

Федеральное агентство по образованию

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

МАШИНОСТРОЕНИЕ В ПОЛИТЕХНИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ
Приоритетный национальный проект «Образование»

Инновационная образовательная программа
Санкт-Петербургского государственного политехнического университета

С.Н. Степанов С.Б. Тарасов С.А.Любомудров

Проектирование участков и цехов

Учебное пособие

Санкт-Петербург
Издательство Политехнического университета
2008

УДК 629.114.6 (075.8)
ББК 39.33 я 73
С 794

Рецензенты:

Кандидат технических наук, технический директор ООО «Микромех» Л.Я.Горохов
Доктор технических наук, профессор СПбГПУ М.М. Радкевич

Степанов С.Н., Тарасов С.Б., Любомудров С.А. Проектирование участков и цехов - СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2008- 133с. (Машиностроение в политехническом университете).

ISBN 978-5-7422-1774-9

Пособие соответствует Государственным образовательным стандартам по направлению подготовки дипломированного специалиста 150400.62 – «Технологические машины и оборудование» и для направления подготовки бакалавров и магистров 150900.62 – «Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств».

Рассмотрены общие вопросы по проектированию машиностроительных заводов. Приведены сведения по проектированию механических цехов: основные положения, классификация, производственная программа и трудоемкость обработки. Также рассмотрены вопросы проектирования вспомогательных производств.

Рассмотрены основные положения по проектированию основных производственных и вспомогательных цехов механосборочного производства.

Предназначено для студентов механико-машиностроительного, энергомашиностроительного, электромеханического факультетов, изучающих дисциплину «Проектирование участков и цехов» и «Технология машиностроения».

Табл. 12. Ил. 24. Библиогр.: 9 назв.

Работа выполнена в рамках реализации Инновационной образовательной программы Санкт-Петербургского государственного политехнического университета «Развитие политехнической системы подготовки кадров в инновационной среде науки и высокотехнологичных производств».

Северо-Западного региона России

Печатается по решению редакционно-издательского совета Санкт-Петербургского государственного политехнического университета.

© Степанов С.Н., Тарасов С.Б.,
Любомудров С.А., 2008

© Санкт-Петербургский государственный
политехнический университет, 2008

ISBN 978-5-7422-1778-7

Введение

С 1918 года в нашей стране построено около 50 тысяч крупных машиностроительных заводов и других промышленных предприятий, из них более половины в России.

Проектирование является первым и основным этапом капитального строительства, обеспечивающим создание новых и реконструкцию действующих заводов.

Главными и решающими подразделениями каждого машиностроительного завода являются его цехи. От качества их работы зависит эффективность всей производственной деятельности завода в целом.

В связи с этим проекты отдельных цехов представляют собой не только важную, но часто и вполне самостоятельную часть проекта всего завода. Кроме этого, следует учесть, что каждый отдельный цех обычно имеет свои специфические, только ему присущие особенности. Поэтому изучение основ проектирования цехов, является целью настоящего курса, имеет вполне самостоятельную и важную задачу. Вместе с тем, было бы ошибочно полностью отрывать вопросы проектирования цехов от вопросов комплексного проектирования заводов.

Проектирование производственных объектов является сложным и трудоемким процессом, в ходе которого решается много разнообразных вопросов технического, организационного и экономического характера. Основная цель проектирования – разработка наиболее экономических проектов заводов и цехов, соответствующих мировому уровню технически и обеспечивающих выпуск высококачественной продукции при наиболее благоприятных условиях труда для всех работников.

Курс "Проектирование участков и цехов" является профилирующим и завершающим в цикле технологических дисциплин по специальности 120100 "Технология машиностроения. Его цель - изложить основы современных методов проектирования механосбороч-

ных, вспомогательных цехов и других подразделений машиностроительного завода.

Учебным планом предусмотрены лекционные часы для изучения только наиболее сложных вопросов и методических указаний по курсу и курсовой работе, поэтому предусматривается самостоятельная работа студентов над литературой.

Важнейшая часть проекта машиностроительного цеха - технологическая, поэтому студент должен знать основные вопросы, разрабатываемые при проектировании цехов, расчетные формулы для определения потребного количества технологического и вспомогательного оборудования, состав и количество производственных и вспомогательных рабочих, потребных площадей, условия для выбора вида и параметров транспортных устройств, типа и конструкции зданий и сооружений.

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ МАШИНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ ЗАВОДОВ

1.1 Задание на проектирование

Проектирование поводится на основании «Задания на проектирование», которое составляется министерством, ведомством или самим предприятием – заказчиком при участии проектных организаций.

В задании на проектирование указываются следующие данные:

1. наименование проектируемого предприятия;
2. основание для проектирования (постановление министерства, ведомства);
3. район, пункт и площадка строительства;
4. номенклатура продукции и мощность производства по основным видам;
5. намечаемый режим работы предприятия, его специализация, производственное и хозяйственное кооперирование;
6. основные технологические процессы и оборудование, а также необходимость разработки автоматизированных систем управления производством;
7. основные источники обеспечения предприятия как в период строительства, так и, особенно, при его эксплуатации сырьем, водой, теплом, газом, электроэнергией, а также условия по очистке и сбросу сточных вод;
8. намечаемые сроки строительства, порядок его осуществления и ввода мощностей по очередям, а также предложения по расширению всего предприятия;

9. данные для проектирования объектов жилищного культурно-бытового строительства (пример Авто ВАЗ);

10. намечаемый размер капитальных вложений и основные технико-экономические показатели;

11. требование к разработке вариантов технологического, а также стадийность проектирования;

12. наименование генеральной проектной и строительной организации.

Принятию решений о строительстве крупных и сложных объектов, а также о выборе площадок и составлении заданий на их проектирование должна предшествовать разработка технико-экономических обоснований о целесообразности.

Технико-экономические обоснования разрабатываются отраслевыми проектными институтами и включает в себя следующие основные данные:

1. обоснование производственной мощности проектируемого объекта и пункта его строительства;

2. обоснование целесообразности нового строительства в составлении с возможностью расширения или реконструкции действующих аналогичных предприятий;

3. обоснование возможного кооперирования основных и вспомогательных производств, энергоснабжения, теплоснабжения, канализации и транспорта с другими предприятиями;

4. обоснование объединения возможного проектируемого объекта в единый промышленный узел;

5. основные технико-экономические (предварительные) показатели проектируемого объекта и примерная стоимость строительства.

Оптимальной считается такая производственная мощность предприятия, при которой в процессе его эксплуатации могут наиболее полно использоваться современное и прогрессивное оборудование и выделенные заводу производственные площади.

При проектировании новых заводов и цехов необходимо учитывать развитие в данном промышленном районе централизованных производств нормального инструмента, пресс-форм, штампов, приспособлений, средств механизации, запчастей, тары, ремонтных заводов и на этой основе соответственно сокращать размеры инструментальных, ремонтных и деревообрабатывающих цехов вновь строящихся машиностроительных заводов.

1.2 Стадии проектирования

Проектирование заводов и цехов может осуществляться или в две стадии (технический проект и рабочие чертежи) или в одну стадию (техно-рабочий проект), т.е. технический проект, совмещенный с рабочими чертежами.

В техническом проекте должны быть решены следующие основные вопросы:

1. Обеспечение производства исходным сырьем, материалами, энергией, водой и другими ресурсами.
2. Создание рациональных транспортных потоков сырья и готовой продукции.
3. Специализация и кооперирование производства, а также связь нового предприятия с другими отраслями.
4. Широкое использование прогрессивных технологических процессов для изготовления основных изделий, обеспечивающих высокую производительность труда.

5. Обеспечение кадрами.
6. Использование территории, отведенной под застройку, и выбор оптимального варианта генерального плана.
7. Объемно-планировочные архитектурные и конструкционные решения основных зданий и сооружений.
8. Обеспечение жилищно-бытовых условий работающих.
9. Организация строительства и продолжительность его осуществления.
10. Стоимость строительства.
11. Разработки основных технико-экономических показателей работы нового предприятия, включая производительность труда, себестоимость продукции, рентабельность производства, уровень механизации и автоматизации, энерговооруженность, экономическую эффективность капитальных вложений и др.

Технический проект состоит из: - общей пояснительной записки с кратким изложением содержания проекта и сопоставлением возможных вариантов, на основании которых приняты проектные решения;

- технико-экономическая часть;
- генеральный план и транспорт;
- технологическая часть, включая разделы «Автоматизация технологических процессов», «Механизация и автоматизация транспортных операций и погрузочно-разгрузочных работ»;
- организация труда и система управления производством;
- строительная часть;
- сметная часть;
- жилищно-гражданское строительство.

Строительные и монтажные работы, установка оборудования и устройство коммуникаций предприятия, а также изготовление нестандартных оборудования, приспособлений и инструментов выполняются по рабочим чертежам, которые разрабатывают на основе утвержденного технического проекта.

Рабочие чертежи разрабатывают по всем частям проекта: архитектурно-строительной, санитарно-технической, энергетической, технологической, транспортной и по генеральному плану. К технологическим относятся следующие рабочие чертежи:

а) монтажные планы и разрезы цеха с нанесенными промышленными проводками и сооружениями, с расположением и привязкой всего оборудования к осям зданий;

б) чертежи транспортных устройств и средств комплексной механизации производственных процессов, отдельных транспортных устройств, конвейеров, транспортеров, манипуляторов, технологических трубопроводов, средств уборки и переработки стружки и обрезков, нестандартного оборудования.

В техно-рабочем проекте приводятся только те чертежи и данные, которых нет в типовых и применяемых повторно единичных проектах.

В состав техно-рабочего проекта, кроме рабочих чертежей, должны быть следующие материалы:

а) пояснительная записка с технико-экономическими показателями и другими данными, полученными на основе привязки типовых и повторно применяемых проектов;

б) схема генерального плана предприятия;

в) перечень используемых типовых и повторно применяемых проектов, изменения и дополнения к ним в связи с привязкой их к местным условиям;

г) сводная смета.

1.3 Генеральный план и заводской транспорт

Генеральный план завода – это чертеж, на котором нанесено расположение всех его зданий и сооружений, рельсовых и безрельсовых дорог, подземных и надземных сетей, увязанных с рельефами благоустройством территории (рис 1.1).

В проекте генерального плана должно быть найдено наиболее рациональное решение горизонтального и вертикального расположения зданий и сооружений.

Производственная деятельность завода осуществляется входящими в его состав цехами, службами, подразделениями и хозяйствами.

Цехи подразделяются на производственные, вспомогательные и обслуживающие. В свою очередь, производственные делятся на основные и подсобные.

Основными производственными цехами называются цехи, в которых выполняются обработка и сборка деталей, сборочных единиц и изделий, составляющих основную производственную программу предприятия. Эти цехи подразделяются на заготовительные, обрабатывающие и сборочные.

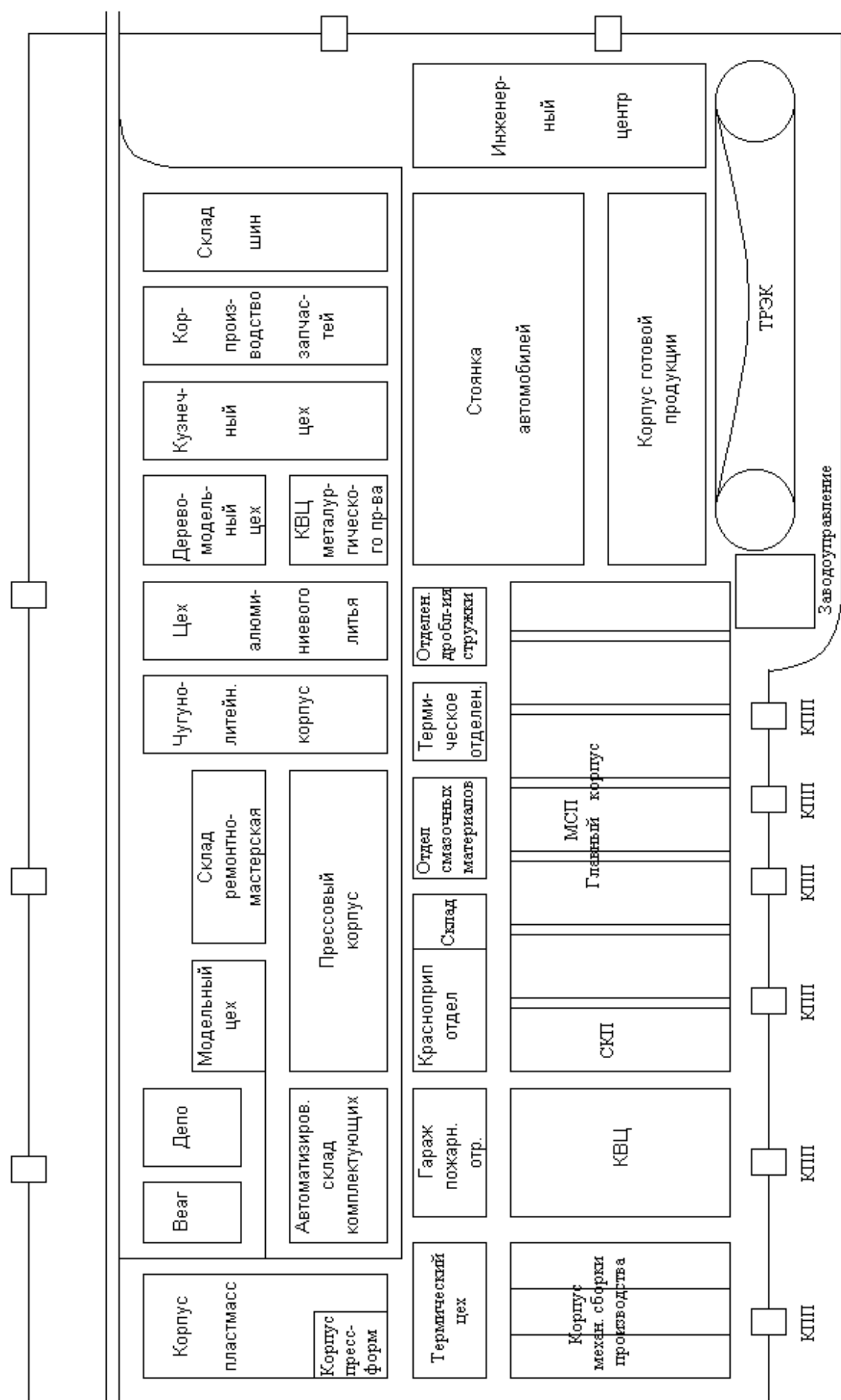


Рис. 1.1 Генеральный план автомобильного завода

Заготовительные: раскройно-заготовительные (правка, резка, зацентровка, обдирка сортового металла, раскрой листового материала); литейные (чугунолитейные, сталелитейные, цветного литья, специальных методов литья); кузнечные (кузнечно-штамповочные, кузнечно-прессовые).

Обрабатывающие: механические, термические, прессовые (холодной штамповки), котельно-сварочные, металлических конструкций, металлопокрытий, окрасочные, деревообрабатывающие и др.

Сборочные: сварочно-сборочные, узловые и общей сборки, испытательные станции и цехи.

Подсобные производные цехи обеспечивают выпуск готовых изделий основными цехами (тарные, картонажные цехи).

Вспомогательными называются цехи, обеспечивающие нормальную работу основных производственных цехов или завода в целом. К ним относятся: инструментальные, ремонтно-механические, ремонтно-строительные, электроремонтные, экспериментальные, модельные, абразивные.

Особую группу вспомогательных цехов образуют энергетические заводские установки: электро- и теплоэлектростанции, котельные, компрессорные, кислородные и ацетиленовые станции, электросети, газо -, паро-, воздухо- и нефтебензопроводы.

К **обслуживающим** относятся цехи и устройства, выполняющие функции хозяйственного и частично технического обслуживания завода: транспортные цехи, склады, лаборатории, амбулатории, столовые, пожарная охрана, учебная часть, электронно-вычислительные и машинно-счетные станции.

Компоновка генерального плана начинается с зонирования территории завода, т.е. с размещения комплексов цехов, объединенных специфическими условиями по отдельным зонам.

Транспорт. Важной задачей при проектировании машиностроительного завода является выбор соответствующих видов транспорта. По назначению перевозок заводской транспорт подразделяется на внешний и внутризаводской. Внутризаводской делят на междеховой и внутрицеховой.

Внешний транспорт завода проектируют с учетом схемы районной планировки при максимальном кооперировании транспортных сооружений и средств другими предприятиями.

При проектировании внутризаводского транспорта целесообразно предусматривать единый транспортный процесс с перемещением материалов, заготовок и изделий из складов к местам обработки и сборки одним видом транспорта, исключая перегрузку с междехового на внутрицеховой.

Выбор типа и расчет количества единиц междехового транспорта производится в зависимости от величины грузооборота, расстояния между цехами и вида перемещаемых грузов.

2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ ЦЕХОВ

2.1 Основные положения по проектированию и организации механосборочного производства

Главной задачей при проектировании и реконструкции как механических, так и всех других производственных цехов является обеспечение того, чтобы ко времени ввода в действие они оказались технически передовыми, имели высокие показатели по производительности труда, себестоимости и качеству продукции и отвечали современным требованиям по условиям труда.

При проектировании технологических процессов изготовления машин за основные технические и организационные направления принимаются:

1. повышение производительности труда, рентабельности производства;
2. интенсификация технологических процессов;
3. широкое развитие поточных методов организации производства, механизация и автоматизация производственных процессов не только в массовом, но и во всех других типах производств;
4. повышение качества обработки деталей и сборки машин.

Повышение производительности труда и рентабельности механосборочного производства достигается, в частности, уменьшением объемов механической обработки на основе применения качественных и точных заготовок, полученных прогрессивными методами (литье по выплавляемым моделям, под давлением, в кокиль, в вакууме, литье во вращающиеся формы). При использовании заготовок кузнечно-штамповочного производства увеличение доли заготовок, получаемых методами горячей штамповки (теплой), точной объемной

штамповкой, штамповкой с применением периодического проката, высадкой повышенной точности и др.

Расширение объема производства точных и качественных заготовок требует повышение серийности (дорогая оснастка), для чего необходима дальнейшая стандартизация, унификация и нормализация изделий, узлов и деталей.

Интенсификация технологических процессов достигается путем:

а) рационального построения операций обработки и сборки (многоместная обработка, совмещение основного и вспомогательного времени);

б) применение новых высокопроизводительных методов обработки и сборки (тонкое точение) и новых высокопроизводительных станков (агрегатных, многопозиционных и др.) с ЧПУ;

в) применение инструментов из высококачественных материалов (ИСМ, металлокерамика, эль-бор, алмазы);

г) расширение использования гидравлических, пневматических, гидропластовых и других быстродействующих приспособлений;

д) применение автоматизированного активного контроля деталей, адаптивных систем;

е) использование УСП и универсально-налаживаемых приспособлений (УНП) обеспечивают ускорение технологической подготовки производства и сокращение вспомогательного времени.

Развитие поточных методов механизации и автоматизации как в массовом и крупносерийном, так и в серийном и мелкосерийном производствах достигается применением переналаживаемых автоматических линий, линий для групповой обработки и сборки, а также предметно-замкнутых механизированных и автоматизированных участков.

Высокое качество обработки и сборки является одним из основных технологических факторов, обеспечивающих повышение качества изделий, их надежность и долговечность. Повышение точности обработки и сборки может быть достигнуто путем уменьшения производственных погрешностей (как уменьшить: оптимальный маршрут, правильные режимы резания, оборудование, инструмент, активный контроль, адаптивные системы и др.).

Организация механосборочных цехов зависит от конструктивных и технологических особенностей выпускаемых изделий, типа производства и годового выпуска изделий. В зависимости от этих факторов организуют либо самостоятельные механические и сборочные цехи, либо один механосборочный цех с двумя основными отделениями – механическим и сборочным, что является весьма распространенной формой организации такого производства.

Изделия, выпускаемые заводами, могут распределяться по цехам по узловому, технологическому и смешанному признаку.

При организации цехов по узловому признаку за каждым из них закрепляются все детали определенного узла или изделия и их сборка. При наличии нескольких механосборочных цехов на заводе предусматривается дополнительно цех общей сборки (ВАЗ).

