

Министерство образования Российской Федерации
Тамбовский государственный технический университет

А.С. Клинков, В.Г. Однолько, Н.А. Чайников

**ДИПЛОМНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ
(СТРОИТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ)**

*Утверждено Ученым советом университета
в качестве учебного пособия для студентов,
обучающихся по специальности 170500*

Тамбов
Издательство ТГТУ
2003

УДК 721.012
ББК Н721.4я73-5
К493

Рецензенты:

Доктор технических наук, профессор
В.В. Леденев

Кандидат технических наук,
заместитель директора ОАО НИИРТМАШ
В.Н. Шашков

Клинков А.С., Однолько В.Г., Чайников Н.А.

К49 Дипломное проектирование (строительный раздел):
3 Учебное пособие. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та,
2003. 80 с.

В учебном пособии представлено типовое содержание строительного раздела дипломного проекта и рассмотрена последовательность проектирования предприятий и цехов по переработке полимерных материалов.

Даны представления о генеральном и ситуационном планах, классификации производственных зданий и сооружений, их объемно планировочных и конструктивных решений. Приведены основные элементы конструкций производственных зданий, рекомендации по разработке строительного раздела дипломного проекта, а также представлены примеры оформления.

Учебное пособие предназначено для студентов специальности 170500 – Машины и аппараты химических производств и предприятий строительных материалов (специализации 170505).

УДК 721.012
ББК Н721.4я73-5

ISBN 5-8265-0215-0

© Клинков А.С., Однолько
В.Г., Чайников Н.А., 2003
© Тамбовский государственный
технический университет,
(ТГТУ) 2003

Учебное издание

**КЛИНКОВ Алексей Степанович,
ОДНОЛЬКО Валерий Григорьевич,
ЧАЙНИКОВ Николай Александрович**

**ДИПЛОМНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ
(СТРОИТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ)**

Учебное пособие

Редактор Т.М. Глинкина

Инженер по компьютерному макетированию И.В. Евсева

Подписано в печать 27.12.2003
Гарнитура Times New Roman. Формат 60 × 84 / 16.
Бумага офсетная. Печать офсетная. Объем: 4,65 усл. печ. л.; 4,55 уч.-изд. л.
Тираж 100 экз. С. 885

Издательско-полиграфический центр
Тамбовского государственного технического университета
392000, Тамбов, Советская, 106, к. 14

А.С. Клинков, В.Г. Однолько, Н.А. Чайников

**ДИПЛОМНОЕ
ПРОЕКТИРОВАНИЕ
(СТРОИТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ)**

• Издательство ТГТУ •

ВВЕДЕНИЕ

Производство и потребление полимерных материалов обусловлено высокой эффективностью их применения, выгодным сочетанием технологических и рабочих характеристик, эксплуатационной надежностью и возможностью замены ими изделий из традиционных материалов.

Все технологические процессы производств по переработке полимерных материалов, можно разделить на пять основных стадий:

- 1 Подготовка сырья и материалов.
- 2 Изготовление композиций и смесей.
- 3 Изготовление полуфабрикатов в виде гранул, таблеток и др.
- 4 Производство конкретного изделия.
- 5 Обработка готовых изделий.

Все указанные выше технологические процессы осуществляются на разнообразном оборудовании, которое группируется по типам, видам и размещается в производственных цехах или участках.

Подготовка инженера-механика в области создания и эксплуатации оборудования для переработки пластических масс и резиновых смесей предусматривает приобретение студентами значительного объема теоретических и практических знаний, позволяющих решать широкий круг инженерных и прикладных задач.

Целью настоящего учебного пособия является систематизация у студентов знаний полученных при изучении специальных дисциплин и дисциплин специализации ГОС и применение их в процессе дипломного проектирования, а именно, спроектировать производственное предприятие или его цех для переработки полимерных материалов, правильно выбрать строительные конструкции и материалы, грамотно разработать схемы технологического процесса, рассчитать и рационально разместить производственное оборудование и др.

Основанием для выполнения дипломного проекта является задание на проектирование (реконструкцию) производства или цеха в его составе, а также специальное задание на разработку конструкции машины, аппарата или экспериментальной установки.

Необходимые для расчетов материалы студенты собирают во время прохождения технологической и преддипломной практик.

В строительном разделе дипломного проекта рассматривают: выбор участка под строительство с необходимыми обоснованиями; тип производственного здания, его этажность; вид конструктивной схемы, типы и материалы конструкций; непосредственно сам технологический процесс, степень его механизации и автоматизации; вид оборудования и его размещение; технико-экономические показатели производства.

Данный раздел дипломного проекта состоит из графического материала (объемом 1,5 – 2 листа формата А1) и расчетно-пояснительной записки.

Графическая часть включает в себя: генплан участка строительства, фасады, разрезы и планы здания цеха с экспликацией помещений и размещением основного технологического и вспомогательного оборудования. В случае проектирования многоэтажного здания изображают планы всех этажей.

На видах, разрезах и планах должны быть показаны основные строительные конструкции и элементы производственного здания (фундаменты, стены, колонны, пролетные конструкции, элементы перекрытия и покрытия, подкрановые конструкции). При выполнении чертежей следует строго руководствоваться требованиями действующих строительных норм и правил (СНиП) и ЕСКД.

В состав цеха входят: производственные отделения; вспомогательные участки и административно-бытовые помещения.

Производственные отделения предназначены для непосредственного осуществления в них технологического процесса по выпуску продукции. Здесь размещается основное технологическое оборудование, в котором происходит изменение формы, состояния или свойств сырья, материалов, заготовок и полуфабрикатов.

Вспомогательные участки предназначены для обслуживания производства: ремонта, хранения и выдачи основных и вспомогательных материалов, полуфабрикатов, инструмента, приспособлений и т.п.

На вспомогательных площадях цеха размещают оборудование, не участвующее непосредственно в технологическом процессе изготовления готовой продукции, но на котором выполняются работы по обслуживанию нужд основного производства.

Здания цехов оснащаются подъемно-транспортным оборудованием, предназначенным для монтажа, демонтажа оборудования и механизации трудоемких подъемно-транспортных и погрузочно-

разгрузочных работ.

1 ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ РАЗРАБОТКИ ПРОЕКТНОЙ СТРОИТЕЛЬНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

Строительству предприятия предшествует разработка технической документации, которая содержит описание, обоснование и расчеты для строительства (реконструкции) предприятия или его цехов (зданий и сооружений). Техническая документация регламентирует необходимые требования, позволяющие осуществить строительство зданий и сооружений, в которых будет возможно организовать технологический процесс производства и обеспечить выпуск продукции.

В состав предприятия может входить одно или несколько производств, связанных между собой единым производственным процессом по изготовлению определенной продукции (материал, изделие и т.п.).

Состав промышленного предприятия устанавливается в соответствии с делением производства на основное и вспомогательное.

Центральное место в производственном процессе предприятия занимает основное производство, в котором преобладают технологические процессы, непосредственно связанные с изменением формы, размеров, вида, состояния, свойств предметов труда, для получения готового изделия.

К задачам вспомогательного производства относят: обеспечение предприятия всеми видами энергии; изготовление и ремонт инструментов и технологической оснастки; ремонт и обслуживание технологического, энергетического, транспортного оборудования; приемку, хранение, и транспортировку материалов, сырья, полуфабрикатов, готовой продукции.

1.1 Разработка проектной документации

Проектирование предприятий химических производств осуществляется проектными организациями (генеральный проектировщик или подрядчик) по заданию заказчика. В разработке и реализации проекта, кроме проектной организации принимают участие специализированные субподрядные организации (строительные, монтажные).

Отношения между заказчиком и подрядчиками, а также объем и содержание проектной документации регламентируются требованиями СНиП 11-03–2001 «Типовая проектная документация» и СНиП 11-01–95 «Инструкция о порядке разработки, согласования, утверждения и составе проектной документации на строительство предприятий, зданий и сооружений».

Заказчик и проектировщик заключают договор (контракт), регулирующий правовые и финансовые отношения, взаимные обязательства и ответственности сторон.

Договор включает в себя задание на проектирование, содержащее следующие основные исходные данные:

- наименование производства и предприятия;
- основание для проектирования;
- вид строительства;
- стадийность проектирования;
- требования к вариантной и конкурсной разработке;
- особые условия строительства,
- основные технико-экономические показатели объекта (мощность, производительность, производственная программа);
 - требования к качеству, конкурентной способности и экологическим параметрам продукции;
 - требования к технологии, режиму предприятия;
 - требования к архитектурно-строительным, объемно-планировочным и конструктивным решениям;
 - требования по разработке инженерно-технических мероприятий гражданской обороны и предупреждению чрезвычайных ситуаций;
 - требования по выполнению опытно-конструкторских и научно-исследовательских работ.

Разработка проектной документации должна вестись с учетом достижений науки и техники, чтобы будущее предприятие было технически передовым, выпускало продукцию высокого качества при научно обоснованных нормах затрат труда, сырья, материалов и топливно-энергетических ресурсов.

В состав проекта входит следующая документация:

- 1 Общая пояснительная записка. В пояснительной записке обосновывается необходимость разра-

ботки проекта; даются исходные данные для проектирования, краткая характеристика предприятия; данные о проектной мощности, номенклатуре, качестве, конкурентоспособности продукции, сырьевой базе, потребности в топливе, воде, тепловой и электроэнергии, комплексном использовании сырья, отходов производства, вторичных энергоресурсов; сведения социально-экономической и экологической обстановки района строительства.

2 Генеральный план и транспорт. Даются краткие характеристики района и площадки строительства; решения и показатели по ситуационному и генеральному плану, внутривладостроительному и внешнему транспорту, выбору вида транспорта, основные планировочные решения.

3 Технологические решения. Данные о производственной программе; обоснования технологии производства, его механизации и автоматизации.

4 Сведения об управлении производством, организации условий и охраны труда в соответствии с нормативными документами.

5 Архитектурно-строительные решения. Приводятся сведения об инженерно-геологических и гидрогеологических условиях площадки строительства, дается краткое описание и обоснование архитектурных и строительных решений по основным зданиям и сооружениям.

6 Инженерное оборудование, сети и системы. Рассматриваются решения по водоснабжению, канализации, теплоснабжению, отоплению, вентиляции, инженерному оборудованию зданий и сооружений (электрооборудование, связь и сигнализация, диспетчеризация и автоматизация).

7 Организация строительства – разрабатывается в соответствии со СНиП «Организация строительного производства».

8 Охрана окружающей среды. Мероприятия в соответствии с госстандартами и нормативными актами по природоохранной деятельности.

9 Инженерно-технические мероприятия по предупреждению чрезвычайных ситуаций – выполняются в соответствии с нормами и правилами в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

10 Сметная документация. Разрабатывается на стадии проекта и включает сводные сметные расчеты стоимости строительства;

11 Эффективность инвестиций. Оценивается на основе количественных и качественных показателей соответствующих разделов проекта.

Разработка проектной документации ведется в три стадии: предпроектная, выполнение технического проекта и его утверждение.

Предпроектная стадия включает в себя обоснование необходимых инвестиций, выбор площадки под строительство и подготовку технического задания на проектирование.

Выполнение технического проекта. На данной стадии решаются все основные технические, технико-экономические, экологические вопросы проектируемого производства с учетом современных достижений науки и техники в данной отрасли. Принимается технология производства, разрабатывается его принципиальная технологическая схема; рассчитывается количество оборудования; выбираются строительные конструкции будущего предприятия; проводится размещение технологического оборудования; решаются вопросы энергоснабжения, автоматизации и механизации производства; составляются сметы и спецификации на оборудование.

Утверждение технического проекта и разработка рабочих чертежей. Производятся уточнение и детализация предусмотренных техническим проектом решений для производства строительномонтажных работ.

Проект утверждается главным инженером проектной организации, подтверждается государственной экспертизой и согласовывается с другими заинтересованными организациями. Заключается договор с подрядной организацией (через тендерные торги), открывается финансирование строительства и разрабатывается проектная рабочая документация.

