

А.В. Демидов

ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Учебное пособие



Воронеж 2015

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный
технический университет»

А.В. Демидов

ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Утверждено Редакционно-издательским советом
университета в качестве учебного пособия

Воронеж 2015



УДК 621.02.01.2

Демидов А.В. Основы проектирования: учеб. пособие [Электронный ресурс]. - Электрон. текстовые и граф. данные (2,1 Мб) / А.В. Демидов. – Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», 2015. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM): цв. – Систем. требования: ПК 500 и выше; 256 Мб ОЗУ; Windows XP; SVGA с разрешением 1034×768; MS Word 2007 или более поздняя версия; CD-ROM дисковод; мышь – Загл. с экрана.

В учебном пособии изложены основы проектирования цехов машиностроительных производств. По каждому из разделов дается информация, необходимая и достаточная для освоения данного курса, которую студент должен знать и владеть в совершенстве. Приводятся необходимые иллюстрации и справочный материал.

Издание соответствует требованиям Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению 150700.62 «Машиностроение» (профиль подготовки «Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств»), дисциплине «Проектирование машиностроительного производства».

Табл. 23. Ил. 15. Библиогр.: 5 назв.

Рецензенты: кафедра естественных дисциплин
Воронежского государственного
университета инженерных технологий
(зав. кафедрой д-р техн. наук,
проф. А.С. Борсяков);
д-р техн. наук, проф. В.В. Пешков

© Демидов А.В., 2015

© Оформление. ФГБОУ ВО

«Воронежский государственный
технический университет», 2015



ВВЕДЕНИЕ

Дальнейшее развитие и повышение эффективности машиностроения, являющегося основным источником создания материальных благ для людей, возможно при существенном росте уровня автоматизации производственного процесса. Перспективным направлением является создание и внедрение в машиностроительное производство оборудования, оснащенного системами числового программного управления (ЧПУ) и микропроцессорной техникой, и создания на его базе автоматизированных производств, управляемых от ЭВМ.

Курс об основах проектирования машиностроительных производств за сравнительно короткий срок прошел путь от простой систематизации заводского опыта до создания научной дисциплины, которая занимается изучением закономерностей, действующих в производственном процессе изготовления изделий.

Первые научные положения по технологическому проектированию производств имеются в трудах профессора Тимме И.А. (1836 – 1896), дальнейшее развитие они получили в трудах профессора А.П. Гавриленко (1861 – 1914).

Настоятельная необходимость в создании научной дисциплины «Проектирование машиностроительных производств» возникла в годы первых пятилеток (в период индустриализации и коллективизации). За эти годы было построено более 1500 заводов, в том числе промышленные гиганты (ГАЗ, ЗиЛ, ХТЗ, ВТЗ, ГПЗ-1 и др.). Поэтому научное проектирование предприятий и создание научных основ для такого проектирования стало одной из актуальнейших задач в процессе индустриализации. Поэтому советские ученые разработали научно-обоснованную методику проектирования машиностроительных заводов.

Современные требования к значительному увеличению производительности труда, объема выпуска изделий, повышению их качества, интенсивное развитие технических средств и методов производства изделий вынуждают постоянно совершенствовать методiku проектирования и использовать в проектных работах математическое моделирование.

В рамках плановой экономики в СССР были проведены следующие мероприятия, целью которых была координация усилий разработчиков и общее руководство промышленным строительством.

- создан Госстрой СССР (1950 г.) – отвечающий за проведение единой технической политики в области строительства;

- в 1959 г. создана сеть отраслевых проектных институтов, на которые были возложены задачи обеспечения единой технической политики в проектировании объектов отраслей народного хозяйства. Они издают нормативные акты, составляют методические материалы, обобщают опыт строительства и создают типовые проекты предприятий для своих отраслей.

В условиях рыночной экономики данная дисциплина также не потеряла своей актуальности. Достижение максимальной эффективности машиностроительного производства, возможность выпуска конкурентно-способной продукции, гибкое реагирование на рыночную конъюнктуру невозможны без рационального подхода к проектированию предприятий. Достижение максимальной эффективности во многом зависит от рационального выбора:

- состава цехов (подразделений);
- номенклатуры оборудования;
- организации транспортного и энергетического хозяйства предприятия.

Кроме того, обеспечение экологической безопасности производства и соответствия технологических процессов нормам техники безопасности также во многом закладывается на стадии проектирования производства.

Четкое понимание производственных процессов на уровне участка, цеха, предприятия, умение грамотно производить технико-экономический анализ принимаемых решений позволит повысить эффективность работы машиностроительного производства.

1. СТРУКТУРА СИСТЕМЫ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

1.1. Основные понятия и определения

Производство — технико-организационное подразделение труда, предназначенного для получения продуктов труда. Очевидно, что более конкретное определение производства зависит от структурного иерархического уровня данного подразделения и его предметного содержания.

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

Производственным процессом в машиностроении называется совокупность действий, необходимых для выпуска готовых изделий из полуфабрикатов. В основу

производственного процесса положен технологический процесс изготовления изделий, во время которого происходит изменение качественного состояния объекта производства. Для обеспечения бесперебойного выполнения технологического процесса изготовления изделия в машиностроительном производстве служат вспомогательные процессы. Производственные процессы делятся на поточные и непоточные. Под поточным производственным процессом понимают такой процесс, при котором полуфабрикаты в процессе их производства находятся в движении, причем это движение осуществляется с постоянным тактом в рассматриваемый промежуток времени. Это значит, что поступившая, например, на первую операцию заготовка сразу же после окончания операции передается на вторую, после второй на третью и т. д. до последней операции. Время хранения полуфабриката между операциями в таких случаях равно или кратно такту. Под непоточным производством понимают такое производство, при котором полуфабрикаты в производственном процессе находятся в движении с различной продолжительностью операций и времени хранения между ними.

1.2. Основные стадии проектирования промышленного предприятия

Основанием для начала предпроектных работ по созданию новой производственной системы является директивное указание министерства и решение руководства госпредприятий, а для акционерных обществ — решение собрания акционеров, в котором указывается объект строительства нового, а также расширения, реконструкции или технического перевооружения действующего производства.

Предпроектные работы чаще всего проводят за два этапа: предпроектное обследование и разработка технико-экономических обоснований; разработка и утверждение технической заявки на создание, и внедрение производственной системы.

Проектирование машиностроительного производства, реконструкция или расширение его, а также техническое перевооружение производят на основании задания на проектирование, в которое входят все исходные данные, собранные в предпроектный период. Основная задача этого этапа состоит в том, чтобы определить технико-экономические показатели производственной системы. При назначении технико-экономических показателей обычно руководствуются тем, что они должны отвечать современным требованиям к аналогичным производствам.

Задание на проектирование производства это документ, на котором нанесено расположение всех его зданий и сооружений, рельсовых и безрельсовых дорог, подземных и наземных сетей, увязанных с рельефом и благоустройством территории.

Состав цехов предприятия может быть определен исходя из следующего производственного деления заводов:

1 вид – машиностроительные заводы с полным производственным циклом, включающим все этапы изготовления машины; такие заводы имеют все три основные группы цехов – заготовительные, обрабатывающие и сборочные.

2 вид – машиностроительные заводы, выпускающие только заготовки для различных деталей машин, т.е. отливки, поковки, штамповки, которыми они снабжают другие машиностроительные заводы. Основные цеха – крупные литейные и кузнечные, кроме того в ряде случаев на таких предприятиях производится предварительная механическая

обработка (обдирка) для выявления поверхностных дефектов, а также для снижения объема транспортируемого металла.

3 вид – заводы производящие механическую обработку заготовок, полученных с других предприятий и сборку машин, а также заводы, производящие только сборку машин из деталей, узлов и агрегатов, полученных с других заводов («отверточная сборка» - часто применяется при начале продвижения продукции на новом рынке). В состав таких заводов входят обрабатывающие (механические) и сборочные цехи, во втором случае – только сборочные.

Выбор вида завода осуществляется на основе анализа различных экономических факторов, таких как:

- расположение источников сырья и энергоносителей;
- развитие транспортной инфраструктуры (железнодорожного, автомобильного, речного и морского транспорта);
- наличие рабочей силы и возможностей ее привлечения;
- удаленность от основных рынков сбыта;
- наличие свободных земельных ресурсов

1.3. Структура предприятия с полным производственным циклом

Исходя из организационных соображений, несколько рабочих позиций (мест) объединяют, образуя производственный участок, выполняющий свое целевое назначение. Производственным участком называют часть объема цеха, в котором расположены рабочие позиции (места), объединенные транспортно-накопительными устройствами, средства технического, инструментального и метрологического обслуживания, управления участком и

охраны труда, на котором осуществляются технологические процессы изготовления изделий.

Более крупной организационной единицей является производственный цех, который представляет собой производственное административно-хозяйственное обособленное подразделение завода.

Цехи подразделяются на производственные (основные), вспомогательные и обслуживающие.

Основные производственные цехи – те, в которых выполняется обработка и сборка деталей, сборочных единиц и изделий, составляющих основную производственную программу предприятия. Среди них выделяют: заготовительные, обрабатывающие и сборочные цехи.

К заготовительным относятся:

- раскройно-заготовительные (правка, резка, зацентровка, обдирка сортового металла, раскрой листового металла);
- литейные (чугунного, стального, цветного литья, специальных методов литья);
- кузнечные (кузнечно-штамповые и кузнечно-прессовые).

К обрабатывающим относятся:

- механические;
- термические;
- прессовые (холодной штамповки);
- цеха металлических конструкций;
- металлопокрытий;
- окрасочные;
- деревообрабатывающие и др.

В подсобных производственных цехах изготавливается продукция, необходимая для обеспечения выпуска готовых

изделий, например тара для упаковки основной продукции завода.

Вспомогательные цехи – обеспечивают нормальное функционирование основных производственных цехов или производства в целом:

- инструментальные;
- ремонтно-механические;
- ремонтно-строительные;
- электроремонтные;
- экспериментальные, модельные, абразивные и др.

Обслуживающие – цехи, выполняют функции хозяйственного и частично технического обслуживания производства. Иногда их называют хозяйствами службами.

Складское хозяйство включает в себя:

- материальные склады;
- склады твердого и жидкого топлива;
- склады средств производства (инструментальный, абразивный, склад штампов, приспособлений, моделей, металлотоваров, полуфабрикатов и т.д.)

Транспортное хозяйство (транспортный цех):

- устройства рельсового транспорта (депо)
- безрельсовый транспорт (гараж автомобилей, гараж и зарядная станция для электрокаров и т.д.)

Обслуживающие подразделения:

- заводоуправление;
- центральная заводская лаборатория;
- столовая;
- медпункты;
- учебная сеть;

- охрана, сторожевые и пропускные пункты;
- связь и сигнализация;
- электронно-вычислительные и др. подразделения.

После определения состава служб и подразделений необходимо определить функциональные связи между цехами и др. подразделениями завода. Для этой цели составляют технологическую схему производства. Она дает наглядное представление о последовательности производственного процесса и помогает установить рациональное расположение зданий и сооружений предприятия.

Основные принципы, лежащие в основе проектирования генерального плана:

- прямоточность технологических процессов;
- использование минимальной площади под застройку;
- сокращение коммуникаций.

К дополнительным требованиям можно отнести обеспечение безопасности и благоприятных условий труда и перемещения рабочих по территории.

Наиболее полно все требования могут быть удовлетворены при размещении цехов в одном корпусе.

1.4. Показатели для оценки задания на проектирование

Выбор различных вариантов генерального плана основывается на определенных показателях, по которым можно провести сравнение с другими предприятиями:

Коэффициент застройки – отношение площади, занятой зданиями и сооружениями, к общей площади территории проектируемого объекта. Экономически

целесообразно, что бы коэффициент застройки находился в пределах 40% – 60%.

Коэффициент использования территории – отношение площади, занятой зданиями, сооружениями, открытыми складами, железными и автомобильными дорогами и тротуарами к общей площади объекта.

Коэффициент озеленения – отношение площади зеленых насаждений к общей площади объекта.

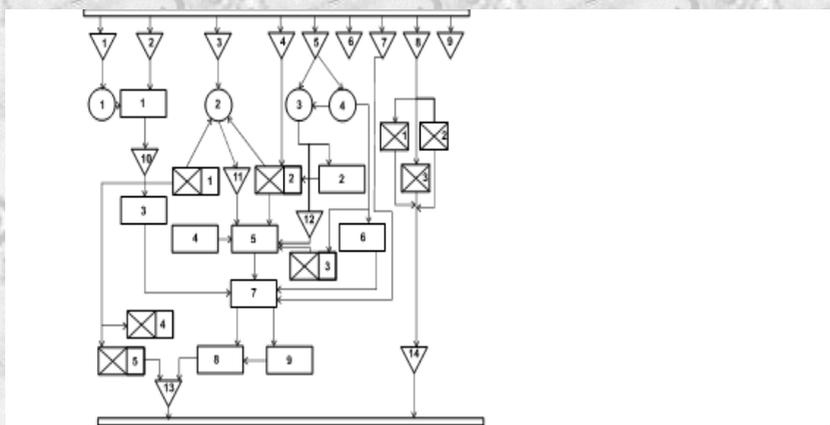


Рис.1 Технологическая схема машиностроительного производства.

- ▽ - склады 1 – круглых материалов; 2 – пиломатериалов; 3 – шихтовых и формовочных материалов; 4 – инструментальных сталей; 5 – металлов; 6 – химических материалов; 7 – полуфабрикатов; 8 – топлива; 9 – ГСМ; 10 – сухих пиломатериалов; 11 – отливки; 12 – поковок; 13 – готовой продукции; 14 – отвал
- - заготовительные цеха; 1 – лесопильный; 2 – литейный; 3 – кузнечный; 4 – раскройно-заготовительный.
- - обрабатывающие и сборочные цеха; 1 – лесосушильный; 2 – первый термический; 3 – деревообрабатывающий; 4 – гальванический; 5 – механический; 6 – холодной штамповки, сварочный; 7 – сборочный; 8 – окрасочный; 9 – испытательная станция.
- ⊠ - вспомогательные цеха; 1 – модельный; 2 – инструментальный; 3 – ремонтно-механический; 4 – ремонтно-строительный; 5 – тарный;
- ⊞ - энергетические устройства; 1 – ТЭЦ; 2 – газогенераторная станция; 3 – центральная котельная;

2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ ЦЕХОВ

Важным этапом при технологическом проектировании участков и цехов является выбор принципа их формирования, который, в свою очередь, зависит от сложности выпускаемой продукции, программы выпуска и режима работы производства. Существуют три принципа формирования производственных участков и цехов, определяющих форму организации производства: линейный, предметный и технологический.

При поточной форме организации производства используется линейный принцип, характеризующийся строго определенной последовательностью выполнения операций технологического процесса в каждый момент времени. Чаще всего этот принцип реализуется в виде автоматических поточных линий.

С повышением номенклатуры изготавливаемых изделий становится целесообразным использовать общность технологических маршрутов и формировать производственные подразделения, используя предметный принцип. Применительно к формированию цехов — это создание механосборочных предметно-специализированных производств (например, цеха, двигателей, шасси и т. п.), где сосредотачивается все оборудование, которое необходимо для полного изготовления сборочной единицы. Формирование участков по этому принципу производится в зависимости от конструктивного вида изделий, например участок корпусных деталей, участок валов, и характеризуется использованием разнотипного основного оборудования. Основным преимуществом данного принципа является повышенная ответственность за выпуск качественной продукции, короткие материальные потоки, упрощается структура управления производством.

При значительной номенклатуре изготавливаемых изделий эффективен технологический принцип формирования производственных подразделений, характеризующийся выполнением однотипных операций технологического процесса и использованием однотипного технологического оборудования. Применительно к созданию цехов этот принцип реализуется путем формирования специально механических и сборочных цехов, а участки создают в зависимости от вида выполняемой операции (например, участок токарный, фрезерный и т. п.). К преимуществам данного принципа можно отнести единство системы управления для всех сборочных или механообрабатывающих работ, единый уровень требований к качеству деталей и выполнения сборочных работ, упрощение структуры управления на участке благодаря специализации работ.

Выбор принципа формирования участков и цехов оказывает большое влияние на синтез структуры производственной системы, т. е. обоснованное определение ее состава. При формировании структуры автоматизированных участков и цехов следует учитывать и ряд ограничений, например по виду обрабатываемого материала на участке, который накладывает определенные условия по сбору и переработке стружки, по совместимости основного оборудования и т. д.

2.1. Классификация цехов по типу производства.

Для каждого типа производства характерны свои особенности ТП и форма организации производства.

Единичное производство: (характерно для тяжелого машиностроения, судостроения, химического машиностроения, ремонтных и инструментальных цехов).

- изделия изготавливаются в малых количествах, с небольшой повторяемостью или вообще без повторяемости;
- используются универсальные станки, оснастка и инструмент.

Серийное производство: (самый распространенный тип производства)

- изготовление деталей производится партиями. В зависимости от типоразмера детали и размера партий выделяют мелко- средне- и крупносерийное производство. В серийном производстве технологический процесс разделен на отдельные операции, закрепленные за определенными станками.

- Применяется самое разнообразное оборудование от универсального до специализированного и агрегатных станков.

Массовое производство – дальнейшее развитие серийного способа производства, это наиболее совершенная организация производственного процесса. Изготовление изделий происходит путем непрерывного выполнения на рабочих местах одних и тех же постоянно повторяющихся операций. В таблице 1 приведена классификация цехов от количества обрабатываемых деталей в год.

