру деталей, подлежащих изготовлению в цехе, разбивают на группы, в каждую из которых включают изделия, схожие по конструкции и технологии изготовления (группа валов, корпусных деталей, шестерен и т.д.). В каждой группе выбирается представитель – как правило, деталь, на которую имеются рабочие чертежи и для которой разрабатывают технологический процесс обработки с расчётом норм времени на изготовление. Все изделия данной группы приводят к представителю, используя коэффициенты приведения. Общий коэффициент приведения

$$K_{O_i} = K_1 K_2 K_3, \quad (3.5)$$

где K_1 – коэффициент приведения по массе, учитывающий различие в массе изделия-представителя группы и любого другого изделия данной группы. Для геометрически подобных деталей

$$K_1 = \sqrt[3]{\left(\frac{G_i}{G_{\Gamma P}}\right)^2}, \quad (3.6)$$

где G_i – масса приведённого изделия, кг; $G_{\Gamma P}$ – масса изделия-представителя, кг. K_2 – коэффициент приведения по серийности, учитывающий изменения трудоёмкости обработки детали при изменении объёма выпуска:

$$K_2 = \left[\frac{D_{\Gamma P}}{D_i}\right]^{\alpha}, \quad (3.7)$$

где D_{IP} , D_i – годовые объёмы выпуска представителя и любого изделия группы соответственно; $\alpha = 0,15$ – для деталей лёгкого и среднего машиностроения (массой до 2000 кг); K_3 – коэффициент приведения по сложности, учитывает влияние точности и шероховатости обработки на трудоёмкость изготовления детали

$$K_3 = K_T K_{III}, \quad (3.8)$$

При механической обработке коэффициент K_3 учитывает средний квалитет точности T и среднее значение параметра шероховатости поверхности детали Ra . Среднее значение квалитета точности приводимого изделия и изделия-представителя

$$\bar{T} = \frac{\sum (T_i \cdot n_i)}{\sum n_i}, \quad (3.9)$$

где T_i – i -й квалитет; n_i – число размеров i -го квалитета.

Среднее значение параметра шероховатости поверхности приведённого изделия и изделия-представителя

$$\overline{Ra} = \frac{\sum Ra_j \cdot n_j}{\sum n_j}, \quad (3.10)$$

где Ra_j – j -е значение Ra ; n_j – число поверхностей, имеющих значение Ra_j .

Для определения коэффициента K_T , характеризующего квалитет точности изделия, рекомендуется использовать следующие зависимости:

Средний квалитет \bar{T}	6	7	8	11	12	13
K_T	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8

Величина коэффициента чистоты поверхности K_{III} зависит от среднего параметра Ra шероховатости поверхностей детали:

Ra	20	10	2,5	1,25	0,63	0,32	0,16
K_{III}	0,95	0,97	1,0	1,1	1,2	1,4	1,6

При механической обработке

$$K_3 = \frac{K_{Ti} \cdot K_{IIIi}}{K_{T.пред} \cdot K_{III.пред}}, \quad (3.11)$$

Проектирование по приведённой программе целесообразно осуществлять для участков и цехов серийных производств.

Условной программа является в том случае, если точные данные по номенклатуре и характеристике изделия отсутствуют. В этом случае программу задают известным аналогичным изделием, на которое имеются данные и к которым приводят условную программу. Проектирование по условной программе близко к проектированию по приведённой программе. Разница только в том, что представитель является условным. Определив трудоёмкость условного представителя умножением на годовую программу, получают годовую трудоёмкость всей программы. С использованием условной программы ведут проектирование цехов единичного производства, опытных производств.

3.3 Режим работы [4]

Механические и сборочные цехи проектируют, как правило, для работы в две смены. Как исключение, работу уникального и тяжёлого оборудования можно предусматривать в три смены.

При проектировании имеют место понятия номинального и действительного годового фонда работы оборудования и рабочих.

Номинальный фонд работы Φ_H зависит от числа рабочих дней в году, длительности смены, числа смен, т.е. $\Phi_H = \Phi_G \cdot l \cdot m$, где Φ_G – число рабочих дней в году, $\Phi_G = 250$ дней; l – длительность смены, $l = 8$ ч; m – число смен работы, для оборудования $m = 2$, рабочего $m = 1$.

Однако каждый вид оборудования будет иметь потери времени в течение года, связанные с плановыми осмотрами и ремонтом, в соответствии с Типовой системой технического обслуживания и ремонта металло- и деревообрабатывающего оборудования.

Действительный годовый фонд Φ_D равен номинальному за вычетом потерь на ремонт для оборудования и отпусков для рабочих (табл. 3.1 и 3.2).

Таблица 3.1 – Номинальный и действительный фонд времени работы оборудования Φ_H и $\Phi_{Д.О}$

Вид оборудования	Фонд времени, ч, при числе смен					
	1			2		
	Φ_H	% потерь от Φ_H	$\Phi_{Д.О}$	Φ_H	% потерь от Φ_H	$\Phi_{Д.О}$
Оборудование механических и сборочных цехов						
1. Станки металлорежущие массой до 100 т	2000	2	1960	4000	3	3880
2. Станки массой более 100 т и сложностью более 30 ЕРС, станки с ЧПУ	-	-	-	4000	6	3760
3. Автоматические линии	-	-	-	4000	10	3600
4. Рабочие места без оборудования	2000	-	2000	4000	-	4000
Примечание: ЕРС – единица ремонтной сложности.						

Таблица 3.2 – Номинальный и действительный годовый фонд времени рабочих Φ_H и $\Phi_{Д.Р}$

Номинальный фонд Φ_H , ч	Потеря от Φ_H при отпуске 24 рабочих дня, %	Действительный годовый фонд $\Phi_{Д.Р}$, ч
2000	10	1800

3.4 Станкоёмкость и трудоемкость механической обработки [4]

Станкоёмкость операции (в станко-часах) представляет собой затраты штучного или штучно-калькуляционного времени на её выполнение.

Под трудоемкостью понимают величину затрат живого труда на изготовление единицы продукции в человеко-часах. Связь между трудоемкостью и станкоёмкостью:

$$T_{\text{чел.ч}} = T_{\text{ст.м}} / K_M, \quad (3.12)$$

где T – трудоемкость обработки в чел.ч; $T_{\text{ст.м}}$ – станкоёмкость обработки в ст.ч; K_M – коэффициент многостаночности – число станков, обслуживаемых одним рабочим.

Станкоёмкость может быть определена различными способами, выбор которых определяется типом производства. При проектировании цехов крупносерийного и массового производств:

$$T = \sum_{i=1}^n t_{\text{шт.}i} - \text{для массового производства,}$$

$$T = \sum_{i=1}^n t_{\text{шт.к.}i} - \text{для крупносерийного (серийного) производства,}$$

где $t_{\text{шт.}i}$ и $t_{\text{шт.к.}i}$ – штучное и штучно-калькуляционное время обработки детали на i -й операции, мин.

Для цехов мелко- и среднесерийного производств: $T_i = T_{\text{ПР}} \cdot K_{O_i}$, где T_i и $T_{\text{ПР}}$ – станкоёмкость любого i -го изделия из группы деталей и представителя соответственно, K_{O_i} – общий коэффициент приведения рассматриваемой i -й детали. Методика расчёта коэффициентов приведения рассмотрена ранее в п. 3.2.

При разработке цеха единичного или мелкосерийного производства, в основу расчёта принимают фактическую (достигнутую) станкоёмкость – T_ϕ , определяемую по формуле:

$$T_\phi = \frac{T_{\text{ЦЕХ}} \cdot K_M}{K_\Pi}, \quad (3.13)$$

где $T_{\text{ЦЕХ}}$ – действующая в цехе станкоёмкость годового выпуска в станко-часах; K_Π – средний по цеху коэффициент выполнения норм, K_M – коэффициент многостаночного обслуживания.

Достигнутая (фактическая) станкоёмкость для целей проектирования должна быть дополнительно ужесточена с учётом дальнейшего снижения норм за счёт внедрения прогрессивной технологии и оборудования, предусматриваемых в проекте. Тогда $T_{\text{ПР}} = T_\phi \cdot K_\gamma$, где $T_{\text{ПР}}$ – станкоёмкость, принимаемая для проекта, ст.ч; K_γ – коэффициент ужесточения норм.

Коэффициент ужесточения норм определяют:

$$K_\gamma = \frac{\sum t_{\text{шт.к.ПР}}}{\sum t_{\text{шт.к.Б}}}, \quad (3.14)$$

где числитель – норма времени на обработку детали по проекту; знаменатель – по базе.

С учётом возможных изменений объёмов производства по проекту и базе проектная станкоёмкость определяется из выражения $T_{\text{ПР}} = T_\phi \cdot K_\gamma \cdot K_D$, где K_D –

коэффициент изменения объёмов выпуска, $K_D = D_{PP}/D_B$ – отношение проектного и базового объёмов выпуска деталей, шт/год.

На этапе технико-экономического обоснования проекта (ТЭО) или технико-экономических расчётов годовая станкоёмкость цеха может быть найдена по показателям удельной станкоёмкости механической обработки единицы массы изделия или комплекта деталей изделия.

В первом случае $T_{PP} = T_{уд.g} \cdot G \cdot M$, где $T_{уд.g}$ – удельные затраты времени на изготовление 1 т изделия; G – масса изделия в тоннах; M – годовой выпуск изделий, шт.

Во втором случае $T_{PP} = T_{уд} \cdot M$, где $T_{уд}$ – время обработки одного комплекта деталей изделия.

3.5 Состав и количество оборудования основной системы [4]

Расчёт потребного количества оборудования может производиться в зависимости от метода определения станкоёмкости двумя способами: точно и укрупнённо. При точном, расчётное число станков для непоточного производства определяют по каждому типоразмеру по формуле:

$$C_P = \frac{T_{\Sigma}}{\Phi_{д.о}}, \quad (3.15)$$

где T_{Σ} – суммарная станкоёмкость обработки годового выпуска деталей на станках данного типоразмера в ст.ч; $\Phi_{д.о}$ – действительный годовой фонд времени работы оборудования, ч.

$$T_{\Sigma} = \frac{\sum_{i=1}^n t_{шт.к.i} \cdot D_i}{60}, \quad (3.16)$$

где $t_{шт.к.i}$ – штучно-калькуляционное время выполнения операции i -й детали, мин; D_i – число деталей, проходящих данную операцию; n – количество типоразмеров деталей, обрабатываемых на данной операции (станке).

Расчетное число станков округляют до целого большего и определяют принятое число единиц данного вида оборудования – C_{PP} . Отношение $C_P/C_{PP}=K_3$ называют коэффициентом загрузки, значения его приведены в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Допустимые значения коэффициентов загрузки оборудования

Группа оборудования	Коэффициент загрузки оборудования K_3 ,	
	максимальный	средний по группе
Универсальные станки	0,95-1,0	0,80
Автоматы и полуавтоматы одношпиндельные	0,95-1,0	0,85
То же многошпиндельные	0,90	0,90
Специальные и агрегатные станки	0,90	0,90
Автоматические линии с жёсткими связями	0,95	1,0
Станки с ЧПУ	0,95	0,90

Количество оборудования в составе поточной линии рассчитывают по каждой операции по формуле:

$$C_p = \frac{t_{шт.i} \cdot D_i}{\Phi_{д.о} \cdot 60} = \frac{t_{шт.i}}{\tau}, \quad (3.17)$$

где $t_{шт.i}$ – штучное время обработки детали на i -й операции, мин; τ – такт выпуска детали, мин.

Такт выпуска однопредметной поточной линии находят из выражения:

$$\tau = \frac{\Phi_{д.о} \cdot 60}{D}. \quad (3.18)$$

Для многопредметной линии при обработке деталей с одинаковой станкоёмкостью:

$$\tau = \frac{\Phi_{д.о} \cdot 60}{D_A + D_B + \dots + D_n} \cdot \eta, \quad (3.19)$$

где D_A, D_B, \dots, D_n – годовые объёмы выпуска деталей, обрабатываемых на линии; η – коэффициент, учитывающий потери времени на переналадку оборудования линии при переходе на обработку детали другого типа $\eta = 0,85 \dots 0,95$.

Если же на многопредметной поточной линии изготавливаются детали с различными станкоёмкостями, такт определяется по формуле:

$$\tau = \frac{\Phi_{д.о} \cdot 60}{D_A + K_1 D_B + K_2 D_C + \dots + K_n D_n} \cdot \eta, \quad (3.20)$$

где K_1 – коэффициент, учитывающий отношение станкоёмкости детали B к детали A :

$$K_1 = \frac{\sum t_{шт.Б}}{\sum t_{шт.А}}; \quad (3.21)$$

K_2 – коэффициент отношения станкоёмкости детали B к детали A и т.д.

Далее по каждой операции рассчитывают коэффициенты загрузки, значения которых не должны превышать приведенных в таблице 3.4.

Таблица 3.4 – Коэффициент загрузки оборудования

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

При укрупнённом методе потребное количество основного оборудования определяется целиком по цеху по формуле:

$$C_{пр} = \frac{T_{пр}}{\Phi_{д.о} \cdot K_{з.ср}}, \quad (3.22)$$

где $T_{пр}$ – проектная станкоёмкость, найденная укрупненным методом (по удельной станкоёмкости), ст.ч; $K_{з.ср}$ – средний по цеху коэффициент загрузки станков, рекомендуемые значения которого приведены в таблице 3.4.

Имея общее количество станков основной системы, их разбивают на группы и типы. В качестве примера в таблице 3.5 дана разбивка оборудования по типам для автомобилестроения [4].

Таблица 3.5 – Процентное соотношение отдельных типов металлорежущего оборудования по проектам механических цехов малолитражных автомобилей

Наименование групп станков	Цеха		
	двигателей	шасси	автоматный
Станки в автоматических линиях	71	29	4,6
Автоматы	1,9	3,5	77
Полуавтоматы	4,4	38	0,8
Агрегатные	3,2	3,1	5,3
Расточные	2,3	2,4	0,4
Протяжные	1,9	2,2	1,8
Зубообрабатывающие	6,4	9,5	-
Шевинговальные	0,7	2,1	-
Круглошлифовальные	4,9	4,1	1,1
Бесцентрово-шлифовальные	0,1	0,9	5,4
Плоскошлифовальные	1,3	1,4	1,5
Внутришлифовальные	0,3	2,1	0,2
Притирочные и полировальные	0,9	1,0	0,4
Суперфинишные	0,7	0,3	1,1
Хонинговальные	-	0,4	0,4
Итого:	100	100	100

После определения тем или иным способом числа единиц оборудования составляется спецификация оборудования по определённой форме, в которой окончательно уточнены модели станков и приведены некоторые их характеристики: завод-изготовитель, масса, мощность, число станков каждой модели и т.п.

3.6 Разработка схем плана расположения оборудования основной системы

При разработке плана размещения оборудования прежде всего требуется определить общую площадь цеха (площадь основной и вспомогательной систем) и составить компоновочную схему механического цеха. При предварительной проработке последнюю производственную площадь $S_{ПР}$ определяют по показателю удельной $S_{уд.ПР}$ площади, приходящейся на один основной станок: $S_{ПР} = S_{уд.ПР} \cdot C_{ПР}$, где $C_{ПР}$ – принятое число станков основной системы. Удельная площадь $S_{уд.ПР}$ зависит от габаритов станков и средств межоперационного транспортирования (конвейеров). Показатели удельной площади приведены в [3]. В качестве примера в таблице 3.6 даны значения удельных производствен-

ных площадей на единицу оборудования по механическим цехам единичного, мелкосерийного и серийного производств заводов станкостроения.

Таблица 3.6 – Удельные значения площадей

Участки по обработке технологических групп деталей	Характеристика обрабатываемых деталей		Удельная производственная площадь на единицу производственного оборудования, м ²
	масса, кг	размер (длина × ширина), мм	
Базовые детали	5000-20000	До 8000 × 1500-3000	200
Базовые детали (станины, плиты, траверсы, поперечины и т.п.)	1000-5000	До 4000 × до 2000	150
Корпусные детали (коробки скоростей, коробки подачи, фартуки, редукторы и т.п.)	100-1000	До 3000 × до 1500	100
Корпусные детали (корпуса, кожухи, крышки, столы, плиты и т.п.)	10-199	До 2000 × до 1000	70
Корпусные детали (корпуса, крышки и т.п.)	До 10	До 1000 × до 500	40
Планки, крылья, рычаги, кронштейны, вилки и т.п.	5	До 700 × до 500	30
Крупные тела вращения (планшайбы, зубчатые колёса, шкивы, шпиндели, колонны и т.п.)	1000-5000	Диаметр св. 1000 длина св. 3000	120
То же	100-1000	Диаметр 320-1000 длина 700-3000	80
Тела вращения (шестерни, валы, винты, скалки и т.п.)	16-100	Диаметр 200-320 длина до 700	45
Мелкие тела вращения (шестерни, валы, винты и т.п.)	До 16	Диаметр до 200	35
Токарно-револьверные детали (штифты, винты, гайки крепёжные, втулки, кольца, ролики, шайбы, уголки, штуцера, пружины)		Диаметр до 65 длина до 100	25
То же		Диаметр до 25	20
Примечание. Для уникального оборудования, не включённого в таблицу, площадь на один станок определяется планировкой.			

С учётом вспомогательных отделений и магистральных проездов общую площадь увеличивают на 35-40 %.

Задавшись шириной пролёта, шагом колонн, числом пролётов, находят габаритные размеры цеха. Ширину пролёта выбирают из унифицированного ряда, чаще всего 18 м или 24 м, с учётом возможности размещения кратного числа рядов оборудования.

При формировании участков, построенных по линейному принципу, желательно количество основного оборудования на них принимать с учётом полного изготовления одного или нескольких изделий на участке. При технологическом принципе формирования стремятся создавать равновеликие (по количеству основного оборудования) участки, создавая в ряде случаев участки с двумя и более различными типами станков, например, фрезерно-сверлильный, токарно-расточный участок и т.п. Несколько сложнее формирование участков, построенных по предметному принципу. В этом случае подбирают группы изделий с целью создания равновеликих участков, тогда

$$C_v(1 \pm 0,1) = \sum_{k=1}^n \sum_{i=1}^m \frac{D_i \cdot \sum_{j=1}^{P_i} t_{шт.ij}}{\Phi_{д.о} \cdot 60}, \quad (3.23)$$

где n – число групп изделий, закрепляемых за участком; m – число наименований изделий в k -й группе; D_i – годовой объём выпуска i -го изделия; P_i – число операций изготовления i -го изделия; $t_{шт.ij}$ – штучно-калькуляционное время j -й операции изготовления i -го изделия; $\Phi_{д.о}$ – эффективный годовой фонд времени работы оборудования.

После того как будет распределена номенклатура изготавливаемых изделий по участкам и определён состав и количество основного оборудования на них, переходят к построению схемы расположения технологического оборудования на участках.

Схема размещения основного и вспомогательного оборудования на площадях участков и цеха, называемая топологией производства.

При планировке оборудования используют темплеты, представляющие собой плоские модели станков, выполненные в определённом масштабе (габаритки). Материал темплетов – бумага (возможна с клеевой подложкой) или прозрачная плёнка. При планировке показывают условными обозначениями рабочего у станка, места для заготовок, инструментальные тумбочки и т.п. В ходе планировки всё это размещают в соответствии с принятой организационной формой механической обработки на компоновочном плане участка или цеха, закрепляя их тем или иным способом.

Планировку оборудования можно осуществлять с использованием ЭВМ, имея заранее необходимое программное обеспечение.

Размещение оборудования цехов со сложными транспортными системами (подвесные и напольные конвейеры, монорельсовые дороги, автоматические транспортные средства и склады) возможно методом объёмного макетирования, когда применяют объёмные модели оборудования в определённом масштабе. Объёмное макетирование даёт большую наглядность и, как результат, возможность исключения ошибок планировки по сравнению с темплетным способом.

Расположение станков на участках зависит от организационной формы обработки, числа станков, средств межоперационного транспорта и способа удаления стружки от мест образования.

Относительно транспортного средства или цехового проезда возможно продольное, поперечное, угловое и кольцевое размещение станков (рисунок 3.1).

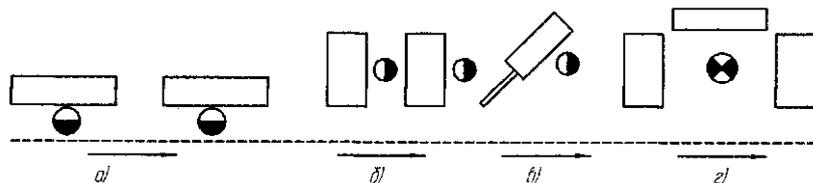


Рисунок 3.1 – Варианты размещения станков относительно транспортных средств:

а) продольное; б) поперечное; в) угловое; г) кольцевое

Планировка поточных линий имеет свои особенности. Станки устанавливаются по ходу технологического процесса, предусматривают необходимые заделы и места для хранения заделов. При проектировании многопредметных поточных линий не желательно включать в линию детали с возвратным движением [4].

На рисунке 3.2 показаны наиболее распространённые варианты планировок поточных линий.

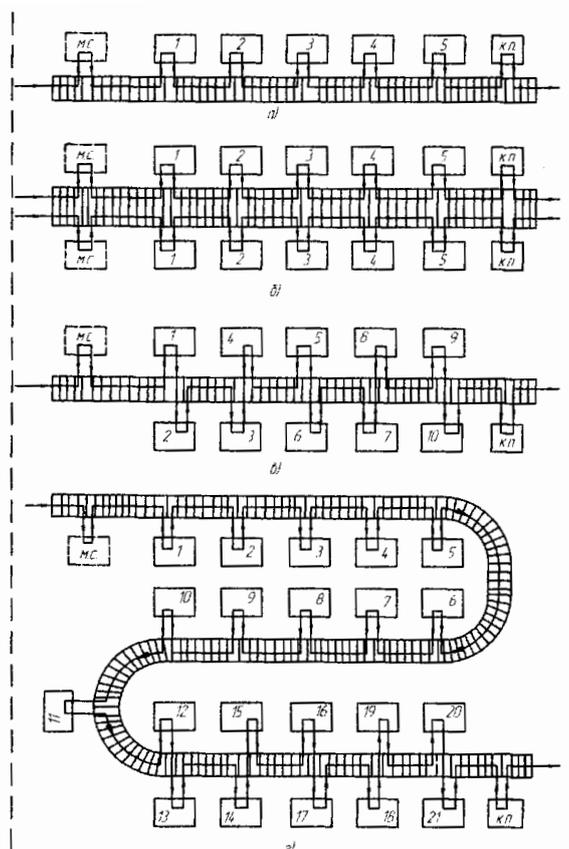


Рисунок 3.2 – Варианты планировок поточных линий

В варианте а станки расположены в порядке последовательности операций, передача полуфабриката осуществляется с помощью конвейеров. При обработке тяжёлых деталей каждый станок обслуживается поворотным краном

или электротельфером на монорельсе. Во втором варианте *б* станки также размещены в порядке операций, но в два ряда. Оба ряда работают самостоятельно. Станки обслуживаются двойным рольгангом, а иногда и тройным. Средний рольганг служит для передачи деталей в обход какой-либо операции. Вместо рольгангов можно использовать пластинчатые или подвесные конвейеры. Такую планировку принимают тогда, когда для каждой операции требуется не один, а два станка. В этом случае будут две параллельные линии для обработки одинаковых деталей. Подобную планировку можно использовать и при обработке различных деталей на каждом из потоков. Третий вариант *в*) принимают при значительной (более 40-50 м) длине поточной линии. Станки устанавливают в два ряда, а детали переходят из одного ряда в другой. Если сдвигание оборудования не обеспечивает необходимой длины ветви поточной линии, её выполняют из отдельных участков или делают с поворотом таким образом, чтобы вход на линию заготовок и выход обработанных деталей были с разных сторон (рисунок 3.2, *г*). При размещении технологического оборудования должны быть соблюдены нормы технологического проектирования, регламентирующие ширину проходов и проездов между рядами станков, расстояния как между станками, так и от станков до стен и колонн здания. В таблице 3.7 даны расстояния: *а* – между проездом и станками расположенными фронтально (рисунок 3.3); *б* – между проездом и боковой стороной станка; *в* – между проездом и тыльной стороной станка; *г* – между станками, установленными в «затылок»; *д* – между станками, установленными тыльными сторонами; *е* – между станками, установленными боковыми сторонами; *ж* – между станками, установленными фронтально, при обслуживании одним оператором одного станка; *з* – между станками, установленными фронтально, при обслуживании одним оператором двух станков; *и*, *к* – между станками при П-образном расположении трёх станков, обслуживаемых одним оператором; *л*, *л₁* – от стен и колонн до станка, расположенного фронтально; *м* – от колонн и стен до станка, расположенного тыльной стороной; *н* – от колонн и стен до станка, расположенного боковой стороной.