1.2 Выбор района и пункта строительства

При выборе района строительства необходимо найти рациональное решение территориально-хозяйственного устройства района застройки, формирование его архитектурно-планировочной структуры и функционального зонирования для обеспечения оптимальных условий развития производства.

Решение о проектировании и строительстве предприятий принимают на основе технико-экономических обоснований, исходя из планов развития и размещения производительных сил для данного района.

При определении района и пункта строительства промышленного предприятия исходят из принци-

пов вовлечения в производство наиболее экономически выгодных природных ресурсов; развития наиболее эффективных производственных связей районов и предприятий; недопустимости чрезмерной концентрации промышленности в крупных городах; выполнения нормативов по уровням шума и предельно-допустимых концентраций вредных веществ, выделяемых в процессе производства.

Выбор площадки под строительство предприятия осуществляет комиссия в составе представителей заказчика проекта, генподрядчика (проектной или строительной организаций), органов местного управления, санитарного и пожарного надзора.

Площадку под строительство промышленного предприятия следует выбирать на непригодных или скудных для использования в сельском хозяйстве землях, вне зон санитарной охраны источников водоснабжения; курортов, зеленых зон городов и поселков, заповедников, памятников культуры и архитектуры; залегания полезных ископаемых, горных разработок и возможных оползней.

Выбор площадки под строительство должен быть обоснован:

- наличием сырьевой базы для выработки полуфабрикатов или готовых изделий;
- удобным для строительства рельефом местности;
- наличием квалифицированной рабочей силы;
- наличием удобных и коротких путей (железные дороги, автомагистрали и дороги, водный транспорт) для доставки предприятию необходимых материалов, топлива и отправки готовой продукции (полуфабрикатов);
- обеспеченностью водой для хозяйственно-питьевых, производственных и противопожарных нужд;
- возможностью производственной кооперации с другими предприятиями (транспорт, энергоснабжение и т.д.);
- учетом розы ветров по отношению к населенному пункту;
- наличием дешевых местных строительных материалов;
- возможностью удаления промышленных стоков;
- сбытом готовой продукции потребителям.

В итоговом акте о выборе площадки под строительство комиссия дает краткую характеристику предприятия и самой площадки.

Отражаются вопросы обеспечения предприятия сырьем и условия его размещения. Указываются имеющиеся железнодорожные пути, вносятся предложения по прокладке новых. Раскрываются перспективы автодорожной связи, указывается расстояние от выбранной площадки до основной автодороги. Рассматриваются вопросы энергоснабжения предприятия, обеспечение его топливом и водой, а также вопросы водоотведения и очистки сточных вод. Даются предложения по выбору подрядной строительной организации, предприятий по изготовлению строительных конструкций и местных строительных материалов.

В ряде случаев трудно подобрать такое место, которое бы удовлетворяло всем необходимым требованиям.

Многообразие химических производств, в том числе по переработке полимерных материалов, требует конкретного глубокого экономического анализа для каждого предприятия при их размещении, например:

– Промышленные предприятия по производству продуктов органического синтеза, полимерных материалов, синтетического спирта и каучука, пластических масс следует размещать в районах нефтепереработки или коксохимической промышленности или вдоль трасс крупнейших магистральных газопроводов и нефтепроводов. Пример плана промышленного узла на основе предприятий нефтепереработки и синтетического каучука приведен в прил. (рис. П1);

– Резинотехнические предприятия, изделий из пластмасс и пресспорошков рекомендуется размещать вблизи заводов, вырабатывающих сырье.

– Заводы синтетического каучука рекомендуется включать в комплекс нефтехимических комбинатов или располагать вблизи них.

После выбора площадки под строительство объекта проводятся изыскательские геодезические и геологические работы: съемки рельефа местности, определение состава и свойств грунтов, глубины залегания почвенных вод и др., согласно СНиП 11-02-96 «Инженерные изыскания для строительства. Общие положения».

Следующим этапом проектирования является разработка генерального и ситуационного планов промышленного предприятия.

1.3 Генеральный и ситуационный планы

Генеральный план, являясь важнейшей частью проекта промышленного предприятия, содержит комплексное решение вопросов размещения зданий, сооружений, транспортных коммуникаций, инженерных сетей, организации систем хозяйственного и бытового обслуживания, планировки и благоустройства территории и расположения предприятия в промышленном узле.

Ситуационный план промышленного предприятия включает в себя план населенного пункта или территории, где указывают место расположения запроектированного предприятия и других объектов, имеющих с ним непосредственные технологические, транспортные и иные инженерно-технические связи.

При разработке ситуационного плана вновь проектируемого или реконструируемого предприятия по общему проекту планировки заданного населенного пункта необходимо комплексно решить вопросы:

- кооперирования и специализации всех предприятий промышленного узла с учетом их перспективного развития;
- рационального и экономичного использования земельной площади территории и разработки общей схемы водоснабжения и канализации;
- использования железных и автомобильных дорог, разработки кратчайших транспортных связей предприятий с местами расселения трудящихся.

В ситуационный план включают водозаборные и очистные сооружения промышленных стоков с указанием примыкающих населенных пунктов, а также необходимые санитарно-защитные зоны, транспортные и инженерные сети предприятия, резервные территории, размещение устройств по хранению, переработке и утилизации отходов производства и др.

Разработка генплана основывается на детальной проработке общей технологической схемы производства, в результате чего:

- намечают места расположения отдельных цехов предприятия;
- размещают вспомогательные и служебные здания и сооружения, соблюдая последовательность и непрерывность их размещения в направлении общего технологического потока производства;
- увязывают все здания и сооружения между собой инженерными и транспортными коммуникациями.

При разработке генерального плана стремятся к тому, чтобы:

- все производственные операции выполнялись в одном направлении;
- не было бы пересечений движения в одной плоскости;
- все материалы или обрабатываемые детали проходили наиболее короткий путь между отдельными операциями;
- поступления сырья осуществлялись в одном направлении, а выход готовых изделий – в противоположном.

При таком решении генплана достигается минимальная продолжительность производственного цикла, экономятся энергия, земельные площади, сокращаются коммуникации и издержки производства.

Не всегда удается сохранить прямолинейное расположение цехов, в результате чего приходится изменять движение производства по отношению к первоначальному направлению, не меняя при этом поступательности движения технологического потока.

Наиболее часто встречаются прямоугольные очертания решения генеральных планов предприятий с возможно более компактной застройкой территории зданиями и сооружениями.

Решение генерального плана предприятия с учетом всех производственных вопросов должно обеспечивать наиболее благоприятные и безопасные условия труда и быстрое перемещение работающих по всей территории промышленного комплекса (рис. 1).

В состав проекта генерального плана входят: ситуационный план размещения предприятия в масштабе 1:5000; 1:10000; план территории предприятия в масштабе 1:1000; 1:2000 или 1:5000; совмещенная схема инженерных сетей и коммуникаций в масштабе генплана территории; схема грузовых и людских потоков; пояснительная записка с расчетами.

Генеральный план на стадии рабочих чертежей состоит из планов горизонтальной и вертикальной планировки; совмещенных инженерных сетей и коммуникаций. Его разрабатывают в масштабе 1:500 или 1:1000 для площадок до 5 – 10 га, а для остальных предприятий – 1:1000 и 1:2000.

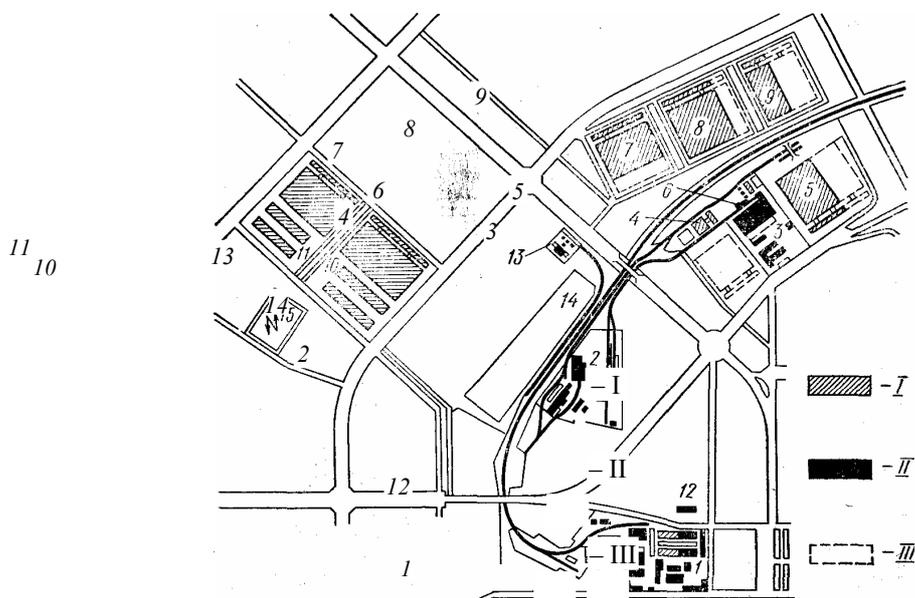


Рис. 1 Схема генерального плана промышленного узла:

1, 3, 5, 7 – машиностроительные заводы различного профиля;
 2 – металлургический завод; 4 – литейный цех; 6 – общеузловые сооружения;
 8 – завод электроаппаратуры; 9 – радиотехнический завод; 10 – комбинат шелковых тканей; 11 – комбинат верхнего трикотажа; 12 – швейная фабрика;
 13 – районная котельная; 14 – районная база; 15 – электроподстанция;
 I – проектируемые здания и сооружения; II – существующие здания и сооружения; III – перспективное строительство

СНиП П-83–80 «Генеральные планы промышленных предприятий» устанавливает порядок разработки, согласования, рассмотрения, утверждения схем генпланов групп предприятий с общими объектами.

На генеральном плане промышленного предприятия изображают в масштабе размещение всех зданий и сооружений; зонирование территории по группам цехов и характеру технологического процесса; ширину противопожарных и санитарных разрывов между зданиями и сооружениями, проезды, въезды в цехи, автодороги и железнодорожные пути; инженерно-технические сети; ограждение территории с указанием мест въезда, входа и выхода; размещение пожарных гидрантов и водоемов, резервных емкостей, пожарных депо, автоматики электрической пожарной сигнализации; благоустройство и озеленение территории; розу ветров и ширину санитарно-защитной зоны; отметки полов основных зданий.

1.4 Зонирование территории предприятия

Территория промышленного предприятия может быть разделена на четыре функциональные зоны: производственная, предзаводская, подсобная и складская.

В производственной зоне размещаются основные здания цехов, где осуществляется непосредственно процесс производства продукции, здесь же размещаются цеха вспомогательных производств.

В предзаводской зоне располагаются вспомогательные здания и сооружения, а также площадки для стоянки пассажирского транспорта. Размеры предзаводской зоны должны быть в пределах 4 % всей площади территории предприятия.

Подсобная территориальная зона включает площади под энергетическими объектами и инженерными коммуникациями. Энергетические объекты следует размещать ближе к основным потребителям энергии для уменьшения протяженности материалопроводов и линий электропередач.

В складской зоне размещаются склады исходных сырьевых материалов и готовой продукции. Складские здания и сооружения проектируют около внешних границ промышленной площадки для наиболее эффективного использования внешних подъездных путей.

Планировка территории предприятия выполняется по отдельным группам зданий и сооружений с учетом их функционального зонирования.

Здания с повышенными взрыво- и пожароопасными производствами следует располагать с подветренной стороны по отношению к остальным зданиям и сооружениям.

1.5 Роза ветров

Правильное расположение промышленных зданий и сооружений относительно сторон света и господствующего направления ветров обеспечивает наиболее благоприятные условия для естественного освещения, аэрации, борьбы с излишней инсоляцией и снежными заносами световых фонарей покрытий зданий, а также противопожарные требования и препятствует распространению вредных выделений и шумов.

Преобладающее направление ветров принимают по средней розе ветров летнего периода года на основе многолетних (50 – 100 лет) метеорологических наблюдений для конкретного климатического района.