При организации цехов по технологическому признаку детали различных машин и узлов группируются по технологически сходному процессу. Такая форма организации характерна для единичного и серийного производства, так как здесь обычно не удастся загрузить полностью оборудование деталями одного изделия (корпуса, валы, зубчатые колеса, лопасти и др.). Сборочный цех выделяется в самостоятельный цех, в который поступают детали из различных цехов и отделений.

Организация цехов по смешанному признаку обычно производится в серийном производстве при большой номенклатуре изделий. В этом случае для изготовления некоторых изделий организуются це-

хи по узловому признаку (цех редукторов, муфт), а для остальной части – по технологическому признаку.

2.2 Классификация механических цехов

К основным определяющим признакам механических цехов относятся: характер (тип) производства, количество установленных станков и наибольшая масса обрабатываемой детали.

В зависимости от производственной программы и вида продукции цехи подразделяются на следующие типы: единичного, мелкосерийного, серийного, крупносерийного и массового производства.

Показателями для определения типа производства служат такт выпуска изделий и коэффициент серийности.

Величина такта определяется по формуле:

$$\tau = \frac{60 \cdot \Phi_c}{D}, \text{ мин./шт.},$$

где Φ_c – действительный годовой фонд времени;

D – годовой выпуск деталей в штуках.

Коэффициент серийности характеризует количество различных операций, закрепленных за одним станком:

$$K_{сер} = \frac{\tau}{T_{ш}}$$

где $T_{ш}$ – среднее штучное время по операциям обработки детали.

Для массового производства $K_{сер} < 2$.

Для крупносерийного производства $K_{сер} = 2 \div 10$.

Для серийного производства $K_{сер} = 10 \div 20$.

Для мелкосерийного производства $K_{сер} > 20$.

На основании расчета такта и коэффициента серийности предварительно определяется тип производства. Следует иметь в виду, что в одном и том же цехе могут быть различные типы производств при изготовлении разных деталей.

По количеству установленных станков цехи делятся на мелкие, средние и крупные.

По максимальной массе обрабатываемых деталей цехи делятся на классы машиностроения: I – легкого, II – среднего, III – тяжелого и IV – особо тяжелого (см. табл.1).

Таблица 1

Класс	Максимальная масса заготовки, кг	Размер мех. цеха по количеству станков, шт.
I	До 100	Малый: до 150 шт. Средний: 150 – 300 шт. Крупный: свыше 300 шт.
II	До 2000	Малый: до 125 шт. Средний: 125 – 250 шт. Крупный: свыше 250 шт.
III	До 30000	Малый: до 75 шт. Средний: 75 – 125 шт. Крупный: свыше 125 шт.
IV	Свыше 30000	Малый: до 40 шт. Средний: 40 – 75 шт. Крупный: свыше 75 шт.

2.3 Производственная программа цеха

Основой для проектирования цеха является его производственная программа, составленная исходя из производственной программы завода. В зависимости от типа производства, характера выпускаемой продукции и стадии проектирования производственная программа (пп) может быть точной, приведенной и условной.

Для массового и крупносерийного производства программа представляет собой ведомость, включающую полный перечень деталей, подлежащих обработке в данном цехе, с указанием их количества, материала и массы. При наличии этих данных, а также чертежей обрабатываемых деталей и технических требований к ним, производственная программа является точной. Проектирование цеха по такой программе базируется на разработке технологических процессов обработки всех составляющих программу деталей.

Для единичного, мелкосерийного и серийного производства программа составляется в виде перечня изготавливаемых на заводе изделий или узлов с указанием количества и массы тех деталей, которые обрабатываются в данном цехе. При этом подетальная ведомость составляется только для типового изделия. Все остальные изделия, входящие в программу, приводятся к типовому. Такая программа является приведенной.

При проектировании цехов для обработки деталей изделий, конструкции которых еще не разработаны и точная номенклатура не известна, выбираются условные представители, по которым можно с достаточным приближением получить необходимые исходные данные. По принятым условным представителям и ведется проектирование. В этом случае программа является *условной*.

2.4 Разработка технологических процессов

Исходные данные:

1. Чертеж обрабатываемой детали.
2. Эскиз заготовки.
3. Количество штук в партии.
4. Нужны нормативные данные.

Порядок разработки технологических процессов:

1. Определение структуры, т.е. разбивка на операции, позиции, переходы.
2. Выбор технологического оборудования, режущего и мерительного инструмента.
3. Расчет по режимам резания, по базированию и по обеспечению точности. Рассматриваются несколько техпроцессов и рассматривается их экономическая эффективность.
4. Определяется квалификация рабочего.
5. Нормирование.
6. Оформление технологических документов.

Тех. документация:

1. Маршрутная тех. карта. Составляется на деталь. В ней записывается пооперационная разбивка процесса, цех, участок, квалификация рабочего, оборудование, полная обработка деталей, норма времени на операцию.

2. Операционная карта. Составляется на операцию. Разбивка попереходная. Снабжается операционным эскизом. Режимы резания, оборудование, режущий и мерительный инструмент, t_o , $t_{вс}$.

3. Операционный эскиз. Чертеж детали с указанием размеров, установка и базирование.

4. Карта технического контроля. Указывается контролируемый размер, средство контроля T_o , $T_{вс}$.

2.5 Определение трудоемкости механической обработки

При проектировании механических цехов трудоемкость обработки деталей определяется следующими методами: по технологическому процессу; методом сравнения; по заводским нормам или материалам ранее выполненных проектов; по технико-экономическим показателям; по типовым нормам.

По технологическому процессу трудоемкость обработки детали определяется путем расчета норм времени на каждую операцию.

Норма времени для массового производства:

$$T_{ш} = T_o + T_g + T_{обс} + T_{отд} ;$$

для единичного и серийного производства:

$$T_{ш.к} = T_{ш} + \frac{T_{н.з}}{n} ,$$

где $T_{ш}$ – штучное время в минутах;

$T_{ш.к}$ – штучно- калькуляционное время в минутах;

T_o – основное машинное время;

$T_{в}$ – вспомогательное время;

$T_{\text{обс}}$ – время на обслуживание рабочего места;

$T_{\text{отд}}$ – время для перерыва на отдых;

$T_{\text{п.з}}$ – подготовительно-заключительное время;

n – число деталей в партии.

T_o – основное время, затрачиваемое на изменение размеров, формы, шероховатости поверхности.

$$T_o = \frac{l \cdot i}{V_s},$$

где l – расчетная длина;

i – число проходов;

V_s – скорость движения подачи: $V_s = n \cdot S_0$.

T_v – вспомогательное время – это время на необходимые приемы, обеспечивающие T_o (подача заготовки, измерение, инструмент). Определяется по нормативам и может составлять до 20 – 30 % штучного времени.

$T_{\text{обс}}$ – время на обслуживание рабочего места. Уборка, смазка станка, уборка стружки, подналадка станка. Определяется по нормативам. Обычно составляет 4 – 8 % от времени на операцию.

$T_{\text{отд}}$ – время перерывов на отдых $\approx 2,5$ % от оперативного времени.

$T_{\text{п.з}}$ – это время, которое затрачивается на всю партию заготовок до их механической обработки (ознакомление с чертежом, настройка оборудования, получение материалов, сдача изготовленных деталей и др.). Определяется по нормативам.

Определив нормы времени на каждую операцию тех. процесса, можно определить трудоемкость обработки всей детали:

$$T_{\partial} = \sum T_{и} \quad \text{или} \quad T_{\partial} = \sum T_{и.к}.$$

Трудоемкость обработки изделия $T_{и}$:

$$T_{и} = T_{\partial 1} \cdot n_1 + T_{\partial 2} \cdot n_2 + \dots + T_{\partial n} \cdot n_n.$$

Определение трудоемкости детали методом сравнения применяется при проектировании механических цехов по приведенной программе:

$$T_x = T \cdot K_o,$$

T_x – трудоемкость обработки приводимой детали;

T – известная трудоемкость детали представителя;

K_o – общий коэффициент приведения.

При проектировании цехов единичного и мелкосерийного производства этот метод чаще всего применяется в упрощенном виде, когда при сравнении трудоемкостей учитываются только различия деталей по массе

$$\frac{T_1}{T_2} = \sqrt[3]{\left(\frac{Q_1}{Q_2}\right)^2},$$

где T_1 – искомая трудоемкость обработки первой детали;

T_2 – известная трудоемкость второй детали;

Q_1 – масса первой детали;

Q_2 – масса второй детали.

Метод упрощенного определения трудоемкости по типовым нормам применяется при использовании маршрутных технологиче-

ских процессов. Типовые нормы разработаны на наиболее распространенные операции механической обработки для определенного класса деталей (валы, зубчатые колеса, диски и т.д.). Они содержат нормы штучного времени на обработку по операциям и типоразмерам отдельных деталей, нормы подготовительного заключительного времени и поправочные коэффициенты на измененные условия.

2.6 Определение количества основного производственного оборудования

К основному производственному оборудованию механического цеха относится оборудование, выполняющее технологические операции по обработке деталей и сборке узлов, т.е. оборудование производственных отделений цеха, в состав которых входят станочные участки и линии, участки узловой сборки, окрасочные участки, участки консервации и упаковки деталей и др.

Производственным оборудованием механического цеха в основном являются металлорежущие станки, поэтому при проектировании цеха производится расчет главным образом количества металлорежущих станков. Оборудование других производственных отделений обычно не рассматривается, а выбирается комплектно. В зависимости от типа производства расчет может вестись точно или укрупненно.

Расчет оборудования точным способом ведется при разработке технического проекта цехов серийного и массового производства, когда трудоемкость определяется по подробно разработанным техпроцессам.

Укрупненный расчет применяется в тех случаях, когда нет достаточных данных для точного расчета при проектировании цехов единичного и мелкосерийного производства.

При определении количества оборудования цехов серийного производства точным способом расчет ведется по каждому типоразмеру станка на основе подсчета годовой трудоемкости обработки всех деталей, закрепленных за данным типом станка, и действительного фонда времени работы оборудования.

Потребное количество станков данного типа определяется по формуле

$$C_p = \frac{T_k}{\Phi_c},$$

где C_p – расчетное количество станков данного типоразмера;

T_k – трудоемкость обработки годового количества всех деталей на станках данного типоразмера в станкочасах;

Φ_c – действительный годовой фонд времени работы станка в часах.

Трудоемкость обработки T_k определяется по данным технологического и в общем виде составит:

$$T_k = \frac{\sum T_{ш.к} \cdot D}{60},$$

где $T_{ш.к}$ – штучно-калькуляционное время в минутах детали-операции;

D – годовое количество каждой детали-операции, закрепленной за станками данного типоразмера.

Полученное расчетное количество станков округляется до целого числа, называемого принятым числом станков C_n .

Для определения степени загрузки по времени станков данного типоразмера пользуются коэффициентом загрузки оборудования:

$$K_3 = \frac{C_p}{C_n} \quad \text{или} \quad K_3 = \frac{T_k}{\Phi_c \cdot C_n}.$$

Средний коэффициент загрузки по участку или цеху

$$K_{\text{зср}} = \frac{\sum C_p}{\sum C_n}.$$

Среднее значение K_3 по цеху принимаются:

для единичного и мелкосерийного производства $K_3 = 0,8 - 0,85$;

для серийного – не ниже $K_3 = 0,75 - 0,85$.

Таблица 2

Ведомость расчета количества станков

Типо-размер станка	Номера прикрепленных деталей	Годовой выпуск в штуках	Норма времени на одну деталь в минутах	Время на готовый выпуск в станкочасах	Потребность в станках		Коэффициент загрузки
					C_p	C_n	
Токаные (ИК 62)	01	8000	45,0	6000			
	02	4600	75,5	5785			
	03	1200	121,0	2420			
Итого...				14205	3,6	4	0,89

Количество станков непрерывно-поточной линии (массовое и крупносерийное производство) определяется для каждой операции по такту выпуска деталей в линии

$$C_p = \frac{T_{\text{ш}}}{\tau},$$

где $T_{ш}$ – штучное время обработки на данной операции в минутах;

τ – такт выпуска деталей с линии в минутах:

$$\tau = \frac{60 \cdot \Phi_c}{D},$$

Φ_c – действительный годовой фонд времени станка в часах;

D – годовой выпуск деталей в штуках.

$$C_p = \frac{T_{ш} \cdot D}{60 \cdot \Phi_c}$$

- подставим и получим

Если C_p превышает целое число на $0,05 \div 0,1$, то следует округлять в меньшую сторону и пересмотреть условия обработки (оснастка, режимы резания и др.).

Результаты расчета следует признать удовлетворительными, если средний коэффициент загрузки станков линии $K_{зср}$ будет не ниже $0,65 \div 0,75$.

Количество станков в переменнo- побочных линиях также определяется для каждой операции.

$$C_p = \frac{T_{ш1} \cdot D_1 + T_{ш2} \cdot D_2 + \dots + T_{шn} \cdot D_n}{60 \cdot \Phi_c \cdot K_n},$$

где $T_{ш1}, \dots, T_{шn}$ – штучное время обработки каждой детали на данной операции в минутах;

D_1, \dots, D_n – годовой выпуск закрепленной за линией детали;

K_n – коэффициент, учитывающий время переналадки линии одного наименования детали на другой, $K_n \approx 0,95$.

Когда на линии обрабатываются детали, мало различающиеся по трудоемкости, то устанавливается единый такт для обработки всех деталей:

$$C_p = \frac{60 \cdot \Phi_c \cdot K_n}{D_1 + D_2 + \dots + D_n}.$$

Число станков для каждой операции в линии равно

$$C_p = \frac{T_{ш}}{\tau}.$$

Если за линией закреплены детали с различной трудоемкостью, такт определяется для каждой детали в отдельности путем распределения расчетного фонда времени работы оборудования пропорционально трудоемкости обработки годового количества деталей каждого наименования.

Таблица 3

Ведомость для определения такта переменнo-пoтoчнoй машины

№ детали	Годовая программа в штуках	Трудоемкость на одну деталь в часах	Трудоемкость программы		Годовой фонд времени		Коэффициент переналадки	Такт в минутах
			в час.	в %	в час.	в %		
01	38400	0,20	7680	40	1606	40	0,95	2,4
02	19200	0,26	4992	25	1004	25	0,95	2,9
03	19200	0,36	6912	35	1405	35	0,95	4,2

Определение количества оборудования укрупненным способом ведется по укрупненной трудоемкости годового выпуска изделий, определенной одним из рассматриваемых выше методов и подсчитывается по формуле:

$$C_{n,общ} = \frac{T}{\Phi_c \cdot K_{зср}},$$

где $C_{n,общ}$ – принятое (общее) число оборудования цеха или отделения (без наименования станков);

T – трудоемкость годового выпуска всех изделий программы в станкочасах;

$K_{зср}$ – средний коэффициент загрузки оборудования по цеху.

Для массового и крупносерийного производства $K_{зср} = 0,7$;

для серийного – $K_{зср} = 0,8$;

для единичного – $K_{зср} = 0,85$.

Если используют показатели удельной трудоемкости то:

$$C_{n,общ} = \frac{T_{уд} \cdot B}{\Phi_c \cdot K_{зср}} \quad \text{или} \quad C_{n,общ} = \frac{T'_{уд} \cdot Q \cdot B}{\Phi_c \cdot K_{зср}},$$

где $T'_{уд}$ – трудоемкость обработки одного изделия в станкочасах;

$T_{уд}$ – трудоемкость обработки одной тонны изделий в станкочасах;

B – годовой выпуск изделий в штуках;

Q – масса одного изделия в тоннах.

Для определения состава оборудования полученное общее количество станков распределяют по группам и типам, пользуясь процентным отношением, определяемым по данным выполненных проектов или заводов.

В результате выполнения расчетов и определения типов необходимых станков (при любом способе расчета) составляется сводная ведомость оборудования цеха. В ведомости указывается тип (модель) станка, мощность, балансовая стоимость, масса каждого станка и количество.

2.7 Определение количества работающих механического цеха

К производственным рабочим производственных цехов относятся станочники, операторы и наладчики автоматических линий, разметчики, слесари по промежуточным слесарно-сборочным работам, мойщики деталей.

В единичном, мелкосерийном и серийном производствах количество производственных рабочих может определяться как по общей трудоемкости, так и по станкоемкости обработки.

При расчете по общей трудоемкости обработки, определенной в человеко-часах (механическая обработка, сборка, слесарная обработка и др.) количество рабочих P рассчитывается:

$$P = \frac{T}{\Phi_p},$$

где T – трудоемкость годового выпуска изделий в человеко-часах;

Φ_p – действительный годовой фонд времени работы рабочего в часах.

При расчете по станкоемкости обработки, определенной в станко-часах, или по общему количеству принятого производственного оборудования

$$P = \frac{T_c \cdot K_p}{\Phi_p \cdot K_m},$$

где T_c – станкочасовое время изготовления изделий в станкочасах;

$$T_c = \Phi_c \cdot C_n \cdot K_{зсп}$$

C_n – количество принятого производственного оборудования (металлорежущего и не металлорежущего);

Φ_c – действительный годовой фонд времени работы единицы оборудования в часах;

K_m – коэффициент многостаночного обслуживания, т.е. среднее число станков, обслуживаемых одним рабочим;

K_p – коэффициент, определяющий трудоемкость ручных работ;

$K_{зсп}$ – средний коэффициент загрузки оборудования.

Точность расчета зависит от метода определения трудоемкости.

Если трудоемкость работ определяется по тех. процессу на основе норм времени на каждую операцию, то трудоемкость обработки на механических станках данного типа в человеко-часах определяется по формуле:

$$T_{ч} = \frac{T_k}{K_m},$$

где T_k – трудоемкость обработки годового количества деталей на станках данного типа в станкочасах.

Зная трудоемкость обработки на производственном оборудовании данного типа в станкочасах, можно определить количество рабочих по специальностям (токарей, фрезеровщиков и т.д.)

$$P_{ст} = \frac{T_k}{\Phi_p \cdot K_m}.$$

Таким образом определяется количество рабочих на металлорежущем оборудовании и на ручных работах, в последнем случае

$$K_m = 1.$$

Если трудоемкость ручных работ не определяется, то количество рабочих, занятых на ручных работах, для единичного и серийного производства принимают равным 3 – 5 % от числа станочников.

При расчете по станкоемкости обработки расчет всегда будет упрощенным, так как K_p и $K_{зср}$ являются укрупненными.

Для массового и крупносерийного производства количество рабочих, занятых на ручных работах принимается 1 ÷ 3 % от количества станочников.

В зависимости от типа и степени автоматизации станков $K_m = 1 \div 5$. Для крупных и уникальных станков, а также двухшпиндельных плоскошлифовальных и бесцентрово-шлифовальных станков с ручной загрузкой $K_m = 0,25 \div 0,5$, так как один станок обслуживает несколько рабочих.

При укрупненном проектировании среднее значение K_m принимают: в массовом производстве (с использованием автоматических линий) $K_m = 1,8 \div 2,2$, в крупносерийном $K_m = 1,5 \div 1,8$, в серийном

$K_m = 1,3 \div 1,5$, в мелкосерийном $K_m = 1,1 \div 1,2$.

Коэффициент K_p учитывает трудоемкость ручных работ и может быть принят: для массового и крупносерийного производства $K_p = 1,02$; для серийного и мелкосерийного производства $K_p = 1,05$.

Расчет количества вспомогательных рабочих цеха может производиться по трудоемкости планируемого объема работ, по количеству рабочих мест и по нормам обслуживания, а также в процентном от-

ношении от числа производственных рабочих или от количества производственного оборудования.

Расчет в процентном отношении не дает достаточно точных результатов. Это приближенный расчет. По данным ряда заводов и институтов количество вспомогательных рабочих в механических цехах составляет в серийном производстве 18 – 25 % от количества производственных рабочих, в массовом – 35-50 %. Существуют нормативы расчета.

Точный расчет вспомогательных рабочих ведется по отдельным категориям.

Для укрупненных расчетов количества вспомогательных рабочих, ИТР, служащих, младшего обслуживающего персонала (МОП) и работников ОТК можно пользоваться следующими примерными нормами: вспомогательные рабочие 26 – 30 %;

ИТР 10 – 12 %;

Служащие 2 – 3 %;

Работники тех. контроля (ИТР и служащие) 4 – 6 %;

МОП 2 – 3 % от общего количества рабочих.

2.8 Грузооборот и площадь цеха

Для определения грузооборота необходимо рассчитать потребность в основных и вспомогательных материалах, заготовках, а также количество отходов производства.

