

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Казанский государственный энергетический университет»

Технологическая подготовка производства
часть 2

Учебное пособие



КАЗАНЬ

2022

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Казанский государственный энергетический университет»

Кафедра материаловедения и технологии материалов

А.Г.АБЛЯСОВА, Е.С. МУХАМЕТШИНА

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА
ПРОИЗВОДСТВА

часть 2

Учебное пособие

Казань 2022

УДК 629.13: 725.4.001.12

Аблясова А.Г., Мухаметшина Е.С. Технологическая подготовка производства часть 2: Учебное пособие./ Казань: КГЭУ, 2022, 118 с.

ISBN

В учебном пособии изложены основы теоретического проектирования цехов различных производств, а также методики разработки заданий для проектирования, технологических расчетов, компоновки, планировки и организации грузовых потоков.

Учебное пособие рекомендовано для подготовки бакалавров очной формы обучения обучающихся по направлению 22.03.01 «Материаловедение и технология материалов».

Табл. 9. Ил.6. Библиогр.: 16 назв.

© Аблясова А.Г.
Мухаметшина Е.С. 2022,
© Казанский государственный энергетический университет 2022.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Курс «Технологическая подготовка производства» является важным звеном в цепочке дисциплин, завершающих подготовку бакалавров по направлению «Материаловедение и технология материалов».

Курс освещает общие организационные основы проектирования цехов и участков по получению, обработке материалов и покрытий: стадии проектирования, задание на проектирование, технико-экономическое обоснование, выбор места и площадки для строительства, общие вопросы содержания технической и сметной документации, а также оформления, согласования и утверждения проекта и т. д.

Создание современных промышленных предприятий, обеспечивающих необходимые темпы роста производительности труда, совершенствование организации производства и повышение квалификации работников, означает:

- создание качественно новых орудий труда, технологий, материалов на базе последних достижений науки и техники;
- обновление и замена устаревшей техники;
- повышение уровня механизации и автоматизации;
- внедрение АСУП и ГАП;
- снижение сроков внедрения в производство достижений науки и техники.

Поэтому в учебном пособии будут рассмотрены не только особенности построения генерального плана и зонирования заводской территории, состав предприятия и функциональные связи между его подразделениями, но и будут приведены основные сведения о требованиях, предъявляемых к проектированию промышленных предприятий.

ВВЕДЕНИЕ

Развитие материально-технической базы любого общества невозможно без создания современных промышленных предприятий, основанных на прогрессивных принципах организации производства с широким использованием комплексной механизации и автоматизации технологических процессов вспомогательных операций и других работ.

При проектировании промышленных предприятий необходимо учитывать не только текущие нужды, но и перспективы их развития.

Начальной стадией создания промышленных объектов является проектирование. Проектирование промышленных предприятий осуществляется большим коллективом специалистов, объединенных в проектных организациях. В этих организациях накоплен большой опыт, значительный материал по проектированию, собраны материалы о работе передовых отечественных и зарубежных предприятий, разработаны типовые проекты, нормативы, укрупненные показатели, эталоны проектной документации, различные справочные материалы и т. д.

При проектировании промышленных предприятий проектные организации руководствуются нормативными актами по вопросам проектирования и капитального строительства.

К обязательным документам, которые должны быть изучены и использованы при проектировании промышленных объектов, относятся также правила техники безопасности, санитарии и гигиены; постановления об охране природы и предотвращении загрязнения окружающей среды, противопожарные требования, мероприятия по гражданской обороне и т. д.

Основным фактором, определяющим проектное решение при проектировании промышленного объекта, является технологический процесс. Поэтому выбор оптимальных вариантов технологических процессов - наиболее ответственная работа при выполнении проекта (вопросами технологии и выбором оп-

тимального варианта техпроцесса занимаются технологи). Для каждого конкретного случая (массовое, крупносерийное, серийное и др. производство) оптимальный технологический вариант может быть выявлен только на основании технико-экономических расчетов. В последнее время для этой цели широко применяют ЭВМ.

При проектировании часто приходится заниматься вопросами расширения действующего предприятия. Этот вопрос для проектировщиков наиболее сложный. Почему? Потому что при этом сталкиваются с такими проблемами, как стесненность территории, наличие зданий старых типов, замена устаревшего оборудования и т. д. Однако здесь имеется и ряд преимуществ: меньше капитальных затрат, освоение новых моделей изделий в более короткие сроки.

Наилучшим при данных конкретных условиях считается тот проект нового или реконструируемого промышленного объекта, который при капитальных наименьших затратах обеспечивает низкую себестоимость выпускаемой продукции.

В последнюю четверть XX века учеными и специалистами разработан ряд методик по проектированию промышленных предприятий. Созданные ранее специализированные проектные институты решали большие и сложные задачи по проектированию машиностроительных предприятий (ГИПРОАВТОПРОМ, ГИПРОСТАНОВ, ГИПРОЭНЕРГОРЕМОНТ и т. д.). Разработанные ГИПРОАВИАОПРОМом нормативы по проектированию цехов и участков по получению, обработке материалов и покрытий являются основными.

Всестороннее изучение основных вопросов проектирования и создания машиностроительных предприятий является весьма сложной задачей. Большой объем вопросов, составляющих сущность проекта завода, требует применения комплекса знаний из различных областей науки и техники. На основе этих знаний и должны быть найдены рациональные методы решения указанных задач, пригодные для практических целей проектирования

Глава 1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

1.1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ЭЛЕМЕНТЫ

ОРГАНИЗАЦИИ КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Капитальное строительство как отрасль материального производства представляет собой совокупность предприятий, производящих строительные конструкции индустриальными методами, строительных механизмов, коллективов строительных рабочих, ИТР и служащих на строительных площадках, осуществляющих строительные и монтажные работы, обеспечивающие ввод в действие новых, либо реконструкцию и расширение действующих основных фондов как производственного, так и непроизводственного назначения.

Такое строительство ведется следующими самостоятельными этапами работ:

- 1) проектные изыскательские, геологоразведочные и научно-исследовательские работы;
- 2) разработка проектно-сметной документации;
- 3) подготовка работ на площадке, строительство дорог, железнодорожных путей, вспомогательной строительной базы;
- 4) строительные-монтажные работы по основным объектам строительства;
- 5) ввод новостройки в эксплуатацию (пусковой период).

Таким образом, проектирование входит в состав комплекса работ, определяющих содержание капитального строительства.

Проект – это комплекс технической документации, содержащей основные технические решения, выраженные в чертежах, технико-экономических расчетах, пояснительных записках и других материалах, необходимых для строительства новых или реконструкции действующих предприятий.

Неотъемлемой частью проекта является смета. Она определяет стоимость строительства или реконструкции проектируемого объекта.

1.2. ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Основная задача проектирования заключается в создании проекта промышленного предприятия или объекта, учитывающего новейшие достижения науки и техники, с тем, чтобы строящиеся, реконструируемые и расширяемые предприятия ко времени ввода их в действие были технически передовыми и отвечали новому уровню развития техники, имели высокие показатели по производительности труда, качества продукции, минимальную себестоимость продукции и обеспечивали безопасность и нормальные условия труда.

Проект предприятия, отвечающий передовому уровню отечественной и зарубежной техники, характеризуется:

- наиболее целесообразным решением вопросов производственной специализации, кооперирования основного и вспомогательного производства;
- оптимальным производственно – технологическим составом завода как экономической основы внедрения комплексной механизации и автоматизации процессов производства и управления;
- применение новейших технологических процессов, высокопроизводительного оборудования, комплексной механизации и автоматизации производства, широким использованием автоматизированных систем управления промышленным предприятием на основе использования электронно-вычислительной техники;
- применением наиболее совершенных видов промышленного транспорта систем теплоснабжения, газоснабжения, водоснабжения, вентиляция, канализация и очистки сточных вод и других видов инженерного обеспечения, а также простых, но удобных и красивых производственных зданий и сооружений;
- применением проектных решений, предусматривающих наилучшие санитарно-гигиенические условия труда и бытового обслуживания трудящихся в производстве, а также выполнения всех требований инженерной психологии,

промышленной эстетики или в более широком смысле требований эргономики и научной организации труда.

Для выполнения указанных задач в проекте разрабатывается комплекс вопросов, к которым относятся: организационные и технологические вопросы; вопросы научного управления промышленным предприятием, механизации и автоматизации производственных и технологических процессов, строительные вопросы, вопросы энергетического обеспечения проектируемого объекта; экономические вопросы. Правильное решение этих вопросов должно обеспечить наилучшие показатели качества проектных решений.

К числу этих решений относятся:

- определение и разработка оптимальной производственно-технологической структуры завода, т. е. состава цехов и служб, входящих в производственно-технологический комплекс предприятия на основе технических направлений проектирования заводов и цехов отрасли и принципов глубокой технологической специализации авиационного производства и его вспомогательных служб (ремонт оборудования, внешний транспорт, теплоснабжение и пр.);

- разработка проекта системы научного управления предприятием, вписывающимся в систему управления отраслью;

- выбор наиболее экономичной площадки для строительства завода;

- комплексное решение технологических задач, т.е. разработка технологических процессов, выбор оборудования, инструмента, механизация, автоматизация производственных и технологических процессов, механизация и автоматизация складской обработки грузов, межоперационного и внутрицехового транспорта, с учетом всех особенностей производства, нормирование технологических процессов и получение сводных норм времени и суммарной трудоемкости по видам работ и оборудования, для всего проектируемого объекта в целом;

- объемные расчеты необходимого количества оборудования, рабочих мест, производственных и вспомогательных площадей складов и т.п.;

- расчет требуемого количества работающих: производственных и вспомогательных рабочих и ИТР;
- увязка технологических решений корпусов и цехов со схемой генерального плана завода (направление грузопотоков);
- компоновки и планирование решения комплексов, корпусов завода в целом;
- организация контроля качества продукции, разработка технологических процессов контроля и испытаний продукции на различных этапах производства;
- разработка заданий на проектирование специальных частей проекта (строительную часть, отопление и вентиляцию, водоснабжение и канализацию, электроснабжение, проектирование электроники и автоматики);
- выбор зоны для строительства жилого поселка с учетом норм санитарной защиты;
- разработка экономической части проекта и технико-экономических показателей проектируемого объекта.

Чем выше показатели степени механизации и автоматизации производственных процессов, чем выше производительность труда и рентабельность предприятия, тем выше качество проекта. Качество проекта зависит также от стоимости строительства – чем ниже стоимость, тем выше качество проекта.

1.3. ЗАДАНИЕ НА ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Разработка проекта завода, его зданий и сооружений осуществляется на основании задания на проектирование, составляемого в соответствии со схемой размещения и развития производительных сил в данном регионе. Задание по крупным и сложным объектам и их сооружениям должно выдаваться на основе утвержденного технико-экономического обоснования (ТЭО), которое должно быть составной частью задания.

В задании на проектирование промышленного предприятия, корпуса или цеха указывается: наименование объекта проектирования; основание для его проектирования (Постановление Правительства, приказ Министерства и т.п.);

район и пункт строительства; номенклатура продукции и мощность производства в натуральном или ценностном выражении; выпуск запасных частей; режим работы предприятия; специализация и производственное кооперирование проектируемого объекта; основные источники снабжения предприятия сырьем, водой, теплом, газом, электроэнергией; условия по очистке и сбросу сточных вод; уровень разработки автоматизированных систем управления предприятием (АСУП), указание на необходимость расширения проектируемого объекта в дальнейшем; сроки строительства; кооперация в период осуществления строительства в составе вариантов технического проекта; стадийность проектирования, т.е. число стадий при разработке проекта.

Проектная организация не имеет права принимать изменения задания без разрешения инстанций, утвердивших это задание.

1.4.ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Помимо задания на проектирование, заказчик выдает генеральному проектировщику – проектной организации - исходные данные, необходимые для проектирования, содержание и сроки выдачи которых согласовывается с проектной организацией. Заказчик выдает проектной организации: чертежи общих видов продукции; конструктивные чертежи агрегатов; ведомость масс агрегатов; данные о разбивке трудоемкости по видам работ, если она имеется к моменту проектирования; материальные спецификации на основные и вспомогательные материалы; описание продукции; технологическую документацию на изготовление деталей и сборку агрегатов; технические условия на изготовление агрегатов; технические условия и инструкции на испытание узлов, агрегатов и продукции в целом; технологическую документацию на окончательную сборку продукции.

Кроме технических данных по изделию, в состав исходных данных должны входить и следующие документы:

- чертежи и схемы подземных и наземных коммуникаций на участке

строительства, обмерочные данные существующих зданий, отчеты по научно-исследовательским работам, связанным с новым технологическими процессами или видами оборудования;

- данные о ранее проведенных геологических и геодезических изысканиях участка с указанием сведений и затопляемости участка при разливе рек, о грунтовых водах, о глубине промерзания, о направлении и силе ветров («роза ветров»), о климатических условиях; данные об источниках водоснабжения, газоснабжения, теплоснабжения; данные о канализации и спуске сточных хозяйственных, производственных, атмосферных и грунтовых вод;

- данные о близлежащих населенных пунктах и жилищном фонде, который может быть использован при строительстве и эксплуатации завода, сведения и резервах рабочей силы; описание местных строительных материалов и указание о возможности их использования при строительстве объекта.

На основании задания и выявленного объема проектных работ проектная организация заключает договор о выполнении проектных работ с предприятием, которое необходимо построить или реконструировать, и приступает к первой стадии проектных работ.

1.5. СТАДИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Порядок работы проектных организаций установлен Инструкцией по разработке проектов и смет для промышленного строительства.

Инструкция является основным документом, определяющим порядок разработки, состав и содержание проектно-сметной документации.

Инструкция по составлению проектов и смет предусматривает разработку проектов в две стадии. На первой стадии разрабатывается *технический проект*, а на его основе и после его утверждения разрабатывается вторая стадия проекта – *рабочие чертежи*.

Для сокращения сроков проектирования, с разрешения инстанций,

утвердивших задание на проектирование, допускается разработка проекта в одну стадию, при этом объединяются в один проект технические решения и рабочие чертежи. Эта стадия носит название – *технико-рабочий проект*.

1.6. ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОЕКТ

Технический проект (ТП) является первой стадией проекта. Его назначение заключается в выявлении и установлении основных проектных решений, обеспечивающих возможность наиболее эффективного использования общественного труда, материальных и денежных ресурсов как в строительстве, так и в эксплуатации проектируемого объекта, а также возможность осуществления строительства в намеченные сроки.

В техническом проекте определяется общая сметная стоимость строительства и все технико-экономические показатели проектируемого объекта. В техническом проекте промышленного предприятия, здания и сооружения должны быть решены следующие основные вопросы:

- специализация и кооперирование производства, а также связи с сопряженными отраслями народного хозяйства (техническое топливо, продукция металлургических заводов, химической, легкой, радиоэлектронной промышленности);
- источники обеспечения производства исходными материалами, приборами, двигателями, энергией, водой, теплом, газом и другими ресурсами;
- схемы транспортных потоков материалов, заготовок, готовых изделий и готовой продукции;
- схемы построения автоматизированной системы управления производством для всех иерархических уровней управления;
- технологические процессы производства, обеспечивающие высокую производительность труда;
- организация производства, экономика, научная организация труда основных и вспомогательных рабочих на основе эргономики и ее раздела инженерной психологии;

— обеспечение производства кадрами, создание условий для научной организации труда и бытового обслуживания рабочих;

— стоимость строительства.

При размещении предприятия в составе промышленного узла разрабатываются отдельные проекты со сводными сметами на строительство общеузловых объектов. Разработка технического проекта промышленного узла со сводной сметой является обязанностью головного застройщика. Технический проект завода, корпуса, цеха должен состоять из следующих частей.

Часть 1. Общая пояснительная записка.

Часть 2. Техничко-экономическая часть.

Часть 3. Генеральный план и транспорт.

Часть 4. Технологическая часть, с разделом «Автоматизация технологических процессов».

Часть 5. Организация труда и система управления производством.

Часть 6. Строительная часть.

Часть 7. Организация строительства.

Часть 8. Сметы.

Часть 9. Жилищно-гражданское строительство.

Кроме того, в состав документации входит паспорт проекта, который составляется по эталону, утвержденному Министерством авиационной промышленности по согласованию с Госстроем России.

Крупные и сложные предприятия и сооружения проектируют по очередям строительства. Проектирование начинают с разработки схем генерального плана завода на его полное развитие, а также с разработки проектных решений для определения стоимости всего строительства. Эти проектные документы являются неотъемлемой частью технического проекта на первую очередь строительства. На последующие очереди строительства разрабатывают и утверждают технические проекты в установленном порядке и объеме. Основные решения по генеральному плану, технологии, организации и

экономике производства, оборудованию, автоматизации и механизации производственных процессов, архитектурно-строительным решениям рассматриваются заказчиками в процессе разработки технического проекта. Для выбора оптимальных решений предприятий и сооружений со сложными технологическими процессами и строительными конструкциями проекты могут одновременно разрабатываться по поручению Министерства авиационной промышленности различными проектными организациями одновременно.

Разработка таких проектов должна предусматриваться в задании--на проектирование. В техническом проекте приводятся:

— заказные спецификации для размещения заказов на технологическое, энергетическое, подъемно-транспортное, насосно-компрессорное, специальное, специализированное и другое оборудование, на изготовление которого необходимо длительное время, а также на оборудование, по которому проектные организации должны получать от заводов-изготовителей исходные данные для разработки рабочих чертежей;

— заявочные ведомости по укрупненным показателям на общезаводское оборудование (приборы, арматуру, кабельные изделия) и т. п.;

— технические требования на разработку конструкции нестандартного оборудования (конвейерные стенды, малярные камеры, транспортные устройства и т. п.).

1.7. РАБОЧИЕ ЧЕРТЕЖИ

Рабочие чертежи (РЧ) являются второй стадией проекта завода. Разработка рабочих чертежей для строительства предприятий производится в соответствии с утвержденным техническим проектом.. Если при выполнении технического проекта желательно иметь эскизные проекты на заказываемое специальное или проектируемое нестандартное оборудование, то при выполнении рабочих чертежей на технологическую и специальные части проекта наличие установочных чертежей строго обязательно.

В процессе разработки рабочих чертежей производится уточнение и

детализация предусмотренных техническим проектом решений в той степени, в которой это необходимо для производства строительно-монтажных работ. В составе рабочих чертежей технологической части проекта должно быть:

— технологические чертежи планов и разрезов с нанесенными на них технологическим, транспортным, энергетическим и другим оборудованием;

— схемы технологических трубопроводов, сетей и устройств энергоснабжения и электроосвещения, автоматизации, связи и сигнализации, вентиляции, кондиционирования воздуха, газоснабжения и др.;

— чертежи общих видов нетиповых технологических конструкций, а также нестандартного оборудования в объеме, необходимом для разработки детализованных чертежей.

В соответствии с этим рабочие чертежи делят на общие и детализованные.

К общим технологическим рабочим чертежам относятся планы и разрезы установок технологического, транспортного, энергетического и другого оборудования с указанием расположения связанных с ним коммуникаций, конструкций и устройств (рабочих площадок, подводок воды и энергии, регулирующих и пусковых механизмов, контрольно-измерительной аппаратуры и т. п.).

К чертежам технологических трубопроводов (планы, разрезы, схемы, профили трасс) со спецификациями арматуры и деталей относятся чертежи общих видов нетиповых элементов, узлов и конструкций, нестандартного оборудования (кроме специального оборудования, на которое разрабатываются технические задания на проектирование).

В рабочих чертежах строительные конструкции увязываются с оборудованием, а также со всеми видами инженерных сетей — сантехническими, энергетическими и другими установками.

Общие технологические рабочие чертежи, в свою очередь, делятся на три вида: монтажные планы, совмещенные монтажные планы и сводные монтажные планы.

Монтажные планы, можно выполнять отдельно для различных видов технологического оборудования (станки, сварочные машины, прессы и т. д.).

На *совмещенные монтажные планы* наносят несколько разных взаимосвязанных устройств и систем, например монтажные планы технологического, транспортного и контрольного оборудования.

Сводные монтажные планы служат для взаимной увязки строительных конструкций корпуса со всеми видами оборудования и корпусными коммуникациями, а также для устранения неувязок, возможных при раздельном проектировании отдельных частей цеха. Сводный монтажный план, как правило, составляют только для сложных цехов (например, для цеха гальванических покрытий, термических цехов) с развитым инженерным хозяйством, с крупным заглубляемым оборудованием или оборудованием, обслуживаемым со вспомогательных площадок. На сводный монтажный план наносят все строительные, конструкции с фундаментами здания и подвалами, оборудование и специальные установки; фундаменты под оборудование; каналы и приямки для инженерных сетей и транспортных устройств. Вертикальные разрезы по всем видам монтажных чертежей выполняют в тех случаях, когда требуется вертикальная привязка оборудования, санитарно-технического оборудования и коммуникаций.

Сводный монтажный план выполняют в масштабе 1 : 100 или 1 : 200, с разбивкой по участкам в масштабе 1 : 50.

На монтажных технологических планах указывают координаты установки оборудования. Привязка дается к колоннам, а также к стенам здания. Технологическое оборудование должно привязываться по осям фундаментных болтов и по другим наиболее удобным для измерения базам.

Для агрегатно-сборочных цехов в связи с простотой инженерных сетей и относительно частой сменяемостью стапельной оснастки монтажных рабочих чертежей можно не делать, тогда элементы горизонтальной и вертикальной привязки выполняют на стадии технического проекта.

Детализировочные чертежи разрабатывают для узлов и отдельных установок, связанных с размещением сложного оборудования.

При разработке рабочих чертежей проектные организации обязаны

применять изделия, изготавливаемые строительной промышленностью, стандартные и типовые детали по утвержденным каталогам и прейскурантам.

При разработке рабочих чертежей запрещается вносить изменения в проекты, либо удорожающие строительство, либо уменьшающие мощности предприятия.

1.8. ТЕХНО-РАБОЧИЙ ПРОЕКТ

Техно-рабочие проекты (ТРП) разрабатывают для объектов, строительство которых намечается осуществлять по типовым и повторно применяемым проектам, а также для технически несложных объектов. В целях дальнейшего сокращения сроков проектирования в техно-рабочем проекте должны приводиться только те чертежи и те данные, которых нет в типовых и повторно применяемых проектах.

В техно-рабочем проекте должны быть решены на основе использования типовых и повторно применяемых проектов те же вопросы, что и при двухстадийном проектировании, т. е. при разработке технического проекта и рабочих чертежей.

В составе техно-рабочего проекта, кроме рабочих чертежей, должны быть следующие материалы: пояснительная записка с технико-экономическими показателями и другими данными, полученными на основе привязки типовых и повторно применяемых экономичных проектов, схема генерального плана предприятия или сооружения, перечень типовых и повторно применяемых проектов, изменения и дополнения в связи с привязкой их к местности и сводная смета.

При утверждении к указанным материалам при необходимости прикладываются основные рабочие чертежи.

1.9. ТИПОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

В основе современного проектирования промышленных предприятий лежат принципы типового проектирования или повторного использования наиболее экономичных проектов.

В авиационной промышленности можно также набирать состав завода и его основных, вспомогательных, лабораторно-конструкторских и обслуживающих сооружений из арсенала типовых проектов. Типовые проекты значительно сокращают сроки проектирования и способствуют применению унифицированных деталей, повышают сборность строительных конструкций и индустриальность строительства в целом.

Технолог при выборе корпуса или совокупности корпусов промышленного предприятия может назначать новые габаритные размеры здания только в том случае, если он окончательно убедится в невозможности подбора типового проекта. Выбор нетипового промышленного здания обязательно должен утверждаться (перед началом выполнения проектных работ по всем частям) руководством проектной организации.

1.10. СМЕТЫ

Стоимость строительства предприятий, зданий и сооружений, а также и стоимость жилищно-гражданского строительства определяется до сводной смете. Сметная стоимость строительно-монтажных работ, определенная в сводной смете на основе объектовых смет, а также смет и сметных расчетов на отдельные виды работ и затрат, является окончательной для расчета между подрядчиком и заказчиком за выполненные работы и уточнению на стадии разработки рабочих чертежей не подлежит.