Розу ветров строят следующим образом. Вычерчивают в масштабе окружность и делят ее на 8 или 16 равных частей (румбов): С, СВ, В, ЮВ, Ю, ЮЗ, З, СЗ, ССВ, ВСВ, ВЮВ, ЮЮВ, ЮЮЗ, ЗЮЗ, ЗСЗ и ССЗ.

От центра окружности откладывают в выбранном масштабе процентную повторяемость ветров по соответствующим румбам, полученные точки соединяют, получая фигуру – розу ветров. Наиболее вытянутая сторона розы ветров показывает направление (к центру) господствующего ветра. В приведенной на рис. 2 розе ветров господствующее направление ветров будет с юга на север.

На генплане розу ветров вычерчивают в верхнем левом углу листа. Промышленные предприятия рекомендуется располагать параллельно или под углом 45° к направлению господствующих ветров (рис. 3).

Для построения розы ветров по скорости откладывают силу ветра (в м/с) в выбранном масштабе по направлению соответствующих румбов и полученные точки соединяют между собой (на рис. 3 пунктир).

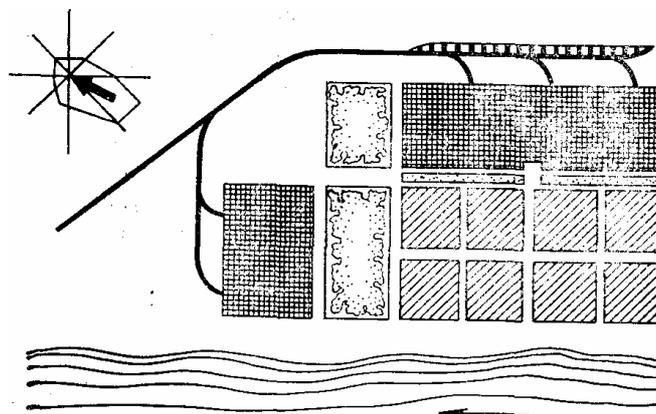


Рис. 3 Расположение предприятий с учетом розы ветров:

1 – промышленная зона; 2 – зеленая зона; 3 – жилой район;
4 – железная дорога; 5 – река; 6 – направление господствующих ветров

1.6 Санитарно-защитная зона

Санитарно-защитной зоной промышленного предприятия считается территория между местами выделения в атмосферу производственных вредностей и жилыми или общественными зданиями.

В зависимости от выделяемых вредностей и условий технологического процесса промышленные предприятия делят на пять классов, для каждого из которых устанавливаются размеры санитарно-защитной зоны (от 50 м для V класса до 1000 м для I класса).

Большинству химических производств свойственна высокая степень пожаро- и взрывоопасности, поэтому строгое зонирование промышленной площадки является обязательным условием.

В санитарно-защитной зоне допускается размещать промышленные предприятия с меньшим классом вредностей, но при условии соблюдения для них требуемой санитарно-защитной зоны. Допускается размещать в санитарно-защитной зоне пожарные депо, бани, прачечные, гаражи, складские и административно-бытовые здания, магазины, столовые, амбулатории, стоянки для общественного и индивидуального транспорта.

Для производств по вулканизации резины без применения сероуглерода, производств изделий из пластических масс и синтетических смол методами механической обработки ширина санитарно-защитных зон должна быть не менее 50 м.

Санитарно-защитные зоны шириной 100 м необходимо предусматривать для производств:

- изделий из пластических масс и синтетических смол методами прессования, экструзии, литьем под давлением, пневмо- и вакуум-формованием;
- искусственной кожи на основе ПВХ и других смол без летучих органических растворителей;
- изделий из стеклопластиков;
- пресс-материалов (фенолформальдегидных, мочевино-меламино-формальдегидных, кремнийорганических);
- резинотехнических изделий без применения органических растворителей и резиновых смесей без применения сажи;
- предприятий прессованных и намоточных изделий из бумаги и тканей, пропитанных фенолформальдегидными смолами.

Санитарно-защитные зоны шириной 300 м организуются для производств по регенерации резины и каучука; переработке фторопластов; изготовлению шин, резинотехнических изделий, эбонита, клееной обуви и резиновых смесей для них.

1.7 Застройка территории

Предприятия химической промышленности следует размещать в группе (промышленном узле) с другими предприятиями, объединяя их между собой производственной и хозяйственной кооперацией.

В практике строительного проектирования существуют сплошная (сблокированная) и рассредоточенная (разобценная) системы застройки.

При рассредоточенной системе застройки территории, характерной для химических предприятий, между зданиями и сооружениями оставляют минимальные противопожарные и санитарные разрывы – расстояние между их наружными стенами в свету.

Ширину разрыва между отдельными цехами определяют как полусуммы их высот, но не менее 12 м для предприятий без вредных выделений, 15 м для вредных предприятий и не менее 20 м – для азотных заводов.

Ширина санитарного разрыва между зданиями, освещаемыми через оконные проемы, должна быть не менее высоты до верха карниза наиболее высокого здания.

В случае если разрыв образуется между большими сторонами и торцами зданий или между торцами зданий с оконными проемами, расстояние между ними должно быть не менее 12 м.

При необходимости устройства открытых складов пылящих материалов санитарные разрывы должны быть не менее 20 м до производственных зданий, 25 м до бытовых помещений и не менее 50 м до других вспомогательных зданий.

Соблюдая минимальные разрывы между зданиями и сооружениями, необходимо обеспечивать их компактное размещение, включая дороги и инженерные сети, а также выполнения функциональности зон на всей территории предприятия.

На рис. 4 приведены схемы планов зданий различной конфигурации. Наиболее предпочтительны производственные здания прямоугольной в плане формы. Следует избегать проектировать промышленные здания сложной конфигурации П- или Ш-образной формы, а также с замкнутыми дворами только в случае необходимости, т.к. это значительно увеличивает загазованность и пожарную опасность в зданиях, ухудшает их аэрацию.

Необходимо устраивать ограждения производств категорий А и Б по степени пожарной опасности; режимных предприятий и объектов по выпуску и хранению взрывчатых, ядовитых и радиоактивных веществ; открытых складов хранения ценных материалов, сырья и продукции.

Промышленные здания и сооружения по возможности следует располагать на линии застройки или вдоль границ промышленной площадки, используя ограждения только в пределах разрывов между ними.

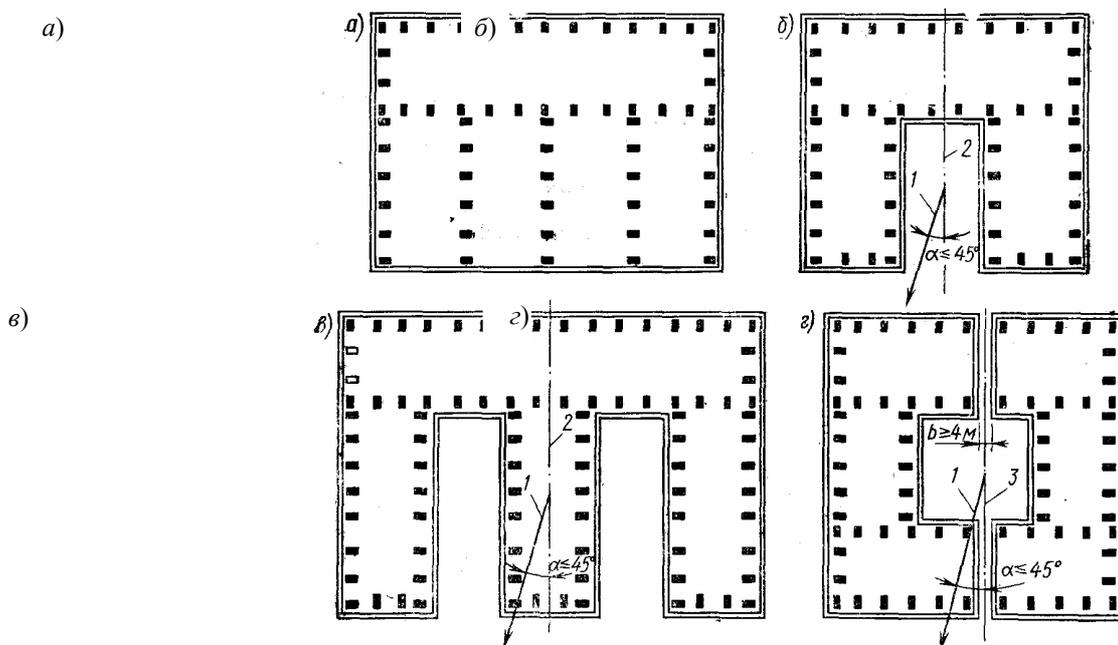


Рис.4 Схемы планов зданий различной конфигурации:
a – прямоугольная; *б* – П-образная; *в* – Ш-образная;
г – с замкнутым двором

1.8 Размещение инженерно-технических сетей и благоустройство территории

Все современные промышленные предприятия химической промышленности имеют разветвленную инженерно-техническую сеть различных коммуникаций, к их числу относят линии электроснабжения и связи; водопроводы и канализацию; газопроводы, теплопроводы, пневмотранспорт и различные материалопроводы.

Инженерные коммуникационные сети следует проектировать прямолинейно вдоль основных трасс и проездов параллельно линиям застройки с минимальным числом поворотов и изгибов, по кратчайшим расстояниям до объектов перпендикулярно стенам зданий и сооружений.

Подземные сети прокладывают в траншеях, каналах или тоннелях при условии, что это не нарушает прочности и устойчивости рядом стоящих зданий и сооружений, их оснований и фундаментов

При заложении сетей в траншеях ниже подошвы фундамента минимальное расстояние от грани траншей до обреза фундамента здания или сооружения определяют по формуле

$$t = (H - h) / \operatorname{tg} \gamma,$$

где H – глубина заложения дна траншеи; h – глубина заложения подошвы фундамента; γ – величина угла естественного откоса грунта.

Минимально допустимые расстояния в свету до стен производственных зданий и сооружений принимают для водопроводов и теплопроводов – 5 м, канализации – 3 м, а электросиловых кабелей и кабелей связи – 0,6 м.

Минимально допустимые расстояния в свету между подземными инженерными сетями при траншейной прокладке принимаются по соответствующим СНиП.

Надземные материалопроводы горючих газов, легковоспламеняющихся и горючих жидкостей прокладывают по несгораемым глухим участкам стен, покрытиям, колоннам, столбам, мачтам, эстакадам.

Эстакады и опоры следует проектировать так, чтобы они не влияли на фундаменты близко расположенных промышленных зданий и сооружений, не мешали движению людей, транспорта и естественной освещенности внутренних производственных помещений.

На генплане указывают разбивочные оси опор сооружений, которые должны соответствовать разбивочным осям основных промышленных зданий и обеспечивать единый шаг для несущих конструкций.

После размещения промышленных зданий и коммуникационных сетей на генеральном плане предприятия проектируется благоустройство его территории, включающее устройство надежных покрытий дорог, тротуаров, ограждений, отведение поверхностных стоков, а также озеленение.

Площадь озеленения зависит от коэффициента застройки и должна составлять не менее 15 % от площади территории предприятия.

Выбор зеленых насаждений и их размещение следует проводить, используя местные виды растений с учетом ландшафта, климатических и почвенных условий, защитных и декоративных свойств растений, а также их устойчивости против воздействия газов, дыма, пыли и других особенностей химических предприятий.

Зеленые насаждения следует высаживать на предзаводских площадках и у главных проходных; вдоль внутривозовских магистральных проездов и ограждений предприятия; на участках у бытовых зданий, столовых, медпунктов, заводоуправлений, мест отдыха; между цехами и группами цехов, выделяющих газы и пыль; у водозаборных сооружений, насосных станций, бассейнов, резервуаров для воды и т.п.

1.9 Техничко-экономические показатели генплана

Оптимальное решение генерального плана и основных его элементов достигается путем сопоставления технико-экономических показателей проекта с показателями аналогичных по мощности действующих предприятий как в процессе проектирования, так и при окончательной оценке принятых проектных решений.