К основным относятся материалы, предназначенные для изготовления деталей, заданных программой. Потребность в основных материалах и заготовках определяется по данным расцеховочных ведомостей, при проектировании по точной программе, или по данным

проектов, или практическим данным других заводов, а также по нормам расхода основных материалов.

К вспомогательным материалам относятся смазочные масла, обтирочные материалы и др. Потребность во вспомогательных материалах определяется по нормам расхода на один станок или на одного рабочего.

Потребность в смазочно-охлаждающей жидкости определяется по нормам расхода на инструмент в л/мин или для масел на один станок.

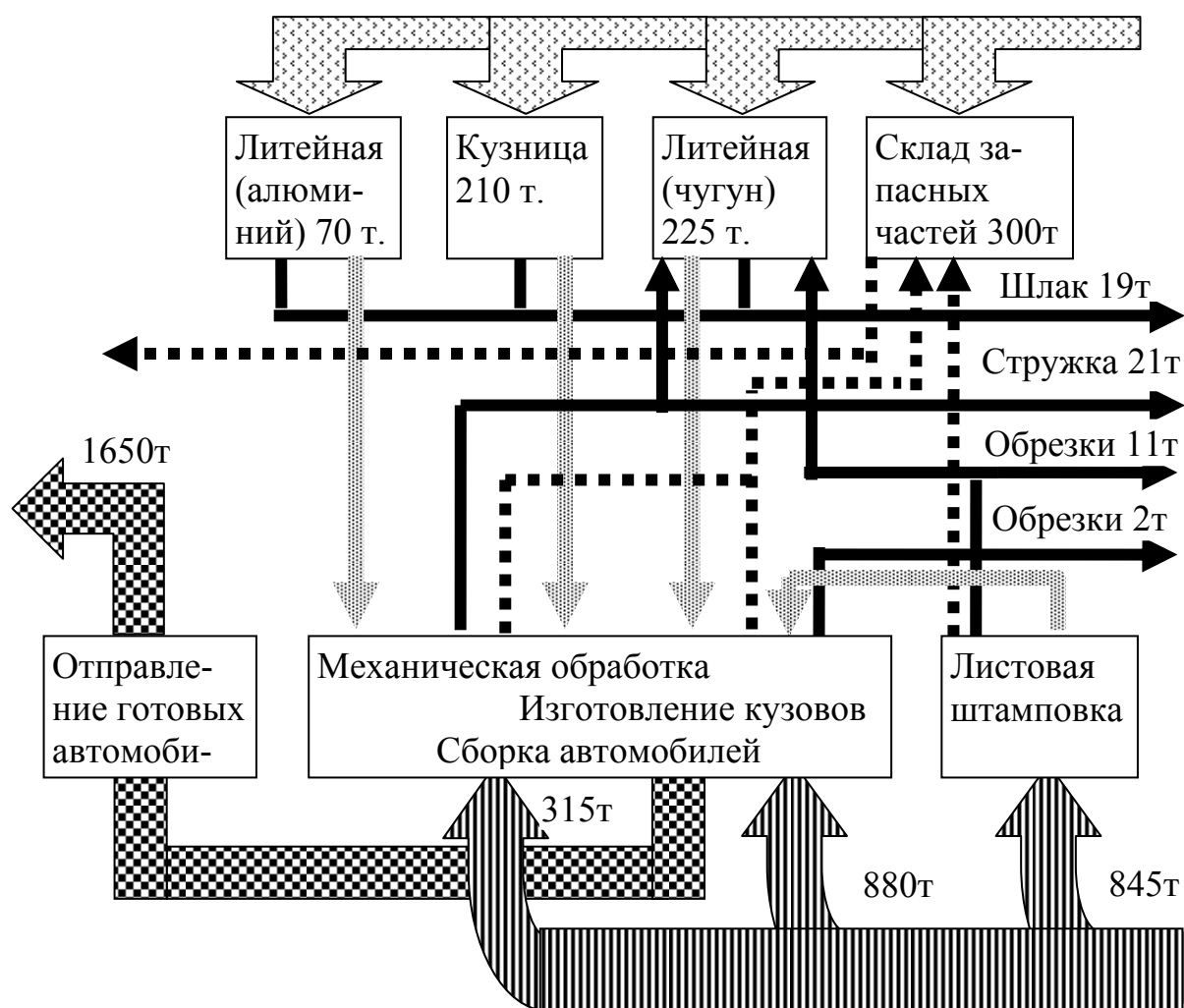
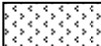







Рис.2.1. Схема грузопотоков автомобильного завода.

-  - материалы поступающие со стороны.
-  - заготовки собственного изготовления.
-  - материалы и детали поступающие со стороны.
-  - детали отправляемые в запчасти.
-  - собранные автомобили.
-  - отходы (стружка, обрезки, шлак)

Отходы производства определяются либо по разности между массами заготовок и готовых деталей, либо в процентном отношении от массы готовых деталей. Данные по грузообороту сводятся в таблицу грузооборота, в которой указываются наименование грузов, а также движение этих грузов, т.е. откуда они поступают в цех и куда направляются из цеха (табл.).

Производственная площадь цеха при точном проектировании определяется на основании разработанного плана расположения всего оборудования, рабочих мест, подъемно-транспортных и других устройств, проездов.

Показателем, определяющим целесообразность использования производственной площади, является удельная площадь на один станок, определяемая как частное от деления производственной площади на число станков, расположенных на этой площади.

Общая удельная площадь на один станок представляет собой частное от деления всей площади цеха (т.е. производственной + вспомогательной) на число станков, расположенных на производственной площади. Удельная производственная площадь обычно составляет:

для малых станков $10 - 12 \text{ м}^2$;

средних станков $15 - 25 \text{ м}^2$;

крупных станков $25 - 70 \text{ м}^2$;

особо крупных станков $70 - 200 \text{ м}^2$ на один станок.

2.9 Проектирование вспомогательных отделений

В зависимости от масштаба производства, размера цеха и организации работы определяется состав вспомогательных отделений цеха. В общем случае в этот состав входят: инструментальная служба

цеха, включающая заточные отделения, отделения ремонта инструмента и оснастки, инструментально-раздаточные кладовые, кладовые приспособлений и абразивов; контрольные пункты и отделения; цеховая ремонтная база; склады; отделения для приготовления и раздачи смазывающе-охлаждающих жидкостей; отделения сбора и переработки стружки, а также помещения цеховых энергетических и санитарно-технических установок.

При технологических расчетах вспомогательных отделений определяется количество оборудования и потребная площадь, причем для некоторых отделений и служб расчет делается подробно, а для других – укрупненно.

2.9.1. Заточное отделение.

Оно предусматривается для централизованной переточки режущего инструмента. Основное оборудование – заточные станки.

При точном проектировании расчет числа заточных станков ведут подобно расчету числа производственных станков при серийном производстве.

$$C_{p.зат.} = \frac{T_{зат.}}{\Phi_c},$$

где $C_{p.зат.}$ – расчетное число заточных станков данного типоразмера;

$T_{зат.}$ – трудоемкость заточки годового количества всех инструментов, затрачиваемых на станках данного типоразмера в станкочасах;

Φ_c – действительный годовой фонд времени работы станка в часах.

Трудоемкость $T_{зат.}$ определяется, как сумма трудоемкостей годового количества заточек инструментов каждого типоразмера

$$T_{\text{зат.}} = \sum_{i=1}^n T_{\text{зат.}i},$$

где $T_{\text{зат.}i}$ – трудоемкость заточки годового количества инструментов $i^{\text{го}}$ типоразмера в часах:

$$T_{\text{зат.}i} = \frac{n_i \cdot t_{\text{зат.}i}}{60},$$

где n_i – общее количество заточек для одной операции на годовую программу;

$t_{\text{зат.}i}$ – время одной заточки инструмента $i^{\text{го}}$ типоразмера в минутах ($t_{\text{зат.}i}$ берется по нормалям).

$$n_i = \frac{T_{0i} \cdot D_i}{T_{c.i}},$$

T_{0i} – основное время работы инструмента $i^{\text{го}}$ типоразмера в минутах;

D_i – количество обрабатываемых деталей в год инструментом $i^{\text{го}}$ типоразмера в штуках;

$T_{c.i}$ – стойкость инструмента данного типа в минутах

.Средний коэффициент загрузки станков заточного отделения находится в пределах $K_3 = 0,65 \div 0,8$. Точный расчет, как правило, не производится из-за сложности расчета.

При укрупненном расчете число заточных станков определяется в процентах от количества металлорежущих станков, обслуживаемых заточным отделением. Из этого количества предварительно вычитаются шлифовальные и полировальные станки, а также станки, обслуживаемые специальным заточным оборудованием. Число специализированных заточных станков определяется по нормам.

При значительных количествах многошпиндельных или агрегатных станков число заточных станков рассчитывается исходя из приведенного их количества:

$$C_{\text{пр.}} = C_{\text{об}} + Ш_{\text{Та}} \cdot K_1 + Ш_{\text{аг}} \cdot K_2,$$

где $C_{\text{об}}$ – общее количество обслуживающих станков (без учета многошпиндельных);

$Ш_{\text{Та}}$ – общее количество шпинделей станков-автоматов;

K_1 – коэффициент, обычно равный 0,4;

$Ш_{\text{аг}}$ – общее количество шпинделей агрегатных станков;

K_2 – коэффициент, обычно 0,15.

Кроме основных станков в заточных отделениях устанавливается вспомогательное оборудование в количестве, примерно 20 % от числа основных станков этих отделений. В состав вспомогательного оборудования входят: обдирочно-шлифовальный станок; настольное точило, заточной станок для центровочных сверл и др.

Число рабочих заточников определяется по числу станков заточного отделения

$$P_{\text{зат.}} = \frac{C_{\text{зат.}} \cdot \Phi_c \cdot K_{\text{зсп.}}}{\Phi_p \cdot K_m},$$

где $C_{\text{зат.}}$ – число основных станков заточного отделения;

Φ_c – действительный годовой фонд времени станка;

$K_{\text{зсп.}}$ – средний коэффициент загрузки станка;

Φ_p – действительный годовой фонд времени рабочего;

K_m – коэффициент многостаночного обслуживания.

Количество подсобных рабочих заточного отделения принимается равным 12–15 % от числа заточников, количество ИТР – 8–10% от общего количества рабочих. Общая площадь заточного отделения определяется:

8–10 м² при мелких изделиях, выпускаемых заводом на один станок;

10–12 м² при средних;

12–14 м² при крупных изделиях на один станок.

Общая площадь отделения включает (кроме площади, занятой оборудованием) площади пункта ОТК, кладовую приспособлений и инструмента, помещение для мастера и технолога и др.

Отделение оборудуется приточно-вытяжной вентиляцией и изолируется перегородками.

2.9.2. Отделение ремонта инструмента и оснастки.

Оно предназначается для выполнения среднего и текущего ремонта инструмента и оснастки. Количество основных станков определяется по нормам [2]. В состав отделений по ремонту оснастки, кроме основных станков, входит вспомогательное оборудование в количестве ≈40% от основного. В число вспомогательного оборудования входят:

обдирочно-шлифовальные станки;

настоечное точило;

настоечно-сверлильные станки;

прессы ручной и гидравлический;

электроэрозионный станок для извлечения сломанного инструмента.

Число рабочих-станочников отделения определяется по той же формуле, что и заточники. Количество слесарей 40 – 50 % от числа

станочников; подсобных рабочих 12 –15 % от числа основных рабочих; ИТР – 8–10 % от числа всех рабочих.

Общая площадь отделения определяется из расчета 20 – 22 м² при мелких изделиях и 24 – 26 м² при крупных изделиях на один станок. Для заводов с мелким оборудованием применяют коэффициент 0,8.

2.9.3.Инструментально-раздаточная кладовая.

Она служит для снабжения рабочих мест инструментом и приспособлениями, а также для их проверки. Весь инструмент, поступающий с рабочих мест, проверяется на контрольно-измерительном пункте кладовой, затем годный инструмент укладывается на стеллажи, изношенный направляется на переточку, а сломанный – в ремонт. Кладовая обслуживается кладовщиками и рабочими по доставке инструмента.

Для небольших и средних цехов (до 200 станков) устраивается одна комплексная кладовая. В крупных цехах (более 200 станков) создаются специализированные кладовые по видам инструмента и оснастки.

Расчет площадей кладовых производится по нормативам .

2.9.4. Контрольные отделения.

Контрольные отделения следует размещать рядом с обслуживаемыми ими участками по ходу технологического процесса. В зависимости от формы организации работ, вида и характера контрольных операций контроль может производиться:

на рабочем месте на станке или около станка;
на контрольных пунктах; в контрольном отделении цеха.

Контроль, выполняемый в цехах, может быть летучим, промежуточным и окончательным, а также сплошным и выборочным.

Летучему контролю подвергаются детали при периодических проверках в процессе их обработки для предупреждения массового брака. Контролю подвергаются первые детали после наладки.

Промежуточный контроль обрабатываемых деталей производится между операциями. В единичном и серийном производствах, как правило, отправляются на контрольные пункты. При поточном производстве контроль производится у станков.

Окончательный контроль производится после полной обработки детали и, как правило, в специальном контрольном пункте.

Выборочному контролю подвергается установленный процент деталей. При поточном производстве в случае обнаружения отклонений от технических требований все последующие детали подвергаются сплошному контролю, пока не будут устранены отклонения.

Площадь для контрольных отделений и пунктов можно определить путем планировки всех рабочих мест работников контроля оборудования и инвентаря. Укрупнено площадь контрольного отделения определяют по норме $5 - 6 \text{ м}^2$ на одного работника контроля, работающего в отделении с применением коэффициента $1,5 \div 1,75$ на расположение оборудования, инвентаря и проходов. Расчет числа работников ОТК был рассмотрен выше.

Площадь контрольного отделения обычно составляет $3 \div 5 \%$ от площади станочного отделения.

Контрольное отделение располагается в механическом цехе по пути движения деталей в сборочный цех перед промежуточным складом.

Планировка места контролера при поточном производстве представлено на рис. 2.2. Контролер сидит за контрольным столом 1 в

специально отведенном месте и принимает детали для контроля с помощью ножной педали 2. При нажатии на педаль толкатель 3 через систему рычага 4 и зубчато-реечную передачу 5 совершает поступательное движение и специальной резиновой накладкой 6 сталкивает

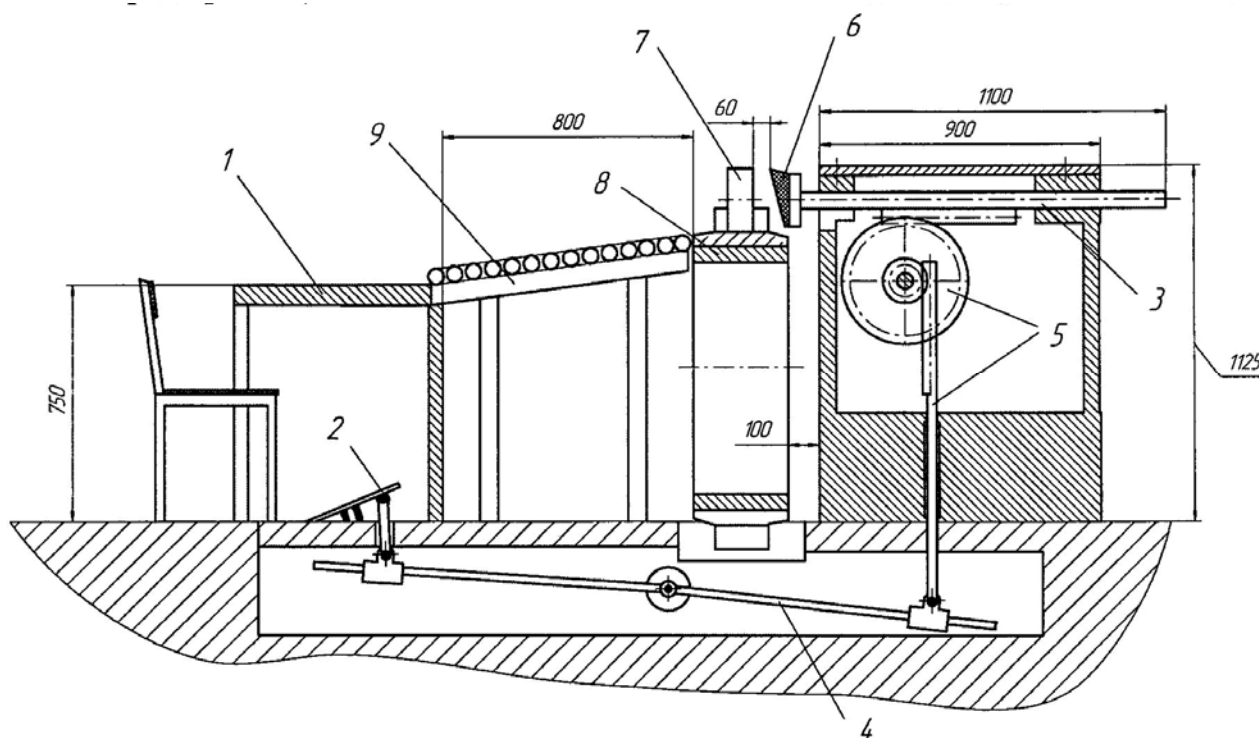


Рис.2.2. Рабочее место контролера:

1 – контрольный стол; 2 – ножная педаль; 3 – толкатель; 4 – рычаг; 5 – зубчато-реечная передача; 6 – резиновая накладка; 7 – деталь; 8 – пошаговый конвейер; 9 – роликовый конвейер.

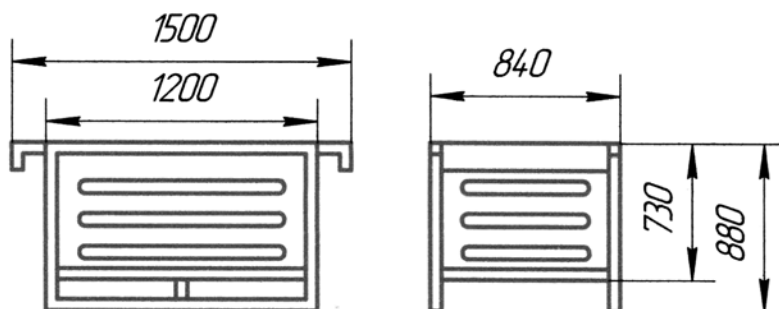


Рис.2.3. Поддон

деталь 7 с пошагового конвейера 8 на роликовый конвейер 9. Затем толкатель возвращается в крайнее положение благодаря установленным пружинам на блоке зубчатых колес 5. Деталь под действием силы тяжести скатывается по конвейеру к контрольному столу, откуда берет деталь для проведения контроля основных параметров. После проведения измерений контролер опускает деталь на наклонный конвейер, по которому деталь попадает в тару с готовыми деталями. В качестве автоматического контрольного средства применяют контрольно-сортировочный автомат (компаратор). В этих автоматах измерительная база выполнена идентично геометрическим параметрам измеряемого изделия, и автомат настраивают по установленному эталону или образцу. Проконтролированные детали направляются в поддон (рис.2.3.), а затем увозятся на склад готовых деталей либо на сборочный конвейер.

2.9.5. Ремонтные базы производственных цехов.

Ц.Р.Б. предусматриваются для проведения межремонтного обслуживания производственного оборудования, а также для проведения ремонтных работ.

Количество станков в Ц.Р.Б. укрупнено можно определить (табл.4) в зависимости от количества оборудования механического цеха.

Если число станков в Ц.Р.Б. не превышает 5, то целесообразно организовывать объединенную ремонтную базу для нескольких цехов.

Число рабочих Ц.Р.Б. определяется по числу принятых станков. Коэффициент загрузки оборудования $0,6 \div 0,8$, коэффициент много-станочного обслуживания $1,05 \div 1,1$.

Таблица 4

Количество оборудования	Количество станков в Ц.Р.Б.
150	2 – 4
200	3 – 5
300	4 – 6
400	5 – 7
500	6 – 8

Количество слесарей берется от числа станочников Ц.Р.Б. 60–100 %, число вспомогательных рабочих 18 – 20 % от числа слесарей и станочников. Количество ИТР 9 – 12 %, служащих 1,5 – 2,5 %, МОП 1 – 1,5 % от общего числа рабочих.

2.9.6. Склады

Для обеспечения нормального хода производства в цехе должны иметься склады металла, заготовок, межоперационные склады и склады готовых деталей.