Смета на строительство должна являться основным и неизменным документом на весь период строительства, на основе которого осуществляется планирование капитальных вложений, финансирование строительства и расчеты между подрядчиком и заказчиком за выполненные работы.

В сводной смете указываются номера смет, наименование частей, глав, объектов, работ и затрат и сметная стоимость строительных работ, монтажных работ, стоимость оборудования, приспособлений и производственного инвентаря, прочие затраты и общая сметная стоимость в миллионах рублей.

Сводная смета содержит следующие главы.

Глава 1. Подготовка территории строительства.

Глава 2. Объекты основного производственного назначения.

Глава 3. Объекты подсобного производственного и обслуживающего назначения.

Глава 4. Объекты энергетического назначения.

Глава 5. Объекты транспортного хозяйства и связи.

Глава 6. Внешние сети и сооружения водоснабжения, канализации, теплофикации и газификации.

Глава 7. Благоустройство территории предприятия.

Глава 8. Временные здания и сооружения.

Глава 9. Прочие работы и затраты.

Глава 10. Содержание дирекции строящегося предприятия.

Глава 11. Подготовка эксплуатационных кадров.

Глава 12. Проектные и изыскательские работы.

В сводной смете отдельной строкой должен предусматриваться резерв к техническому проекту в размере 10%, к техно-рабочему проекту — 5% от стоимости строительства. За итогом сводной сметы указывается возвратная сумма, включающая амортизируемую часть временных зданий и сооружений, ликвидную часть стоимости временных зданий и сооружений, стоимость материалов, полученных от разборки конструкций сносимых и переносимых зданий; балансовую стоимость оборудования, демонтированного в подлежащих сносу цехах и используемого в других цехах. Пояснительная записка, прилагаемая к сводной смете, содержит сведения о принятых способах определения сметной стоимости зданий, сооружений и отдельных видов работ, а также о территориальном районе, тарифном поясе, размерах накладных расходов, являющихся основанием для определения сметной стоимости, а также об особых условиях осуществления строительства.

1.11. ПОРЯДОК СОГЛАСОВАНИЯ И УТВЕРЖДЕНИЯ

ПРОЕКТНОЙ И СМЕТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

Для повышения ответственности проектных организаций за качество проектных решений в области техники безопасности и промышленной санитарии установлен порядок, при котором технические (техно-рабочие) проекты 'на строительство предприятий, зданий и сооружений, выполненные в соответствии с действующими нормами и правилами (что должно удостоверяться записью главного инженера проекта) согласованию с органами государственного надзора не подлежат. Согласование по вопросам техники безопасности, охраны труда, пожарной безопасности, мероприятий по сохранению и защите природы (газоулавливание, нейтрализация промышленных сточных вод в реки, водоемы, канализацию, шумоглушение и т. п.) необходимо при частичном отступлении от действующих норм и правил либо при отсутствии утвержденных норм.

Независимо от этих правил органы государственного санитарного, пожарного и энергетического надзора, а также надзора за использованием и охраной водных ресурсов в соответствии с положением об этих органах осуществляют надзор за разработкой проектов на всех стадиях проектирования.

Смету на строительство, составленную по техническому (техно-рабочему) проекту, предварительно согласовывают с подрядными организациями до начала строительства. Проектные решения, затрагивающие интересы ряда министерств, ведомств и организаций, должны быть согласованы соответственно с этими организациями. Так, например, вопросы производственного и хозяйственного кооперирования согласовывают с промышленными министерствами; условия присоединения к источникам электроэнергии, тепла, газа — с органами, ведущими эксплуатацию энергосистем.

Условия примыкания к железнодорожным путям согласовываются с управлением Министерства путей сообщения; устройство внешних линий связи — с местными органами Министерства связи, вопросы применения различного рода строительных материалов, конструкций строительных изделий (фермы, плиты

покрытия, стеновые панели, колонны), средства механизации строительного-монтажных работ и методы организации строительства — с территориальными строительными организациями (управлениями); примыкание к береговой полосе и обслуживание проектируемого предприятия речным и морскими сооружениями; условий, возникающих в связи с подтоплением и затоплением территории в районе намечаемого строительства гидротехнических сооружений; предельной высоты зданий и сооружений при расположении площадки завода в районе заводского аэродрома, специальных сооружений, линий связи, ЛЭП и другие согласовываются с соответствующими организациями, ведущими эксплуатацией этих систем и служб.

На утверждение представляется технический (техно-рабочий) проект со сводной сметой, утвержденное задание на проектирование, документы о согласовании вопросов присоединения к сетям и инженерным устройствам. Технические (техно-рабочие) проекты подвергаются технической экспертизе перед утверждением их в инстанциях в установленном порядке.

Утверждение и переутверждение проектов осуществляется соответствующим Министерством. Рабочие чертежи, разработанные в соответствии с техническим проектом, утверждению не подлежат.

ГЛАВА 2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

2.1. НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Особенности машиностроения в нашей стране заключаются, прежде всего, в неразрывной связи отдельного завода с экономикой и инженерным хозяйством района, в котором эти заводы размещаются.

Эти связи проявляются в необходимости использования районных автомобильных дорог, железнодорожных и водных путей, использования энергетической базы — электроснабжения, водо- и газоснабжения, теплоснабжения и т. д. Эти связи должны проявляться также в кооперировании ряда основных и вспомогательных процессов: в организации централизованного производства заготовок, создании и использовании на принципах кооперированного производства ремонтных баз по ремонту технологического, энергетического, транспортного и другого оборудования, изготовления инструмента и технологической оснастки, совместной эксплуатации транспортной службы, совместном использовании вычислительных центров, создании единой строительной базы, обслуживающей все предприятия района.

Таким образом, в настоящее время совершенно невозможно и недопустимо проектирование реконструкции и строительства любого промышленного предприятия, как автономного хозяйственно-замкнутого организма.

Являясь сложной экономической системой, завод входит в состав более крупной, не только отраслевой, но и промышленной системы, сложившейся или складывающейся в старом или новом экономическом районе.

Эти экономические, технические, производственные и инженерные связи не только должны учитываться при создании нового или реконструкции действующего предприятия. Они должны диктовать определенные технические условия создания нового производственного звена, гармонично, вписывающегося в промышленную систему района, в программу его

социального развития, и решать не только чисто производственные функции, но и обеспечивать условия нормальной работы и жизни обслуживающего персонала.

При этом необходимо учитывать в проекте специфические стороны предприятия, а также обстановку, которую оно может создать в микро- и макрорайонах (повышенный уровень шума, загазованность территории, охрана водных ресурсов и зеленых насаждений и т. п.).

Главным исходным положением при этом должны быть технические направления, принимаемые при решении вопросов о производственно-технологической структуре предприятия или производственного объединения.

Производственно-технологическая структура завода, входящего в объединение, должна вытекать не только из плана развития отрасли, но и диктоваться планом комплексного развития промышленного района. Например, наличие в районе ремонтных и инструментальных заводов или планов их строительства должны обуславливать исключение из проектов: литейных, кузнечных, ремонтно-механических и других цехов и служб, которыми уже располагает или будет располагать район.

При определении путей развития отраслей промышленности и решении задач наращивания мощностей следует учитывать, что реконструкция действующих заводов имеет ряд преимуществ перед строительством новых предприятий.

Эти преимущества заключаются в следующем:

— сокращаются сроки осуществления строительства и ввода новых мощностей при значительной экономии денежных и материальных ресурсов;

— капитальные вложения направляются прежде всего на приобретение оборудования, что способствует техническому перевооружению предприятия в целом;

— наличие квалифицированных кадров на действующем заводе способствует более быстрому освоению новых объектов производства, обеспечиваются более высокие темпы повышения производительности труда и снижения трудоемкости изделия.

При разработке проектов реконструкции предприятий необходимо строго формулировать технические и технологические цели, которые должны быть достигнуты в результате осуществления этой реконструкции.

Естественно, что экстенсивное развитие, т.е. увеличение мощности предприятия или его отдельных цехов, если это не вызывается совершенно новыми технологическими процессами с особыми условиями, в результате увеличения производственных площадей, оборудования и численности работающих не может быть мотивом, технической задачей реконструкции.

Основной целью реконструкции промышленного предприятия должно являться наращивание мощностей вследствие интенсивного развития завода и его отдельных цехов. В результате интенсификации производственных и технологических процессов произойдут изменения качественного состава оборудования, будут замены устаревшие оборудования новыми, повысится степень механизации и автоматизации производственных процессов.

При сопоставлении вариантов реконструкции следует отдавать предпочтение промышленному объекту, реконструкция которого не влечет за собой расширение вспомогательного и инженерного хозяйств. Реконструкция основного производства при одновременном увеличении мощностей энергохозяйства (электроснабжение, водоснабжение, теплоснабжение, строительство водозаборов), расширение, ремонтных и инструментальных служб и т. д. резко снижают экономическую эффективность реконструкции.

Таким образом, проекты реконструкции промышленных объектов и строительства новых предприятий, выполняемые на научной основе организации и управления производством, должны предусматривать не только и не столько расширение действующих предприятий, а прежде всего улучшение производственно-технологической структуры предприятий, углубление технологической специализации заводов, цехов, вплоть до специализации рабочего места; совершенствование форм организации; и управления производством; совершенствование технологического оснащения и повышения уровня механизации и автоматизации производственных процессов.

Все это дает возможность уменьшить капиталовложения в отрасль и получить большую отдачу на рубль основных фондов.

После длительных исследований и многолетней проработки вопросов экономики, организации и управления в промышленности определились научно-технические пути развития промышленных предприятий, с учетом комплексного развития экономики районов размещения машиностроительных заводов. Накопленный опыт показывает, что только крупным объединениям под силу сосредоточить достаточное число квалифицированных специалистов, обеспечивать быстрый технический прогресс, лучше и полнее использовать все ресурсы.

Таковыми формами на современном этапе развития промышленности являются:

- промышленные узлы;
- промышленные объединения или фирмы;
- промышленные комплексы.

Промышленные узлы можно считать начальной формой специализации промышленности. На одной территории размещаются различные заводы отрасли, с общими вспомогательным и обслуживающим хозяйствами, инженерными сооружениями и коммуникациями, а иногда и с общими заготовительными цехами.

Особенностью промышленного узла, в смысле централизации производственных процессов, является использование на началах производственного кооперирования, главным образом, вспомогательных служб и обслуживающего хозяйства, административно-бытовых помещений, складского хозяйства, инженерных сооружений и промышленных сетей.

Промышленный узел может еще не затрагивать изменения производственно-технологической структуры предприятия, хотя и на этом первичном этапе возможна и необходима концентрация и специализация заготовительных цехов. Подсчитано, что за ближайшие пять лет народное хозяйство сможет получить экономию в несколько млрд. рублей в результате строительства промышленных узлов.

Строительство промышленных узлов экономит строительные объемы, т. е. уменьшает количество зданий и сооружений в данном промышленном районе, протяженность дорог, железнодорожных путей, количество и размеры строительных баз, сокращает промышленную территорию и расходы на ее благоустройство и, конечно, изменяет производственную структуру предприятий, что влечет за собой изменение облика заводов.

Промышленный узел является одним из этапов укрупнения и централизации однородного производства, одним из этапов перехода от комплексных предприятий к узкоспециализированным.

Производственное объединение или фирма представляет собой следующий более глубокий этап внедрения специализации производства. Фирма или производственное объединение обеспечивает более глубокую поддетальную и технологическую специализацию заготовительных, обрабатывающих, агрегатных цехов и отдельных предприятий.

Наиболее целесообразно создание отраслевых фирм при сосредоточении в данном районе (не обязательно в одном городе) значительного количества предприятий одной отрасли, расположенными друг от друга на расстоянии, экономически оправданном. Тогда производство деталей, узлов и агрегатов можно выполнять на специализированных заводах или филиалах фирмы, обслуживающих один или несколько сборочных заводов.

Это дает возможность значительно укрупнить программу, сократить номенклатуру деталей и узлов, изготавливаемых и собираемых на одном рабочем месте, и способствует концентрации однородной продукции в специализированных обрабатывающих, агрегатно-сборочных и сборочных цехах заводов.

Действующим в стране промышленным объединениям свойственны два типа организации производства. Первый тип промышленных объединений сложился по принципу «горизонтальной» интеграции производственных процессов. Объединения этого типа состоят из нескольких однородных заводов, каждый из которых имеет законченный цикл производства по выпуску готовой продукции. Процесс специализации производства реализуется во

внутризаводских масштабах. Они создаются в отраслях промышленности с непрерывным характером, а также в отраслях со штучным или мелкосерийным характером производства.

Это относительно менее совершенная форма производства, ибо их создание в меньшей степени сопряжено с прогрессивными преобразованиями в сфере производства. Однако и здесь имеются большие возможности для усиления предметной специализации.

Создаются условия осуществления единой технической политики, централизации проектно-конструкторских работ, работ по подготовке производства, объединению ремонтных, инструментальных и хозяйственных служб, концентрации материально-финансовой деятельности объединения в целом.

Второй тип промышленных объединений, созданных по принципу «вертикальной» интеграции производственных процессов, представляет собой высшую форму интеграции специализированных производств (литейного, кузнечного, сборочного, производства деталей, узлов, агрегатов и т. п.). Указанная организация присуща автомобильной, тракторной промышленности, сельхозмашиностроению и т. п. На объединенных заводах взамен мелких дублирующих подразделений создаются крупные централизованные производства.

Высокие показатели лучших объединений — результат прежде всего углубления специализации, преодоления замкнутости и большой номенклатурности производства, повышения серийности, внедрения комплексной механизации и автоматизации, применения высокопроизводительного оборудования.

Образование объединений «вертикального» типа — важный шаг на пути к высшей форме организации общественного производства и развития производительных сил общества, к формированию производственно-технологического облика предприятий будущего.

Особой формой «вертикальной» интеграции являются комбинаты, на которых осуществляется комплексная переработка сырья и отходов. Этот вид

организации нашел свое место в металлургии, нефтехимии, деревообрабатывающей, пищевой и других отраслях промышленности России.

Промышленный комплекс занимает значительное место в экономике района и является результатом политики правительства, направленной на глубокое и целесообразное сочетание централизованного (отраслевого и территориального) планирования при размещении производительных сил и решении крупных народнохозяйственных задач.

Промышленный комплекс есть выражение высшей формы комплексного развития экономики района или союзной республики на принципах концентрации однородного производства, глубокой поддетальной и технологической специализации основного производства, создания единых служб энергетического, хозяйственного и инженерного обслуживания для всех предприятий района.

Проектным организациям надлежит разработать общие принципы проектирования промышленных комплексов, определить их состав и методы проектирования очередей строительства на текущие отрезки времени и более дальние перспективы развития.

Техническое содержание и народнохозяйственное значение промышленного комплекса заключается в том, что благодаря концентрации их однотипных процессов и функций, на специализированных предприятиях создаются экономические предпосылки для внедрения автоматизированных и автоматических средств производства и кибернетических систем управления промышленными предприятиями. Промышленные комплексы следует рекомендовать, как правило, для новых районов. В старых освоенных районах необходимо перераспределение номенклатуры выпускаемой продукции между предприятиями, улучшение производственно-хозяйственных связей между ними, создание специализированных заводов, дополняющих производственный комплекс района.

2.2. СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ И ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ КООПЕРИРОВАНИЕ В ПРОИЗВОДСТВЕ

Одной из основных научно-технических предпосылок, закладываемых в основу проектов рационального устройства заводов, является общественное разделение труда.

Концентрация, специализация, кооперирование и комбинирование промышленных предприятий являются теми формами общественного разделения труда, на основании которых возможно укрупнение производственных программ, увеличение серийности и массовости производства и создание экономических предпосылок для окупаемости сложнейших средств автоматизации и механизации производственных процесса.

Специализация современного производства развивается по следующим основным направлениям: предметная специализация — производство законченного предмета; поддетальная специализация — производство законченных деталей; технологическая специализация — осуществление специализированных процессов; специализация вспомогательного производства. В авиационной промышленности достигнут более высокий уровень специализации и кооперирования производства по сравнению с другими отраслями промышленности.

При проектировании заводов в основном производстве авиационной техники необходимо не только осуществлять принципы предметной специализации, но и широко использовать все преимущества поддетальной и технологической специализации.

Главным условием, определяющим возможность внедрения специализации всех видов, является типизация, унификация, стандартизация деталей, узлов и агрегатов изделия, обеспечивающие широкую преемственность этих унифицированных элементов в новых конструкциях модифицированных изделий.

При проектировании объектов авиационного производства необходимо прежде всего выносить на специализированные заводы детали в относительно больших количествах. Сосредоточение подобного производства на специализированных заводах резко повышает культуру производства, дает возможность применить более прогрессивную технологию, более совершенное технологическое оборудование.

При решении вопросов специализации необходимо учитывать, что простое сосредоточение объемов производства, хотя и улучшает технико-

экономические показатели, не может быть по-настоящему эффективным при старых методах получения заготовок и изготовления деталей.

Специализированное производство должно отличаться новыми технологическими методами и более совершенным технологическим оборудованием, удельная стоимость которого при увеличении масштабов производства резко уменьшается.

При анализе экономической эффективности новых специализированных производств в качестве критериев используются показатели трудоемкости изготовления объектов производства, технологической себе стоимости и окупаемости капитальных затрат.

При специализированном производстве трудоемкость изготовления отдельных узлов и агрегатов самолета может быть снижена в 8—10 раз, а наиболее целесообразные сроки окупаемости не должны превышать двух-трех лет.

Все другие показатели — удельные площади на единицу продукции, выпуск на рубль основных средств, выработка на одного производственного рабочего и т. п. — должны соответствовать новым условиям работы и быть, в несколько раз экономичнее сложившихся показателей мелкосерийного производства.

Развитие поддетальной и технологической специализации производства авиационной техники, развитие специализированных заводов, поставляющих в централизованном порядке поковки, штамповки, литье, нормали, арматуру, баки, шасси, монолитные панели, изменили состав и производственную структуру самолетостроительного завода.

Внутризаводская специализация, направленная в основном на объединение производства, однородных деталей и узлов в одном цехе (или в двух), изменяет производственную структуру завода и взаимосвязь новых цехов.

Таким образом, проекты заводов и цехов, выполняемые на основе использования принципов специализации производства, должны отвечать современным требованиям организации, управления и контроля производства.

В проекте современного промышленного предприятия необходимо предусматривать не только совершенные средства производства, комплексную

автоматизацию и механизацию основных технологических процессов, но в равной степени и средства оснащения процесса перемещения грузов.

Создавая проект нового или реконструкции действующего завода, проектировщики должны позаботиться и о том, чтобы производственная структура завода, его цеховой состав, промышленные здания и сооружения не только отвечали требованиям совершенных форм организации производства, но и были удобны и красивы.

Содержание основных научных принципов современного технологического проектирования промышленных объектов можно сформулировать следующим образом:

— дальнейшее углубление подетальной и технологической специализации заводов;

— создание и внедрение наиболее производительных средств производства, технологических агрегатов, автоматических линий и автоматов;

— повышение уровня механизации и комплексной автоматизации межцеховой и межоперационной транспортировки заготовок и деталей;

— механизация и автоматизация инженерного труда и процессов управления производством на основе широкого внедрения электроники и кибернетики — автоматизированных систем управления предприятиями (АСУП);

— всемерное повышение уровня механизации и автоматизации технологических процессов изготовления и контроля деталей, узлов, агрегатов и бортовых систем летательных аппаратов;

— обеспечение требований техники безопасности и норм промышленной санитарии, отвечающих требованиям эргономики и самой высокой культуры производства.

2.3. СОСТАВ СОВРЕМЕННОГО ЗАВОДА ПРИ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ

Широкое внедрение специализации и разработка автоматизированных систем управления производством и технологическими процессами в

авиационной промышленности, применение электронно-вычислительной техники для сбора, обработки и хранения огромных потоков производственной информации обуславливают перестройку организационной структуры заводов в соответствии с новыми условиями, продиктованными принципами научного управления производством. В качестве примера, как первый этап перестройки, может рассматриваться организационное построение завода по принципу организационно-технологической законченности процессов изготовления объектов производства в *технологических комплексах*, пока с сохранением внутри этих комплексов цехов. При этом совершенно очевидно, что в будущем отпадает необходимость в сохранении цеховой структуры, так как основной мотив создания и «дробления» завода на «мелкие» цехи, многодетальность объектов производства и физическая невозможность охватить огромное количество деталей- операций органами управления производством в новых условиях перекрывается быстродействием электронно-вычислительных машин.

Цехи и службы завода в зависимости от их назначения и технологических признаков можно объединить примерно в восемь комплексов.

Первый комплекс. К первому комплексу относятся обрабатывающие цехи — механические, механосборочные, слесарно-сварочные, термические, цехи защитных покрытий, механические, цехи обработки профилей и некоторые службы — склады черных металлов, цветного профиля и фасонного проката, которые обеспечивают цехи материалами.

Все перечисленные цехи и службы могут компоноваться либо в низкой зоне промышленного блока и создавать самостоятельный технологический комплекс механосборочного производства, либо могут размещаться в отдельно стоящем, механосборочном корпусе.

Второй комплекс. В состав этого комплекса входят заготовительно-штамповочные цехи с оборудованием всех типов (гидропрессы, листоштамповочные молоты, обтяжные прессы), термические цехи или отделения для обработки цветных металлов, цехи анодирования, цехи лакокрасочных покрытий, а также склады цветного листа и профиля. Это также

самостоятельный комплекс, который должен иметь свое место при пространственном размещении цехов на генеральном плане.

Третий комплекс. Третий комплекс объединяет все агрегатно-сборочные цехи: В состав этого комплекса входят также специализированные цехи монолитных и клепаных панелей, цехи сборки узлов, цехи сборки секций и прочие цехи, изготавливающие элементы конструкций по принципу связанного производства, т. е. по принципу увязки и технологической оснастки на основе шаблонного метода.

Эти цехи представляют собой основную специфическую группу: их следует размещать таким образом, чтобы была создана зона агрегатно-сборочного комплекса единого производственного блока или сформирован агрегатно-сборочный корпус.

Четвертый комплекс. К этому комплексу относится группа цехов предварительной и окончательной сборки, контрольно-испытательные станции, лаборатории входного контроля.

Эти цехи, размещаемые в сборочных коридорах, к которым перпендикулярно примыкают агрегатно-сборочные пролеты, представляет собой самостоятельный технологический комплекс с характерным специфическим пространственным оформлением.

Пятый комплекс. Этот комплекс включает группу цехов подготовки производства, в которую входят цех сборочных приспособлений, инструментальные цехи, предназначенные для производства только специального инструмента, цехи сборки «доводки штампов для холодной штамповки, экспериментально - технологические цехи.

Шестой комплекс. В шестой комплекс входят все ремонтно-эксплуатационные службы Главного механика и Главного энергетика завода.

Седьмой комплекс. К этому комплексу относятся все энергетические устройства, в состав которых входят: понизительные и трансформаторные подстанции в производственных и вспомогательных цехах, компрессорные

высокого и низкого давлений, котельные для получения технологического пара, а также электросети, паропроводы, воздухопроводы, газопроводы и т. п.

Восьмой комплекс. Этот комплекс включает общезаводские сооружения, в состав которых входят следующие службы: центральные заводские лаборатории, центральные измерительные лаборатории, заводоуправление, открытые проходные; столовые, медицинские пункты, учебные комбинаты, здания общественных организаций. Некоторые эти службы могут и должны быть скооперированы с другими предприятиями данного промышленного района.

Классификация заводов, а также цехов и служб завода и проведение четкой специализации производства дает возможность решать при проектировании некоторые общие вопросы разработки пространственного размещения производства, исходя из технологических особенностей каждого комплекса.

Эти особенности предъявляют свои требования к ширине пролетов, шагу колонн, к длинам маршей, высотам корпусов, крановым нагрузкам и, наконец, к компоновке пролетов в пространстве, т. е. к сочетанию блоков, корпусов в производственные комплексы, а также к сочетанию комплексов между собой.