Таблица 1

Вид (тип) производства	Количество обрабатываемых в год деталей одного наименования и типоразмера.		
	Крупных (>2 т)	Средних (от 100 кг до 2 т)	Легких (менее 100 кг)
Единичное	до 5	до 10	до 100
Серийное	5 – 1000	10 – 5000	100 – 50000
Массовое	свыше 1000	свыше 5000	свыше 50000

2.2. Классификация цехов по характеру конструкции и весу изделий

I класс – изделия с черным весом до 100 кг.

- металлорежущие станки для часовой промышленности и инструментального производства;
- нормальный металлорежущий и измерительный инструмент;
- подшипники качения;
- специальные приборы;

II класс – изделия с черным весом до 2 т.

- металлорежущие и деревообрабатывающие станки;
- двигатели, дизели, компрессоры;
- сельскохозяйственные машины, электродвигатели средней мощности.

III класс – изделия с черным весом до 15 т (изделия тяжелого машиностроения):

- тяжелые металлорежущие и деревообрабатывающие станки;
- кузнечные молоты, прессы;
- водяные и паровые турбины;
- дорожные машины;

IV класс – изделия особо тяжелого машиностроения (черный вес более 15 тонн).

2.3. Классификация цехов по количеству металлорежущих станков.

В таблице 2 показан класс цеха в зависимости от количества металлорежущих станков.

Таблица 2

Количество металлорежущих станков

Класс цеха	I	II	III	IV
Малый цех	до 150	до 125	до 75	до 40
Средний цех	150 – 300	125 – 250	75 – 125	40 – 75
Крупный цех	Св. 300	Св. 250	Св. 125	Св.75

2.4. Основные этапы разработки проекта механического цеха

I. Разработка задания для проектирования цеха, исходя из производственной программы завода, чертежей, описаний конструкций, технических условий на изготовление изделий.

II. Определение типа производства.

III. Разработка технологического процесса механической обработки в зависимости от типа производства и его организационной формы.

IV. Определение количества станков и коэффициента их загрузки.

V. Определение потребности цеха в электроэнергии, газе, паре, воде, сжатом воздухе.

VI. Определение необходимого рабочего состава цеха и его численности.

VII. Разработка плана расположения оборудования и определение производственной площади.

VIII. Определение количества оборудования и площадей вспомогательных отделений служебных и бытовых помещений.

IX. Выбор типа транспортных и грузоподъемных средств и определение их количества.

Х. Компоновка цеха, определение основных размеров.

XI. Разработка схемы организации, управления и технического руководства.

Определение типа производства: через K_{30} – см курс ТМС (там же расчет величины партии)

2.5. Фонды рабочего времени

В процессе проектирования машиностроительных производств различают календарный, номинальный и действительный фонды времени работы оборудования и рабочих.

Календарный годовой фонд времени: $24 \times 365 = 8760$ часов

Номинальный годовой фонд времени работы (41 рабочий час в неделю):

- Рабочих $\Phi_{кр} = 2070$ часов
- Оборудования: односменная работа – 2070 час; двухсменная – 4140 часов; трехсменная – 6210 часов;

Действительный годовой фонд времени: состоит из номинального фонда времени за исключением неизбежных потерь (отпуска, болезни, декретные отпуска и т.д.)

15 дней отпуска $\Phi_{др} = 1860$ часов;

18 дней отпуска $\Phi_{др} = 1840$ часов;

24 дня отпуска $\Phi_{др} = 1820$ часов.

Действительный фонд рабочего времени оборудования, включая потери от простоя оборудования в планово-предупредительном ремонте (3 – 4 %) и составляет (4029 – 4015 часов) для обычного оборудования; и 3904 (6% потерь) – для уникального оборудования.

В серийном производстве запуск и выпуск готовой продукции происходит партиями:

$$n = \frac{Q \cdot a}{F}$$

где F – число рабочих дней в году (254 дня).

a – число дней, на которое необходимо иметь запас деталей.

2.6. 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 может быть точной, приведенной и условной.

Производственная программа называется точной, когда номенклатура всех подлежащих изготовлению изделий и деталей (включая запчасти) точно установлена и обеспечена рабочими чертежами, спецификациями, техническими условиями. Проектирование предусматривает подробную разработку технологических процессов, маршрутных, операционных карт, эскизов и схем, технического контроля, нормирования операций. Этот вид проектирования применяется для массового и крупносерийного производства, где требуется большая точность.

Образец ведомости точной подетальной производственной программы предприятия показан в виде таблицы 3.

Таблица 3

№ п/п	Наименование детали	№ дет по чертежу	Материал (наименование и марка по ГОСТ)	Количество деталей на годовую программу с учетом запчастей)	Вес 1 детали		Вес всех деталей на год. программу	
					черный	чистый	черный	чистый
1.								
2.								
3.								

Для единичного, мелкосерийного и серийного производства программа составляется в виде перечня изготовленных в цехе изделий или узлов с указанием их количества и массы. При этом подетальная ведомость составляется только для типового изделия. Все остальные изделия, входящие в программу, приводятся к типовым. В этом случае нет необходимости иметь полный перечень обрабатываемых деталей. Чертежи, как правило, имеются только на изделия-представители, по которым ведутся расчеты. Такая производственная программа называется приведенной.

При проектировании цехов для обработки деталей изделий, конструкции которых еще не разработаны и точная номенклатура изготавливаемых цехом изделий неизвестна (экспериментальные цехи), 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.

Приведенная программа разрабатывается следующим образом:

- вся номенклатура изделия разбивается на группы, в каждую из которых входят изделия, сходные по конструкции и технологии изготовления;

- в каждой группе намечается типовое изделие представитель, по которому ведутся все расчеты;

- все другие изделия группы приводятся по трудоемкости к изделию представителю с учетом их различия в массе, серийности программы и сложности механической обработки (см. табл.4). Эти различия оцениваются коэффициентом приведения:

$$K_0 = K_m \cdot K_{сер} \cdot K_{сл},$$

Где K_m – коэффициент приведения по массе;

$K_{сер}$ – коэффициент приведения по серийности;

$K_{сл}$ – коэффициент приведения по сложности.

$$K_m = \sqrt[3]{\left(\frac{M_x}{M}\right)^2},$$

где M_x – масса приводимого изделия,

M – масса изделия представителя.

$$K_{сер} = \left(\frac{Q}{Q_x}\right)^{0,15 \div 0,2}$$

Где Q – годовой выпуск изделия представителя;

Q_x – годовой выпуск приводимого изделия.

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

$K_{сл}$ – учитывает различие в сложности конструкций изделий и является в значительной степени субъективным. Для механических цехов при определении $K_{сл}$ учитывают главным образом различие в точности и чистоте обработки.

В проектных организациях:

$$K_{сл} = \left(\frac{H_x}{H} \right)^{0,5},$$

Где H_x – число оригинальных деталей в приводимом изделии;

H – число оригинальных деталей в изделии-представителе.

Таблица 4

Наименование изделия	Заданная программа		Приведенная программа						Приведенное количество изделий на годовую программу
	Годовое кол-во шт., комплектов	Масса в т		Наименование базового изделия	Коэффициент приведения				
		одного изделия	годовой программы		по массе	по серийности	по сложности	общий	
Изд. А	400	0,	320	Изд. А	1,0	1,0	1,0	1,0	400
Изд. Б	200	8	160		1,0	1,12	1,3	1,46	292
Изд. В	100	0,	40		0,63	1,22	1,5	1,16	116
		8							
		0,							
		4							
Всего:	700	-	520	Всего:					808

2.7. Основные формы организации работ в цехе

Каждому из видов производств (единичному, серийному и массовому) свойственны соответствующие формы организации работы и способы расположения оборудования, которые определяются характером изделия и производственного процесса, объемом выпуска и рядом других факторов.

Существуют следующие основные формы организации работы:

1. По видам оборудования, свойственная, главным образом, единичному производству; для отдельных деталей применяется в серийном производстве. Станки располагаются по признаку однородности обработки, т.е. создаются участки станков одного вида обработки – токарных, строгальных, фрезерных и др.

2. Предметная, свойственная, главным образом, серийному производству; для отдельных деталей применяется в массовом производстве. Станки располагаются в последовательности технологических операций для одной или нескольких деталей, требующих одинакового порядка обработки. В этой же последовательности образуется и движение деталей. Обработка деталей на станках производится партиями; при этом время выполнения операции на отдельных станках может быть не согласовано со временем операции на других станках. Изготовленные детали во время работы хранятся у станков и затем транспортируются целой партией. Здесь же может производиться и контроль деталей.

3. Поточно-серийная или переменнo-поточная, свойственная серийному производству. Станки располагаются также в последовательности технологических операций для деталей, обрабатываемых на данной станочной линии. Производство идет партиями, причем детали каждой партии

могут несколько отличаться одна от другой размерами или конструкцией, допускающими, однако обработку их на одном и том же оборудовании. Производственный процесс ведется таким образом, что время выполнения операции на одном станке согласовано с временем работы на следующем станке; детали данной партии перемещаются со станка на станок в последовательности технологических операций, создавая непрерывность движения деталей по станкам. Переналадка станков, приспособлений и инструментов при переходе на обработку сходных деталей других партий обеспечивается предварительной подготовкой. Норма времени на каждую операцию должна быть примерно одинакова.

4. Прямоточная, свойственная массовому, и в некоторой мере крупносерийному, производству, станки располагаются в последовательности технологических операций, закрепленных за определенными станками; детали со станка на станок передаются поштучно. Но синхронизация времени операций выдерживается не на всех участках линии, т.е. время выполнения отдельных операций не всегда равно (или кратно) такту; вследствие этого около станков, у которых время выполнения операции больше такта, создаются заделы необработанных деталей. Такая форма работы называется иногда пульсирующим потоком. Транспортирование деталей от одного рабочего места к другому осуществляется рольгангами, наклонными желобами и др. транспортными устройствами, иногда применяются и конвейеры, служащие здесь только в качестве транспортеров.

5. Непрерывным потоком, свойственная только массовому производству. При такой форме организации работы станки располагаются в последовательности операций технологического процесса, закрепленных за определенными станками, время выполнения отдельных операций на всех рабочих местах примерно одинаково или кратно такту,

благодаря чему достигается синхронизация операций и создается такт работы для всех рабочих мест поточной линии.

Различают несколько разновидностей работы непрерывным потоком:

а) работа непрерывным потоком с периодической подачей деталей (изделий) простыми транспортными устройствами без тягового элемента (рольганги, склизы, скаты, наклонные желоба и т.д.)

б) работа непрерывным потоком с периодической подачей деталей (изделий) транспортными устройствами с тяговым элементом. Передвижение деталей от одного рабочего места к другому производится при помощи механических транспортирующих устройств – конвейеров, которые двигаются периодически, толчками. Конвейер перемещает деталь через промежуток времени, соответствующий величине такта работы, в течение которого конвейер стоит, и выполняется рабочая операция, продолжительность которой примерно равна величине такта работы.

в) работа непрерывным потоком с непрерывной подачей деталей (изделий) также механическими транспортными устройствами с тяговым элементом. В этом случае механический конвейер движется непрерывно, перемещая расположенные на нем детали от одного рабочего места к другому. Операция выполняется во время движения конвейера, при этом деталь или снимается для выполнения операции (обработка на станках) или остается на конвейере, и в этом случае операция выполняется во время его движения (сборка изделия). Скорость движения детали вместе с конвейером соответствует такту, который поддерживается механически.

Решающий фактор, обуславливающий соблюдение принципа непрерывного потока – такт работы.

2.8. Определение необходимого количества оборудования

Определение количества и выбор типов оборудования для выполнения данной производственной программы является основным и наиболее ответственным вопросом при расчете цеха.

Определение количества станков механического цеха, необходимого для обработки деталей по заданной производственной программе, производится двумя методами:

1. По данным технологического процесса
2. По технико-экономическим показателям.

В зависимости от типа производства, стадии проектирования и требуемой точности расчет может вестись точно или укрупнено.

Расчет оборудования точным способом по данным технологического процесса ведется при разработке технического проекта цехов серийного и массового производства, когда трудоемкость определяется по подробно разработанным технологическим процессам. В этом случае для обычного серийного, непоточного производства расчет ведется по каждому типоразмеру станков, а для поточно-массового и поточно-серийного – для каждой операции.

Укрупненный метод или расчет по технико-экономическим показателям применяется в тех случаях, когда нет достаточных данных для точного расчета или его проведение невозможно из-за особо кратких сроков проектирования. Это часто имеет место при проектировании цехов единичного и мелкосерийного производства, а также при разработке технического задания цехов всех видов производства.

2.8.1. Определение количества станков в серийном производстве

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. Проектные расчеты основного количества станков ведут для двухсменного режима работы, а для уникальных, крупных и тяжелых станков – для трехсменного.

Потребное количество станков данного типа определяется по формуле:

$$C_p = \frac{T_{шт-к}}{\Phi_{д.об}},$$

Где C_p – расчетное количество станков данного типоразмера;

$T_{шт-к}$ – трудоемкость годового количества всех деталей на станках данного типоразмера в станко-часах.

$\Phi_{д.об}$ – действительный годовой фонд времени работы оборудования при 2-х сменной работе в часах.

$$T_{шт-к} = \frac{T_{шт-к1} \cdot D_1}{60} + \frac{T_{шт-к2} \cdot D_2}{60} + \dots + \frac{T_{шт-кn} D_n}{60}$$

где $T_{шт-к1}, T_{шт-к2}, \dots, T_{шт-кn}$ – штучно-калькуляционное время 1, 2, ..., n деталей на станках данного типа в мин.

D_1, D_2, \dots, D_n – соответственно годовое количество одноименных деталей, обрабатываемых на станке.

Данные расчета заносятся в таблицу 5.

Таблица 5.

Наим. детали	Годовая программа	Наим. станков и их моделей по ТП								Итого	
		Пр. фрез. 6602		Рад. сверл. 2Н55		Ток-винт. 1К62		Верт. фрез. 6Т82		T _{шт-к}	
		T _{шт-к}		T _{шт-к}		T _{шт-к}		T _{шт-к}		на 1 дет., мин	на год. пр., ч
	на 1 дет., мин	на год. пр., ч	на 1 дет., мин	на год. пр., ч	на 1 дет., мин	на год. пр., ч	на 1 дет., мин	на год. пр., ч			
Дет. №1											
Дет. №2											
Итого		-	X ₁	-	X ₂	-	X ₂	-	X ₃	-	X

Полученное расчетом количество станков округляется до целого числа, называемого принятым числом станков C_п.

Для определения степени загруженности и времени работы станков данного типоразмера пользуются коэффициентом загрузки оборудования. Этот коэффициент определяется отношением расчетного числа станков к принятому:

$$K_z = \frac{C_p}{C_n} = \frac{T_{шт-к}}{\Phi_{д.об} \cdot C_n}$$

Средний коэффициент загрузки оборудования по участку, отделению или цеху:

$$K_{cp} = \frac{\sum C_p}{\sum C_n}$$

Средние значения коэффициента загрузки оборудования по цеху принимаются: для единичного и мелкосерийного производства: 0,8 – 0,85 и выше; для серийного производства – не ниже 0,75 – 0,85. Если по отдельным типам станков коэффициент загрузки получается более низким, то его необходимо догрузить или совсем разгрузить, перенеся работы на другие станки. Пример построения графика загрузки оборудования приведен на рисунке 1.

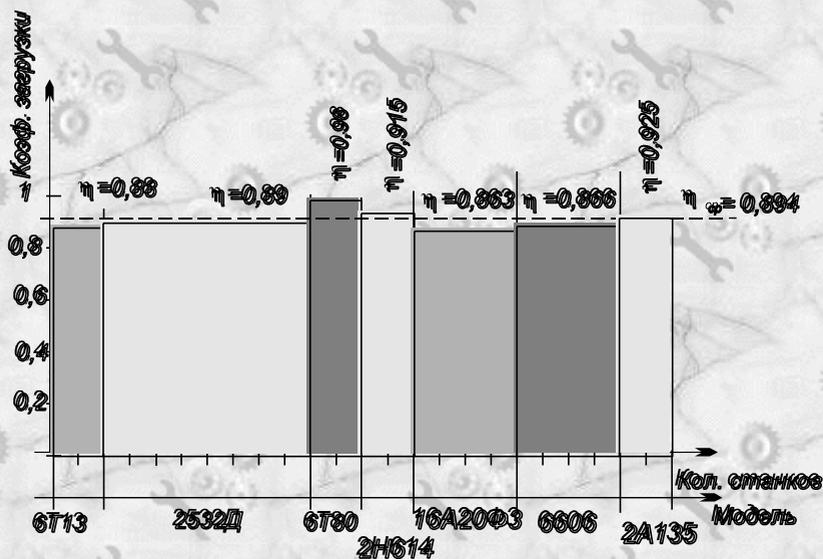


Рис. 2. Пример построения графика загрузки оборудования.

Коэффициент использования станка по основному времени - равен отношению основного времени к штучно-калькуляционному:

$$\eta_0 = \frac{T_0}{T_{\text{шт-к}}}$$

Он характеризует использование станка непосредственно для машинной работы, т.е. для снятия стружки - процесс обработки детали.