Склады металла устраиваются при механическом цехе с большим объемом производства, при небольшом объеме производства целесообразно организовывать единый заводской склад металла.

Прутковый материал хранится на складах в стеллажах, которые должны быть расположены параллельно автомобильного или железнодорожного пути, чтобы исключить необходимость разворачивания металла. Хранение металла должно быть отдельно по маркам.

Склады заготовок должны, как правило, размещаться при соответствующих заготовительных цехах. Если заготовки поступают со стороны, то склады устраиваются при механических цехах и размещаются в начале технологических потоков.

Межоперационные склады устраиваются только в не поточном производстве. В поточном производстве необходимый для обеспечения нормальной работы линии межоперационный запас деталей-полуфабрикатов хранится непосредственно у станка.

Склад готовых деталей располагают в конце участков или линий механической обработки, за контрольным отделением, по пути движения деталей на сборку. При поточном производстве детали поступают на конвейер подающий их к месту сборки либо.

Величину площади складов определяют исходя из необходимости хранения определенного количества запаса металла, заготовок, полуфабрикатов или деталей. При расчете пользуются формулой

$$S = \frac{A \cdot Q}{q \cdot K \cdot M},$$

где S – площадь склада, м^2 ;

A – нормальное время хранения грузов в днях;

Q – масса металла, заготовок или деталей, обрабатываемых в цехе в течение года, т;

q – допустимая средняя грузонапряженность площади склада, т/м^2 ;

K – коэффициент использования площади склада, учитывая проходы и проезды;

M – количество рабочих дней в году.

Для более точных расчетов, когда известны число и габаритные размеры складироваемых материалов, площадь складов определяется

путем планировки материалов, крупных заготовок, стеллажей и тары. Существуют типовые нормы для расчета цеховых складов.

2.9.7. Эмульсионные станции и склады масел.

Для снабжения станков СОЖ следует предусмотреть эмульсионные станции и склады масел. Эмульсионные станции обслуживают все механические цехи, расположенные в данном корпусе. Подача эмульсии осуществляется централизованно либо в специальной таре в зависимости от характера оборудования.

При большом количестве станков рекомендуется централизованная подача СОЖ. В этом случае в состав эмульсионного хозяйства входят: центральная эмульсионная станция, групповые циркуляционные установки и система трубопроводов.

Необходимое количество жидкости, подводимой на инструмент, принимают в зависимости от вида обработки по следующим нормам суточного расхода:

- сульфифрезна на каждый одношпиндельный автомат, резьбофрезерный и резьбонарезной станки – 2,3 кг;
- резьбошлифовальный – 2,5 кг;
- зубообрабатывающий – 4,1 кг;
- многошпиндельный автомат – 5,4 кг;
- керосин на каждый электроискровой станок – 2,5 кг
- эмульсол – 0,3 кг на 1 металлорежущий станок;
- кальцинированная сода – 0,03 кг на 1 станок.

Годовой расход СОЖ

$$Q_{ож} = \frac{q_{ож} \cdot C_{п} \cdot 253}{1000} \text{ т/год,}$$

где $q_{ож}$ — расход ОЖ на один станок в сутки в кг;

$C_{п}$ — количество станков;

253 — число рабочих дней в году.

Схема централизованной циркуляционной системы показана на рис. 2.4. СОЖ из бака-отстойника 2 под давлением подается насосом 1 по напорному трубопроводу 7 к станкам 6. Отработанная СОЖ сливается самотеком в колодцы-отстойники 5 и по трубопроводу 4 сливается в бак-отстойник. Дополнительный бак 3 служит для компенсации утечек и испарения СОЖ из системы. Для предварительной очистки СОЖ используют различные сетчатые фильтры, а для тонкой очистки — магнитные сепараторы (рис. 2.5), бумажные фильтры, центрифуги и др.

Электродвигатель, смонтированный на корпусе 6 (рис. 2.5) магнитного сепаратора, вращает барабан 5 с постоянными магнитами 3. СОЖ проходит через пространство между корпусом 6 и барабаном 5. Шлам, притянутый к магнитам, поднимается вверх. СОЖ из шлама выжимается резиновым валиком 4, и после этого шлам соскабливается ножом 2 в сборник 1.

Максимальный размер помещения для приготовления и хранения СОЖ в крупных цехах массового производства принимается равным 100—200 м². Численность рабочих 2—4 человека. Для небольших цехов среднесерийного и мелкосерийного производства максимальный размер помещения для хранения и приготовления СОЖ 30—40 м². В механических цехах для приготовления СОЖ выделяют специальное помещение, которое располагается у стены здания с выходом как внутрь цеха, так и наружу. Наружный вход служит для установки в данное помещение тары с маслом и другими жидкостями.

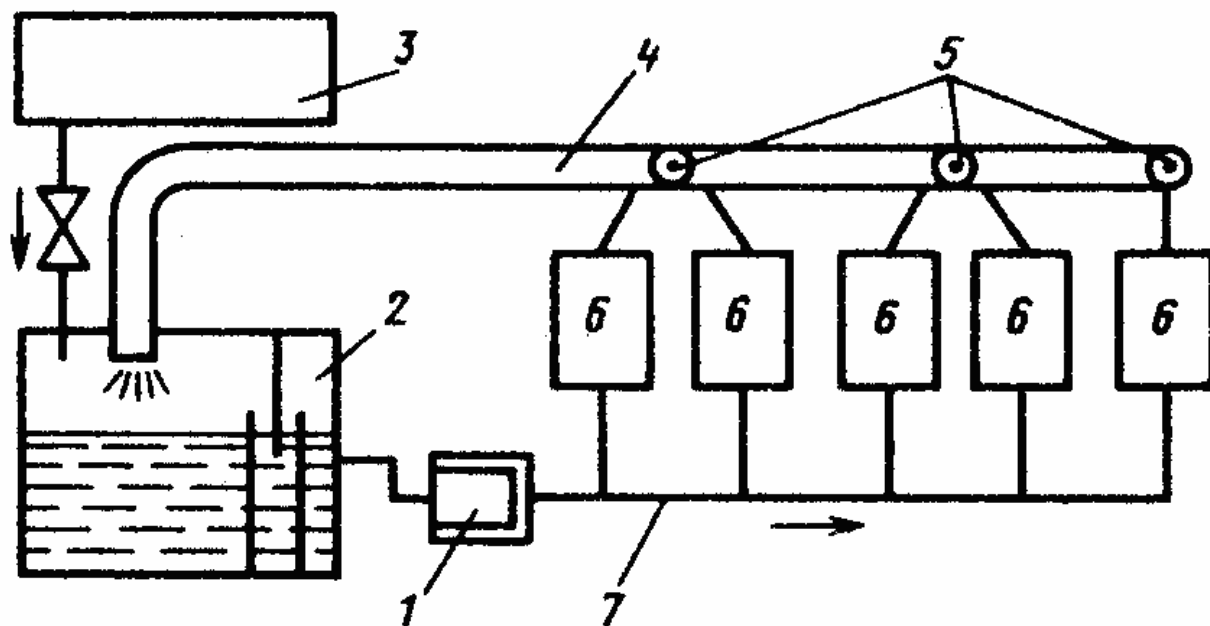


Рис. 2.4. Схема централизованной циркуляционной системы подачи СОЖ

1 – насос; 2 – бак-отстойник; 3 – дополнительный бак; 4 – колодцы отстойники; 5 – станки; 7 – трубопровод

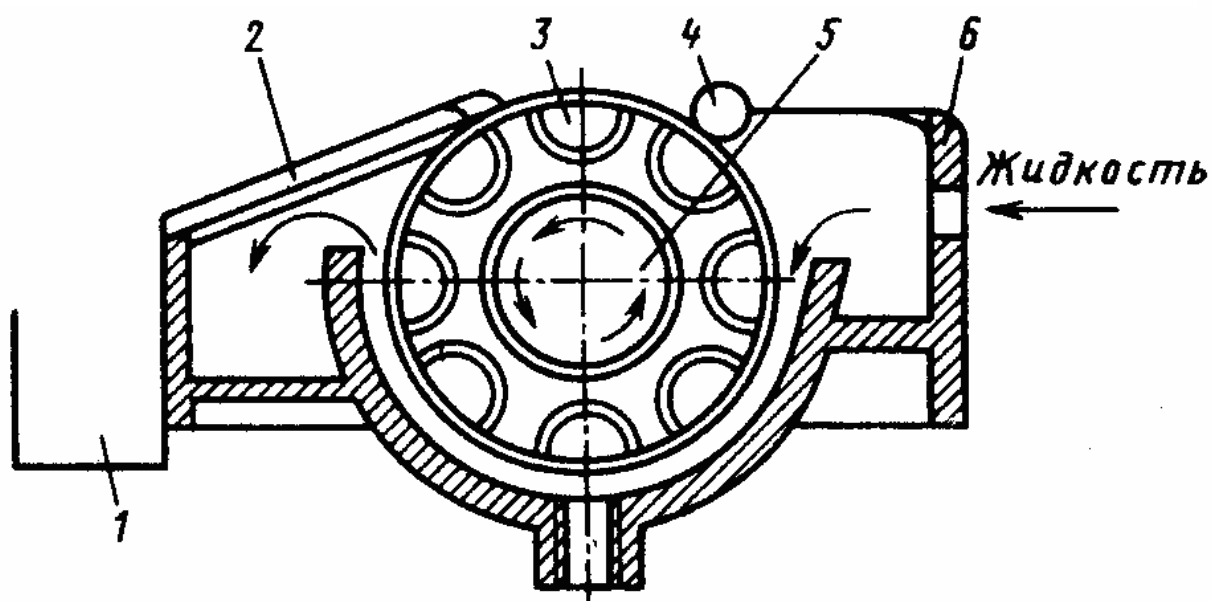


Рис. 2.5. Магнитный сепаратор.

1 – сборник; 2 – нож; 3 – постоянные магниты; 4 – резиновый валик; 5 – барабан; 6 – корпус магнитного сепаратора;

В проекте механического цеха предусматриваются также склады масел. Масла используются на заливку и последующую смену в емкости станков, на доливку и ручную смазку трущихся элементов станка.

В небольших цехах подача масла к станкам осуществляется в таре. В крупных цехах предусматривается централизованное снабжение цеха маслом по трубопроводам. Отработанное масло поступает обратно на склад для фильтрации и регенерации.

Нормы расхода смазочных материалов (индустриальное масло 20, 30, 45) на один станок следующие:

- для мелкого оборудования – 0,25 кг в сутки;
- для среднего оборудования – 0,44 кг в сутки;
- для крупного оборудования – 0,17 кг в сутки.

Годовой расход масел для смазки оборудования:

$$Q_m = \frac{q_m \cdot C_{\Pi} \cdot 253}{1000} \text{ т/год,}$$

где q_m – расход масла на один станок в сутки в кг;

C_{Π} – количество станков.

2.9.8. Сбор стружки

Современные высокопроизводительные станки, оснащенные десятками режущих инструментов и работающие на высоких скоростях, дают до 100 кг стружки в час.

Сбор стружки производится разными способами. При сборе стружки в короба или бункера ее необходимо разделять по видам и маркам металла. Стружка, загрязненная маслом, собирается в короба с двойным дном для частичной очистки стружки и для использования масла. Сборные короба транспортируются в отделение переработки стружки с помощью авто- и электротележек и погрузчиков, электро-тельферов на монорельсах и мостовых кранах и др. Однако, наиболее

целесообразно производить транспортирование стружки непосредственно от станков в отделение ее переработки системой транспортеров и конвейеров, расположенных под полом.

В таких транспортных системах находят применение следующие конвейеры и транспортеры: винтовые (шнековые), скребковые, ершово-штанговые, цепные, пластинчатые, ленточные, инерционные, гидравлические, пневматические.

Двухвинтовой конвейер (рис. 2.6.) состоит из желоба 1, в котором свободно вращаются в разные стороны винты 2,10 (с правым и с левым направлением витков) от привода 4 через шарнирную муфту 3. Применение такого типа конвейера эффективно для перемещения как мелкой так и дробленой, так и винтовой стружки.

В цехе конвейеры для удаления стружки от автоматических линий и гибких производственных модулей, при наличии подвала под станками, устанавливают в подвешенном положении при креплении к плитам 7 перекрытия здания. Где в плитах выполнены отверстия 8 для прохода стружки. Стружка транспортируется одновинтовыми конвейерами 5 от станков 6 на конвейер 11. Съемные коробки 9 закрывают отверстие в плите.

В качестве цеховой системы удаления стружки может быть выбрана система изображенная на рис.2.7.

Данная система включает два продольных двухвинтовых конвейера, смонтированных в каналах пола. На эти конвейеры с помощью одновинтовых конвейеров, находящихся в станинах станков, поступает стружка. Стружка с конвейеров поступает на поперечный двухвинтовой конвейер и далее перемещается четырех винтовым конвейером, работающем от привода, в автомобиль. Конвейеры работают непрерывно (в режиме станков), а конвейер 6 периодически, по мере накопления стружки.

Скребковые транспортеры нашли широкое применение для удаления сыпучей стружки от станков и автоматических линий. Эти транспортеры удаляют за пределы автоматических линий и цехов

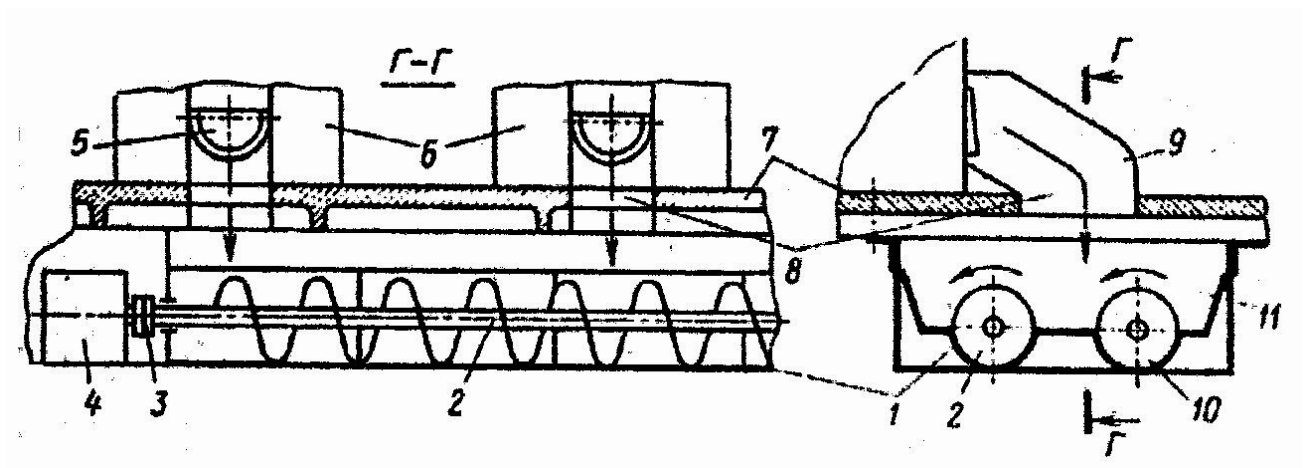


Рис. 2.6. Двухвинтовой конвейер.

1 – желоб; 2, 10 – винты; 3 – муфта; 4 – привод; 5 – одновинтовые конвейеры; 6 – станки; 7 – плиты перекрытия здания; 8 – отверстия; 9 – съемные коробки; 11 – конвейер

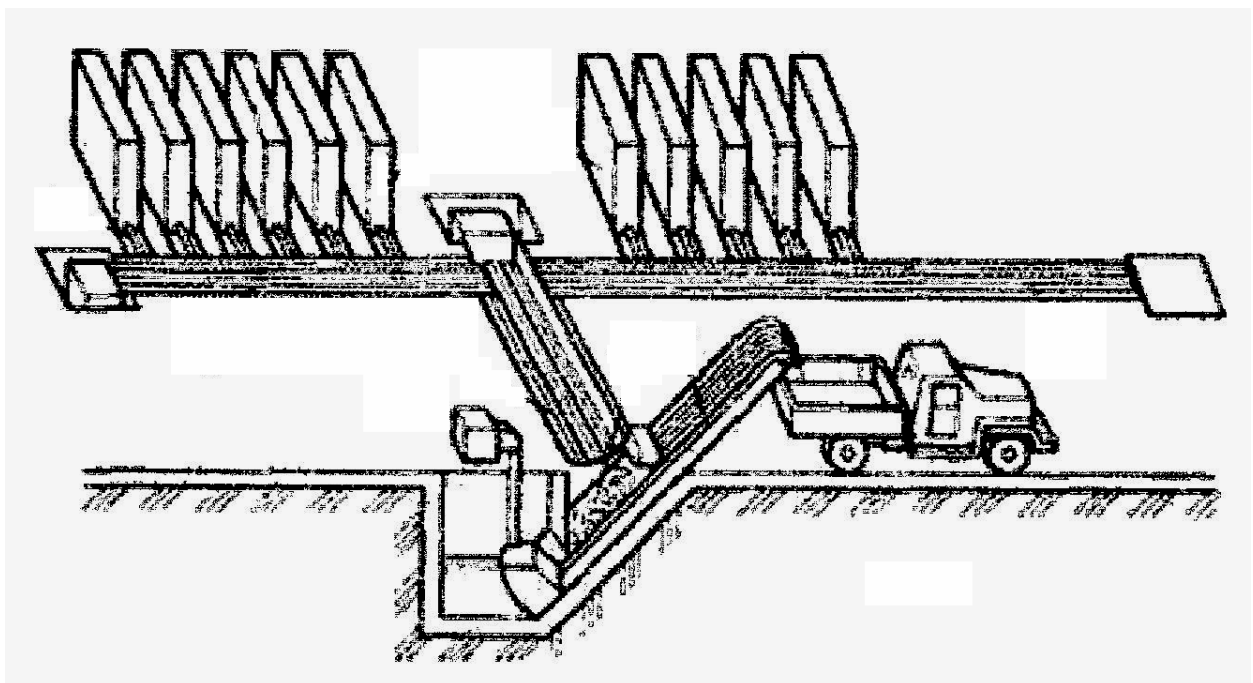


Рис. 2.7. Цеховая система удаления стружки.

стружку на расстояние до 100 м. Скребковые транспортеры на таких заводах, как ЗИЛ, МЗМА используются в качестве линейных и магистральных. Производительность их зависит от ширины лотка и высоты скребков, скорости их движения и составляет до 3000 кг/ч. Металлостоемкость 1 пог. м около 40 кг.

Имеется большое количество конструкций скребковых транспортеров и для каждого конкретного случая. Транспортер проектируется на необходимую производительность. Скорость перемещения стружки достигает 3 м/мин. Транспортеры надежны при транспортировке мелкой стружки, но при попадании в них посторонних предметов могут выходить из строя. Этот тип транспортера может перемещать стружку горизонтально и вертикально. При вертикальном подъеме стружки скребки выполняются в виде ковшей. Вертикальные скребковые транспортеры обычно имеют небольшую длину до 5 м и предназначаются для подъема стружки в брикетировочные прессы или для подачи стружки от одного транспортера в другой, когда они находятся на разных уровнях. Сброс стружки со скребкового транспортера производится в его конце или в любой части через окно в дне.

Транспортер конструкции СКБ-1 komponуется из следующих унифицированных узлов и деталей: привода, натяжного механизма, кожухов, цепей с приваренными скребками, направляющих планок и роликов, поддерживающих цепи и скребки. Транспортер представляет собой желоб, выполненный из листовой стали толщиной 4-5 мм, который укладывается в бетонированную канаву, расположенную между двумя рядами станков или под станками автоматических линий. По бокам желоба внутри приварены верхние и нижние уголки, по которым катятся ролики, закрепленные на осях звеньев пластинчатой цепи. Звенья соединенные между собой пальцами, образуют замкнутую цепь, которая натянута на две звездочки, смонтированные на валах, расположенных в концах желоба. Через 1-2 м между тяговыми элементами закреплены скребки. Нижние скребки двигаясь по дну желоба, увлекают за собой всю стружку в яму. В местах загрузки

стружки, выполненных в виде бункеров, для предохранения от попадания в транспортер различных деталей на желоб устанавливают решетки. Для вращения ведущего вала с двумя звездочками применяется электродвигатель мощностью 1-1,7 *квт* с редуктором, понижающим обороты с 1500 до 10-35 в минуту. Электродвигатель привода транспортера в автоматических линиях имеет блокировку, выключающую его при отключении или выходе из строя автоматической линии. Скребковые транспортеры включаются и работу по мере накопления стружки в люках. Чтобы не перегружать транспортеры, рекомендуется включать их в работу в течение смены несколько раз. Производительность транспортеров СКБ-1 равна до 0,4 *т/ч*; максимальная длина до 35 *м*. Для изменения скорости движения скребков в редукторе предусмотрена замена шестерен.