Заводы, создаваемые по признакам предметно-агрегатной, подетальной и технологической специализации, представляют собой заводы машиностроительного профиля и проектируются в соответствии с общими требованиями, предъявляемыми к машиностроению.

Специализация цехов и служб внутри завода и организация производства по принципу производственно-технологических комплексов упрощает пространственное размещение цехов, компоновку всех взаимосвязанных цехов, служб и систему транспорта комплекса в корпусе или блоке, а также управление производством внутри корпуса, организованного в технологически замкнутый комплекс.

Приведенная классификация заводов и комплексов внутри завода по однородности технологических характеристик дает возможность более строго подходить к проблемам зонирования промышленной территории (зонирование

территории — разделение промышленной площадки на участки с преимущественной застройкой объектами однотипного производственного профиля), отводимой под строительство завода, и исключить влияние производственных вредностей и шума на жилые районы, общественные организации, а также внутри промышленной площадки и правильно намечать разрывы и санитарно-защитные зоны, образуемые санитарным разрывом мест выделения в атмосферу производственных вредностей от районов с преимущественной застройкой жилыми и общественными зданиями.

Исходя из приведенных соображений всю промышленную площадку завода можно разбить на несколько зон, строго придерживаясь их при проектировании генерального плана:

- 1) промышленная зона, т. е. зона непосредственного размещения производственных корпусов или одного корпуса блока;
- 2) зона вспомогательных и энергетических служб завода;
- 3) зона аэродромного цеха и летно-испытательной станции;
- 4) зона общезаводских служб и предзаводская площадка, на которой располагаются заводоуправление, проходные, учебные комбинаты фабрики-кухни и т. п.

При правильной организации строительства все службы энергоснабжения, водопровод, канализация, а также внешний транспорт должны сооружаться для района в целом и использоваться предприятиями на принципах кооперации.

2.4. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ЦЕХОВ

Технологические расчеты, выполняемые при проектировании цехов самолетостроительного завода, служат основой научно-теоретического подхода к определению оптимальных величин назначаемых в проекте параметров, а в будущем явятся научной основой управления производством с помощью счетно-решающих электронных машин на базе алгоритмов, описывающих процессы производства.

В задании на проектирование, как правило, задается мощность предприятия в натуральном исчислении.

Под *мощностью предприятия* (или цеха) понимается количество продукции, вырабатываемое производственным участком — цехом или заводом — в календарный отрезок времени при определенных режимах работы. Однако материальные средства, создающие эту мощность (производственные площади, оборудование, электроэнергия и т. п.), а также количество рабочего персонала могут быть выражены различными величинами.

Значительное колебание этих величин зависит от ряда факторов, к которым относятся следующие:

1) характер принимаемых технологических процессов, производительность оборудования, конструктивное совершенство инструмента и приспособлений;

2) уровень механизации и автоматизации технологических и производственных процессов;

3) форма организации производства (наличие поточных линий, конвейерных систем), система снабжения рабочих мест заготовками и инструментом, организация технического контроля и т. п.;

4) достоверность и точность принимаемых при проектировании методов технологических расчетов независимо от того, какие звенья проекта рассчитываются.

2. 5. МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТРУДОЕМКОСТИ

Трудоемкость изготовления объектов производства является одним из важнейших исходных показателей для проектирования современного завода, его комплексов и цехов. Для определения трудоемкости, являющейся функцией всех перечисленных выше параметров и строго расчетной величиной, проще всего применить формулы классического нормирования, однако этот метод расчета на стадии разработки технического проекта практически невозможен.

Данные по трудоемкости изделия необходимы не только для проектирования, но и для оперативного управления производством, для выявления «узких мест» и ликвидации диспропорций на действующем производстве. Эти данные также требуются для планирования и для всякого рода перспективных расчетов, связанных не только с расчетами мощностей заводов, но и с перспективным развитием отдельных подотраслей промышленности.

Трудоемкость надо определять быстро, надежно, с учетом внедрения в производство новых прогрессивных технологических процессов, применения высокопроизводительного оборудования и передовых форм организации производства.

Научно-исследовательские институты технологии и организации производства рекомендуют технологическую трудоемкость прогнозировать и рассчитывать различными методами, из которых в качестве базовых, т. е. принципиально отличных друг от друга, можно выделить следующие три метода: эмпирический, экспертный и технологический расчетные методы.

Эмпирический метод расчета трудоемкости нового изделия основывается на использовании опыта заводов-аналогов прошлых периодов производства и выявлении закономерностей формирования удельной или абсолютной величин трудоемкости.

К недостаткам всех разновидностей базового эмпирического метода прогнозирования трудоемкости изделия относится неизбежное отставание эмпирических данных трудоемкости аналогов, бывших в прошлом производстве, от перспективной трудоемкости новых изделий, так как при этом не учитываются качественные изменения как в конструкциях новых изделий, так и в технологии, технике и организации производства.

Эмпирический, в особенности интегральный, метод имеет вместе с тем неоспоримое достоинство в практике прогнозирования трудоемкости, так как этот метод позволяет быстро определить возможную трудоемкость новых изделий для всех периодов их промышленного производства даже тогда, когда нет серийных чертежей, иногда и опытных чертежей изделия. Трудоемкость

определяется лишь в зависимости от принадлежности изделия к определенному классу и типу изделий и от его конструктивной массы или от других конструктивных и эксплуатационных параметров.

Экспертный метод расчета трудоемкости нового изделия основан на экспертной оценке трудоемкости изделия входящих в него сборочных единиц и деталей. Причем трудоемкость определяется на каждую деталь, узел, секцию и агрегат непосредственно или в сравнении с теми же конструктивными элементами изделий-аналогов, ранее бывших в производстве, а также путем использования эмпирических закономерностей формирования трудоемкости изделий-аналогов с обязательным внесением поправок на новые конструктивно-технологические характеристики и повышение организационно-технического уровня производства. Экспертный метод имеет две разновидности: экспертный безаналоговый метод и экспертный аналоговый метод.

Экспертный безаналоговый метод применяется для расчета трудоемкости T_n в том случае, когда новое изделие не имеет в прошлом изделия-аналога и в конструкции нового изделия имеются агрегаты, резко отличные друг от друга по своим конструктивно-технологическим характеристикам. Расчет общей трудоемкости производится подетально в следующей последовательности.

1. Устанавливаются расчетные агрегаты (крупные сборочные единицы изделия), по каждому из которых в дальнейшем будет определяться трудоемкость. Выбор расчетных агрегатов и сборочных единиц производится при назначении схемы конструктивно-эксплуатационных и технологических членений летательного аппарата, а также технологии и фактических данных опытного завода о трудоемкости изготовления агрегатов изделия. Расчетные агрегаты A_1, A_2, \dots, A_j выбираются из числа наиболее трудоемких, чтобы их общая трудоемкость составляла порядка 70—80% от общей трудоемкости изделия.

2. Экспертной оценкой устанавливается укрупненная комплексная трудоемкость по всем видам работ изготовления каждой детали узла и (агрегата в целом. При рассмотрении чертежей нового изделия каждый специалист-

технолог на обороте чертежа нового изделия ставит опытную норму на операцию или сумму операций своего профиля, руководствуясь личным опытом и технологией опытного производства.

3. По каждому расчетному агрегату устанавливается суммарная, трудоемкость $T_{A1}, T_{A2}, \dots, T_{Aj}$

4. Устанавливается трудоемкость всех расчетных агрегатов:

$$T_{a.c} = \sum_i^j T_{A.}$$

5. Устанавливается согласно данным опытного завода удельный вес $t_{y.p.a.}$ суммарной трудоемкости всех расчетных агрегатов и видов работ в общей трудоемкости изделия.

6. Определяется общая трудоемкость нового изделия

$$T_n = \frac{\sum_i^j T_{A.}}{t_{y.p.a.}}$$

Экспертный аналоговый метод расчета трудоемкости изделия T_n . Общая трудоемкость изделия периода освоенного производства T_n определяется в целом на изделие по следующей формуле:

$$T_n = G_n \cdot t_n \cdot K_n \cdot K_c$$

где G_n — масса нового изделия в кг; t_n — удельная трудоемкость на один килограмм массы изделия освоенного производства; K_n — коэффициент, учитывающий рост производительности труда; K_c — коэффициент, учитывающий конструктивно-технологическую сложность нового изделия по сравнению с изделием-аналогом.

Коэффициент $K_n < 1,0$ учитывает рост производительности труда производственных рабочих при изготовлении нового изделия по сравнению со старым изделием-аналогом. С ростом производительности труда удельная трудоемкость на один килограмм массы изделия уменьшается благодаря

техническому прогрессу производства, улучшению технологичности конструкций изделия и повышению квалификации рабочих.

Коэффициент определяется по простым процентам:

$$A = П \cdot Л, \% \quad \text{или} \quad K_n = \frac{100 - T_c}{100} = \frac{100}{100 + ПЛ}.$$

По сложным процентам:

$$A = \left(1 + \frac{П}{100}\right)^Л \% \quad \text{или} \quad K_{П} = \frac{100^Л}{100 + П^Л}$$

где $П$ — ежегодный прирост производительности труда, %; $Л$ — число лет разрыва выхода на одинаковую мощность.

Степень сложности изготовления нового изделия по сравнению с изделием-аналогом определяется коэффициентом сложности K_c , который в данном случае есть отношение трудовых затрат на изготовление отдельных элементов конструкции нового изделия к трудовым затратам на изготовление аналогичных элементов конструкции старого изделия $t_{эн}$, т.е.

$$K_c = \frac{t_{эн}}{t_{эс}}.$$

Коэффициент сложности устанавливается экспертным путем при сопоставлении чертежей нового изделия и чертежей аналога. Степень сложности изготовления агрегатов, узлов и деталей нового изделия, по сравнению со старым изделием, а следовательно, и трудоемкость их изготовления обычно выше, чем:

- а) больше габаритные размеры и масса;
- б) выше характеристики точности изготовления;
- в) сложнее конфигурация поверхностей;
- г) сложнее монтажные, схемы;
- д) меньше разъемов агрегатов;
- е) больше сварных и клепаных элементов конструкции и меньше цельноштампованных и литых элементов;

- ж) больше новых марок материалов, особенно труднообрабатываемых;
- з) больше диаметры заклепок и болтовых соединений;
- и) более высокие требования предъявляются к взаимозаменяемости деталей, узлов и агрегатов, а также к ресурсу и надежности.

Сводный условный коэффициент сложности (по трудоемкости):

$$K_{сА} = 1 + K_{сА1} + K_{сА2} + \dots + K_{сА}.$$

Общая трудоемкость нового изделия

$$T_n = T_{p.a.} \cdot K_{сА}.$$

Субъективная оценка трудоемкости новых изделий – главный недостаток экспертного метода, который в отдельных случаях может привести к ошибкам.

Технологический расчетный метод требует разработки технологии на производство нового изделия. Технология производства может разрабатываться или поддетально, т. е. на каждую деталь или узел (сборочную единицу), или на типовой представитель однородной конструктивно-технологической группы деталей и узлов, для чего должна быть проведена классификация всей номенклатуры деталей и узлов изделия. Однородно конструктивно технологическая группа должна формироваться из деталей и узлов, родственных по назначению и конструктивным характеристикам, однородных по технологическому процессу и близких по величинам трудоемкости изготовления. Технология как поддетальная, так и на типовые представители, может разрабатываться с различной степенью детализации: 1) операционная — в виде операционных технологических карт; 2) укрупненная — в виде сводных технологических карт на обработку всей детали или узла; 3) маршрутная — только с указанием последовательности прохождения деталей или узлов по стадиям обработки или сборки.

Технологически-расчетным методом устанавливают величину трудоемкости изделия лишь на определенный масштаб выпуска.

Штучное операционное время по видам работ обычно определяют по формуле

$$t_{шт} = t_0 + t_{всп} + t_{орг.обсл} + t_{техн.обсл} + t_{отд},$$

где $t_{шт}$ -штучное время, необходимое на операцию, мин; t_o – основное (технологическое или машинное) время, мин; $t_{всп}$ – вспомогательное время на операцию, мин; $t_{орг.обсл}$ – время на организационное обслуживание рабочего места; $t_{техн.обсл}$ - время на техническое обслуживание рабочего места; $t_{отд}$ - время на перерывы для отдыха и естественных надобностей.

Суммарное штучное время по всем операциям изготовления детали

$$T_{шт} = \sum t_{шт}.$$

Штучно-калькуляционное время для единичного и мелкосерийного производства

$$T_k = \frac{t_{п.з.}}{n} + t_{осн} + t_{доп}$$

где $t_{п.з.}$ – подготовительно-заключительное время; n - число деталей в партии; $t_{доп}$ - дополнительное время.

$$t_{доп} = t_{всп} + t_{орг.обсл} + t_{техн.обсл} + t_{отд}.$$

Приведенные классические методы расчетов необходимы при разработке рабочего проекта, особенно когда проектируются поточные или автоматические линии, но совершенно неприменимы на первых стадиях проектирования заводов и цехов, т. е. при разработке технического проекта.

2. 6. ФОНДЫ ВРЕМЕНИ РАБОТЫ ОБОРУДОВАНИЯ И РАБОЧИХ

Для различных отраслей машиностроения в нашей стране разработаны единые нормы технологического проектирования основных производственных и вспомогательных цехов.

Один из разделов норм посвящен определению расчетных фондов времени работы оборудования и рабочих.

Таким образом, номинальный фонд времени работы оборудования для нескольких смен следует определять по формуле

$$\Phi_{шт} = D \cdot Ч \cdot m,$$

где D — количество рабочих дней в году; $Ч$ — количество рабочих часов в смену;
 m — число смен.

Действительный (расчетный) фонд времени работы оборудования $ч$ рабочих мест должен учитывать потери на ремонт оборудования; тогда действительный фонд времени работы оборудования для одной смены:

$$\Phi_{д.р} = \Phi_n \cdot k_{об.}$$

где $k_{об}$ — коэффициент, учитывающий потери времени на ремонт оборудования.

Таблица 2.1

Исходные данные при определении фондов времени работы рабочих и оборудования

Наименование	Предприятия с нормальными условиями работы				Предприятия с вредными условиями работы			
	5-дневная рабочая неделя			6-дневная рабочая	5-дневная рабочая неделя			6-дневная рабочая неделя
	графики				графики			
	1	2	3		1	2	3	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Продолжительность смены в ч	8,2	8	Утр.—8 Веч.—8 Ночн.—7	7	7,2	7	Утр.—7 Веч.—7 Ноч.—6,5	6
Число смен	2; 1	2; 1	3	2; I; 3	2; 1	2; 1	3	2; 1; 3
Продолжительность рабочей недели, ч	41	41	41	41	36	36	36	36
Количество календарных дней в году	365	365	365	365	365	365	365	365
Количество праздничных дней в году	8	8	8	8	8	8	8	8
Количество рабочих дней в году	253	260	271	305	253	260	271	305
Количество дней отдыха в году	104	97	86	52	104	97	86	52
Количество сокращенных раб. дней в году	6*	6*	6*	58**				

* Продолжительность смены сокращается на один час только в предпраздничные дни.
 ** Продолжительность смены сокращается на один час в предвыходные и предпраздничные дни.

Таблица 2.2

Номинальный годовой фонд времени работы оборудования и рабочих при 5-дневной рабочей неделе

	Фонд оборудования при работе				Фонд времени рабочих
	в одну смену	в две смены	в три смены		
			I группа	II группа непрерывная работа	
Для 8-часового рабочего дня (при 41-часовой неделе)					
Число часов работы в полные рабочие дни	8	8+8	8+8+7	8+8+8	8
Номинальный годовой фонд времени работы в ч	2070	4140	6210	8760	2070
Примечание. При непрерывной работе оборудования в течение 365 рабочих дней в году (по 24 ч в сутки) номинальный годовой фонд времени равен 8760 ч.					

Действительный (расчетный) фонд времени работы оборудования для нескольких смен

$$\Phi_{д.р} = \Phi_{н} \cdot k_{об} \cdot m$$

Таблица 2.3.

Действительный (расчетный) годовой фонд времени работы оборудования, ч (при 41-часовой неделе)

Наименование оборудования	При одной смене			При двух сменах			При трех сменах		
	Номинальный годовой фонд времени, ч	Процент потерь от номинального фонда времени	Действительный годовой фонд времени, ч	Номинальный годовой фонд времени, ч	Процент потерь от номинального фонда времени	Действительный годовой фонд времени, ч	Номинальный годовой фонд времени, ч	Процент потерь от номинального фонда времени	Действительный годовой фонд времени, ч
Металлорежущее и деревообрабатывающее	2070	2	2030	4140	3	4015	6210	4	5960
Металлорежущее свыше 30-й категории ремонтной сложности	—	6	1985	4140	6	3890	6210	10	5590
Автоматические линии в механических цехах	—	—	—	4140	10	3725	6210	12	5465
Оборудование цехов защитных покрытий	2070	5	1965	4140	8	3812	6210	10	5590
Клепальные прессы, СЗУ с программным управлением	2070	4	1985	4140	6	3890	6210	10	5590

Оборудование для изготовления клеесварных конструкций	2070	4	1985	4140	6	3890	6210	10	5590
Оборудование для холодной обработки металла давлением. Для цехов (более 50%) прессы до 100 тс и заготовительное оборудование (гильотинные ножницы, вальцы и т. п.)	2070	2	2030	4140	3	4015	6210	4	5960
Для цехов с (более 50%) прессы от 100 до 1000 тс	2070	-	-	4140	6	3890	6210	12	5465
Оборудование для цехов герметизации топливных емкостей	2070	2	2030	4140	3	4015	6210	4	5960
Печи термические и сушильные	-	-	-	4140	4	3675	6210	6	5840
Печи термические механизированные	-	-	-	4140	6	3890	6210	10	5590

2.7. МЕТОДЫ РАСЧЕТА КОЛИЧЕСТВА ОБОРУДОВАНИЯ И РАБОЧИХ МЕСТ

Потребное количество технологического оборудования можно определить одним из следующих методов:

- 1) по штучной технически обоснованной норме времени или по штучно-калькуляционному времени;
- 2) по суммарной трудоемкости на виды работ, полученной укрупненным методом;
- 3) по часовой производительности оборудования;
- 4) по цикловому времени изготовления изделия;
- 5) по удельным показателям (например, по количеству оборудования на тонну обрабатываемых деталей).

Расчет оборудования для серийного производства наиболее точным методом может быть выполнен по технически обоснованному штучному или штучно-калькуляционному времени, при этом расчет по штучно-калькуляционному времени необходим, если доля подготовительно-заключительного времени, входящая в состав нормы, относительно велика и может повлиять на количество рассчитываемого оборудования.

Тогда для расчета количества необходимого оборудования в соответствии с разработанным технологическим процессом и нормой времени, полученной для каждой операции и типоразмера оборудования, определяют годовой объем станко-часов, необходимых для производства годового количества деталей, с учетом изготовления запасных частей, и делят полученные данные на действительный расчетный годовой фонд работы оборудования. При этом формула будет иметь следующий вид:

$$O_p = \frac{T_{\Sigma k}}{\Phi_{д.р.} \cdot m}$$

где $T_{\Sigma k}$ — суммарное нормированное время, необходимое для обработки годового количества деталей на станках данного типа, в станко-ч; $\Phi_{д.р.}$ —

действительный (расчетный) годовой фонд работы станка в ч; m — число смен работы в сутки.

Суммарное нормированное время для серийного производства подсчитывают на основе штучно-калькуляционного времени и годовой программы цеха с учетом выпуска запасных частей.

Суммарное нормированное время для серийного производства равно произведению штучно-калькуляционного времени для обработки одной детали на станках данного типа на годовое количество обрабатываемых деталей:

$$T_{\Sigma^k} = \frac{t_{шт.к.} \cdot \Pi}{60},$$

где $t_{шт.к.}$ — штучно-калькуляционное время для обработки одной детали на станках данного типоразмера; Π — годовая производственная программа изготовления деталей на станках данного типа.

Для обработки деталей одного типа количество оборудования определяется по формуле

$$O_p = \frac{T_{\Sigma^k}}{\Phi_{д.р.} \cdot m} = \frac{t_{шт.к.} \cdot \Pi}{\Phi_{д.р.} \cdot m \cdot 60}.$$

Расчет количества оборудования для обработки на нем нескольких типов деталей выполняют по формуле

$$O_p = \frac{T_{\Sigma^k}}{\Phi_{д.р.} \cdot m} = \frac{\sum t_{шт.к.} \cdot \Pi}{\Phi_{д.р.} \cdot m \cdot 60}.$$

где Π — количество деталей, закрепляемых за данным видом оборудования.

Однако эти методы приемлемы лишь при проектировании, когда имеется время для разработки рабочих технологических процессов изготовления всех деталей, что практически неосуществимо. Расчет потребного количества оборудования этим методом возможен для части деталей, а именно, деталей, на

изготовление которых разработаны типовые технологические процессы; обычно к этой группе относятся детали, изготавливаемые большим тиражом, или особо сложные детали.

Расчет количества оборудования для поточного производства выполняется в зависимости от величины такта поточной линии.

Величину такта определяют по формуле

$$\tau = \frac{\Phi_n \cdot m \cdot k_{об.}}{\Pi} \quad \text{или} \quad \tau = \frac{\Phi_n \cdot m}{\Pi}$$

где τ — такт поточного производства в ч или мин; Φ_n — номинальный фонд времени работы оборудования для одной смены в ч; m — количество смен; $k_{об.}$ — коэффициент, учитывающий потери времени на ремонт оборудования; $\Phi_{д.р.}$ — действительный расчетный фонд времени работы оборудования с учетом потерь на ремонт в ч; Π — программа выпуска изделий в шт. (для принимаемого расчетного периода).

Определив такт поточной линии, находят расчетное количество оборудования для одной операции в поточной линии:

$$O_p = \frac{t_{шт}}{\tau} \quad (\text{для массового поточного производства});$$

$$O_p = \frac{t_{шт.к}}{\tau} \quad (\text{для серийного и штучного производства}),$$

где O_p — расчетное количество оборудования; $t_{шт}$ — штучное время за данную операцию; $t_{шт.к}$ — штучно-калькуляционное время на данную операцию.

При расчете количества автоматических линий пользуются формулой

$$O_p = \frac{\Pi}{I_{ч}}$$

где O_p — расчетное количество оборудования; Π — планируемое количество деталей; $I_{ч}$ — часовая производительность автоматической линии.

При этом часовая производительность автоматической линии (количество выпускаемых деталей в час) определяется по формуле

$$I_q = \frac{f \cdot k_{об}}{t_l} = \frac{f_p}{t_l}$$

где f — часовой номинальный фонд рабочего времени, выраженный в мин или с; $k_{об}$ — коэффициент, учитывающий потери времени за ремонт оборудования; t_l — оперативное время лимитирующей операции в мин или с; $f_{д.р}$ — часовой действительный фонд рабочего времени в мин или с.

Оборудование, рассчитываемое по укрупненной трудоемкости, полученной одним из рассмотренных в этой главе методов, определяется по формуле

$$O_p = \frac{T \cdot \Pi}{\Phi_{оп} \cdot m}$$

где T — трудоемкость изделия с учетом запасных частей; Π — годовая программа в шт.; m — количество смен.

Все случаи расчета выполняются при условии, что на производственном оборудовании работает один рабочий.

При условии обслуживания оборудования или сборочных станков бригадой рабочих расчет следует выполнять с учетом плотности работ, т. е. количества одновременно работающих на сборочном станке, прессе и т. п.

Например, количество станков на линии главного конвейера сборки агрегатов определяется формулой

$$K_{ст.конв} = \frac{T_{вид.раб}}{\tau \cdot n},$$

а количество ступеней - формулой

$$K_{с.р.} = \frac{T \cdot \Pi}{\Phi_{д.р.} \cdot n \cdot m}$$

где $K_{с.р.}$ — расчетное количество ступеней; T — трудоемкость работ на ступени данного типа в человеко-ч; $\Phi_{д.р.}$ — действенный (расчетный) фонд времени работы ступени в ч; n — плотность работ или количество рабочих, одновременно работающих на ступени данного типа.