К основным технико-экономическим показателям генплана относят:

1 Площадь территории, занимаемой проектируемым предприятием; площадь предприятия в ограждении, резервные площади застройки территории; площадь с учетом расширения открытых складов, автомобильных дорог (проезжей части) и замощенных участков промышленной площадки; площадь под внутривозовскими железнодорожными путями, тротуарами; площадь озеленения.

2 Протяженность внутривозовских железных и автомобильных дорог, а также ограждений по внешней границе площадки.

3 Коэффициенты застройки, использования территории и озеленения.

Из приведенных технико-экономических показателей важнейшими являются коэффициенты застройки и использования территории, отражающие экономичность принятых решений запроектированного генплана.

Коэффициент застройки определяется как отношение площади, занимаемой всеми зданиями и открытыми окладами, к общей площади территории промышленного предприятия в ограждении. Величина этого коэффициента должна быть от 0,22 до 0,5.

Коэффициент использования территории определяют как отношение площади всех зданий, сооружений, железнодорожных путей, автодорог, подземных, наземных и надземных инженерно-технических коммуникаций к общей площади территории предприятия в ограждении. Его величина должна быть в пределах 0,5–0,75.

Окончательную оценку проектных решений по генплану промышленного предприятия получают посредством сравнения полученных данных с принятыми технико-экономическими показателями для химической промышленности.

2 КЛАССИФИКАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ, ИХ ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНЫЕ И КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ

В производственных зданиях осуществляется определенный производственный процесс, протекающий в оборудовании: машинах, аппаратах и агрегатах, связанных между собой в определенной последовательности.

Основной задачей разработки схемы производственного процесса в пространстве с учетом вида и размеров здания, а также габаритов и конфигурации помещений, является нахождение оптимального решения, полностью удовлетворяющего требованиям рациональной организации технологического процесса и отвечающего экономичности и целесообразности строительных приемов возведения зданий.

Расположение производственных помещений и конфигурация здания определяется комплексной пространственной разработкой технологической схемы производства с учетом транспортных, противопожарных и санитарно-технических требований.

2.1 Требования к производственным зданиям и их классификация

К производственным зданиям предъявляются следующие основные требования: необходимо, чтобы материалы, сырье или полуфабрикаты в процессе производства перемещались по кратчайшему пути; поточные пути производственного процесса не должны пересекаться, что может вызвать задержку и нарушить непрерывность технологического процесса во времени.

Компоновку промышленного здания необходимо выполнять с учетом максимальной унификации секций, применяя современные типовые детали и конструкции в целях индустриализации и снижения срока строительства. Следует стремиться к блокированию цехов в крупные корпуса. Необходимо учитывать возможность последующего расширения производства по направлению технологического процесса без остановки хода производства или реконструкции при замене оборудования или технологического процесса.

При ориентации промышленных зданий в отношении сторон света следует избегать перегрева их от прямых солнечных лучей через окна и фонари, что перегревает воздух внутри помещений особенно в летний период и затрудняет их эксплуатацию. Свет через окна и световые фонари должен создавать хорошие условия видимости на рабочих местах и не переутомлять зрение людей отраженными лучами от металлических и блестящих поверхностей.

Промышленные здания проектируют в строгом соответствии с требованиями СНиП 32-03–2001 «Производственные здания» с учетом санитарных норм по охране труда и техники безопасности, что повышает производительность труда, снижает травматизм и профзаболевания.

В одноэтажных промышленных зданиях большой ширины (более двух высот) со значительным выделением тепла и вредных газов необходимо проектировать световые и аэрационные фонари для освещения средней части цеха.

Промышленные здания классифицируют: по функциональному назначению, этажности, методу застройки, количеству пролетов, форме здания в плане, наличию кранового оборудования, по пожарной безопасности, способу освещенности и соответствию климатическому району.

По функциональному назначению здания подразделяют на:

- производственные (выпускающие готовую продукцию, полуфабрикаты);
- подсобно-производственные (инструментальные, ремонтные);
- энергетические (котельные, ТЭЦ, трансформаторные, компрессорные);
- складские;
- транспортные;
- санитарно-технические (водонапорные станции, очистные сооружения);
- вспомогательные (заводоуправления, пункты питания, медпункты и др.).

Качественный уровень зданий и сооружений определяется их капитальностью, а именно степенью долговечности и огнестойкости, эксплуатационными требованиями и архитектурно-художественной выразительностью.

Эксплуатационные требования для производственных зданий предусматривают нормальную их эксплуатацию в течение всего срока службы и определяются: размерами помещений; технической оснащенностью; удобством монтажа и демонтажа оборудования; устойчивостью конструктивных элементов здания к агрессивным воздействиям природного или производственного происхождения.

Классификацию проектируемых зданий и сооружений производят в зависимости от размеров и мощности предприятия, концентрации материальных ценностей, уникальности оборудования, народнохозяйственной важности, степени огнестойкости и эксплуатационных требований.

По совокупности этих признаков здания и сооружения промышленных предприятий подразделяют на четыре класса.

К первому классу относятся здания и сооружения, к которым предъявляются повышенные требования; ко второму и третьему классам относят здания, удовлетворяющие средним требованиям; к зданиям четвертого класса предъявляются минимальные требования.

Под долговечностью понимают срок службы здания без потери его эксплуатационных характеристик, прочности и устойчивости.

Установлены три степени долговечности:

- первая – для зданий с повышенным сроком службы (100 и более лет);
- вторая – со средним сроком службы (от 50 до 100 лет);
- третья – с пониженным сроком службы (от 20 до 50 лет).

Степень огнестойкости здания и сооружения характеризуется пределом огнестойкости и группой возгораемости основных строительных конструкций по СНиП 2.01.02–85 «Противопожарные нормы».

Требования по пожарной безопасности зданий и сооружений регламентируются СНиП 21-01–97.

По возгораемости строительные материалы и конструкции делятся на несгораемые, трудногораемые и сгораемые.

Предел огнестойкости строительной конструкции определяется продолжительностью (в часах) сопротивления конструкции действию огня или высоких температур до потери ими прочности или устойчивости, либо возникновения одного из следующих признаков:

- образования в конструкции сквозных трещин или отверстий, через которые проникают продукты сгорания или пламя;
- повышения температуры на поверхности строительной конструкции, не подверженной горению более чем на 140 °С или в любой точке этой поверхности более чем на 180 °С по сравнению с температурой конструкции до испытания;
- потери конструкцией несущей способности (обрушение):

По огнестойкости здания подразделяют на пять степеней.

I – здания, выполненные из несгораемых конструкций и материалов (камень, бетон, железобетон);

II – здания из несгораемых конструкций, кроме наружных стен и фахверка из навесных панелей и перегородок, которые выполняются из трудногораемых конструкций;

III – несущие стены, стены лестничных клеток и колонны выполнены из несгораемых материалов; несущие конструкции межэтажных и чердачных перекрытий и перегородки – из трудногораемых материалов; плиты, настилы и несущие конструкции покрытий – из сгораемых материалов;

IV – все элементы здания, за исключением сгораемых несущих конструкций покрытий, выполнены из трудногораемых материалов;

V – все конструктивные элементы здания сгораемые.

Степень огнестойкости должна приниматься для зданий первого и второго класса не ниже второй; для зданий третьего и четвертого классов степень огнестойкости не нормируется.

Промышленные здания и сооружения химических предприятий проектируют в основном II класса и не ниже III степени огнестойкости.

Все виды производственных операций, с точки зрения пожарной опасности, разделяются на шесть категорий: **А, Б, В, Г, Д, Е**:

- **А** – помещения, в которых осуществляются наиболее опасные операции производства – выработка и обработка легковоспламеняющихся жидкостей (ацетон, спирт, бензин и др.), могущих дать взрыв при температуре вспышки до 45°С. Такие операции разрешается проводить в огнестойких и полугогнестойких одноэтажных помещениях;

- **Б** – помещения, в которых осуществляется производство и обработка горючих, легковоспламеняющихся жидкостей и веществ (уайт – спирт, этиленгликоль, бутиловый спирт, масла и др.) с температурой вспышки паров свыше 45 °С. Здания этой категории могут быть трехэтажными, если они выполнены из полугогнестойких материалов, и до пяти этажей при выполнении их из огнестойких материалов;

- **В** – помещения, в которых производится выработка и обработка твердых горючих, но трудно воспламеняемых веществ и изделий;

- **Г** – помещения, в которых производится выработка и обработка невозгораемых материалов, изделий, веществ, если обработка их происходит в горячем, расплавленном или раскаленном состоянии;

- **Д** – помещения, в которых осуществляется производство и обработка невозгораемых в холодном состоянии материалов и изделий;

- **Е** – помещения, в которых осуществляется производство и обработка горючих газов или паров в таком количестве, что они могут образовывать взрывоопасные смеси в объеме, превышающем 5 % объема помещения. Причем по условиям технологического процесса возможен только взрыв без последующего возгорания.

Помещениям отделений и цехов, где производятся аналогичные процессы или операции, присваиваются те же категории.

Объемно-планировочные и конструктивные решения вновь строящихся и реконструируемых предприятий необходимо принимать с учетом следующих факторов:

- максимального блокирования основных производственных цехов, вспомогательных и обслуживающих объектов;

- унификации объемно-планировочных решений, нагрузок, конструкций и их параметров (пролета, шага колонн, высот);

- возможности изменения технологического процесса, замены или перестановки оборудования, без

увеличения объемов и стоимости зданий.

Тип здания, его этажность, ширина, высота пролетов и сетка колонн определяются многочисленными факторами.

Для предприятий с горизонтальными схемами технологического процесса, требующих применения тяжелого производственного и кранового оборудования, больших пролетов и высот помещения, проектируют одноэтажные многопролетные здания.

Многоэтажные здания проектируют для производств с вертикальными схемами технологического процесса и легким оборудованием (нагрузки на перекрытия до $2,5 \text{ т/м}^2$).

К недостаткам одноэтажных зданий следует отнести большие площади занимаемого земельного участка и, соответственно, кровельных покрытий, что влечет за собой большие потери тепла.

Наиболее взрывоопасные и пожароопасные производства следует размещать в одноэтажных зданиях у наружных стен, а в многоэтажных зданиях – на верхних этажах (если это допускается технологической схемой процесса).

Производства изделий из разных материалов могут размещаться в одном здании, при этом производства с одинаковой вредностью и пожарной опасностью следует группировать и размещать в смежных помещениях, отделяя наиболее вредные участки от остальных.

Производства изделий из термопластов методами литья, экструзии, вакуумного формования при переработке одинакового сырья могут размещаться в общем помещении.

Оборудование, участвующее в производственном процессе рекомендуется размещать у наружных стен здания для обеспечения естественной освещенности и аэрации, а между производственными и бытовыми помещениями следует устраивать коридоры и тамбуры.

Вновь проектируемые прессовые производства для пластмасс и по переработке стекловолоконных материалов следует размещать в отдельных корпусах.

Отделения или участки для таблетирования пресс-порошков должны размещаться в одноэтажных зданиях у наружных стен, а в многоэтажных – в верхних этажах.

Участки приготовления красок и нанесения печати в производстве изделий из полимерных материалов должны размещаться в одноэтажных зданиях.

Цехи по производству изделий из фторопластов со всеми вспомогательными отделениями рекомендуется размещать в одноэтажных многопролетных зданиях. Все производственные помещения таких цехов должны быть изолированными.

Одновременно с проектированием производственных зданий и сооружений проектируют вспомогательные здания и помещения (бытовые, общественного питания, здравпункты, заводоуправления, цеховые конторы, кабинеты по организации безопасности жизнедеятельности).

Вспомогательные помещения следует размещать, как правило, в пристройках к производственным зданиям шириной 12 м. В случаях, когда такое размещение противоречит требованиям аэрации производственных зданий или при невозможности защиты от производственных вредных выделений, вспомогательные помещения следует размещать в отдельных зданиях, соединяя их с производственными отапливаемыми переходами [1, 2].

По этажности производственные здания бывают одноэтажные, многоэтажные и комбинированные, что определяется особенностями технологических схем производства.

По температурному режиму здания и сооружения бывают отапливаемые и неотапливаемые (склады, хранилища, навесы).