Недостатком цепных скребковых транспортеров является их конструктивная сложность (привод вращения звездочек), а также недостаточная долговечность, связанная с постепенным вытягиванием цепи. Все это заставляет искать другие принципиальные решения привода скребков, которые имели бы более простой привод. Однако при этом необходимо при возврате скребков приподнимать их, чтобы получить перемещение массы стружки только в одну сторону. По такому принципу работают скребково-штанговые транспортеры, которые также предназначены в основном для перемещения чугунной стружки.

Желоб в этой конструкции делается сварным или из швеллера, который укладывается на полу цеха или в канаве и сверху закрывается плитами. В местах ссыпания стружки укладываются решетки для предохранения от попадания в желоб крупных деталей и отходов. В середине желоба по всей его длине укладывается штанга с шарнирными скребками, которые при движении в сторону выброса стружки занимают вертикальное положение, упираясь в упоры, закрепленные на штанге, к тем самым продвигают стружку на 500—700 *мм* вперед по желобу, а когда штанга возвращается обратно, скребки отклоняются на шарнирах и свободно скользят по стружке. В качестве при-

вода используются специальные гидроприводы, приводимые в действие насосом. При больших длинах транспортера обычно устанавливают два гидропривода: один перемещает штангу на 1700 мм вместе со скребками в одну сторону, а другой возвращает ее в исходное положение. Производительность таких транспортеров составляет около 2 т/ч. При нормальной эксплуатации транспортеры работают удовлетворительно. Для транспортеров небольших длин (до 60 м) используется электродвигатель с редуктором и кулисой, которая сообщает штанге возвратно-поступательное движение.

Транспортеры, построенные по описанной схеме, проектируются и строятся многими организациями и действуют на многих предприятиях. В них в большинстве случаев используется гидравлический привод с величиной хода штанги до 400 мм.

Широкое распространение штанговых транспортеров с шарнирными скребками не означает, однако, что данная схема является оптимальной. Основным недостатком этих транспортеров является наличие шарниров, которые могут заклиниваться при загрязнении и засорении мелкой стружкой, пылью и грязью. Это приводит или к холостым ходам, когда скребки заклиниваются в приподнятом состоянии, либо к перемещению стружки вперед-назад. Поэтому задачей являются поиски более надежных схем скребковых транспортеров, которые обеспечивали бы одностороннее перемещение стружки и не имели бы слабых звеньев.

Одним из возможных вариантов решения такой задачи является штанговый транспортер, изготовленный и испытанный станочной лабораторией станкостроительного завода им. С. Орджоникидзе.

В качестве желоба был использован швеллер № 30 длиной 12 м. Внутри желоба перемещается штанга-труба с приваренными к ней стальными скребками высотой 30 мм. Через каждые 3 м к штанге приварены оси с роликами, которыми она опирается на полки швеллера. Гидропривод шарнирно соединен со штангой, перемещая ее на 500 мм с небольшой скоростью. При движении штанги обратно ролики наезжают на шарнирные опоры, вследствие чего штанга со

скребками поднимается вверх и проходит над стружкой на расстоянии 400 мм. Упор под действием веса штанги и пружин перекидывается в противоположную сторону, и штанга с роликом съезжает с него. Освободившийся упор в силу разности плеч под действием собственного веса занимает первоначальное положение. В это время скребки ложатся на стружку по всей длине швеллера и продвигают ее на 400 мм вперед.

При прямом ходе ролик проходит под упором, и скребки перемешают стружку. В качестве привода может быть использован гидропривод или электропривод, а также редуктор с кулисой, позволяющий осуществлять перемещение штанги с сыпучей стружкой назад и вперед со скоростью до 2 м/мин. Производительность таких транспортеров может быть до 2000 кг/ч.

Стружка на конвейер поступает вместе с СОЖ. Последняя стекает по желобу через сетку в шахту, откуда по трубе отводится в централизованную циркуляционную цеховую систему подачи СОЖ к станкам (если данная система будет предусмотрена).

К конвейеру от станков стружка поступает по наклонному желобу (возможно с вибрацией).

За пределы участка стружка будет вывозиться один раз в смену с помощью автопогрузчика, а во время смены складироваться в специально отведенном месте (см. чертеж плана участка).

При прямом ходе ролик проходит под упором, и скребки перемешают стружку. В качестве привода может быть использован гидропривод или электропривод, а также редуктор с кулисой, позволяющий осуществлять перемещение штанги с сыпучей стружкой назад и вперед со скоростью до 2 м/мин. Производительность таких транспортеров может быть до 2000 кг/ч.

2.10 Компоновка механических цехов

Перед разработкой компоновочного плана механического цеха необходимо составить схему компоновки всего корпуса, на которой должно быть показано как взаимное расположение всех смежных производственных цехов и отделений, складов металла и заготовок, так и пристроек или вставок для служебно-бытовых помещений.

Технологические потоки в цехах могут быть направлены как вдоль пролетов, так и поперек.

Цехи и отделения общей сборки располагаются, как правило, перпендикулярно направлениям потоков механической обработки деталей.

Исключения составляют цехи изготовления особо крупных изделий; в этом случае их общая сборка производится в конце пролета обработки крупных деталей.

В остальных параллельно расположенных пролетах производится механическая обработка средних и мелких деталей и узловая сборка. Собранные узлы должны поступать на общую сборку кратчайшим путем.

Пристройки к производственным зданиям для размещения служебно-бытовых помещений должны располагаться со стороны основных людских потоков на территории завода.

Все отделения цеха на плане необходимо располагать по ходу общего производственного процесса в следующем порядке:

1. При единичном и серийном производстве цеховой склад металла и заготовок вместе или смежно с заготовительным отделением размещаются в начале цеха; при поточном производстве складские помещения для заготовок располагаются в начале каждой поточной линии.

2. Вдоль склада или складских площадок поперек пролетов цеха устанавливается проезд шириной от 4м и более, в зависимости от применяемых транспортных средств.
3. Станочное отделение располагается на основной площадке цеха; при значительной длине технологической линии устраиваются поперечные проходы шириной не менее 4м.
4. В конце станочного отделения поперек всех пролетов также устраивается поперечный проезд шириной не менее 4м, в зависимости от применяемых транспортных средств.
5. Далее в удобных местах размещают контрольное отделение цеха или контрольные пункты (при поточном производстве).
6. В единичном и серийном производствах параллельно контрольному отделению, поперек пролетов, размещают склад готовых деталей и смежно с ним межоперационный, если он предусмотрен; в поточном производстве для готовых деталей предусматриваются складочные площадки или подвесные или напольные конвейеры.
7. В поточном производстве далее размещается узловая сборка, как на стендах, так и на конвейерах.
8. Вспомогательные отделения механического цеха, как правило, должны располагаться в производственной части здания либо вдоль нагруженных стен, либо в планировочных вставках шириной 6м и более.

В зависимости от условий производства вставки могут располагаться как вдоль, так и поперек цеха.

Такие отделения, как заточные с кладовыми режущего инструмента, ремонтные базы и мастерские и т.д. размещать в пристройках не рекомендуется. В пристройках со стороны основных людских потоков обычно размещают бытовые помещения и раздевалки для рабочих и служащих цеха.

2.11. Планировка оборудования в цехе

Основным принципом при составлении плана расположения оборудования в цехе является обеспечение прямоточности движения деталей в процессе их обработки в соответствии с технологическим процессом, а также установление оптимальных расстояний между оборудованием или между оборудованием и колоннами или стенами.

Металлорежущие станки участков или линий могут быть расположены одним из двух способов: по типам оборудования или по ходу технологического процесса, т.е. в порядке выполнения операций.

По типам оборудования станки располагаются только в небольших цехах единичного и мелкосерийного производства при малых массах и габаритах обрабатываемых деталей, а также для обработки отдельных деталей в серийном производстве. В этих случаях создаются участки однородных станков: токарные, сверлильные, фрезерные, шлифовальные и т.д. Подобные участки должны располагаться в цехе в соответствии с последовательностью обработки большинства типовых деталей.

По ходу технологического процесса располагают станки в цехах массового и серийного производства; наиболее совершенная планировка станков получается в автоматических и непрерывно-поточных линиях. В переменнo-поточных и групповых линиях станки располагают в порядке выполнения операций по отношению ко всем деталям с тем, чтобы не было возвратных движений.

При размещении станков руководствуются следующими правилами и приемами.

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

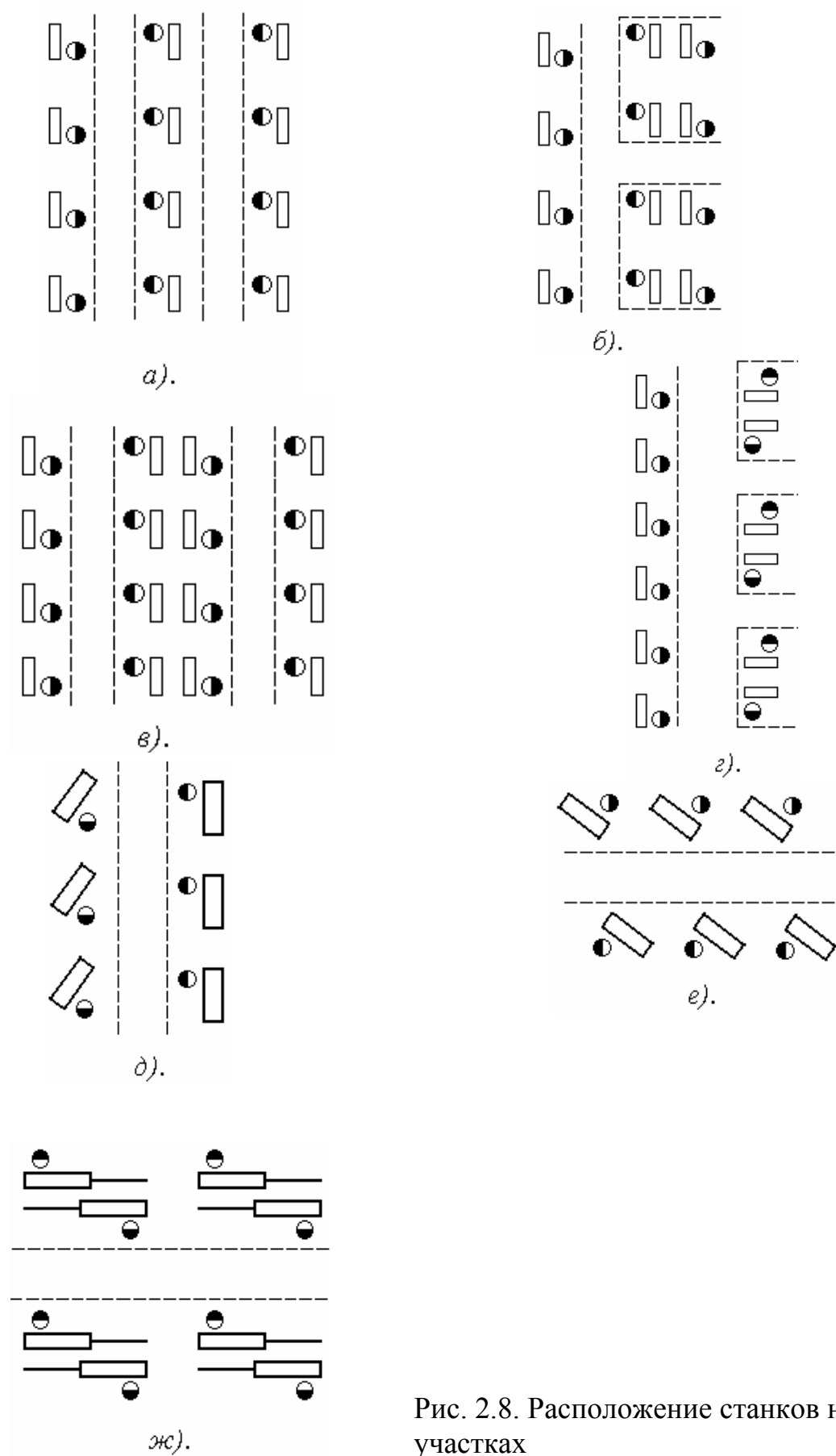


Рис. 2.8. Расположение станков на участках

составляет 40 –80 м. Зоны заготовок и готовых деталей включаются в длину участка.

2. Технологические линии на участках могут располагаться как вдоль пролетов, так и поперек их.
3. Станки вдоль участка могут быть расположены в два, три и более рядов. При расположении станков в два ряда между ними остается проход для транспорта. При трехрядном расположении станков может быть два (а) или один (б) проход. В последнем случае продольный проход образуется между одинарным и сдвоенным рядами станков. Для прохода к станкам сдвоенного ряда между станками оставляют поперечные проходы. При расположении станков в четыре ряда вдоль участка устраивают два похода (в).
4. Станки могут располагаться по отношению к проезду вдоль, поперек (г) и под углом (д, е).
5. Станки для прутковой работы могут быть расположены в шахматном порядке (ж), причем в этом случае необходимо обеспечить возможность подхода к ним с двух сторон.
6. Станки по отношению друг к другу могут располагаться фронтом, "в затылок" и тыльными сторонами.
7. Крупные станки не должны устанавливаться у окон, так как это приводит к затемнению цеха.
8. В поточных линиях станки также могут устанавливаться в один (1) или в два (2) ряда. В последнем случае деталь в процессе обработки переходит с одного ряда на другой. Поточная линия может быть и с двумя параллельными потоками деталей. Станки в поточных линиях с применением рольгангов или других конвейеров могут устанавливаться относительно них параллельно и перпендикулярно; они могут быть и встроены в

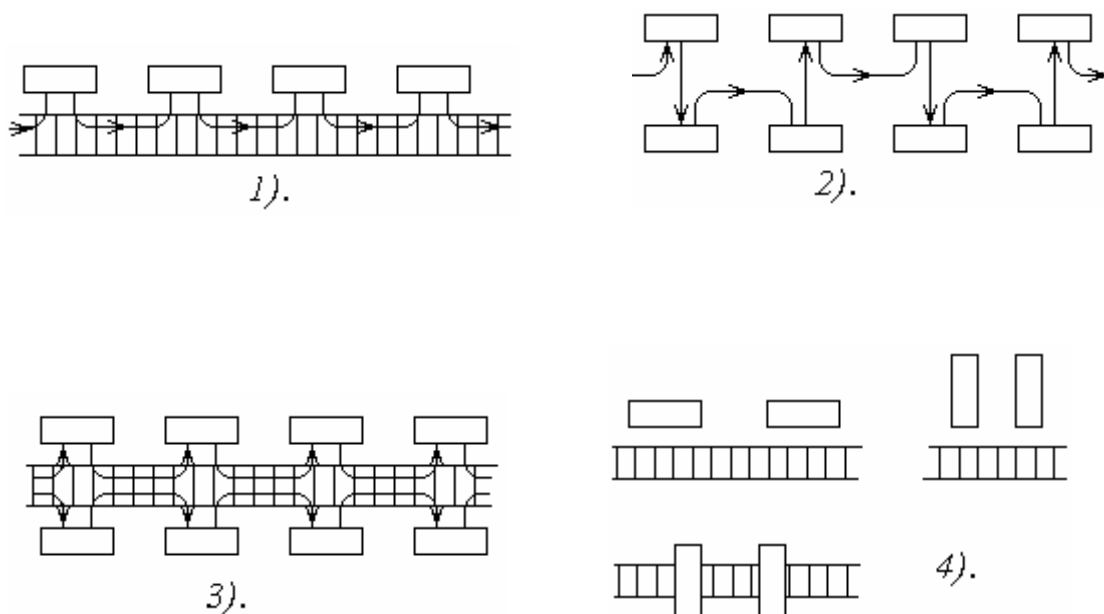


Рис. 2.9 Расположение станков в поточных линиях

линию рольганга или конвейера (4).

5. Расстояние между станками или между станками и элементами зданий для различных вариантов расположения оборудования, а также ширина проездов в зависимости от различных видов транспорта регламентируется нормами технологического проектирования.
6. Расстояние между станками или между станками и элементами зданий для различных вариантов расположения оборудования, а также ширина проездов в зависимости от различных видов транспорта регламентируется нормами технологического проектирования.

При определении расстояний между станками, от станков до стен и колонн здания (табл. 4) нужно учитывать следующее:

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

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

3. Для особо мелких станков с длиной по фронту до 800 мм $a = 100$ мм.

4. При поперечном размещении станков в количестве больше двух (по фронту) расстояния между станками в и г превращаются в проезды.

Таблица 5

Нормы расстояний между станками.

Расстояния			Нормы расстояний между станками для их размеров, мм		
			до 1800×800	до 4000×2000	до 8000×4000
Между станками по фронту а			700	900	1500
Между тыльными сторонами станков б			700	800	1200
Между станками при поперечном расположении к проезду	При расположении станков в "за-тылок" в		1300	1500	2000
	При расположении станков фронтом друг к другу и обслуживании одним рабочим	одного станка г	2000	2500	3000
		двух станков д	1300	1500	
От стен или колонн здания до:	тыльной или боковой стороны станка е		700	800	900
	фронта станка ж		1300	1500	2000

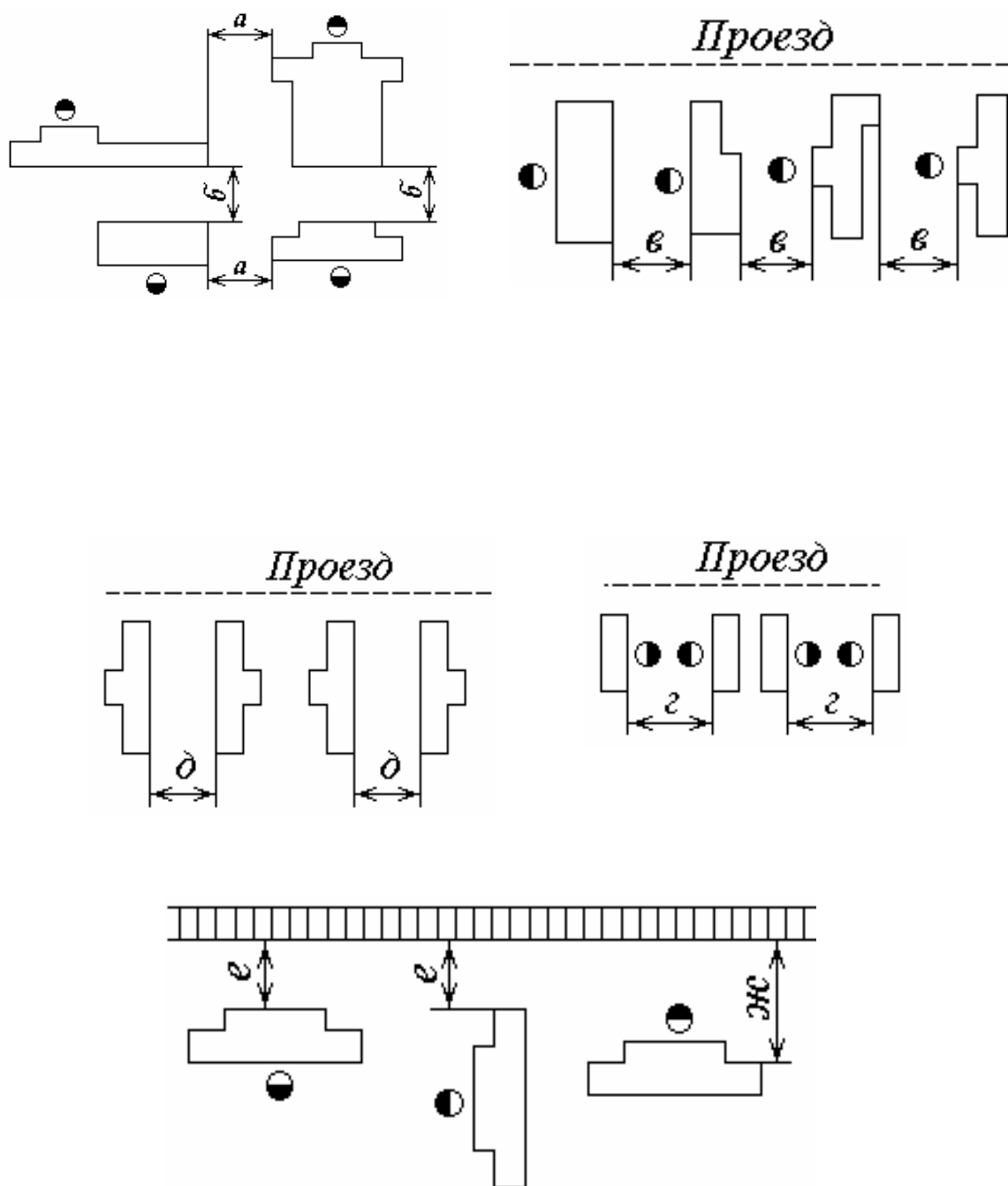


Рис. 2.10. Определение расстояний при расстановке оборудования в цехе

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

6. Нормы расстояний не учитывают каналов для транспортировки стружки, промышленных проводок, площадок для хранения крупных и тяжелых деталей и устройства для транспортировки, которые следует учитывать в каждом конкретном случае.