Расчет оборудования по технико-экономическим показателям можно выполнять только в тех случаях, если не требуется особая точность расчетных данных или сроки проектирования слишком сжаты. Техничко-экономические показатели могут быть представлены в виде выпуска деталей в тоннах на одну единицу оборудования, в виде потребного количества оборудования на одно изделие и т. п. Тогда расчетная формула оборудования может быть представлена в следующем виде:

$$O_p = \frac{Q}{q \cdot m},$$

где Q - годовой выпуск готовой продукции в кг или шт.; q - годовой выпуск готовой продукции с одной единицы оборудования в одну смену в кг или шт.; m - количество смен.

Если расчетное количество оборудования получается дробным, его округляют до целого числа. Тогда эту величину называют *принятым количеством оборудования* и обозначают $O_{п}$.

Отношение расчетного количества оборудования O_p к принятому $O_{п}$ называется *коэффициентом загрузки оборудования по времени*

$$\eta_z = \frac{O_p}{O_{п}},$$

коэффициент загрузки оборудования по времени всегда меньше единицы.

2.8. МЕТОДЫ РАСЧЕТА ЦЕХОВОГО ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПЕРСОНАЛА

В состав цехового персонала входят производственные рабочие, вспомогательные рабочие, инженерно-технические работники (ИТР), конторский счетно-хозяйственный персонал (КСХ); младший обслуживающий персонал (МОП).

В серийном и опытном производствах количество производственных рабочих можно определять двумя приемами — расчетным путем в зависимости

от трудоемкости выполнения объема работ в человеко-часах и фонда времени рабочего или по количеству принятого оборудования.

При условии многостаночной работы, когда один производственный рабочий обслуживает несколько единиц оборудования, количество рабочих-станочников может быть определено в зависимости от суммарного, штучно-калькуляционного времени на каждую операцию с учетом многостаночного обслуживания:

$$P_p = \frac{T_{\Sigma k}}{\Phi'_{д.р.} \cdot M} = \frac{\sum t_k \cdot \Pi}{60 \Phi'_{д.р.} \cdot M}$$

где $T_{\Sigma k}$ — суммарное штучно-калькуляционное время годового количества деталей; $\Phi'_{д.р.}$ — действительное (расчетное) количество часов работы одного рабочего, год; M — количество станков, одновременно обслуживаемое одним рабочим (коэффициент многостаночности); t_k — штучно-калькуляционное время на обработку одной детали, мин.

При расчете производственных рабочих по укрупненной трудоемкости по видам работ формулу можно представить в следующем виде:

$$P_p = \frac{T \cdot \Pi}{\Phi'_{д.р.}}$$

где T — трудоемкость по видам работ на изделие с учетом запасных частей в человеко-ч; Π — годовой выпуск изделий в единицах; $\Phi'_{д.р.}$ — действительный расчетный фонд времени рабочего в ч.

Для поточного производства и автоматических линий количество производственных рабочих определяется по количеству рабочих мест.

Пользуясь вторым методом, расчет количества производственных рабочих по количеству оборудования выполняют исходя из принятого или установленного количества оборудования $O_{п.}$:

$$P_p = \frac{\Phi'_{д.р.} \cdot m \cdot O_{п.} \cdot \eta_3}{\Phi'_{д.р.}}$$

Если количество рабочих получается дробным, его округляют до целого числа. Полученное число производственных рабочих рассчитывают по профессиям, квалификации (разрядам), с учетом возможности совмещения профессий. Определяют средний разрядный (тарифный) коэффициент и средний разряд по цеху, а также число рабочих, работающих в первой и во второй сменах.

Рассчитав количество производственных рабочих в цехе, определяют необходимое количество вспомогательных рабочих.

К группе вспомогательных относятся рабочие, обслуживающие основное производство: станочники, слесари по ремонту оборудования, приспособлений и штампов, наладчики, электромонтеры, шорники, смазчики, заточники, подносчики инструмента, рабочие по приемке и выдаче инструмента. крановщики, стропальщики.

К счетно- конторско-хозяйственному персоналу относятся: бухгалтеры, счетоводы, делопроизводители, табельщики, учетчики.

Младший обслуживающий персонал (МОП) составляют уборщицы, гардеробщицы, курьеры.

К категории инженерно-технических работников (ИТР) относится весь состав руководящего инженерно-технического персонала, а именно: начальники цехов, их заместители, начальники цеховых бюро, цеховые технологи, сменные инженеры, мастера участков и отделений, диспетчеры.

Численность этих категорий работающих определяется либо в зависимости от числа производственных рабочих по нормам технологического проектирования и технико-экономическим показателям отрасли, либо по штатным ведомостям, которые составляются при проектировании цеха.

2. 9. КЛАССИФИКАЦИЯ И МЕТОДЫ

РАСЧЕТА ПЛОЩАДЕЙ

После того как выполнен расчет количества оборудования и производственного персонала, приступают к расчету площадей.

В соответствии с нормами технологического проектирования вся площадь самолетостроительного завода делится на следующие классификационные группы:

- общая (полезная) площадь;
- рабочая: производственная, вспомогательная;
- подсобная: энергетическая, обслуживающая;
- складская: административно-техническая; бытовая.

Под общей (полезной) площадью завода следует рассматривать сумму всех производственных, вспомогательных, подсобных, складских, административно-технических и площадей бытовых устройств, располагаемых в производственных зданиях и сооружениях. При этом общую площадь необходимо исчислять как сумму площадей всех этажей в пределах внутренних поверхностей наружных стен без площадей, занимаемых лестничными клетками, сквозными шахтами лифтовых подъемников, внутренними стенами, опорами, а также перегородками. Площадь антресолей, обслуживающих площадок, этажерок, галерей и эстакад исчисляется отдельно и включается в общую площадь. Открытые лестницы между этажами; переходы и площадки, предназначенные для осмотра и ремонта оборудования, а также посадочные площадки для машинистов в общую площадь не включаются.

Рабочая площадь (производственная) — это сумма площадей помещений, располагаемых на этажах производственных зданий, а также на антресолях, обслуживающих площадках, этажерках, галереях, эстакадах, в подвалах и прочих местах, предназначенных для размещения производственного оборудования и ступеней участков, на которых изготавливают детали, собирают и испытывают узлы, агрегаты и самолеты в целом.

В состав этой площади входят также: площади под наземным транспортным оборудованием — конвейерными линиями, транспортерами; площади, занимаемые расчетными рабочими местами (верстаки, стенды, плазы); площади, на которых размещаются инструментальные шкафы; места для заготовок и готовых деталей и узлов у оборудования и ступеней; места для межоперационного контроля деталей, узлов и изделий (кроме помещений БЦК);

площади для стендов испытания и отработки самолетных систем, а также площадки для устранения дефектов и сдачи готовых агрегатов и самолетов; площади проходов и проездов между оборудованием и стапелями на территории цеха, кроме общекорпусных проездов. Площади для размещения промежуточных складов ПРОСК и материальных авансовых складов МАСК также относятся к производственной площади.

Вспомогательная площадь в масштабе завода складывается из суммы площадей инструментальных; ремонтно-механических цехов, цехов сборочных приспособлений, а также комплекса цехов специальной технологической оснастки (штампов, станочных приспособлений и т. п.). В цеховом плане к этой площади относятся участки ремонта оборудования и инструмента.

Складская площадь определяется как сумма площадей, которые предназначаются для хранения материалов, химикатов, сжатых газов, готовых изделий, необходимых для производства и ремонтно-хозяйственной деятельности предприятия, а также для хранения готовой, продукции (склады при экспедициях).

В составе цехов к складским площадям относятся: инструментальные кладовые ИРК; кладовые для хранения всех полуфабрикатов и готовых изделий; комплектовочные склады ЦСГД; склады и кладовые запасных частей к оборудованию и стапелям; площади для хранения макетов и контрмакетов к стапельной оснастке в агрегатно-сборочных цехах, кладовые шаблонов во всех цехах. Площади всех кладовых и складов рассчитываются отдельно.

Подсобная площадь:

а) площадь общезаводских энергетических устройств состоит, из суммы площадей, занимаемых котельными, насосными водопровода и канализации, компрессорными, ТЭЦ, трансформаторными подстанциями, распределительными устройствами, станциями газоснабжения (ацетилен, азот, кислород, водород и т. п.), градирнями, бойлерными, резервуарами для воды, водонапорными башнями, артезианскими скважинами, вентиляционными установками, тепловыми узлами управления, тепловыми завесами,

водозаборными сооружениями, а также коридорами, тамбурами, переходами и подвалами технического назначения — монтаж трубопроводов и др. При проектировании цехов в состав этих площадей входят площадки, занимаемые вентиляционными устройствами, кондиционерами воздуха, трансформаторными подстанциями;

б) обслуживающая площадь состоит из суммы площадей, предназначенных для обслуживания внутризаводского транспорта — автогаражи, депо электрокаров, зарядная станция аккумуляторов, железнодорожные службы, цехи утилизации отходов, участки регенерации масел, дворовый цех, пожарное депо и т. д.

Административно-технические площади и площади бытовых устройств:

а) административно-технические службы, размещаемые в производственных зданиях, состоят из заводоуправления, машиносчетной станции или информационно-вычислительного центра, технической библиотеки, технических кабинетов, архивов, учебных классов, бюро пропусков, радиоузла, редакции и типографии, помещения охраны предприятий и т. п.;

б) площади бытовых устройств — площади, занятые гардеробами, душевыми, умывальниками, столовыми-догоотовочными, буфетами, комнатами для принятия пищи, медпунктами, комнатами для личной гигиены женщин, курительными комнатами, спортивными залами и т. п.

Предлагаемая классификация площадей имеет своей целью сблизить нормы технологического проектирования, созданные в машиностроении, со строительными нормами и правилами СНиП.

В технологических частях проектов определяются производственная, вспомогательная, складская площадь и отводится предварительно площадь для энергетических объектов (электроустановок, вентиляционных установок) до окончательного решения этих вопросов в специальных частях проекта.

Площадь служебно-бытовых помещений рассчитывают в архитектурно-строительной части проекта по заданиям, выдаваемым технологами.

Производственную площадь можно определить несколькими путями.

Первый наиболее точный путь — определение количества производственной площади по удельным нормам на единицу оборудования с последующей проверкой этой - площади планировочными решениями.

Второй путь — определение площади по технико-экономическим показателям: по удельной площади на одного производственного рабочего, по удельной площади на один выпускаемый самолет и т. п.

Вспомогательная, складская и прочая площадь, а также площадь конторских и бытовых устройств также принимаются по нормам технологического проектирования.

Производственная площадь цеха определяется по формуле

$$S = O_{\text{п}} \cdot S_{\text{уд}}$$

где S — производственная площадь, м^2 ; $S_{\text{уд}}$ — удельная площадь на единицу оборудования, м^2 ; $O_{\text{п}}$ — количество единиц принятого в проекте оборудования.

В стадии рабочих проектов производственная площадь уточняется принятой планировкой оборудования, конвейерных и автоматических линий.

Вспомогательная, складская и прочая площадь принимается по таблицам и корректируется планировкой.

Общая площадь цеха, корпуса или блока может быть определена по формуле

$$S_{\text{о}} = \sum O_{\text{п}} \cdot S_{\text{уд}} \left(1 + \frac{a+b}{100} \right) + \sum S_{\text{быт}}$$

где $S_{\text{о}}$ — вся площадь, м^2 ; a — коэффициент вспомогательной площади в %; b — коэффициент, учитывающий площадь, занятую корпусными проходами, вентиляционными площадками, трансформаторными и т. п., %; $S_{\text{быт}}$ — площадь бытовых устройств, м^2 .

2.10. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ КОМПОНОВКИ И ПЛАНИРОВКИ ЦЕХОВ

Рассчитав площади цеха, приступают к размещению в нем технологического оборудования в соответствии с принятыми технологическими схемами организации производственных процессов.

Компоновка и планировки — сложнейшие этапы проектной работы — представляют собой ту часть проекта, которая увязывает все звенья заводского механизма и превращает его в единую слаженную систему технологических и инженерно-технических служб.

Компоновка — это чертеж с изображением на нем в плане производственных, вспомогательных, складских, энергетических и конторско-бытовых помещений цеха или нескольких цехов в корпусе или части блока без пространственного размещения оборудования.

Планировкой цеха называется графическое изображение на плане и разрезах всего оборудования, автоматических линий, ступеней, подъемно-транспортных устройств и инженерных сетей, предназначенных для обслуживания технологических процессов.

Сложность выполнения этих работ заключается в необходимости глубокого анализа взаимосвязанных факторов, влияющих на планировку, и умении выбирать из них решающие, определяющие целесообразность того или иного варианта пространственного размещения оборудования. В планировочных работах собираются воедино все вопросы, связанные с осуществлением технологических процессов, организацией производства и экономикой, техникой безопасности и промышленной санитарией, с проектированием средств транспорта и с внедрением автоматики и телемеханики.

2.11. КЛАССИФИКАЦИЯ И ХАРАКТЕРИСТИКА

ТИПОВ ПЛАНИРОВОК

В основе любой планировки оборудования цехов должны быть заложены принципы, составляющие содержание современного промышленного производства — перемещение производственных элементов относительно друг друга.

К этим производственным элементам относятся: заготовки или объекты производства; оборудование; производственные рабочие, занятые либо формообразованием, либо изменением механических свойств и вида материала, либо сборкой и испытанием изделий. Взаимная пространственная связь этих факторов определяется компоновкой всего завода в целом и планировкой оборудования в цехах. Различные организационные формы перемещения производственных элементов, выражаемые планировкой, т. е. пространственным размещением оборудования, транспортных средств и т. п. могут быть представлены двумя типами.

Первый тип планировки характеризуется перемещением оборудования и производственного персонала при неподвижном объекте производства. В качестве примера можно привести сборку агрегата в одном блоке, сборку изделия на одном рабочем месте, отработку систем оборудования с передвижными стендами-имитаторами, специальными машинами (передвижные компрессоры, генераторы и т. п.).

Второй тип планировки - основной, характерный для современного машиностроения, предусматривает осуществление производственного процесса при стационарном положении оборудования и перемещении обрабатываемой заготовки или собираемого изделия от одного рабочего места к другому в соответствии с требованиями технологического процесса изготовления или сборки этого изделия.

Планировка оборудования по второму типу в зависимости от принимаемых в проекте форм организации производственных процессов может

выполняться в различных вариантах, наиболее типичные из которых следующие.

1. *Планировка оборудования по технологическому признаку*, т. е. признаку общности технологических процессов — термические цехи, цехи защитных покрытий, или по признаку родственности групп оборудования — группа токарных станков, группа фрезерных станков и т. д.

Особенностью планировки является отсутствие регламентации движения деталей в цехе.

2. *Планировка оборудования*, соответствующая требованиям поточно-конвейерного производства — автоматические и поточные линии в механических цехах, изготовление узлов и агрегатов изделия на поточно-конвейерных линиях в агрегатно-сборочных цехах, планировка главных конвейерных линий в цехах окончательной сборки и т. п.— должна выполняться строго по технологическому процессу и принципам поточного производства.

При выборе организационно-технологических типов и вариантов планировочных решений надо знать их преимущества и недостатки. Первый тип планировки со стационарными рабочими местами, особенно при сборке изделий, имеет следующие преимущества:

— сокращается протяженность путей перемещения основного изделия в связи с удлинением путей перемещения входящих деталей и узлов;

— повышается ответственность исполнителей за качество работ, так как вся работа выполняется одной бригадой с начала до конца;

— планировка легко перестраивается при переходе к производству изделия нового типа и не требует серьезного переоборудования рабочих мест;

— планировка допускает возможность собирать последовательно на одном рабочем месте различные типы изделий, входящих в производственную программу цеха.

Основным недостатком этого типа планировки является несовершенство форм организации производства, свойственное опытному или штучному

производству. При этом типе планировок невозможно организовать ритмичное производство.

Второй тип планировки с вариантом размещения оборудования по технологическому или групповому признаку имеет следующие преимущества:

- повышает коэффициент загрузки оборудования по времени в связи с возможностью закрепления за рабочим местом номенклатуры деталей, необходимой для полной загрузки оборудования;

- благодаря гибкости и универсальности планировки дает возможность при частой смене объектов производства без большой перестройки переходить на новые типы изготовления и сборки продукции;

- обеспечивает непрерывность производственного процесса в случае поломки станков благодаря возможности замены их другими станками той же группы.

К недостаткам размещения оборудования по технологическим групповым признакам относятся:

- увеличенная протяженность транспортных путей, а следовательно, необходимость в увеличении количества транспорта;

- требование высокой квалификации рабочих-универсалов;

- отсутствие стройного процесса передачи всей массы деталей с операции на операцию (требования к догрузке оборудования приводят к беспорядочному движению деталей по цеху).

Планировка оборудования по второму типу с вариантом расстановки оборудования по признакам поточно-конвейерного производства являясь основным типом планировочных решений, имеет следующие:

преимущества:

- сокращает расстояние межоперационных транспортировок заготовок от одного станка к другому;

- обеспечивает непрерывность движения заготовок, деталей, узлов панелей, секций и агрегатов, сокращает их количество в незавершенном

производстве, необходимое для нормального осуществления!
производственного процесса;

— сокращает производственный цикл изготовления деталей и агрегатов благодаря разделению процесса на элементарные операции:

— способствует освоению рабочим нескольких профессий для внесения разнообразия в его труд;

— планировка по поточному признаку упрощает управление производством и сокращает количество производственной документации.

Следует отметить, что поточно-конвейерное производство может потребовать больших площадей и понизить коэффициент загрузки оборудования по времени, что обычно компенсируется увеличением выпуска продукции с единицы площади и оборудования.

При планировочных работах очень трудно выдержать принцип единого планировочного решения для всего цеха в целом.

Даже тогда, когда ставится задача создания комплексно механизированных и автоматизированных цехов, планировка ряда цехов будет иметь смешанный характер — совокупность типов и вариантов в зависимости от технологической и экономической целесообразности рассматриваемого решения.

2.12. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ КОМПОНОВКИ

И ПЛАНИРОВКИ ЦЕХОВ

Компоновочные и планировочные работы должны выполняться на основе строго научного подхода.

Содержание научного метода предусматривает:

1) определение задач, которым должно отвечать пространственное размещение завода в целом и каждого его цеха отдельно;

2) сбор и оценка накопленного фактического материала;

3) анализ фактического материала на основе объективных методов современной науки и техники;

4) разработка вариантов технических решений компоновок и планировок и их теоретическое обоснование;

5) проверка результатов работы после осуществления проекта в натуре.

Этот метод научного подхода необходим как при разработке технического проекта, так и при разработке рабочих чертежей.

Научный метод решения проектных задач предполагает строгую последовательность работ, разбиваемых на несколько этапов.

На первом этапе разрабатывается принципиальная технологическая схема генерального плана, уточняется размещение всех производственных цехов и служб в пространстве, отрабатываются схемы грузопотоков по заводу в целом.

На втором этапе разрабатывается компоновка корпусов с размещением в них цехов, прорабатываются общие вопросы межцеховых связей, выявляются грузопотоки по каждому цеху отдельно, в пределах блока или рассматриваемого корпуса, уже увязанного с общей схемой генерального плана.

На третьем этапе разрабатываются конкретные планировки цехов, вопросы транспортировки, автоматизации управления производственными процессами.

Из приведенной схемы разделения работ на этапы следует, что к выполнению рабочих планировок можно приступить лишь после того, как решены общие вопросы.

При выполнении планировочных работ рекомендуется принимать за основу следующие принципы.

1. Размещение оборудования в цехе должно строго отвечать разработанному или типовому технологическому процессу, каждый станок и рабочее место устанавливаются в порядке последовательности выполнения технологических операций, операций контроля и сдачи изделия или деталей.

2. Производственные отделения в цехе и вспомогательные службы должны быть размещены таким образом, чтобы эксплуатация их обходилась возможно дешевле, а планировка оборудования выражала прогрессивность принятых в проекте форм организации производства!

3. Планировочные решения должны отвечать условиям надежной и безопасной работы производственного персонала. Поэтому решение всех вопросов, связанных с размещением оборудования, приближением его к стенам, колоннам и выступающим отопительным и другим устройствам, с обслуживанием цеха и пролета кранами, с выделением в отдельные отсеки и выгороженные пролеты помещений, где производятся пожаро- и взрывоопасные работы, должно быть подчинено основной цели — созданию максимальных удобств для рабочего и, следовательно, повышению производительности его труда.

4. Планировка производственного цеха должна отвечать задачам наибольшего съема продукции с одного квадратного метра производственной площади. Кроме того, планировка должна предусматривать возможность максимального увеличения объемов производства, переход на ритмичную работу по плану выпуска изделий в условиях военного времени без коренной реконструкции, перестановки оборудования, переделки транспортных и конвейерных устройств.

5. Планировка должна быть гибкой и разрабатываться с учетом возможности выпуска изделий разных типов при наиболее полном использовании производственных площадей.

6. Планировка, как уже отмечалось, должна отражать внедрение поточного производства и предусматривать средства межоперационного транспорта. Более того, планировка оборудования должна создавать такие условия, когда без применения определенного комплекса наиболее прогрессивных средств оснащения производственного процесса работа становится невозможной.

7. Одним из существенных условий хороших планировочных решений является сокращение производственного цикла, что достигается ликвидацией или доведением до минимума незавершенного производства, межоперационных заделов, а следовательно, и площадей промежуточных складов. Необходимо широко практиковать принцип подвесных конвейерных и транспортирующих средств — правило *деталь не должна лежать на полу* следует соблюдать так же строго, как и на автомобильных заводах.

8. Хорошая планировка должна предусматривать возможность механизации и автоматизации труда инженерно-технических работников, т. е. в ней должны быть предусмотрены средства первичной информации, учета и управления.

9. Планировка должна предусматривать правильное размещение руководящего технического персонала — инженерно-технические работники должны иметь рабочие места на участках, которые они обслуживают.

10. Планировка должна способствовать бесперебойному поступлению материалов и деталей на рабочие места; грузопотоки не должны пересекаться, движение материала должно быть прямоточным, а грузы легко перемещаться в требуемом направлении, не пересекая и не перекрывая основных проходов, проездов и дорог, предназначенных для движения людей.

11. В планировочных решениях должны быть предусмотрены кратчайшие пути перемещения заготовок, деталей, узлов, панелей, секций, агрегатов и изделий в процессе производства, исключая возвратные движения изготавливаемого объекта.

12. Планировка должна быть такой, чтобы изделия, выпускаемые цехом, не подвергались многократным перевалкам, что устранит возможность их повреждений, а следовательно, обеспечит высокое качество выпускаемой продукции.

13. В планировке производственного помещения должно быть предусмотрено рациональное использование не только площади, но и всего объема проектируемого цеха. Высота здания должна быть использована для размещения

проходных складов деталей, узлов и агрегатов, различных транспортных устройств, в частности, подвесных конвейеров толкающего типа с автоматическим адресованием грузов.

Лучший вариант планировки должен обеспечить минимальную себестоимость изготовления продукции и способствовать наиболее рациональному использованию оборудования, материалов, систем обслуживания технологических процессов, а также непрерывному повышению производительности труда рабочих.

При разработке планировок необходимо учитывать по возможности и все технические факторы, которые могут повлиять на качество принимаемых решений. К этим факторам относятся:

1. Технические способы получения, первичной складской обработки, хранения и выдачи в цех материалов. Способы хранения и выдачи в цех на рабочее место длинномерных материалов — профилей, труб, листов. Количество материалов.

2. Особенности технологических процессов изготовления деталей, сборки узлов, панелей, секций агрегатов и испытания готовых изделий.

3. Оборудование, его характеристика, габаритные размеры; вертикальные отметки рабочих столов; подход к оборудованию транспортных средств со стороны фронта загрузки оборудования; способы снятия и передачи деталей на последующие операции и т. п.

4. Межоперационный транспорт; особенности и характер межкорпусного — внутризаводского транспорта; выход и связь завода с внешним транспортом.