Средний коэффициент использования по основному времени:

$$\eta_{0\text{ср}} = \frac{\sum T_0}{\sum T_{\text{шт-к}}}$$

Чем меньше $T_{\text{всп}}$, $T_{\text{обсл}}$, $T_{\text{отд}}$ и $T_{\text{пз}}$, тем лучше станок используется по основному времени. В серийном производстве $\eta_{0\text{ср}} \geq 0,65$.

График для коэффициента использования станка по основному времени строится аналогично графику коэффициента загрузки.

2.8.2. Определение количества станков для поточно-массового и поточно-серийного (переменно-поточного) производства

Количество станков для поточного производства определяется исходя из времени, необходимого для выполнения отдельных операций и такта выпуска. В этом случае для создания непрерывности потока необходимо достичь синхронизации операций в соответствии с принятым тактом.

$$C_p = \frac{t_{ум}}{\tau} \rightarrow C_{пр}$$

$$\tau = \frac{60 \cdot \Phi_{д.об}}{D} \quad \text{или} \quad C_p = \frac{t_{ин} \cdot D}{60 \cdot \Phi_{д.об}} -$$

количество станков для выполнения одной операции в поточной линии.

Расчетное количество станков обычно округляется до ближайшего большего целого числа.

При поточно-серийном производстве количество станков определяется по формуле:

$$C_p = \frac{t_{ум1} \cdot D_1 + t_{ум2} \cdot D_2 + \dots + t_{умn} \cdot D_n}{60 \cdot \Phi_{д.об} \cdot K_n},$$

где K_n – коэффициент, учитывающий время на переналадку линии с одного наименования детали на другое; обычно $K_n \approx 0,95$.

Средний коэффициент загрузки оборудования всей линии определяется отношением расчетного числа станков линии к принятому числу станков. Для поточно-массового производства средний коэффициент загрузки η_z может быть меньше, чем в обычном серийном производстве. Это объясняется применением в непрерывно-поточных линиях специальных, специализированных агрегатных и автоматических станков, настроенных на определенную операцию. Однако производительность каждого станка значительно выше, чем в обычном серийном. η_z ср должен быть не ниже 0,65 – 0,75.

2.8.3. Определение количества станков по технико-экономическим показателям (укрупненным способом)

Этот метод имеет большую практическую ценность при проектировании заводов и цехов при коротких сроках проектирования. Точность результата вполне достаточна для практических целей.

В основу расчета принимают следующие технико-экономические показатели:

1. годовой выпуск с одного станка при работе в одну смену (или несколько смен), выраженный в тоннах или штуках готовой продукции;
2. число станко-часов, необходимое для обработки одного комплекта деталей одного изделия или одной тонны изделий.

Указанные показатели берут из практики наиболее передовых заводов, утвержденных передовых проектов.

Для многих машин средних размеров годовой выпуск в одну смену составляет 35 – 40 т. Число станко-часов, затрачиваемое для изготовления одной тонны изделий составляет 50 – 57 станко-часов.

$$C_p = \frac{D}{q \cdot m}$$

Где D – годовой выпуск продукции в тоннах (штуках).

q – годовой выпуск с одного станка в одну смену в тоннах (штуках)

m – число рабочих смен.

Расчетное количество станков по показателю, выражающему число станко-часов, затрачиваемых на одну

тонну или на одну штуку готовых изделий определенных по формуле:

$$C_p = \frac{h \cdot D}{\Phi_{д.об}},$$

где h – количество станко-часов, затрачиваемых на одну тонну или на одну штуку готовых изделий.

Общее количество станков, подсчитанных по этим формулам для всего цеха, распределяется по видам (типам) в процентном соотношении, принимаемом по данным проектов механических цехов соответствующей отрасли.

Например:

Автомобильный завод	Станкостроительный завод
токарные – 26%	токарно-винторезные – 19,2%
расточные – 2,5%	токарно-револьверные – 3,7%
сверлильные – 17%	расточные – 6%
фрезерные – 9,7%	сверлильные – 10,6%
зубообрабатывающие – 6,6%	фрезерные – 15%
протяжные – 2%	шлифовальные – 12,2%
шлифовальные – 16,2%	зубообрабатывающие – 6%
прочие – 20%	спец. и агрегатные – 15%
	прочие – 12,3%

Полученное количество станков округляют до целого числа в ту или другую сторону, но общее число станков не должно выходить за пределы.

Более подробное деление станков по типам и размерам в пределах каждого вида – по аналогии с существующими цехами передовых предприятий отрасли.

По результатам расчета и подбора составляется сводная ведомость станков.

2.9. Рабочий состав цеха и определение его численности

В работе механического цеха участвуют:

1. Производственные рабочие, главным образом станочники.
2. Вспомогательные рабочие.
3. МОП – младший обслуживающий персонал,
4. Служащие,
5. ИТР – инженерно-технические работники,
6. СКП – счетно-контровский персонал.

В зависимости от типа производства и требуемой точности применяются различные методы расчета количества производственных рабочих.

2.9.1. Определение численности рабочего состава для единичного и серийного производства

Количество производственных рабочих станочников по виду работы (специальности) и по квалификации (разрядам) может определяться двумя способами:

- а) по количеству общего нормированного времени, необходимого для изготовления годовой программы изделий;

б) по заданному количеству станков.

2.9.2. Расчет численности по общему нормированному времени

$$R_{ст} = \frac{T \sum_{шт-к}}{\Phi_{д.р} \cdot K_M} (*)$$

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

$\Phi_{д.р}$ – действительный годовой фонд времени работы рабочего в час. (1860, 1840, 1820 ч.)

K_M – коэффициент многостаночного обслуживания.

2.9.3. Расчет численности по заданному количеству станков

$$\eta_3 = \frac{T \sum_{шт-к}}{\Phi_{д.об} \cdot C_n},$$

отсюда $T \sum_{шт-к} = \Phi_{д.об} \cdot C_n \cdot \eta_3$. Подставив это значение в (*), получим:

$$R_{ст} = \frac{\Phi_{д.об} \cdot C_n \cdot \eta_3}{\Phi_{д.р} \cdot K_M}$$

Зная трудоемкость на каждом типе станков, определяют количество рабочих-станочников по специальностям.

В проектной практике для определения K_M используют опытные данные из соответствующих отраслей машиностроения:

массовое производство – $K_M = 1,8 - 2,2$

крупносерийное производство – $K_M = 1,5 - 1,8$

серийное производство - $K_M = 1,3 - 1,5$

мелкосерийное производство - $K_M = 1,1 - 1,2$

2.9.4. Количество производственных рабочих автоматических линий

Расчет количества рабочих ведется по двум профессиям – операторам и наладчикам, которые в автоматическом производстве относятся к производственным рабочим. Работа оператора – установка и снятие детали на автоматическую линию. Наладчики обеспечивают нормальную работу линии.

Количество операторов принимается в зависимости от фактического количества рабочих мест линии и условий обслуживания их и составляет 1 или 2 оператора на линию в смену.

Количество наладчиков рассчитывается по нормам обслуживания в зависимости от сложности наладки из расчета один наладчик на 2 – 8 единиц обслуживаемого оборудования линии.

Для определения количества станочников по специальностям и разрядам составляются таблицы 6 и 7 (по форме) подсчета количества рабочих станочников.

Таблица 6.

Количество станочников по специальностям

№ п/п	Деталь	Кол-во деталей на маш.	Токари				Фрезеровщики				Итого	
			2 р.	3 р.	4 р.	5 р.	2 р.	3 р.	4 р.	5 р.		
1.	Вал	3	1	-	2	-	-	1	-	-	...	12
Итого на 1 маш.												
Итого на годовую программу												

Таблица 7

Количество рабочих, приведенных к разряду

Число рабочих	Разрядный коэффициент	Произведение	Разряд
30	1,29	30*1,29	3
80	1,48	80*1,48	4
20	1,72	20*1,72	5
10	2	10*2	6
140		211,5	

Средний разрядный коэффициент:

$$211,5: 140 = 1,51$$

Средний разряд производственного рабочего:

$$\frac{30 \cdot 3 + 80 \cdot 4 + 20 \cdot 5 + 10 \cdot 6}{140} = 4,07$$

Средний разряд производственных рабочих зависит от типа производства:

- мелкосерийный 3,0 – 4,0
- крупносерийный 2,75 – 3,0
- массовое 2,25 – 2,75

2.10. Планировка оборудования и рабочих мест в цехе. Определение размера площади цеха

При размещении производственного оборудования на площадях цеха учитывают следующие ограничения: нецелесообразность размещения рядом станков, производящих финишную и черновую обработки ввиду влияния вибрации на точность обработки; нецелесообразность размещения шлифовальных станков рядом со сборочным оборудованием; существующие нормы расположения оборудования, расположение элементов конструкций зданий и др.

2.10.1. Планировка оборудования

Состав производственных отделений и участков механических цехов определяется характером изготавливаемых изделий, технологическим процессом, объемом и организацией производства.

В поточно-массовом производстве, например в автотракторном, цех называется по наименованию выпускаемого узла или агрегата. Например, цех двигателей имеет участки: «Блок цилиндров», «Коленчатые и кулачковые валы», «Шатуны» и т.п. Участок разбивается на станочные линии по наименованию деталей, например участок «Блок цилиндров» имеет линии «Блок», «Направляющие втулки клапана», «Крышки коренных подшипников» и т.д.

В серийном производстве механический цех разбивается на участки (или пролеты) по размерам деталей (участок крупных деталей, участок мелких деталей, участок средних деталей) или по характеру и типу деталей (участок валов, участок зубчатых колес и т.д.)

Пролетом называется часть здания, ограниченная в продольном направлении двумя параллельными рядами колонн. Металлорежущие станки участков и линий механического цеха располагают в цехе одним из двух способов:

- по типам оборудования;
- в порядке технологических операций.

По типам оборудования – этот способ характерен для единичного, мелкосерийного и отдельных деталей серийного производства. Создаются участки станков: токарных, фрезерных, шлифовальных. Последовательность расположения подобных участков однородных станков на площади цеха определяется последовательностью обработки большинства типовых деталей.

Так по ходу технологического процесса обработки деталей типа шкив, муфта, фланцы, диски, зубчатые колеса, втулки и т.д. располагаются участки станков в следующей последовательности:

1. Токарные станки
2. Фрезерные
3. Строгальные
4. Радиально и вертикально-сверлильные
5. Шлифовальные (круглошлифовальные).

При обработке плоскостных деталей (плита, рама, станина и т.п.) последовательность расположения оборудования будет следующая:

1. Разметочные плиты,
2. Продольно-строгальные,

3. Продольно-фрезерные,
4. Расточные,
5. Сверлильные,
6. Плоскошлифовальные.

При размещении станков необходимо стремиться к достижению прямоточности производства и к наилучшему использованию подкрановых площадей. Мелкие станки располагают на площадях, не обслуживаемых кранами.

По порядку технологических операций – этот способ характерен для цехов серийного и массового производства. Станки располагаются в соответствии с технологическими операциями для обработки одноименных или нескольких разноименных деталей, имеющих схожий порядок операций. В мелкосерийном и среднесерийном производстве каждая группа станков выполняет обработку нескольких деталей, имеющих аналогичный порядок операций, т.к. загрузить полностью все станки линии одной деталью не всегда возможно.

Необходимо предусматривать кратчайшие пути движения каждой детали, не допускать обратных, кольцевых или петлеобразных движений, создающих встречные потоки или затрудняющих транспортирование.

Основные принципы при размещении станков:

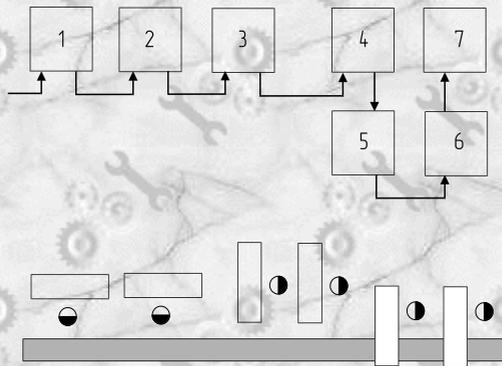
1. Участки, занятые станками, должны быть по возможности наиболее короткими. В машиностроении длина участка составляет 40 – 80 м.
2. Станки вдоль участка могут располагаться в 2, 3 и более рядов. При расположении станков в 2 ряда между ними оставляется проход (проезд) для транспорта. При трехрядном расположении станков может быть два или один проход. В последнем случае продольный проход образуется между одинарным и сдвоенным рядами станков. Для подхода

к станкам сдвоенного ряда (станки расположены друг к другу тыльными сторонами), расположенным у колонн, между станками оставляют поперечные проходы. При четырехрядном расположении устраивают 2 прохода: у колонн станки располагают в один ряд, а сдвоенный ряд – посередине (см. рис. 3).

3. Станки могут располагаться по отношению к проезду вдоль поперек и под углом (рис. 4). При поперечном расположении станков затрудняется их обслуживание, т.к. нужно предусматривать поперечные проезды. Загрузочная сторона прутковых станков должна быть обращена к проезду, у остальных же станков сторона с приводом обращена к стене или колоннам. Для лучшего использования площади револьверные станки, автоматы, протяжные, расточные, продольно-фрезерные и продольно-шлифовальные располагают под углом.

4. В поточных линиях станки также могут устанавливаться в один или в два ряда. В последнем случае деталь в процессе обработки переходит с одного ряда на другой. В поточных линиях с применением рольгангов или других конвейеров станки могут устанавливаться относительно них параллельно, перпендикулярно, а также могут быть встроены в линию.

5. Расстояние между станками, а также между станками и элементами зданий для различных вариантов расположения оборудования, а также ширина проездов в зависимости от различных видов транспорта регламентирована нормами технологического проектирования (рис.2).



Нормы расстояний между станками и от станков до стен и колонн указаны в таблице 8.

Таблица 8

Расстояния		Нормы расстояний между станками при их размерах в мм				
		До 1800 × 800	До 4000 × 2000	До 8000 × 4000	До 16000 × 6000	
Между станками по фронту «а»		700	900	1500	2000	
Между тыльными сторонами станков «б»		700	800	1200	15000	
Между станками при поперечном расположении к проезду	При расположении станков «в затылок» «в»	1300	1500	2000	-	
	при расположении станков фронтом друг к другу и обслуживании 1 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	1000	
	фронта станка «ж»	1300	1500	2000	-	

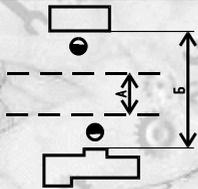
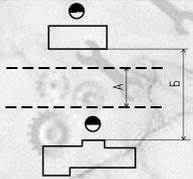
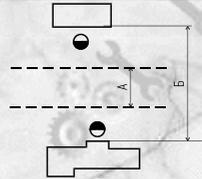
6. Ширина магистральных проездов.

Таблица 9

Вид транспорта	Ширина проезда	Расстояние между станками
Электрокары (1 – 5 т)	3000 – 4000	3400 – 4500
Электропогрузчики (0,5 – 3 т)	3500 – 5000	4000 – 5500
Грузовые автомашины (1 – 5 т)	4500 – 5500	5000 - 6000

7. Ширина проездов при различном транспорте (габариты груза до 800 – 1500 мм).

Таблица 10

			
Мостовой кран	A = 2000; 2500 B = 2500; 3000	A = 2000; 2500 B = 3300; 3800	A = 2000; 2500 B = 4000; 4500
Эл. кары	A = 2000; 2500 B = 2500; 3000 при одностор. движении	A = 2000; 2500 B = 3300; 3800	A = 2000; 2500 B = 4000; 4500
	A = 3000; 3500 B = 3500; 4000 при двухстор. движении	Только одностороннее движение.	

При вычерчивании габаритов станка принимается его контур по крайним выступающим частям, причем в габарит входят крайние положения движущихся частей станка. Каждому типу станка дается условное графическое изображение в М 1:100 или 1:200.

2.10.2. Определение размера площади цеха

При детальном проектировании станочная площадь (производственная) определяется на основании планировки путем разработки плана расположения всего оборудования, рабочих мест, конвейерных и др. устройств, мест складирования заготовок, проездов и пр.

Уточняются принятые значения ширины длины и число пролетов.

Ширина пролетов – расстояние между осями колонн в поперечном направлении пролета. Она зависит от габаритных размеров оборудования и средств транспорта:

$B = 18$ м (для легкого машиностроения)

$B = 18$ и 24 м (для среднего машиностроения)

$B = 24, 30$ и 36 м (для тяжелого машиностроения)

Ширина всех пролетов механического цеха принимается одинаковой.

Шаг колонн – расстояние между осями колонн в продольном направлении. Зависит от рода применяемого материала для зданий, его конструкции и нагрузок. Принимается равной 6, 9 и иногда 12 м. Расстояние между осями колонн в поперечном и продольном направлении образует сетку колонн. В механических цехах более часто

применяются сетки: 18×6 ; 24×6 ; 18×12 ; 24×12 . В тяжелом машиностроении 30×6 и 36×6 .

Длина пролета определяется суммой размеров последовательно расположенных производственных и вспомогательных отделений, проходов и др. участков цеха. Длина пролетов должна быть кратна размеру шага колонн и одинаковой для всех пролетов.

Высота пролетов $6 - 8,4$ м в бескрановых пролетах и $10,8 - 19,8$ в крановых. В пролетах, не имеющих подъемных кранов, применяется подвесное подъемно-транспортное оборудование (кранбалки грузоподъемностью $0,5 - 5$ т, подвесные конвейеры и др.)