Различают производственные здания с крановым оборудованием (мостовые, подвесные) и без кранового оборудования.

По количеству пролетов здания бывают одно- и многопролетные.

Для производственных зданий предприятий химической промышленности рекомендуется применять габаритные схемы унифицированных типовых секций и пролетов.

2.2 Понятия о пролете, шаге и сетке колонн

Расстояние между опорами несущих конструкций зданий или сооружений, перекрываемое фермами, балками или конструкциями покрытия или перекрытия, называется *пролетом*.

Продольные разбивочные оси обозначают прописными буквами русского алфавита, кроме букв З, И, Х, О, Ц, Ч, Ш, Ы, Ъ, Ь. Последовательность маркировки буквенных осей на планах принимают снизу вверх.

Расстояния между поперечными разбивочными осями зданий называют *шагом*, поперечные оси обозначают слева направо арабскими цифрами (1, 2, 3).

Разбивочные оси определяют координаты отдельных элементов и конструкций на плане любого здания или сооружения.

На строительных планах колонны обозначают пересечением двух взаимно перпендикулярных продольных и поперечных разбивочных осевых линий. Систему продольных и поперечных осей по рядам колонн называют *сеткой* колонн.

Разбивку и привязку зданий и сооружений на местности перед началом строительства выполняют с вынесения разбивочных осей, а на их основе всех размеров элементов и конструкций в натуральную величину.

Места расположения конструктивных элементов по отношению к разбивочным осям указывают соответствующей записью, например: «Колонна на пересечении осей Б -12», «Стена по оси Г» (см. рис. П2).

2.3 Единая модульная система (ЕМС) и правила привязки к разбивочным осям

В целях индустриализации строительства введена унификация, типизация и стандартизация элементов зданий, конструкций, размеров строительных изделий и оборудования.

В качестве основного модуля единой модульной системы (ЕМС) принята величина $M = 100$ мм, используют укрупненные и дробные модули, например: $2M = 200$ мм, $5M = 500$ мм, $1/2M = 50$ мм, $1/5M = 20$ мм.

ЕМС применяют при проектировании зданий и сооружений, конструкций, деталей и изделий, а также при строительстве и их изготовлении.

Размеры пролетов, шагов, высот, крупных конструкций и изделий промышленных зданий устанавливают с учетом укрупненного модуля. При назначении сравнительно небольших размеров сечений колонн, балок и других конструктивных элементов промышленных зданий используют дробный модуль.

При проектировании и строительстве промышленных зданий наиболее распространена система с полным каркасом. Каркасные здания с неполным или внутренним каркасом имеют наружные несущие стены с промежуточными колоннами, прогонами и ригелями.

Унифицированные параметры объемно-планировочных решений промышленных зданий (пролет, высота, шаг колонн) принимают с учетом укрупненного модуля. Шаг колонн принимается кратным 6 м, пролет – кратным 3 м для пролетов от 6 до 12 м и кратным 6 м для пролетов 18 м и более. Высоту одноэтажных промышленных зданий (от пола до низа несущих конструкций покрытия) и многоэтажных (от пола этажа до пола вышележащего этажа) принимают кратными 0,6 м.

Привязка конструктивных элементов заключается в определении их проектного положения относительно разбивочных осей в здании посредством двух или трех (включая высотную отметку) координатных размеров.

Расстояние от уровня чистого пола до отметки на опоре низа несущей пролетной конструкции называют высотой одноэтажного промышленного здания. Отметки указывают в метрах с тремя десятичными знаками. Условная нулевая отметка чистого пола обозначается $\pm 0,000$.

При проектировании и строительстве различают номинальный, конструктивный и натуральный размеры.

Номинальный модульный размер (L_n) – это проектное расстояние между условными разбивочными осями здания или сооружения $L_n = KM$.

Конструктивный размер (L_k) – проектный размер изделия, отличающийся от номинального на величину нормированного зазора $L_k = L_n - \delta$.

Натуральный размер (L_ϕ) – фактический размер изделия, отличающийся от конструктивного на половину величины допуска $L_\phi = L_k \pm c/2$.

В каркасных зданиях колонны средних рядов располагают так, чтобы геометрический центр их сечения совмещался с пересечением модульных разбивочных осей.

Для парных колонн в местах температурно-деформационных швов, примыканий и перепадов высот зданий, привязка осуществляется либо к одной модульной разбивочной оси, проходящей через геометрическую ось деформационного шва, расстояние от которой до геометрических осей колонн должно быть кратным M ($M/2$); либо к двум модульным разбивочным осям с расстоянием между ними, кратным M или $M/2$.

Пример привязки колонн и стен одноэтажных зданий приведен в Приложении (рис. П3).

Привязку стен в зданиях с несущими продольными или поперечными стенами выполняют, соблю-

дая следующие правила:

– внутреннюю грань наружных несущих стен размещают на расстоянии от модульной разбивочной оси, равном половине толщины внутренней несущей стены $a = B/2$ или кратном M ($M/2$); допускается совмещать внутреннюю грань стены с модульной разбивочной осью (рис. 5);

– наружную грань стены совмещают с модульной разбивочной осью, если элементы перекрытия опираются по всей толщине стены;

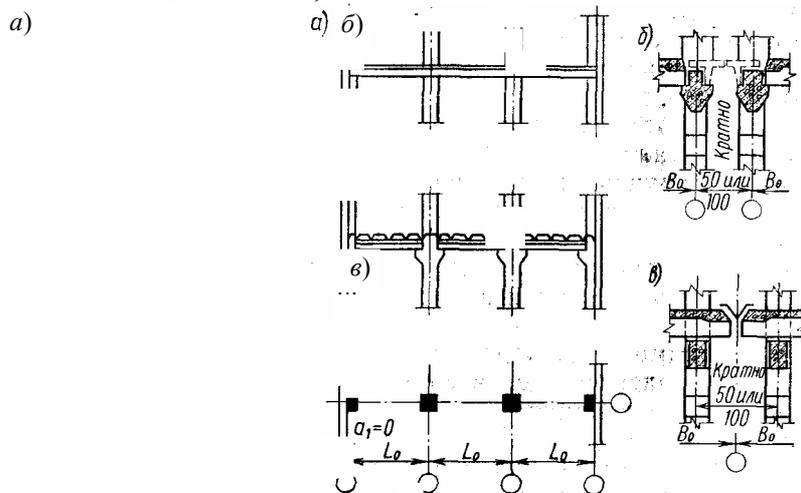


Рис. 5 Привязка стен и колонн многоэтажных зданий

– геометрическую ось внутренних стен зданий совмещают с модульной разбивочной осью;

– внутреннюю грань наружных самонесущих и навесных стен совмещают с модульной разбивочной осью (нулевая привязка). За внутреннюю грань стен с пилястрами принимают грань пилястры в уровне верха стены. Для зданий массового строительства применяют два типа привязок конструктивных элементов к продольным разбивочным осям – нулевую или 250 мм, что сокращает число типоразмеров сборных элементов.

3 КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ЗДАНИЙ И ПРИНЦИПЫ ИХ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

При строительстве промышленных зданий следует применять типовые сборные элементы, конструкции, детали и узлы.

К типовым конструктивным элементам зданий и сооружений относятся: колонны, плиты перекрытий и покрытий, балки, фермы, стеновые панели, лестницы, ворота, двери, окна и фонари, изготавливаемые на заводах по соответствующим чертежам. Все эти конструкции унифицированы, что снижает стоимость и сроки строительства, улучшает его качество.

Основным материалом для несущих конструкций одноэтажных и многоэтажных производственных зданий является сборный железобетон. Стальные конструкции проектируются лишь для высоких многоярусных зданий или в зданиях с большими пролетами, в которых монтируется громоздкое и тяжелое технологическое оборудование.

Кроме зданий на промышленных предприятиях имеются инженерные сооружения, к которым относятся: материалопроводы, теплотрассы, емкости (силосы, резервуары), башни, дороги и эстакады.

3.1 Основы проектирования производственных зданий

Промышленные здания могут быть каркасного, бескаркасного или смешанного типа.

Все конструктивные элементы зданий и сооружений воспринимают внешние и внутренние нагрузки (постоянные, временные, особые) и воздействия (температура, влажность, агрессивная среда, радиация и др.).

Конструктивные элементы зданий, воспринимающие силовые нагрузки от вышележащих конструкций и передающие их через фундамент на грунт, называются *несущими*.

Элементы зданий, защищающие внутренние помещения от воздействия внешней среды или отделяющие одно помещение от другого, называются *ограждающими* конструкциями.

В качестве материалов для несущих и ограждающих конструкций используют железобетон, бетон,

каменную кладку, металл, дерево.

Требования к несущим и ограждающим конструкциям регламентируются СНиП 3.03.01–87.

Одноэтажные производственные здания проектируются в основном каркасного типа, а многоэтажные каркасно-панельными, когда панели наружных и внутренних стен выполняют ограждающие функции, а железобетонный каркас является несущим.

Каркасы зданий могут быть сборными, монолитными и сборно-монолитными. Монолитные каркасы используются редко из-за большой трудоемкости их выполнения. Сборно-монолитные каркасы зданий, состоящие из сборных колонн и монолитных перекрытий, применяются для зданий с большими динамическими нагрузками, а также для сейсмических районов. В массовом строительстве применяют сборные типовые железобетонные конструкции каркаса.

Для многоэтажных производственных зданий используется рамно-связевая конструктивная схема каркаса, когда в поперечном направлении колонны с ригелями образуют жесткую раму, а в продольном направлении – связевую систему колонн со стеновыми панелями-диафрагмами.

В одноэтажных производственных зданиях в качестве ригелей рам применяются стропильные конструкции (балки, фермы), а в качестве продольных связей – крестовые или порталные металлические связи.

Габаритные размеры железобетонных унифицированных колонн, балок, ферм, плит перекрытий и покрытий, стеновых панелей и фундаментов приведены в [1, 2].

Рассмотрим некоторые из наиболее часто встречающихся конструктивных элементов каркасов производственных зданий.

Фундаменты и фундаментные балки. В зависимости от величины действующих на фундамент нагрузок, несущей способности и глубины промерзания грунтов; уровня грунтовых вод; наличия подвалов и подземных коммуникаций; типа здания, требований экономики и капитальности проектируют следующие типы фундаментов: ленточные, столбчатые, свайные и сплошные.

Проектирование фундаментов следует проводить в соответствии с требованиями СНиП 2.02.01–83* «Основания зданий и сооружений».

• *Ленточные фундаменты* устраивают в слабых и просадочных грунтах при больших нагрузках. Их выполняют из сборного или монолитного железобетона. Сборные ленточные фундаменты под стены зданий устраивают из крупных бетонных и железобетонных блоков и подушек различных размеров (рис. 6).

• *Столбчатые фундаменты* наиболее распространены для каркасных одноэтажных и многоэтажных зданий, когда для каждой колонны проектируют отдельный фундамент (монолитный или сборный).