5. Система хранения материалов и деталей на рабочих местах, объемы межоперационных страховых запасов.

6. Эксплуатационное и ремонтное обслуживание оборудования; снятие узлов станков, увязка кранов с межоперационным транспортом и т. п.

7. Характер промышленных сооружений. Оборудование здания крановыми средствами. Сантехустройства.

8. Гибкость планировки — учет перспективы развития производства: переход на новые объекты, на новые технологические процессы, на постепенное наращивание средств комплексной механизации и автоматизации производственных процессов.

Все организационные и технические факторы при разработке планировок должны учитываться и анализироваться. В процессе анализа необходимо определить из этих факторов наиболее значимые для данного случая, чтобы учесть их в планировке, пренебрегая остальными или сводя их практическое воздействие на ход производства к минимуму.

2.13. ОРГАНИЗАЦИЯ ГРУЗОПОТОКОВ

ПРИ ПРОСТРАНСТВЕННОМ РАЗМЕЩЕНИИ ОБОРУДОВАНИЯ

При проектировании цехов самолетостроительного завода существенным производственным фактором, от которого будут зависеть размеры площадей, проездов и проходов, высоты промышленных зданий, компоновка всех производственных цехов в пространстве, являются грузовые потоки.

Применительно к машиностроению потоки можно классифицировать по видам движения: прямолинейный поток; поток елочкой, или, как говорят, зигзагообразный поток; кольцевой поток; U-образный поток; поток по несимметричной кривой.

Наличие длинномерных материалов—листов, профилей, а также заготовок и агрегатов, имеющих большие габариты и массу, обуславливает размещение всего технологического процесса на одной прямой.

Такое размещение цехов и служб должно исключать неоправдываемые пробеги материалов и деталей, неудобные повороты из пролета в пролет, петли, возвратное движение заготовок, движение заготовок навстречу движению людей и готовых деталей. Передача деталей в обрабатывающих цехах от операции к операции по ходу технологического процесса также должна

удовлетворять условиям прямоточного производства, т. е. прямолинейному перемещению грузов, или перемещению грузов по кратчайшему расстоянию.

Транспортировка отходов (стружки, обрезки) не должна нарушать общей направленности грузовых потоков. Уборка отходов может проектироваться конвейерными устройствами в разных отметках — в траншеях (ниже уровня пола) или на подвесных дорогах (выше уровня пола). Транспортировка отходов не должна мешать движению основных питающих грузовых потоков.

Заготовительно-штамповочные цехи машиностроительных заводов необходимо размещать на транспортных магистралях, соединяющих склады цветных металлов с производственными участками заготовительно-штамповочных цехов, а склады готовых деталей заготовительно-штамповочных цехов с отделениями агрегатно-сборочных цехов, с выходом агрегатных цехов в цехи окончательной сборки.

Выполнение этих требований сопряжено со значительными трудностями. В комплексе технологического процесса имеются операции, свойственные многим цехам изготовления деталей, например операции термической и химической обработки деталей, операции гальванических и лакокрасочных покрытий, многие виды контроля, которые характеризуются относительно малой трудоемкостью, а следовательно, недостаточной загрузкой оборудования.

Если при массовом производстве сравнительно легко решать задачу установки термического оборудования в механических или заготовительно-штамповочных цехах в технологических потоках, то при относительно малых объемах производства установка специального термического и гальванического оборудования часто становится экономически недоказуемой из-за длительных сроков окупаемости этого оборудования.

В этих случаях проектировщики обычно принимают вариант создания централизованных цехов, обслуживающих все цехи завода этими видами обработки. Такое решение, естественно, нарушает грузопотоки, часть цехов отдалается от мест осуществления этих промежуточных или конечных

операций. Четкость грузопотоков нарушается и в связи с неизбежным возвратом деталей с промежуточных операций на чистовую обработку (например, штамповка после промежуточной термообработки, подварка после контроля).

В этом случае надо решать главную задачу пространственного размещения основного грузопотока, не отвлекаясь на частности, как на неизбежное противоречия в любой планировке. Причем *технология перемещения грузов должна превратиться в самостоятельный раздел инженерной науки, ибо без четкого технологического процесса перемещения грузов во времени и пространстве совершенно невозможна автоматизация процессов межоперационного и межцехового транспорта.* Принципиальная схема теоретических грузопотоков показана на рисунке 2.1.

Техника проектирования грузопотоков. В основе проектирования грузопотоков лежит технологический процесс изготовления деталей, узлов, агрегатов и изделий в целом. Анализируя технологический процесс, намечают маршрут движения деталей. Подбирают необходимое количество однородных деталей или, используя принцип групповой обработки, обеспечивают необходимую загрузку поточной линии. Причем очевидно, что наиболее эффективной формой организации грузопотоков являются поточные линии, многономенклатурные переменные-поточные линии, автоматические линии. Чем четче форма поточного производства, тем легче организовать движение грузов.

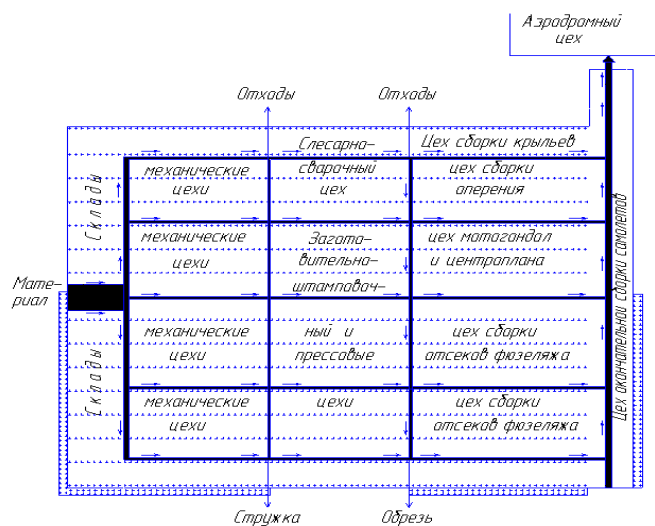


Рис. 2.1. Теоретическая схема грузопотоков на заводе

При разработке грузопотоков, после того как намечена принципиальная схема генерального плана и общая компоновка цеха, составляют шахматную ведомость движения грузов, в которой должны быть показаны пункты назначения, пункты отправления, количество грузов и т. п.

В тех случаях, когда количество изготавливаемых деталей, масса исходных материалов и отходов составляют значительные величины, проектировщик более тщательно должен проанализировать несколько вариантов организации грузопотоков и выбрать наиболее экономичный, учитывая протяженность трасс, стоимость конвейерных или транспортных устройств, необходимых для транспортировки материалов, заготовок и межоперационной передачи деталей. Для решения этих задач следует использовать ЭВМ.

При изучении фактического состояния движения грузов на действующем заводе используют систему перфокарт.

На счетной станции собирают перфорированные карты, являющиеся приемо-сдаточными документами за исследуемый отрезок времени, и подсчитывают на счетных машинах итоги отправки и приемки грузов-

Однако такие подробные расчеты следует выполнять единожды для получения нормативных шахматок. Этими нормативными данными, достаточными для расчета абсолютных величин грузопотоков и определения количества транспортных средств, следует пользоваться на всех стадиях проектирования.

Теория графического построения грузопотоков предусматривает изучение связей между смежными операциями и выбор наикратчайшего расстояния для передачи детали или узла с операции на последующую операцию, а также транспортировку отходов.

Грузовой поток можно изображать графически в виде масштабной схемы на плане цеха, корпуса или на генеральном плане завода. Грузопотоки можно изображать и просто линиями, показывающими направление движения потока вершинами стрелок.

Графическое изображение грузового потока окончательно уточняет размещение всех цехов на генеральном плане завода, оборудования внутри производственных участков каждого цеха и показывает прохождение материалов и деталей, а также транспортировку отходов через цехи и все производственные участки этих цехов.

За рубежом некоторые проектировщики считают, что в мелкосерийном производстве с большой номенклатурой обрабатываемых деталей, невозможно разработать теоретически и организовать на практике единое направление грузового потока. Исходя из этих предпосылок, а также стремясь осуществить принцип кратчайшего пути, они предложили идею *планировки и организации грузопотоков по треугольнику*. Эта теория опирается на основное правило: *между двумя соседними станками не должно быть межоперационных транспортных средств*.

При таком расположении оборудования деталь после обработки на одном станке передается на последующую операцию непосредственно основным производственным рабочим, либо передвижной этажеркой, либо поворотным стеллажом, положение которых должно быть одинаково удобно для двух смежных станков. Три станка могут быть установлены в вершинах треугольника; такая планировка, как уже было сказано, исключает специальные межоперационные транспортные средства между ними. Однако при наличии в технологическом процессе четвертого станка его пространственное размещение невозможно без межоперационного транспорта. Четвертый станок связан только с двумя из трех станков; расстояние до любого третьего станка будет большим. Если же станков, связанных между собой последовательностью операций, несколько, то они должны быть расположены при треугольной планировке *внутри данной площадки*. От некоторых станков к другим имеется несколько путей; данный станок должен быть расположен так, чтобы он полностью обеспечивал какой-либо один из соседних с ним станков.

Эта идея может быть успешно использована при планировке участков многостаночного обслуживания.

2.14. ТЕХНИКА ВЫПОЛНЕНИЯ И ОФОРМЛЕНИЯ КОМПОНОВОК И ПЛАНИРОВОК

Компоновки корпусов, зон производственных комплексов или отдельных цехов выполняются, как правило, в масштабе 1 :200 или 1:500 — в масштабе, более мелком, чем планировки. Такой масштаб более удобен, так как дает возможность на чертеже малого размера представить всю задачу в целом, что очень важно на этапе распределения площадей между службами завода или цеха.

Техника выполнения компоновок предусматривает графическое изображение коробки промышленного здания, подвалов, нанесение условных обозначений колонн, окон, дверных проемов, вводов железнодорожных путей, опорных и подвесных кранов, площадок для установки вентиляционных устройств и т. п.

Перед началом работы намечают основную цель, которой должны отвечать компоновка и планировка как генерального плана в целом, так и каждой зоны и каждого цеха отдельно.

На первом этапе решают вопросы целесообразности объединения мастерских цеховых механиков, заточных отделений, отделений по ремонту инструмента, кладовых выдачи чертежей, инструментальных кладовых и превращения этих служб в общекорпусные или зональные службы для корпусов-блоков вместо раздробленных цеховых ячеек.

Затем намечают границы цехов, общекорпусных проездов, определяют районы размещения трансформаторных, компрессорных станций. После того как определены границы цехов, приступают к определению границ основных производственных отделений в каждом цехе, исходя из последовательности технологического процесса, а также вспомогательных служб, необходимых для обслуживания производства. Намечают в соответствии с требованиями технологического процесса легкие или капитальные перегородки, изолирующие те или иные участки производства.

Компоновка производственных отделений и вспомогательных служб дает возможность графически увязать принимаемые технические решения по размещению цехов во всей совокупности площадей цеха завода и определить направление и характер грузопотоков, которые в соответствующем масштабе должны наноситься на компоновочные схемы.

Планировки выполняются на листах миллиметровки или на ватмане. Удобнее планировку делать на миллиметровке, так как это исключает необходимость производить измерения во время планировочных работ. Так же как и для компоновки, на листе вычерчивают габариты корпуса со всеми условными обозначениями. Затем приступают к планировке.

Обычно техника планировочных работ сводится к раскладыванию вырезных габаритов оборудования, выполненных в масштабе 1: 100 или для больших цехов — в масштабе 1 : 200.

Вырезные габариты выполняются из плотного картона или на обычной синьке после получения на ней габаритов оборудования светокопировальным путем.

В проектных институтах вырезные габариты изготавливаются на прозрачном пластике, контуры габаритов оборудования на которых наносятся электрографическим методом.

В проектной практике часто пользуются пространственными моделями станков и установок, которые дают возможность наглядно представить планировочные задачи, выполняемые в проекте (темплетный метод).

Вырезные габариты оборудования и ступеней следует выполнять, учитывая зону обслуживания, на которую необходимо отводить 800 мм по его фронту. Место рабочего обозначается кружком $\varnothing = 500$ мм в масштабе 1 : 100 или 1 :200, половина кружка заливается тушью, светлая сторона означает лицо рабочего. В габаритные размеры оборудования должны входить максимальные размеры ходов его элементов — столов, порталов, хоботов и т. д., а также выступающие части материала и заготовок.

После того как на плане разложены в соответствии с ходом технологического процесса вырезные габариты оборудования, изучены и найдены методы подачи заготовок, закладки деталей, панелей и секций в стапели, намечены способы выемки агрегатов из стапелей, определены контрольные места, намечены и спланированы участки для сборки агрегатов, проработаны средства межоперационного и межцехового транспорта, приступают к закреплению вырезных габаритов на плане цеха. Вырезные габариты прикрепляют кнопками, булавками, а габариты из прозрачного пластика — круглым магнитиком, по размеру имитирующим место рабочего. Под миллиметровку, на которой выполняется планировка с креплением вырезных габаритов магнитиками, подкладывают металлический лист.

После того как планировка рассмотрена и принята руководством, вырезные габариты обводят карандашом под копировку на кальке, либо фотографируют фотоконтактным методом в необходимом количестве экземпляров.

Компоновки и планировки выполняются в условных обозначениях, принятых в проектной практике с учетом ЕСКД.

Расстояния стапелей от стен и выступающих строительных конструктивных элементов — отопительных приборов, колонн, — разрыв между станками, прессами и стапелями приводятся в нормах технологического проектирования при рассмотрении методики проектирования; отдельных цехов.

К общим вопросам, характерным для планировок всех цехов, относятся методика определения длины и ширины цеха и методика назначения ширины его пролета. Длина цеха определяется длиной технологических линий, или длиной марша. *Длиной технологической линии, или длиной марша,* называется размер, полученный при расстановке оборудования в порядке последовательности технологических операций.

В длину технологической линии входят размеры загрузочных площадок, габаритные размеры станков, разрывы между станками, образующими на планировке длину марша (оборудование может стоять под, углом),

контрольные посты, стенды предъявления изделий заказчику. Для механических цехов эта длина укладывается в 40—60 м. Для агрегатно-сборочных цехов длина марша может быть от 180 до 600 м в зависимости от степени технологического расчленения агрегатов.

В этих случаях очевидно необходимо технологическую линию пускать в несколько потоков в одном пролете, если это разрешают габариты изделий, оборудования, или в нескольких смежных пролетах. При использовании нескольких пролетов возникает проблема передачи особенно длинномерных деталей или агрегатов из пролета в пролет. Для деталей, обрабатываемых в механических цехах, для длинномеров можно использовать обычные транспортные средства — электрокары, рольганги, монорельсы, краны-укосины, работающие с расчетом обслуживания двух станков, размещенных в двух смежных пролетах. Для агрегатных цехов эта задача сложнее. При планировке агрегатных цехов необходимо стремиться к тому, чтобы крупные секции и агрегаты после ступеней перемещались по прямой и только в тех случаях, когда это совершенно невозможно, передачу агрегата из пролета в пролет следует осуществлять при помощи специального устройства.

Таким специальным устройством могут быть подвесные краны со специальными стыковочными механизмами.

Ширина пролета зависит от габаритов изделия, габаритов оборудования, а также от технологического процесса, принимаемого на заводе. Так, выемка агрегатов из ступеней вбок или вперед вдвое увеличивает требуемую площадь в отделении ступенчатой сборки и, естественно, может влиять на выбор ширины пролета.

Ширина пролета определяется планировкой, т.е. необходимым количеством рядов ступеней или единиц оборудования в пролете, при обеспечении нормальных проходов и проездов, достаточных для подачи заготовок к рабочим местам и для транспортировки готовых агрегатов.

К общим планировочным вопросам относятся также вопросы, связанные с назначением шага колонн. При назначении размеров шага следует учитывать

характеристики наиболее типичных агрегатов летательных аппаратов и возможность передачи их из пролета в пролет. Шаг колонн должен быть не меньше 12 м.

Не меньшее значение имеет методика назначения высот корпусов, учитывающая следующие параметры: высоту оборудования или ступеней; способы транспортировки и размеры агрегатов в случае транспортировки их над ступенями; габаритные размеры траверс и строп, кранов или транспортирующих устройств; размеры зазоров при транспортировке.

При планировке цехов необходимо сразу назначать место примыкания бытовых помещений; как правило, бытовые помещения должны примыкать в перпендикулярном направлении к пролетам размещения цехов, при этом каждый цех должен иметь свой участок бытовых помещений и контор.

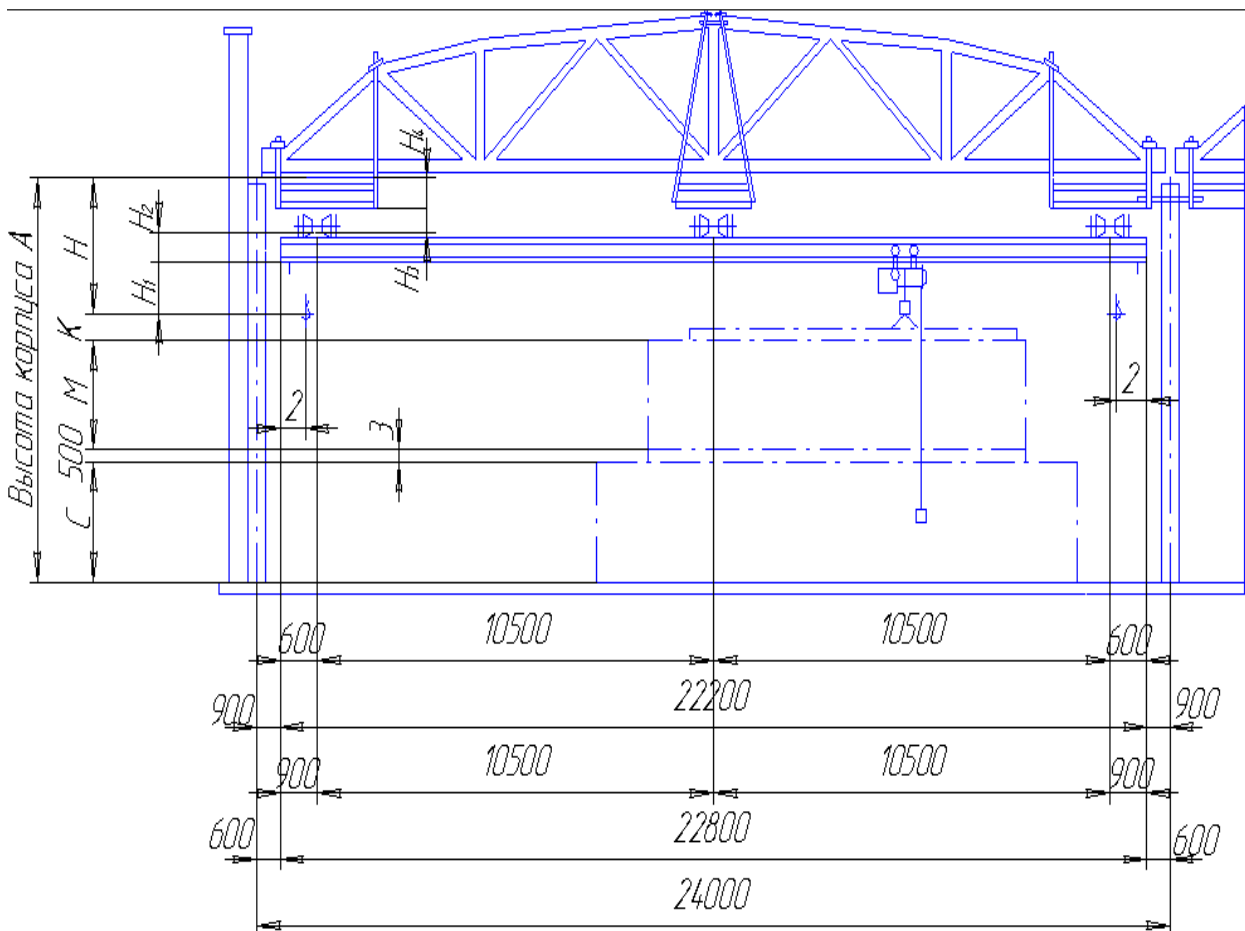
При параллельном примыкании к пролетам бытовые помещения могут оказаться отрезанными вспомогательными стенами, предназначенными для изоляции производственных участков или вспомогательных служб.

ГЛАВА 3. ТРЕБОВАНИЯ К ПРОМЫШЛЕННЫМ ЗДАНИЯМ.
Статья I. ЭЛЕМЕНТЫ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

3.1. ОДНОЭТАЖНЫЕ ПРОМЫШЛЕННЫЕ ЗДАНИЯ

Промышленные здания, предназначенные для размещения производственных, вспомогательных цехов и специальных служб завода в виде основных корпусов, ангаров, компрессорных, сооружаются из сборного железобетона.

Выполнение этого условия стало возможным после принятия решений Правительства и утверждения в государственном масштабе номенклатуры сборных железобетонных изделий заводского изготовления для одноэтажных промышленных зданий и многоэтажных корпусов конторско - бытового назначения.



На рис.3.1. Схема определения высоты промышленного корпуса с 24-метровым пролетом, оснащенный однобалочным подвесным краном

Одноэтажный промышленный корпус собирают из унифицированных конструктивных элементов — фундаментных балок, колонн, стропильных и подстропильных ферм, стеновых панелей, плит перекрытия и т. д.

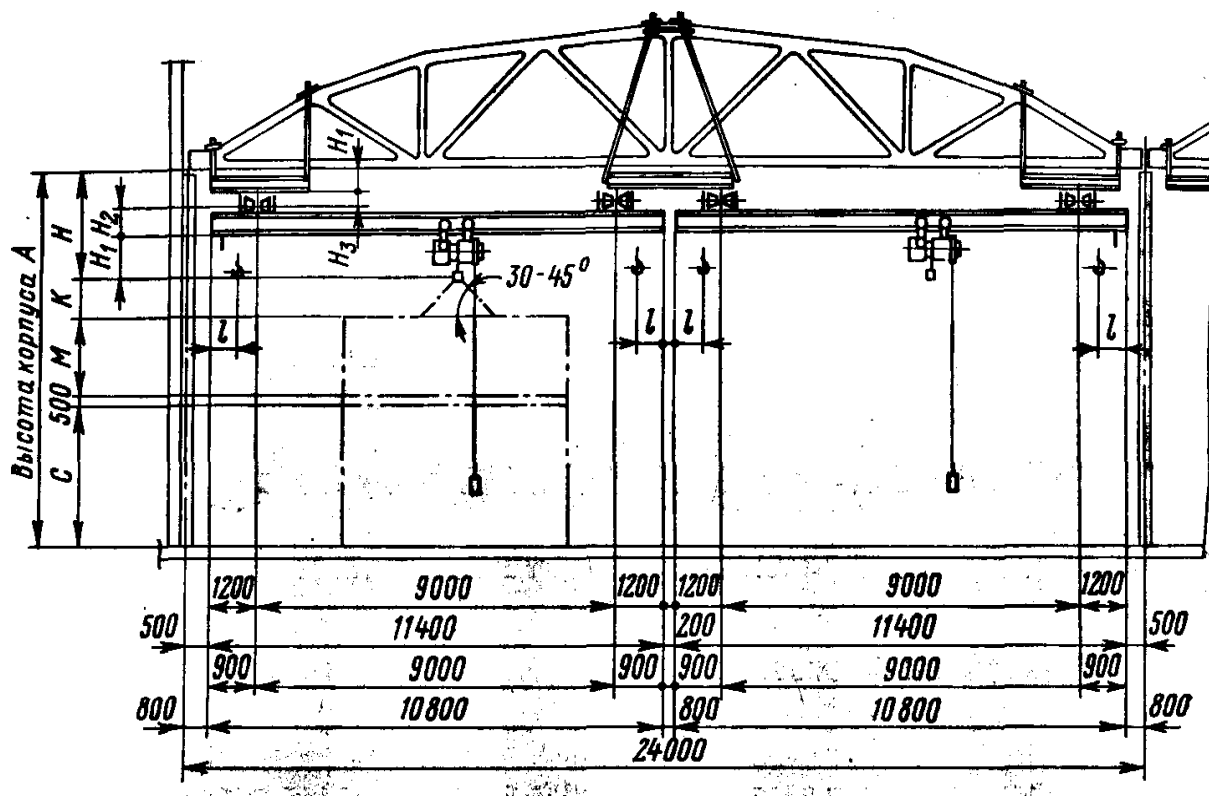


Рис. 3.2. Схема оснащения 24-метрового пролета двумя однобалочными подвесными кранами

Сборные железобетонные конструкции монтируются и соединяются непосредственным опиранием, заливкой стыков бетоном или сваркой стальной арматуры.