Показателем, характеризующим использование площади механического цеха, является удельная площадь, т.е. площадь, приходящаяся на один станок:

$$S_{уд} = \frac{\text{общая площадь цеха}}{\text{общее число станков}};$$

По этому показателю судят об использовании производственной площади цеха.

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

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

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

особо крупных $- 70 - 200 \text{ м}^2$

Очень плотное размещение станков ($S_{уд}$ мало) создает нерациональные условия для работы (затрудняет движения рабочего, уменьшает безопасность, ухудшает освещенность); в результате снижается производительность труда.

Обратное положение ведет за собой увеличение затрат на 1 станок.

2.10.3. Общая планировка механического цеха

План цеха выполняется в масштабе 1:100 или 1:200.

На плане должно быть изображено все оборудование и устройства, относящиеся к рабочему месту:

- станки, автоматические линии и др. технологическое оборудование;
- расположение рабочего места у станка во время работы;
- верстаки, рабочие столы, подставки;
- инструментальные столики;
- места у станков для обработанных деталей и заготовок;
- транспортные устройства, относящиеся к рабочему месту;
- площадки для контроля и временного хранения деталей;
- место мастера;
- грузоподъемные и транспортные средства цеха (краны мостовые, консольные, порталные, роульганги и пр.)
- проезды и проходы, туннели и ямы для производственных или транспортных целей.

Строительная часть плана.

- колонны с осями и обозначением номера каждой колонны;
- наружные и внутренние стены, а также перегородки;
- окна, ворота, двери;
- подвалы, подземные комнаты, антресоли.

2.10.4. Проектирование вспомогательных отделений механического цеха

К вспомогательным отделениям относятся:

- заготовительное отделение;
- заточное отделение;
- контрольное отделение;
- ремонтное отделение (ремонтная база);
- мастерская для ремонта приспособлений и инструмента;
- изготовление СОЖ (смазочно-охлаждающая жидкость);
- переработка стружки;
- цеховой склад материалов и заготовок;
- промежуточный и межоперационный склад;
- инструментально-раздаточный склад;
- склады приспособлений, абразивов, масел, вспомогательных материалов.

2.10.4.1. Проектирование заготовительного отделения

Служит для резки, отрезки, центровки, правки и обдирки прутковых материалов.

Может быть совмещено со складом материалов и заготовок и является частью его хозяйства или же для крупных предприятий может быть самостоятельным.

Оборудование – отрезные станки, дисковые пилы, приводные ножовки, центральные и фрезерно-центральные станки, правильные, обдирочные станки, прессы для правки и др.

Определение потребного количества оборудования производится на основании разработанного технологического процесса на заготовительные операции:

$$S_p = \frac{\sum T_{шт-к.заг}}{\Phi_{д.об.}}$$

Удельная площадь обычно составляет 25 – 30 м².

Площадь считается :

$$S = S_{уд} \cdot N_{ст}$$

2.10.4.2. Проектирование заточного отделения

С целью улучшения качества заточки режущего инструмента заточка выполняется централизованно.

Основное оборудование – заточные станки.

Точный расчет заточных станков, как правило, не производится из-за большой трудоемкости расчетов и отсутствия полных исходных данных.

Потребное количество заточных станков общего назначения в среднем составляет 4 – 6% от количества станков, обслуживаемых заточкой.

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

Особое значение имеет доводка для твердых сплавов, т.к. они обладают большой твердостью и хрупкостью. После доводки выкрашивание в значительной степени устраняется. Доводка производится на специальных станках, количество которых принимается равным приблизительно ½ от

количества заточных станков, на которых затачивается инструмент, подлежащий доводке.

Удельная производственная площадь заточного отделения составляет 8 – 10 м², а уд. общая площадь этого отделения – 10 – 12 м² на 1 станок. Во вспомогательную площадь этого отделения входят:

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

Заточное отделение следует располагать смежно с инструментальным складом.

Кол-во рабочих – 1,7 – 2 чел. на один заточной станок при работе в 2 смены.

2.10.4.3. Проектирование технического контроля в механических цехах

В механических цехах устраиваются контрольные отделения, которые являются частями (отделениями) заводского ОТК (отдел технического контроля). Контрольное отделение проверяет:

- качество материала (путем визуального, наружного осмотра);
- правильность размеров, полученных при обработке;
- качество поверхности (эталонны чистоты).

Разновидности контроля:

- непосредственно на рабочем месте, на станке;
- на специальных контрольных площадках (пунктах);
- в контрольном отделении цеха.

Кроме того, контроль, выполняемый в цехах, может быть летучий, промежуточный и окончательный.

Летучий – в форме периодических проверок деталей в процессе их изготовления для предупреждения массового брака. Наиболее эффективным методом летучего контроля является статистический контроль, применяемый в серийном и массовом производстве. Летучему контролю подвергаются первые детали, обработанные после наладки или переналадки станка, а другие детали – после определенных операций.

Промежуточный контроль – производится между операциями, когда деталь прошла одну операцию. Производится в единичном и серийном производствах на контрольных площадках, установленных в конце каждой группы станков (указывается в планировке).

При расположении станков по порядку технологического процесса контрольные площадки располагаются у станков, после которых производится контроль (расточных, шлифовальных, хонинговальных, отделочных и т.п.)

Окончательный контроль – производится после окончания всех операций, после полной обработки детали. Проверку выполняют в контрольном отделении.

Окончательному и промежуточному контролю подвергаются или все детали (сплошной контроль) или выборочно. В случае обнаружения брака при обработке на поточной линии все последующие операции подвергают сплошному контролю до устранения обнаруженных отклонений.

Подробный расчет потребного количества контролеров производится на основе разработанных контрольных карт. Но это требует значительного времени. На практике контролеров принимают в процентном отношении от числа станочников:

- в серийном производстве – 5 – 7 % от числа станочников;
- в массовом производстве – 12 – 15 % от числа станочников.

Площадь контрольных пунктов и контрольного отделения можно определить путем планировки всех рабочих мест работников контроля, оборудования и инвентаря.

Укрупненно:

$$S_{\text{конт.отд.}} = R_{\text{контр}} \cdot (5 \div 6) \cdot (1,5 \div 1,75)$$

где $R_{\text{контр}}$ – количество контролеров;

$S_{\text{уд}} = 5 - 6 \text{ м}^2$ на 1 работника в контрольном отделении.

коэффициент 1,5 – 1,75 учитывает расположение оборудования инвентаря и проходов.

Часто площадь $S_{\text{конт.отд}}$ принимают равной 3 – 5 % от площади станочного отделения. Контрольное отделение располагается в механическом цехе по пути в сборочный цех, перед промежуточным складом и его огораживают перегородками. Там должна поддерживаться нормальная комнатная температура ($t = 20 \pm 1^\circ\text{C}$).

2.10.4.4. Ремонтная база производственного цеха

Предназначается для проведения межремонтного обслуживания производственного оборудования, а также для проведения ремонтных работ (мелкий и средний ремонт).

Количество станков в ремонтной базе укрупнено может быть определено в зависимости от количества оборудования механического цеха, обслуживаемого ремонтной базой (таблица 11).

Таблица 11

Количество станков в ремонтной базе

Количество оборудования в мех. цехе	Кол-во станков в рем. базе	Количество оборудования в мех. цехе	Кол-во станков в рем. базе
до 150	2 – 4	700	9 – 12
200	3 – 5	800	10 – 13
300	4 – 6	1000	12 – 15
400	5 – 7	1200	15 – 18
500	6 – 8	1500	18 – 20
600	7 – 9		

Если число станков ремонтной базы не превышает $C_{рем} < 5$ станков, то целесообразно организовать объединенную ремонтную базу для обслуживания нескольких цехов, особенно при их размещении в одном корпусе.

Число рабочих станочников ремонтной базы определяется по числу принятых станков с коэффициентом загрузки $\eta_z = 0,6 - 0,8$ и коэффициентом многостаночного обслуживания $K_M = 1,05 - 1,1$.

$$R_{ст} = \frac{C_{рем} \cdot \eta_z \cdot F_{д.об}}{\Phi_{д.раб} \cdot K_M}$$

Число слесарей – (60 – 100) % от числа станочников,

Число вспомогательных рабочих – (18 – 20) % от числа станочников + слесарей.

ИТР – 9 – 12 % от общего числа рабочих;

Служащих = 1,5 – 2,5 %

МОП – 1,0 – 1,5 %

Общая площадь ремонтной базы определяется по показателю общей удельной площади на единицу основного оборудования ремонтной базы. (см. табл. 12.).

Таблица 12

Площадь ремонтной базы

Число единиц осн. оборудования, шт.	Общая площадь на ед. осн. оборудования, м ²	В т.ч. площадь склада зап. частей.
3 – 6	31 – 32	4
7 – 10	29 – 30	3,5
11 – 15	27 – 28	3
св. 16	27	2,5

2.10.4.5. Проектирование отделения для приготовления и раздачи СОЖ

Смазочно-охлаждающая жидкость (СОЖ) — обобщённое наименование разнообразных жидких составов, используемых при обработке металлов резанием или давлением. Наиболее распространенные СОЖ — нефтяные масла (обычно с противоизносными и противозадирными присадками) и их 3-10% водные эмульсии. В самом термине заложены основные назначения использования СОЖ - охлаждать и смазывать. Современные технологии обработки материалов, оборудование высокой мощности позволяют проводить интенсивные процессы резания, выдавливания, прокатки, штамповки, сверления, шлифования и другие. Подводимая высокая мощность, высокие статические и динамические нагрузки вызывают разогрев деформируемых материалов, что может приводить к снижению качества обработки, к порче инструмента, оснастки и оборудования.

Использование СОЖ позволяет снижать температуру в зоне обработки до приемлемой за счёт теплообмена и, достаточно часто, за счёт парообразования. Наличие у СОЖ смазывающих свойств снижает трение в зоне обработки, фрикционный износ инструмента, значительно снижает вероятность задира и повреждения поверхностей обрабатываемых деталей и инструмента. В общем случае использование СОЖ позволяет увеличить интенсивность технологических процессов, производительность труда и оборудования, повысить качество продукции. Современные СОЖ могут представлять сложные физико-химические системы, содержать добавки и присадки различного назначения: антикоррозионные, противоизносные, противозадирные, биоцидные и другие.

Снабжение металлорежущих станков механического цеха СОЖ (эмульсии, содовый раствор, сульфифрезол) может быть организовано следующим образом:

1. централизованным циркуляционным;
2. централизованным групповым
3. децентрализованным.

При централизованном циркуляционном способе СОЖ подается к станкам по трубопроводам и отработанная жидкость самотеком по подземным трубопроводам возвращается к установке. Применяется в цехах, имеющих большое количество однотипных станков, работающих на одинаковых по составу СОЖ.

При централизованном групповом способе СОЖ по трубам из центральной установки подается к разборным кранам, распределяющим жидкость по группам станков или по отдельным станкам. При этой системе отработанные эмульсии и водные растворы отводятся в канализацию, а отработанное масло передается для регенерации. Применяется в цехах, имеющих большое количество разнотипных станков, требующих разных по составу охлаждающих жидкостей.

Децентрализованный – предусматривает подачу СОЖ в таре; отработанные жидкости удаляются также, как и в предыдущем случае. Применяется в цехах с небольшим количеством станков.

Центральная установка располагается у наружной стены здания и имеет непосредственный выход наружу.

Годовой расход СОЖ определяется по формуле:

$$Q = \frac{\sum_i q_i \cdot C_n \cdot 253}{1000}, \text{ т/год}$$

Где q_i – расход охлаждающей жидкости на 1 станок в сутки, кг;

C_n – количество станков;

253 – число рабочих дней в году.

Таблица 13

Расход СОЖ по маркам оборудования

№ п/п	Оборудование	Марка СОЖ или масла	Расход в сутки на 1 ст.
1.	Одношп. ток. автомат, резьбофрезерный,	сульфофрезол	2,3 кг
2.	резьбонарезной	сульфофрезол	2,5 кг
3.	Резбошлифовальный	сульфофрезол	4,1 кг
4.	Зубообрабатывающий	сульфофрезол	5,4 кг
5.	Многошпindelный автомат	керосин	2,5 кг
6.	Электроискровой	эмульсол	0,3 кг
	Металлорежущий	сода	0,03 кг
		индустр. масло 20, 30, 45	0,25 кг – мелк. обор.; 0,44 кг – среднее; 0,7 - крупное

Площадь отделения для приготовления и раздачи СОЖ определяется укрупнено в зависимости от количества производственного оборудования (таблица 14).

Площадь отделения для приготовления и раздачи СОЖ

Таблица 14

Кол-во обор.	30 – 60	60 – 100	100 – 200	200 – 300	300 – 400
$S_{\text{сож}}, \text{м}^2$	35 – 40	40 – 50	50 – 75	75 – 100	100 – 120

Площадь склада масел: $S_{\text{м}} = 10 – 20 \text{ м}^2$.

2.10.4.6. Отделение для переработки стружки

Современные станки, оснащенные десятками режущих инструментов и работающие на высоких скоростях, дают до 100 кг стружки в час. В целом на машиностроительных предприятиях страны в настоящее время образуется 6 – 7 млн. тонн стружки в год. Это сделало необходимым разработку многих специальных средств для уборки и утилизации стружки. Наиболее эффективный способ переработки стружки – ее брикетирование. Брикет имеет форму цилиндра $\varnothing 140 – 180 \text{ мм}$, $h = 40 – 100 \text{ мм}$, массой 5 – 8 кг.

Стружка может перерабатываться также в пакеты, однако по эффективности они уступают брикетированию. Особые трудности вызывает переработка стальной витой (сливной) стружки, которая предварительно должна дробиться для обработки на станке путем применения специальных стружколомов, экранов и т.п.

Схема уборки стружки.

1. Дробление на станке.
2. Транспортирование в люк или короб.

3. Транспортирование от станка к сборным коробам (у проездов).
4. Транспортирование в отделение.
5. Переработка стружки в брикеты (пакеты).

Для уборки стружки из рабочей зоны современные многошпиндельные станки имеют специальные устройства шнекового, скребкового или инерционного типа, которые перемещают стружки в короб или люк, расположенные с тыльной стороны станка.

Транспортирование стружки от станков к сборным коробам или бункерам производится при помощи электротележек и погрузчиков, электротельферов на монорельсе, мостовых кранов, кран-балок, транспортеров. Сборные короба транспортируются в отделение для переработки стружки теми же транспортными средствами. Наиболее эффективно применение транспортеров или конвейеров, расположенных под полом. В этом случае применяются конвейеры следующих типов: шнековые (винтовые), скребковые, ершово-штанговые, цепные, пластинчатые, ленточные, инерционные, гидравлические, пневматические и др.

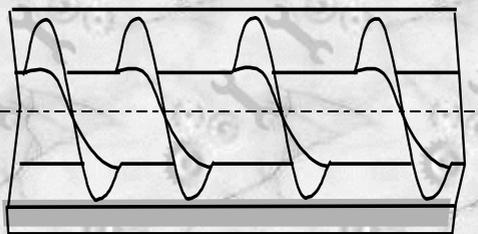


Рис.3 Секция винтового конвейера.

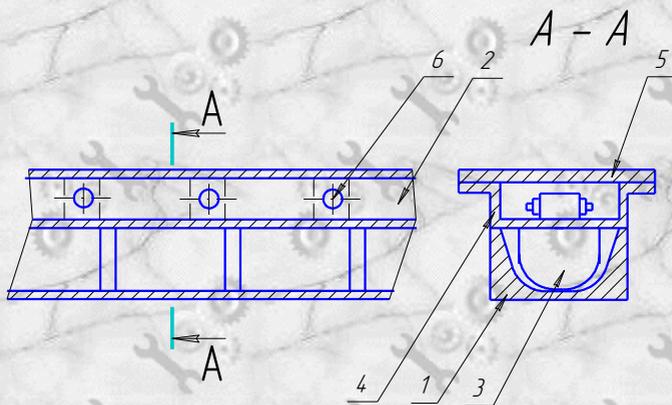


Рис. 4. Секция скребково-штангового конвейера

Винтовой (шнековый) конвейер состоит из неподвижного желоба, внутри которого вращается вал с винтом. Недостаток – малая длина стружки и ограниченная длина винта (3 – 4 м).

Скребок-штанговый конвейер состоит из желоба 1, штанги 2 с шарнирно закрепленными на ней скребками 3, направляющей планки 4 и при движении штанги в направлении стрелки, скребки, упираясь тыльной стороной в штангу занимают вертикально положение и сдвигают лежащую впереди стружку. При движении штанги назад скребки, встречая сопротивление стружки, поворачиваются вокруг осей 6 и скользят по поверхности стружки. Приводом служит пневмо- или гидроцилиндр с золотниками. Применяется для чугуновой стружки, можно устанавливать конвейер под углом до 30° , что обеспечивает механизированную погрузку в тару.

Ершово-штанговый конвейер имеет наклонные шипы 1, приваренные к штанге 2, которая совершает возвратно-поступательные движения по желобу 3. На внутренней стороне желоба имеются приваренные шипы 4.

При рабочем движении штанги витая стружка захватывается шипами 1 и проталкивается по желобу. При возвратном движении штанги шипы 1 проскальзывают сквозь стружку, не захватывая ее, а шипы 4 удерживают стружку.

Недостатки механических конвейеров – быстрый износ, сложность ремонта, ограниченное применение. Поэтому в ряде случаев более выгодно применять гидравлические и пневматические конвейеры.

Гидроконвейеры – служат для транспортирования мелкой стружки из любого металла при обилии СОЖ.