Расстояние в таблице 3.7 включает крайние положения движущихся частей, открывающихся дверей и постоянных ограждений. Нормы расстояний между станками с разными габаритными размерами выбирают по большему из этих станков. При обслуживании станков подвесными транспортными средствами расстояния от стен и колонн до станков принимают с учётом возможности их обслуживания подвесным транспортом.

При расположении канала для транспортировки стружки между тыльными сторонами двух рядов станков, установленных на общей фундаментальной плите, расстояние между ними принимается при транспортировании дробленой стружки (*д*), витой стружки ($d + 0,4$ м).

В таблице 3.8 даны нормы расстояний между оборудованием при использовании автоматизированных транспортных средств [2, 3, 4], в частности между станком и передвижной консольной секцией приемопередаточного стола *Д*, от станка до оснастки или транспортного средства *Е*, между приёмопередаточными столами *Г* и между транспортными средствами *Ж*.

Таблица 3.7 – Нормы расстояний станков от проезда, между станками, а также от станков до стен и колонн здания

Расстояние	Наибольший габаритный размер станка в плане не более, мм		
	1800	4000	8000
От проезда до: фронтальной стороны станка (<i>a</i>)	1600/1000		2000/1000
боковой стороны станка (<i>b</i>)	500		700/500
тыльной стороны станка (<i>e</i>)	500		500
Между станками при расположении их: «в за- тылок» (<i>z</i>)	1700/1400	2600/1600	2600/1800
тыльными сторонами друг к другу (<i>d</i>)	700	800	1000
боковыми сторонами друг к другу (<i>e</i>)	900		1300/1200
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: фронтальной стороны станка (<i>л</i>)	1600/1300		1600/1500
боковой стороны станка (<i>н</i>)	1300	1300/1500	1500
тыльной стороны станка (<i>м</i>)	700	800	900

Примечание. Расстояние между станками *k* при размещении их по кольцевой схеме принимается не менее 700 мм. Расстояние от колонн до боковой стороны станков *n* установлено 1200/900. В знаменателе приведены нормы расстояний для цехов крупносерийного и массового производства, когда они отличаются от соответствующих норм для условий единичного, мелкосерийного и среднесерийного производства. Для станков, установленных на индивидуальные фундаменты, расстояние между фундаментами должно быть не менее, м: при транспортировании дробленой стружки – 0,8, витой стружки – 1,0.

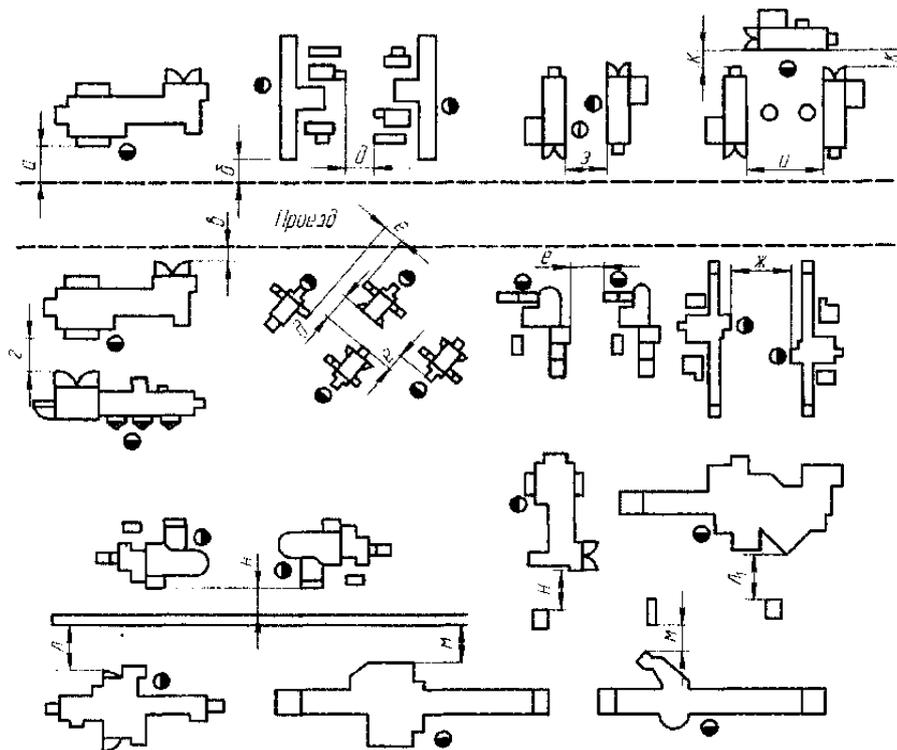
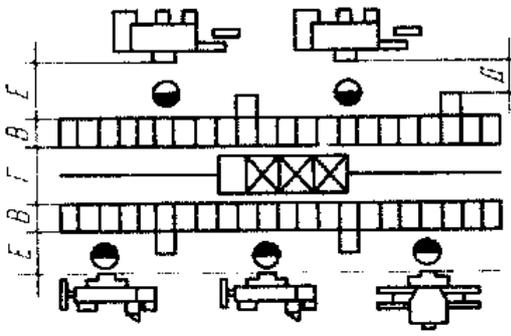
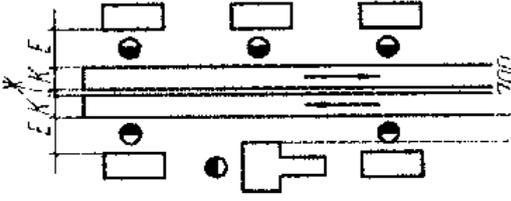
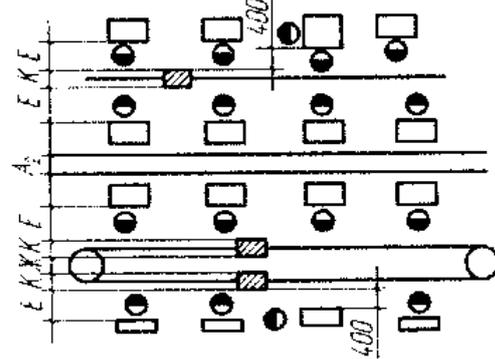


Рисунок 3.3 – Схемы размещения станков

Таблица 3.8 – Нормы расстояний при применении автоматизированного транспорта

Транспорт	Д	Е	Г	Ж	Эскиз
Автоматизированная наполняющая транспортная система	0,4	1,07	0,9	—	
Роликовый или пластинчатый конвейер	—	0,9	—	Не менее 0,1	
Подвесной конвейер	—	0,9	—	Не менее 0,3	

Ширину K межоперационного транспорта и ширину B приёмопередаточных столов стеллажного оборудования принимают в соответствии с габаритными размерами обрабатываемых заготовок. Ширина A_2 пешеходного прохода между тыльными сторонами станков, встроенных в автоматизированные участки, должна быть 1,6 м.

Примеры планировок участков приведены на рисунках 3.4, 3.5 и приложении 1. Условные графические обозначения элементов технологической планировки представлены в приложении 2.

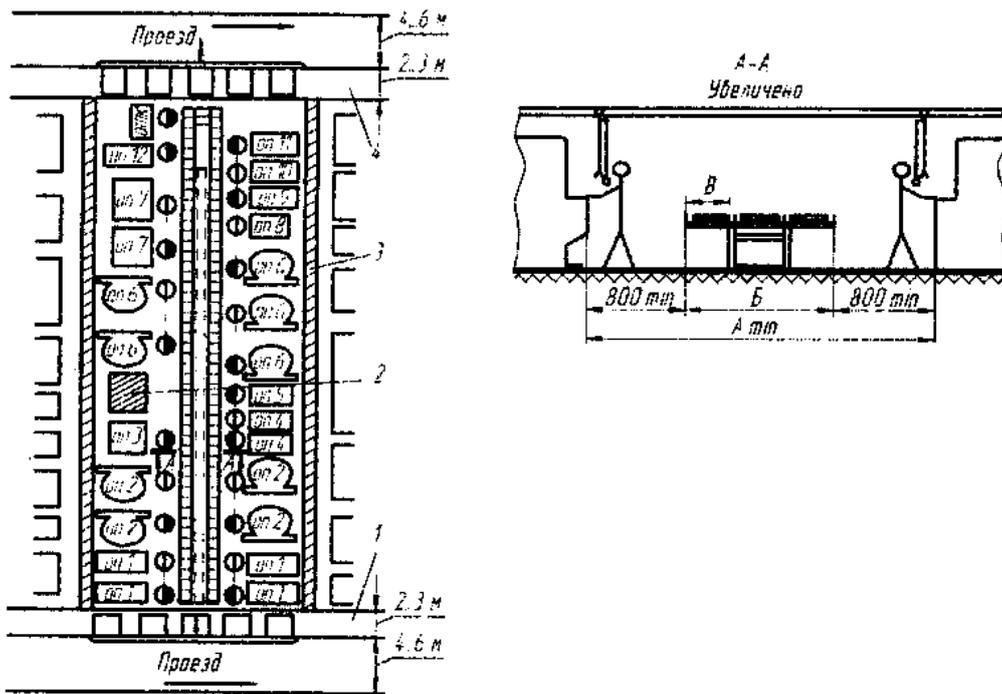


Рисунок 3.4 – Схема планировки участка с применением роликового трехрядного конвейера:

- 1) зона заготовок; 2) резервная площадь; 3) транспортеры под стружку; 4) зона готовой продукции

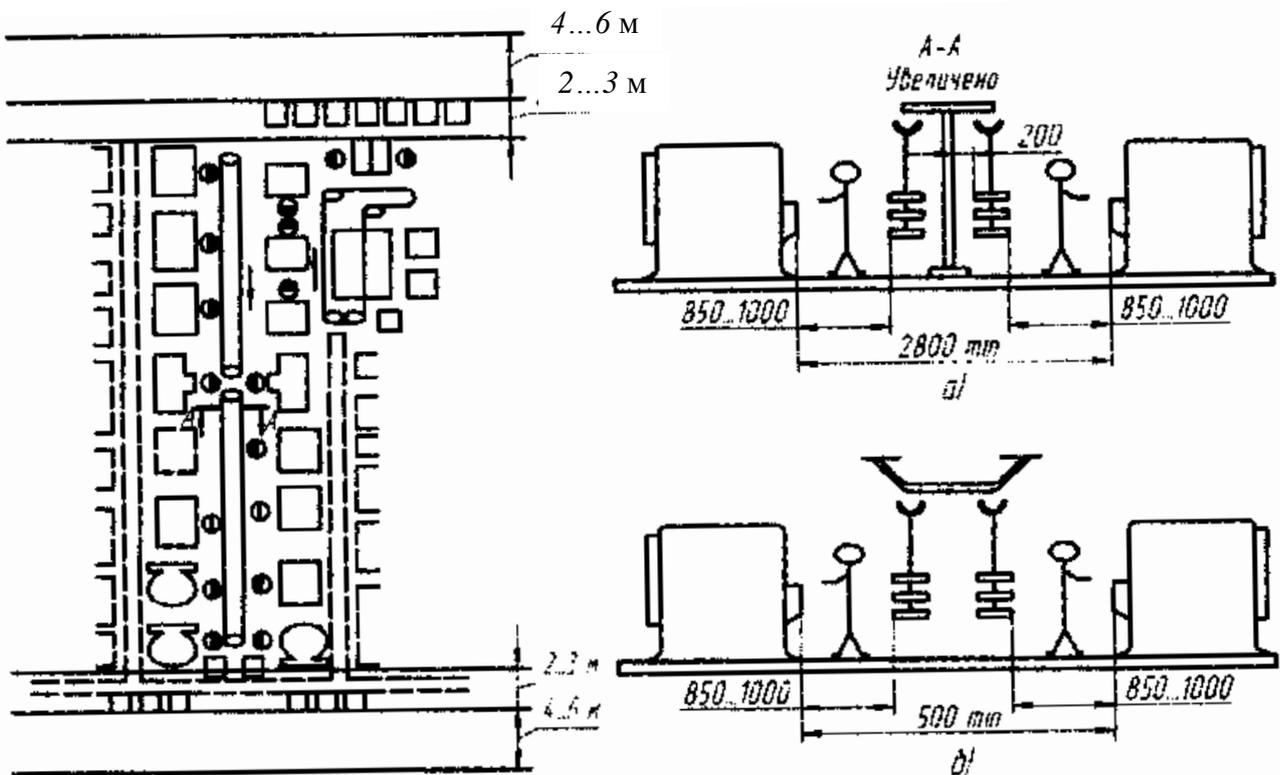


Рисунок 3.5 – Планировка поточной линии при применении подвесных грузонесущих конвейеров:

а, б – варианты крепления конвейеров

4 СОСТАВ РАБОТАЮЩИХ И РАСЧЁТ ИХ ЧИСЛЕННОСТИ [4]

Промышленно-производственный персонал цеха делят на четыре категории: рабочие, инженерно-технические работники (ИТР), служащие и младший обслуживающий персонал (МОП).

Рабочих, в свою очередь, подразделяют по степени участия в производственном процессе на две группы: производственные и вспомогательные рабочие.

Производственные рабочие – рабочие, выполняющие операции по изготовлению продукции основной программы цеха.

Вспомогательные рабочие – лица, не принимающие непосредственного участия в выполнении операций по изготовлению основной продукции цеха, а занятые обслуживанием производственного процесса.

Инженерно-техническими работниками (ИТР) считают работников, выполняющих обязанности, связанные с техническим руководством производственными процессами и организацией производства или занимающих должности, для которых требуется квалификация инженера или техника.

К **служащим** относят работников цеха, выполняющих функции по административной части, финансам, учёту и статистике, чертёжников, копировщиков.

Младший обслуживающий персонал составляют гардеробщики, уборщики непроизводственных помещений (цеховых контор, бытовых помещений), курьеры.

4.1 Производственные рабочие [4]

К **производственным рабочим** механического цеха относят станочников, операторов и наладчиков автоматических линий, операторов-наладчиков, обслуживающих модули в ГПС, а также разметчиков, мойщиков деталей, слесарей и других рабочих, **занятых выполнением операций технологического процесса** изготовления деталей основного производства.

В цехах серийных производств, при точном проектировании, число станочников определяют по профессиям (токари, шлифовщики, зуборезчики и т.д.) по станкоёмкости годового выпуска:

$$R_{\text{ст}} = \frac{T_{\Sigma}}{\Phi_{\text{д.р}} \cdot K_M}, \quad (4.1)$$

где T_{Σ} – суммарная годовая станкоёмкость изготовления деталей на станках данного типа, ст.ч; $\Phi_{\text{д.р}}$ – действительный годовой фонд времени рабочего, $\Phi_{\text{д.р}} = 1800$ ч; K_M – коэффициент многостаночности, показывающий число станков, обслуживаемых одним рабочим.

Коэффициент многостаночности зависит от степени автоматизации станка и длительности операции обработки детали на нём. Для универсальных мелких и средних станков $K_M = 1,0$, токарных многорезцовых копировальных полуавтоматов 2-4, зуборезных 2-5 и т.д. Значения K_M приведены в [3].

Для поточных линий число станочников находят на основе планировки оборудования каждой поточной линии с учётом многостаночного обслужива-

ния. Многостаночное обслуживание возможно в том случае, если за время автоматической работы одного станка рабочий имеет возможность выполнить обслуживание других станков. Условием многостаночности будет

$$t_A \geq \sum_{i=1}^n t_{Pi}, \quad (4.2)$$

где t_A – машинно-автоматическое время работы станка без участия человека; t_{Pi} – время обслуживания, активного наблюдения и перехода рабочего на другой станок.

Число станочников на поточной линии можно найти построением циклограммы работы оборудования и операторов линии, пример, который приведён в таблице 4.1.

№ станка	№ опер.	Укрупненные циклограммы работы станков	Штучное время, мин	Загрузка станков	Кол-во рабочих	Загрузка рабочих
1	1		$(1,2+1,1)1,04=2,4$	$2,4/2,6=0,92$	1	$((1,2+1,0)/2,6) \cdot 1,04=0,88$ $((0,6+0,4+0,6+0,8)/2,6) \cdot 1,04=2,5/2,6=0,96$
2	2		$(1+1) \cdot 1,04=2,08$	$2,08/2,6=0,80$		
3	3		$1,7 \cdot 1,04=1,77$	0,68		
4	4		$1,6 \cdot 1,04=1,66$	0,64		
5	5		$1,6 \cdot 1,04=1,66$	0,64		
6	6		$1,5 \cdot 1,04=1,56$	0,60		
			11,1	0,71	2	0,92

Обозначения	
	— обмер детали;
	— установка, зажим детали и пуск станка;
	— машинное время работы станка без участия рабочего;
	— простой станка после автоматического останова;
1,04	— коэффициент, учитывающий дополнительно к основному времени 4 % на обслуживание

Таблица 4.1 – Циклограммы работы станков (такт выпуска = 2,6 мин)

Как видно из представленного, линию из 6 станков могут обслуживать 2 станочника.

При укрупненном проектировании число станочников можно определить по числу станков участка или цеха:

$$R_{СТ} = \frac{C_{ПР} \cdot \Phi_{Д.О} \cdot K_{З.СР}}{\Phi_{Д.Р} \cdot K_{М.СР}}, \quad (4.3)$$

где $C_{ПР}$ – принятое число станков участка или цеха; $\Phi_{Д.О}$ – действительный годовой фонд времени работы оборудования; $K_{З.СР}$ – средний по цеху коэффици-

ент загрузки оборудования; $K_{M.CP}$ – средний коэффициент многостаночности, значение которого приведено в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Норма многостаночного обслуживания по типам производства

Тип производства		
Мелкосерийное и единичное	Среднесерийное	Крупносерийное и массовое
1,1-1,35	1,3-1,5	1,9-2,2

Численность операторов-наладчиков, обслуживающих модули в ГПС, операторов и наладчиков автоматических линий находят согласно нормам обслуживания [3]. Так, например, число операторов автоматических линий принимают 1 или 2 человека на линию. Если передача детали с линии на последующие операции автоматизирована то одного оператора, в противном случае – двоих. Численность наладчиков автоматических линий зависит от сложности оборудования и его наладки. Чем сложнее наладка, выше качество точности обработки, тем меньшее число единиц оборудования обслуживает наладчик. По нормам один наладчик, в зависимости от приведённых выше условий, обслуживает от 4 до 10 станков автоматических линий.

Число производственных рабочих, связанных с ручным трудом: разметчиков, слесарей, мойщиков деталей определяют в процентах от станочников; для массового и крупносерийного производства – 1...3 %, для среднесерийного и мелкосерийного – 5 %, единичного – до 10 %.

4.2. Вспомогательные рабочие [4]

К вспомогательным рабочим относятся рабочие, выполняющие техническое обслуживание производственных участков: складские рабочие, транспортные, цеховых ремонтных баз и заточного отделения, уборщики производственных помещений и т.п. На стадии технического проекта число вспомогательных рабочих определяют по профессиям в соответствии с нормами ОНТП 4-86. Число уборщиков механических цехов по изготовлению мелких и средних деталей рассчитывают из условия обслуживания 1 уборщиком в смену 2000-2500 м² площади цеха, кладовщиков складов и кладовых – по числу станков, обслуживаемых одним человеком, и т.д. Более подробно расчёт числа вспомогательных рабочих будет дан ниже при изложении методики проектирования соответствующей службы вспомогательной системы.

При укрупнённом проектировании численность вспомогательных рабочих определяют общим числом без указания профессии в процентах от числа производственных рабочих. По нормам, независимо от типа производства, для механических цехов число вспомогательных рабочих составляет 20-25 % от числа производственных.

4.3 Инженерно-технические работники (ИТР) [4]

К категории ИТР механического цеха относятся начальник цеха и его заместители, старшие и сменные мастера, технологи, механики, специалисты по

вычислительной технике и системам управления и т.д. Нормы для расчёта числа ИТР приведены в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Нормы расчета ИТР

Наименование цеха	Тип производства	Число ИТР в % от количества основных станков				
		Количество основных станков				
		до 50	50-100	100-200	200-400	Св. 400
Механический	Единичное и мелкосерийное	24-22	22-21	21-20	20-18	20-18
	Среднесерийное	22-21	21-20	20-18	18-16	18-16
	Крупносерийное	21-20	20-18	20-18	18-16	16-15
	Массово-вое	20-18	20-18	18-16	18-16	16-15

4.4 Служащие [4]

Категория служащих включает работников цеховой бухгалтерии, учётников, табельщиков, распределителей работ, копировщиков, секретарей и др. Создание АСУ для бухгалтерского учета позволяет централизовать эту работу в масштабе завода а в цехах иметь лиц, ведущих лишь первоначальную бухгалтерскую документацию. Численность служащих определена по нормам, приведённым в таблице 4.4.

Таблица 4.4 – Нормы расчета служащих

Наименование цеха	Тип производства	Число служащих в % от числа производственных рабочих			
		Число производственных рабочих в цехе			
		до 75	75-150	151-300	Свыше 300
Механический	Единичное и мелкосерийное	2,2-2,0	2,0-1,8	1,8-1,6	1,6-1,4
	Среднесерийное	1,9-1,7	1,7-1,5	1,5-1,3	1,3-1,1
	Крупносерийное	1,6-1,4	1,4-1,2	1,2-1,0	1,0-0,8
	Массовое	1,4-1,2	1,2-1,0	1,0-0,8	0,8-0,6

В таблице 4.4 нормы даны с учётом того, что бухгалтерские расчёты и табельный учёт централизованы по заводу и поэтому бухгалтеры, счетоводы не входят в состав работников цеха.

4.5 Младший обслуживающий персонал (МОП) [4]

К МОП относятся гардеробщики, курьеры, уборщики конторских и бытовых помещений. Уборщиков в этом случае определяют из расчёта на одного человека 500-600 м² убираемой площади помещения.

Завершается расчёт разработкой по определенной форме сводной ведомости состава работающих, в которой указывают категории работающих, их численность, в т.ч. в максимальную (первую) смену.