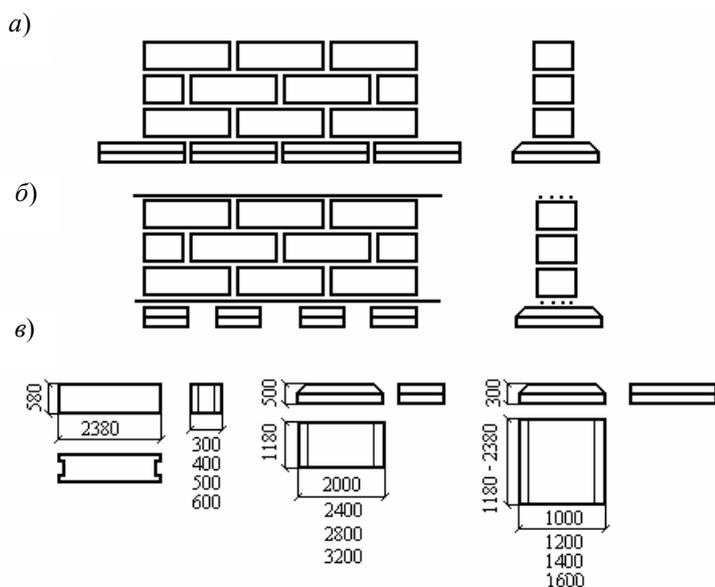


Рис. 6 Сборные ленточные фундаменты:
а – для плотных грунтов; б – для слабых грунтов;
в – элементы сборных бетонных фундаментов

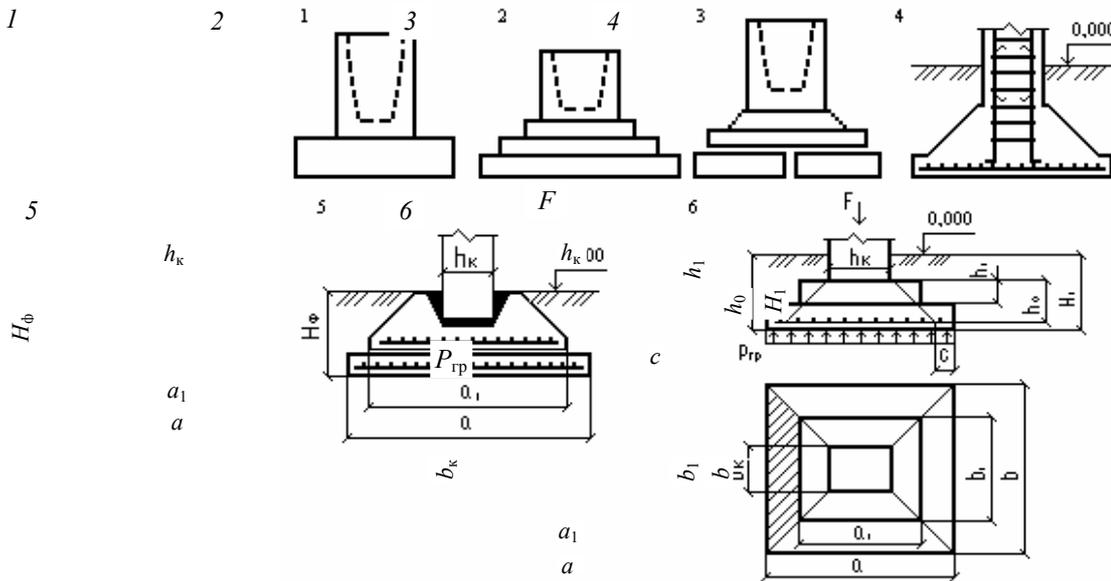


Рис. 7 Виды столбчатых фундаментов:

1, 2 – одноблочный (одно- и трехступенчатый); 3 – многоблочный;
4, 5 – пирамидальные монолитный и сборный; 6 – схема к расчету отдельно
стоящего центрально нагруженного фундамента

Отдельно стоящий монолитный столбчатый фундамент имеет ступенчатую или пирамидальную форму. Он представляет собой конструкцию из одного или нескольких ступеней и подколонника, конструкция которого зависит от монтируемой в него колонны (монолитная или сборная).

Сопряжение монолитной колонны с подколонником осуществляется с помощью выпусков их стержневой арматуры, а сборной – за счет замоноличивания колонны в стакане подколонника фундамента (рис. 7).

Сборные железобетонные фундаменты монтируются из одного или двух элементов: подколонника и фундаментной плиты.

Площадь подошвы отдельного столбчатого прямоугольного фундамента (A^Φ) определяется по формуле

$$A^\Phi = a b = N / (R_0 \cdot 10^{-1} - \gamma^{cp} H_1),$$

где N – расчетное усилие, передаваемое колонной на фундамент, кН; R_0 – условное расчетное сопротивление основания (МПа), определяемое по СНиП 2.02.01 – 83; H_1 – глубина заложения фундамента, м; $\gamma^{cp} = 20 \text{ кН/м}^3$ – усредненная плотность фундамента и грунта на его уступах.

Ширина подошвы фундамента (b^n) определяется, исходя из нагрузки на 1 м фундамента (N^n)

$$b^n = N^n / (R_0 \cdot 10^{-1} - \gamma^{cp} H_1).$$

Прочность фундамента проверяют, исходя из предположения, что его разрушение происходит по поверхности пирамиды, боковые грани которой наклонены под углом 45° (рис. 7)

$$P \leq 10^{-1} R_{bt} h^0 b^{cp},$$

где P – расчетная продавливающая сила, равная расчетному усилию за вычетом давления грунта на основание пирамиды, т.е. $P = N - A^0 P^{cp}$, кН; R_{bt} – расчетное сопротивление бетона на растяжение, МПа; h^0 – расчетная высота фундамента, см; $b^{cp} = 2(h^k + b^k + 2h^0)$ – среднее арифметическое параметров верхнего (у колонны) и нижнего (на уровне арматуры) оснований пирамиды продавливания, см; $A^0 = (h^k +$

$$2h^0)(b^k + 2h^0), \text{ см}^2.$$

Интенсивность реактивного давления грунта у подошвы фундамента определяется по формуле $P^{rp} = N/A^0$.

Давление на грунт не должно превышать расчетного сопротивления основания (R^0).

Толщина стенок и дна стакана сборных и монолитных фундамента должна быть не менее 200 мм, а внутренние размеры стакана больше размеров сечения колонны на 75 мм по его верху и на 50 мм по низу.

Глубина стакана (h^{ct}) принимается равной 800 мм при высоте сечения колонны $h^k = 400 \dots 600$ мм и $h^{ct} = 900$ мм при $h^k = 600 \dots 800$ мм.

Глубину стакана (h^{ct}) фундамента принимают по наибольшему из значений (мм), вычисленных по следующим зависимостям:

$$h^{ct} = 500 + 0,3 h^k + 50; \quad h^{ct} = 1,5 b^k + 50; \quad h^{ct} = 20 d + 50,$$

где d – диаметр рабочей арматуры фундамента.

Глубина стакана подколонников типовых сборных железобетонных фундамента для двухветвевых колонн принимается равной 950 и 1250 мм.

- *Свайные фундамента* проектируют при залегании у поверхности земли слабых слоев грунта или высоком уровне грунтовых вод, их следует проектировать в соответствии с требованиями СНиП 2.02.01–85 «Свайные фундамента».

По способу изготовления и погружения в грунт различают сваи забивные (готовые) и набивные (изготавливаемые непосредственно в грунте).

По характеру работы в грунте сваи делятся на сваи-стойки (опираются на прочный грунт) и висячие сваи (применяются при большой глубине залегания прочных грунтов).

Железобетонные сваи выпускают квадратного, прямоугольного или круглого сечения. Армирование свай осуществляется стальной напрягаемой и ненапрягаемой стержневой или проволочной арматурой.

При небольших давлениях на фундамента применяют сваи длиной 4...7 м, сечением 200 × 250 мм, а при длине 6...10 м – 300 × 350 мм.

После забивки свай в проектное положение головные части их выравниваются и связываются общим монолитным железобетонным фундаментом (ростверком), который одновременно служит подколонником со стаканом или анкерами для крепления колонн (рис. 8).

- *Фундаментные балки (рандбалки)* – горизонтальные несущие конструкции, соединяющие между собой отдельные столбчатые фундамента, на них опираются самонесущие или навесные стены зданий.

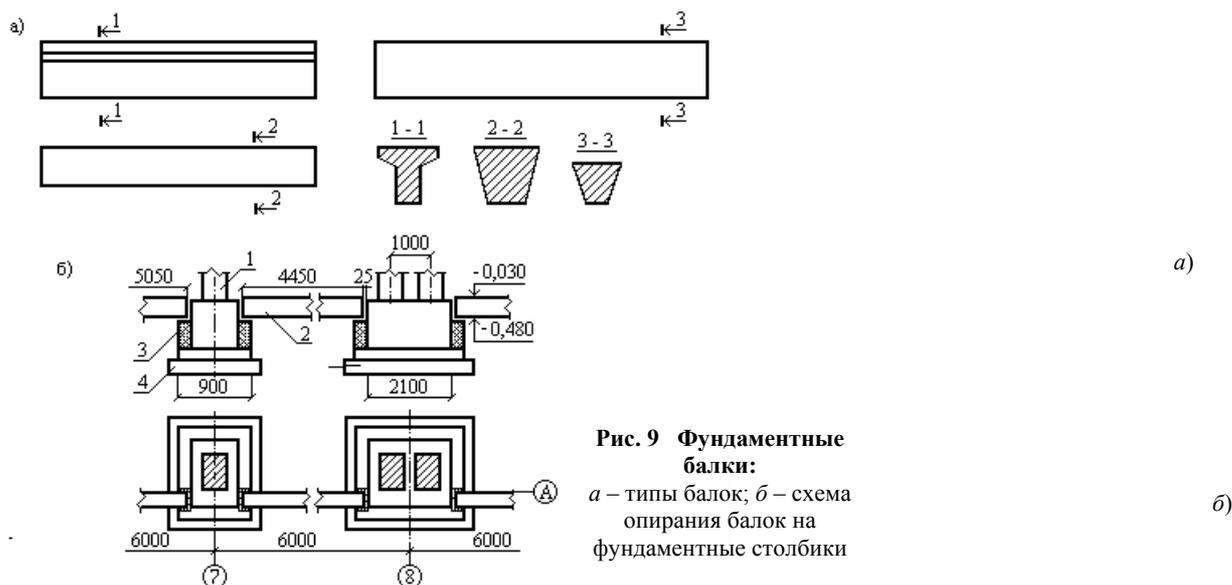


Рис. 9 Фундаментные балки:

а – типы балок; б – схема опирания балок на фундаментные столбики

Фундаментные балки бывают таврового и трапециевидного сечения. Размеры сечения балок зависят

от толщины стен зданий. Трапецевидные балки изготавливаются с шириной поперечного сечения по верху от 200 до 400 мм, по низу от 160 до 240 мм и высотой от 300 до 600 мм; тавровые – шириной полок 400, 520 мм, толщиной 100 мм, шириной ребра 20 мм и высотой 450 мм (рис. 9).

Длина балок определяется шагом колонн, их привязкой к разбивочным осям, шириной подколонника и лежит в интервале 4300...11 950 мм.

В местах устройства ворот для автомобильного транспорта фундаментные балки не устанавливаются.

• *Колонны* – это вертикальные несущие конструкции каркаса зданий. Они изготавливаются металлическими (двутаврового, прямоугольного или круглого сечения) или железобетонными (сборными или монолитными) квадратного или прямоугольного сечения.

Различают железобетонные колонны для многоэтажных (рис. 10) и одноэтажных производственных зданий (рис. 11), они бывают с консолями для зданий с мостовыми кранами и без консолей, одноветвевые и двухветвевые (решетчатые).