Промышленный корпус характеризуется размерами пролета L , шагом колонн t , или иначе, сеткой колонн $L \times t$, длиной корпуса в направлении длины технологического марша, шириной корпуса или количеством пролетов, занимаемых под производство, высотой корпуса до нижних поясов несущих ферм, видом крановых нагрузок (опорные и подвесные краны), конструкцией кровли и световых проемов, которые могут оформляться в виде светоаэрационных фонарей или световых проемов, а для особо точного производства — наличием или отсутствием оконных проемов.

Пролетом промышленного здания называется расстояние между осями колонн в направлении несущих конструкций покрытий (силовых ферм или балок покрытий). Ширина пролета не может и не должна лимитироваться габаритными размерами крановых устройств.

Шагом колонн называется расстояние между колоннами в направлении, перпендикулярном к несущим конструкциям покрытий (фермам покрытия).

Крановые средства при всех обстоятельствах являются производными от технологического процесса и назначаются в зависимости от размеров пролета. Это особенно характерно для пролетов сборочных цехов и ангаров.

Высота промышленных зданий складывается из ряда величин — технологических составляющих производственного корпуса. На рис.3.1. показаны составляющие, которые необходимо учитывать при назначении высоты корпусов, оснащенных подвесными однобалочными кранами.

Как видно из приведенного чертежа, высоту корпуса можно определить по следующей формуле:

$$A=C+3+M+K+N,$$

где A — высота корпуса до нижнего пояса фермы, мм; C —высота стапеля, мм; 3 — зазор между верхней точкой стапеля и агрегатом, проносимым над стапелем (обычно принимается по нормам равным 300—500 мм); M —габариты (высота) агрегата, транспортируемого краном, мм; K —габаритные размеры траверсы и строп, зависящие от длины агрегата и расстановки такелажных узлов или баз (при угле наклона строп к горизонту $\alpha =30—45^\circ$); N — расстояние от крюка до нижнего пояса фермы, мм.

Грузоподъемная сила в тс	Статья	H_1	H_2	H_3	H_4	l
0,5	1645	630	275	240	500	595
1	1985	860	325	300	500	655

2	2400	1030	510	360	500	690
3,2	2745	1310	485	450	500	670
5	3110	1520	640	450	500	880

Таблица 3. 1

Определение высоты корпуса при оснащении одним краном

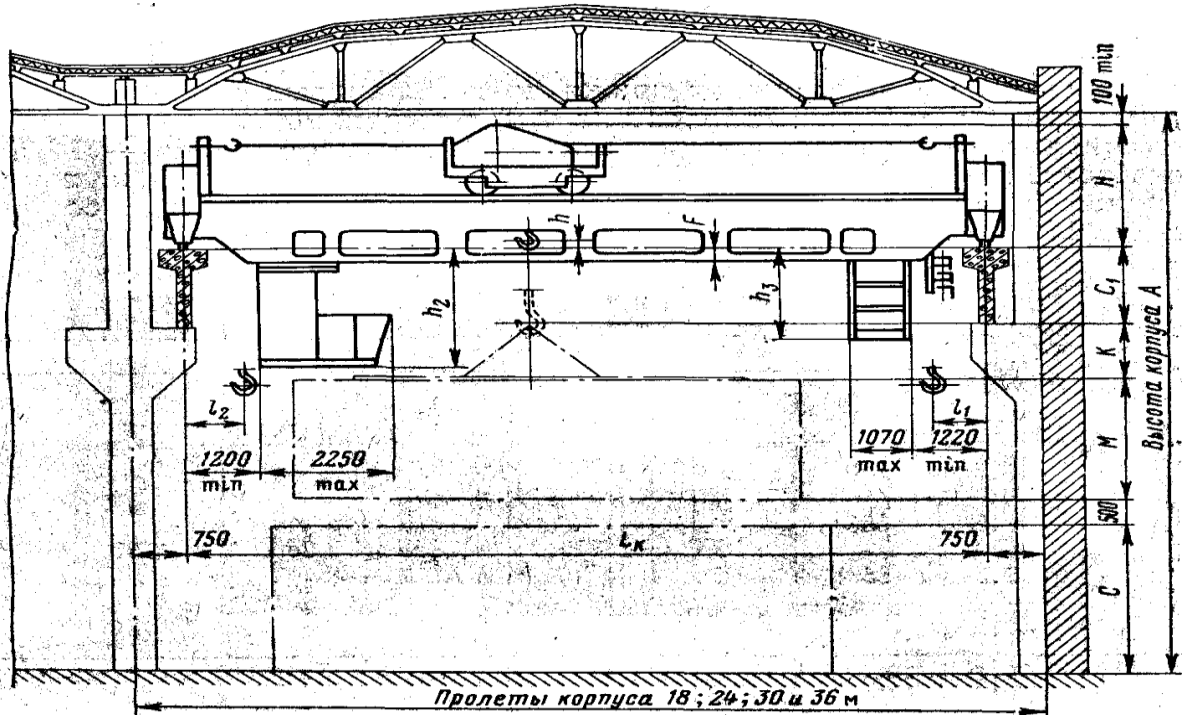


Рис.3.3. Схема оснащения пролетов мостовыми электрическими кранами

Таблица 3.2

Определение высоты корпуса при оснащении двумя кранами

Грузо-подъемная сила в тс	Стать	H_1	H_2	H_3	H_4	l
0,5	1655	630	285	240	500	595
- 1	1915	860	265	300	500	660
2	2280	1030	390	360	500	710
3,2	2745	1310	485	450	500	750
5	3110	1520	540	450	500	880

Для пролета $L=24$ м, оснащенного одним краном (рис.3.1), необходимо данные брать из табл. 3. 1.

Для пролета $L=24$ м, оснащенного двумя кранами (рис. 3.2), данные для определения высоты корпуса необходимо принимать по табл. 3.2.

Если масса перемещаемых грузов и агрегатов превышает 5 т, т. е. разрешающие возможности ферм из сборного железобетона, необходимо переходить на мостовые электрические краны общего назначения грузоподъемной силой от 3,2 до 50 тс, пример основных параметров которых приведен на рис.3.3. и в табл. 3.3.

Для расчета силовых ферм технологами выдается задание строителям с указанием крановых нагрузок, необходимого количества кранов, одновременно работающих в пролете, базы крана, максимальных давлений на кошки и технологически необходимых дистанций сближения кранов на одних путях.

В задании также указываются нагрузки на ферму от веса одного подкранового пути при расположении в пролете и между фермами одного и двух кранов рис.3.4.

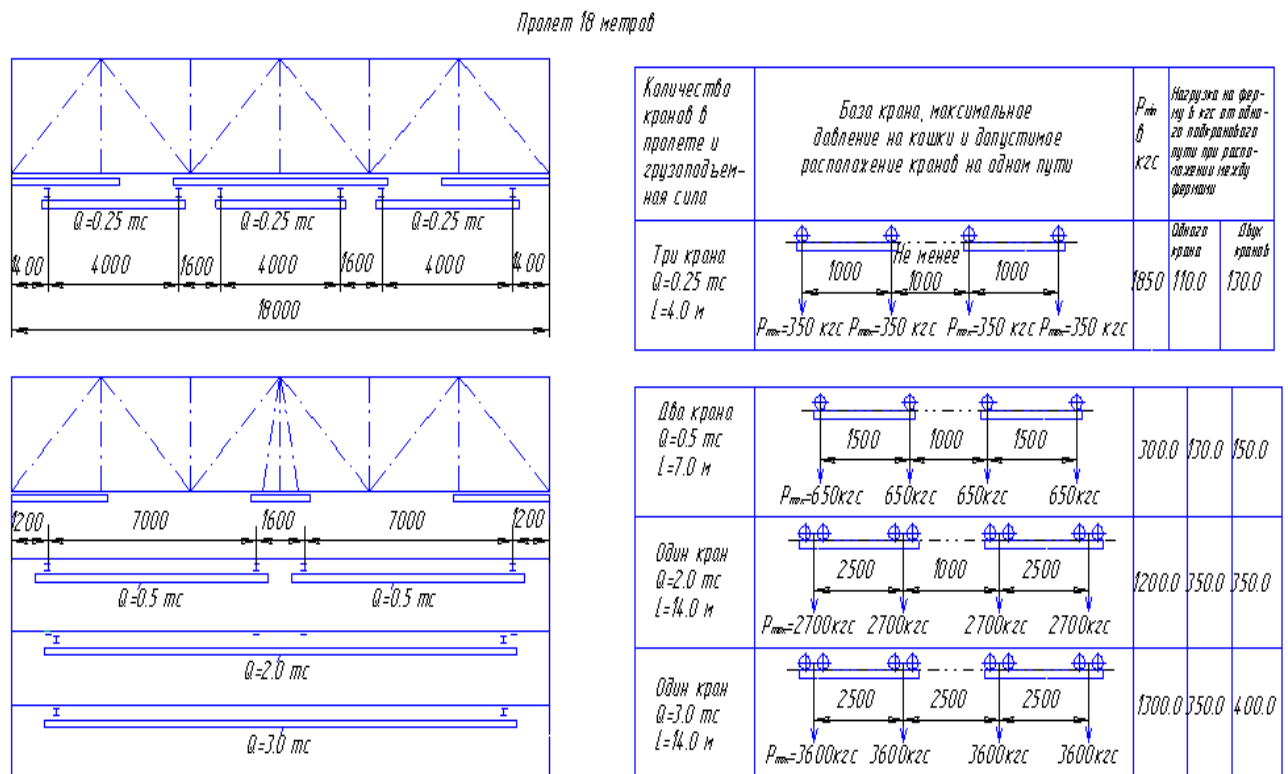


Рис.3.4. Строительное здание на подвеску кранов к несущим фермам

При определении высот корпусов окончательной сборки с пролетом 60 и 100 м, оснащенных многоопорными подвесными кранами грузоподъемной силой $Q=15+15$ тс (т. е. две тележки по 15 тс), необходимо принимать габариты крана от крюка до подкрановых путей 3,4 м; габариты крана с кабиной крановщика 4 м; расстояние от пола до крюка в пролете 60 м — 14,6 м; соответственно для пролета 100 м — 18,6 м; тогда расчетная высота до нижнего пояса ферм для этого типа корпусов определится соответственно 18 и 22 м (рис. 3.5).

Таблица 3.3

Основные параметры мостовых электрических кранов
общего назначения

Грузоподъемная сила, тс	Пролеты, м	Габаритные размеры, мм						
		F	H	h	h_1	h_2	t_1	t_2
5	16,5	230	1650	300	2850	2650	1100	600
	22,5	550						
	28,5	850						
	34,5	1050						
8	16,5	200	1850	150	2800	2550	1200	750
	22,5	500						
	28,5	800						
	34,5	1000						
12,5	16,5	0	2300	270	2800	2550	1160	960
	22,5	300						
	28,5	550						
	34,5	750						

При определении высоты цехов учитываются требования санитарных норм, по которым на каждого работающего должно приходиться не менее 15 м³ объема производственного здания и не менее 4,5 м² площади.

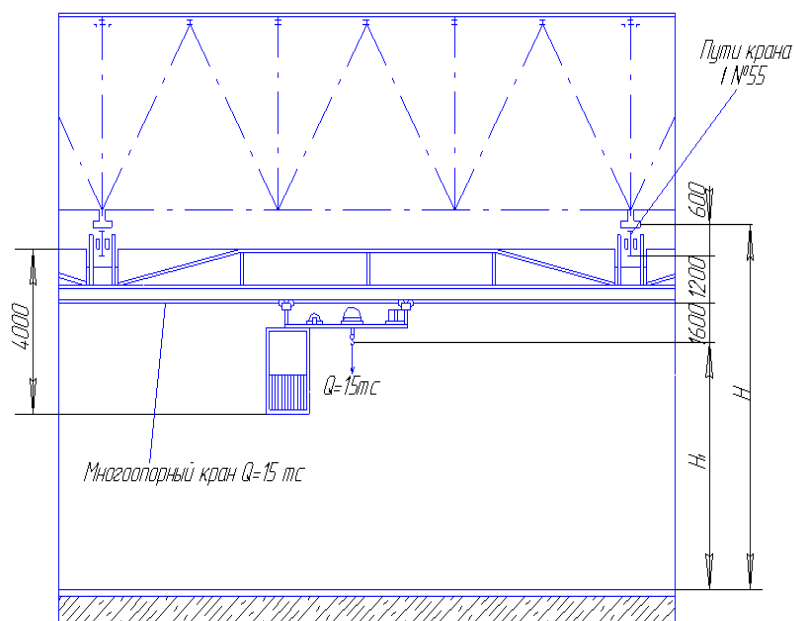


Рис. 3.5. Схема определения высоты корпуса, оснащенного многоопорными кранами в 60 и 100 метровых пролетах

Высота промышленных корпусов зависит также от ширины пролетов: чем больше пролет, тем выше должен быть корпус.

Объем здания подсчитывают по строительной кубатуре, т. е. по наружной площади и высоте. Для укрупненных расчетов площадь внутренней кубатуры здания увеличивают на 10%, учитывая толщину стен. Высота здания с плоской кровлей принимается равной сумме высоты от пола до нижнего пояса ферм и высоты фермы, равной $h_1=2,7$ м:

Определив основные характеристики пролета — его ширину, шаг колонн, высоту и крановые нагрузки, соответствующие условиям данного производства,— переходят к выбору схем корпусов или к компоновке корпусов из унифицированных секций промышленных зданий. Для машиностроительной промышленности в стране принята общесоюзная унифицированная секция с сетками колонн 18X12 м и 24X12 м с размерами в плане 144X72 м, при этом доборная секция может иметь размеры в плане 72X72 м (для большей маневренности разрешается добирать секцию одиночными и парными пролетами).

Высота унифицированных секций в бескрановых пролетах и в пролетах с подвесным транспортом грузоподъемной силой до 5 тс составляет 6; 7,2; 8,4; 9,6; 10,8; 12,6 и 14,4 м; высота пролетов с мостовыми кранами грузоподъемной силой до 30 тс — 10,8; 12,6 и 14,4 м. Отклонение от указанных параметров допустимо только при особом технологическом обосновании.

3.2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПРОМЫШЛЕННЫМ СООРУЖЕНИЯМ

В процессе выполнения технологических планировок определяется технологическая характеристика производственных корпусов и формируется технологическое задание на выполнение строительной части проекта.

В общем виде производственные площади по технологическим признакам можно классифицировать следующим образом:

- 1) производственные площади для комплекса механосборочных и слесарно-сварочных цехов;
- 2) производственные площади для комплекса заготовительно-штамповочных и агрегатно-сборочных цехов;
- 3) производственные площади для цехов окончательной сборки летательных аппаратов, в том числе ангары всех типов для доводки и окраски самолетов;
- 4) площади под специальные сооружения (боксы для гонки двигателей, топлиохранилища, компрессорные станции).

Каждая из перечисленных групп имеет свою специфику, связанную с особенностями технологического процесса, применяемого оборудования, техники безопасности, противопожарных условий.

Каждый промышленный корпус или зона промышленного сооружения, занимаемые технологическим комплексом, характеризуются следующими данными: сущностью технологического назначения; площадью здания или сооружения; конфигурацией здания; сеткой колонн; крановыми нагрузками и

типами подъемно-транспортных средств; высотами корпуса; герметичностью строительных конструкций; условиями отопления, освещения, вентиляции и канализации; возможностью маневренного расширения в связи с изменением объемов производства или типов изделий.

Эти технические требования, предъявляемые технологической частью проекта, и являются технологическими исходными данными для проектирования строительной части.

3.3. ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Строительное проектирование в нашей стране развивается на основе следующих принципов:

— широкое использование сборного железобетона в промышленном строительстве, что обеспечивает резкое повышение индустриальности осуществления строительных работ,— изготовление строительных деталей на заводах строительной индустрии;

— унификация строительных конструкций и их элементов, к которым относятся колонны, фермы, стеновые панели, плиты покрытия промышленных корпусов и т. п.;

— экономия металла при выборе оптимальных унифицированных сеток колонн для промышленных корпусов и при конструировании предварительно напряженных элементов строительных конструкций из сборного железобетона;

— максимальное блокирование производственных зданий и сооружений с однородными технологическими процессами;

— создание простых и красивых производственных помещений, которые внутренним и внешним обликом отвечают требованиям промышленной эстетики и обеспечивают высокую культуру производства;

— создание нового типа корпусов с бесфонарным оформлением с Г плоской или скатной кровлей и световыми проемами в кровле. Этот

последний вид корпусов полностью себя оправдывает при размещении производств, требующих искусственного климата, т. е. автоматического регулирования температуры и влажности воздуха, или особого режима по беспыльности воздуха.

При проектировании прецизионных производств, требующих высокой герметичности помещений, промышленные корпуса можно создавать без окон.

В машиностроении корпуса подобного типа могут использоваться для цехов предварительной и окончательной сборки, для агрегатно-сборочных цехов, где происходит установка и монтаж несъемного и съемного оборудования, для всякого вида отделочных и доводочных ангаров и т. п.

В тех случаях, когда по условиям технологии производства невозможно решить естественное освещение цехов через оконные проемы например при необходимости сооружения в сборочных отделениях подшитых потолков, обеспечивающих чистоту и беспыльность при сборке агрегатов высокой точности, необходимо эти помещения оборудовать по согласованию с органами санитарного надзора установками искусственного ультрафиолетового излучения или предусматривать устройство фотариев, обслуживаемыми в централизованном порядке рабочих всех цехов, постоянно работающих при искусственном освещении.

В качестве возможного примера создания проекта промышленного корпуса с соблюдением всех технологических требований рассматривается блок-корпус, решенный по принципу зонирования, состоящий из четырех зон для размещения технологических комплексов и цехов, входящих в их состав: в первой низкой зоне расположен комплекс механосборочных и слесарно-сварочных цехов; во второй зоне — комплекс заготовительно-штамповочных и термических цехов цветных металлов, требующих большой высоты помещений; в третьей, высокой зоне размещен комплекс агрегатно-сборочных цехов; четвертая зона предназначена для цеха окончательной сборки агрегатов.

На рис.2.6 представлен план блока, а на рис. 5.6 перспективное изображение главного блока завода и блока однородных цехов, выделяющих вредности.

Производственный корпус, в котором заблокированы все цехи и службы завода, может состоять из нескольких пролетов по 24 м каждый с высотами по зонам: в первой зоне механических и слесарно-сварочных цехов 7,2 м; во второй зоне заготовительно-штамповочных цехов и цехов с крупным оборудованием 9,6—10,8 м; в третьей зоне агрегатно-сборочных цехов 14,4 м; четвертая зона представляет собой конвейерный коридор предварительной и окончательной сборки агрегатов, расположенный перпендикулярно к направлению агрегатно-сборочных пролетов и пролетов заготовительных и обрабатывающих цехов.

Высота цеха окончательной сборки зависит не только от габаритных размеров самолета, но и от ширины пролета: при пролете 60 м высота корпуса до нижнего пояса принимается равной 18 м, при пролете 100 м обычно составляет 21—22 м.

Величину крановых нагрузок также определяют по зонам: в первой — до 1,5 тс, во второй — до 5 тс, в третьей — до 10 тс, в четвертой — два крана по 15 тс + 15 тс.

Для промышленных зданий самолетостроительного завода следует ограничить применение сеток колонн следующими рядами: 18 X 12, 24 X 12, 36 X 18, 60 X 24, 100 X 24 м.

Всякая другая сетка может быть принята только после особых доказательств ее целесообразности. Причем исследования показали, что пролеты 48, 72 и 84 м для сборочных цехов непригодны, так как при этих пролетах плохо используются площади.

Следует учесть, что бытовые помещения в рассматриваемом блоке цехов должны проектироваться как примыкающие по периметру здания, так и встроенные внутрь здания.

Во всех случаях надо стремиться к тому, чтобы сетка колонн и параметры корпуса, т.е. высота, длина марша, число пролетов, соответствовали типовым решениям.

Специальные здания нежелательны, так как они дороги, отнимают много времени на проектирование и, главным образом, на строительство. Кроме того, специальное здание трудно перестраивать на новый вид выпускаемой продукции.

Эта категория сооружений чаще всего очень быстро становится морально устаревшей.

Если правильно определены технологические параметры промышленного здания с учетом определенной перспективы развития авиационной техники, то такие здания служат своему назначению длительный период, несмотря на многократную смену объектов производства.

Выбор этажности промышленных зданий диктуется обычно массой с габаритами выпускаемых изделий, массой и габаритами технологического оборудования, удельными нагрузками на квадратный метр площади пола. В самолетостроении для основного производства необходимы только одноэтажные здания, для конторско-бытовых помещений заводских лабораторий, лабораторий входного контроля, КДП и административных служб — многоэтажные многопролетные здания.

При внутренней планировке корпуса следует избегать всякого рода антресолей и галерей, которые являются сборниками пыли и грязи. Также следует избегать перегородок и особенно внутренних стен.

Перегородки можно ставить только в тех случаях, если они необходимы по условиям технологии. Так, подлежат изоляции службы, связанные с выделением вредных веществ, цехи, оборудование которых является источником производственного шума, производственные отделения, требующие особых температурных и влажностных режимов, если невозможно создать эти условия в общем производственном здании.

3. 4. ПОДВАЛЫ, ПРОХОДНЫЕ КАНАЛЫ, ТРАНШЕИ

При проектировании промышленных корпусов следует избегать подвалов и полуподвалов даже в таких цехах, как цехи защитных покрытий. Автоматы и полуавтоматы защитных покрытий и их источники питания энергией следует устанавливать на полу; обслуживать технологическое оборудование необходимо с ходовых рабочих площадок, которые поднимаются для этого до необходимой отметки. Проекты цехов без подвальных помещений, а также без приямков прощают и удешевляют строительство, улучшают эксплуатацию корпуса, дают возможность применять эти проекты при сооружении промышленных зданий на участках с высоким уровнем грунтовых вод (сооружение корпусов с подвалами или с глубокими приямками в этих случаях связано с большими гидроизоляционными работами, что приводит к удорожанию строительства). Однако в некоторых случаях без подвалов и глубоких приямков обойтись невозможно. Приямки и подвалы необходимы в термических цехах для установки шахтных и электровоздушных агрегатов, высота которых (нагревательные печи и закалочные баки) достигает 10—15 м. При закладке фундаментов под прессы и другое специальное оборудование также требуются подвальные помещения, так как иной раз удобнее вынуть грунт во всем пролете, чем сооружать фундаменты в котловане. Подвал необходим и в тех случаях, если рабочие части устанавливаемого оборудования расположены значительно ниже отметок рабочих столов и полов производственных помещений. Высоту подвала в этих случаях следует назначать с таким расчетом, чтобы рабочие части, т. е. отметки столов оборудования, поднимались над уровнем пола на 800 мм так, как это изображено на рис. 3.9, где показаны не только схемы оборудования, но, и строительное задание на устройство подвала-приямка.

Все траншеи и каналы для размещения трубопроводов систем питания оборудования необходимо делать проходными, чтобы облегчить обслуживание их при эксплуатации.

3. 5. ОКНА, ДВЕРИ, ПОЛЫ, КРОВЛЯ

Новые возросшие требования к условиям производства на современном самолетостроительном заводе — требование высокой точности производства, особые требования к чистоте рабочих мест при сборке и монтаже высокочувствительных систем, требование обеспыливания и кондиционирования воздуха в сборочно-испытательных цехах, изготовляющих высокоточные гидроагрегаты, узлы и органы управления самолетом,— заставляют пересмотреть старое отношение к конструкции промышленных корпусов и их конструктивным элементам.