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

Таблица 6

Нормы ширины магистральных проездов в механических и сборочных цехах

Схема	Вид транспорта	Грузоподъемность, т	Ширина проездов А, мм	Расстояние между станками Б, мм
Проход продольный 	Электротележки (электрокары)	До 1	3000	3400
		До 3	3500	4000
		До 5	4000	4500
Проход поперечный 	Электропогрузчики с подъемными вилами	До 0,5	3500	400
		До 1	400	450
		До 3	5000	5500
	Грузовые автомашины	До 1	4500	5000
		До 5	5500	6000

При выборе ширины проездов между рядами станков необходимо иметь в виду следующее:

1. Расстояния берутся от наружных габаритов станков, включающих крайние положения движущихся частей, открывающихся дверей и постоянных ограждений станков.
2. Под размером транспортируемых деталей или тары с деталями следует понимать размер в направлении, перпендикулярном проезду.
3. Ширина проездов при транспортировке электропогрузчиками должна быть с учетом возможности их поворота на 90°.
4. При размерах транспортируемых деталей свыше 3 метров ширина проездов и расстояния между рядами станков назначается индивидуально для каждого конкретного случая.
5. При особой необходимости и при соответствующем обосновании нормы могут быть увеличены для возможности транспортировки более крупных станков при ремонте или замене их новыми.
6. При расположении станков у стен, сборку которых невозможно производить с проезда механизированными средствами, необходимо вдоль стены предусмотреть проезд шириной 3 м.
7. Рекомендуется применять одностороннее движение в проездах; двухстороннее движение допускается только при обосновании его необходимости.

2.12 Организация и планировка рабочих мест

Рабочее место – это первичное звено производства, от качества работы которого зависят результаты деятельности всего завода. Улучшение оснащенности, рациональная планировка, хорошо нала-

женное обслуживание рабочих мест и другие подобные мероприятия являются важными факторами повышения производительности труда и снижения утомляемости рабочего.

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

В условиях единичного производства выполнение на рабочем месте большого числа разнообразных операций требует наличия всевозможных инструментов, приспособлений, а отсюда и соответствующего инвентаря для его применения и расположения.

При переходе к серийному производству и специализации производственных участков число операций, выполняемых на рабочем месте, сокращается, начинает применяться специализированный инструмент и приспособления и, соответственно, меняется планировка и оснащение рабочего места.

Наиболее значительные изменения в организации рабочих мест происходят под влиянием механизации автоматизации производства. Так на рабочих местах автоматических и непрерывно-поточных линий никаких видов специального стационарного инвентаря, как правило, не предусматривается.

На рисунке приведены примеры планировки рабочих мест токаря, фрезеровщика и шлифовальщика с размещением необходимого инвентаря.

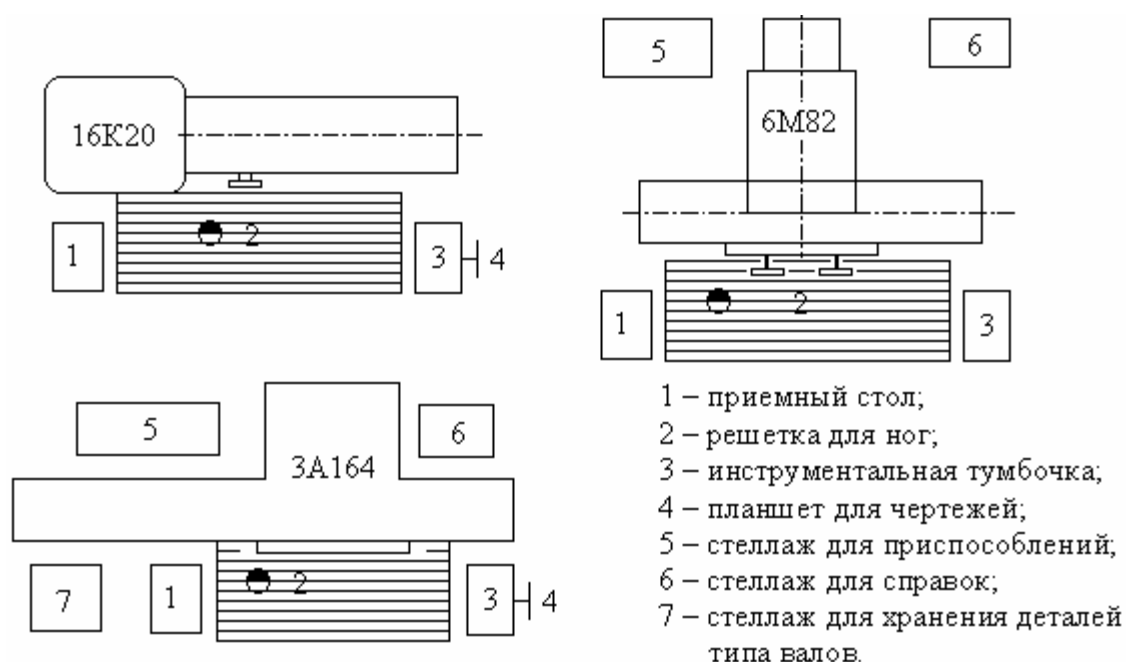


Рис. 2.11. Планировка типовых рабочих мест станочников

Инструментальная тумбочка 3 предназначена для двухсменной работы и имеет два отделения для сменщиков. В каждом отделении хранятся инструменты постоянного пользования и средства для ухода за оборудованием. Тумбочка снабжена планшетом для хранения чертежей. Приемный стол 1 предназначен для размещения заготовок, а также может быть использован для раскладки на нем непосредственно применяемого инструмента.

Нижняя полка станка используется для хранения принадлежностей к станку.

Стеллаж для приспособлений 5 с выдвижной платформой предназначен для хранения приспособлений на рабочем месте.

2.13. Установка оборудования при монтаже цеха

Установка оборудования при монтаже цеха производится по рабочим чертежам – монтажным штампам, на которых должна быть указана "привязка" оборудования к осям колонн здания, а для оборудования, установленного наружных стен здания, – к их внутренней поверхности. Допускается привязать одну единицу оборудования к другой, уже привязанной к строительным элементам, но делать это надо так, чтобы данные размеры можно было непосредственно сложить, получив для установки каждой единицы оборудования необходимую величину привязки от основного ориентира.

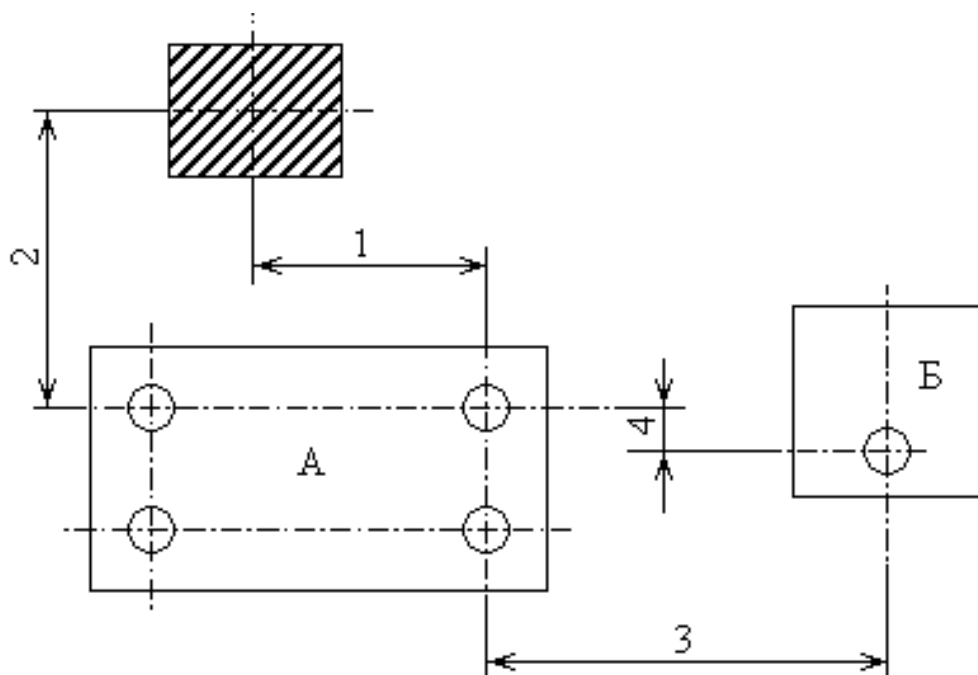


Рис 2.12. Привязка оборудования к осям колонн здания

Привязка станка Б к колонне равна сумме размеров по горизонтали $1+3$, а по вертикали $2+4$.

Оборудование можно привязать по осям отверстий для фундаментных болтов А; по характерным осям (например, по оси центров токарного станка); по основанию станины или фундаменту станка. Не следует делать привязку по габариту станка представляющему собой условный контур на плане цеха.

Станки в цехах могут устанавливаться непосредственно на полу, на индивидуальных или общих для нескольких станков фундаментах, а также на виброизолирующих опорах.

2.14. Подъемно-транспортное оборудование

Для монтажа и демонтажа металлорежущего оборудования, а также для выполнения подъемно-транспортных работ по перемещению заготовок, готовых деталей и сборочных единиц, перемещению и погрузке поддонов со стружкой может быть использован двухбалочный мостовой кран (рис. 2.13).

Двухбалочный мостовой кран представляет собой балочный или ферменный мост 10, опирающийся на поперечные концевые балки 3, в которых закреплены ходовые колеса 2, приводимые во вращение механизмом 12 передвижения крана. Мост перемещается по подкрановым путям 1 (вдоль цеха), уложенным на подкрановые балки, опирающиеся на колонны здания. По мосту передвигается тележка 7, на которой установлены механизмы главного 6 и вспомогательного 5 подъема, механизм передвижения тележки 11 и токоподвод 4 к тележке. Аппаратура управления размещается в кабине 13. Питание крана электроэнергией осуществляется через главные троллеи 8, расположенные вдоль подкрановой балки. Для обслуживания их на мосту крана имеется площадка 9.

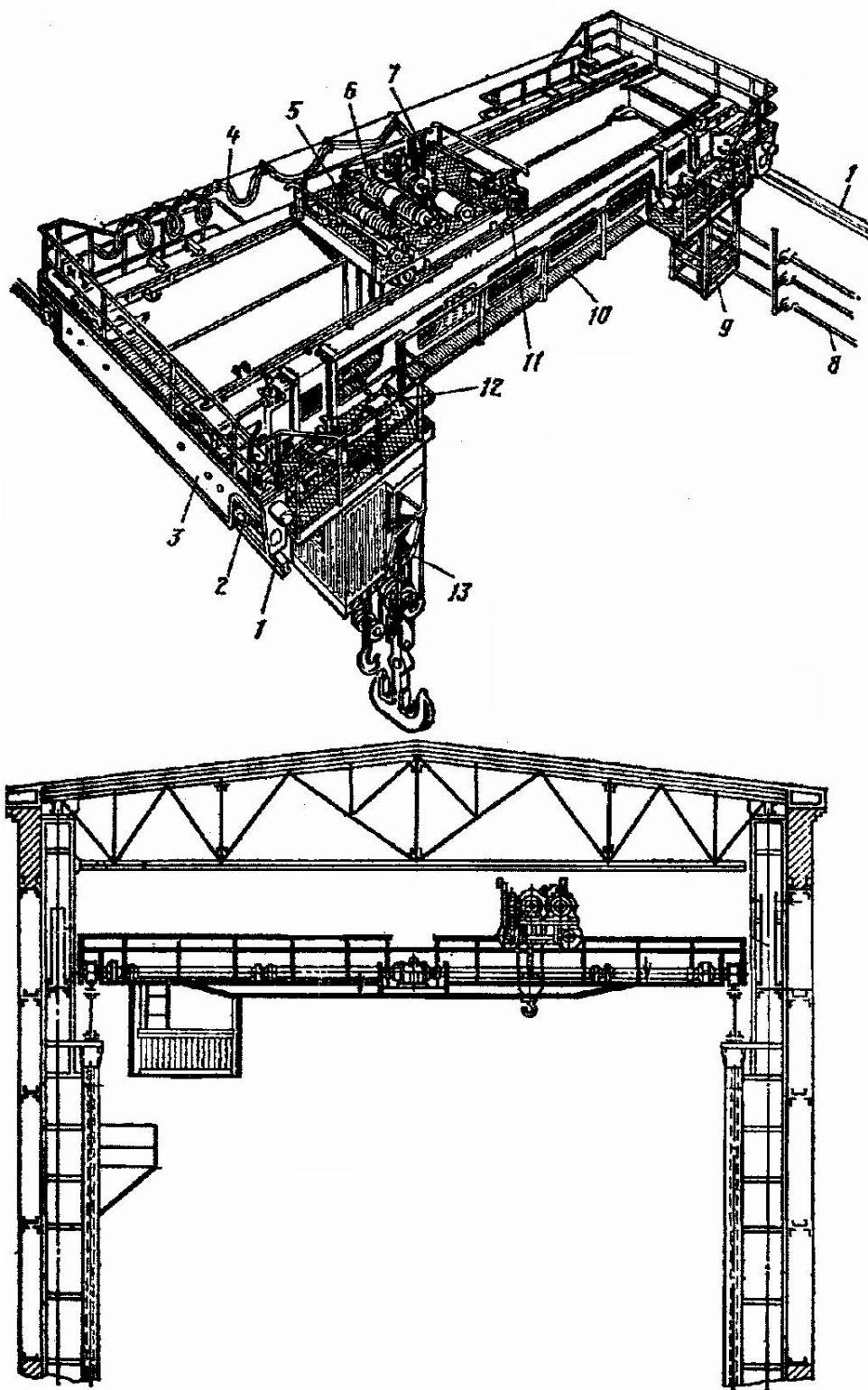


Рис. Мостовой двухбалочный опорный кран:

1 – подкрановые пути; 2 – ходовые колеса; 3 – поперечные концевые балки; 4 – токоподвод; 5 – механизм вспомогательного подъема; 6 – механизм главного подъема; 7 – тележка; 8 – главные троллеи; 9 – площадка; 10 – ферменный мост; 11 – механизм передвижения тележки; 12 – механизм передвижения крана; 13 – кабина

Для перемещения лотков с заготовками из заготовительного цеха и для перевозки готовой продукцией, используют электрические тележки (рис.2.14) с подъемной платформой. Платформа тележки подходит под лоток и принимает на себя груз. Грузоподъемный кран, установленный на электрической тележке, дает возможность легко ставить лотки с заготовками на требуемую высоту.

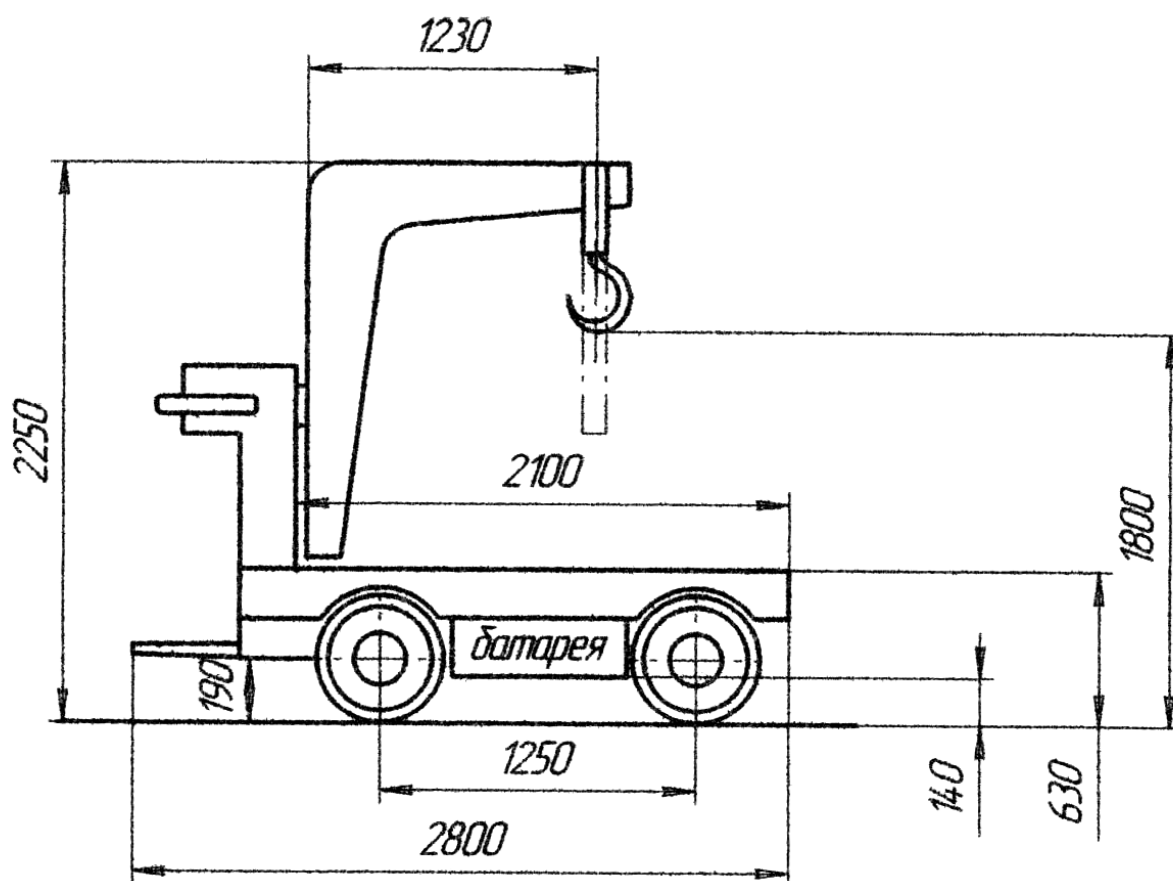


Рис. 2 15. Электрическая тележка

2.15. Средства автоматизации и механизации

Моечная машина (рис 2.16.). После последней операции технологического процесса перед контрольной операцией готовые детали необходимо промыть. Для этого после последнего станка перед

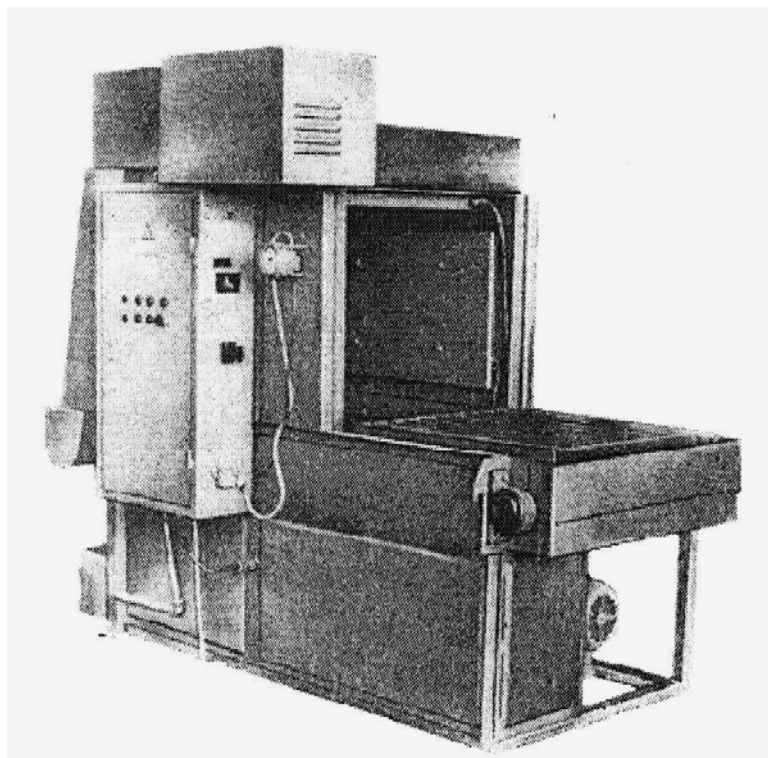


Рис. 2.16. Моечная машина

Технические характеристики

Наибольшие размеры промываемых деталей, мм

- длина	800
- ширина	850
- высота	650

Время разогрева моющей среды, час	2
-----------------------------------	---

Температура моющего раствора, град	50...80
------------------------------------	---------

Длительность цикла мойки, мин	2...10
-------------------------------	--------

Мощность электродвигателя каретки, кВт	1,1
--	-----

Суммарная мощность всех электродвигателей и электронагревателей, кВт	40
---	----

Габаритные размеры машины, мм	2380x1500x2110
-------------------------------	----------------

Масса машины, кг	1450
------------------	------

столом контролера на основной конвейер устанавливается моечная

машина, таким образом, машина встроена в автоматическую линию.