Число работающих в первой смене можно принимать по таблице 4.5.

Таблица 4.5 – Численность максимальной (первой) смены цеха

Категория работающих	Число работающих в первой смене в % от числа работников данной категории		
	Единичное и мелкосерийное производство	Среднесерийное производство	Крупносерийное и массовое производство
Производственные рабочие	60	55	50
Вспомогательные рабочие	65	60	55
ИТР, служащие, МОП	70	70	70

Работники технического контроля в состав работающих цеха не включаются, а их численность может быть найдена по нормам, приведённым в таблице 4.6.

Таблица 4.6 – Работники технического контроля

Тип производства	Число работников технического контроля в % от числа основных станков	
	контролёры	контрольные мастера
Единичное и мелкосерийное	9-11	1-0,8
Среднесерийное	7-9	0,8-0,6
Крупносерийное и массовое	5-7	0,6-0,5

5 СКЛАДСКАЯ И ТРАНСПОРТНАЯ СИСТЕМЫ [4]

5.1 Складская система

Складская система предназначена для обеспечения своевременного снабжения технологического оборудования заготовками и полуфабрикатами в подготовленном для транспортирования виде и хранения готовых изделий.

Для не поточного производства характерным является значительная длительность складирования, которая достигает 70-90 % от всего цикла производства. Это объясняется необходимостью создания запасов (заделов) полуфабрикатов.

Таким образом, цель создания и функционирования складской системы заключается в том, чтобы принимать с транспортной системы грузопоток с одними параметрами, перерабатывать и выдавать его опять на транспортную систему с другими параметрами.

Классификацию складских систем осуществляют следующим образом:

- по организационной структуре: децентрализованная, централизованная и комбинированная;

- по функциональному назначению: цеховой склад, склад на производственном участке, накопители у технологического оборудования;

- по виду хранения груза: склад металла и заготовок, промежуточный склад, склад комплектующих изделий, склад технологической оснастки, склад готовой продукции;

- по технологии работ: комплектовочные склады и склады, предназначенные для хранения грузов, поступающих в таре;

- по способу складирования: штабельные и стеллажные;

- по высоте хранения: низкие (до 5 м), средние (5-8 м) и высотные (свыше 8 м):

Децентрализованная складская система предусматривает хранение полуфабрикатов и технологической оснастки непосредственно на производственных участках.

Централизованная складская система состоит из единого материального склада, с которого полуфабрикаты поступают непосредственно на технологическое оборудование без промежуточного хранения на производственном участке.

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

В комплектовочных складах комплектуют транспортную партию в соответствии с плановым заданием.

Принцип построения складской системы выбирают исходя из экономических соображений, а проектирование её выполняют с учётом расположения накопителей на производственных участках, годового грузопотока в цех, нормативного запаса грузов, общего числа наименований грузов, одновременно хранящихся на складе, и числа групп подобных грузов в номенклатуре.

Построение любой складской системы начинается с разработки технологического процесса складирования, который состоит из следующих этапов: приёмки грузов, размещения и хранения их, отпуска груза со склада.

В процессе размещения и хранения грузов предусматриваются следующие технологические операции: определение свободных мест хранения; перемещение груза к этим местам на складе; укладка на хранение и запись информации о расположении каждого груза.

Отпуск груза включает в себя погрузку и перемещение груза в зону комплектования или непосредственно на участок.

Для обеспечения нормальной работы механического цеха в нём предусматривают склады металла и заготовок, промежуточный склад, склад готовой продукции.

Структура складской системы, в значительной степени, определяется типом производства. Так, в массовом производстве, когда процесс обработки деталей идёт непрерывно в соответствии с требуемым тактом выпуска, нет необходимости в проектировании промежуточного склада.

В единичном и мелкосерийном производствах полуфабрикат поступает на промежуточный склад и хранится там, пока не освободится оборудование соответствующего участка.

При выборе основных параметров складской системы необходимо учитывать характеристики грузов – габаритные размеры, геометрическую форму, массу и т.д. В зависимости от этих характеристик определяют тип, количество и параметры складского оборудования в соответствии с технологическим процессом переработки грузов, количеством перерабатываемого груза и периодичностью его поступления и отправления.

При проектировании механизированных и автоматизированных складов возможны следующие варианты информации о параметрах производственной тары: а) тип и параметры заданы, так как грузы поступают в цех в таре; б) тип и параметры тары не определены, но предусмотрен ряд ограничений по выбору параметров тары, например, исходя из использования унифицированных элементов в станочных накопителях или в транспортной системе; в) при выборе типа и параметров тары нет ограничений.

Выбор типа и параметров производственной тары является одним из первых этапов проектирования складской системы. К производственной таре относят поддоны, кассеты, спутники и специальную тару.

Поддоны классифицируют следующим образом: по назначению – универсальные (для грузов широкой номенклатуры) и специальные (для определённого наименования грузов); по конструкции – ящичные, стоечные и плоские; по материалу – металлические и пластмассовые.

В зависимости от типов и размеров изготавливаемых изделий, а также условий транспортирования и складирования размеры тары выбирают из следующего стандартного ряда: 150×200, 200×300, 300×400, 400×600, 600×800, 800×800, 800×1200, 1000×1200, 1600×1000, 1600×1200 мм. Грузоподъёмность таких поддонов от 0,5 до 3 т.

Потребное число единиц производственной тары на складе рассчитывают по формуле:

$$Z_{Ti} = \frac{G_i}{g}, \quad (5.1)$$

где G_i – запас хранения груза соответствующего наименования, т; g – средняя грузоподъемность тары, т. Средняя грузоподъемность:

$$g = g_i \cdot k_{II}, \quad (5.2)$$

где g_i – максимальная грузоподъемность данного типа тары, т; k_{II} – коэффициент использования по грузоподъемности данного типа тары, $k_{II} = 0,2-0,85$.

Поддоны с деталями и заготовками на складах можно размещать в штабелях или стеллажах. Укладку поддонов в штабель осуществляют напольными электропогрузчиками с вилочным захватом. Высота штабеля не должна превышать 3,0 м. Крупные заготовки и детали можно укладывать непосредственно в штабель высотой до 2,5 м.

Если в составе завода отсутствует раскройно-заготовительный цех, что характерно для единичного и мелкосерийного производств, в проектируемом механическом цехе предусматривают склад металлопроката с заготовительным участком. Такой же склад проектируют для автоматных цехов. Хранение проката осуществляют на стоечных стеллажах. Погрузочно-разгрузочные и транспортные операции при этом выполняют мостовыми или подвесными кранами (рисунок 5.1, а). Недостаток таких складов – потребность больших площадей. Большую вместимость имеют склады с консольными стеллажами, обслуживаемыми погрузчиками с боковым выдвижным захватом (рисунок 5.1, б) или кранами-штабелерами (рисунок 5.1, в и г).

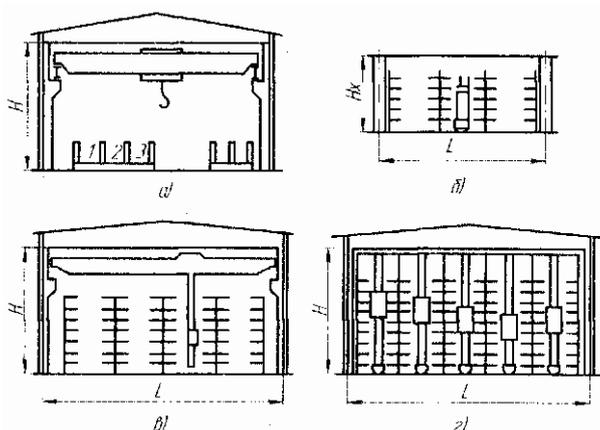


Рисунок 5.1 – Стеллажные конструкции для хранения пруткового металлопроката при обслуживании:

- а) мостовым или подвесным краном; б) погрузчиком с боковым выдвижным грузозахватом; в) мостовым краном-штабелером; г) стеллажным краном-штабелером

Хранение штучных заготовок и поддонов со средними и мелкими заготовками целесообразнее осуществлять в складах стеллажного типа (рисунок 5.2). Склады подобного вида обеспечивают большую вместимость, а, следовательно, и меньшие площади для хранения, позволяют механизировать и автоматизиро-

вать транспортно-складские операции. Наибольшая вместимость при равной площади склада будет при обслуживании склада стеллажным штабелёром, наименьшая – электропогрузчиком.

При укрупненных расчётах площадь складов металла, заготовок и готовых деталей можно определить по формуле:

$$S_{СКЛ} = \frac{G_{\Sigma} \cdot t}{\Phi_{Г} \cdot q \cdot k_{И}}, \quad (5.3)$$

где G_{Σ} – масса груза, проходящего через площадь склада в течение года, т; t – норма хранения груза на складе, дней; $\Phi_{Г}$ – число рабочих дней в году ($\Phi_{Г} = 250$); q – грузонапряжённость площади склада, т/м²; $k_{И}$ – коэффициент использования площади склада, учитывающий потери площади на проходы, проезды, места для складских подъёмно-транспортных средств, площадки приёма и выдачи грузов. При напольном транспорте (электропогрузчики) $k_{И} = 0,25...0,3$; при обслуживании мостовыми и подвесными кранами, штабелёрами $k_{И} = 0,35...0,4$.

В случае проектирования промежуточного склада, что характерно для цехов единичного и мелкосерийного производств, когда оборудование размещено по группам, площадь определяется по аналогичной формуле;

$$S_{СКЛ} = \frac{G_{\Sigma} \cdot t(i-1)}{\Phi_{Г} \cdot q \cdot k_{И}}, \quad (5.4)$$

где i – среднее число основных операций при обработке деталей (число заходов полуфабрикатов на площадь склада). Нормы проектирования складов приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Нормы для расчетов цеховых складов

Наименование и назначение склада	Нормы запаса хранения (календарные дни) при серийности производства				Нормы грузонапряженности полезной площади при хранении черных металлов (уд. вес 7,2-8,0 т/м ³), т/м ²								Коэффициент использования полезной площади при обслуживании транспортом	
	E и MC	C	KC	M	Способ хранения								напольным (электро- и ав-топогрузчики)	верхним (штабелеры и др.)
					В штабелях		В стеллажах							
					по-штучно	в таре	Высота хранения, м							
							До 2,5	До 3,0	До 2,5	2,5-4,0	4,0-6,0	6,0-8,0		
Склад металла для пруткового материала	7	5	4	2	-	-	2,5	3,5	-	-	-			
Склад заготовок: для крупных и тяжелых отливок и поковок	15	8	3	1	3,0	-	-	-	-	-	-			
для порезок, средних и мелких отливок и поковок	20	12	5	3	-	4,0	2,0	2,8	4,0	5,5	7,0	0,25-0,30	0,35-0,40	
Промежуточный склад: для полуфабрикатов крупных и тяжелых деталей	10	6	2	-	2,5	-	-	-	-	-	-			
для полуфабрикатов средних и мелких деталей	20	12	3	-	-	3,5	1,5	2,2	3,0	4,2	5,5			
Склад готовых деталей: для крупных и тяжелых деталей	10	6	2	1	2,0	-	-	-	-	-	-			
для средних и мелких деталей	25	15	5	3	-	2,5	1,2	1,8	2,2	3,0	4,0			

При точном проектировании стеллажных складов расчёты проводят в следующей последовательности:

1. Разбивают номенклатуру грузов по группам в зависимости от габаритных размеров, массы, вида материала и т.п.

2. По каждой группе груза (заготовки, детали, полуфабрикат) находят запас хранения в тоннах:

$$G_i = \frac{m_i \cdot t_i}{\Phi_T}, \quad (5.5)$$

где m_i – масса поступающего за год груза данной группы, т; t_i – норма хранения, дней.

3. Определяют требуемое число единиц тары для размещения рассчитанного выше запаса груза:

$$Z_{Ti} = \frac{G_i}{g_{Ti}}, \quad (5.6)$$

где Z_{Ti} – число тары (поддонов) для размещения груза i -ой группы, шт, g_{Ti} – средняя вместимость тары конкретного типоразмера, т.

Среднюю вместимость находят по максимальной грузоподъёмности g_{max} данного типоразмера тары

$$g_{Ti} = g_{max} \cdot k_{II}, \quad (5.7)$$

где k_{II} – коэффициент использования тары по грузоподъёмности; $k_{II} = 0,2 \dots 0,85$.

4. Находят необходимое число секций стеллажа

$$Z_C = \frac{\sum_{i=1}^n Z_{Ti}}{Z}, \quad (5.8)$$

где n – число групп груза на складе; Z – число единиц тары, размещаемой в одной секции (число ярусов в секции) и определяемой по конструктивным соображениям, исходя из габаритов тары и высоты хранения.

Размещают склады металла и заготовок в начале цеха, поперёк пролётов, вблизи магистрального проезда. Склад готовой продукции – с противоположной стороны цеха.

Число кладовщиков складов металла, заготовок, полуфабрикатов и готовых деталей определяют по нормам, приведённым в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Нормы расчета численности кладовщиков

Наименование склада	Число производственных станков механического цеха, обслуживаемое одним кладовщиком при производстве			
	Единичном и мелкосерийном	Среднесерийном	Крупносерийном	Массовом
Заготовок	125	135	180	-
Промежуточный	65	80	105	-
Готовых деталей	45	55	-	-

Как следует из норм, в массовом производстве складов для текущего запаса металла, заготовок и обработанных деталей не предусматривают. Хранение заготовок осуществляют на небольших складских площадках в начале линии обработки, обработанных деталей – в конце. Запасы заготовок и деталей меняют 1-2 раза в смену.

В автоматизированном производстве получили распространение склады с автоматическими кранами-штабелёрами (рисунок 5.2, а, б), поскольку они занимают небольшие площади и имеют высокую производительность.

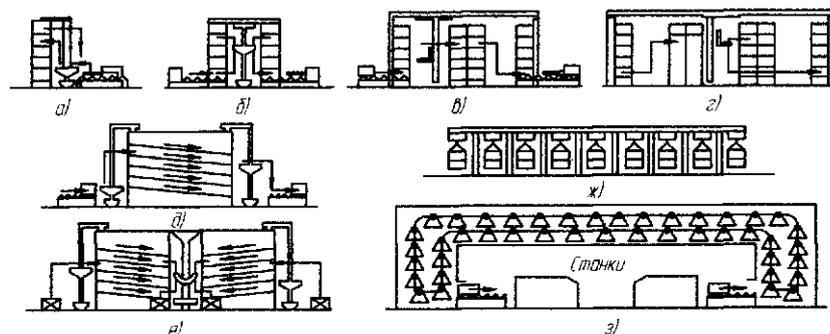


Рисунок 5.2 – Варианты механизированных и автоматизированных складов: а, б – со стеллажными кранами-штабелёрами; в, г – с мостовыми кранами-штабелёрами; д, е – с гравитационными стеллажами; ж – подвесной на базе подвесного толкающего конвейера; з – элеваторный

Подвесные автоматические склады применяют в производстве, когда в качестве внутрицехового и межоперационного транспорта используют подвесной толкающий конвейер с автоматическим адресованием грузов (рисунок 5.2, ж).

Автоматизированные склады с блочными гравитационными стеллажами (рисунок 5.2, е) применяют при незначительной номенклатуре грузов, хранимых в больших запасах.

Склады с элеваторными стеллажами (рисунок 5.2, з) целесообразно применять при малых грузопотоках, небольших сроках и запасах хранения грузов и малых размерах самих изделий.

Склады с мостовыми кранами-штабелёрами (рисунок 5.2, в, г) используют при больших запасах хранения, крупных грузах и незначительных грузопотоках.

5.2 Транспортная система

5.2.1 Общие сведения о транспортных системах

Грузовые потоки цеха представляют собой определённую схему движения предметов труда (заготовок, инструмента, приспособлений и изделий) в соответствии с последовательностью производственного процесса. Операции по перемещению грузов осуществляют с помощью транспортных систем (ТС). Грузопотоки классифицируют по следующим признакам: в зависимости от массы – лёгкие (0,01...0,05 кг), средние (0,5...16 кг), переходной массы (16...125 кг), тя-

жѐлые (более 125 кг); в зависимости от способа загрузки – в таре, без тары, навалом, ориентированные в кассетах и в палетах, на спутниках; в зависимости от формы– тела вращения, корпусные и др.

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

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

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

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

5.2.2 Внутрицеховой транспорт

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

5.2.2.1 Напольный транспорт

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

$$C_{TP} = \frac{G_G \cdot t_{TP.OП} \cdot K_H}{60 \cdot \Phi_{Д.ТP} \cdot g \cdot K_{И}}, \quad (5.9)$$

где G_G – годовая масса груза, перемещаемая напольным транспортом, т; $t_{TP.OП}$ – время, транспортной операции (время перемещения, загрузки и разгрузки),

мин; g – паспортная грузоподъемность средства, т; $\Phi_{Д.ТР}$ – действительный фонд времени работы транспортного средства, $\Phi_{Д.ТР} = 3880$ ч; K_H – коэффициент, учитывающий непредвиденные задержки транспорта, $K_H = 1,2$; $K_{И}$ – коэффициент использования транспорта, $K_{И} = 0,8$.

Увеличение грузоподъемности может быть достигнуто использованием электропоезда без водителя (рисунок 5.3).

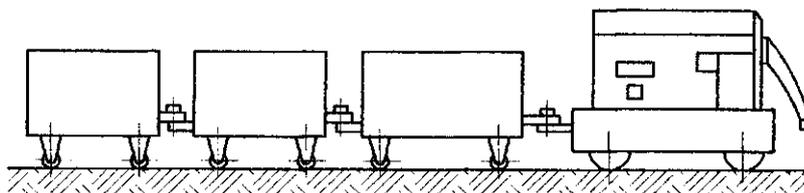


Рисунок 5.3 - Электропоезд

5.2.2.2 Крановый транспорт

Крановый транспорт широко используется в цехе на различных подъемно-транспортных операциях и погрузочно-разгрузочных работах. К нему можно отнести мостовые опорные и подвесные однобалочные краны. Первые имеют грузоподъемность 5 и более тонн, вторые – до 5 т.

Подвесные однобалочные краны не требуют крановых колонн, имеют малые габариты по вертикали, а, следовательно, позволяют применять здания меньшей высоты, нежели крановые. Балка такого крана (рисунок 5.4) перемещается по двум монорельсам, подвешенным на несущих конструкциях покрытия здания (фермах или балках).

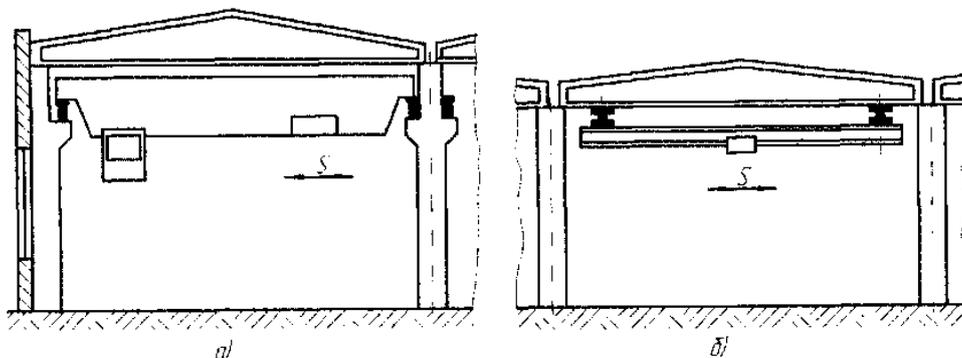


Рисунок 5.4 – Крановый транспорт

а) пролет с мостовым краном; б) пролет с подвесным однобалочным краном

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

$$C_{КР} = \frac{G_{Г} \cdot n \cdot T_{КР.ОП} \cdot K_1}{60 \cdot \Phi_{Д.КР} \cdot g \cdot K_2}, \quad (5.10)$$

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

$$C_{КР} = \frac{Q_{Г} \cdot n \cdot T_{КР.ОП} \cdot K_1}{60 \cdot \Phi_{Д.КР} \cdot q \cdot K_2}, \quad (5.11)$$

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

$$T_{КР.ОП} = \frac{L}{V} + t_n + t_p, \quad (5.12)$$

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

Краны-штабелёры сочетают в себе качества кранов и электропогрузчиков. Они бывают опорными и подвесными (рисунок 5.5). Основное применение кранов-штабелёров – обслуживание складов со стеллажным или штабельным способом хранения грузов.

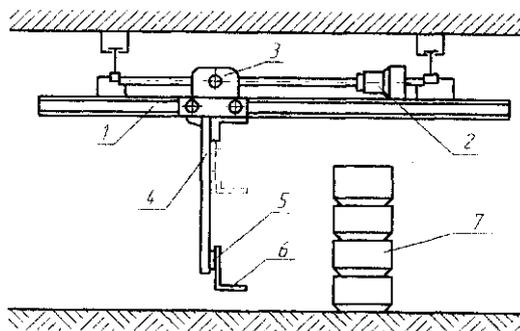


Рисунок 5.5 – Кран- штабелёр подвесной:

1 – мост; 2 – механизм передвижения; 3 – тележка; 4 – колонна;
5 – грузовая каретка; 6 – вилы; 7 – поддоны

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

5.2.2.3 Подвесной монорельсовый транспорт

Подвесной монорельсовый транспорт включает подвесные однорельсовые пути и подвижной состав. В качестве однорельсовых путей используют двутавровые балки общего назначения и пути специального профиля, закрепляемые непосредственно на строительных конструкциях здания цеха.

Подвижной состав состоит из механизма подъёма груза и механизма передвижения транспортируемых грузов. Последний представляет собой тали (ри-

сунок 5.6), тягачи с тележками (рисунок 5.7). Грузоподъёмность серийных талей 0,5...3 т.

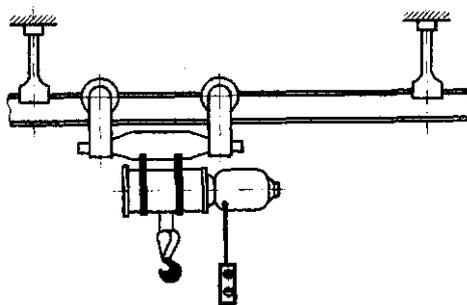


Рисунок 5.6 – Электроталь на монорельсе

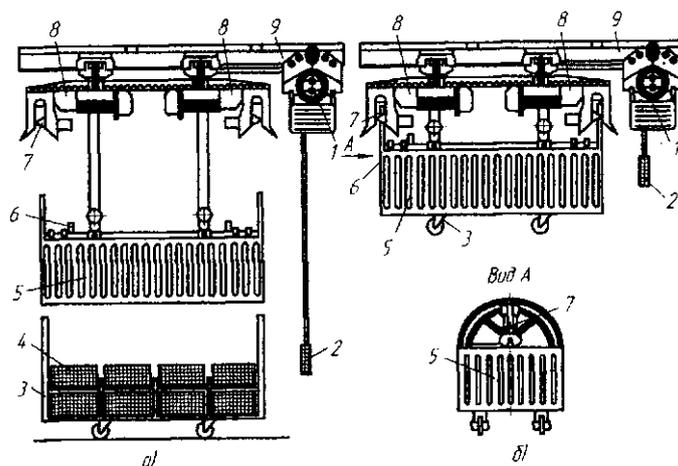


Рисунок 5.7 – Подвесной состав монорельсовой дороги:

а) при погрузке; б) при движении по трассе;

1 – электротягач; 2 – опускной пульт; 3 – тележка; 4 – тара с деталями;
5 – кожух; 6 – затвор; 7 – ловители; 8 – таль электрическая;
9 – монорельс

5.2.2.4 Конвейеры

Конвейерный транспорт находит применение в цехах крупносерийного и массового производств.