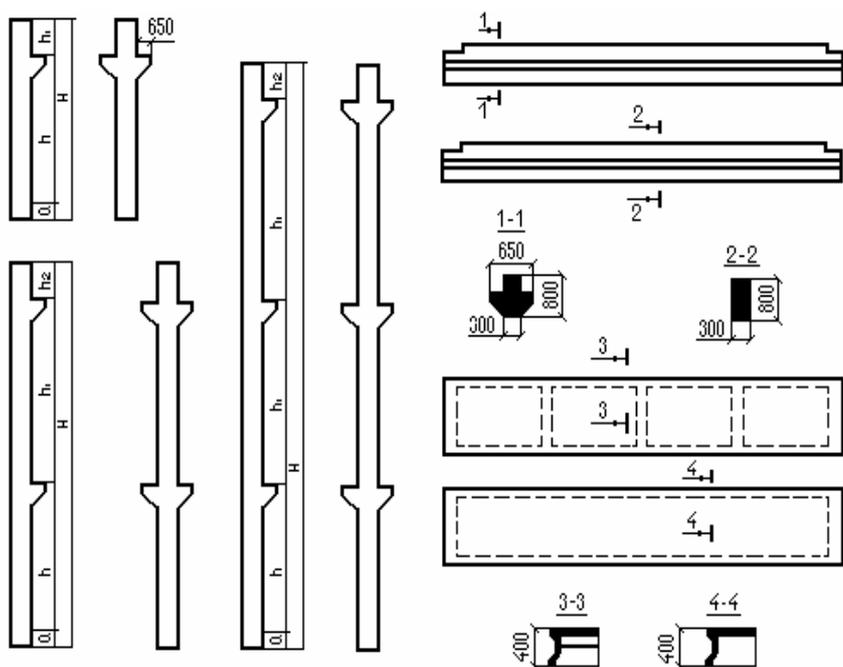


Рис. 10 Конструкции колонн, ригелей и плит перекрытий многоэтажных производственных зданий

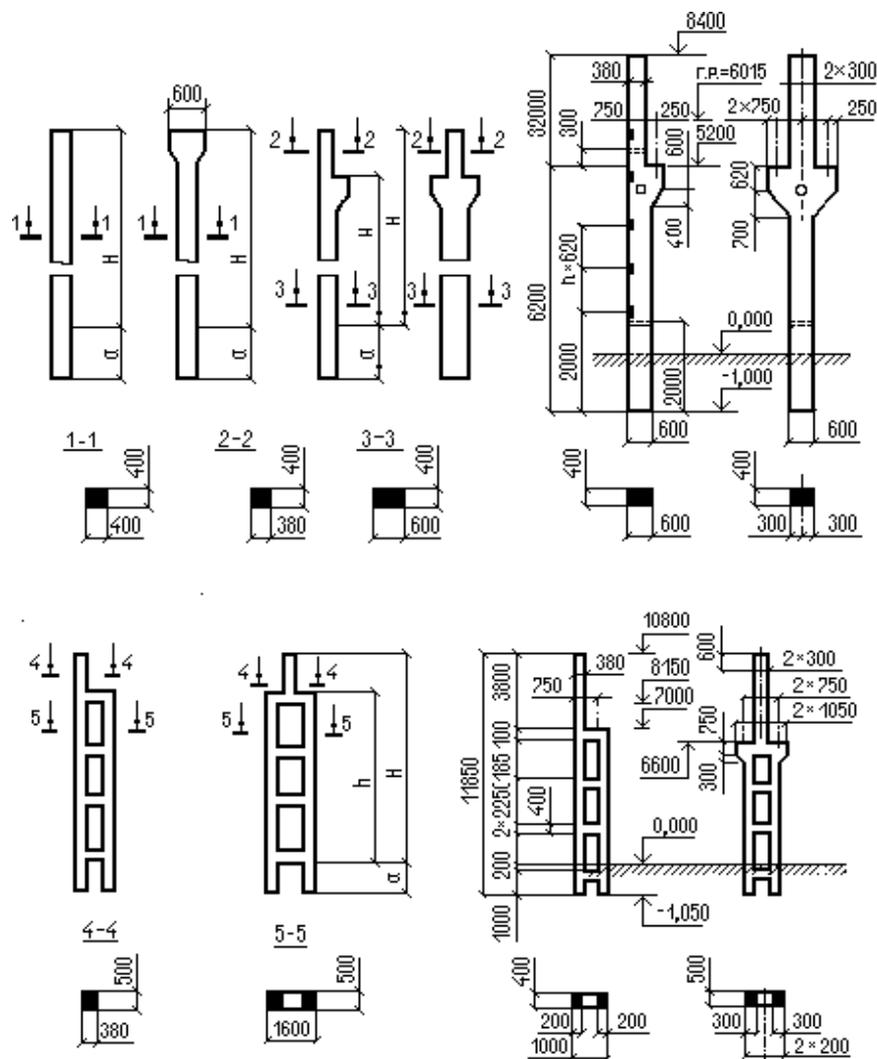


Рис. 11 Конструкции железобетонных колонн одноэтажных производственных зданий.

Одноветвевые (крайнего и среднего ряда) для зданий без кранового оборудования, с мостовыми кранами грузоподъемностью до 10 т и двухветвевые – крайнего и среднего ряда для зданий с мостовыми кранами до 50 т

Одноветвевые железобетонные колонны прямоугольного сечения выпускаются размером сечения 400 × 400, 400 × 600, 400 × 800, 500 × 500, 500 × 800 мм и высотой до 9,6 м в зданиях без мостовых кранов и до 10,8 м для зданий с мостовыми кранами.

Двухветвевые колонны применяют для зданий большой высоты и грузоподъемности мостовых кранов до 50 т.

Двухветвевая (подкрановая) часть колонн выполняется размерами сечений 400 × 1000, 500 × 1400 и 500 × 1600 мм с распорками между ветвями через 1,5...3 м.

Железобетонные колонны каркасов многоэтажных зданий состоят из нескольких монтажных элементов высотой на один, два и три этажа.

При высоте нижних этажей 3 м высота монтажного элемента двухэтажная, при высоте 3,6 м – трехэтажная. Высота монтажных элементов колонн последующих этажей одно- или двухэтажная. Сечение колонн – прямоугольное 400 × 400 или 400 × 600 мм с трапецидальными консолями для опирания на них ригелей. У колонн средних рядов консоли выполнены с двух сторон, а у крайних колонн – с одной стороны.

Стыковка колонн по высоте может быть осуществлена путем ванной сварки выпусков арматуры и последующим замоноличиванием стыка бетоном с установкой вокруг стыка арматурной сетки.

• *Ригели* – горизонтальные несущие конструкции каркаса многоэтажных зданий. Ригели изготавливаются с предварительно напряженной стальной арматурой и служат опорами для междуэтажных плит перекрытия. Они выпускаются высотой 800 мм прямоугольного и таврового сечения (с полкой сверху и внизу) для пролетов 6 и 9 м.

- *Железобетонные балки и фермы* – горизонтальные несущие пролетные конструкции каркасов.

Балки применяют для зданий с пролетами от 6 м до 18 м для устройства односкатных, двухскатных и плоских кровель.

Железобетонные стропильные балки бывают плоские (с параллельными верхним и нижним поясами) и двухскатные с уклоном 1:12, а по виду поперечного сечения подразделяются на прямоугольные и двутавровые; сплошные или решетчатые (со сквозными отверстиями).

Нижний пояс балок армируется предварительно напряженной стержневой или высокопрочной проволочной арматурой.

Стропильные фермы изготавливают металлическими или железобетонными для пролетов от 18 до 36 м и более.

Металлические фермы изготавливают решетчатыми из стального профиля (уголков, труб).

Железобетонные фермы бывают сегментными (раскосные или безраскосные) и с параллельными поясами; прямоугольного и двутаврового профиля поперечного сечения. Нижние пояса ферм армируются предварительно напряженной стальной арматурой в виде отдельных стержней, пучков из высокопрочной проволоки или канатов.

Фермы изготавливают со светоаэрационными фонарями или без них.

- *Стены.* Стены промышленных зданий монтируют из железобетонных и ячеисто-бетонных трехслойных панелей толщиной 200, 240, 300 мм или изготавливают из кирпича. Панели выпускают длиной 6...12 м, высотой 1,2 и 1,8 м, они обладают высокими прочностными качествами и теплотехническими характеристиками, трудоемкость их возведения меньше на 30...40 %, чем стен из кирпича. Внутренние стены и перегородки могут быть выполнены из разных материалов.

- *Окна и фонари.* Конструктивные решения по естественному освещению производственных зданий принимаются в зависимости от особенностей технологического процесса, температурно-влажностного режима, количества пролетов и экономических соображений. В настоящее время заполнение оконных проемов проектируют с деревянными и металлическими переплетами.

Для улучшения естественного освещения в средних пролетах зданий в конструкции их покрытия предусматривают устройство световых и зенитных фонарей. Фонари представляют собой пространственную конструкцию, состоящую из металлических или железобетонных рам шириной 6 и 12 м (при пролетах соответственно до 18 м и более 18 м), установленных с шагом 3, 6 или 12 м

- *Двери промышленных зданий* делятся по назначению на эвакуационные, транспортные для провоза изделий и оборудования и запасные; по местоположению в здании – на наружные и внутренние; по материалу – на деревянные и металлические.

- *Полы промышленных зданий.* Выбор типа и конструкции полов производственных зданий зависит от характера технологического процесса, вида подвижного транспорта и условий эксплуатации. Стоимость конструкций полов составляет 12...15 % от полной стоимости промышленного здания.

В общем случае полы представляют собой многослойную конструкцию, каждый из слоев которой имеет определенное функциональное назначение и включает: покрытие, прослойку, стяжку, утеплитель, гидроизоляцию и основания.

Устройство полов производственных помещений зданий осуществляется в соответствии с требованиями СНиП 2.03.13–88 «Полы».

Покрытие – это верхний слой пола, материал которого определяет его название (бетонный, деревянный). Покрытие может быть сплошным (бетон, линолеум) или штучным (паркет, керамическая плитка).

Прослойка является соединительным слоем между покрытием и нижележащим слоем (битумная мастика между паркетом и стяжкой).

Стяжка – выравнивающий слой по основанию или рыхлому утеплителю (керамзит) и представляет собой жесткую корку с ровной поверхностью для покрытий рулонного типа.

Утеплитель – слой в конструкции пола по грунту или пола подвала, служащий для повышения его теплотехнических характеристик.

Гидроизоляцию применяют в тех случаях, когда пол подвергается воздействию сточных или грунтовых вод, а также агрессивных производственных жидкостей.

Основанием для полов одноэтажных зданий является уплотненный грунт, бетон, асфальтобетон, а для многоэтажных – железобетонные плиты перекрытия.

- *Лестницы.* Лестницы промышленных зданий подразделяются на входные (основные) и второстепенные (для сообщения между этажами); служебные (цеховые) – для обслуживания оборудования и ме-

ханизмов; пожарные и аварийно-эвакуационные.

По конструкции проектируют следующие типы лестниц:

- сборные железобетонные с отдельными маршами и площадками;
- сборные железобетонные из штучных ступеней со стальными или железобетонными косоурами;
- с объединенными железобетонными маршами и полуплощадками;
- стальные шириной марша не менее 0,7...0,8 м и площадками. Их устраивают внутри цехов и снаружи зданий в качестве служебных или пожарных лестниц.

• *Лифты* служат для перемещения людей и транспортировки грузов между этажами, подразделяются на пассажирские и грузовые. Лифты располагают рядом с лестничными клетками, создавая единые транспортные узлы и ядра жесткости многоэтажных зданий. Машинное отделение устраивают, обычно, над верхней частью шахты лифта.

Важной задачей при проектировании промышленных зданий является обеспечение необходимых климатических, светотехнических и акустических условий, отвечающих характеру производства.

Производственные здания должны удовлетворять следующим требованиям:

- удобному размещению технологического и другого оборудования с необходимыми проходами, проездами и т.д.

- возможности возведения здания индустриальными методами с применением сборных конструкций, обеспечивающих его требуемую прочность и долговечность;

- безопасным и хорошим условиям работы людей в здании (благоприятный температурно-влажностный режим, надежная работа вентиляционных систем, необходимая естественная освещенность рабочих мест);

- выразительному внешнему и внутреннему архитектурному решению.

В проектируемом или реконструируемом производственном здании основной задачей является поиск оптимального решения размещения схемы производственного процесса с учетом характера, размеров и конфигурации помещений. Тип машин, аппаратов и технологических операций обуславливают направление производственных потоков.

При компоновке производственных помещений цехов и участков по переработке полимерных материалов необходимо учитывать:

- принятую схему транспортировки сырья, полуфабрикатов и готовых изделий в технологическом процессе;

- вредность производственных процессов в различных помещениях, их взрывоопасность и пожароопасность;

- требования к естественному освещению;

- производственную связь между процессами, происходящими в различных помещениях здания, средствами внутри- и межцехового транспорта.

Планировка цеха и расположение оборудования должны обеспечивать технологический процесс без возвратных и пересекающихся грузопотоков.

В целях безопасности и сокращения длительности производственного цикла следует располагать отделения и вспомогательные службы по ходу технологического процесса с соблюдением принципа поточности производства, например: склад исходных материалов, отделение таблетирования, отделение прессования, обработки, склад готовой продукции.