Пневмоконвейеры – для транспортирования чугунной и мелкой алюминиевой и стальной стружки.

Площадь отделения для сбора и переработки стружки определяется в зависимости от количества производственного оборудования цеха по таблице 15.

Таблица 15

Площадь отделения для сбора и переработки стружки

Кол-во станков	до 60	60 – 100	100 – 200	200 – 300	300 – 400
$S_{отд}$, м ²	65 – 75	75 – 85	85 – 105	110 – 125	130 – 180

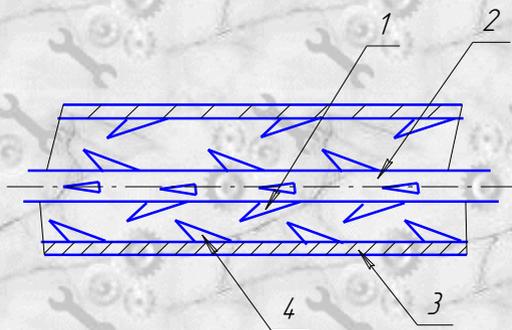


Рис. 5. Сечение ершово-штангового конвейера

2.11. Проектирование складских помещений

2.11.1. Цеховой склад материалов и заготовок

Предназначается для хранения запасов пруткового и другого материала и заготовок (отливок, поковок, штамповок и др.) и по возможности должен быть объединен с заготовительным отделением. Такие склады устраиваются при механических цехах единичного и серийного производства. В цехах поточно-массового производства вместо таких складов предусматриваются складские площадки в начале каждой поточной линии (а в конце линии – площадки для временного хранения готовых деталей).

Запас материалов и заготовок должен быть невелик и содержать минимум, необходимый для бесперебойной работы станков.

Таблица 16

Запас материалов

Род материала и заготовок	Нормы запаса на складе в днях				
	ед. пр-во	м/сер	сп/сер.	кр/сер.	массовое
1. Сортовой материал, мелкие и средние отливки и поковки	10	8	6	4	2 (на площадках)
2. Крупные отливки и поковки	10	8	6	1,5	0,5 (на площадках)

Для достижения прямого и кратчайшего пути движения материалов и заготовок склад располагают в начале цеха, при этом он может размещаться:

- в начале цеха поперек пролетов здания;
- в отдельном пролете, перпендикулярно пролетам механического цеха;

- под эстакадой, примыкающей к зданию цеха и расположенной перпендикулярно его пролетам.

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

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

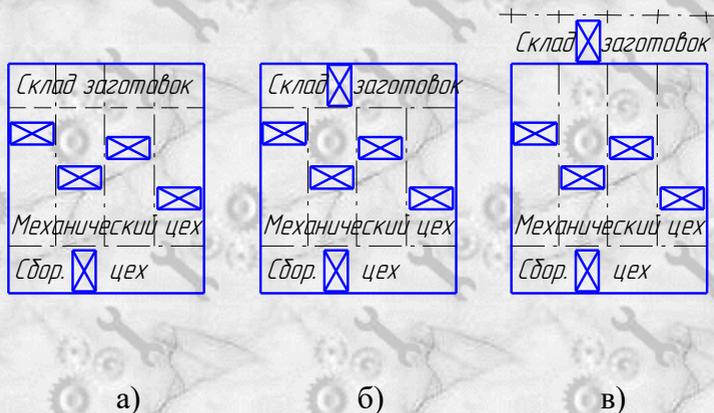


Рис. 6. Примеры расположения склада заготовок в механическом цехе.

Площадь для хранения заготовок в штабелях на полу определяется по нагрузке на 1 м^2 площади пола, которая принимается 2 – 3 тонны:

- для сортового материала – 2,5 – 3 тонн.
- для литья поковок и штамповок мелких и средних размеров – 2 – 3 тонн.
- для крупных заготовок – до 2,5 тонн.

Исходя из допустимой грузонапряженности площади пола и принятого для образования запаса количества дней,

можно подсчитать потребную площадь по следующей формуле:

$$S_0 = \frac{Q_0 \cdot a_{cp}}{\Phi \cdot g_{cp} \cdot K_u}$$

где Q_0 – общий черновой вес материалов или заготовок, подлежащих механической сборке в течение года, т.

a_{cp} – среднее количество дней, на которое принимается запас материала;

Φ – количество рабочих дней в году;

g_{cp} – среднедопустимая нагрузка на площадь цеха, т/м²;

K_u – коэффициент использования площади склада – отношение полезной площади склада к его общей площади, включая проходы, проезды $K_u = 0,4 - 0,5$

$$S_{склада} = (10 \div 15\%) \cdot S_{станочногоцеха}$$

2.11.2. Инструментально-раздаточный склад (ИРС)

ИРС служит для снабжения рабочих мест (станочников и слесарей) инструментом и приспособлениями. В небольших и средних механических цехах для всех видов инструмента (режущего, вспомогательного и измерительного) и приспособлений устраивается один инструментально-раздаточный склад.

Для крупных цехов с количеством станков ≥ 200 , иногда устраивают отдельные специализированные склады режущего, вспомогательного и измерительного инструмента, приспособлений и абразивов. ИРС располагается в цехе рядом с заточным отделением в центральной части цеха.

Площадь ИРС определяется по числу обслуживаемых рабочих мест:

Таблица 17

Тип производства	Удельная площадь, м ² /ст
Единичное	0,7
Мелкосерийное	0,5
Крупносерийное производство	0,4
Массовое	0,25

Таблица 18

Площадь склада приспособлений.

Тип производства	Удельная площадь, м ² /ст
Единичное	0,5
Мелкосерийное	0,4
Серийное	0,3
Крупносерийное производство	0,2
Массовое	0,1

Площадь кладовой для абразивов принимается из расчета $S_{уд} = 0,4 \text{ м}^2$ на абразивный, заточной или полировальный станок.

2.11.3. Склад готовых деталей (промежуточный) и межоперационный склад деталей

После проверки в контрольном отделении детали поступают на склад готовых деталей и узлов, так называемый промежуточный склад, расположенный в конце пролетов

механического цеха, вслед за контрольным отделением по пути движения деталей из механического цеха в сборочный.

Промежуточный склад служит для накопления и хранения, окончательно обработанных деталей и для снабжения готовыми деталями сборочного цеха. На складах должен храниться также запас покупных изделий (приборы, нормали и пр.), которые доставляются с центрального склада завода.

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

Грузонапряженность площади пола промежуточных складов принимается:

- при удельном весе материала $\rho > 4 \text{ т/м}^3$ $g = 1 \text{ т/м}^2$ для мелких и средних деталей; $g = 1,5 \text{ т/м}^2$ – для крупных деталей;

- при удельном весе $\rho < 4 \text{ т/м}^3$ – $g = 0,4 \text{ т/м}^2$ для мелких и средних деталей; $g = 0,6 \text{ т/м}^2$ для крупных деталей.

Площадь промежуточных складов подсчитывается по той же формуле, что и для цехового склада материалов и заготовок:

$$S_{on} = \frac{Q \cdot a_{cp}}{\Phi \cdot g_{cp} \cdot K_u}$$

где Q – общий чистый вес деталей и материалов;

Хранение деталей в процессе их изготовления, т.е. между операциями обработки, производится на специально отведенных для этого площадках между станками. На этих же площадках производится также контроль деталей. Вместо

таких площадок иногда (в единичном, серийном и крупносерийном производстве) устраиваются так называемые межоперационные склады для хранения полуфабрикатов. Срок нахождения деталей на складе:

$a = 6$ дней – единичное и мелкосерийное производство;

$a = 4$ дня – серийное производство;

$a = 2$ дня – крупносерийное производство.

Грузонапряженность площади пола:

- при удельном весе $\rho > 4 \text{ т/м}^3$ $g = 0,9 \text{ т/м}^2$ – для мелких и средних деталей; $g = 1,7 \text{ т/м}^2$ – для крупных деталей.

- при удельном весе $\rho < 4 \text{ т/м}^3$ $g = 0,3 \text{ т/м}^2$ – для мелких и средних деталей; $g = 0,6 \text{ т/м}^2$ – для крупных деталей.

Площадь межоперационного склада:

$$S_{om} = \frac{Q_r \cdot K_0 \cdot a \cdot i}{\Phi \cdot g_{cp} \cdot K_u}$$

Где Q_r – чистый вес готовых деталей в т;

K_0 – коэффициент, учитывающий вес отходов за прошедшие операции обработки ($K_0 = 1,07 - 1,08$);

a – количество дней нахождения деталей на складе;

i – среднее количество операций, после которых детали будут заходить на склад (в серийном производстве $i = 5 - 6$ операций)

Φ – количество рабочих дней в году;

g_{cp} – средняя грузонапряженность площади пола т/м^2 ;

K_u – коэффициент использования площади склада ($\sim 0,4$).

2.12. Компоновка механических цехов

Компоновка – схематический план здания (корпуса) с изображением на нем, отделений, участков, вспомогательных и служебно-бытовых помещений.

Назначение:

1. Взаимная увязка входящих в состав корпуса цехов, отделений, участков;
2. Выбор оптимального направления производственного процесса; внутризаводского транспорта, грузовых и людских потоков;
3. Рациональное размещение вспомогательных и служебных помещений.

При разработке компоновочного плана должны быть учтены следующие основные требования:

1. Прямоточность производственного процесса от склада или места поступления заготовок и кончая отправкой готовой продукции.
2. Кратчайшие пути движения продукции на всем протяжении процесса производства;
3. Участки с вредными выделениями и опасные в пожарном отношении должны размещаться у наружных стен здания.

На компоновочном плане указываются:

1. Взаимное расположение отделений, цехов, участков, магистральные и цеховые проезды и проходы, ж/д пути, въезды для безрельсового транспорта.
2. Основные технологические размеры (ширина и длина пролетов, шаг колонн, высота пролета до подкрановых путей);
3. Число и грузоподъемность кранов.

Компоновочные планы механических и сборочных цехов выполняются в масштабе 1:200 или 1:400 (в зависимости от размера принятого здания).

2.13. Порядок расположения служб механического цеха

1. Склад материалов при единичном и серийном производстве вместе или смежно с заготовительным отделением размещаются в начале цеха. При поточном производстве складские площадки для заготовок располагаются в начале каждой поточной линии.

2. Вдоль склада или складских площадок поперек пролетов цеха устраивают проезд шириной ее менее 4 м. в зависимости от средств транспорта.

3. Далее располагаются станочные отделения.

4. В конце станочного отделения поперек всех пролетов также устраивается поперечный проезд шириной $b \geq 4$ м. в зависимости от применяемых средств транспорта.

5. Далее располагается контрольное отделение.

6. Параллельно контрольному отделению поперек пролетов размещается промежуточный склад.

7. Заточное отделение и инструментально-раздаточный склад при поточном производстве располагается в стороне от потока, чтобы не стеснять движение деталей. При единичном и серийном производстве они могут занимать в цехе центральное положение по отношению к станочным участкам.

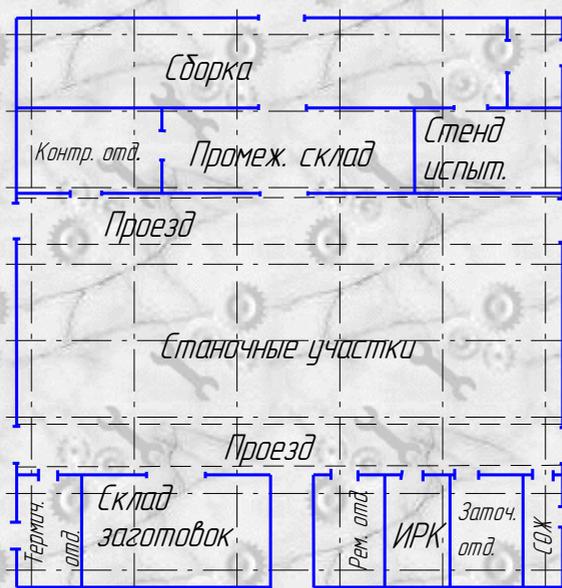


Рис. 7. Пример компоновки механосборочного цеха.

2.14. Планировка оборудования в цехе

Планировка цеха – это план расположения производственного, подъемно-транспортного и др. оборудования, инженерных сетей, рабочих мест, проездов, проходов и др.

Разработка планировок является наиболее ответственным и сложным этапом проектирования, когда одновременно должны быть решены вопросы технологии, экономики, организации производства, техники безопасности, выбора транспортных средств, механизации и автоматизации производства, научной организации труда и производственной эстетики.

При разработке планировки должны учитываться следующие основные требования:

1. Оборудование в цехе должно размещаться в соответствии с принятой формой организации технологических процессов. Необходимо стремиться к расположению производственного оборудования в последовательности технологического процесса, контроля и сдачи изделий или деталей.

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

3. Планировка должна быть увязана с применяемыми подъемно-транспортными средствами.

4. В планировках должны быть предусмотрены кратчайшие пути перемещения заготовок, деталей, узлов в процессе производства, исключая возвратные движения. Грузопотоки должны не пересекаться между собой, а также не пересекать и не перекрывать основные проезды, проходы и дороги, предназначенные для движения людей.

5. На планировке вычерчивается все оборудование и все устройства, относящиеся к рабочему месту, а именно:

- металлорежущие станки, автоматические линии и другое производственное оборудование;
- место расположения рабочего места у станка во время работы;
- верстаки, рабочие столы, подставки;
- места у станков для обработанных деталей, заготовок и материалов;
- транспортные устройства, относящиеся к рабочему месту (наклонные скаты, склизы и т.д.);

- площадки для контроля и временного хранения деталей;
- места для мастеров;
- все виды оборудования нумеруются сквозной нумерацией слева направо сверху вниз.
- нумерация подъемно-транспортного оборудования дается после технологического и продолжает нумерацию последнего;
- производственный инвентарь (плиты разметочные, верстаки, столы, стеллажи) изображаются на плане по контуру габарита с простановкой внутри контура условных обозначений;
- к плану прилагается спецификация;
- обозначаются наименования отделений, участков, вспомогательных помещений.

6. При разработке планировки должна быть рационально использована не только площадь, но и весь объем цеха. Высота здания используется для размещения подвесных транспортных устройств, инженерных коммуникаций, размещения механизированных складов.

7. План цеха выполняется в масштабе 1:100. Для больших цехов ($C > 250$ станков) его можно выполнять в М 1:200.

8. В строительной части изображаются:

- колонны с осями и обозначением № колонны (горизонтальные разбивочные оси здания обозначают снизу вверх по оси ординат заглавными буквами русского алфавита; вертикальные оси нумеруют слева направо арабскими цифрами).
- наружные и внутренние стены (капитальные и легкие), а также перегородки; окна, ворота, двери.
- на плане даются все необходимые размеры:

- ✓ ширина пролета, шаг колонн, общая ширина цеха, общая длина пролетов и всего цеха, ширина поперечных и продольных проходов и проездов;
- ✓ длина и ширина каждого вспомогательного помещения;
- ✓ тоннели, каналы, люки и др. проемы в полах;
- ✓ привязка оборудования.

9. Все станки, автоматические линии и др. оборудование, складские и контрольные площадки, грузоподъемные и транспортные устройства, изображенные на плане, обозначаются порядковыми номерами и вносятся в спецификацию.

2.15. Организация рабочего места

Рабочее место – это первичное звено производства от качества работы которого зависят результаты деятельности всего завода.

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

Схема организации рабочего места должна соответствовать характеру производства. В условиях единичного производства выполнение на рабочем месте большого числа разнообразных операций требует наличия всевозможных инструментов, приспособлений, а отсюда и соответствующего инвентаря для его хранения и расположения.

При переходе к серийному производству и специализации производственных участков число операций,

выполняемых на рабочем месте, сокращается, начинается применение специализированного инструмента и приспособлений и соответственно меняется планировка и оснащение рабочего места.

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

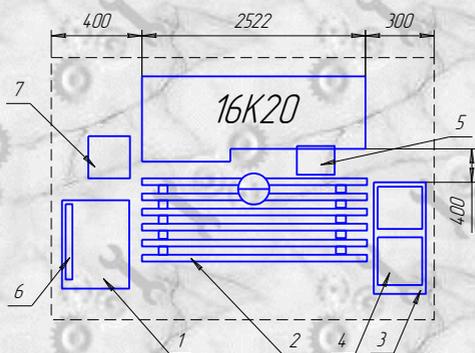


Рис. 8. Пример планировки рабочего места токаря. 1 – инструментальный столик; 2 – решетка под ноги; 3 – приемный стол; 4 – тара с обрабатываемыми деталями; 5 – планшет для измерительного инструмента; 6 – подставка для чертежей; 7 – урна для мусора.

При многостаночной работе планировка рабочего места должна обеспечивать наиболее удобное для рабочего расположение органов управления всех обслуживаемых станков и минимальную затрату времени на переходы от одного станка к другому.

Варианты рационального расположения станков при их обслуживании одним рабочим:

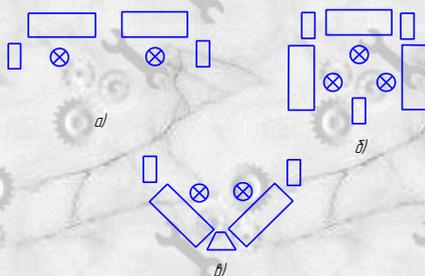


Рис. 9. Расположение рабочего места при многостаночном обслуживании

2.16. Техничко-экономические показатели проекта механического цеха

К числу основных показателей проекта механического цеха относятся:

А: Абсолютные показатели, характеризующие производственную мощность цеха:

1. Годовой выпуск изделий (комплектов, машин, узлов или деталей) включая запасные части, в штуках
2. Годовой выпуск изделий по цеховой себестоимости в рублях, в т.ч. запасных частей.
3. Годовой выпуск изделий в тоннах, в т.ч. запасных частей.
4. Количество рабочих смен.
5. Площадь цеха (m^2) в т.ч. общая, и производственная.