Простейшим видом конвейера является неприводной роликовый конвейер (рисунок 5.8), используемый для транспортирования тарных и штучных грузов, имеющих плоскую опорную поверхность. Они получили распространение для межоперационного транспортирования полуфабриката. Поверхность роликов конвейера обычно размещается на высоте 800 мм от пола. По форме конвейеры могут быть прямыми одно- и двухрядными, с закруглениями и ответвлениями, иметь подъёмную секцию для прохода. Для уменьшения прикладываемых усилий к грузу при его перемещении по роликам последние наклонены под углом 1...3°.

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

Распространённым видом конвейерного транспорта являются подвесные конвейеры, которые подразделяются на грузонесущие (рисунок 5.9, *a*), толкающие (рисунок 5.9, *б*), грузотянущие или грузоведущие (рисунок 5.9, *в*).

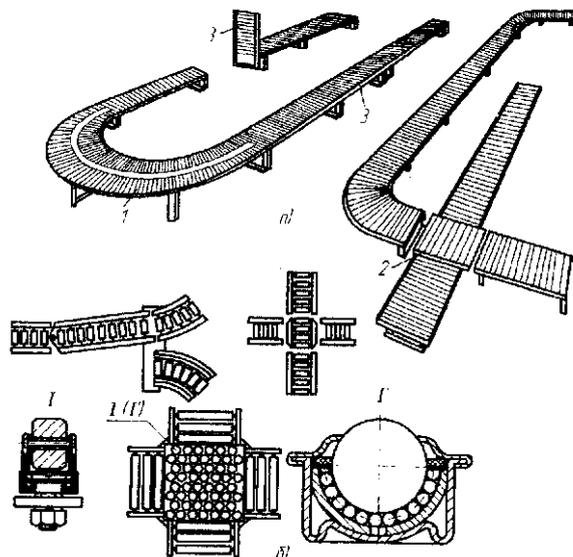


Рисунок 5.8 – Роликовые конвейеры:

a) конвейеры с криволинейными секциями; *б*) стрелка и узлы пересечения;
 1 – криволинейный участок; 2 – поворотный круг; 3 – подъемная секция

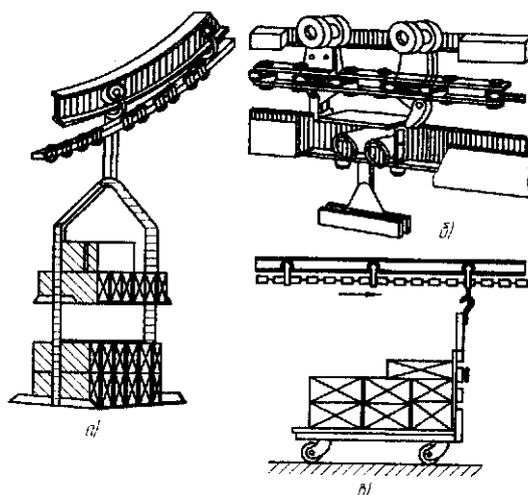


Рисунок 5.9 – Конвейеры подвесные

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

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

Наличие двух отдельных путей (тягового и грузового) даёт возможность соединения и разъединения грузовых подвесок от тяговой цепи и автоматиче-

ского перехода их на другие пути на стрелочных переводах. Использование толкающих конвейеров позволяет объединить в одну автоматизированную систему отдельные транспортные и технологические линии (участки). Следовательно, отпадает необходимость в перегрузке груза при передачи их с одной линии на другую.

Производительность Q конвейера определяется по формуле:

$$Q = \frac{D}{\Phi_{д.о}}, \quad (5.13)$$

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

$$V = \frac{Q \cdot L}{60 \cdot n}, \quad (5.14)$$

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

5.2.2.4 Транспортное оборудование ГПС

Транспортные средства ГПС являются связующими звеньями между различными видами оборудования. С их помощью обеспечиваются получение и возврат размещаемых в накопителях заготовок, полуфабрикатов и технологической оснастки, перемещение грузов в заданном направлении, установка доставленных грузов на приёмные устройства, транспортирование готовых деталей на склад, стружки – в места накопления или переработки и т.п. В отличие от традиционного подъёмно-транспортного оборудования, средства транспортирования ГПС должны работать в автоматическом режиме по командам из центра управления.

Одним из перспективных транспортных средств ГПС являются самоходные рельсовые и безрельсовые тележки.

Рельсовая тележка (рисунок 5.10) представляет собой раму 1, установленную на четырёх подвижных колёсах 2. Привод перемещения включает двигатель постоянного тока 3 и редуктор 4, на выходном валу которого смонтированы зубчатые колёса, находящиеся в зацеплении с шестерней на оси ходовых колёс. На верхней горизонтальной поверхности тележки имеется устройство для установки на нём спутников 5. Привод 6 подачи спутника обеспечивает его перемещение с тележки к агрегату загрузки спутников или к ячейке оперативного накопителя. Для торможения и точного останова при подходе к заданной позиции на тележке имеются датчики 7 систем торможения и останова. Подвод питания обеспечивает гибкий кабель 8. При наезде подвижного бампера 9 тележки на препятствие она быстро тормозит и останавливается.

Рельсовые тележки используют в ГПС с прямолинейной трассой, когда станочное оборудование размещают вдоль рельсовых путей.

В случае замкнутых и пересекающихся трасс движения грузов выгоднее применять безрельсовые самоходные тележки (рисунок 5.11), состоящие из платформы с ходовым устройством, системы управления, включающей бортовую ЭВМ, системы слежения за маршрутом, средств путевого контроля, пульта

управления технологической оснасткой или устройства для манипулирования грузом, аккумуляторных батарей, системы сигнализации и безопасности работы.

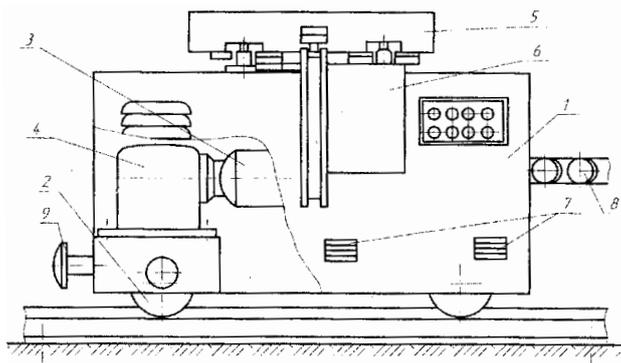


Рисунок 5.10 – Рельсовая самоходная тележка

Для автоматизации перегрузочного процесса автоматические тележки оборудуются различными погрузочно-разгрузочными устройствами: промышленными роботами, подвесными платформами и т.п.

Автоматическое перемещение тележек по трассе осуществляется с помощью специальных устройств наведения: индукционного или фотоэлектрического.

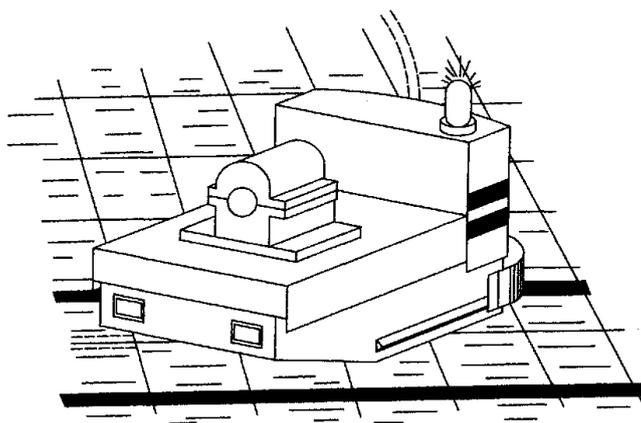


Рисунок 5.11 – Безрельсовая самоходная тележка с индукторным способом слежения трассы

В ГПС также могут использоваться подвесные транспортные роботы (ПТР). Конструктивно ПТР выполнен в виде тележки, перемещающейся по двутавровому пути. На тележке размещён подъёмник с захватным устройством. Робот может автоматически перемещать тару с заготовками или саму заготовку с позиций, находящихся под трассой, и ставить их на другие позиции согласно программе.

6 СИСТЕМА ИНСТРУМЕНТООБЕСПЕЧЕНИЯ [4]

6.1 Назначение системы инструментообеспечения

Система инструментообеспечения предназначена для хранения, комплектации и выдачи режущего, мерительного, вспомогательного инструментов,

абразивов и приспособлений, проверки технического состояния всей этой оснастки, её ремонта в случае необходимости и заточки режущих инструментов. При наличии в цехе значительного числа станков с ЧПУ и ГПС система обеспечивает настройку инструментов вне станка и комплектование сменных инструментальных магазинов, работу централизованных транспортных средств доставки инструмента и магазинов.

Единым документом, регламентирующим объём и последовательность обеспечения рабочих мест инструментом, является сменное задание. Количество настраиваемого и подаваемого инструмента на каждое рабочее место определяется с учётом обеспечения одной смены, но не менее, чем на одну партию запуска деталей. Время настройки и подачи комплектов инструмента представляют в заданиях на настройку инструмента согласно сменно-суточному заданию с учётом опережения запуска деталей минимум на полсмены.

При управлении производством с помощью ЭВМ инструментообеспечение станков с ЧПУ достигается подсистемой управления технологической подготовки производства АСУТП. Функционирование подсистемы обеспечения инструментом осуществляется через пульт связи участка настройки с управляюще-вычислительным комплексом (УВК). Подсистема выдаёт плановые задания на комплектацию, размерную настройку и размещение инструмента в секции их хранения. Для реализации работы подсистемы информационная база данных должна содержать: номенклатуру обрабатываемых на участке или в цехе деталей, номенклатуру требуемых инструментов, ресурса их нормативной и статистической стойкости, данные о состоянии имеющегося в наличии инструмента.

Система инструментообеспечения, как правило, включает в себя инструментально-раздаточную кладовую (ИРК), участок размерной настройки инструментов для станков с ЧПУ, контрольно-проверочный пункт (КПП), мастерскую по ремонту приспособлений и инструмента, а также заточное отделение.

6.2 Инструментально-раздаточная кладовая (ИРК)

ИРК предназначена для хранения, выдачи и проверки технического состояния инструмента. Хранение инструмента осуществляется на стеллажах с ложементами. Для хранения необходимо инструмент разбить на группы, а внутри групп – на подгруппы и т.д. Система хранения должна обеспечить рациональное использование площади помещения и быстрый поиск необходимого инструмента. Места хранения заносятся в память ЭВМ системы инструментообеспечения.

Инструмент, поступающий с рабочих мест, до его укладки в ложементы стеллажа подвергается проверке силами и средствами контрольно-проверочного пункта, после чего в зависимости от технического состояния его укладывают в стеллажи или направляют на переточку или на ремонт. Проверка эталонов, а также точного и сложного инструмента и приспособлений осуществляется в центральной измерительной лаборатории завода. Возможно проектирование в цехе общей кладовой инструмента и приспособлений и отдельных кладовых – для инструментов и приспособлений соответственно. Общая

кладовая организуется для цехов единичного, мелкосерийного и серийного производств при количестве станков менее 50 единиц, крупносерийного и массового – менее 200 единиц. Площадь для хранения определяют по формуле:

$$S_{ИРК} = S_{уд} \cdot C_0, \quad (6.1)$$

где $S_{уд}$ – норма площади на один производственный станок, м²; C_0 – число станков в цехе. Данные для расчёта приведены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Нормы расчета ИРК

Наименование кладовых	Норма площади на один производственный станок, м ²			
	Единичное и мелкосерийное	Среднесерийное	Крупносерийное	Массовое
Кладовая приспособлений и инструментов	1-2,2	0,6-1,3	0,45-1,2	0,35-0,5
Кладовая УСП	0,35-0,45	0,3-0,45	0,05-0,2	--
Кладовая абразивов	На один шлифовальный и полировальный станок			
	0,5-0,9	0,45-0,6	0,4-0,6	--

Меньшие значения удельной площади относятся к станкам с наибольшим габаритным размером до 1800 мм, большие – для станков с максимальным габаритом до 8000 мм. Промежуточные значения определяют интерполяцией.

6.3 Участок размерной настройки инструмента для станков с ЧПУ

Для централизованного обеспечения станков с ЧПУ инструментами организуют участок настройки инструментов (УНИ), размещаемый в ИРК. Кроме того, каждая ГПС или автоматическая линия могут иметь свой участок настройки.

Вылет режущих кромок инструмента в радиальном и осевом направлениях определяют при разработке УП и заносят его в карты настройки. Согласно этим картам выполняют размерную настройку. Инструмент настраивают с помощью специальных приборов. Число приборов для настройки инструментов:

$$C_H = \frac{\Phi_G \cdot m \cdot T_H \cdot K_A}{60 \cdot \Phi_{Д.О} \cdot K_3}, \quad (6.2)$$

где Φ_G – число рабочих дней в году; m – число смен работы оборудования участка; T_H – трудоёмкость настройки инструмента за смену, мин; $\Phi_{Д.О}$ – действительный годовой фонд времени работы станков с ЧПУ, ч; $K_A = 0,5$ – коэффициент, учитывающий возможность автоматизации настройки на самом станке; $K_3 = 0,8$ – коэффициент загрузки приборов.

Трудоёмкость настройки инструмента:

$$T_H = C_{ЧПУ} \cdot C_{Н.И} \cdot t_H, \quad (6.3)$$

где $C_{ЧПУ}$ – число станков с ЧПУ, для которых настраивается инструмент; $C_{Н.И}$ – количество настраиваемого инструмента на 1 станок в смену; t_H – время настройки инструмента, $t_H = 3...6$ мин. Количество настраиваемого инструмента в смену на один станок можно принять по нормам, приведённым в таблице 6.2.

Необходимое число слесарей-инструментальщиков по настройке инструмента:

$$R_H = \frac{C_H \cdot \Phi_{ДП} \cdot K_3}{\Phi_{ДР}}, \quad (6.4)$$

где $\Phi_{ДР}$ – действительно годовой фонд времени работы слесаря-инструментальщика; $\Phi_{ДП}$ – годовой фонд работы прибора для настройки инструмента.

Таблица 6.2 - Количество настраиваемого инструмента на станок с ЧПУ в смену

Вид оборудования	Количество настраиваемого инструмента	
	Характер производства	
	Единичное и мелкосерийное	Среднесерийное
1. Токарные станки	6	4
2. Сверлильно-фрезерно-расточные:	5	3
- с магазином до 20 инструментов		
- от 20 до 50 инструментов	12	8
- свыше 50 инструментов	24	18

Для комплектации инструментальных наладок и их разборки после использования на станке предусматривают рабочих: комплектовщиков, численность которых составляет 50 % от числа настройщиков инструмента, и слесарей-инструментальщиков по разборке инструмента в количестве 40 % от настройщиков.

Участки настройки инструментов обеспечиваются кроме приборов для настройки контрольными плитами, верстаками, приёмными столами, тележками для транспортирования инструментов.

Площадь участка настройки инструмента:

$$S_H = S_{уд} \cdot C_H, \quad (6.5)$$

где $S_{уд} = 10 \text{ м}^2$ – удельное значение площади на один прибор для настройки инструмента.

6.4 Отделение по восстановлению режущего инструмента (заточное отделение)

Заточное отделение предназначено для централизованной заточки режущих инструментов, эксплуатируемых в цехе. При централизованной заточке сокращаются время и затраты на заточку и повышается качество инструмента за счёт специализации рабочих-заточников, применения специальных заточных станков, использования алмазных и эльборовых кругов.

Число универсально-заточных станков рассчитывают исходя из числа обслуживаемого заточкой основного металлорежущего оборудования (за вычетом станков абразивной обработки, а также зубообрабатывающих и протяжных станков).

Число основных станков заточного отделения принимают по нормам, приведенным в таблице 6.3.

Таблица 6.3 - Число универсально-заточных станков

Число станков, обслуживаемых заточкой	% заточных станков от обслуживаемых заточкой	
	Единичное, мелкосерийное производство	Крупносерийное и массовое производство
До 200	4	3
Более 200	3	2

Эти нормы относятся к одношпиндельным станкам. Если в составе обслуживаемого заточным отделением оборудования имеется значительное число многошпиндельных или агрегатных станков, необходимо привести всё оборудование к одношпиндельному и число заточных станков определить исходя из приведённого числа обслуживаемого оборудования.

Приведение выполняют по формуле:

$$C_{ПР} = C_O + (Ш_T - C_T)K_1 + (Ш_A - C_A)K_2, \quad (6.6)$$

где $C_{ПР}$ – приведённое число станков; C_O – общее число обслуживаемых станков цеха (без учёта многошпиндельности); C_T – число многошпиндельных токарных станков автоматов и полуавтоматов, продольно- и барабанно-фрезерных; $Ш_T$ – общее количество шпинделей токарных автоматов, полуавтоматов, продольно- и барабанно-фрезерных станков; C_A – число агрегатных станков; $Ш_A$ – число шпинделей всех агрегатных станков; $K_1 = 0,4$; $K_2 = 0,15$ – коэффициенты, учитывающие неодновременность работы шпинделей станков.

Для обслуживания заточкой зубообрабатывающих и протяжных станков в состав заточного отделения включают специализированные заточные станки, число которых принимают по таблице 6.4.

Таблица 6.4 – Нормы расчета специализированных заточных станков

Затачиваемый инструмент	Станки, обслуживаемые одним специализированным заточным станком	
	Наименование	Количество
1. Червячные фрезы	Зубофрезерные одношпиндельные	10
	Зубофрезерные двухшпиндельные	6
2. Резцовые головки	Зубострогальные для конических колес	4
3. Шеверы	Шевинговальные	10
4. Протяжки	Одноплунжерные протяжные	15
5. Зуборезные долбяки	Зубодолбежные	20

Если расчётное число специализированных заточных станков менее 0,5, такое оборудование в составе заточного отделения не принимают, а переточку зуборезного и протяжного инструмента осуществляют в инструментальном цехе завода.

Кроме основного оборудования в состав заточного отделения включают вспомогательное – обдирочно-шлифовальный станок, настольное точило, ручной пресс, заточный станок для дисковых пил и заточный станок для центровочных свёрл.

Число заточников определяют по числу заточных станков:

$$R_{\text{зат}} = \frac{C_{\text{зат}} \cdot \Phi_{\text{д.о}} \cdot K_3}{\Phi_{\text{д.р}} \cdot K_M}, \quad (6.7)$$

где $C_{\text{зат}}$ – число заточных станков; $\Phi_{\text{д.о}}$ – действительный годовой фонд времени работы заточных станков, ч; $\Phi_{\text{д.р}}$ – действительный годовой фонд времени работы заточника, $\Phi_{\text{д.р}} = 1800$ ч; K_3 – коэффициент загрузки оборудования, $K_3 = 0,6 \dots 0,65$; K_M – коэффициент многостаночности и совмещения профессий, $K_M = 1,05 \dots 1,15$.

Площадь заточного отделения определяется на основе планировки оборудования с учётом норм технологического проектирования. При укрупнённых расчётах площадь может быть найдена по показателю общей площади на единицу основного оборудования заточного отделения. Её значения принимают: при обработке крупных деталей – 12 м² на один заточный станок; средних и мелких – 10 и 8 м² соответственно.

Заточное отделение размещают в отдельном помещении, как правило, у внешних стен здания со световыми проёмами, смежно с ИРК. Помещение обеспечивается мощной местной и общей вентиляцией и устройствами для удаления шлама от мест его образования. Стены и пол заточного отделения должны давать возможность влажной уборки, для чего их покрывают плиточным материалом.

6.5 Отделение по ремонту оснастки (инструмента и приспособлений)

Отделение по ремонту оснастки организуют в цехе при наличии не менее 100 единиц основного оборудования. Оно предназначено для выполнения малого ремонта сложных приспособлений, штампов, всех видов инструментов и другой оснастки, используемой в цехе. В состав площадей отделения входят площадь, занятая станками для изготовления деталей к ремонтируемой оснастке, и площадь слесарного участка для разборки, замены изношенных и поломанных деталей и сборки отремонтированной оснастки.

Число основных станков отделения определяют по укрупнённым нормам по таблице 6.5.

Промежуточные значения определяют интерполяцией. Кроме комплекта металлорежущих станков в состав отделения входит вспомогательное оборудование: обдирочно-шлифовальный станок, точило, настольно-сверлильные станки, прессы ручной и гидравлический, электроэрозионный станок для извлечения поломанного инструмента, сварочный агрегат.

Если в механическом цехе менее 100 единиц основного оборудования, отделение по ремонту оснастки не проектируют, а её ремонт проводят силами инструментального цеха предприятия.

Таблица 6.5 Нормы расчёта количества основных станков отделений ремонта оснастки в производственных цехах

Количество обслуживаемого оборудования	Число основных станков отделения при серийности производства		
	Массовое и крупносерийное	Серийное	Мелкосерийное и единичное
100	3	3	2
160	4	4	3
250	6	5	4
400	8	7	6

В состав работающих отделения входят станочники и слесари. Число станочников принимают по числу станков с учётом смен работы отделения. Численность слесарей составляет 30...35 % от числа станочников.

Площадь отделения ремонта оснастки находят из условий удельной площади $S_{уд} = 22...24 \text{ м}^2$ на один станок этого отделения. Норма удельной площади включает площади, занятые станками, слесарными верстаками, контрольными плитами и проходами. Размещают отделение смежно с ИРК. Пример компоновки отделений системы инструментального обеспечения приведён на рисунке 6.1.

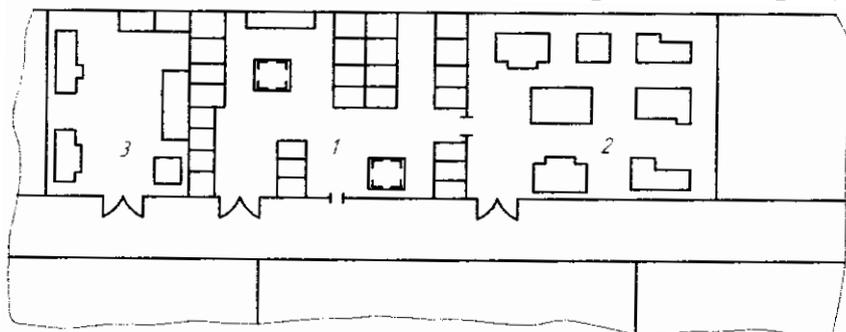


Рисунок 6.1 – Компоновка отделений системы инструментального обеспечения:
 1 – ИРК с участком настройки инструмента; 2 – заточное отделение;
 3 – отделение по ремонту оснастки

7 СИСТЕМА РЕМОНТА И ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ЦЕХА

7.1 Состав системы [4]

Система ремонта и технического обслуживания цеха даёт возможность поддерживать постоянно работоспособное состояние оборудования, обеспечивать рабочие места смазочно-охлаждающими технологическими средствами (СОТС), удалять и перерабатывать образующуюся при обработке деталей стружку. Для этих целей в составе цеха предусматривают ремонтную базу, участки по ремонту электрооборудования и электронных устройств, подсисте-

му удаления стружки от мест образования и, если требуется, её переработку, подсистему обеспечения станков СОТС, сжатым воздухом и т.п.