Машина осуществляет промывку деталей в автоматическом режиме. Принцип работы машины: промывка деталей происходит в камере тупикового типа; поддержание необходимой температуры моющего раствора, перемещение каретки с деталями, подъем и опускание заслонки, а также включение и отключение насосной установки осуществляется по заданному циклу.

Загрузочное устройство. Загрузочное устройство, представленное на рис.2.17, предназначено для подачи валов средних размеров на токарные станки или пошаговый конвейер. Заготовки вручную укладывают в магазин (лоток) 3, откуда они самотеком поступают в V-образный лоток 1. В приемнике имеется паз, по которому под действием штока пневмоцилиндра перемещается ползушка 2, которая и заталкивает заготовку в захват питателя. В конце хода штока упор ползушки 2 нажимает на путевой выключатель, в результате чего через командоаппарат дается команда на подачу воздуха в другую полость цилиндра, и шток, а значит, и ползушки 2 возвратятся в исходное положение, где и будут ждать команды на подачу следующей заготовки. Ползушка 2 при обратном ходе штока цилиндра проходит под поданной в приемник заготовкой, не вызывая ее перемещения. Захват питателя (рис. б) настраивается регулирующим механизмом в зависимости от диаметров подаваемых заготовок и цилиндра, шток которого перемещает захват в вертикальной плоскости и механизм раскрывания и закрывания захвата.

Для перемещения захвата в вертикальной плоскости к рабочей зоне станка сжатый воздух из сети поступает в полость А цилиндра 16, в результате чего поршень 18 со штоком 4 опускается. После того, как поршень 18 переместится до поршня 17 со штоком 5 под действием штока 4, установленная в нем ось 6 повернет рычаг 7 так, что фиксатор 8 продвинется вправо и отожмет собачку 10, не позволяя повернуться на осях лотку 11, так как соединенный с ним флажок 9 упирается в фиксатор 8, занявший положение собачки 10. При дальнейшем движении шток 4 увлекает шток 5, который не может дви

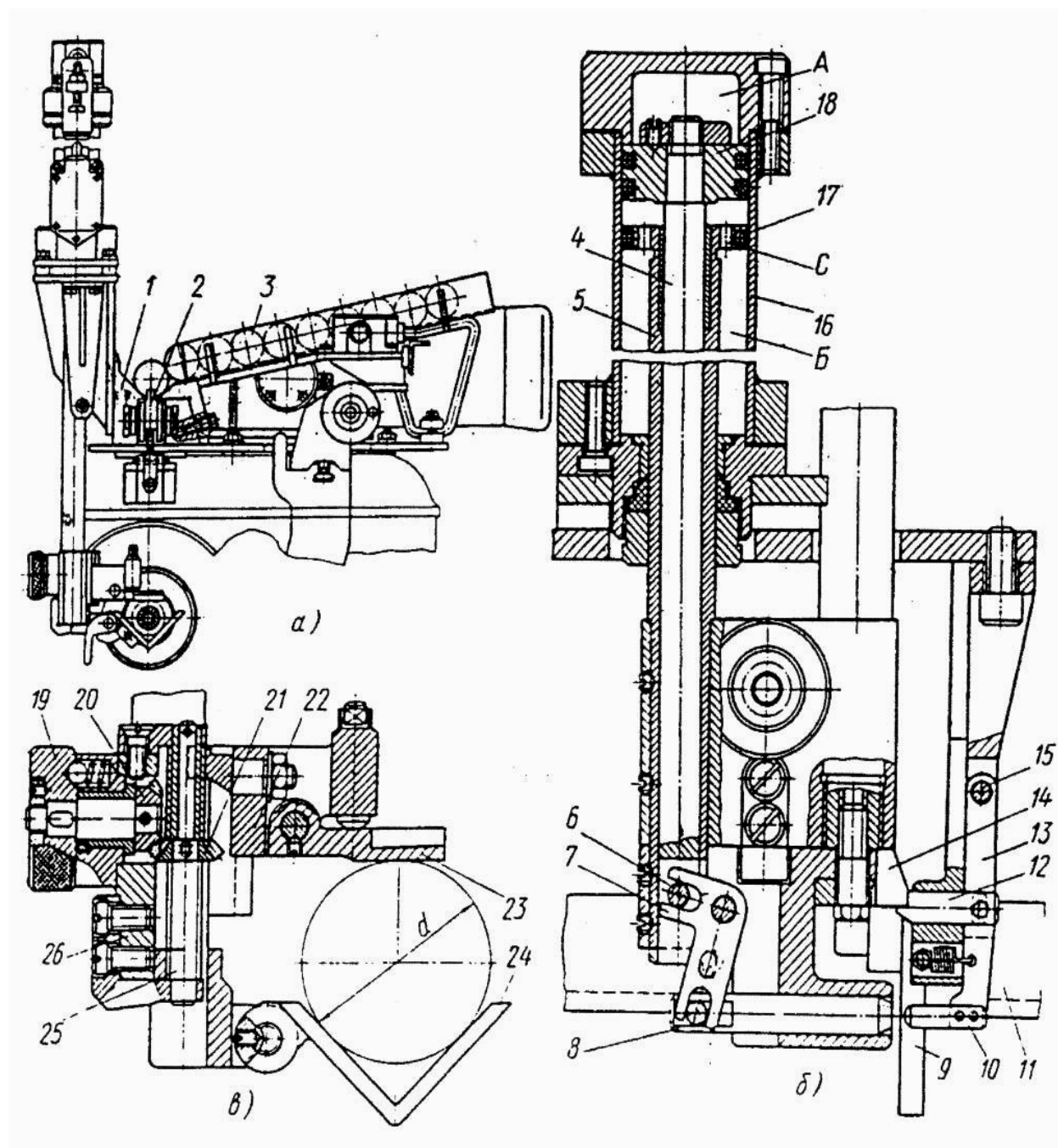


Рис.2.17. Загрузочное устройство для подачи средних по размеру валов

а) – общий вид; б) – питатель; в) – устройство для регулирования

гаться, так как каретка 14, закрепленная на штоке, заперта защелкой 12, отделенной собачкой 10, которая поворачивает на оси 15 рычаг 13. Лоток 11 во время движения удерживается фиксатором 8 за флажок 9. После того, как сжатый воздух будет поступать в полость Б цилиндра 16, он, проходя через отверстие С поршня 17, заставит переместиться поршень 18 и тем самым обеспечит относительный сдвиг поршней. Рычаг 7 перемещает фиксатор 8, вследствие чего флажок 9 наезжает на собачку 10 и, скользя по ней скосом, поворачивает лоток 11 в положение для приема очередной заготовки. После того как захват окажется в верхнем исходном положении, подается команда на вращение шпинделя и подачу суппорта. После окончания обработки вращение шпинделя прекращается, обработанная деталь освобождается от зажима и падает на лоток, отводящий деталь в тару.

Захват питателя снабжен механизмом для регулировки наладки питателя. Регулировка осуществляется маховичком 19, в результате вращения которого через конические зубчатые колеса 20 и 21 передается движение винту 25 с правой и левой резьбой. Винт 25 заставляет каретки 22 и 26 сближаться или расходиться (в зависимости от направления вращения маховичка 1); на каретках закреплены губки 23 и 24 захвата; нижняя V-образная губка определяет положение заготовки, а верхняя 23, подпружиненная, предназначена для зажима заготовки.

С целью обеспечения равномерной загрузки оборудования участка и для размещения необходимого количества заготовок, используют накопительные системы. Например в качестве накопителя можно использовать бункер с шиберной подачей заготовок (рис. 2. 18).

От электродвигателя 1 через редуктор 8, кривошип 7 и шатун 6 возвратно-поступательное движение передается плоскому шиберу 5. Шибер воздействует на заготовки 4 в бункере 3 и направляет их в щель, образованную стенкой 2 и шибером 5. По наклонному дну 9 заготовки поступают к выходному окну 14. Для устранения сводов, образуемых заготовками между стенкой бункера и дном 9, перед выходным окном 14 на шибере закрепляют подпружиненную собачку (на рис. не показана), которая непрерывно разрушает образующиеся своды и позволяет заготовкам по лотку 15

поступать в механизм поштучной выдачи заготовок 16 с целью дальнейшего их перемещения на транспортирующую систему- пошаговый конвейер 17. Поддон 11 с открывающейся стенкой с помощью вилчатого погрузчика грузоподъемностью 3 тонны устанавливается на направляющие 12, после чего оператор наклоняет поддон, подавая масло в штоковую полость гидроцилиндров 10. Крышка поддона откидывается, и заготовки попадают под действием силы тяжести в бункер 3. От падения поддона 11 с направляющих 12 удерживает ось 13, закрепленная в направляющих.

Более простую конструкцию имеет бункерный накопитель элеваторного типа (рис. 2.19.)

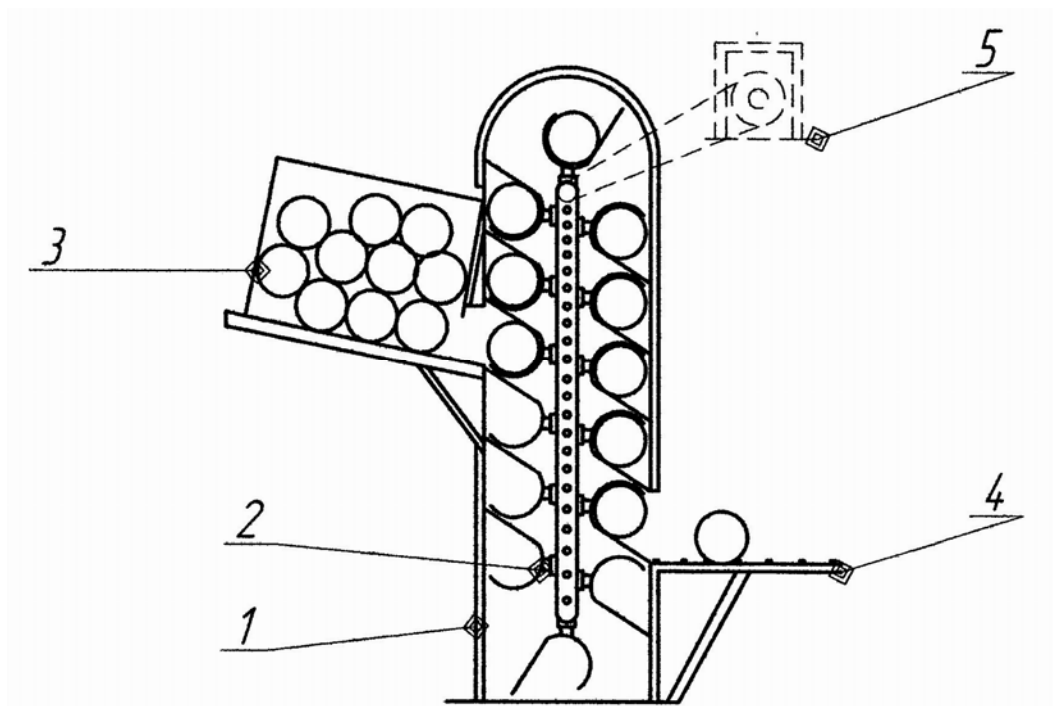


Рис. 2.19. Бункерный накопитель элеваторного типа.

1 – бункер; 2 – захваты конвейера-подъемника элеваторного типа; 3 – приемный лоток; 4 – пошаговый конвейер; 5 – привод подъемника.

В качестве цехового транспорта при поточном производстве может использоваться пошаговый конвейер. Заготовки перемещаясь по нему попадают в зону действия промышленных роботов ПР СМ160Ф2.05.01 (рис. 2.20), переносящих заготовку в рабочую зону станка. Характеристика робота:

Грузоподъемность суммарная на одну руку	320 кг.
Число рук	2
Число степеней подвижности (без захвата)	5
Тип привода	гидравлический
Система управления	позиционная
Число программируемых координат	3
Способ программирования	обучение
Погрешность позиционирования	$\pm 0,5$ мм.
Наибольший вылет руки	1800 мм.
Линейные перемещения	8900, 970 мм.
Скорость линейных перемещений	0,8...0,3 м/с
Масса	6500 кг

Для контрольных операций используется промышленный робот ПР СМ40Ц.40.11 (рис.2.21) со следующими характеристиками:

Грузоподъемность суммарная на одну руку	40 кг.
Число рук	1
Число степеней подвижности (без захвата)	4
Тип привода	гидравлический
Система управления	цикловая
Число программируемых координат	3
Способ программирования	по упорам
Погрешность позиционирования	$\pm 1,5$ мм.
Наибольший вылет руки	1672 мм.
Линейные перемещения:	
горизонтальные	760 мм.
вертикальные	760 мм.
Масса	1400 кг

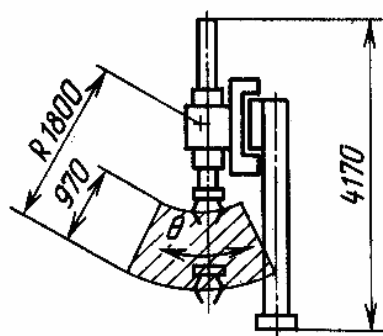
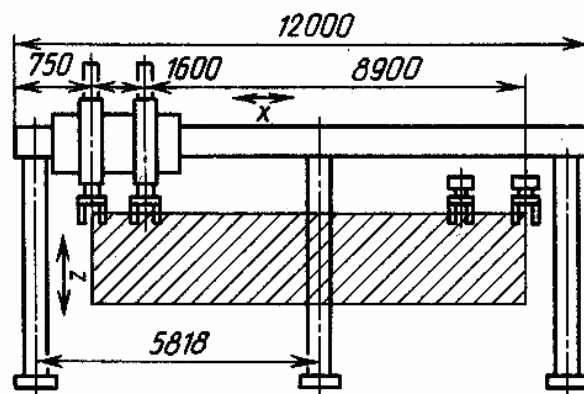


Рис.2.20 Промышленный робот ПР СМ160Ф2.05.01

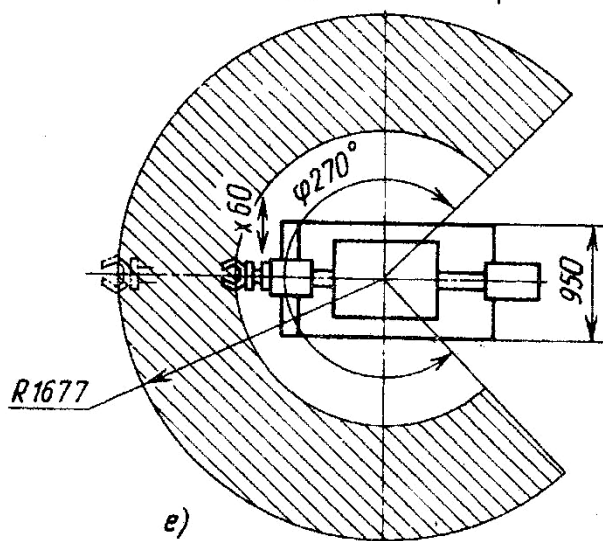
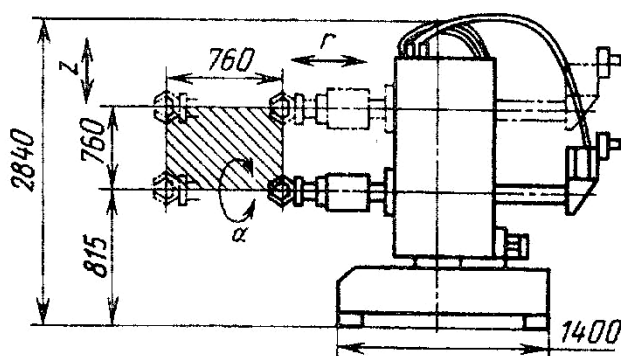


Рис.2.21 Промышленный робот ПР СМ40Ц.40.11

2.16. Техничко-экономическис показателс проекта механическог цеха

Основными данными, определяющими объем выпуска продукции, производственную мощность и другие объективные характеристики проекта механического цеха, являются следующие:

- годовой выпуск изделий, включая и запасные части, по цеховой себестоимости;
- годовой выпуск комплектов деталей, сборочных единиц, машин в штуках;
- общая и производственная площадь цеха;
- количество производственного оборудования, в том числе металлорежущих станков;
- количество работающих, в том числе: производственных рабочих, вспомогательных рабочих, ИТР, служащих, МОП;
- мощность производственного и подъемно-транспортного оборудования;
- трудоемкость механической обработки, выполняемой в цехе, по изделиям представителям (в станкочасах ив человеко-часах);
- основные средства цеха, в том числе стоимость: зданий и сооружений, оборудования, инструментов и приспособлений, производственного и хозяйственного инвентаря;
- годовой фонд заработной платы всех работающих и, отдельно, производственных рабочих.

Качество проекта определяется следующими относительными технико-экономическими показателями, позволяющими сравнивать различные проекты между собой:

- выпуск продукции на одного работающего, на одного рабочего, на одну единицу производственного оборудования, на один м² производственной или общей площади в одну смену и на 1 руб. основных средств;
- стоимость основных производственных фондов на 1 руб. стоимости выпускаемой продукции;
- общая и производственная площадь на единицу производственного оборудования в м²;
- средний коэффициент загрузки оборудования в процентах;
- коэффициент сменности;
- средняя мощность одного станка в кВт, а также средняя мощность станочного оборудования на одного производственного рабочего в наибольшую по количеству работающих смен (энерговооруженность);
- коэффициент использования металла при обработке деталей основной продукции;
- себестоимость и цеховая себестоимость 1 т и одного комплекта узлов или деталей на одно изделие;
- структура цеховой себестоимости в процентах:
 - а) материалы,
 - б) основная заработная плата производственных рабочих,
 - в) цеховые накладные расходы;
- отношение цеховых расходов к основной заработной плате производственных рабочих.

Важным условием для качества проекта является уровень механизации и автоматизации производства, для определения которого служат следующие показатели: степень охвата рабочих механизированным трудом; уровень затрат механизированного труда в общих трудовых затратах и уровень механизации и автоматизации производственных процессов.

Для вычисления этих показателей необходимо иметь ведомость оборудования с указанием количества единиц каждого вида и типа оборудования и прикреплением всех рабочих цеха к определенным рабочим местам.

Общее количество рабочих цеха

$$P = P_m + P_{m.p} + P_p ,$$

где

P_m – количество рабочих, выполняющих работу механизированным способом (работы на станках с механическим приводом, операторы автоматических линий и др.);

$P_{m.p}$ – количество рабочих, выполняющих работу с помощью ручного механизированного инструмента;

P_p – количество рабочих, выполняющих работу вручную.

Общая степень охвата рабочих цеха, механизированным трудом

$$C = C_m + C_{m.p} ,$$

Где:

$C_m = \frac{P_m}{P} \cdot 100$ – степень охвата рабочих механизированным трудом, %;

$C_{m.p} = \frac{P_{m.p}}{P} \cdot 100$ – степень охвата рабочих механизированным ручным трудом, %.