6. Количество производственного оборудования с указанием количества металлорежущих станков и автоматических линий.

7. Количество работающих (производственных рабочих, вспомогательных рабочих, МОП, ИТР, служащих).

8. Основные фонды (руб.), в т.ч. здания и сооружения; оборудование инструмент и приспособления; производственный и хозяйственный инвентарь.

9. Годовой фонд заработной платы производственных рабочих и всех работающих.

10. Установленная мощность электродвигателей (кВт).

Б: Относительные показатели, характеризующие технико-экономическую эффективность цеха:

11. Годовой выпуск продукции в руб. (по себестоимости), комплектах и тоннах:

а) на одного работающего и одного рабочего;

б) на единицу производственного оборудования;

в) на 1 м^2 производственной площади в одну смену.

12. Годовой выпуск продукции в рублях (по себестоимости) на 1 рубль основных фондов.

13. Основные промышленные фонды на 1 рубль выпуска.

14. Общая и производственная площадь на единицу производственного оборудования, м^2 .

15. Средний коэффициент загрузки оборудования (по времени) в %.

16. Коэффициент сменности.

17. Средняя установленная мощность одного станка, кВт.

18. Средняя установленная мощность станочного оборудования (кВт), на одного производственного рабочего в

наибольшую по количеству работающих смену (энерговооруженность).

19. Трудоемкость и станкоемкость одного комплекта деталей, одной машины, одной тонны продукции в человеко-часах и станко-часах.

20. Коэффициент использования металла.

21. Отношение цеховых расходов к основной зарплате производственных рабочих, %.

22. Уровень механизации и автоматизации производства.

3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СБОРОЧНЫХ ЦЕХОВ

Сборочные работы являются заключительным этапом в производственном процессе, где из отдельных деталей и узлов собираются готовые изделия, качество сборочных работ значительно влияет на эксплуатационные свойства машин, их надежность и долговечность. Даже при точном изготовлении деталей и некачественной сборке машина не будет обладать необходимыми качествами.

Трудоемкость сборочных работ составляет:

- в сельскохозяйственном машиностроении – 20 – 30 %

- в автомобилестроении – 20 – 25 %

- в тяжелом машиностроении – 25 – 35 %

Сборочный цех проектируется для выполнения узловых и общей сборки, производства испытаний, окраски и упаковки изделий.

Сборочные цеха различают по типу производства, общей площади цеха и грузоподъемности подъемно-транспортных средств.

Основой для проектирования сборочного цеха является его производственная программа, включающая:

1. спецификации поступающих в цех узлов и деталей;
2. сборочные чертежи и технические условия на приемку и испытание изделий.

3.1. Организационные формы сборки

Проектирование сборочных цехов также, как и механических, ведется по точной, приведенной или условной программе.

Проектирование цехов массового и крупносерийного производства ведется по точной программе.

Проектирование сборочных цехов мелкосерийного и серийного производства при разнообразной и обширной номенклатуре ведется по приведенной программе, для составления которой все подлежащие сборке машины распределяются на группы по конструктивной и технологической однородности. В каждой группе есть типовой представитель, на который разрабатывается техпроцесс с нормированием каждой операции.

Различают две основные организационные формы сборки: стационарную и подвижную. Стационарная сборка изделия может осуществляться последовательно или параллельно. В последнем случае весь объем сборочных работ расчленяется по узлам, собираемым параллельно на разных рабочих местах, с последующей сборкой всего изделия из деталей и узлов.

При подвижной сборке собираемый объект перемещается от одного сборочного места к другому, причем за каждым рабочим местом закрепляются определенные

операции и рабочие. Эти основные формы сборки делятся еще на поточные и непоточные.

Поточная сборка может осуществляться как при неподвижном объекте сборки, так и при подвижном.

При неподвижном объекте поточная сборка выполняется на расположенных в линию неподвижных стандах. Каждый рабочий (или бригада рабочих) в соответствии с установленным тактом сборки выполняет одну и ту же, твердо закрепленную за ним операцию, переходя от одного станда к другому. Такая сборка обычно применяется в условиях мелкосерийного производства или при сборке крупногабаритных изделий (тяжелые станки, двигатели и пр.) и когда такт сборки достаточно велик.

Поточная сборка при подвижном объекте может осуществляться несколькими способами:

1. на непрерывно движущемся конвейере, скорость перемещения которого обеспечивает возможность выполнения сборочных операций на протяжении каждого рабочего места;
2. на конвейере с пульсирующим (периодическим) движением, когда сборка производится в периоды остановки объекта;
3. с перемещением собираемого объекта от одного рабочего места к другому вручную (по рольгангу, на рельсовых и безрельсовых тележках и др.) или с помощью специальных механических транспортирующих средств.

Основной расчетной величиной при поточной сборке является «такт сборки», определяющий период времени равномерного выпуска собранных изделий или узлов.

При поточной сборке с регламентированными перерывами на обслуживание рабочих мест, отдых и т.д. пользуются «действительным тактом сборки»

$$\tau_o = \frac{\Phi_{рм} \cdot 60}{Д}$$

Где $\Phi_{рм}$ - действительный годовой фонд времени сборки сборочного оборудования рабочего места за вычетом годовых потерь времени на регламентированные перерывы на обслуживание рабочих мест, отдых и прочее в часах;

Д – годовой выпуск изделия или узла, шт.

В проектных организациях техпроцесс сборки разрабатывается по картам или маршрутным ведомостям. Для определения последовательности операций сборки составляют технологическую схему сборки.

При разработке по картам тех. процесс разбивают на операции и переходы, указывают оборудование, инструмент, приспособление, норму времени и количество рабочих, необходимых для выполнения каждой операции.

В единичном и мелкосерийном производстве тех. процесс сборки обычно разрабатывается по маршрутным ведомостям. Техпроцесс разбивается только на операции.

3.2. Определение трудоемкости сборки

Трудоемкость сборочных работ определяется следующими методами:

- по технологическому процессу
- методом сравнения (по производственной программе);
- по данным заводов;
- по укрупненным показателям.

По технологическому процессу – трудоемкость определяется путем нормирования операций и переходов на основе известных структурных формул:

$$T_{шт} = T_0 + T_{всп} + T_{обсл} + T_{отд}$$

$$T_{штк} = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{N}$$

Определение $T_{шт}$ и $T_{штк}$ производится по общемашиностроительным нормативам на слесарно-сборочные работы, разработанные для соответствующих видов производства. Т.к. при сборке основное и вспомогательное время является ручным, то их объединяют в оперативное время:

$$T_{оп} = T_0 + T_{всп}$$

Трудоемкость может быть определена также и другими методами, которые рассмотрены при проектировании механических цехов. Общую трудоемкость сборки машины подразделяют а трудоемкость слесарно-пригоночных работ $T_{сл}$, узловой сборки $T_{узл}$, и общей сборки - $T_{общ}$.

Соотношение трудоемкости видов сборочных работ, %.

Таблица 19

Вид сборочных работ	Тип производства				
	Единичн	М/серийн	Серийное	Кр/серийн.	Массовое
Слесарно-пригоночные	25 – 30	20-25	15-20	10-15	-
Узловая сборка	5-10	10-15	20-30	30-40	45-60
Общая сборка	60-70	60-70	50-65	45-60	40-55

3.3. Определение количества рабочих мест и оборудования

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

Для непоточного производства при точном проектировании:

$$M_p = \frac{T_{сб} \cdot D}{\Phi_{рм} \cdot P_{сб}}$$

где $T_{сб}$ – трудоемкость сборки одного изделия, чел/час;

D – годовой выпуск изделий или узлов в шт;

$\Phi_{рм}$ – действительный годовой фонд времени рабочего места, час;

$P_{сб}$ – средняя плотность работы.

Под плотностью работы понимают число рабочих, приходящихся на одно рабочее место. Так при работе на верстаке плотность равна 1, при работе на стендах узловой и общей сборки $P_{сб} = 2, 3, 4$ и больше в зависимости от габаритов и сложности сборки.

Полученное M_p округляется до целого числа. Отношение расчетного количества рабочих мест к принятому является коэффициентом загрузки рабочих мест.

$$\eta_z = \frac{M_p}{M_{np}}; \quad \eta_z = 0,75 - 0,85$$

При укрупненном проектировании для определения количества рабочих мест всего цеха или отделения расчет ведут по формуле:

$$M_{cb} = \frac{\sum T_{cb}}{\Phi_{pm} \cdot P_{cb} \cdot \eta_{zsp}}$$

где $\sum T_{cb}$ - суммарная трудоемкость годового выпуска цеха по сборке в чел/час;

η_{zsp} - средний коэффициент загрузки, равный 0,75 – 0,8;

$$P_{cb} = 1,2 - 1,8$$

При поточной сборке, в т.ч. конвейерной, при регламентированных перерывах количество рабочих мест определяется по действительному такту сборки:

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

Где T_u – трудоемкость сборки изделия (узла), равная суммарному оперативному времени по всем операциям, чел/час.

τ_d - действительный такт сборки;

P_{cp} – средняя плотность работы.

В состав технологического оборудования сборочного цеха входят также:

- сборочные стенды;
- прессы;

- механизированные сборочные установки и инструмента (гайковерты, шпильковерты, сверлильные машинки, шлифовальные машинки и др.);
- сборочные автоматы;
- установки и стенды для испытания оборудования.

При разработанном тех. процессе сборки количество указанного оборудования определяется по формулам, аналогичным применяемым для расчета количества станков в механических цехах:

$$C_{об} = \frac{T_{об}}{\Phi_{до}}$$

где $T_{об}$ – годовая трудоемкость выполнения операций на оборудовании данного типа;

$\Phi_{до}$ – годовой действительный фонд работы оборудования при принятом числе смен.

3.4. Рабочий состав сборочного цеха

К производственным рабочим сборочных цехов (отделений, участков) 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, а также другие профессии рабочих, связанных с выполнением работ по сборке и испытанию изделий.

Потребное количество рабочих:

$$R_{сб} = \frac{T_{сб}}{\Phi_{др}}$$

Где $T_{сб}$ – годовая трудоемкость сборки или слесарно-пригоночных работ для изготовления узла или изделия, чел/час;

$\Phi_{др}$ – действительный годовой фонд времени рабочего, час.

Количество сборщиков на каждую сборочную операцию при поточной сборке:

$$R_{сб} = \frac{T_{оп}}{\tau_{д}}$$

Где $T_{оп}$ – суммарное оперативное время данной операции, мин;

$\tau_{д}$ – такт сборки.

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

Средний разряд производственных рабочих сборочных цехов для серийного производства составляет 3,5 – 4,0, для массового – 3,0 - 3,5.

К вспомогательным относятся крановщики, раздатчики инструмента, кладовщики, транспортные рабочие. количество вспомогательных рабочих принимается в % от количества производственных рабочих на основании опытных данных:

$R_{всп} = 20 - 25\%$ для серийного производства;

$R_{всп} = 15 - 20\%$ для массового производства.

Младший обслуживающий персонал (МОП) – 1 – 3% от общего числа рабочих;

ИТР + служащие – 12 – 15% от общего числа рабочих.

3.5. Определение площади сборочного цеха

Величину общей площади цеха (включая отделения испытания, окраски, упаковки и вспомогательные службы) определяют по показателям удельной общей площади на одно рабочее место. Рассчитанную таким образом площадь цеха при выполнении планировки оборудования уточняют.

Удельная площадь цехов заводов автомобильной промышленности:

1. Сборка коробок передач – $15 - 20\text{ м}^2$ на 1 раб. место.

2. Сборка двигателей и шасси- $20 - 40\text{ м}^2$

3. Регулировка и сдача автомобилей- $100 - 200\text{ м}^2$

Для серийного производства машин средних размеров (станки, двигатели, насосы, компрессоры и др.) удельная площадь на 1 производственного рабочего принимается равной $24 - 32\text{ м}^2$.

При укрупненных расчетах принимают площадь сборочного отделения в % к площади механического цеха.

В единичном и мелкосерийном производстве площадь сборочного отделения (цеха) составляет в среднем 50 – 65% площади механического цеха;

в серийном – 30 – 40%

в массовом – 20 – 30%
при хорошо организованном поточном производстве 10
– 20%.

3.6. Планировка оборудования и рабочих мест сборочного цеха

Расположение участков сборки должно соответствовать последовательности прохождения деталей и узлов по стадиям сборки. В соответствии с этим участки сборки должны располагаться в следующем порядке: Слесарная обработка деталей, если она предусматривается сборка механизмов, общая сборка машины, испытания, окраска. Сборка узлов и изделий высокой точности выделяется в изолированных термоконстантных отделениях.

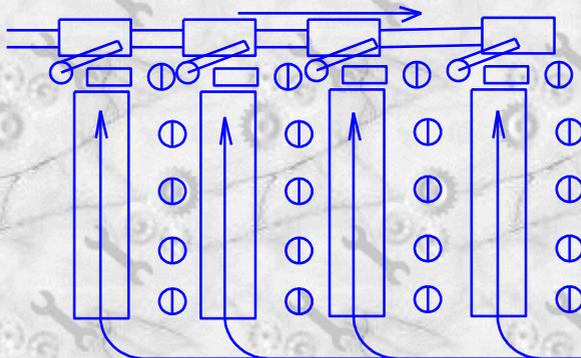


Рис. 10. План-схема потоков узловой и общей сборки при размещении их в одном помещении

В том случае, когда узловая и общая сборка производится в одном цехе или отделении, направление потоков сборки отдельных узлов располагают, как правило,

перпендикулярно линии общей сборки машины с тем, чтобы конечная операция сборки узла совершалась вблизи места установки его на линии сборки. Окрасочные и сушильные камеры могут располагаться как в линии общей сборки, так и в линиях узловой сборки.

3.7. Транспортные устройства, применяемые при сборке

Поточная подвижная сборка производится на различных транспортных устройствах, к числу которых относятся конвейеры, рольганги, подвесные монорельсовые пути с тельферами, тележки, карусельные столы и пр.

Конвейеры для сборочных работ:

- напольные конвейеры тележечные — вертикально-замкнутые и горизонтально замкнутые;
- подвесные цепные;
- шагающие пульсирующие;
- ленточные;
- пластинчатые и др.

Применяя то или другое транспортное устройство можно получить прямую или кольцевую линию потока при непрерывном или прерывистом (периодическом, пульсирующем) движении.

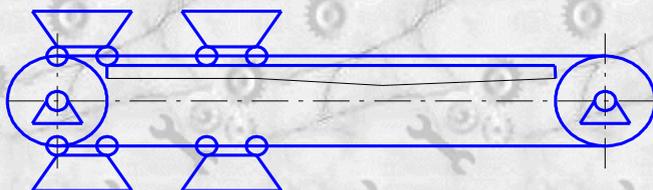


Рис. 11. Вертикально замкнутый тележечный конвейер

Тележечные вертикально-замкнутые конвейеры применяются для прямых сборочных линий, у которых первая операция находится в начале конвейера, а последняя – в конце его. Обратная ветвь этих конвейеров располагается под рабочей ветвью, над или под полом; технологические операции можно производить по обе стороны конвейера. Эти конвейеры бывают с опрокидывающимися и неопрокидывающимися тележками.

Горизонтально-замкнутые тележечные конвейеры применяются для кольцевых сборочных линий, когда процесс сборки состоит из большого количества технологических операций. Благодаря круговому движению у этих конвейеров используется вся длина его ходовой части.

Длина тележечных конвейеров для сборки бывает 15 – 200 м, при ширине 0,25 – 3,5 м. Скорость периодически действующих конвейеров – 4 – 5 м/мин, непрерывно действующих – 0,02 – 4 м/мин.

Подвесные цепные конвейеры представляют собой замкнутое тяговое устройство в виде подвески для грузов. Широко применяются в поточном производстве для передачи деталей с одного рабочего места к другому и в другие цеха на заводах автомобильного, тракторного и сельскохозяйственного машиностроения.

Уклон при подъемах и спусках допускается до 45°, радиус закругления – 1 – 1,5 м. Скорость тяговой цепи – 0,1 – 10 м/мин.

Пульсирующий конвейер – сочетает достоинства подвижной и стационарной сборки. состоит из жесткой металлической рамы, которая опирается на гидравлические домкраты грузоподъемностью $P = 1 - 3$ т.

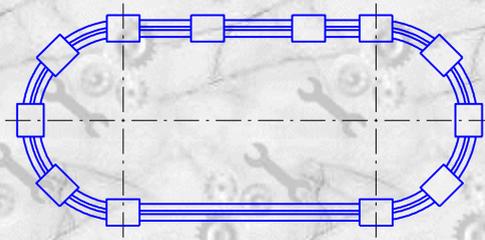


Рис. 12. Горизонтально замкнутый тележечный конвейер

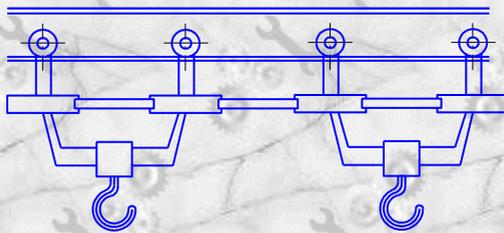


Рис. 13. Подвесной цепной конвейер

Сборка производится на неподвижных стандовых плитах, установленных на фундаментах. Пульсирующие передвижения конвейера осуществляется на 1 шаг (от 0,5 до 1,2 м). Широко распространен в крупносерийном производстве при сборке станков.