7.2 Структура ремонтно-технического обслуживания [4]

Служба ремонта оборудования участков и цехов включает комплекс подразделений, занимающихся на предприятии надзором за эксплуатацией и ремонтом оборудования. Сюда входят: отдел главного механика (ОГМ), отдел главного энергетика (ОГЭ), бюро числового программного управления (БЧПУ), ремонтно-механический цех (РМЦ), подчинённый ОГМ, электроцех, подчинённый ОГЭ, цеховые ремонтные базы (ЦРБ). Главные задачи этой службы следующие: обеспечение нормального технического состояния оборудования и его бесперебойной работы; сокращение простоев оборудования в ремонте и потерь в производстве, обусловленных ремонтными работами; снижение расходов на ремонт.

Выполнение указанных задач возможно с использованием в производстве Типовой системы технического обслуживания и ремонта металло- и деревообрабатывающего оборудования [2] (далее для краткости – Типовая система).

Рациональная организация технического обслуживания и ремонта требует чёткой регламентации и планирования всех входящих в него работ по содержанию, периодичности выполнения и распределению их между различными исполнителями.

Однако наряду с регламентированными (плановыми) обязательными работами техническое обслуживание включает случайные работы, выполняемые по потребности.

Основные операции, входящие в состав планового и непланового технического обслуживания оборудования, и распределение их между исполнителями показаны в таблице 7.1.

Плановый осмотр ($O_{П}$) это операция планового технического обслуживания, выполняемая с целью проверки всех узлов оборудования и накопления информации об износе деталей и изменении характера их сопряжений, необходимой для подготовки предстоящих ремонтов. Выполняется по заранее составленному плану, через установленное Типовой системой количество часов оперативного времени, отработанных оборудованием, как правило, без разборки узлов, визуалью или с помощью средств технической диагностики. При осмотре может производиться устранение мелких неисправностей.

Ежесменный осмотр ($O_{Е}$) – это операция планового технического обслуживания, выполняемая с целью:

- выявления и фиксации изменений состояния отдельных наименее надёжных деталей, сопряжений деталей оборудования и предотвращения их отказов;
- наблюдения за выполнением правил технической эксплуатации и требований техники безопасности и предупреждения их нарушений.

Периодический частичный осмотр ($O_{Ч}$) – это операция планового технического обслуживания, выполняемая с той же целью, что и ежесменный осмотр, но для более широкой номенклатуры деталей и сопряжений. Производится че-

рез число часов оперативного времени, отработанных оборудованием, и в объёме, установленном картой планового технического обслуживания.

Таблица 7.1 – Плановое и неплановое техническое обслуживание. Операции и исполнители

Шифр	Операция		Исполнитель работ				
			Слесарь	Электроник	Смазчик	Электрик	Станочник
Плановое техническое обслуживание							
<i>О_П</i>	Плановый осмотр (полный)	механической части; электрической части; устройств ЧПУ станков и машин	+	+		+	+
<i>О_Е, О_Ч</i>	Ежесменный и периодический частичный осмотр	механической части; электрической части; устройств ЧПУ станков и машин	+	+		+	+
<i>Ч_Е</i>	Ежесменное поддержание чистоты	оборудования					+
<i>С_Е</i>	Смазывание	ежесменное					+
<i>С_П</i>	Пополнение и замена смазочных материалов	через 40 ч работы; реже, чем через 40 ч	+		+		
--	Доставка смазочных материалов				+		
<i>П_М</i>	Промывка	механизмов станков машин; смазочных систем с заменой смазочных материалов	+		+		+
<i>Ч</i>	Периодическая очистка от пыли	электрооборудования; устройств ЧПУ		+		+	
<i>Р</i>	Регулирование механизмов, обтяжка крепёжных деталей и замена быстроизнашивающихся деталей	механической части оборудования; электрической части оборудования	+			+	
<i>П_Р</i>	Проверка геометрической и технологической точности оборудования		+				
<i>И</i>	Профилактические испытания	электрооборудования; устройств ЧПУ		+		+	
Неплановое техническое обслуживание							
<i>З_Н</i>	Замена случайно отказавших деталей или восстановление их работоспособности	механической части; электрической части; устройств ЧПУ	+	+		+	
<i>Р</i>	Восстановление случайных нарушений регулировки устройств и сопряжений	механической части; электрической части; устройств ЧПУ	+	+		+	

Ежесменное поддержание чистоты оборудования ($Ч_E$) – это операция планового технического обслуживания, выполняемая с целью:

- предотвращения ускоренного изнашивания открытых рабочих поверхностей;
- защиты рабочего (оператора) от травмирования; повышения производительности труда; соблюдения требований промышленной эстетики. Выполняется, как правило, в конце каждой рабочей смены, но при необходимости может производиться несколько раз в смену

Ежесменное поддержание чистоты помещений ($Ч_E$), в которых установлено оборудование, – это операция планового технического обслуживания, выполняемая с той же целью и в те же сроки, что и поддержание чистоты оборудования.

Ежесменное смазывание ($С_E$) – это операция планового технического обслуживания, осуществляемая для создания при запуске оборудования нормальных условий смазывания трущихся поверхностей взаимно перемещающихся деталей и поддержания таких условий на протяжении всей смены для предотвращения их ускоренного изнашивания.

Пополнение смазочных материалов ($С_{II}$) в резервуарах и редукторах – это операция технического обслуживания, производимая для предупреждения ускоренного изнашивания трущихся поверхностей взаимно перемещающихся деталей в связи с испарением и утечкой смазочного материала. Может быть плановой и неплановой.

Промывка ($П_M$) механизмов и смазочных систем – это операция планового технического обслуживания, осуществляемая для предупреждения ускоренного изнашивания трущихся поверхностей взаимно перемещающихся деталей в связи с загрязнением смазки пылью и металлоабразивными продуктами обработки изделий. Промывка выполняется через установленное картой планового технического обслуживания число часов оперативного времени, отработанных оборудованием. Может совмещаться с заменой смазочного материала.

Периодическая очистка от пыли – это операция планового технического обслуживания электрической ($Ч_Э$) и электронной ($Ч_Е$) частей оборудования, осуществляемая с целью:

- предупреждения отказов электрических и электронных систем из-за замыканий и утечек через пылевые переключки;
- предотвращения несчастных случаев в связи с механическими повреждениями изоляции и цепей заземления, скрывааемыми слоем пыли;
- соблюдения требований промышленной эстетики. Выполняется через установленное картой планового технического обслуживания число часов, отработанных оборудованием.

Регулирование механизмов, устройств, элементов, замена быстроизнашивающихся деталей и обтяжка крепёжных деталей (P) – это операция технического обслуживания, выполняемая с целью:

- сохранения или восстановления первоначальной производительности, снижающейся с изнашиванием и деформацией отдельных деталей;
- сохранения или восстановления первоначальной точности обработки изделий, уменьшающейся по мере изнашивания трущихся поверхностей взаимно перемещающихся деталей;

- сохранения или восстановления безопасных условий работы на оборудовании;
- предупреждения прогрессирующего изнашивания и предотвращения поломок деталей.

Может быть плановой и неплановой.

Проверка геометрической и технологической точности (П_Р) – это операция планового технического обслуживания, выполняемая с целью предупреждения брака точных изделий и предотвращения аварий.

Профилактические испытания электрической (И_Э) и электронной (И_Е) частей оборудования – это операция технического обслуживания, осуществляемая с целью: предупреждения отказов и сбоев; предотвращения несчастных случаев; соблюдения требований «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правил техники безопасности при эксплуатации установок потребителей». Выполняется через установленное картой планового технического обслуживания число часов оперативного времени, отработанных оборудованием.

Консервация (С_Р) – это операция планового технического обслуживания бездействующего оборудования, осуществляемая с целью защиты его от коррозии во время бездействия. Выполняется в соответствии с ГОСТ 9.014-78 в течение трёх месяцев с момента остановки оборудования и повторяется через каждые шесть месяцев. Перед началом использования бездействующего законсервированного оборудования его необходимо подвергнуть промывке (П_М).

Типовая система предусматривает два вида ремонтов: плановый и неплановый.

Плановый ремонт (ПР) – это ремонт, предусмотренный Типовой системой и выполняемый через установленное нормами этой системы число часов оперативного времени, отработанных оборудованием, или при достижении установленного нормами технического состояния.

Неплановый ремонт (НР) – это ремонт, предусмотренный Типовой системой, но осуществляемый в неплановом порядке, по потребности. Трудовые, материальные ресурсы и время простоя оборудования в неплановом ремонте устанавливаются нормами Типовой системы.

По составу работ предусматривается три вида плановых ремонтов: текущий, средний и капитальный.

Текущий ремонт (ТР) – это ремонт, выполняемый для обеспечения или восстановления работоспособности оборудования и состоящий в замене и (или) восстановлении отдельных частей.

Средний ремонт (СР) – это ремонт, выполняемый для восстановления исправности и частичного восстановления ресурса оборудования с заменой или восстановлением составных частей ограниченной номенклатуры и контролем технического состояния составных частей, выполняемым в объёме, установленном в нормативно-технической документации.

Капитальный ремонт (КР) – это ремонт, выполняемый для восстановления исправности и полного или близкого к полному восстановлению ресурса изделия с заменой или восстановлением любых его частей, включая базовые.

К комплексу работ по восстановлению работоспособности оборудования относится также аварийный ремонт.

Аварийный ремонт (АР) – это неплановый ремонт, вызванный дефектами конструкции или изготовления оборудования, дефектами ремонта и нарушением правил технической эксплуатации.

7.3 Проектирование цеховой ремонтной базы (ЦРБ) [4]

В цехах, имеющих менее 100 станков, организовывать ЦРБ нецелесообразно. В функции ЦРБ обычно входит техническое обслуживание оборудования, включающее осмотр, текущий и средний ремонты оборудования. Если ЦРБ выполняет также и капитальный ремонт, то из РМЦ добавляется определённое число станков в ЦРБ. В состав подразделений ЦРБ входят: станочный участок; слесарный участок; мастерская по ремонту электрооборудования и электронных систем; склад материалов, склад запасных и покупных деталей и сборочных единиц. При точном проектировании число основных станков ЦРБ определяют по годовой станкоёмкости ремонта механической и электрической частей оборудования $T_{г.ст}$, методика расчета которой приведена в источнике [2, стр. 130-132].

Число станков ЦРБ:

$$C_{ЦРБ} = \frac{T_{г.ст}}{\Phi_{д.о} \cdot K_3}, \quad (7.1)$$

где $\Phi_{до}$ – действительный годовой фонд времени работы оборудования ЦРБ в зависимости от числа смен её работы, ч; K_3 – коэффициент загрузки станков ЦРБ, $K_3 = 0,58...0,65$. Меньшее значение принимают при 4 станках в ЦРБ, большее – при 11...16. Промежуточные значения – интерполяцией. Комплект оборудования должен обеспечить изготовление и восстановление деталей ремонтируемого оборудования. Состав оборудования приведён в таблице 7.2.

Таблица 7.2 – Примерный состав основного оборудования ЦРБ

Станки	Число единиц оборудования ЦРБ					
	5	7	10	14	18	25
Токарные	2	3	3	6	7	10
Универсально-фрезерные	1	1	1	1	2	3
Вертикально-фрезерные	-	-	1	1	1	2
Поперечно-строгальные	1	1	1	1	2	3
Долбёжные	-	-	-	1	1	1
Сверлильные	1	1	2	2	3	3
Универсально-шлифовальные	-	1	1	1	1	2
Плоскошлифовальные	-	-	1	1	1	1
Итого	5	7	10	14	18	25
Примечание. При отсутствии в обслуживаемом цехе отрезного участка в состав ЦРБ включают отрезной станок.						

Число основных станков базы можно определить и процентным соотношением от числа обслуживаемого оборудования (технологического и подъёмно-

транспортного) $S_{ЦРБ} = (2...2,6)\%$ от $S_{ОБЩ}$. Меньшее значение принимать при $S_{ОБЩ} = 300$ ед., большее – при $S_{ОБЩ} = 5000$ ед. и более.

Кроме основного в ЦРБ предусматривают вспомогательное оборудование (таблица 7.3).

Число станочников базы принимают по числу основных станков с учётом коэффициента совмещения профессии $K_M = 1,05...1,1$ и коэффициента загрузки $K_3 = 0,58...0,65$. Число слесарей составляет 60...100 % от станочников ЦРБ. Вспомогательные рабочие – 18...20 % от суммы станочников и слесарей базы. Инженерно-технические работники – 8...10 %, служащие – 1,5...2 % от числа всех рабочих ЦРБ.

Таблица 7.3 – Примерный состав вспомогательного оборудования ЦРБ

Тип оборудования	Число единиц вспомогательного оборудования при числе основных станков ЦРБ					
	5	7	10	14	18	25
Настольно-сверлильный станок	1	1	1	2	2	2
Сверлильный станок	1	1	1	2	2	2
Гидравлический пресс	-	-	-	-	1	1
Обдирочно-шлифовальный станок	1	1	1	2	2	2
Сварочный трансформатор	-	-	1	1	1	2
Ручной пресс	-	1	1	1	2	2
Ванна моечная	-	1	-	1	1	1
Пост газовой сварки	-	1	1	1	1	1
Итого	3	5	7	10	12	13

7.3.1 Площади, размещение и компоновка ЦРБ [4]

Площадь ЦРБ входит в состав вспомогательной площади соответствующего цеха (корпуса). Общую площадь станочного участка ЦРБ на единицу основного оборудования определяют по таблице 7.4.

Таблица 7.4 – Общая площадь станочного участка ЦРБ на единицу оборудования

Число станков ЦРБ	Площадь на один основной станок базы, м ²	Площадь склада запасных частей, м ²
2-6	28-27	10-15 % общей площади базы
7-10	26-25	
11-15	24-22	
16 и более	22	

Площадь слесарного участка находят по нормам таблицы 7.5.

Таблица 7.5 – Нормы площади на одного рабочего

Профессия	Площадь на 1 чел, м ²
Слесарь: по ремонту оборудования	6,0
по техническому обслуживанию	6,0
Смазчик	6,0
Электрик по ремонту и техническому обслуживанию	4,0
Электроник по ремонту и техническому обслуживанию	4,0

Рабочее место слесаря-ремонтника оборудуют верстаком с тисками, набором слесарного инструмента, стеллажом для хранения крепежа и мелких деталей. Для ремонта оборудования на месте его установки используют тележку типа СМ 552-00-00.

7.4 Подсистема по удалению и переработке стружки [4]

В процессе обработки резанием образуется значительное количество стружки. В зависимости от рода заготовок среднее количество стружки от массы заготовок составляет: из проката 15 % , поковок 20 % , стального и чугунного литья 20...25 %. Стружку прежде всего необходимо отвести из зоны образования, а далее транспортировать её к местам сбора и переработки.

В станках для удаления стружки из станины применяют винтовые (реже ленточные) конвейеры. На рисунке 7.1 показан одновинтовой конвейер. Стружка на него поступает через люк 4 станины 7 станка. Шнек 3 вращается в желобе 2 от привода 6 через муфту 5. Стружка сбрасывается или в сборник 1, если станок не обслуживается цеховой системой транспортировки стружки, или на конвейер.

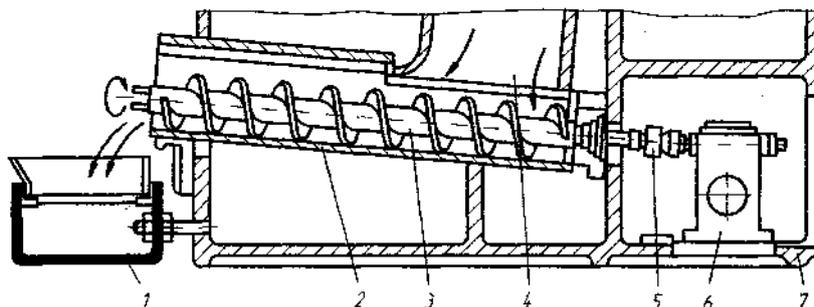


Рисунок 7.1 - Шнековый конвейер для удаления стружки из станков

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

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

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

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

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

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

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

При выходе стружки более 600 кг/ч с площади более 3000 м² рекомендуется использовать транспортные системы, состоящие из линейных и магистральных конвейеров (рисунок 7.2), обеспечивающих непрерывную транспортировку стружки на переработку.

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

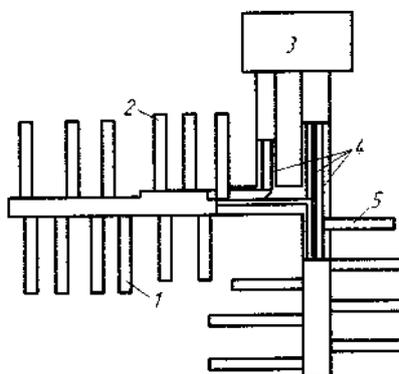


Рисунок 7.2 – Схема автоматизированной транспортировки стружки:
1, 2, 5 – линейные конвейеры; 3 – отделение сбора и переработки стружки;
4 – магистральные конвейеры

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

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

Для транспортировки стружки можно использовать скребковые или двухвинтовые конвейеры (см. рисунок 7.3). Применение этих конвейеров эффективно для перемещения как мелкой (дроблёной), так и витой стружки.

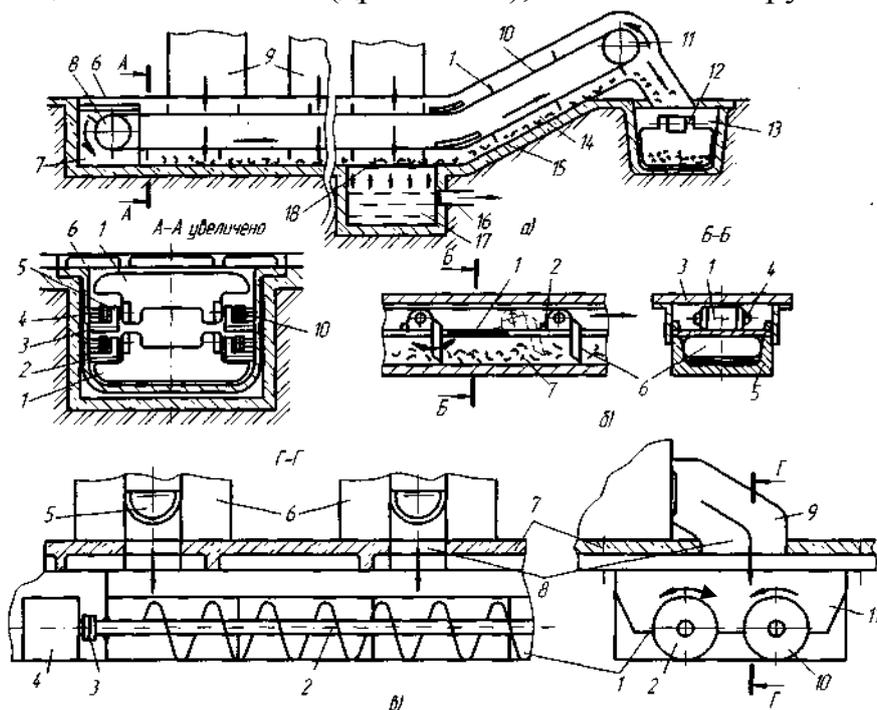


Рисунок 7.3 – Конвейеры для удаления стружки на участке:

а) скребковый цепной (1 – скребки, 2 и 3 – угольники, 4 – оси, 5 – ролики, 6 – крышка желоба, 7 – редуктор, 8 и 11 – звездочки, 9 – станки, 10 – пластинчатые цепи, 12 – поперечный скребковый штанговый конвейер, 13 – бетонный канал, 14 – стружка, 15 – желоб, 16 – труба, 17 – шахта сбора СОЖ, 18 – сетка); б) скребковый штанговый (1 – штанга, 2 – упор в штанге, 3 – крышка желоба, 4 – оси, 5 – желоб, 6 – скребки, 7 – стружка); в) двухвинтовой (1 – желоб, 2 и 10 – шнеки, 3 – шарнирная муфта, 4 – привод, 5 – корыта станков, 6 – станки, 7 – покрытие пола, 8 – люки шахт, 9 – шахты)

Производительность скребковых штанговых конвейеров ($\text{м}^3/\text{мин}$):

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

где F – поперечное сечение желоба, равное произведению ширины желоба на высоту среднего слоя стружки, м^2 ; $n_{\text{СШК}}$ – число двойных ходов скребка в мин; $L_{\text{Ш}}$ – ход штанги конвейера, м; $K = 0,4 \dots 0,5$ – коэффициент заполнения желоба стружкой.

Производительность скребковых цепных конвейеров ($\text{м}^3/\text{мин}$):

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

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

Производительность винтовых конвейеров:

$$Q_{\text{В}} = F \cdot n_{\text{В}} \cdot P_{\text{В}} \cdot K$$

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

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

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

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

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

Могут иметь место следующие схемы переработки:

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

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

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

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

Цеховое отделение сбора и переработки стружки целесообразно размещать у наружной стены здания, вблизи от выезда из цеха, либо предусматривать въезд с улицы непосредственно. Такая схема позволяет улучшить санитарное состояние цеха и облегчает отправку брикетов или стружки россыпью безрельсовым транспортом.

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

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

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

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

7.5 Подсистема приготовления, подачи и очистки смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ) [4]

К жидким СОЖ относят растворы органических и неорганических веществ (сода, нитрата натрия, триэтаноламина и т.п.), растворы эмульсолов (эмульсии), масла, синтетические и полусинтетические вещества.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

2. Централизованная групповая система заключается в подаче жидкости из центральной установки по трубопроводам к разборным кранам, установленным на колоннах в цехе для обслуживания отдельных групп станков. В процес-

се работы используется индивидуальная система охлаждения станка, которая систематически пополняется из разборных кранов с целью восполнения потерь жидкости из-за её разбрызгивания и уноса с обработанной деталью и стружкой. Подобная система даёт возможность перестановки оборудования, исключить сложные подземные коммуникации для отвода отработанных жидкостей. Используется в цехах с большим количеством разнотипных станков, потребляющих охлаждающие жидкости разных видов.

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

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

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

7.6 Подсистема снабжения цеха отдельными видами энергии [4]

При проектировании цехов разрабатывают ведомости оборудования и других установок с указанием видов потребляемой энергии.

Основными видами потребляемой цехом энергии являются электрическая, сжатый воздух, пар и горячая вода. Электроснабжение, как правило, осуществляется через трансформаторные подстанции мощностью 250, 500 и 1000 кВт для питания электроприёмников током напряжением 380 В. Площадь на один трансформатор мощностью 500...1000 кВт с распределительным щитом составляет 24 м².

Сжатый воздух используется для пневмоприводов приспособлений, пневмоинструмента, пневмоподъёмников, пневмораспылителей и т.п. Сеть проектируют на давление сжатого воздуха 0,3...0,6 МПа. Общий расход сжатого воздуха определяют по ведомостям потребителей, составляемых для каждого участка и отделения цеха. В ведомостях содержатся сведения: наименование потребителя; нормальный расход воздуха, м³/мин и м³/ч; его рабочее давление, МПа; процент потерь воздуха от номинального расхода за счёт утечки в неплотностях соединения и износа деталей потребителей; расход воздуха на единицу оборудования, м³, с учётом потерь – максимальный при непрерывной работе и сред-

ний – с учётом коэффициента использования; коэффициент одновременности работы потребителей; общий часовой расход воздуха с учётом коэффициента одновременности; максимальный и средний расход, м³/ч; число рабочих смен; годовой фонд времени потребителей, ч; коэффициент загрузки оборудования; годовой расход воздуха с учётом коэффициента загрузки, тыс. м³. Исходными данными для составления ведомости являются паспортные данные оборудования, нормативы и коэффициенты, принятые для проектирования. Применение сжатого воздуха для обдува оборудования, оснастки и деталей недопустимо. Для этих целей предусматривают стационарные или переносные моющие и отсасывающие устройства.