Общий уровень затрат механизированного труда в общих трудовых затратах U_m по цеху

$$Y_{\text{м}} = Y_{\text{м.т}} + Y_{\text{м.р}}, \%,$$

Где:

$Y_{\text{м.т}}$ – уровень затрат механизированного труда в общих трудовых затратах, %;

$Y_{\text{м.р}}$ – уровень затрат механизированно-ручного труда в общих трудовых затратах, в %.

При этом

$$Y_{\text{м.т}} = \frac{\sum P_a \cdot K}{P} \cdot 100\%,$$

где $\sum P_a$ – количество рабочих во всех сменах в цехе занятых механизированным трудом;

K – коэффициент механизации, выражающий отношение времени механизированного труда к общим затратам времени на данном оборудовании или рабочем месте.

Уровень затрат

$$Y_{\text{м.р}} = \frac{\sum P_{\text{а.р}} \cdot И}{P} \cdot 100\%,$$

Где:

$\sum P_{\text{а.р}}$ – количество рабочих во всех сменах на данном рабочем месте, выполняющих работу при помощи ручного механизированного инструмента.

$И$ – коэффициент простейшей механизации, выражающий долю затрат времени механизационно-ручного труда к общим затратам времени рабочего, использующего механизированный инструмент.

Общий уровень механизации и автоматизации производственных процессов $У$ цеха

$$Y = Y_n + Y_{n.p}, \%,$$

где

Y_n – уровень механизации и автоматизации производственных процессов;

$Y_{n.p}$ – уровень простейшей механизации производственных процессов.

При этом

$$Y_n = \frac{\sum P_a \cdot K \cdot M \cdot \Pi}{\sum P_a \cdot K \cdot M \cdot \Pi + P \cdot \left(1 - \frac{Y_{m.m}}{100}\right)} \cdot 100\%,$$

Где:

$\sum P_a$ – количество рабочих, занятых механизированным трудом на данном рабочем месте;

M – коэффициент обслуживания, выражающий количество единиц оборудования, обслуживаемых одним рабочим;

Π – коэффициент производительности оборудования, равный отношению трудоемкости изготовления детали на универсальном оборудовании с относительно наиболее низкой производительностью, принятой за базу T_0 , к трудоемкости изготовления этой детали на действующем оборудовании T .

Уровень механизации

$$Y_{n.p} = \frac{\sum P_{a.p} \cdot \Pi \cdot \Pi}{\sum P_{a.p} \cdot K \cdot M \cdot \Pi + P \cdot \left(1 - \frac{Y_{m.m}}{100}\right)} \cdot 100\%,$$

где

$\sum P_{a,p}$ – количество рабочих во всех сменах в цехе на данном рабочем месте, выполняющих работу при помощи ручного механизированного инструмента.

3. Проектирование сборочных цехов

3.1 Основные положения

В современном машиностроении трудоемкость сборочных работ занимает значительную долю в общей трудоемкости изготовления изделий. Так, в тяжелом машиностроении объем сборочных работ составляет 25–35 % от общей трудоемкости; в станкостроении – 20–25 %; в автомобилестроении – 18–20 %; в тракторном и сельскохозяйственном машиностроении – 20–25 %; в электромашиностроении – 35–40 %; в строительном и дорожном машиностроении – 15–30 %.

Сборочный цех проектируется для выполнения узловой и общей сборки, проведения испытаний, окраски и упаковки изделий.

Основой для проектирования сборочного цеха является его производственная программа, включающая спецификации поступающих в цех узлов и деталей, сборочные чертежи и технические условия на приемку и испытание изделий, необходимые для разработки технологических процессов сборки. Проектирование сборочных цехов, так же как и механических, ведется по точной, приведенной или условной программе.

Проектирование цехов массового и крупносерийного производства, как правило, ведется по точной программе. В этом случае в программу включаются все узлы изделий, собираемых в проектируемом цехе, с указанием их количества и массы. Проектирование сборочных цехов мелкосерийного и серийного производства при разнообразной и обширной номенклатуре ведется по приведенной программе. Все подлежащие сборке машины разделяются на группы по конструктивной и технологической однородности. В каждой группе выбирается типовой представитель и для него разрабатывается технологический процесс с нормированием каждой операции

В единичном, мелкосерийном и серийном производствах узловая и общая сборка производится в сборочных цехах или отделениях.

В крупносерийном и массовом производствах узловая сборка производится обычно в конце поточных линий или в отделениях механического цеха; общая сборка изделия выполняется в сборочном цехе.

Различают две основные формы организации сборки: стационарную и подвижную. Стационарная сборка изделия может осуществляться или последовательно или параллельно. В последнем случае весь объем сборочных работ расчленяется по узлам собираемым параллельно на разных рабочих местах, с последующей сборкой из узлов и деталей всего изделия. При подвижной сборке собираемый объект перемещается от одного сборочного места к другому. Приведенные выше формы сборки делятся на поточные и непоточные.

Поточная сборка может осуществляться как при подвижном, так и при неподвижном объекте сборки. При неподвижном объекте поточная сборка выполняется на, расположенных в линию, неподвижных стендах. Каждый рабочий или бригада выполняет одну операцию, переходя от стенда к стенду. Применяется в мелкосерийном производстве или при сборке крупногабаритных деталей. Поточная сборка при подвижном объекте может осуществляться:

- а) на непрерывно движущемся конвейере;
- б) на конвейере с пульсирующим движением;
- в) с перемещением собираемого объекта вручную.

Основной расчетной величиной при поточной сборке является действительный такт сборки:

$$\tau_o = \frac{\Phi_o \cdot 60}{B},$$

где Φ_d – действительный годовой фонд времени работы сборочного оборудования рабочего моста за вычетом потерь времени на регламентированные перерывы, обслуживание рабочего места, на отдых (час);

B – годовой выпуск изделий или узлов, шт.

Действительный такт определяется также по формуле:

$$\tau_d = \frac{T_{см} - T_{об} - T_{пер}}{B_{см}},$$

Где:

$T_{см}$ – длительность смены, мин;

$T_{об}$ и $T_{пер}$ – потери времени на регламентируемые перерывы, на обслуживание рабочих мест, на отдых и прочие за смену, мин;

$B_{см}$ – выпуск изделий или узлов за смену, шт.

В проектных организациях технологический процесс сборки разрабатывается по картам или маршрутным ведомостям. Для определения последовательности операций сборки составляют технологическую схему сборки. Разработка по картам ведется на основные и сложные узлы изделий. В этом случае технологический процесс разбивают на операции и переходы, причем каждый переход расчленяется на его элементарные составляющие – приемы. В картах по каждой операции указывают оборудование, инструмент, приспособление, норму времени и количество рабочих, необходимых для выполнения каждой операции. В единичном и серийном производствах технологический процесс сборки обычно разрабатывают по маршрутным ведомостям. В этом случае процесс разрабатывается на операции без разделения на переходы.

3.2 Определение трудоемкости сборки

Трудоемкость сборочных работ определяется различными методами: по технологическому процессу, методом сравнения, по данным заводов и укрупненным показателям.

По технологическому процессу трудоемкость определяется на основе нормирования по формуле:

$$T_{ш} = T_o + T_{\varepsilon} + T_{об} + T_{отд} \text{ (для массового и крупносерийного производства);}$$

$$T_{ш.к} = T_{ш} + \frac{T_{н.з}}{n} \text{ (для серийного и единичного производства).}$$

Определение $T_{шт}$ и $T_{ш.к}$ производится по общемашиностроительным нормативам на слесарно-сборочные работы.

Так как при сборке основное и вспомогательное время обычно является ручным, то их объединяют в оперативное.

$$T_{оп} = T_o + T_{\varepsilon}.$$

Определение трудоемкости сборки по укрупненным показателям обычно ведут следующими способами:

а) по показателям трудоемкости сборочных работ на 1 т массы изделия;

б) в % отношении к трудоемкости механической обработки аналогичных изделий.

3.3 Определение количества рабочих мест и оборудования

Количество рабочих мест определяется по трудоемкости сборки, рассчитанной одним из рассмотренных выше способов.

Для непоточного производства:

$$M_p = \frac{T_{сб} \cdot B_{сб}}{\Phi_{р.м} \cdot P_{ср}}$$

где M_p – расчетное количество рабочих мест общей узловой сборки для выпуска данного изделия (узла);

$T_{сб}$ – трудоемкость сборки одного изделия в человеко-часах;

$B_{сб}$ – годовой выпуск изделий или узлов в шт;

$\Phi_{р.м}$ – действительный годовой фонд времени рабочего места в часах;

$P_{ср}$ – средняя плотность работы.

Под плотностью работы понимают число рабочих, приходящихся на одно рабочее место.

Отношение расчетного количества рабочих мест к принятому называется коэффициентом загрузки рабочих мест, который принимается равным 0,75 – 0,85. При укрупненном проектировании количество рабочих мест рассчитывается по формуле:

$$M_{сб} = \frac{\sum T_{сб}}{\Phi_{р.м} \cdot P_{ср} \cdot K_{зср}}$$

Где:

$M_{сб}$ – количество рабочих мест общей (узловой) сборки цеха или отделения;

$\sum T_{сб}$ – суммарная трудоемкость годового выпуска цеха по сборке в человеко-часах;

$K_{зср}$ – средний коэффициент загрузки, равный 0,75 – 0,85.

При поточной сборке, в том числе и конвейерной, количество рабочих мест определяется по действительному такту

$$M_p = \frac{T_u \cdot 60}{\tau_o \cdot P_{cp}}$$

Где:

T_u – трудоемкость сборки изделия, равная суммарному оперативному времени по всем операциям в человеко-часах;

τ_o – действительный такт сборки в минутах;

P_{cp} – средняя плотность работы.

Если имеются технологические процессы сборки, то количество рабочих мест поточной сборки определяют по числу операций.

Когда продолжительность некоторых операций больше такта, то для выполнения этих операций предусматривают соответствующее количество параллельных рабочих мест.

3.4 Определение количества работающих и площади цеха

К производственным рабочим сборочных цехов относятся слесари по сборке, отладке и испытанию узлов и изделий; слесари-электрики; электромонтажники по сборке и отладке электросистем, мойщики деталей и узлов; маляры и упаковщики (для заводов, где нет самостоятельных цехов по окраске и упаковке) и других профессий, связанных со сборкой и испытанием изделий.

Потребное количество рабочих

$$P_{cb} = \frac{T_{cb}}{\Phi_p},$$

Где:

P_{cb} – расчетное количество рабочих для выполнения годовой программы по сборке изделия;

$T_{сб}$ – годовая трудоемкость сборки или слесарно-пригоночных работ для сборки изделия или узла в человеко-часах;

Φ_p – действительный годовой фонд времени рабочего в часах.

Количество сборщиков на каждую сборочную операцию при поточной сборке

$$P_{сб} = \frac{T_{оп}}{\tau_о},$$

Где:

$T_{и}$ – трудоемкость сборки изделия, равная суммарному оперативному времени по всем операциям в человеко-часах;

$\tau_д$ – действительный такт сборки.

На конвейерной сборке к расчетному числу сборщиков необходимо добавить 2 – 5% резервных рабочих для замены временно отсутствующих с линии, а также для устранения задержек, дефектов и т.д.

Количество вспомогательных рабочих может определяться по трудоемкости планируемого объема работ, по рабочим местам и по нормам обслуживания, а также в процентном отношении от числа производственных рабочих. Количество ИТР, служащих и МОП определяют в процентном отношении от общего числа рабочих. Количество работников ОТК определяется в процентном отношении от числа производственных рабочих.

В таблице 6 приведены в качестве примера данные для укрупненного расчета потребного количества вспомогательных рабочих, ИТР, служащих, МОП и работников ОТК цехов по сборке двигателей, коробок передач, разных узлов и агрегатов автомобилей и других изделий автомобильной промышленности, а также общей сборки и испытания автомобилей.

Таблица 6

Количество производственных рабочих	Количество работающих в %					
	Вспомогательные рабочие к производственным рабочим	Ко всем рабочим			К производственным рабочим	
		ИТР	Служащие	МОП	Штат ОТК	
					ИТР	Рабочие-контролеры
до 100	25 – 30	8	3	2	1	10
100 – 300	22 – 27	7	2,5	1,5	1	8
свыше 300	20 – 25	6	2	1	1	7

Количество вспомогательных рабочих в сборочных цехах серийного производства в среднем составляет 30 – 45% от числа производственных работ.

Если в процессе проектирования цеха его планировка еще не разрабатывалась, то величину общей площади цеха (включая отделения испытаний, окраски, упаковки и вспомогательные службы) предварительно определяют по показателям удельной общей площади на одно рабочее место или на одного производственного рабочего в наибольшую смену. Рассчитанную таким образом общую площадь по выполнению планировки оборудования уточняют.

В таблице 7 в качестве примера приведены укрупненные нормы удельной площади на одно рабочее место сборочных цехов автомобильных заводов.

В этих нормах не учтены склады комплектующих деталей, узлов и готовых изделий, а также помещения установок вентиляционных и конденсирования воздуха.

Таблица 7

Цехи	Общая площадь- на 1 рабочее ме- сто в м ²	Применяемость норм в производстве	
		меньшее значение	боль- шее значение
Сборка шасси	25 – 40		
Общая сборка автомобилей	–		
Регулировка и сдача автомобилей	100 – 200	Микро- и малолитраж- ные автомоби- ли	Автомо- били грузо- подъемности 7т и более
Сборка двига- телей	20 – 40		
Сборка коро- бок передач	15 – 20	Двигате- ли до 50 л.с.	Двига- тели 150 л.с. и более
Испытание двигателей	25 – 50		

Для серийного производства машин средних размеров (станки, двигатели, насосы, компрессоры и др.) удельная площадь на одного производственного рабочего наибольшей смены принимается равной 24 – 32 м².

При более укрупненных расчетах для определения площади сборочных цехов пользуются отношением площади сборочного цеха к площади механического цеха, определенным по данным аналогичных проектов. Это отношение зависит от типа производства:

- в единичном и мелкосерийном производствах площадь сборочно-го цеха в среднем составляет 50 – 65% площади механического цеха;

- в серийном 30 – 40%;
- в массовом 20 – 30%;
- при хорошо организованном поточном производстве 10 – 20%.

3.5 Испытательные отделения

Испытание узлов агрегатов и изделий в целом является конечной операцией узловой или общей сборки машин; при этом испытания являются не только проверкой качества самой сборки, но и проверкой качества выполнения всего производственного процесса изготовления данного изделия.

Испытания машин по назначению и длительности могут быть подразделены на следующие основные виды: приемочно-сдаточные, контрольные (повторные) и специальные (научно-исследовательские).

Приемочно-сдаточные испытания проводятся для определения фактических эксплуатационных характеристик.

Контрольные испытания проводятся в случаях, когда машина не прошла приемочных испытаний вследствие обнаружения неисправностей. После устранения неисправностей машина подвергается повторным испытаниям, которые называются контрольными.

Специальные испытания проводятся для проверки работоспособности машины и отдельных ее узлов, определения износа отдельных ее деталей, установление пригодности новой марки материала или изменения точности и качества поверхностей деталей и др.

В зависимости от вида, назначения и масштаба выпуска, машины проходят испытания на холостом ходу и в работе под нагрузкой, а также испытания на производительность, жесткость, мощность и точность работы.

ГОСТ на испытания металлорежущих станков и станков с ЧПУ.

Обкатка автомашин на треке – 15–20 мин работы на различных пределах.

Потребное количество испытательных стендов зависит от количества машин, подвергающихся испытанию и длительности испытаний.

$$M_u = \frac{B \cdot T_u + B_n \cdot T_n}{\Phi_c},$$

Где:

M_u – количество стендов;

B – количество машин, подлежащих испытанию в течение года;

T_u – общее время на испытание одной машины, включающее время на установку и снятие, присоединение и отключение и т.д. в час;

B_n – количество машин, подвергающихся повторному испытанию в течение года (примерно 10 – 15% от количества машин, проходящих испытание);

T_n – общее время на повторное испытание в час;

Φ_c – действительный или номинальный фонд времени стенда при соответствующем числе смен, в часах.

При поточной сборке узлов и машин испытание включается в общий технологический поток сборки с принудительным тактом. Тогда:

$$M_u = \frac{T_u}{\tau_o}.$$

Площадь испытательного отделения укрупненно рассчитывается по показателям общей удельной площади. Точное определение площади производится при разработке плана расположения испытательных стендов, рабочих мест, проходов и проездов. при хорошо организованном поточном производстве 10 – 20%.

3.6 Вспомогательные отделения сборочного цеха

К вспомогательным отделениям сборочного цеха относятся: отделения ремонта оснастки, контроля, склады готовых деталей, узлов, покупных изделий, инструментально-раздаточная кладовая, мастерская и кладовая цехового механика, экспедиция и склад готовой продукции.

Таблица 8

Количество рабочих мест сборочного цеха	Число основных станков отделения при серийности цеха		
	массовое и крупносерийное	серийное	мелкосерийное и единичное
75 – 100	3	3	3
101 – 150	4	4	3
151 – 200	6	5	4
201 – 250	7	6	5
251 – 300	8	7	6
301 – 350	9	8	6
351 – 400	10	9	7
401 – 500	11	10	8

Количество станков отделения ремонта оснастки определяется по нормам из таблицы 8.

Площадь складов готовых деталей и покупных изделий определяется по формуле, как для расчета складов механического цеха, и нормативам. Площадь склада готовой продукции можно укрупненно принимать в процентном отношении от площади общей сборки: для единичного и серийного производства 25–30%; для крупносерийного 20–25%; для массового 10 – 20%.

Площадь кладовой хранения инструментов и приспособлений сборочного цеха определяется по нормам из таблицы на одного производственного рабочего.

Таблица 9

Тип производства	Масса изделий, т	Норма площади, м ²	Тип производства	Масса изделий, т	Норма площади, м ²
Единичное и мелкосерийное	До 0,2	0,5	Крупносерийное	До 0,2	0,3
	до 2,0	0,6		до 2,0	0,35
	до 15	0,8		св. 2,0	0,45
	до 50	1,0			
Серийное	До 0,2	0,35	Массовое	До 0,2	0,3
	до 2,0	0,4		св. 0,2	0,35
	до 15	0,5			
	до 50	0,6			

Примечание: данные в таблице для двух сменных работ;
для односменных – коэффициент 0,85,
для трехсменных – коэффициент 1,15.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
1. Общие сведения по проектированию машиностроительных заво- дов.....	5
1.1. Задание на проектирование.....	5
1.2. Стадии проектирования.....	7
1.3. Генеральный план и заводской транспорт.....	10
2. Проектирование машиностроительных цехов.....	13
2.1. Основные положения по проектированию и организации ме- ханосборочного производства.....	13
2.2. Классификация механических цехов.....	16
2.3. Производственная программа цеха.....	18
2.4. Разработка технологических процессов.....	19
2.5. Определение трудоемкости механической обработки.....	21
2.6. Определение количества основного производственного обо- рудования.....	24
2.7. Определение количества работающих механического це- ха.....	30
2.8. Грузооборот и площадка цеха.....	33
2.9. Проектирование вспомогательных отделений.....	35
2.9.1. Заточное отделение.....	36
2.9.2. Отделение ремонта инструмента и оснастки.....	39
2.9.3. Инструментально-раздаточная кладовая.....	40
2.9.4. Контрольные отделения.....	40
2.9.5. Ремонтные базы производственных цехов.....	43
2.9.6. Склады.....	44
2.9.7. Эмульсионные станции и склады масел.....	46
2.9.8. Сбор стружки.....	49
2.10. Компоновка механических цехов.....	56
2.11. Планировка оборудования в цехе.....	58
2.12. Организация и планировка рабочих мест.....	65
2.13. Установка оборудования при монтаже.....	68
2.14. Подъемно транспортное оборудование.....	69

2.15. Средства автоматизации и механизации.....	71
2.16. Техничко-экономические показатели проекта механического цеха.....	80
3. Проектирование сборочных цехов.....	85
3.1. Основные положения.....	85
3.2. Определение трудоемкости сборки.....	88
3.3. Определение количества рабочих мест и оборудования....	89
3.4. Определение количества работающих и площадки цеха...90	
3.5. Испытательные отделения.....	94
3.6. Вспомогательные отделения сборочного цеха.....	96
3.7. Подъемно транспортное оборудование сборочного цеха...98	