Кроме того, в качестве транспорта при сборке используются ленточные конвейеры, рольганги, тележки (в т.ч. рельсовые), и другие виды транспорта.

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

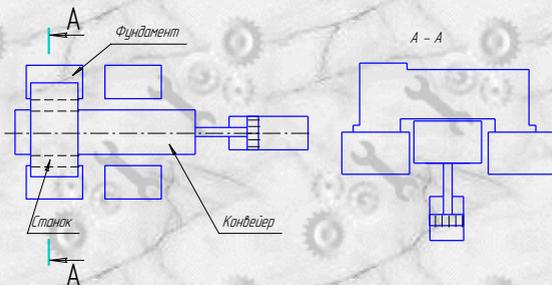


Рис. 14. Пульсирующий конвейер

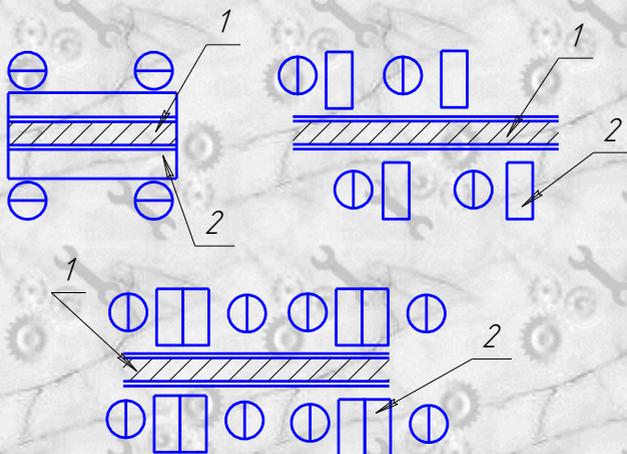


Рис. 15. Расположение верстаков при сборке относительно конвейера: 1 – конвейер; 2 – верстаки

При поточной сборке часто используются сборочные тележки, на которых закрепляют собираемые изделия; тележки последовательно передвигают от одного рабочего места к другому со скоростью 10 – 15 м/мин.

3.8. Планировка сборочного цеха

При планировке отделений, участков и рабочих мест сборки должно быть предусмотрено следующее оборудование:

- верстаки, столы;
- сборочные автоматы и полуавтоматы;
- стеллажи;
- рельсовые и безрельсовые тележки, конвейеры, наземные рельсовые пути, автоматические и полуавтоматические сборочные станки и линии, а также другое необходимое в конкретных условиях оборудования. Следует также предусмотреть места расположения сборщиков и возможность их перемещения.

Ширина пролетов сборочных цехов принимается в зависимости от габаритных размеров собираемых машин, оборудования и площадей рабочих мест и других условий.

Таблица 20

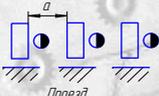
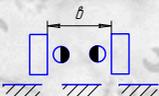
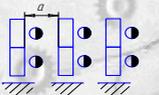
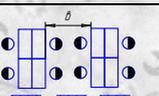
Ширина пролетов

Габариты изделий	Ширина пролета, м
Малые (станки для инструментального производства, приборы, швейные машины и т.п.)	18
Средние (станки, двигатели, автомобили, тракторы и т.п.)	18, 24
Крупные двигатели, локомотивы, вагоны и т.п.	24, 30
Особо крупные (тяжелые станки, металлургическое оборудование и т.п.)	30, 36

Расстояние между колоннами в продольном направлении (шаг колонн) 6, 9 и 12 м. Длина пролета определяется также, как и для механического цеха, т.е. суммой размеров (по длине), считая по его оси, последовательно расположенных производственных и вспомогательных отделений, проходов и других участков цеха. Длина пролета должна быть кратна размеру шага колонн. Высота сборочных цехов (от пола до головки подкранового рельса) при наличии мостовых кранов должна быть не менее 6,15 м; при отсутствии мостовых кранов высота не менее 6 м.

Таблица 21

Нормы расстояний между сборочными столами и между верстаками.

Рабочие места			Нормы расстояний в мм при сборке узлов размером	
Наименование	Расположение	Эскиз	до 800 × 800 мм	800 × 800 – 1500 × 1500 мм
Сборочные столы	«в затылок» (а)		1000	1700
	попарно по фронту (в)		2000	2500
Верстаки	«в затылок» (а)		1000	-
	попарно по фронту (в)		2000	-

3.9. Компоновка сборочного цеха

Сборочный цех располагается обычно в одном здании с механическим цехом, реже – в отдельном здании. Наиболее рационально расположение цехов в одном здании; в этом случае уменьшается пробег деталей, быстрее осуществляется подача деталей к сборочным местам, упрощается и удешевляется транспорт. Кроме того, в этом случае возможно объединение промежуточных и других складов, обслуживающих помещений; облегчается и ускоряется взаимосвязь между обоими цехами.

Наикратчайший пробег детали после обработки будет в том случае, если место окончательной операции механической обработки примыкает к сборочному конвейеру в той его позиции, где эта деталь ставится в собираемый агрегат или машину.

Этому расположению отвечает такая компоновка механического и сборочного цехов, когда сборочный цех расположен в пролете, перпендикулярном пролетам механического цеха.

3.10. Проектирование испытательного отделения

Испытания узлов, агрегатов и изделий в целом является конечной операцией узловой и общей сборки машин; при этом испытания являются не только проверкой качества самой сборки, но и выполнения всего производственного процесса изготовления данных изделий. Испытания машин по назначению и длительности бывают:

- приемно-сдаточные;
- контрольные (повторные);
- специальные (научно исследовательские).

Приемно-сдаточные испытания проводят для определения фактических эксплуатационных характеристик.

Контрольные – в том случае, когда машина не прошла приемочных испытаний вследствие обнаруженных неисправностей. После устранения которых машина подвергается повторным испытаниям, которые называются контрольными.

Специальные испытания – проводят для проверки работоспособности машины и ее узлов, определения износа и т.д.

В зависимости от вида, назначения и масштаба выпуска машины проходят испытания на холостом ходу (проверка работы механизмов и паспортных данных) и под нагрузкой, а также испытания на производительность жесткость и точность работы.

При испытании на холостом ходу (обкаткой) проверяется правильность работы и взаимодействия органов управления машиной, надежность блокировок, безотказность работы и точность действия автоматических устройств, качество работы различных соединений.

При испытании под нагрузкой проверяются основные свойства машины в условиях близких к эксплуатационным.

При испытании на производительность проверяется скорость, проходимость и др. показатели, определяющие производственные характеристики машины.

Испытанию на прочность и жесткость подвергают металлорежущие станки и ряд других машин.

Оборудование испытательных отделений (станций) зависит от рода машин и режима испытаний:

- стенды (для механического оборудования);
- специальное оборудование в зависимости от вида испытываемых характеристик.

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.

Помещения испытательных отделений располагают либо в сборочном цехе, либо в отдельном пролете. При наличии вредных выделений и шума испытательную станцию располагают в отдельном здании, конструкция которого должна снижать уровень шума.

Технико-экономические показатели сборочного цеха аналогичны технико-экономическим показателям механического цеха.

4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВНУТРИЗАВОДСКОГО ТРАНСПОРТА

4.1. Транспортная система на предприятии

По назначению перевозок заводской транспорт делят на внешний и внутризаводской (межцеховой и внутрицеховой).

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

При проектировании внутризаводского транспорта надо предусматривать единый транспортный процесс с перемещением материалов, заготовок и изделий из складов к местам обработки и сборки одним видом транспорта без перегрузок с одного вида транспорта на другой.

4.2. Основные виды подъемно-транспортного оборудования

Подъемно-транспортные и погрузо-разгрузочные работы являются важными элементами производственных процессов машиностроительных заводов. От методов организации их работ во многом зависит производительность труда и условия работы. конкретные формы механизации и автоматизации транспорта и его виды зависят от вида продукции, формы, веса, размеров, типа производства, размера грузооборота и т.д.

В крупносерийном и массовом производстве степень специализации и механизации подъемно транспортных средств более высокая, чем в мелкосерийном и единичном производстве. Рекомендации по выбору оборудования для подъемно-транспортных работ даны в соответствующих нормалях. Многие элементы оборудования типизированы и частично нормализованы, а мостовые, подвесные краны и тали определяются ГОСТами.

Основными видами подъемно-транспортного оборудования для межкорпусного межцехового и внутрицехового транспортирования являются следующие:

- железнодорожный,
- автомобильный,
- напольно-тележечный транспорт,
- крановое оборудование,
- подвесной транспорт,
- конвейеры и напольные транспортеры.

4.3. Железнодорожный, автомобильный и напольно-тележечный транспорт

Железнодорожный транспорт целесообразно использовать для межкорпусных перевозок объемных и тяжелых заготовок и изделий. Грузоподъемность платформ и полувагонов составляет от 20 до 80 т. Для этих же целей применяют автотранспорт, но его грузоподъемность находится в пределах 2,5 – 15 т.

Напольно-тележечный транспорт с подъемной платформой и грузозахватывающими устройствами применяется в основном внутри цехов и складов, реже для межцеховой транспортировки. Внутри зданий используются машины с электроприводом, а для работы на открытых площадках – машины с двигателями внутреннего сгорания. Экономически оправдывается применение автотранспорта при пробеге с грузом на следующие расстояния:

- до 50 м – ручные тележки;
- 50 – 100 м – электротележки, электропогрузчики, управляемые с пола;
- 300 – 500 м – электротележки, электропогрузчики с водительским местом, электротягачи, автопогрузчики;
- 500 – 3000 м – автотягачи.

В цехах массового и крупносерийного производства в качестве межоперационного транспорта для перевозки мелких деталей используют специальные тележки, оборудованные стеллажами разнообразной формы, в зависимости от вида транспортируемых деталей.

Таблица 22

Типы напольно-тележечного транспорта.

№ п/п	Наименование	Грузоподъемность, т	Скорость передвижения, км/ч
Межкорпусная перевозка			
1.	Автопогрузчики	1 – 5	15 – 40
2.	Электропогрузчики	0,25 – 3	6 – 10
3.	Электротягачи	тяг. усил. 250 – 800 кгс	7 – 12
4.	Электротележки	0,5 – 5	7 – 15
5.	Тракторы с прицепными тележками	2 – 5	20
Внутрицеховой, межцеховой и внутрикорпусной транспорт.			
1.	Электропогрузчики	0,25 – 3	6 – 10
2.	Электротележки	0,5 – 5	7 – 15
3.	Электроштабелеры	0,1 – 2	3 – 7
4.	Ручные тележки	0,3 – 1,25	-

В цехах тяжелого машиностроения применяют специальные тележки с электроприводом и перемещающиеся по рельсам. грузоподъемность их от 5 до 120 т, скорость перемещения ≈ 2 км/ч.

4.4. Крановое оборудование

К этому виду оборудования относятся мостовые и подвесные краны до 5 т, мостовые краны (5 – 75 т), монорельсы, краны-штабелеры.

Мостовые опорные краны перемещаются по путям, опорами которых являются консоли колонн. Их назначение –

установка, кантование и межоперационное транспортирование. Высота подъема – 16 – 32 м, скорость передвижения 70 – 120 м/мин.

Мостовые и подвесные однобалочные краны (до 5 т) применяются для транспортирования внутри цехов и складов. Они имеют преимущества перед опорными:

1. не требуют установки колонн для подкрановых путей, что увеличивает полезную площадь цеха;
2. имеют малые габариты по вертикали, что позволяет получить большую высоту подъема груза;
3. высокая маневренность, что важно в поточном производстве. Однобалочными кранами рекомендуется перемещать грузы на расстояние в 30 – 50 м.

Консольные краны (поворотные) с электроталиями и подъемниками для непосредственного обслуживания рабочих мест. Устанавливают их на отдельных стойках или на колоннах, а также встраивают в станок. Грузоподъемность их 1 – 5 т, высота подъема – до 6 м.

Монорельсы применяют совместно с электроталиями, с ручными талиями, пневматическими или гидравлическими подъемниками для обслуживания рабочих мест при транспортировке на значительное расстояние. Грузоподъемность электроталей для монорельсов 0,1 – 10 т., высота подъема до 6 м, скорость подъема 8 м/мин, скорость передвижения 20 м/мин. Грузоподъемность подъемников до 2 т. Недостаток – малая ширина зоны обслуживания.

Краны-штабелеры предназначены для обслуживания складов, но их иногда применяют в производственных цехах. Они сочетают в себе достоинства кранов и электропогрузчиков и бывают опорными и подвесными. У этих кранов большая производительность, простота управления, возможность обслуживания помещений с различным уровнем пола, высокая маневренность и т.д.

Выпускают их грузоподъемностью 125 кг. до 5 т, высота подъема груза до 18 м.

4.5. Подвесной транспорт

К подвесному транспорту относятся конвейеры, однорельсовые дороги, самоходные тележки и тягачи. Это гибкий в горизонтальной и вертикальной плоскости транспорт, легко приспособляемый к возможным изменениям технологического процесса, имеющий возможность доставлять грузы непосредственно к рабочим местам.

Подвесной транспорт может быть автоматического и дистанционного управления. Этот вид транспорта широко применяется для перемещения грузов между рабочими местами.

Наиболее распространенный вид подвесного транспорта – конвейеры, среди которых выделяют грузонесущие, толкающие и грузотянущие. Имеются также комбинированные конструкции конвейеров.

У грузонесущего конвейера каретки с подвесками для грузов прикреплены к тяговому элементу (цепи) и перемещаются по постоянной трассе подвесных путей, вдоль которых тянется цепь. Конвейер может быть оснащен системой автоматического адресования подвесок с грузом.

У подвесных толкающих конвейеров тяговый элемент не прикреплен к грузовой тележке, которая движется по отдельному (нижнему) грузовому пути при помощи толкателя, прикрепленного к тяговой цепи, движущейся на каретках по своему верхнему тяговому пути. Наличие двух отдельных путей: тягового и грузового дает возможность свободного включения и отключения грузовых тележек от тяговой цепи и переход их на другие пути, что является важнейшей конструктивной особенностью этого типа

конвейера. Применяется в массовом и серийном производстве. Грузоподъемность – 32, 125, 500, 1250 кг. Диапазон скоростей - 0,8 – 24 м/мин.

Подвесные грузотянущие конвейеры служат для транспортирования груза на напольной тележке, перемещаемой по полу при помощи захвата или толкателя, укрепленного на каретке, которая перемещается по подвесному пути. Преимуществами грузотянущих конвейеров являются:

- свободный ввод и вывод тележек из сферы действия движущейся цепи;
- возможность транспортирования более тяжелых грузов (2,5 тонн и более), чем на грузонесущих и толкающих конвейерах;
- возможность взаимодействия с напольно-тележечным транспортом.

4.6. Напольные конвейеры и транспортеры

Этот вид транспорта широко распространен в поточно-массовом и поточно-серийном производстве в основном для передачи деталей и узлов. В серийном производстве конвейеры должны быть универсальными, т.е. учитывать габариты, вес и конфигурацию деталей.

Существует несколько типов напольных конвейеров:

Роликовые конвейеры (рольганги) получили широкое распространение в механических и сборочных цехах. Особенно удобны такие конвейеры для транспортирования корпусных деталей массой 25 – 100 кг. с плоской опорной поверхностью, а также для мелких деталей в таре.

Они могут быть приводными и не приводными, горизонтальными и наклонными (уклон 1 – 3%). Кроме того, они делятся на стационарные и переносные или передвижные,

монтируемые на колесах. Как разновидность применяются шариковые конвейеры. Неприводные роликовые конвейеры допускают возможность разветвления путей с помощью переходных секций. В приводных роликовых конвейерах вращение передается на все рабочие ролики, скорость передвижения на таком конвейере до 9 м/мин. Приводные конвейеры применяют главным образом для внутрицехового транспортирования готовых деталей и узлов на расстояние до 30 м. Приводные и неприводные конвейеры применяются для грузов массой до 1200 кг.

Скаты выполняются в виде желобов, длиной до 10 м с уклоном 1:15 – 1:10 и служат для перемещения тел вращения.

Склизы выполняют с уклоном 1:5 и применяют для перемещения плоских деталей, либо деталей в таре.

Пластинчатые конвейеры применяются в сборочных поточных линиях в качестве технологического транспорта. Эти конвейеры состоят из станины, по концам которой установлены 2 звездочки, приводная и натяжная. Бесконечный настил, состоящий из отдельных металлических или деревянных пластин прикреплен с одной или двум тяговым цепям. Настил для крупногабаритных деталей располагают на уровне поля. Длина до 200 м., ширина настила 400 – 1600 мм.; скорость 2 – 5 м/мин.

Ленточные конвейеры в машиностроении применяются редко и служат в основном для транспортирования мелких деталей.

Для транспортных операций используются также различные разновидности тележечных, шагающих конвейеров, конвейеры на воздушной подушке.