Для подачи сжатого воздуха от компрессора к местам потребления и между различными элементами пневмоприводов машин используют воздухопроводы. Потери на пути от компрессора до потребителя не должны превышать 5...10 % рабочего давления. В магистральных воздухопроводах рекомендуется скорость воздуха $V_B = 6...12$ м/с. При малой протяжённости воздухопроводов (до 300 м) при давлении 0,6...0,7 МПа допускается принимать $V_B = 10...15$ м/с. Для подводящих трубопроводов, соединяющих элементы пневмопривода, можно допустить максимальные $V_B < 16...40$ м/с. Меньшие скорости принимают при больших рабочих давлениях. Прокладка трубопроводов должна идти с уклоном 1:200 по направлению движения воздуха, обеспечивая сток воды, образующейся вследствие конденсации водяных паров. В конце трубопровода устанавливают конденсатоотводчики. Отбор сжатого воздуха к отдельным потребителям (стояки) должен выполняться по дуге от верхней части трубы с обязательным запорным вентилем в конце вертикальной части стояка для выпуска конденсата. Для уплотнения резьбовых соединений используют фторопластовую ленту или маслостойкую мастику. Воздух очищают с помощью различных теплообменных, конденсатоотводящих и очистных устройств (поглотители, фильтры и т.д.).

Для производственных нужд цеха используют техническую воду: для приготовления СОЖ; промывки деталей; охлаждения и закалки в установках ТВЧ и т.д. Расход воды для каждого вида потребления рассчитывают отдельно по ведомостям, в которых содержатся следующие сведения: наименование оборудования, потребляющего воду на технологические цели; количество оборудования; расход воды (л на единицу оборудования) общий и суточный расход с учётом коэффициента загрузки оборудования; объёмы сброса воды в канализацию, степень их загрязнённости, особенности сбрасывания растворов и др. Система водоснабжения должна быть обязательно оснащена устройством очистных сооружений, не допускающих сброса в естественные водоёмы загрязненной химикатами воды.

Пар расходуется на технологические цели: подогрев СОЖ при её приготовлении, воды в моечных машинах, в сушильных камерах и т.п.

8 СИСТЕМА КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ИЗДЕЛИЙ [4]

Контрольные операции необходимы для определения параметров качества изготавливаемых изделий, обеспечивающих выпуск годной продукции и получения информации о ходе технологического процесса. Назначение системы контроля качества изделий – проверка изделий на соответствие чертежам и техническим требованиям; выдача информации по результатам контроля качества изделий; хранение информации об изготавливаемых изделиях; проведение настройки контрольно-измерительных устройств и выполнение правил их эксплуатации.

В цехах может быть организован контроль качества изделий следующих видов в зависимости от:

- решаемой задачи – приёмочный, профилактический и прогнозирующий;
- взаимодействия с изделием – активный (прямой и косвенный) и пассивный (после каждой операции технологического процесса или ряда операций);
- вида измерительной информации – параметрический (количественный и допусковый) и функциональный;
- конструктивного решения – внутренний (самоконтроль) и внешний;
- реализации во времени – непрерывный (в процессе функционирования) и периодический (тестовый).

В условиях автоматизированного производства на первый план выдвигаются задачи автоматизации контрольных операций путём использования автоматических устройств различных типов, позволяющих снизить трудоёмкость контроля и повысить его качество.

Принцип выполнения контрольных операций и тип контрольного устройства выбирают в зависимости от точности изготавливаемых изделий, их формы и размеров, числа контролируемых параметров, условий измерения, требуемой производительности и экономичности. Допустимая погрешность метода измерения обычно составляет не более 1/4-1/5 допуска контролируемого размера. Значительный эффект достигается при использовании устройств активного контроля, позволяющих осуществить контроль в процессе выполнения технологических операций.

Исходя из задач метрологического обеспечения механообрабатывающего производства в структуру системы контроля качества изделий включают специальные службы отдела технического контроля (ОТК) завода, имеющего центральную измерительную лабораторию (ЦИЛ), которая разрабатывает схемы и планы контрольных проверок средств измерений и выполняет наиболее сложные из них, контрольно-проверочные пункты (КПП), подчинённые ЦИЛ и расположенные в производственных цехах, цеховые контрольные пункты (КП). Цеховые контрольные пункты могут быть объединены в контрольные отделения.

Контроль качества изделий может быть организован непосредственно у станка, на специальных контрольных пунктах или в отделениях.

Контроль у станка может быть осуществлён непосредственно на технологическом оборудовании (внутренний) или около него (внешний). Выполнение

пассивного внешнего контроля в большинстве случаев не сказывается на продолжительности производственного цикла, так как контроль качества изделий может быть выполнен в период транспортирования или складирования изделия.

Контроль качества изделий на контрольных пунктах или отделениях осуществляется при необходимости применения разнообразных или крупногабаритных средств контроля, которые затруднительно или невозможно транспортировать к станкам; если применение у станков средств контроля не обеспечивает требуемой точности измерения, например, по уровню вибраций или по температурным условиям при приёмке продукции высокой точности; если осуществляется проверка большого количества деталей одного наименования после обработки перед сдачей её на склад.

По стадиям производственного процесса в цехе контроль можно подразделить на входной, промежуточный (межоперационный) и окончательный.

При входном контроле проверяют соответствие материалов, заготовок и полуфабрикатов по габаритам, массе и физико-химическим параметрам (твёрдость, химический состав и др.).

Межоперационный контроль осуществляется либо непосредственно на станке, без снятия полуфабриката, либо на контрольном посту около станка.

Окончательный контроль проводится как на контрольных постах, так и в измерительной лаборатории цеха (например, лаборатория для контроля зубчатых колёс).

Для небольших механосборочных цехов КПП не создают, а все указанные виды работ выполняет ЦИЛ завода.

Во всех случаях контрольные операции включают в технологическую карту изготовления изделия. Определив время и число измерений, можно найти число средств для контроля, а, следовательно, – необходимые площади для КП.

Численность контролёров можно определить по формуле:

$$R_K = \frac{R_P - R_{P.K}}{P_H \cdot K_T \cdot K_{СЛ} \cdot K_K},$$

где R_P – численность производственных рабочих; $R_{P.K}$ – численность производственных рабочих, осуществляющих самоконтроль; P_H – норма обслуживания одним контролёром производственных рабочих; $K_T = 0,9... 1,5$ – коэффициент точности деталей, характеризующий наиболее распространённый квалитет изготавливаемых деталей; $K_{СЛ} = 0,9... 1,1$ – коэффициент сложности деталей; K_K – коэффициент вида контроля, при приёмке $K_K = 1,0$, при двухразовом – первоначально у рабочих позиций (мест), повторно на контрольном посту (КП), $K_K=0,6$.

Укрупнённо численность контролёров можно определить по нормам, приведённым в таблице 8.1.

Работники технического контроля подсчитываются по каждому цеху, но в состав работающих цеха не включаются.

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

Число КП можно определить следующим образом. В производстве, как правило, первая, а затем n -я детали проходят контроль. Если маршрут детали предусматривает обработку на нескольких станках, то обычно контроль выпол-

няют после обработки на каждом из них, что связано с необходимостью своевременного принятия мер по устранению брака, вызванного размерным износом инструментов и тепловыми деформациями станков. Исходя из этих соображений, число КП (округлённого до целого большего) определяют по формуле:

$$КП = \frac{t_K \cdot K_{Д.К}}{\Phi_{Д.К} \cdot 60}$$

Здесь t_K – среднее время контроля одной детали, мин; $K_{Д.К} = \frac{K_D}{q}$ – число деталей, проходящих через контрольный пункт за год, где K_D – число деталей, обрабатываемых в цехе или на участке за год; q – число деталиустановов, через которые деталь выводится на контроль; $q = q_1/K_1K_2$, где q_1 – число деталиустановов, через которое деталь выводится на контроль по требованию технолога; $K_1 \approx 1,15$, $K_2 \approx 1,05$ – поправочные коэффициенты, учитывающие соответственно контроль первого деталиустановов, обработанного в начале смены, и вывод на контроль в связи с работой нового инструмента; $\Phi_{Д.К}$ – эффективный годовой фонд работы КП, ч.

Таблица 8.1 - Работники технического контроля

Тип производства	Число работников технического контроля, % от количества основных станков	
	Контролеры	Контрольные мастера
Единичное и мелкосерийное	9-11	1-0,8
Среднесерийное	7-9	0,8-0,6
Крупносерийное и массовое	5-7	0,6-0,5

В поточном производстве КП целесообразно размещать в конце автоматических линий или предметно-замкнутых участков, что обычно соответствует маршрутной технологии.

Помещения для контрольно-проверочных пунктов (КПП) и отделений контроля также располагаются около окон, а полы в них выполняются из паркетной доски, покрытой лаком, или резинового линолеума для облегчения удаления пыли. Облицовочные материалы должны быть полуматовой фактуры, не допускающей бликов, светлых нейтральных тонов, окрашенные пылеотталкивающей эмалью.

Температура в помещении для КПП и отделений контроля должна составлять 20 ± 1 °С, а относительная влажность воздуха 45 ± 5 %. Допускается наибольшая скорость воздушных потоков 0,1-0,2 м/с; наибольшее число пылинок, оседающих на 1 см² стекла в течение 1ч – 40. Наиболее точные измерительные средства устанавливаются на специальные виброизоляционные фундаменты. Общая освещённость должна быть не менее 500 лк. В качестве источников света следует использовать люминесцентные лампы белого света.

Площадь КПП находят из расчёта 0,1-0,2 м² на один основной станок цеха, но в целом не менее 25 м² на один пункт. При создании в механическом цехе

КПП и ремонта калибров с кладовой обменного фонда, их площадь рассчитывается из условия 0,18-0,30 м² на один станок, а число работающих в нём должно составлять 8-12 % от числа контролёров.

9 СИСТЕМА ОХРАНЫ ТРУДА [4]

9.1 Назначение и структура системы охраны труда

Одной из составляющих безопасности жизнедеятельности является охрана труда (ОТ). ОТ – это идентификация и защита человека от опасных и вредных производственных факторов. К опасным факторам относят негативные факторы, воздействие которых на человека приводит к травме (нарушение целостности ткани) или другому внезапному резкому ухудшению здоровья. Вредный фактор, воздействуя на человека, приводит к заболеванию или снижению работоспособности.

Охрана труда представляет собой систему законодательных актов, социально-экономических, организационных, технических, гигиенических и лечебно-профилактических мероприятий и средств, обеспечивающих безопасность, сохранение здоровья и работоспособности человека в процессе труда.

Она включает технику безопасности и производственную санитарию.

Техника безопасности – это система организационных мероприятий и технических средств, предотвращающих воздействие на работающих опасных производственных факторов.

Производственная санитария – система мероприятий и средств, уменьшающих или предотвращающих воздействие на работающих вредных производственных факторов.

На каждом предприятии создаётся служба охраны труда, подчинённая главному инженеру.

Структура и штатный состав службы охраны труда зависят от количества работающих на предприятии, сложности и опасности технологических процессов. Основными функциями отдела охраны труда являются инструктаж и обучение персонала безопасным методам работы.

9.2. Основные принципы выбора и размещения средств охраны труда в цехах

Большинство показателей, характеризующих условия труда, регламентируются применительно к рабочему месту. К ним относятся: воздух рабочей зоны, состояние которого определяется его чистотой, температурой, относительной влажностью и скоростью движения; освещённость рабочих мест; уровень шума и вибрации в производственных помещениях; цветовое оформление производственного интерьера, сигнальные цвета, наличие знаков безопасности и др. Значения указанных показателей и методика их определения регламентируются соответствующими государственными и отраслевыми стандартами.

Безопасность работы персонала цехов обеспечивается различными средствами путём их рационального размещения. К ним относятся защитные устройства станков, промышленных роботов (ПР), транспортирующих и грузозахватных устройств, сигнализация, системы отвода и транспортирования стружки, системы электрической и пожарной безопасности и др. Безопасность работы также обеспечивается рациональной планировкой оборудования, размещением режущего и вспомогательного инструмента, приспособлений.

Защитные устройства используют для предотвращения опасного соприкосновения персонала с движущимися элементами станка и режущим инструментом, движущимися элементами ПР, транспортирующих и других устройств, а также для ограждения опасных зон, куда отлетают стружка и СОЖ (ГОСТ 12.2.009-80). Защитные устройства не должны ограничивать технологические возможности оборудования и вызывать неудобства при его обслуживании. Защитные устройства подразделяют на стационарные, подвижные и переносные. Стационарные защитные устройства снимают только во время ремонта и при техническом обслуживании оборудования (ограждения зубчатых, цепных и ременных передач, ходовых винтов, валов и т.д.). Подвижные защитные устройства, или экраны, являются элементами оборудования и используются для ограждения зоны обработки или защиты персонала от стружки и СОЖ. Переносные защитные устройства – это временные ограждения. Они служат для ограждения зоны вокруг станков, на которых выполняется скоростная обработка.

Предохранительные устройства оборудования подразделяют на блокировки, ограничители хода и ограничители нагрузки. Блокировки исключают возможность проникновения персонала в опасную зону, либо устраняют опасный фактор во время пребывания персонала в этой зоне.

Ограничители хода бывают предельными и размерными (технологическими). Предельные ограничители хода устанавливают так, чтобы движущие части оборудования или само оборудование не доходили до опасного конечного положения на 3-5 мм (точность позиционирования $\pm 0,5-1,0$ мм). Размерные ограничители хода точно фиксируют положение рабочих органов станка или другого оборудования. Точность останова по жестким упорам $\pm 0,01$ мм. В качестве ограничителей применяют механические, электромеханические или электрогидравлические системы.

Ограничители нагрузки используют для предотвращения нарушения нормального режима работы оборудования из-за перегрузок, которые могут возникнуть вследствие нарушения режима обработки, повышенной твёрдости обрабатываемого материала, износа инструмента, повышения давления в гидросистеме и т.д.

Роль предохранительных устройств выполняют также системы адаптивного управления (САДУ) станками.

Сигнализацию применяют как предупредительную меру с целью оповещения обслуживающего персонала о начале работы станочного и другого оборудования, неисправности его узлов, превышении допустимой концентрации вредных или пожароопасных веществ и т.д. По назначению сигнализацию под-

разделяют на оперативную, предупредительную и опознавательную, а по воздействию на органы чувств человека – на акустическую и визуальную.

Перемещения грузов на предприятии должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.3.002-75, ГОСТ 12.3.020-80 и ГОСТ 12.3.009-76. Перемещение грузов массой более 20 кг в технологических процессах осуществляют только подъёмно-транспортными устройствами или средствами механизации, а перемещение любых грузов на расстояние более 25 м механизуют. Персонал, обслуживающий грузоподъёмные механизмы, должен носить защитные каски. Общие требования при транспортировании грузов следующие: рабочие места должны находиться вне зоны перемещения грузов, транспортируемых подъёмными механизмами; проезды, проходы, люки колодцев должны быть свободными; каждое подъёмное устройство должно быть оснащено тормозом.

Для безопасной работы с СОЖ следует выполнять инструкцию по её эксплуатации. В целях охраны здоровья персонала все вновь разрабатываемые СОЖ проходят обязательную гигиеническую оценку. В СОЖ вводят бактерицидные присадки или периодически её пастеризуют. Персонал, работающий с СОЖ, подлежит обязательному медицинскому осмотру. Периодичность замены СОЖ устанавливают на основе контроля её содержания, но не реже одного раза в шесть месяцев при лезвийной обработке, одного раза в месяц при абразивной обработке для масляных СОЖ и одного раза в три месяца для водных СОЖ. Периодичность контроля СОЖ на содержание следующая: на масляной основе – раз в месяц, полусинтетических СОЖ – один раз в две недели. Раз в неделю должен выполняться анализ СОЖ на отсутствие микробов, вызывающих кожные заболевания. Хранение и транспортирование СОЖ осуществляют в чистых стальных, жестяных и пластмассовых резервуарах. При приготовлениях СОЖ ёмкости размещают в отдельном помещении, оборудованном вытяжной вентиляцией. Очистку ёмкостей, трубопроводов и систем подачи СОЖ выполняют: для масляных СОЖ – один раз в шесть месяцев; для водных СОЖ – один раз в три месяца. Отработанные СОЖ собирают в специальные ёмкости. Система охлаждения станка должна предотвращать попадание СОЖ на пол около оборудования.

Для безопасности труда в цехах и на участках необходимо правильно организовать транспортировку стружки к местам сбора и переработки.

Причиной поражений электрическим током при работе на оборудовании может быть неисправность изоляции, коммутационной аппаратуры, электродвигателей и средств, обеспечивающих электробезопасность при неисправности электрооборудования. Наиболее опасным для человека является переменный ток низкой, в том числе промышленной частоты. Электробезопасность обеспечивается применением технических средств и способов: защитного заземления, зануления, защитного отключения, малого напряжения, электрического разделения сетей, выравнивания потенциалов, компенсацией токов замыкания на землю, изоляцией токоведущих частей, индивидуальных средств защиты, ограничительных устройств, предупреждающей сигнализации, блокировки, знаков безопасности.

Нормальная освещённость рабочих поверхностей оборудования и помещения является еще одним из условий обеспечения безопасности труда. Освещённость на рабочих поверхностях станков класса Н и П должна быть не ниже 200 лк при освещении люминесцентными лампами и 150 лк – при освещении лампами накаливания.

Общая искусственная освещённость помещений со станками с ЧПУ должна быть равна 200 лк в случае применения люминесцентных ламп и 150 лк – в случае применения ламп накаливания.

Искусственное электрическое освещение в помещениях для станков классов В и А должно обеспечивать освещённость на рабочих поверхностях станков не ниже 2500 лк при освещении люминесцентными лампами и 2000 лк – при освещении лампами накаливания. Общая искусственная освещённость при использовании указанных ламп должна быть соответственно 300 лк и 200 лк. При этом должна быть правильно выбрана цветовая отделка помещений. Покрытие стен должно быть матовым, без бликов. Верхние участки стен и потолков следует окрашивать в белый цвет, что увеличивает освещённость помещения.

Размеры и планировка помещений должны обеспечивать свободный доступ ко всем узлам и устройствам станков во время работы и при ремонте.

Оператор для обеспечения безопасности труда должен соблюдать правила охраны труда, регламентированные для конкретных видов работ.

Наладчик станков обязан соблюдать правила техники безопасности при выполнении своих функций: приёмке и осмотре оборудования; подготовке инструмента и приспособлений к наладке; подготовке программносителя к работе; наладке, переналадке, подналадке и контроле работы оборудования.

При выполнении наладочных и ремонтных работ следует особое внимание уделять соблюдению правил электрической безопасности.

Стационарные ограждения не должны затруднять оператору визуальный контроль за работой оборудования; обеспечивать проход персонала в зону ограждения только через места, оснащённые соответствующими устройствами (светозащита, дверные проёмы с датчиками и др.); исключать возможность попадания объектов манипулирования и исполнительных устройств ПР за ограждаемую зону. Рекомендуются высота ограждения 1300 мм от уровня пола при условии, что расстояние от исполнительного устройства ПР до ограждения составляет не менее 800 мм. Окраску ограждений выполняют в виде чередующихся равных полос (ширина 150-200 мм) чёрного и жёлтого цвета под углом 45-60 градусов. Ограждение изготавливают из стоек, обшитых металлической сеткой с ячейками 60×60 мм. Рабочее пространство ПР обозначают на полу сплошными линиями жёлтого цвета (ширина 50-100 мм). Если ПР с объектом манипулирования перемещается над рабочими местами, проходами и проездами, то под трассой ПР следует предусмотреть защитные сетки, экраны и другие устройства.

Размеры зоны ограждения определяют с учётом рабочего пространства ПР. При этом учитывают систему координат ПР, тип и число ПР и антропометрические данные и рабочую позу оператора при обслуживании ПР и другого оборудования. Вход в зону ограждения должен быть заблокирован с системой управ-

ления. Устройства блокировки должны обеспечивать остановку движения ПР при входе персонала в эту зону.

Для определения местоположения человека в рабочей зоне ПР используют различные датчики.

Пульт управления РТК или ГПС следует размещать за пределами зоны ограждения. При этом оператор должен иметь обзор элементов технологической системы. Освещённость пульта управления не менее 400 лк. При размещении пультов в закрытых кабинах последние должны обеспечивать надёжную защиту персонала от воздействия вредных производственных факторов. В кабину должен подаваться свежий воздух не менее 20 м³/ч на одного человека. Уровень звука в кабине не должен превышать 80 дБ.

РТК, ГПС и автоматические линии большой протяжённости оснащаются дополнительными органами аварийного отключения, расположенными на расстоянии 4 м друг от друга.

На технологических участках и в цехе должна быть обеспечена пожарная безопасность. Они должны быть оснащены соответствующими средствами пожаротушения (ГОСТ 13.4.009-83).

ТЕМАТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ТЕСТИРОВАНИЯМ

1 ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

1. Техничко-организационное подразделение труда, предназначенного для получения продуктов труда называется:

Ответ: 1) Производством; 2) Производственным процессом; 3) Технологическим процессом.

2. Совокупность действий, необходимых для выпуска готовых изделий из полуфабрикатов называется:

Ответ: 1) Производством; 2) Производственным процессом; 3) Технологическим процессом.

3. Процесс, во время которого происходит изменение качественного состояния объекта производства называется:

Ответ: 1) Производством; 2) Производственным процессом; 3) Технологическим процессом.

4. Производственный процесс, при котором полуфабрикаты в процессе их производства находятся в движении называется:

Ответ: 1) Поточным; 2) Непоточным; 3) Комплексным.

5. Производственный процесс, при котором при котором полуфабрикаты находятся в движении с различной продолжительностью операций и времени хранения между ними называется:

Ответ: 1) Поточным; 2) Непоточным; 3) Комплексным.

6. Совокупность изделий установленной номенклатуры, выпускаемых в заданном объеме в год называется:

Ответ: 1) Производственной мощностью; 2) Объемом выпуска; 3) Программой выпуска.

7. Максимально возможный выпуск продукции установленной номенклатуры и количества называется:

Ответ: 1) Производственной мощностью; 2) Объемом выпуска; 3) Программой выпуска.

8. Число изделий, подлежащих изготовлению в установленную календарную единицу времени называется:

Ответ: 1) Производственной мощностью; 2) Объемом выпуска; 3) Программой выпуска.

9. Календарное время изготовления изделий от начала производственного процесса до его окончания называется:

Ответ: 1) Продолжительностью процесса; 2) Временем выпуска; 3) Производственным циклом.

10. Определенное число полуфабрикатов, одновременно поступающих на рабочую позицию называется:

Ответ: 1) Объемом выпуска; 2) Партией; 3) Программой выпуска.

11. Часть объема цеха, в котором расположены рабочие позиции (места), объединенные транспортно-накопительными устройствами, средства техниче-

ского, инструментального и метрологического обслуживания, управления и охраны труда, на котором осуществляются технологические процессы изготовления изделий называется:

Ответ: 1) Производственным участком; 2) Производственной линией; 3) Производственным цехом.