Окна. Если в старых производственных помещениях окна представляли собой источник естественного освещения, площадь которого определялась нормами и кривой освещенности, окна современных промышленных зданий можно рассматривать как источник пыли, колебаний температуры, яркого солнечного света. Если к тому же учесть их слабую сопротивляемость ветру, огню и динамическим нагрузкам, то вопрос о необходимости проектирования оконных проемов в сборочных, испытательных и малярных зонах и тем более в корпусах со сплошным остеклением в свете современной технологии становится спорным.

При проектировании прецизионных производств промышленные здания должны быть без оконных проемов. Это решение диктуется температурными режимами и режимами влажности и беспыльности в производственных корпусах. При проектировании производств, где необходимо обеспечить только постоянство температуры и беспыльность воздуха, что может быть достигнуто без установки кондиционеров, следует предусматривать обычные оконные проемы, соответствующие нормам строительного проектирования. Оконные переплеты при этом должны быть стальными из гнутых или прокатных профилей, железобетонными или алюминиевыми в зависимости от технологического назначения зоны.

Обязательное требование к проектируемым оконным переплетам — полная их герметичность, исключая попадание пыли внутрь корпуса.

Если створные оконные переплеты рассчитаны на аэрацию, то они должны быть оборудованы приспособлениями для их открывания и установки в требуемом положении.

Для промывки и чистки стекол оконных проемов следует также предусматривать специальные приспособления.

Полы. При проектировании элементов конструкций промышленных корпусов необходимо строго придерживаться основного правила — отметки полов всех корпусов должны совпадать, что облегчает соединение корпусов между собой самоходным рельсовым транспортом, а также с системой подвесных транспортных средств (электрокарами, самоходными специальными рельсовыми тележками, монорельсами с электротельферами, подвесными конвейерами толкающего типа и т. п.). Разные отметки полов неизбежно вызовут перевалку грузов.

Подстилающий слой для полов производственных помещений, как правило, должен быть бетонным.

Толщина подстилающего слоя из обычного или кислотоупорного бетона должна приниматься не менее 100 мм. При статических нагрузках на пол менее 800 кгс/м^2 подстилающий слой не рассчитывается.

Для теплоизоляции полов, по рекомендациям института экспериментального проектирования, применяют стяжки из легких бетонов (кислосилита) или устанавливают подстилающий слой из древесноволокнистых плит. Толщина изоляционного слоя обычно составляет от 20 до 40 мм.

Выбор типа покрытий полов производственных помещений представляет собой довольно сложную задачу: полы по своим физико-механическим свойствам должны отвечать ряду требований, часто противоречивых. Так, полы должны быть беспыльными, износостойкими, легко поддаваться мытью теплой водой, быть относительно теплыми, огнестойкими, обладать необходимой кислото- и щелочестойкостью, влагонепроницаемостью, к тому же полы должны быть светлого тона и т. д.

Исходя из этих требований, полы цехов предварительной и окончательной сборки, контрольных испытаний, производства электрожгутов, топливных емкостей должны быть полимерцементными или мозаичными.

В отделениях и цехах химической обработки полы следует проектировать из керамической плитки на битуминоле или из винилпласта. В помещениях контроля гидро-, пневмо-, топливного оборудования, полы должны быть мозаичными на мраморной крошке.

Ворота и двери. Двери должны быть герметичными, не пропускать звук и не портить внешний и внутренний вид корпуса. Высота ворот в свету для пропуска средств безрельсового транспорта должна быть не менее 2,4 м, однако зазор между транспортом и проемом двери должен быть 200 мм. Ширина ворот должна превышать наибольшую ширину средств напольного транспорта не менее чем на 600 мм и составлять таким образом не менее 1,8 м.

Рекомендуется принимать размеры проемов ворот (ширина и высота) 2 X 2,4; 3 X 3; 4 X 3; 4 X 3,6; 4 X 4,2 м и размеры железнодорожных; ворот 4,7 X 5,6 м.

Ворота должны быть оборудованы воздушными или воздушно-тепловыми завесами. Это особенно необходимо для ворот в цехах окончательной сборки при выкатывании готовых изделий.

Кровля. Покрытия зданий с фонарями или световыми плафонами с рулонной кровлей могут быть как плоскими, так и скатными. Плоские кровли со световыми плафонами рекомендуется применять преимущественно во многопролетных зданиях с внутренними водостоками, имеющих развитую сеть инженерных коммуникаций больших габаритов, располагаемых в межферменном пространстве, а также в тех случаях, если представляется возможность снизить расходы на искусственную вентиляцию в летнее время благодаря наличию небольшого слоя воды на кровле, предохраняющего производственные помещения от перегрева солнечными лучами.

Плоская кровля современных промышленных корпусов состоит из следующих элементов: сборных железобетонных стропильных ферм с

параллельными поясами, железобетонных предварительно напряженных крупнопанельных плит покрытия для шага 12 м размером 3 X12 м и доборных плит размером 1,5 X 12 м. В качестве утеплителя покрытий применяется пенобетон объемной массой 500 кг/м³. Водоизоляционный ковер плоской кровли состоит из одного слоя рубероида на горячей мастике; цементно-песчаной стяжки из раствора М-50, укладываемой по пенобетону; четырех слоев толь-кожи на дегтевой мастике и двух защитных слоев из гравия на мастике.

3. 6. ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭСТЕТИКА И ТРЕБОВАНИЯ, К ОКРАСКЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ И ОБОРУДОВАНИЯ

Отделка и окраска помещений, оборудования, освещенность рабочих мест, окраска трубопроводов, кранов, организационной оснастки и других технических средств — все это в совокупности составляет понятие «промышленный интерьер». Создание рациональных промышленных интерьеров, отвечающих требованиям промышленной эстетики, является одной из задач современного проектирования.

Влияние интерьера на рост производительности труда неоспоримо и объясняется объективным воздействием цвета на психическое и физиологическое состояние человека.

Правильная цветовая отделка, при соответствующем освещении призвана способствовать повышению качества продукции, сокращению брака, улучшению санитарного состояния производственных помещений и общему росту культуры производства.

За рубежом вопросам цветового оформления промышленного интерьера уделяется немалое внимание. К решению этих вопросов привлечены не только инженеры-технологи, организаторы производства, архитекторы, но и крупные художники.

На американском заводе проволочных тросов после соответствующей внутренней отделки цехов число несчастных случаев сократилось, а производительность труда повысилась на 10%.

Англичане считают, что затраты на окраску помещения и оборудования, которая фиксирует внимание рабочего на выполнении трудовых процессов, составляют примерно 25%, однако эти 25% обеспечивают 90% потенциальной прибыли, которую можно получить, если бы завод работал без несчастных случаев.

Известный французский художник Фернан Леже писал, что старый завод был черным и мрачным, новый стал многоцветным, ярким и прозрачным и в результате, без всяких на то специальных указаний, изменился внешний вид рабочих и работниц: они стали чище и аккуратнее.

Под цветной отделкой подразумевается комплекс мероприятий, способствующих повышению производительности труда. Этот комплекс обозначается терминами — *цветовой климат* или *цветовая гигиена*. Итак, в понятие цветовой климат входят — гармоническое сочетание или противопоставление цветовых тонов, цветность освещения и условия восприятия света, уровень освещенности, физиологическое и психологическое воздействие этих факторов на человека.

Применение цветовой отделки представляет собой сложную проблему, для решения которой необходима большая исследовательская работа медиков в области психо-физиологического влияния цвета, цветового зрения и цветового восприятия человека; физиков при изучении проблемы света и цвета как определенного вида лучистой энергии и: влияния цвета на освещенность; художников и архитекторов при изучении вопросов цветовой композиции; технологов, изучающих цветовой климат как фактор, способствующий повышению производительности труда и снижению травматизма.

В настоящее время имеется значительное количество отечественных и иностранных работ, посвященных цветовой отделке производственного

интерьера, которые помогают наметить практические пути в разработке вопросов промышленной эстетики.

При выборе и назначении цветовой отделки строительных конструкций — стен, колонн, ферм, плит перекрытий и окраске технологического и вспомогательного оборудования следует исходить из объективных научных предпосылок.

В решении цветового оформления промышленного интерьера цвет и свет надо рассматривать как факторы взаимосвязанные — восприятие цвета человеческим глазом изменяется в зависимости от уровня освещенности.

Наилучшие условия для зрительной работы достигаются в диапазоне яркостей от 200 до 20000 асб (апостильбов), что соответствует освещенности (при среднем коэффициенте отражения $\rho = 0,5$) от 400 до 4000 лк.

Коэффициент отражения поверхности ρ , или применительно к цвету — его светлота, играет важную роль в создании оптимального уровня освещенности. В указаниях Госстроя России рекомендуются средние коэффициенты отражения ограждающих конструкций, влияющих на общий уровень освещенности в промышленных корпусах.

Наряду с требованиями оптимальной освещенности большое значение для зрительного восприятия имеет соотношение яркостей в поле зрения работающего. Это соотношение должно поддерживаться благодаря соблюдению определенного контраста цветовых тонов детали и фона и определенного соотношения их по яркости.

При высоких яркостях деталей самая высокая чувствительность зрения имеет место при меньших яркостях фона.

Наилучшие условия, по Келлеру и Лукхардту, создаются в том случае, если яркости детали 1200—1500 асб соответствует яркость фона 100—300 асб.

На восприятие цвета влияет не только уровень освещенности, но и качество освещения или так называемая *цветность освещения*.

Итак, чем ближе источник освещения по своему спектральному составу и дневному свету, тем точнее мы воспринимаем цветовой тон, тем большей освещенности он требует и тем свободнее технолог, архитектор и художник могут выбирать цветовой тон.

При неблагоприятных условиях освещенности нужно использовать цвет как психологический компенсатор качества освещения. В южных районах, где «цветовая температура» достаточно высока, психологическими компенсаторами являются более холодные тона, в северных районах с преобладанием «холодного» освещения рекомендуются более теплые тона.

В настоящее время условия правильного сочетания цветов при окраске производственных помещений и оборудования регламентированы Госстроем.

Таблица 3.4

Рекомендуемая цветовая отделка основных видов технологического оборудования самолетостроительного предприятия

Наименование оборудования	Цвета отделки
Металлорежущие станки:	
- неподвижные части	Светло-зеленый
- движущие части	Кремовый
Кузнечно-прессовое:	
- неподвижные части	Зелено-голубой
- движущиеся части	Кремовый
Краны мостовые (кроме кабины и обоймы с крюками)	Алюминиевый
Различные транспортные механизмы типа рольгангов, конвейеров	Кремовый Зеленый
Термическое	Алюминиевый
Гальваническое	Зелено-голубой
Насосно - компрессорное	Зелено-голубой

Цветовую отделку оборудования следует принимать согласно указаниям табл. 3.4.

Таблица 3.5.

Рекомендуемый цветовой фон для улучшения видимости объектов различения

Цвет детали	Цвет окраски фона
Серый (сталь, алюминий)	Светло-серый
Желтый (медь, латунь, бронза, дерево, пластмассы желтые)	Голубой
Белый	Зеленый
Красный, коричневый, черный	Темно-серый
Зеленый	Оранжевый
Синий	Желтый

Цвет фона, на котором рассматривается обрабатываемая деталь, рекомендуется принимать согласно табл. 3.5. Окраску открытых технологических трубопроводов по табл. 3.6.

Таблица 3.6.

Рекомендуемый цветовой фон для улучшения видимости объектов различения

Наименование транспортируемого продукта	Цвет окраски фона
Вода	Зеленый
Пар	Ярко-красный
Противопожарные жидкости	Оранжевый
Воздух	Голубой
Газ светильный	Желтый
Масло	Коричневый
Кислота	Серый
Щелочь	Темно - коричневый

Статья IV. 3.7. ОСВЕЩЕННОСТЬ

Одним из неперенных условий, обеспечивающих высокий уровень производительности труда и качества выполняемых работ, является освещенность рабочих мест, которая должна отвечать нормам строительного проектирования (табл.3.7.).

Таблица 3.7

Рекомендуемые нормы наименьшей освещенности

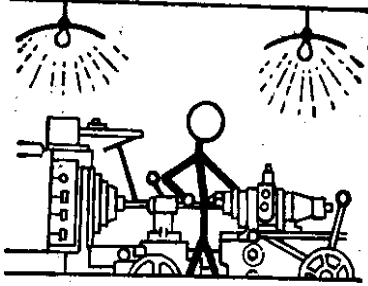
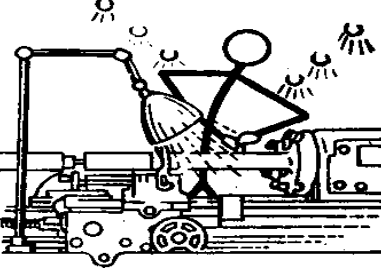
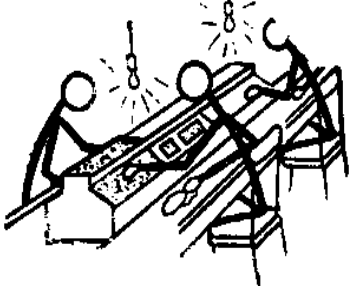
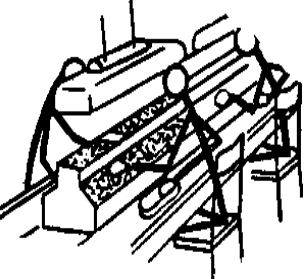
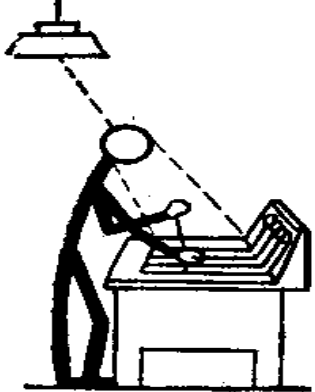


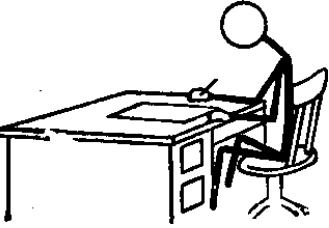
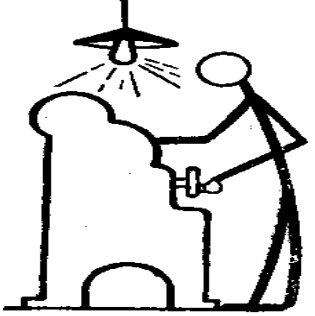
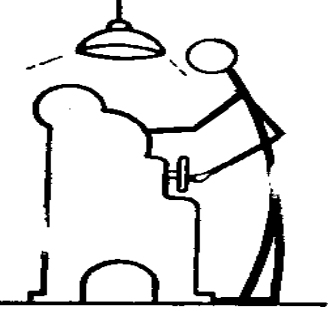
Вид работы и категории помещений	Общее, освещение в лк	
	при лампах накаливания	при люминесцентных лампах
Окончательная сборка агрегата, сварка систем, входящих в их оборудование	150	300
Механическая обработка деталей повышенной точности, точная отделка поверхностей, шлифование, полирование	150	300—400
Сборка в агрегатно-сборочных цехах, клепка на прессах, работа в стапелях	76—80	150
Обычные работы в механических цехах на автоматах, револьверных станках, на автоматических и поточно-конвейерных линиях, работы на распределительных щитах и т. п.	50—55	150
Склады, лестничные клетки, умывальные, гардеробные, т. п	30	75
Коридоры, проезды и проходы	20	75

Общее искусственное освещение должно обеспечивать освещенность (рабочей зоны в пределах от 80 до 150 лк при лампах накаливания и от 150 до 300 лк (при более точных работах) при люминесцентных лампах.

При планировочных решениях необходимо обращать особое внимание на организацию освещения — защиту глаз рабочего от яркой блескости. Размещение освещения зависит от положения рабочего на рабочем месте (табл. 3.8). Кроме того, необходимо применять решетки затемнителей и колпаков, обеспечивающие равномерное освещение.

Для большинства цехов рекомендуется люминесцентное освещение. Этоосвещение лампами белого цвета с решетками-затемнителями обеспечивает рабочее место наиболее спокойным освещением, приближающимся к спектру солнечных лучей. Однако для освещения корпус большой высоты следует применять ртутные лампы, дающие наибольшее количество света на один кубический сантиметр объема лампы.

Статья V. Размещение источников света относительно рабочего места

	<p>Как правило, свет направляется сверху вниз. В затемненных зонах необходимо дополнительное освещение, направленное на обрабатываемый материал. Изменением направления световых лучей можно добиться необходимых условий освещенности.</p>	
	<p>Рассеянный свет снижает утомляемость</p>	
	<p>Тени скрывают детали, вызывают утомление зрения, порождают ошибки. Для устранения теней меняют расположение светильников, используют более мощные источники света или большее их количество, дополнительные отражательные поверхности или удаляют предметы, отбрасывающие тень</p>	
	<p>Резкие контрасты между светлыми и темными поверхностями устраняют путем выравнивания освещенности окружающих поверхностей</p>	
	<p>Ослепительное освещение от слишком ярких источников света или отражения от полированных поверхностей устраняют рассеиванием света, изменением местоположения его источника или изменением положения рабочего</p>	

ГЛАВА 4.

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ПЛАН МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ЗАВОДА

4.1. СОСТАВ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ЗАВОДА

Состав машиностроительного завода определяется размерами выпуска продукции (программой, характером производства и другими факторами). Все подразделения завода делятся на три группы:

А. Основные, или производственные, цехи; заготовительные, обрабатывающие, сборочные.

Б. Вспомогательные цехи.

В. Обслуживающие устройства.

Если в составе завода имеется все три группы, то это завод с полным циклом производства. Примером таких заводов могут служить Челябинский, Волгоградский и другие тракторные заводы, завод имени Лихачева, Горьковский автомобильный и другие.

Заводы, не имеющие полного цикла производства, например, кузнечно-штамповочные, литейные и т. п., это заводы заготовительного типа. Могут самостоятельно существовать обрабатывающие и сборочные заводы. Курс на широкую специализацию производств и кооперацию дает возможность создавать заводы различных типов, что значительно снижает расходы как на проектирование и строительство, так и на их эксплуатацию, повышает экономическую эффективность предприятий. Состав завода с полным циклом производства приведен в табл. 1 приложения.

4.2 ВЫБОР МЕСТА ПОСТРОЙКИ ЗАВОДА

Выбор места строительства завода имеет важное значение. Основные требования к району:

1. Местные сырьевые базы и близость их к площадке.
2. Местное, дешевое топливо.

3. Наличие источников энергоснабжения и благоприятные условия их использования.

4. Минимальное расстояние от мест потребления продукции.

5. Наличие путей сообщения и возможность присоединения железнодорожной ветки к магистрали МПС.

6. Местные строительные материалы.

7. Близость промышленного района и населенных пунктов.

8. Свободные участки для дальнейшего расширения завода.

9. Благоприятные гидрометеорологические условия.

При выборе участка строительства необходимо соблюдать обязательные условия:

1. Удобный рельеф местности, что обеспечивает уменьшение затрат на земляные работы.

2. Удовлетворительное состояние грунта, допускающее нормальные нагрузки.

3. Отсутствие опасности затопления паводковыми, грунтовыми водами и осадками.

4. Достаточные размеры и форма участка.

5. Нормальные санитарно-гигиенические условия.

6. Наличие источников водоснабжения, канализации и мест для спуска сточных вод.

7. Наличие поблизости районной ГЭС.

8. Близость промышленных предприятий для кооперирования снабжения электроэнергией, газом, водой и т. д.

9. Возможность создания на участке санитарно-защитной зоны.

При проектировании и строительстве завода необходимо строго выдерживать установленные разрывы между зданиями, между заводом и жилым районом. Этот разрыв обеспечивает создание санитарно-защитной зоны, что совершенно обязательно, эта зона озеленяется.

4.3. ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА ПОСТРОЕНИЯ ГЕНЕРАЛЬНОГО ПЛАНА

Генеральный план - это план расположения всех зданий, сооружений и устройств, увязанный с технологическим процессом производства изделий, с особенностями рельефа местности.

Подсчет всех площадей ведется по следующим укрупненным показателям:

1. Годовой выпуск с 1 м², в рублях или тоннах.
2. Годовой выпуск на единицу производственного оборудования, в тоннах или штуках.
3. Годовой выпуск на одного рабочего, тысячах рублей или штуках.
4. Площадь приходящаяся на единицу производственного оборудования, м².

Зная производственные площади по всем цехам, в процентном соотношении берут площади всех подсобных помещений, входящих в состав цеха. Таким образом, устанавливается предварительно общее количество площадей.

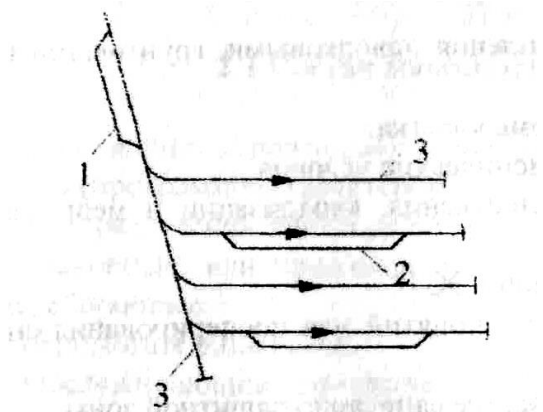
На следующей стадии проектирования ведется окончательный расчет площадей с размещением на них всего оборудования. Здесь же определяется взаимное расположение всех путей и коммуникаций на плане участка. В итоге получается окончательный генеральный план участка.

4.4. СХЕМЫ ВНУТРИЗАВОДСКИХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПУТЕЙ

Форма и расположение площадки завода по отношению к основной железнодорожной магистрали имеют большое значение, так как влияют на размещение железнодорожных путей на территории. Наиболее выгодно и удобно располагать пути параллельно длинной стороне участка.

Рекомендуются наиболее распространенные схемы расположения железнодорожных путей на площадке.

Тупиковая схема железнодорожных путей



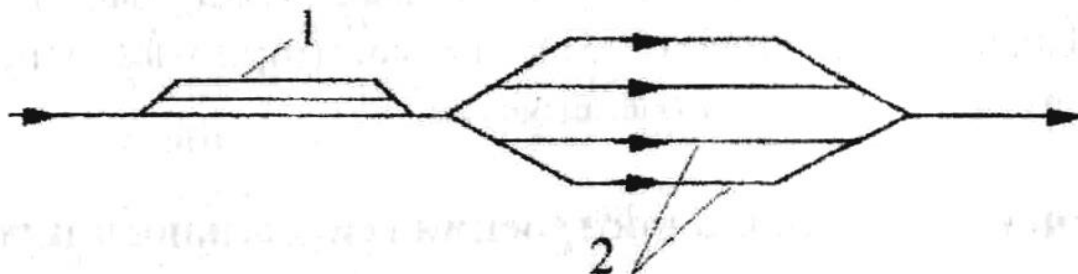
1 - сортировочные пути.

2 - обгонные пути.

3 - тупики.

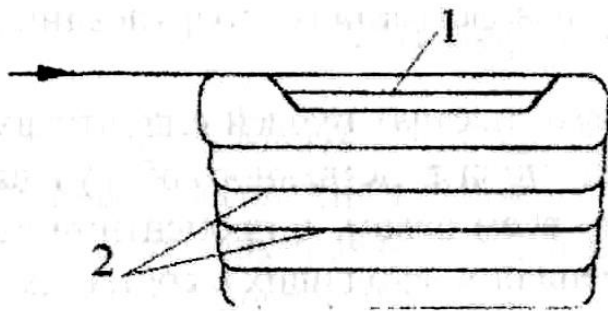
Тупиковая схема применяется для небольших заводов с малым грузооборотом.

Сквозная схема железнодорожных путей



1 – сортировочные пути. 2 – пути к цехам. Сквозная схема – для крупных заводов с большим грузооборотом.