4.7. Расчет необходимого количества подъемно-транспортного оборудования

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

Количество элементов напольно-тележечного транспорта (электротележки, электроштабелеры, погрузчики и т.п.) определяют по формуле:

$$K = \frac{Q \cdot T_3 \cdot K_1}{m \cdot q_3 \cdot \Phi_{до} \cdot 60 \cdot K_2}$$

Где Q – годовой грузооборот, т;

q_3 – грузоподъемность электротележки, т;

T_3 – общее время пробега (оборот) электротележки, мин;

K_1 – коэффициент неравномерности;

K_2 – коэффициент использования грузоподъемности ($\approx 0,8$);

$\Phi_{до}$ – действительный годовой фонд времени работы оборудования при соответствующем числе смен, час;

$m = 1$ или 2 коэффициент, учитывающий одно или двухстороннюю систему перевозок;

Общее время пробега электротележки:

$$T_3 = T_{пр} + T_{п} + T_{р} + T_3,$$

Где $T_{пр}$ – время пробега эл. тележки в оба конца, мин

$T_{п}$ – время погрузки, мин;

$T_{р}$ – время на разгрузку, мин;

$T_{з}$ – время случайных задержек (примерно 10% на каждый рейс), мин;

Время пробега электротележки в оба конца:

$$T_{пр} = \frac{2 \cdot l}{v}$$

Где l – среднее расстояние при маршрутных перевозках;

v – среднетехническая скорость электрокары;

Количество мостовых кранов для механических цехов:

$$K = \frac{n \cdot i \cdot T_{кр}}{m \cdot T_{см}}$$

Где n – число деталей, транспортируемых в смену;

i – среднее число транспортных операций на одну деталь;

$T_{кр}$ – общее время пробега крана, мин;

$T_{см}$ – время работы в смену, мин;

$$T_{кр} = T_{пр} + T_{п} + T_{р} + T_{з},$$

Где $T_{пр}$ – время пробега эл. тележки в оба конца, мин

$T_{п}$ – время погрузки, мин;

$T_{р}$ – время на разгрузку, мин;

T_3 – время случайных задержек (примерно 10% на каждый рейс), мин;

$$T_{np} = \frac{l}{v}$$

где l – средняя длина пробега крана (приблизительно принимается равной половине длины обслуживаемого участка), м;

v – средняя скорость движения крана в м/мин (30 – 80 м/мин).

Для сборочных работ количество подъемных кранов определяется на основе графиков сборки, в которых приводится время работы крана на каждой операции. Укрупненно для механических цехов принимается 1 крана на 40 – 80 м длины пробега, а для сборочных работ на 30 – 50 м.

При расчете подвесных конвейеров используют скорость или производительность:

$$v = \frac{Q \cdot l}{60 \cdot n} \quad \text{или} \quad v = \frac{l}{\tau \cdot n}$$

Где Q – производительность конвейера в шт/час;

τ – такт работы в мин;

l – шаг подвесок в м;

n – количество изделий на одной подвеске, шт.

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

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

$$v = \frac{L}{T_o}$$

Где L – общая длина рабочего участка камеры;

T_o – технологическое время обработки;

5. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

5.1. Классификация зданий

Производственные здания в зависимости от процессов, происходящих в них делятся на:

- основные производственные;
- обслуживающие;
- вспомогательные

По планировочным решениям и эксплуатационным режимам различают:

- одно- и многоэтажные;
- со световыми фонарями и безфонарные;
- крановые и бескрановые;
- отапливаемые и неотапливаемые (горячие цеха);
- с плоским и скатными кровлями;
- с наружным отводом атмосферных вод и с внутренними водостоками.

5.2. Основные направления в проектировании современных производственных зданий

К числу факторов, определяющих основные направления при проектировании современных промышленных зданий является минимум экономических затрат на строительство и минимальные сроки строительства при удовлетворении требований технологического процесса, бытовых и эстетических потребностей работающих. В соответствии с этими факторами определились следующие направления в проектировании зданий:

1. Применение зданий, как правило, простейшей прямоугольной формы, преимущественно одноэтажных и без перепадов высот.

2. Строительство цехов и любых других помещений в одном здании. (Это сокращает объем строительных работ, сокращает протяженность инженерных путей, дорог, территории предприятия).

3. Максимальное использование унифицированных типовых секций (УТС), т.е. объемных частей зданий.

4. Применение укрупненной сетки колонн, позволяющей:

- повысить коэффициент использования площади цеха за счет сокращения «мертвых зон» вдоль ряда колонн (5 – 10%);
- уменьшить число сборных элементов здания;
- создать лучшие удобства при перепланировке цехов в случае их модернизации;

5. Учет требований научной организации труда и технической эстетики при проектировании зданий с целью создания наиболее благоприятных условий для работы и улучшения и бытового обслуживания работающих.

5.3. Одноэтажные здания

Широко применяют для предприятий машиностроения. Основные структурные части – пролеты. Основные строительные параметры здания:

- ширина пролета L – расстояние между продольными разбивочными осями;
- шаг колонн t – расстояние между поперечными разбивочными осями;
- высота здания h – расстояние от пола до конца несущих конструкций.

Здания, имеющие значительную протяженность или состоящие из нескольких объемов с разными высотами и нагрузками, имеют температурные (деформационные) швы для ограничения усилий, возникающих от перепада температур. Температурные швы расчленяют здание на отдельные отсеки (температурные блоки). Размеры между поперечными швами принимаются до 72 м., а между продольными – до 144 м. Температурные швы должны расчленять как каркас здания, так и все конструкции, на него опирающиеся.

С целью ограничения неоправданного разнообразия элементов конструкций и деталей зданий действующими нормами (Госстрой СССР, СН 223-62) предусматривается широкое применение унифицированных габаритных схем зданий для всех отраслей промышленности:

1. Унифицированная ширина пролета – 18 и 24 м в бескрановых и 18, 24, 30 и 36 м. в крановых зданиях (электромостовые краны).
2. Шаг колонн 12 м. Шаг крайних (измененных) колонн принимается 6 или 12 м в зависимости от конструкции стеновых ограждений.

3. Унифицированная высота пролетов установлена 6 – 8,4 м. в бескрановых пролетах и 10,8 – 19,8 в крановых.

Дальнейшим развитием типизации и унификации элементов зданий явилось создание унифицированных типовых секций (УТС). УТС представляет собой объемную часть здания, состоящую из одного или нескольких одинаковых пролетов постоянной высоты. Длина такой секции не превышает 72 м., а ширина – 144 м., т.е. принятого предельного расстояния между температурными швами. Таким образом, каждая секция представляет собой температурный блок.

Таким образом, для машиностроения применяют основные секции с размерам 144×72 и 72×72 с сетками колонн 18×12 и 24×12 м., пристенные ряды колонн имеют шаг $t = 6$ м.

Основными элементами каркасов одноэтажных зданий являются фундаменты, колонны, стропильные и подстропильные конструкции, подкрановые балки. Сейчас очень широко применяют бетонные конструкции. Стальные конструкции в настоящее время разрешается применять для зданий, оборудованных кранами, грузоподъемностью более 50 т. или высотой более 18 м.

Фундаменты при каркасной конструкции здания наиболее целесообразно применять отдельно стоящие, выполненные из железобетона. На них опираются колонны и фундаментные балки.

Колонны по расположению их в здании подразделяются на средние и крайние. Крайние в свою очередь подразделяются на основные, воспринимающие нагрузку от конструкций покрытия, кранов и стен и фахверковые, служащие для крепления стен.

Несущие конструкции покрытий – стропильные и подстропильные.

Фермы с параллельными поясами применяются для зданий с плоскими кровлями.

Наружные стены – панели сплошного сечения и трехслойные. Толщина наружных стен принимается от 200 до 500 мм. в зависимости от теплотехнических требований.

Схематические планы и разрезы унифицированных типовых секций промышленных зданий.

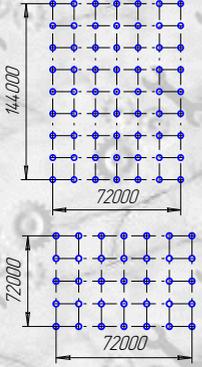
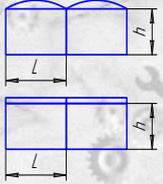
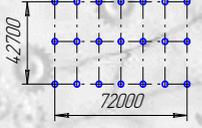
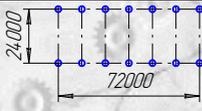
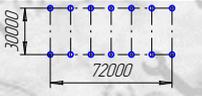
Ворота производственных зданий по способу открытия подразделяются на распашные, раздвижные, складчатые, подъемные и шторные, высота не менее 2,4 м, ширина не менее 1,8 м. При необходимости должны быть оборудованы тамбурами, воздушными или воздушно-тепловыми завесами.

Покрытия зданий (кровли) могут быть скатными и плоскими. Почти все возведенные до последнего времени здания имеют скатные кровли. Плоские кровли применяются в многопролетных зданиях с развитой сетью инженерных коммуникаций. Летом плоские кровли могут заливаться слоем воды 25 – 30 мм. Отражая солнечные лучи, и образуя большую поверхность для испарения, водяной экран охлаждает кровлю и предохраняет ее от размягчения и растрескивания. При этом снижаются расходы на искусственную вентиляцию.

Фонари устраивают на кровлях зданий с целью освещения естественным светом и аэрации, т.е. естественной вентиляции производственных помещений. По назначению фонари подразделяются на светоаэрационные, аэрационные и световые.

Аэрационные фонари применяются в производственных зданиях с большими тепловыделениями и выделениями газа, дыма и пыли, а необходимая освещенность помещений обеспечивается естественным боковым или искусственным светом. Применяются исключительно прямоугольные фонари.

Таблица 23

Категория секций	Планы секций	Сетка колонн, м	Площадь секций, м ²	Наличие кранов	Схема поперечных разрезов секций	Высота пролета, грузоподъемность
Основные		18×12	10638	Бескрановые		6 и 7,2 м, (5 т)
		24×12	5184			
Дополнительные		24×12	3456	Крановые		10,8 (20 т); 12,6 (30 т)
		24×12	1728			
		30×12	2160			

Имея в виду высокую стоимость фонарей, а также усложнение эксплуатации зданий следует ограничить их применение. В последние годы признано более целесообразным для естественного освещения применять светопрозрачные проемы в кровле в виде зенитных фонарей плафонов из стеклопакетов из органического стекла и стеклопластика. Они на 30% дешевле фонарей.

5.4. Многоэтажные здания

Применяются здания в 2 – 5 этажей для механических и сборочных цехов при производстве легких и мелких изделий, например режущего и измерительного инструмента, приборов, карбюраторов и т.д.

В многоэтажных зданиях достигается наибольшая концентрация производственных помещений на территории завода, сокращаются коммуникационные линии, внутризаводские пути, возможно полное размещение производства при ограниченных размерах участка.

Для многоэтажных производственных зданий разработаны унифицированные габаритные схемы, которые предусматривают сетку колонны 6×6 и 9×6 м и высоту этажей 3,6; 4,8; 6 м.

Ширина здания 2 – 10 пятиметровых или до 7 девятиметровых пролетов. Допускаемые нагрузки на перекрытие при пролете:

- 6 м. – 1 – 2,5 т/м² (10 – 25 кН/м²);
- 9 м. – 0,5 – 1,5 т/м² (5 – 15 кН/м²).

Число этажей при пролете в 6 м – 3 – 5 ; при пролете 9 м – 3 – 4. Лестничные клетки располагаются внутри здания. Здания komponуются из сборных железобетонных элементов (конструкций) заводского изготовления. высота нижних

этажей измеряется расстоянием от пола до пола, а верхнего – от пола до нижней точки балки покрытия.

Допускается проектировать здания с высотой 7,2 м., 8,4 м. и 10,8 м. для нижнего и верхнего этажей с пролетом до 18 м, оборудованного подвесным краном и 8,4 м и 10,8 м для верхнего этажа пролетом до 18 м, оборудованного мостовым опорным краном грузоподъемностью 10 т при пролете нижних этажей равном 6 м.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Егоров, М.Е. Основы проектирования машиностроительных заводов [Текст] / М.Е. Егоров – М.: Высш. шк., 1969. – 480 с.
2. Проектирование машиностроительных цехов и заводов [Текст]. Спр. в 6-ти т. Под общ. ред. Е.С. Ямпольского. – М.: Машиностроение, 1975
3. Мамаев, В.С., Осипов Е.Г. Основы проектирования машиностроительных заводов [Текст] / В.С. Мамаев, Е.Г. Осипов – М.: Машиностроение, 1974. - 295 с.
4. Чаренко, Д.В. Основы проектирования механосборочных цехов [Текст] / Д.В. Чаренко, Н.Н. Хабаров – М.: Машиностроение, 1975. – 350 с.
5. Вороненко, В.П. Проектирование машиностроительного производства [Текст]. / В.П. Вороненко, Ю.М. Соломенцев, А.Г. Схиртладзе. – М.: Дрофа, 2006. – 380 с.
8. Демидов, А.В. Снижение затрат на ремонт оборудования за счет оптимизации планово-предупредительного ремонта [Текст] / А.В. Демидов Воронежский промышленный форум 6-8 февраля 2008. Конкурс инновационных проектов.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1. СТРУКТУРА СИСТЕМЫ МАШИНО- СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА.....	5
1.1. Основные понятия и определения.....	5
1.2. Основные стадии проектирования промышленного предприятия.....	6
1.3. Структура предприятия с полным производственным циклом.....	8
1.4. Показатели для оценки задания на проектирование.....	11
2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ ЦЕХОВ.....	13
2.1. Классификация цехов по типу производства.....	14
2.2. Классификация цехов по характеру конструкции и весу изделий.....	16
2.3. Классификация цехов по количеству металлорежущих станков.....	17
2.4. Основные этапы разработки проекта механического цеха.....	17
2.5. Фонды рабочего времени.....	18
2.6. Производственная программа цеха.....	19
2.7. Основные формы организации работ в цехе.....	23
2.8. Определение необходимого количества оборудования.....	26
2.8.1. Определение количества станков в серийном производстве.....	27
2.8.2. Определение количества станков для поточно- массового и поточно-серийного (переменно- поточного) производства.....	30

2.8.3. Определение количества станков по технико-экономическим показателям (укрупненным способом).....	32
2.9. Рабочий состав цеха и определение его численности.....	34
2.9.1. Определение численности рабочего состава для единичного и серийного производства.....	34
2.9.2. Расчет численности по общему нормированному времени.....	35
2.9.3. Расчет численности по заданному количеству станков.....	35
2.9.4. Количество производственных рабочих автоматических линий.....	36
2.10. Планировка оборудования и рабочих мест в цехе. Определение размера площади цеха.....	38
2.10.1. Планировка оборудования.....	38
2.10.2. Определение размера площади цеха.....	44
2.10.3. Общая планировка механического цеха.....	46
2.10.4. Проектирование вспомогательных отделений механического цеха.....	47
2.10.4.1 Проектирование заготовительного отделения.....	47
2.10.4.2 Проектирование заточного отделения.....	48
2.10.4.3 Проектирование технического контроля в механических цехах.....	49
2.10.4.4 Ремонтная база производственного цеха.....	51
2.10.4.5 Проектирование отделения для приготовления и раздачи СОЖ.....	53
2.10.4.6 Отделение для переработки стружки.....	56
2.11. Проектирование складских помещений.....	60
2.11.1. Цеховой склад материалов и заготовок.....	60
2.11.2. Инструментально-раздаточный склад (ИРС).....	62
2.11.3. Склад готовых деталей (промежуточный) и межоперационный склад деталей.....	63
2.12. Компоновка механических цехов.....	66

2.13.	Порядок расположения служб механического цеха.....	67
2.14.	Планировка оборудования в цехе.....	68
2.15.	Организация рабочего места.....	71
2.16.	Технико-экономические показатели проекта механического цеха.....	73
3.	ПРОЕКТИРОВАНИЕ СБОРОЧНЫХ ЦЕХОВ.....	75
3.1.	Организационные формы сборки.....	76
3.2.	Определение трудоемкости сборки.....	78
3.3.	Определение количества рабочих мест и оборудования.....	80
3.4.	Рабочий состав сборочного цеха.....	82
3.5.	Определение площади сборочного цеха	84
3.6.	Планировка оборудования и рабочих мест сборочного цеха.....	85
3.7.	Транспортные устройства, применяемые при сборке.....	86
3.8.	Планировка сборочного цеха.....	90
3.9.	Компоновка сборочного цеха.....	92
3.10.	Проектирование испытательного отделения.....	92
4.	ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВНУТРИЗАВОДСКОГО ТРАНСПОРТА.....	94
4.1.	Транспортная система на предприятии.....	94
4.2.	Основные виды подъемно-транспортного оборудования.....	95
4.3.	Железнодорожный, автомобильный и напольно-тележечный транспорт.....	96
4.4.	Крановое оборудование.....	97
4.5.	Подвесной транспорт.....	99
4.6.	Напольные конвейеры и транспортеры.....	100
4.7.	Расчет необходимого количества подъемно-транспортного оборудования.....	102
5.	ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ.....	105

5.1.Классификация зданий.....	105
5.2.Основные направления в проектировании современных производственных зданий.....	106
5.3.Одноэтажные здания.....	107
5.4.Многоэтажные здания.....	111
5.5.Библиографический список.....	113

Учебное издание

Демидов Алексей Владимирович

ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

В авторской редакции

Компьютерный набор А.В. Демидова

Подписано в печать 30.11.2015.

Объем данных 2,1 Мб.

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический
университет»

394026 Воронеж, Московский просп., 14