12. Производственное административно-хозяйственное обособленное подразделение завода называется:

Ответ: 1) Производственным участком; 2) Производственной линией; 3) Производственным цехом.

13. Производственное оборудование, непосредственно выполняющее операции технологического процесса называется:

Ответ: 1) Основным; 2) Вспомогательным; 3) Обслуживающим.

14. Производственное оборудование, не участвующее непосредственно в технологическом процессе изготовления изделий, но выполняющее обслуживание основного оборудования называется:

Ответ: 1) Основным; 2) Вспомогательным; 3) Обслуживающим.

15. Площади цеха, занимаемые рабочими позициями, вспомогательным оборудованием, проходами и проездами между оборудованием внутри производственных участков называются:

Ответ: 1) Основными; 2) Вспомогательными; 3) Производственными.

16. Площади цеха, на которых размещают все оборудование и устройства вспомогательных систем, а также магистральные и пожарные проезды называются:

Ответ: 1) Основными; 2) Вспомогательными; 3) Производственными.

17. Рабочие механосборочного производства, непосредственно выполняющие операции технологического процесса по изготовлению продукции называются:

Ответ: 1) Основными; 2) Вспомогательными; 3) Инженерно-техническими.

18. Работники, выполняющие обязанности по управлению, организации и подготовке производства называются:

Ответ: 1) Основными; 2) Вспомогательными; 3) Инженерно-техническими.

19. Часть здания, ограниченная в продольном направлении двумя параллельными рядами колонн называется:

Ответ: 1) Пролетом; 2) Сеткой колонн; 3) Шириной пролета.

20. Расстояние между осями колонн в поперечном и продольном направлениях называется:

Ответ: 1) Пролетом; 2) Сеткой колонн; 3) Шириной пролета.

2 СОСТАВ ЗАВОДА И ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЦЕХА

21. Подразделение завода, обособленное в административно-хозяйственном отношении и выполняющее функции по изготовлению продукции либо функцию технического или хозяйственного обслуживания называется:

Ответ: 1) Цехом; 2) Участком; 3) Отделом.

22. Цеха выполняющие функции технического обслуживания основного производства называются:

Ответ: 1) Обслуживающими; 2) Вспомогательными; 3) Основными.

23. Инструментальные, модельные, ремонтно-механические, электроремонтные, экспериментальные цеха относятся к:

Ответ: 1) Обслуживающими; 2) Вспомогательными; 3) Основными.

24. Литейные, кузнечные, прессовые цеха относятся к:

Ответ: 1) Сборочным; 2) Обрабатывающим; 3) Заготовительным.

25. Цеха, связанные с изменением форм, размеров и физико-механических свойств заготовок для основного производства относятся к:

Ответ: 1) Сборочным; 2) Обрабатывающим; 3) Заготовительным.

26. В состав транспортного хозяйства завода входит:

Ответ: 1) Крановый цех; 2) Цех безрельсового транспорта; 3) Цех железнодорожного транспорта.

27. Согласно концептуальной модели производственной системы технологические процессы по изменению качественных характеристик объекта производства выполняются:

Ответ: 1) В основной системе; 2) Во вспомогательных системах; 3) В системах обеспечения.

28. Производственная система включает в себя:

Ответ: 1) Материальные связи систем; 2) Основную и семь вспомогательных систем; 3) Энергетические и информационные связи систем; 4) Основную и шесть вспомогательных систем.

29. В графическом структурном описании производственной системы вершины графа представляют собой:

Ответ: 1) Материальные потоки; 2) Основную и семь вспомогательных систем; 3) Энергетические и информационные потоки.

30. В графическом структурном описании производственной системы ребра графа представляют собой:

Ответ: 1) Материальные потоки; 2) Основную и семь вспомогательных систем; 3) Энергетические и информационные потоки.

31. Концептуальная модель производственной системы отражает комплекс производственных подразделений со следующими видами связей:

Ответ: 1) Энергетическими; 2) Информационными; 3) Материальными; 4) Транспортными.

32. При проектировании участков и цехов в число технических задач входят:

Ответ: 1) Формирование требований к производственной системе; 2) Расчет норм времени на строительство зданий и сооружений участков и цехов; 3) Проектирование технологических процессов; 4) Расчет площадей участков и цехов.

33. При проектировании участков и цехов в число экономических задач входят:

Ответ: 1) Расчёт себестоимости и рентабельности выпуска изделий; 2) Расчет норм времени на строительство зданий и сооружений участков и цехов; 3) Определение удельных приведённых затрат; 4) Составление калькуляции.

34. При проектировании участков и цехов в число организационных задач входят:

Ответ: 1) Расчёт себестоимости и рентабельности выпуска изделий; 2) Разработка структуры управления участков и цехов; 3) Определение удельных приведённых затрат; 4) Документооборот.

35. Основным критерием выбора оптимального проектного решения должен быть:

Ответ: 1) Показатель приведённых затрат на изготовление изделий заданной программы выпуска в течение года; 2) Показатель окупаемости капитальных вложений; 3) Показатель трудоемкости изготовления изделия.

36. В формуле для определения приведенных затрат на изготовление изделий величина N_j это:

Ответ: 1) Часть годового фонда времени, отводимая на изготовление j -го наименования изделия; 2) Годовой объём выпуска j -го наименования изделия; 3) Трудоемкость изготовления j -го наименования изделия.

37. В формуле для определения приведенных затрат на изготовление изделий величина F_j это:

Ответ: 1) Часть годового фонда времени, отводимая на изготовление j -го наименования изделия; 2) Годовой объём выпуска j -го наименования изделия; 3) Трудоемкость изготовления j -го наименования изделия.

38. Трудоемкость изготовления изделия определяется по следующей формуле:

Ответ: 1) $T_{ij} = K_M / T_{cm.ij}$; 2) $T_{ij} = T_{cm.ij} / K_M$; 3) $T_{ij} = T_{cm.ij} \cdot K_M$.

39. Критерий максимального съёма продукции с единицы объёма цеха определяется по следующей формуле:

Ответ: 1) $W_2 = N / V$; 2) $W_2 = V / N$; 3) $W_2 = N \cdot V$.

40. Формирование всей производственной системы путём синтеза основной и вспомогательных систем и установления единой системы материальных, энергетических и информационных связей производят на базе:

Ответ: 1) Разработанных схем размещения оборудования; 2) Разработанных технологических процессов изготовления изделий; 3) Разработанных производственных маршрутов изготовления изделий.

3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ УЧАСТКОВ И ЦЕХОВ

41. Непрерывное изготовление в течение длительного времени одних и тех же изделий узкой номенклатуры с большим объёмом выпуска осуществляется при данном типе производства:

Ответ: 1) Массовом; 2) Мелкосерийном; 3) Серийном; 4) Крупносерийном; 5) Единичном.

42. При величине коэффициента загрузки $K_{ЗАК} = 21 \dots 40$ производство считается:

Ответ: 1) Массовым; 2) Мелкосерийным; 3) Серийным; 4) Крупносерийным; 5) Единичным.

43. При среднесерийном производстве величина среднего процента подготовительно-заключительного времени в общем времени занятости рабочих мест в цехе принимается равной:

Ответ: 1) 10 %; 2) 4-5 %; 3) 5,5-6%.

44. В формуле для определения коэффициента приведения по массе величина $G_{ПР}$ называется:

Ответ: 1) масса изделия-представителя; 2) масса приведённого изделия; 3) годовые объём выпуска изделия-представителя.

45. При величине значения среднего качества равной 8, значение коэффициента, характеризующего качество точности изделия будет равно:

Ответ: 1) 1,3; 2) 1,1; 3) 0,8.

46. При величине значения среднего параметра шероховатости равной 0,63, значение коэффициента, характеризующего шероховатость изделия будет равно:

Ответ: 1) 1,2; 2) 1,4; 3) 0,97.

47. При использовании для производства изделия металлорежущих станков массой до 100 т и двусменном режиме работы, величина действительного фонда времени работы оборудования принимается равной:

Ответ: 1) 1960; 2) 3760; 3) 3880.

48. Затраты штучного или штучно-калькуляционного времени на выполнение операции механической обработки называются:

Ответ: 1) Станкоёмкостью; 2) Трудоемкостью; 3) Тактом выпуска.

49. Затраты живого труда на изготовление единицы продукции называются:

Ответ: 1) Станкоёмкостью; 2) Трудоемкостью; 3) Тактом выпуска.

50. Отношение проектного объёма выпуска деталей к базовому называется:

Ответ: 1) Коэффициентом уменьшения трудоемкости; 2) Коэффициентом уравнивания норм; 3) Коэффициентом ужесточения норм.

51. Средний по группе коэффициент загрузки оборудования для многошпиндельных автоматов и полуавтоматов должен быть равен:

Ответ: 1) 0,9; 2) 0,8; 3) 0,95.

52. Средний по цеху коэффициент загрузки оборудования для механических цехов при среднесерийном производстве не должен превышать значения:

Ответ: 1) 0,80-0,90; 2) 0,25-0,85; 3) 0,65-0,85.

53. В формуле для предварительного определения производственной площади величина $S_{ПР}$ называется:

Ответ: 1) Принятое число единиц технологического и вспомогательного оборудования; 2) Производственная программа; 3) Принятое число станков основной системы.

54. Ширину пролёта в производственном цехе выбирают чаще всего равной:

Ответ: 1) 18 м или 24 м; 2) 24 м или 30 м; 3) 30 м или 36 м.

55. При формировании участков, построенных по предметному принципу, в формуле для определения количества основного оборудования на участке величина D_i является:

Ответ: 1) Числом наименований изделий в i -й группе; 2) Годовым объемом выпуска i -го изделия; 3) Числом операций изготовления i -го изделия.

56. Схема размещения основного и вспомогательного оборудования на площадях участков и цеха, называется:

Ответ: 1) Генеральным планом цеха или участка; 2) Технологической планировкой; 3) Топологией производства.

57. Расстояние от проезда до боковой стороны станка, при наибольшем габаритном размере станка в плане 1800 мм должно быть равно:

Ответ: 1) 500 мм; 2) 700 мм; 3) 800 мм.

58. Расстояние от проезда до тыльной стороны станка, при наибольшем габаритном размере станка в плане 1800 мм должно быть равно:

Ответ: 1) 500 мм; 2) 700 мм; 3) 800 мм.

59. Расстояние между станками при размещении их по кольцевой схеме принимается не менее:

Ответ: 1) 500 мм; 2) 700 мм; 3) 800 мм.

60. Расстояние между станком и передвижной консольной секцией приемопередаточного стола, при использовании автоматизированных транспортных средств должно быть равно:

Ответ: 1) 500 мм; 2) 700 мм; 3) 400 мм.

4 СОСТАВ РАБОТАЮЩИХ И РАСЧЁТ ИХ ЧИСЛЕННОСТИ

61. Рабочие, выполняющие операции по изготовлению продукции основной программы цеха называются:

Ответ: 1) Производственными; 2) Вспомогательными; 3) Разнорабочими.

62. Рабочие лица, не принимающие непосредственного участия в выполнении операций по изготовлению основной продукции цеха называются:

Ответ: 1) Производственными; 2) Вспомогательными; 3) Разнорабочими.

63. Работники, выполняющие обязанности, связанные с техническим руководством производственными процессами и организацией производства называются:

Ответ: 1) Производственными; 2) Вспомогательными; 3) Инженерно-техническими работниками.

64. Работники цеха, выполняющие функции по административной части, финансам, учёту и статистике называются:

Ответ: 1) Служащими; 2) Вспомогательными; 3) Инженерно-техническими работниками.

65. Гардеробщики, уборщики непроизводственных помещений (цеховых контор, бытовых помещений), курьеры называются:

Ответ: 1) Служащими; 2) Младший обслуживающий персонал; 3) Инженерно-техническими работниками.

66. В формуле для определения числа станочников в цехах серийных производств, при точном проектировании величина K_M называется:

Ответ: 1) Коэффициентом многооперационности; 2) Коэффициентом обслуживания; 3) Коэффициентом многостаночности.

67. Для универсальных мелких и средних станков коэффициент многостаночности K_M равен:

Ответ: 1) 1,0; 2) 0,8; 3) 0,5.

68. Для токарных многорезцовых копировальных полуавтоматов коэффициент многостаночности K_M равен:

Ответ: 1) 1-3; 2) 2-4; 3) 3-5.

69. Для зуборезных станков коэффициент многостаночности K_M равен:

Ответ: 1) 1-3; 2) 2-4; 3) 2-5.

70. В формуле для расчета возможности многостаночного обслуживания величина t_{PT} — это:

Ответ: 1) Время обслуживания, активного наблюдения и перехода рабочего на другой станок; 2) Число станочников на поточной линии; 3) Число вспомогательных рабочих на поточной линии.

71. В формуле для расчета возможности многостаночного обслуживания величина t_A — это:

Ответ: 1) время обслуживания, активного наблюдения и перехода рабочего на другой станок; 2) машинно-автоматическое время работы станка без участия человека; 3) штучное время.

72. В формуле для определения числа станочников при укрупненном проектировании величина $K_{3,CP}$ — это:

Ответ: 1) средний коэффициент многостаночности; 2) средний по цеху коэффициент загрузки рабочего; 3) средний по цеху коэффициент загрузки оборудования.

73. В формуле для определения числа станочников при укрупненном проектировании величина $K_{M,CP}$ — это:

Ответ: 1) средний коэффициент многостаночности; 2) средний по цеху коэффициент загрузки рабочего; 3) средний по цеху коэффициент загрузки оборудования.

74. Число операторов автоматических линий принимается равным:

Ответ: 1) 1 или 2 человека на линию; 2) 3 или 4 человека на линию; 3) 2 или 3 человека на линию.

75. Число производственных рабочих, связанных с ручным трудом: разметчиков, слесарей, мойщиков деталей для массового и крупносерийного производства определяют:

Ответ: 1) 5 % от числа станочников; 2) 1...3 % от числа станочников; 3) до 10 % от числа станочников.

76. Число производственных рабочих, связанных с ручным трудом: разметчиков, слесарей, мойщиков деталей для единичного производства определяют:

Ответ: 1) 5 % от числа станочников; 2) 1...3 % от числа станочников; 3) до 10 % от числа станочников.

77. Число производственных рабочих, связанных с ручным трудом: разметчиков, слесарей, мойщиков деталей для среднесерийного и мелкосерийного производства определяют:

Ответ: 1) 5 % от числа станочников; 2) 1...3 % от числа станочников; 3) до 10 % от числа станочников.

78. Независимо от типа производства, для механических цехов число вспомогательных рабочих составляет:

Ответ: 1) 10-15 % от числа производственных; 2) 20-25 % от числа производственных; 3) до 10 % от числа производственных.

79. Для механических цехов для единичного и мелкосерийного типа производства, при количестве основных станков 50-100, число ИТР в % от количества основных станков составляет:

Ответ: 1) 20-18; 2) 18-16; 3) 22-21.

80. Для механических цехов для единичного и мелкосерийного типа производства, при количестве производственных рабочих 151-300 человек, число служащих в % от числа производственных рабочих составляет:

Ответ: 1) 1,8-1,6; 2) 2,2-2,0; 3) 1,7-1,5.

5 СКЛАДСКАЯ И ТРАНСПОРТНАЯ СИСТЕМЫ

81. Децентрализованная складская система предусматривает хранение полуфабрикатов и технологической оснастки...

Ответ: 1) на производственных участках; 2) на едином материальном складе; 3) как на едином материальном складе, так и на производственных участках.

82. Какие технологические операции предусматриваются в процессе размещения и хранения грузов?

Ответ: 1) закрепление грузов на транспортирующих устройствах; 2) определение свободных мест хранения; 3) укладка на хранение и запись информации о расположении каждого груза.

83. В зависимости от типов и размеров изготавливаемых изделий, а также условий транспортирования и складирования стандартные размеры тары могут быть следующие:

Ответ: 1) 400×600 мм; 2) 1600×1000 мм; 3) 1600×1500 мм.

84. Высота штабеля с поддонами не должна превышать:

Ответ: 1) 3,5 м; 2) 2,5 м; 3) 3,0 м.

85. Согласно формулам для расчета площади склада, с ростом величины грузонапряженности на складе площадь склада:

Ответ: 1) уменьшается; 2) увеличивается; 3) не меняется.

86. Согласно формулам для расчета площади склада, с ростом величины числа групп груза на складе площадь склада:

Ответ: 1) уменьшается; 2) увеличивается; 3) не меняется.

87. В формуле для определения необходимого числа секций стеллажа величина Z это:

Ответ: 1) число единиц тары, размещаемой в одной секции; 2) число ярусов в секции; 3) число тары (поддонов) для размещения груза i -ой группы.

88. Автоматизированные склады с блочными гравитационными стеллажами применяют при:

Ответ: 1) при небольших запасах хранения; 2) значительной номенклатуре грузов; 3) незначительной номенклатуре грузов.

89. Автоматизированные склады с мостовыми кранами-штабелёрами применяют при:

Ответ: 1) при больших запасах хранения; 2) хранении мелких грузов; 3) значительных грузопотоках.

90. Автоматизированные склады с элеваторными стеллажами применяют при:

Ответ: 1) при больших запасах хранения; 2) хранении мелких грузов; 3) малых грузопотоках.

91. Электротележки и электропогрузчики относятся к следующим видам транспорта:

Ответ: 1) внутрицеховому; 2) напольному; 3) межцеховому.

92. Мостовые опорные краны имеют грузоподъёмность:

Ответ: 1) до 3 т; 2) до 5 т; 3) 5 и более тонн.

93. Краны-штабелёры бывают:

Ответ: 1) опорными; 2) подвесными; 3) напольными.

94. В приводных роликовых конвейерах скорость перемещения груза составляет:

Ответ: 1) около 2 м/мин; 2) около 5 м/мин; 3) около 9 м/мин.

95. Подвесной монорельсовый транспорт включает в себя:

Ответ: 1) подвесные однорельсовые пути; 2) подвижной состав; 3) подвесные двухрельсовые пути.

96. Высота поверхности роликов неприводного роликового конвейера от пола обычно составляет:

Ответ: 1) 800 мм; 2) 1000 мм; 3) 1200 мм.

97. В неприводных роликовых конвейерах для уменьшения прикладываемых усилий к грузу при его перемещении по роликам последние наклонены под углом:

Ответ: 1) 5...10°; 2) 3...5°; 3) 1...3°.

98. Подвесные конвейеры подразделяются на:

Ответ: 1) грузонесущие; 2) толкающие; 3) грузотянущие; 4) грузоведущие; 5) грузовезущие.

99. В формуле для расчета скорости подвесного конвейера величина L это:

Ответ: 1) длина конвейера; 2) производительность конвейера; 3) шаг подвеса.

100. В составе гибкой производственной системы управление перемещением безрельсовой самоходной тележки осуществляется с помощью:

Ответ: 1) устройств наведения индукционного типа; 2) устройств наведения контактного типа; 3) устройств наведения фотоэлектрического типа.

6 СИСТЕМА ИНСТРУМЕНТООБЕСПЕЧЕНИЯ

101. Единым документом, регламентирующим объём и последовательность обеспечения рабочих мест инструментом, является:

Ответ: 1) месячное задание; 2) сменное задание; 3) недельное задание.

102. Система инструментаобеспечения не включает в себя:

Ответ: 1) инструментально-раздаточную кладовую (ИРК); 2) участок размерной настройки инструментов для станков с ЧПУ; 3) контрольно-проверочный пункт (КПП); 4) мастерскую службы главного механика.

103. Общая кладовая организуется для цехов единичного, мелкосерийного и серийного производств при количестве станков менее:

Ответ: 1) 50 единиц; 2) 70 единиц; 3) 100 единиц.

104. Общая кладовая организуется для цехов крупносерийного и массового производств при количестве станков менее:

Ответ: 1) 250 единиц; 2) 200 единиц; 3) 300 единиц.

105. Норма площади на один производственный станок, м², для кладовой универсальных станочных приспособлений в условиях единичного и мелкосерийного производства:

Ответ: 1) 0,05-0,2; 2) 0,3-0,45; 3) 0,35-0,45.

106. Норма площади на один шлифовальный и полировальный станок, м² для кладовой абразивов в условиях единичного и мелкосерийного производства:

Ответ: 1) 0,5-0,9; 2) 0,45-0,6; 3) 0,4-0,6.

107. Число приборов для настройки инструментов:

Ответ: 1) обратно пропорционально числу рабочих дней в году; 2) прямо пропорционально числу рабочих дней в году; 3) не зависит от числа рабочих дней в году.

108. Количество настраиваемого инструмента на станок с ЧПУ в смену, в условиях единичного и мелкосерийного производств, по нормативам для токарных станков составляет, шт:

Ответ: 1) 4; 2) 5; 3) 6.

109. Для комплектации инструментальных наладок и их разборки после использования на станке предусматривают количество рабочих – комплектовщиков численностью:

Ответ: 1) 50 % от числа настройщиков инструмента; 2) 20 % от числа настройщиков инструмента; 3) 10 % от числа настройщиков инструмента.

110. Для комплектации инструментальных наладок и их разборки после использования на станке предусматривают количество слесарей-инструментальщиков численностью:

Ответ: 1) 50 % от числа настройщиков инструмента; 2) 40 % от числа настройщиков инструмента; 3) 10 % от числа настройщиков инструмента.

111. Число универсально-заточных станков, при числе станков, обслуживаемых заточкой более 200, в условиях единичного и мелкосерийного производств, по нормативам составляет:

Ответ: 1) 1; 2) 2; 3) 3.

112. Количество зубофрезерных одношпиндельных станков, обслуживаемых одним специализированным заточным станком, по нормативам составляет:

Ответ: 1) 10; 2) 6; 3) 4.

113. В состав вспомогательного оборудования заточного отделения не входят:

Ответ: 1) обдирочно-шлифовальный станок; 2) универсально-заточной станок; 3) настольное точило; 4) ручной пресс.

114. При укрупнённых расчётах площади заточного отделения, показатель общей площади на один заточный станок, при обработке крупных деталей, принимается равным:

Ответ: 1) 8 м²; 2) 10 м²; 3) 12 м².

115. Число основных станков отделения ремонта оснастки в условиях мелкосерийного и единичного производств при количестве обслуживаемого оборудования равном 250 единиц составляет:

Ответ: 1) 4 единицы; 2) 5 единиц; 3) 6 единиц.

116. Число станочников принимают, с учётом смен работы отделения ремонта оснастки, по:

Ответ: 1) числу изделий, входящих в номенклатуру производства; 2) числу станков; 3) числу единиц обслуживаемой оснастки.

117. Отделение по ремонту оснастки не проектируют, если в механическом цехе количество основного оборудования:

Ответ: 1) менее 50 единиц; 2) менее 80 единиц; 3) менее 100 единиц.

118. Численность слесарей отделения ремонта оснастки от числа станочников составляет:

Ответ: 1) 30...35 %; 2) 20...25 %; 3) 40...45 %.

119. Площадь отделения ремонта оснастки находят из условия удельной площади на один станок этого отделения, равной:

Ответ: 1) 10...12 м²; 2) 22...24 м²; 3) 15...17 м².

120. Норма удельной площади отделения ремонта оснастки не включает в себя площади, занятые:

Ответ: 1) станками; 2) слесарными верстаками; 3) бытовыми помещениями; 4) контрольными плитами.