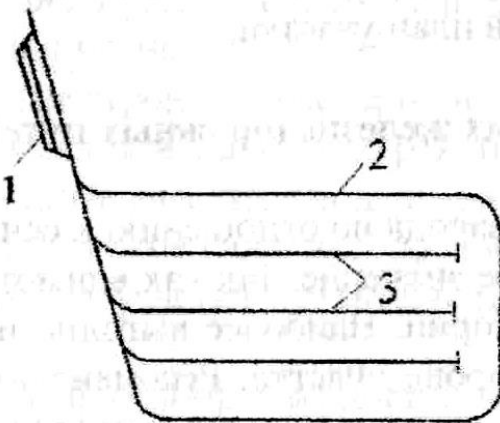
Кольцевая схема железнодорожных путей



- 1 - обгонные пути,
- 2 - кольцевые пути.

Кольцевая схема - для крупных заводов с большой территорией и большим грузооборотом.

Кольцевая схема железнодорожных путей с внутренними тупиками



- 1 - обгонные пути.
- 2 - кольцевые пути.
- 3 - тупиковые пути.

Кольцевая схема с внутренними тупиками - для крупных заводов с ограниченной территорией

4.5. ПЕРЕМЕЩЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ НА ТЕРРИТОРИИ ЗАВОДА

Перемещение материалов по железнодорожным и безрельсовым путям на территории завода может производиться по схемам, приведенным ниже.

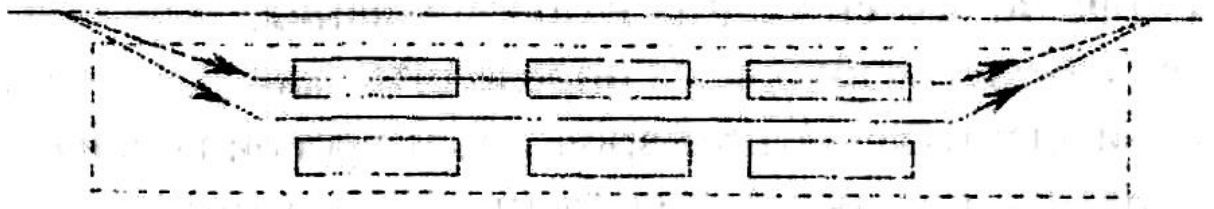


Схема прямолинейного перемещения материалов - для крупных заводов.

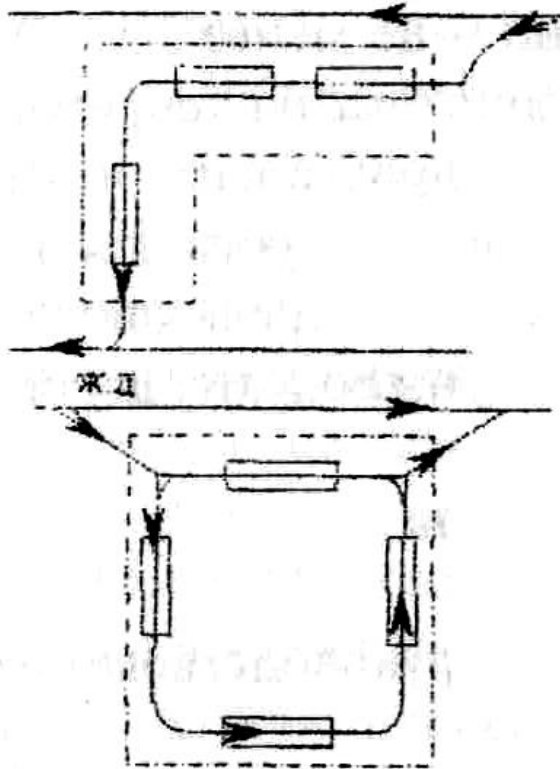


Схема движения материалов под прямым углом - для заводов, имеющих неправильную форму участка.

Схема движения материалов по кольцу - для заводов с большой территорией, имеющей правильную прямоугольную форму.

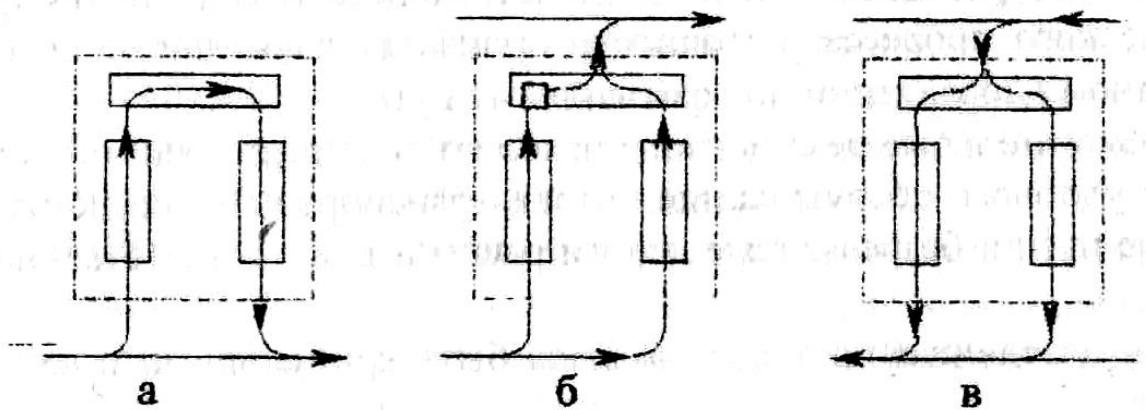


Схема движения материалов по простой вилке возможна в трех вариантах (а, б, в). Выбор варианта зависит от направления движения грузов по цехам.

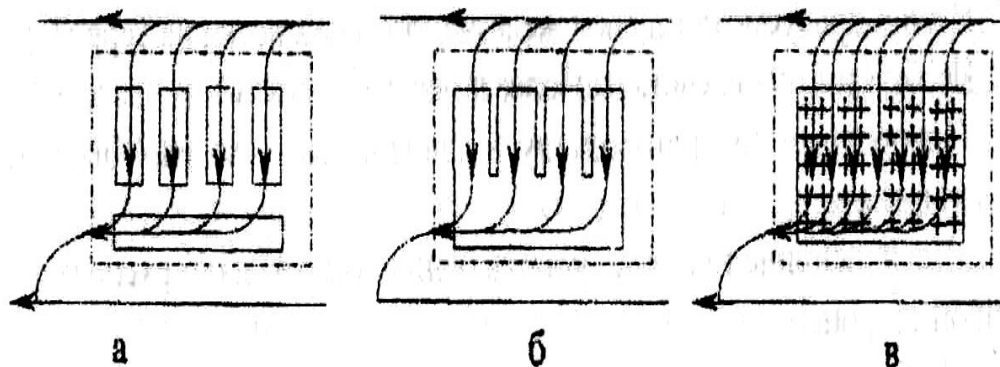


Схема движения материалов по сложной вилке (а, б, в) - для кузнечно-штамповочных цехов, расположенных в Ш - образных зданиях.

Ввод железнодорожных и подъездных путей в цех может осуществляться разными способами: в выемке, на уровне пола. Это зависит от характера грузов и их потока.

При укладке путей необходимо соблюдать нормы расстояния от железнодорожного вагона до частей здания и оборудования.

В каждом случае необходимо определить, какой вид тяги выбрать: паровоз, мотовоз или электровоз. Для паровозов широкой колеи (1521 мм) требуется $R_{\text{мин}} = 200$ м (радиус поворота), для электровоза и мотовоза $R_{\text{мин}} = 85-100$ м. При меньшем R лучше используется площадь завода. При укладке железнодорожной колеи внутри здания ($V = 5$ км/час) расстояние от выступающей части стены до вагона 6,5 м, а от отдельно стоящих колонн - не менее 5 м. Общезаводские безрельсовые дороги в зависимости от грузопотока на территории завода выполняются с шириной проезжей части 6-12 м и прокладываются на расстоянии соответственно 4,25-9,25 м от стен зданий и цеха. Дороги для электрокаров и автокаров имеют ширину 4,5-6 м. Преимущество безрельсового транспорта в том, что он требует меньше площадей для внутризаводских дорог.

4.6. ПРАВИЛА СОСТАВЛЕНИЯ ГЕНПЛАНА

При составлении генерального плана необходимо руководствоваться следующим:

1. Взаимное расположение всех зданий должно обеспечивать требования технологического процесса, поточность производства и движение всех материалов в одном направлении по кратчайшему пути.

2. Вспомогательные цеха должны находиться вблизи производственных.

3. Для удобного обслуживания потока транспортными средствами железнодорожные пути и безрельсовые дороги располагают соответственно грузопотоку.

4. Пути передвижения людей должны быть кратчайшими и не пересекать грузопотока.

5. Размещение зданий и разрывы между ними должны соответствовать установленным нормам.

6. Генплан должен обеспечить полное использование всех путей.

7. Нужно предусмотреть ввод железнодорожной ветки на территорию.

8. Необходимо обеспечить наиболее полное использование площадей участка.

9. Однородные по производству и санитарным условиям цехи целесообразно зонировать.

10. Цехи, дающие газ, дым, копоть, пыль, запахи, надо располагать с подветренной стороны.

11. Небольшие цехи следует блокировать. Блокирование цехов создает возможность постройки крупных зданий с меньшими затратами на строительство, укорачиваются все коммуникации. Все это позволяет сократить площадь завода и снизить эксплуатационные расходы.

12. Ориентация зданий должна обеспечить наилучшие условия проветривания.

13. Необходимо предусмотреть возможность расширения завода.
14. Генплан должен иметь рациональное архитектурное решение, обеспечить стройность проездов.
15. Требуется соблюдение принципа движение потока.
16. Общезаводские устройства располагаются по фасадной стороне.

4.7. ЗОНИРОВАНИЕ ЗАВОДСКОЙ ТЕРРИТОРИИ

При разработке генерального плана проектируемого предприятия с целью обеспечения наилучшей организации производства и рационального строительства целесообразно разделить территорию завода на участки, которые объединяют цехи со сходными условиями производства. Это деление территории строительной площадки называется зонированием.

Зонирование заводской территории начинается с построения «розы ветров» и ориентирования строительной площадки по сторонам света. Могут быть предусмотрены следующие зоны расположения цехов и устройств: зона заготовительных цехов; зона обрабатывающих цехов; зона деревообрабатывающих цехов; зона вспомогательных цехов; зона энергетических устройств; зона общезаводских устройств и цехов.

В зону заготовительных цехов, входят кузнечные, кузнечно-штамповочные, кузнечнопрессовые, литейные, крупные термические цехи с необходимыми для них складами сырьевых материалов. Эта зона должна находиться с подветренной стороны строительной площадки, а также ближе к вводу на территорию предприятия железнодорожных коммуникаций.

Зона обрабатывающих цехов включает цехи холодной листовой штамповки, механической обработки, сборки и т. д. Она располагается ближе к выходным железнодорожным и автомобильным путям. Здесь находятся склады готовой продукции и испытательная станция.

В зону деревообрабатывающих цехов входят лесопильные, тарные цехи и склады для древесины. Она должна быть расположена как можно дальше от зоны горячих цехов.

Зону вспомогательных цехов (инструментальные, ремонтно-механические цехи и т. д.) располагают по возможности ближе к зонам заготовительных и обрабатывающих цехов.

Зона энергетических устройств. Здесь размещают не только сами устройства, но и склады топлива. Она должна находиться рядом с железнодорожным вводом и вблизи основных потребителей энергии. Желательно ее располагать с подветренной стороны строительной площадки.

Зона общезаводских устройств и цехов. Здания, входящие в эту зону, следует помещать с наветренной стороны строительной площадки. Здесь следует предусмотреть главный вход на территорию предприятия.

Застройку территории предприятия проводят вдоль проездов. Выбор схемы и направления проездов и разработка плана застройки завода осуществляется комплексно. Это обеспечит не только заданный грузооборот, но и наиболее благоприятные санитарно-технические условия для работающих. При этом необходимо предусматривать резервное пространство для будущего расширения производства. Для более рационального использования заводской территории и удешевления строительства применяют блокировка цехов - объединение в одном корпусе (здании) цехов со сходными технологическими условиями.

Блокировка зданий рекомендуется везде, где по условиям застройки возможно совмещение в одном здании различных цехов. Постройка одного крупного здания всегда обходится дешевле, чем несколько более мелких, так как при этом случае будет меньше общая площадь наружных стен, уменьшится и протяженность коммуникаций. Однако блокировка цехов не всегда допустима. Не следует объединять в одном здании цехи с вредными выделениями, повышенным шумом, вибрациями (крупные и средние кузнечные цехи).

Для определения полезности использования участка под застройку служат два технико-экономических показателя.

1. Коэффициент застройки - отношение площади зданий под крышей к общей площади всего участка. Он должен быть равен 30-35% (в городах допускается выше).

2. Коэффициент использования участка — отношение площади, занятой зданиями, сооружениями и дорогами, к площади всего участка, равен 45-50%.

Эти коэффициенты значительно выше при строительстве многоэтажных цехов и заводов в городской черте.

Наиболее компактным будет генеральный план, если выполняются следующие условия:

1. Плотное расположение зданий при соблюдении противопожарных и санитарных норм.

2. Правильные размеры участка и его форма.

3. Краткая конфигурация зданий в плане.

4. Простая схема проездов по правильным кварталам.

5. Максимальная блокировка зданий.

6. Правильный ввод и расположение железнодорожных путей.

7. Отсутствие неиспользованных площадей.

8. Правильно выбранная этажность зданий. Завышение (так же, как и занижение) плотности при проектировании предприятия нежелательно, так как это ухудшает технико-экономические показатели строительства завода.

4.8. ВИДЫ ЗАСТРОЕК. ОЗЕЛЕНЕНИЕ

При разработке проекта завода имеет большое значение правильный выбор типов зданий и сооружений. застройка может быть осуществлена одноэтажными и многоэтажными зданиями. Многоэтажные здания применяются для заводов легкого машиностроения, электро- и приборостроения.

Одноэтажная застройка бывает раздельной (в одном здании один или не сколько цехов) и сплошной, когда все цехи располагаются в одном здании. Выбор типа застройки зависит от организации производства и технологических процессов. Цехи размещаются в отдельных зданиях или блокируются в однородные группы. Иногда производится блокировка цехов для выпуска отдельных узлов или изделий.

Заготовительные цехи чаще располагаются в отдельных зданиях, аналогично и обслуживающие устройства. Крупные цехи - в многопролетных зданиях, имеющих Г-, П- или Ш- образную форму. При этом должна соблюдаться норма разрывов между зданиями.

Озеленение заводской территории способствует улучшению санитарно-гигиенических условий на заводе, архитектурно дополняет площадь завода и т. д. Озеленение должно соответствовать архитектурному оформлению. Расположение зеленых насаждений ведется по специальным нормам.

4.9. ИНЖЕНЕРНЫЕ СЕТИ ЗАВОДА

Инженерные сети включают: водопровод, канализацию, нефте- и газопроводы, отопление, электрокабели, связь, радио, сигнализацию.

Все эти магистрали находятся в зоне между зданиями и дорогами, чтобы не мешать движению при ремонте. Все сети, как правило, должны быть прямолинейными и располагаться параллельно и перпендикулярно зданиям.

Места пересечения разрабатываются особенно тщательно. Все это значительно облегчает эксплуатацию зданий. Глубина закладки водопровода - глубина промерзания плюс 0,2 м, остальных трубопроводов - глубина промерзания.

4.10. УСЛОВИЯ САНИТАРНЫЕ, ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ И ПРОТИВОВОЗДУШНОЙ ЗАЩИТЫ

Согласно «Санитарным нормам проектирования промышленных предприятий» и «Противопожарным нормам проектирования зданий и сооружений» при проектировании и разработке генерального плана промышленного предприятия расстояние между зданиями и сооружениями завода, а также между предприятием и другим объектом должно быть обоснованным и точно определенным.

В зависимости от вредности выделяемых веществ и технологии все предприятия делятся на пять классов. Для каждого класса установлена определенная ширина защитной зоны.

Таблица 4.1

Класс предприятия	1	2	3	4	5
Ширина защитной зоны, м.	1000	500	300	100	50

Санитарно-защитная зона - это территория между производственными зданиями, складами, установками (вредными в санитарном отношении) и зданиями жилого массива (жилыми домами, лечебно-профилактическими зданиями стационарного типа и культурно-бытовыми зданиями). Необходимо отметить, что на машиностроительных предприятиях производств, относящихся к первому классу (химические и металлургические заводы), нет. Ко второму классу относятся чугунолитейные производства с годовым выпуском продукции 20 тыс., тонн и выше, мартеновские, конверторные, электроплавильные производства (1 млн. тонн в год), к третьему классу - чугунолитейные производства с выпуском продукции от 10 тыс. до 20 тыс. тонн в год, производства по вторичной переработке цветных металлов (до 100 тонн в год). К четвертому классу относятся металлообрабатывающие производства с чугунным и стальным литьем (до 10 тыс. тонн в год), с цветным литьем (до 100 тонн), к

пятому классу - металлообрабатывающие предприятия с цехами термической обработки, не имеющие литейных цехов.

Предприятия без вредных цехов не имеют санитарно-защитной зоны.

По пожарной опасности производств существует следующая классификация на машиностроительных предприятиях:

А - водородные станции, цехи рекуперации и насосные станции с температурой вспышки паров + 28°C и ниже;

Б - цехи по приготовлению и транспортировке угольной пыли и древесной муки; насосные станции для перекачки жидкости с температурой вспышки паров + 28 – 120°C;

В - лесопильные и другие деревообрабатывающие производства;

Г - литейные и плавильные, кузнечные, прессовые, сварочные цехи;

Д - производства, связанные с обработкой негорючих материалов в холодном состоянии (механические цехи, цехи холодной листовой, объемной штамповки и высадки).

По огнестойкости все промышленные здания и сооружения можно разделить на пять степеней:

1 и 2 - здания, выполненные полностью из негорючих конструкций;

3 - здания, в которых несущие стены, лестничные пролеты и лестницы негорюемые, остальные конструкции трудногорюемые;

4 - все элементы конструкции здания трудногорюемые;

5 - все элементы конструкции здания горюемые.

В зависимости от этих степеней, а также категорий пожарной опасности выбирается минимальное расстояние между зданиями. Например, для кузнечных и холодноштамповочных цехов оно составляет 10-16 м.

К промышленным зданиям и сооружениям по всей их длине должен быть обеспечен подъезд для пожарных автомобилей (односторонний при ширине здания до 18 м, двухсторонний при большей ширине). Расстояние от края проездной части или спланированной поверхности, пригодной для проезда пожарной автомашины, до стены здания не должно превышать 25 м.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андерс А.А., Потапов И.М., Шулешкин А.В. Проектирование заводов и цехов в автотракторной промышленности. -М.: Машиностроение, 1982. 272 с.
2. Бударин А.М. Компоновка и планировка механосборочных цехов: Учебное пособие. Ульяновск: УлПИ, 1975. -124 с.
3. Гибкое автоматизированное производство /Под общей редакцией С.А.Майорова, Г.В.Орловского, С.Н.Халкионова.- М.: Машиностроение, 1985.454 с.
4. Гурьянихин В.Ф. Проектирование технологических процессов обработки аготовоквГПС: Учебное пособие. Ульяновск: УлПИ, 1994. -108 с.
5. Егоров М.Е. Основы проектирования машиностроительных заводов. М.: Высшая школа, 1963. -480 с.
6. Единая система плано-предупредительного ремонта и рациональной эксплуатации технологического оборудования машиностроительных предприятий. М.: Машиностроение, 1987.- 246 с.
7. Киселев Е.С. Практические и тренировочные задания по проектированию механосборочных, инструментальных и ремонтно-механических цехов. Учебно-практическое пособие. Ульяновск: Венец, 1999.- 49 с.
8. Колесов И.М. Основы технологии машиностроения: Учебник. -М.: Машиностроение, 1997. -552 с.
9. Маликов О.Б. Склады гибких автоматических производств. Л.: Машиностроение. Ленинградское отделение, 1986. -188 с.
10. Мельников Г.Н., Вороненко В.П. Проектирование механосборочных цехов: Учебник. М.: Машиностроение, 1990. -352 с.
11. Металлорежущие станки 1997-1998 г. Номенклатурный каталог / Составители В.Н. Ярмушевская, Г.Г. Егорова.- М.: ИКФ "Каталог", 1997.- 106 с.
12. Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий машиностроения, приборостроения и металлообработки. Механообрабатывающие и сборочные цехи. ОНТИ-14-86. Гипростанок. М.: ВНИИТЭМР, 1987.- 98 с.
13. Организация инструментального хозяйства машиностроительного завода ОМТРМ 0662-003-87. Ч. 2. -3-е изд., перераб. и доп.- М.:НИИМАШ, 1987. -214 с.
14. Охрана труда в машиностроении: Учебник / Е.Я.Юдин, С.В.Белов, С.К.Баланцев и др. -М.: Машиностроение, 1983. -432 с.
15. Проектирование автоматизированных участков и цехов: Учебник / В.П.Вороненко, В.А.Егоров, М.Г.Косов и др.; Под ред. Ю.М.Соломенцева. -М.: Машиностроение, 1992. 272 с.

16. Проектирование гибких производственных систем механической обработки деталей. МР-040-79-86, МР-040-080-86. М.: НПО "Оргстанкинпром", 1986.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Стр.

Предисловие	3
Введение	4
Глава 1. Основные положения проектирования	6
1.1. Основные понятия и элементы организации капитального строительства	6
1.2. Основные задачи проектирования.....	7
1.3. Задание на проектирование	9
1.4. Исходные данные для проектирования.....	10
1.5. Стадии проектирования	11
1.6. Технический проект	12
1.7. Рабочие чертежи	14
1.8. Техничко-рабочий проект	16
1.9. Типовое проектирование	17
1.10. Сметы.....	18
1.11. Порядок согласования и утверждения проектной и сметной документации.....	20
Глава 2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ	22
2.1. Научно-технические перспективы развития машиностроения	22
2.2. Специализация, производственное кооперирование в производстве.....	28
2.3. Состав современного завода при автоматизированной системе управления производством	31
2.4. Технологические расчеты при проектировании цехов.....	35
2.5. Методы определения трудоемкости.....	36
2.6. Фонд времени работы оборудования и рабочих	42
2.7. Методы расчета количества оборудования и рабочих мест.....	46
2.8. Методы расчета цехового производственного персонала	50
2.9. Классификация и методы расчета площадей	52
2.10. Основные понятия компоновки и планировки цехов	57
2.11. Классификация и характеристика типов планировок	58
2.12. Основные принципы компоновки и планировки цехов	61
2.13. Организация грузопотоков при пространственном размещении оборудования.....	66
2.14. Техника выполнения и оформления компоновок и планировок.....	71

Глава 3. Требования к промышленным зданиям. Элементы строительного проектирования	76
3.1. Одноэтажные промышленные здания	76
3.2. Технологические требования к промышленным сооружениям	83
3.3. Основные направления строительного проектирования	84
3. 4. Подвалы, проходные каналы, траншеи	88
3. 5. Окна, двери, полы, кровля	89
3.6. Техническая эстетика и требования, к окраске производственных помещений и оборудования	92
3.7. Освещенность	97
Глава 4. Генеральный план машиностроительного завода	99
4.1. Состав машиностроительного завода	99
4.2. Выбор места постройки завода	95
4.3. Основные правила построения генерального плана	97
4.4. Схемы внутризаводских железнодорожных путей	101
4.5. Перемещение материалов на территории завода	103
4.6. Правила составления генплана	106
4.7. Зонирование заводской территории	107
4.8. Виды застроек. Озеленение	109
4.9. Инженерные сети завода.....	110
4.10.Условия санитарные, противопожарные и противовоздушной защиты	111
Список литературы.....	113
Оглавление.....	115

Учебное издание

Аблясова Алсу Галиевна
Мухаметшина Елнара Сулудин кзы

Технологическая подготовка производства
Часть 2

Учебное пособие

Главный редактор **Липинская Г.Е.**

Подписано в печать **12.10.22.**

Формат 60x118 1/16.

Гарнитура Times New Roman.