7 СИСТЕМА РЕМОНТА И ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ЦЕХА

121. Операция планового технического обслуживания, выполняемая с целью проверки всех узлов оборудования и накопления информации об износе деталей и изменении характера их сопряжений, необходимой для подготовки предстоящих ремонтов называется:

Ответ: 1) плановым осмотром; 2) ежесменным осмотром; 3) периодическим частичным осмотром; 4) периодическим полным осмотром.

122. Кто в рамках технического обслуживания оборудования выполняет плановый полный осмотр устройств ЧПУ?

Ответ: 1) станочник; 2) электроник; 3) электрик; 4) слесарь.

123. Кто в рамках технического обслуживания оборудования обеспечивает ежедневное поддержание чистоты оборудования?

Ответ: 1) станочник; 2) электроник; 3) электрик; 4) слесарь.

124. Операция планового технического обслуживания, осуществляемая для создания при запуске оборудования нормальных условий смазывания трущихся поверхностей взаимно перемещающихся деталей и поддержания таких условий на протяжении всей смены для предотвращения их ускоренного изнашивания называется:

Ответ: 1) пополнением смазочных материалов; 2) периодическим смазыванием; 3) ежедневным смазыванием.

125. Операция планового технического обслуживания бездействующего оборудования, осуществляемая с целью защиты его от коррозии во время бездействия называется:

Ответ: 1) консервацией; 2) периодическим смазыванием; 3) ежедневным смазыванием.

126. Ремонт, предусмотренный Типовой системой и выполняемый через установленное нормами этой системы число часов оперативного времени, отработанных оборудованием, или при достижении установленного нормами технического состояния называется:

Ответ: 1) неплановым; 2) плановым; 3) текущим; 4) средним.

127. Ремонт, выполняемый для обеспечения или восстановления работоспособности оборудования и состоящий в замене и (или) восстановлении отдельных частей называется:

Ответ: 1) неплановым; 2) плановым; 3) текущим; 4) средним.

128. Ремонт, выполняемый для восстановления исправности и частичного восстановления ресурса оборудования с заменой или восстановлением составных частей ограниченной номенклатуры и контролем технического состояния составных частей, выполняемым в объёме, установленном в нормативно-технической документации называется:

Ответ: 1) неплановым; 2) плановым; 3) текущим; 4) средним.

129. Ремонт, выполняемый для восстановления исправности и полного или близкого к полному восстановлению ресурса изделия с заменой или восстановлением любых его частей, включая базовые называется:

Ответ: 1) капитальным; 2) плановым; 3) текущим; 4) средним.

130. Ремонт, вызванный дефектами конструкции или изготовления оборудования, дефектами ремонта и нарушением правил технической эксплуатации называется:

Ответ: 1) неплановым; 2) аварийным; 3) текущим; 4) средним.

131. В состав подразделений ЦРБ не входит:

Ответ: 1) станочный участок; 2) слесарный участок; 3) мастерская по ремонту электрооборудования и электронных систем; 4) инженерный участок.

132. Коэффициент загрузки станков ЦРБ составляет:

Ответ: 1) 0,2...0,5; 2) 0,8...0,9; 3) 0,58...0,65.

133. Число слесарей ЦРБ составляет от численности станочников:

Ответ: 1) 60...100 %; 2) 30...40 %; 3) 40...50 %.

134. Среднее количество стружки от массы заготовок из проката составляет:

Ответ: 1) 20 %; 2) 15 %; 3) 30 %.

135. В станках для удаления стружки из станины применяют следующие типы конвейеров:

Ответ: 1) скребковые; 2) ленточные; 3) винтовые; 4) роликовые.

136. Стружку, образующуюся на площади 1000-2000 м² в количестве до 300 кг/ч от отдельно стоящих станков, целесообразно убирать с помощью:

Ответ: 1) специальной тары и безрельсового транспорта; 2) линейных конвейеров; 3) транспортных систем, состоящих из линейных и магистральных конвейеров.

137. Проходные тоннели в которых располагаются магистральные конвейеры должны быть высотой не менее:

Ответ: 1) 2,75; 2) 2,25 м; 3) 1,5 м.

138. Цеховое отделение сбора и переработки стружки целесообразно размещать:

Ответ: 1) у внутренней стены здания; 2) вблизи от выезда из цеха; 3) у наружной стены здания.

139. Концентраты синтетических и полусинтетических СОЖ в своём составе содержат следующее количество воды:

Ответ: 1) 25-50 %; 2) 15-20 %; 3) 50-60 %.

140. Потери рабочего давления в воздухопроводе на пути от компрессора до потребителя не должны превышать:

Ответ: 1) 15-20 %; 2) 5... 10 %; 3) 10-15 %.

8 СИСТЕМА КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ИЗДЕЛИЙ

141. Операции, необходимые для определения параметров качества изготавливаемых изделий, обеспечивающие выпуск годной продукции и получения информации о ходе технологического процесса называются:

Ответ: 1) подготовительно-заключительными; 2) технологическими; 3) контрольными.

142. Проверка изделий на соответствие чертежам и техническим требованиям; выдача информации по результатам контроля качества изделий; хранение информации об изготавливаемых изделиях; проведение настройки контрольно-измерительных устройств и выполнение правил их эксплуатации является предназначением системы:

Ответ: 1) контроля качества изделий; 2) контроля технологической дисциплины; 3) технологического обеспечения производства.

143. В цехах, в зависимости от решаемой задачи, может быть организован контроль качества изделий следующих видов:

Ответ: 1) приёмочный; 2) профилактический; 3) прогнозирующий; 4) активный; 5) пассивный.

144. В цехах, в зависимости от взаимодействия с изделием, может быть организован контроль качества изделий следующих видов:

Ответ: 1) приёмочный; 2) профилактический; 3) прогнозирующий; 4) активный; 5) пассивный.

145. В цехах, в зависимости от вида измерительной информации, может быть организован контроль качества изделий следующих видов:

Ответ: 1) параметрический; 2) функциональный; 3) прогнозирующий; 4) активный; 5) пассивный.

146. В цехах, в зависимости от конструктивного решения, может быть организован контроль качества изделий следующих видов:

Ответ: 1) параметрический; 2) функциональный; 3) внутренний; 4) внешний; 5) пассивный.

147. В цехах, в зависимости от реализации во времени, может быть организован контроль качества изделий следующих видов:

Ответ: 1) непрерывный; 2) функциональный; 3) внутренний; 4) внешний; 5) периодический.

148. Принцип выполнения контрольных операций и тип контрольного устройства выбирают в зависимости от:

Ответ: 1) веса изготавливаемых изделий; 2) точности изготавливаемых изделий; 3) формы и размеров изготавливаемых изделий; 4) программы выпуска изготавливаемых изделий.

149. Допустимая погрешность метода измерения обычно составляет не более:

Ответ: 1) $1/4-1/5$ допуска контролируемого размера; 2) $1/2-1/3$ допуска контролируемого размера; 3) $1/6-1/7$ допуска контролируемого размера.

150. Контроль качества изделий может быть организован:

Ответ: 1) только непосредственно у станка; 2) непосредственно у станка и на специальных контрольных пунктах или в отделениях; 3) непосредственно у станка и на специальных контрольных пунктах.

151. Контроль у станка может быть осуществлён:

Ответ: 1) только непосредственно на технологическом оборудовании; 2) только около технологического оборудования; 3) непосредственно на технологическом оборудовании или около него.

152. Выполнение данного вида контроля в большинстве случаев не сказывается на продолжительности производственного цикла:

Ответ: 1) пассивного внешнего контроля; 2) активного внешнего контроля; 3) пассивного внутреннего контроля.

153. Контроль качества изделий на контрольных пунктах или отделениях осуществляется при необходимости применения:

Ответ: 1) активного внутреннего контроля; 2) разнообразных или крупногабаритных средств контроля; 3) средств контроля для высокоточных измерений.

154. По стадиям производственного процесса в цехе контроль можно подразделить на:

Ответ: 1) предварительный; 2) входной; 3) промежуточный; 4) окончательный.

155. В формуле для определения численности контролёров коэффициент сложности деталей принимается равным:

Ответ: 1) 0,9...1,1; 2) 0,7...0,8; 3) 0,5...0,6.

156. В формуле для определения численности контролёров коэффициент точности деталей принимается равным:

Ответ: 1) 0,9...1,1; 2) 0,9...1,5; 3) 0,5...0,6.

157. В формуле для определения численности контролёров коэффициент вида контроля при приемке принимается равным:

Ответ: 1) 0,6; 2) 0,9; 3) 1,0.

158. В формуле для определения численности контролёров коэффициент вида контроля при контроле повторно на контрольном посту, принимается равным:

Ответ: 1) 0,6; 2) 0,9; 3) 1,0.

159. В поточном производстве КП целесообразно размещать:

Ответ: 1) в начале автоматических линий; 2) в конце автоматических линий; 3) в середине автоматических линий.

160. При создании в механическом цехе КПП и ремонта калибров с кладовой обменного фонда, их площадь рассчитывается из условия на один станок:

Ответ: 1) 0,10-0,20 м²; 2) 0,18-0,30 м²; 3) 0,30-0,40 м².

9 СИСТЕМА ОХРАНЫ ТРУДА

161. Идентификация и защита человека от опасных и вредных производственных факторов называется:

Ответ: 1) охраной труда; 2) техникой безопасности; 3) производственной санитарией.

162. Система законодательных актов, социально-экономических, организационных, технических, гигиенических и лечебно-профилактических мероприятий и средств, обеспечивающих безопасность, сохранение здоровья и работоспособности человека в процессе труда называется:

Ответ: 1) охраной труда; 2) техникой безопасности; 3) производственной санитарией.

163. Система организационных мероприятий и технических средств, предотвращающих воздействие на работающих опасных производственных факторов называется:

Ответ: 1) охраной труда; 2) техникой безопасности; 3) производственной санитарией.

164. Система мероприятий и средств, уменьшающих или предотвращающих воздействие на работающих вредных производственных факторов называется:

Ответ: 1) охраной труда; 2) техникой безопасности; 3) производственной санитарией.

165. Служба охраны труда на предприятии подчиняется непосредственно:

Ответ: 1) главному инженеру; 2) инженеру по охране труда; 3) руководителю предприятия.

166. Для предотвращения опасного соприкосновения персонала с движущимися элементами станка и режущим инструментом, движущимися элементами ПР, транспортирующих и других устройств используют:

Ответ: 1) информационные таблички; 2) защитные устройства; 3) предохранительные устройства.

167. Защитные устройства подразделяют на:

Ответ: 1) подвесные; 2) стационарные; 3) подвижные; 4) переносные.

168. Для ограждения зоны вокруг станков, на которых выполняется скоростная обработка, используют следующие защитные устройства:

Ответ: 1) переносные; 2) стационарные; 3) подвижные.

169. Данные защитные устройства снимают только во время ремонта и при техническом обслуживании оборудования:

Ответ: 1) переносные; 2) стационарные; 3) подвижные.

170. Данные защитные устройства являются элементами оборудования и используются для ограждения зоны обработки или защиты персонала от стружки и СОЖ:

Ответ: 1) переносные; 2) стационарные; 3) подвижные.

171. Ограничители хода бывают:

Ответ: 1) предельными; 2) размерными; 3) конечными.

172. Предельные ограничители хода устанавливают так, чтобы движущие части оборудования или само оборудование не доходили до опасного конечного положения на:

Ответ: 1) 6-7 мм; 2) 1-2 мм; 3) 3-5 мм.

173. В качестве ограничителей хода применяют следующие системы:

Ответ: 1) механические; 2) электрические; 3) электромеханические; 4) электрогидравлические.

174. По назначению сигнализацию подразделяют на:

Ответ: 1) оперативную; 2) предупредительную; 3) опознавательную; 4) акустическую; 5) визуальную.

175. По воздействию на органы чувств человека сигнализацию подразделяют на:

Ответ: 1) оперативную; 2) предупредительную; 3) опознавательную; 4) акустическую; 5) визуальную.

176. Наиболее опасным для человека является следующий вид электрического тока:

Ответ: 1) переменный ток низкой частоты; 2) переменный ток высокой частоты; 3) постоянный ток.

177. Освещённость на рабочих поверхностях станков класса Н и П при освещении люминесцентными лампами должна быть не ниже:

Ответ: 1) 250 лк; 2) 200 лк; 3) 300 лк.

178. Рекомендуемая высота ограждения от уровня пола при условии, что расстояние от исполнительного устройства ПР до ограждения составляет не менее 800 мм составляет:

Ответ: 1) 1500 мм; 2) 1400 мм; 3) 1300 мм.

179. Освещённость пульта управления РТК или ГПС должна быть не менее:

Ответ: 1) 400 лк; 2) 500 лк; 3) 600 лк.

180. РТК, ГПС и автоматические линии большой протяжённости оснащаются дополнительными органами аварийного отключения, расположенными друг от друга на расстоянии:

Ответ: 1) 3 м; 2) 4 м; 3) 5 м.

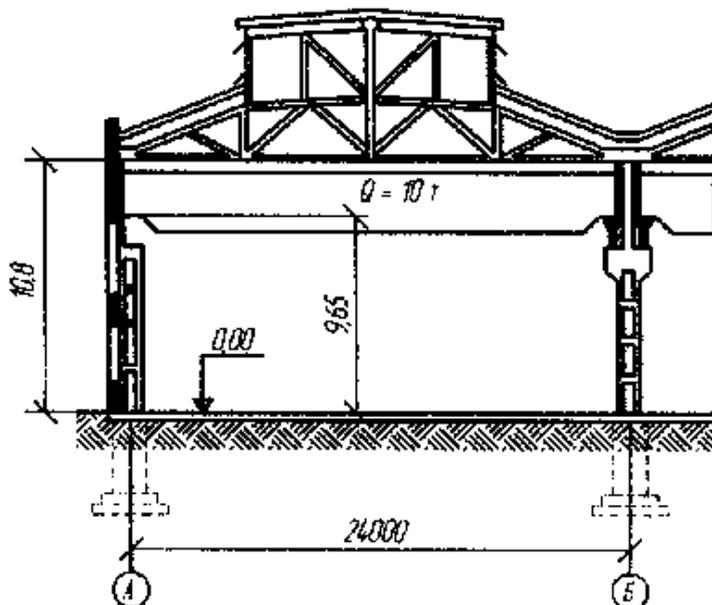
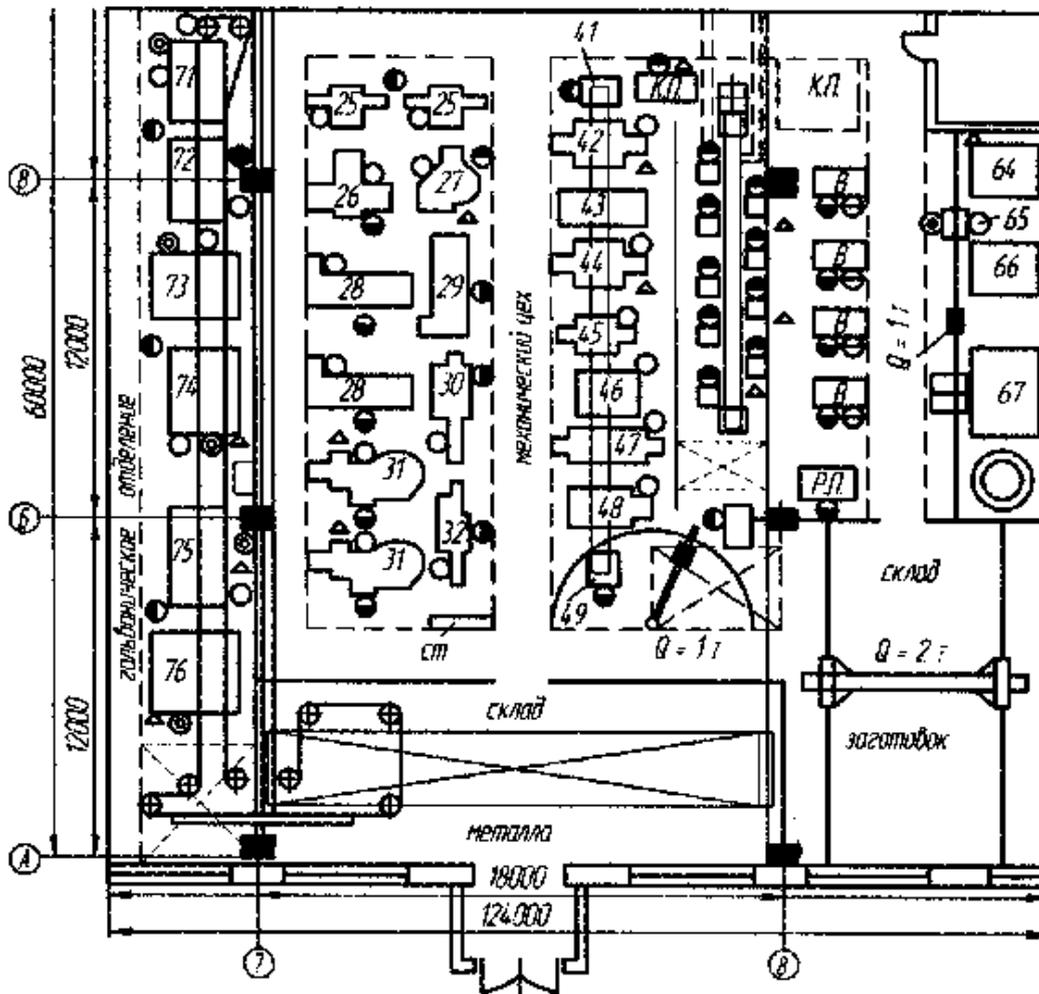
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вороненко, В.П. Проектирование машиностроительного производства [Текст] Учебник/ В.П. Вороненко, Ю.М. Соломенцев, А.Г. Схиртладзе. - М.: Дрофа, 2006. - 383 с.
2. Вороненко, В.П. Проектирование автоматизированных участков и цехов [Текст] Учебник/ В.П. Вороненко, В.А. Егоров, М.Г. Косов [и др.]. - М.: Машиностроение, 1992. - 272 с.
3. Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий машиностроения, приборостроения и металлообработки. Механообрабатывающие и сборочные цехи. ОНТП-14-86-Гипростанок. – М.: ВНИИТЭМР, 1987. - 97 с.
4. Проектирование машиностроительных производств: [текст]: учеб. пособие/ В.М. Балашов, В.В. Мешков, А. Г. Схиртладзе. - Старый Оскол: ТНТ, 2016.- 200 с.

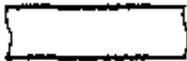
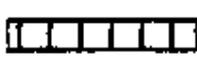
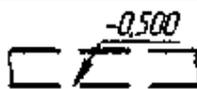
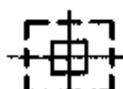
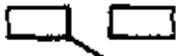
ПРИЛОЖЕНИЯ

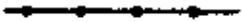
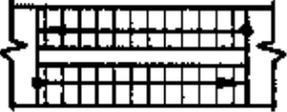
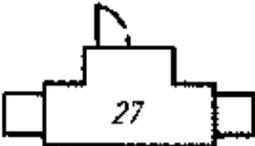
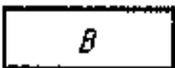
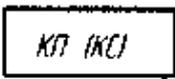
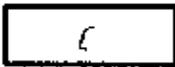
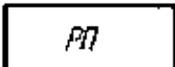
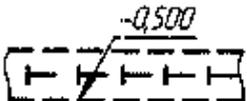
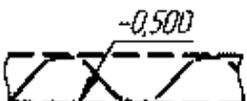
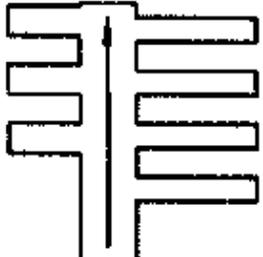
Приложение 1

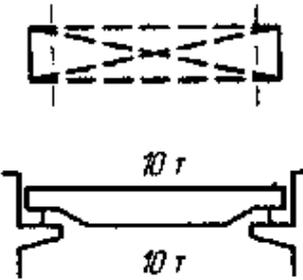
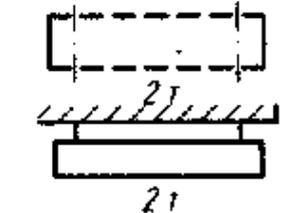
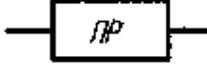
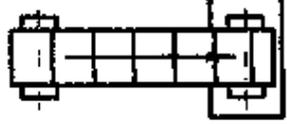
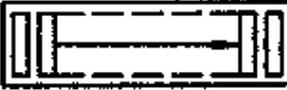
Пример (фрагмент) планировки оборудования цеха и поперечного разреза по пролету

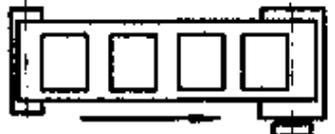
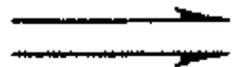
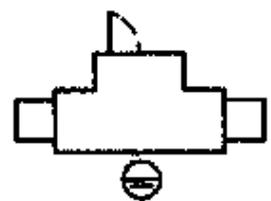
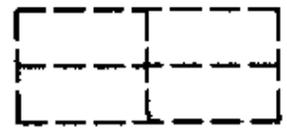


Условные графические обозначения

Наименование	
1	2
1. Строительные элементы	
Стена (допускается бледно затушёвывать)	
Перегородка	
Перегородка сетчатая	
Перегородка из светопрозрачных материалов (стеклоблоков)	
Капитальная стена, сплошная перегородка на компоновочных планах	
Лёгкие перегородки всех видов на компоновочных планах	
Проём оконный	
Канал подпольный	
Колонна с фундаментом	
Колонна здания на компоновочных планах	
Ворота, дверь, проём на компоновочных планах	
Дверь (ворота) однопольная, левая	
Дверь (ворота) двупольная	
Дверь (ворота) откатная, двупольная	

1	2
Ограждение площадок, барьеры	
Лестница в плане, верхний марш	
2. Технологическое оборудование	
Оборудование (с номером по плану)	
Верстак	
Контрольная плита (контрольный стол)	
Рабочий стол	
Разметочная плита	
Стеллаж	
Скребокый транспортёр для удаления стружки	
Шнековый транспортёр для удаления стружки	
Автоматическая линия	

1	2
3. Подъёмно-транспортное оборудование	
Путь подкрановый — монорельс	+ - - - - -
Кран мостовой на плане Кран мостовой на разрезе	
Кран подвесной на плане Кран подвесной на разрезе	
Кран поворотный	
Электротельфер на монорельсе	
Манипулятор	
Промышленный робот	
Автоматизированная транспортная тележка	
Конвейер пластинчатый	
Конвейер роликовый	

1	2
Конвейер тележечный	
Скат, склиз, желоб	
4. Места обслуживающего персонала	
Место обслуживающего персонала у станка	
Место обслуживающего персонала при двух-стороннем обслуживании	
Место обслуживающего персонала при многостаночном обслуживании	
Место обслуживающего персонала	
Границы участков	
Место хранения, складирования деталей и заготовок	
Проходы, проезды (допускается загущёвывать сплошную или точками)	

Гриценко Вячеслав Владимирович

ПРОЕКТИРОВАНИЕ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

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

Подписано в печать 07.02.22. Формат 84×108/16.
Усл. печ. л. 6,06. Тираж 10 экз. Заказ 221800. Рег. № 1.

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