Расположение склада технологической оснастки (прессовых, литьевых форм), а также насосных, вакуумных, компрессорных установок не зависит от поточности производства. По условиям производства эти отделения должны располагаться рядом с участками, которые они обслуживают.

Выбор этажности здания зависит от принятой схемы технологического процесса, характера и площади участка застройки, архитектурных требований, экономической целесообразности и т.д.

Расположение производственных помещений в подвальных и цокольных этажах на участках с постоянными рабочими местами, имеющих недостаточное естественное освещение, проектируется лишь в тех случаях, когда это необходимо по технологическим условиям.

Величину пролетов, шагов колонн и высоту первого этажа двухэтажных с укрупненной (по отношению к первому этажу) сеткой колонн второго этажа зданий следует принимать по нормам, установленным для многоэтажных зданий, а второго этажа – по нормам для одноэтажных зданий.

В соответствии с требованиями технологии допускается проектировать здания с пролетами в двух взаимно перпендикулярных направлениях, а также разной ширины и высоты.

Размеры пролетов и шаги колонн одноэтажных зданий следует назначать кратными 6 м. Иногда допускаются 9-метровые пролеты.

Размеры пролетов многоэтажных зданий назначают кратными 3 м, шаги колонн – кратными 6 м.

Высоту (от пола до низа несущих конструкций покрытия на опоре) одноэтажных зданий назначают кратными 0,6 м, но не менее 3 м. В зданиях из кирпича допускается назначать их высоту кратной 0,3 м.

Высоту этажей многоэтажных зданий следует назначать кратной 0,6 м, но не менее 3 м. Высота помещений от пола до низа выступающих конструкций перекрытия должна быть не менее 2,2 м.

Высоту помещений и оборудования в местах регулярного прохода людей следует принимать не менее 2 м, а в местах нерегулярного прохода людей – не менее 1,8 м.

Унифицированные параметры одноэтажных производственных зданий без кранового оборудования или с подвесными кранами грузоподъемностью до 5 т приведены в табл. 1, а параметры зданий, оборудованных мостовыми кранами в табл. 2 и 3.

1 Параметры одноэтажных производственных зданий без мостовых кранов

Высота от пола до низа пролетных конструкций покрытия, м	Пролет, м	Шаг колонн, м	
		средних	крайних
3; 3,6; 4,2; 4,8	6; 9; 12	6	6
4,8	18; 24	6; 12	6
5,4; 6,0	6; 9; 12	6	6
6,0	18; 24; 30	6; 12	6
7,2	12	6	6
7,2	18; 24; 30; 36	6; 12	6
8,4	12	6	6
8,4	18; 24; 30; 36	6; 12	6
9,6	12	6	6
9,6; 10,8	18; 24; 30; 36	6; 12	6
12	18; 24; 30; 36	12	6
13,2; 14,4	24; 30; 36	12	6
15,6; 16,8; 18,0	30; 36	12	6

2 Одноэтажные однопролетные здания с кранами грузоподъемностью до 20 т

Высота от пола до низа конструкций покрытия, м	Отметка головки кранового рельса, м	Грузоподъемность кранов, т	Пролет, м	Шаг колонн, м
--	-------------------------------------	----------------------------	-----------	---------------

6	5	3,2; 5; 8	9; 12	6
6	5	5; 8	18	6
6,6	5,6	3,2; 5; 8	9; 12	6
6,6	5,6	5; 8	18	6
7,2	6,2	3,2; 5; 8	9; 12	6
7,2	6,2	5; 8	18	6
7,2	5,7	12,5; 20	12; 18	6
7,8	6,8	3,2; 5; 8	9; 12	6
7,8	6,8	5; 8	18	6
7,8	6,3	12,5; 20	12; 18	6
8,4	7,4	3,3; 5; 8	9; 12	6
8,4	7,4	5; 8	18	6
8,4	6,9	12,5; 20	12; 18	6
14,4	7,5	12,5; 20	12; 18	6
15,6	8,1	12,5; 20	12; 18	6

3 Одноэтажные здания с мостовыми кранами грузоподъемностью до 50 т

Высота от пола до низа конструкций покрытия, м	Отметка головки кранового рельса, м	Грузоподъемность кранов, т	Пролет, м	Шаг колонн, м	
				крайних	средних
			18; 24		
8,4	5,75	10	18; 24	6; 12	6; 12
9,6	6,95	10; 20	18; 24	6; 12	6; 12
10,8	8,15	10; 20	30; 36	6; 12	6; 12
10,8	8,15	10; 20	18; 24; 30;	6; 12	12
12	9,35	10; 20	36	6; 12	12
12	8,65	30	18	6; 12	12
12	8,65	30; 50	24; 30; 36	6; 12	12
13,2	10,55	10; 20	18; 24; 30;	6; 12	12
13,2	9,85	30	36	6; 12	12
13,2	9,85	30;50	18	6; 12	12
14,4	11,75	10; 20	24; 30; 36	6; 12	12
14,4	11,75	20	18; 24	6; 12	12
14,4	11,05	30	30; 36	6; 12	12
14,4	11,05	30;50	18	6; 12	12
15,6	12,25	30;50	24; 30; 36	6; 12	12
16,8	13,45	30;50	24; 30; 36	6; 12	12
18	14,65	30;50	24; 30; 36	6; 12	12

По всему периметру наружных стен здания следует предусматривать устройство бетонной или асфальтовой отмостки для устранения замачивания фундаментов дождевыми и тальными водами. Отмостку следует выполнять шириной не менее 0,5 м с уклоном 0,03 – 0,1 в сторону от здания.

При проектировании зданий и сооружений следует, как правило, применять типовые конструкции и изделия.

Для открытых проемов в перекрытиях, этажерок, площадок и антресолей следует предусматривать металлические ограждения (перила) высотой не менее 0,9 м.

Покрытия отапливаемых зданий с рулонной или мастичной кровлей проектируют с уклонами от 1,5 до 12 %. На отдельных участках кровли зданий, при условии применения более теплостойких мастик (эмульсий), допускается проектирование покрытия с уклоном более 12 %.

Уклон маршей в лестничных клетках зданий следует проектировать 1:2 при ширине проступи 0,3 м, а для подвальных этажей и чердаков допускается проектировать лестницы с уклоном маршей 1:1,5 при ширине проступи 0,26 м.

Высоту этажей вспомогательных зданий и помещений следует принимать 3,3 м. При размещении вспомогательных помещений в производственном здании их высоту следует принимать не менее 3 м от пола до потолка и не менее 2,5 м от пола до низа выступающих конструкций.

Компоновка основного и вспомогательного производственного оборудования должна обеспечить безопасность, удобство его обслуживания и ремонта, соответствовать технологическому процессу и не создавать встречных, пересекающихся и возвратных потоков при транспортировании сырья и готовой продукции.

При расположении оборудования необходимо учитывать его тип, вес, габариты изготавливаемых изделий, степень механизации и автоматизации процесса, характер работы, применяемую технологическую оснастку, а также учитывать места для размещения исходного сырья или полуфабрикатов, обеспечивающих нормальное проведение технологического процесса, а также временного хранения готовой продукции.

Основой правильной компоновки оборудования является грамотная планировка рабочего места, так как компоновочное решение по цеху или участку в целом складывается из компоновки отдельных рабочих мест.

В основу строительного проектирования промышленных зданий положен принцип соответствия строительных решений требованиям технологического процесса и создания наилучших условий труда работающих.

Взаимное расположение, объемно-планировочное и конструктивное решение зданий для производств по переработке полимерных материалов должны проектироваться в соответствии с требованиями действующих строительных норм и правил СНиП.

Промышленные здания для переработки полимерных материалов проектируются в основном II класса капитальности и III степени огнестойкости, для которых разработаны габаритные схемы, унифицированы типовые секции (УТС) и типовые пролеты (УТП) [1].

Для выбора зданий исходными данными являются результаты расчетов требуемой суммарной производственной, вспомогательной и служебно-бытовой площади, а также характеристика основного технологического оборудования, например, его масса и габаритные размеры.

Основными техническими характеристиками промышленных зданий являются: длина – L_n , ширина – L_m , высота пролета – H , их число и грузоподъемность кранового оборудования.

В соответствии с основными положениями по унификации габаритных схем зданий они проектируются чаще всего прямоугольной формы, состоящими из одного или нескольких пролетов.

Длина пролетов определяется по длине технологической цепочки установленного оборудования и равна:

$$L_n = t n,$$

где t – шаг колонн, м; n – число шагов.

В габаритных схемах зданий унифицированными являются: ширина пролета, грузоподъемность мостовых кранов, шаг колонн и высота до подкрановых путей.

В промышленности по переработке полимерных материалов наибольшее распространение получили каркасные здания из сборных железобетонных конструкций.

К основным несущим элементам каркаса относятся: колонны, балки, фермы, ригели, плиты покрытий и перекрытий, стеновые блоки и панели. Нагрузку от каркаса воспринимает фундамент.

В каркасных зданиях чаще всего используются сборные столбчатые фундаменты стаканного типа, состоящие из подколонника со стаканом для установки колонны и опорной плиты.

Стены возводят из панелей или кирпича с опорой их на фундаментные балки, которые в свою очередь опираются на бетонные столбики фундаментов стаканного типа.

Колонны имеют квадратное, прямоугольное или двутавровое сечение с консолями или без консолей и выпускаются одно- и двухветвевыми.

Колонны квадратного или прямоугольного сечения выпускаются со следующими размерами поперечного сечения, мм: 400×400, 400×600, 400×800, 500×500, 500×600, 500×800.

Железобетонные колонны двутаврового сечения изготавливают следующих размеров, мм: 400×1000, 500×1000, 500×1300, 500×1400, 500×1500, 600×1400.

При изготовлении железобетонных колонн крайнего ряда предусматривается устройство в них стальных закладных элементов в виде пластин с анкерными болтами для крепления ферм, вертикальных связей, подкрановых балок и стеновых панелей. Заделку колонн в стакан фундамента в зданиях без мостовых кранов производят на 750 мм, а в зданиях с мостовыми кранами на 850 мм.

Для покрытий в каркасных промышленных зданиях в качестве несущих элементов используют железобетонные балки, фермы и сплошной настил в виде ребристых плит.

Железобетонные балки применяют для пролетов от 6 до 18 м в покрытиях промышленных зданий с односкатным, двухскатным и плоским профилем кровли.

При пролетах 6 и 9 м балки изготавливают двутаврового сечения с высотой на опоре от 500 до 790 мм, а для пролетов 12 и 18 м поперечное сечение их – двутавровое с высотой на опоре от 700 до 1490 мм.

Железобетонные фермы используются для покрытий с пролетами 18, 24, 36 и более метров.

Пространственная жесткость и неизменяемость системы покрытий промышленных зданий с железобетонными фермами обеспечивается за счет приварки настилов (ребристых плит) к стальным закладным элементам в верхних поясах ферм. Крепление балок и ферм к колоннам выполняется с помощью анкерных болтов с последующей сваркой закладных опорных деталей.

Пространственная жесткость каркасных одноэтажных производственных зданий обеспечивается за счет жесткой заделки колонн в фундаменте, устройства продольных вертикальных связей (крестовых или порталных) между колоннами, пролетных конструкций (балок, ферм) и жесткого диска покрытия.

В многоэтажных каркасных зданиях пространственная жесткость обеспечивается жесткой заделкой колонн в фундаменте, жесткими дисками перекрытий и покрытия, а также диафрагмами жесткости (внутренние продольные и поперечные стены) и ядрами жесткости (лестничные клетки, лифтовые шахты).

Примеры графического оформления поперечных и продольных разрезов одноэтажных и многоэтажных производственных зданий приведены в прил. на рис. П4 – П8.

3.2 Проектирование этажерок и открытых площадок

В практике строительства для возможности оперативной замены технологических процессов (выпуск новых материалов или изделий) с переоснащением или новой компоновкой оборудования без перестройки здания, применяют сборно-разборные этажерки, представляющие собой инженерные сооружения каркасного типа, предназначенные для размещения технологического оборудования на разных отметках по высоте.

Несущий каркас этажерок выполняют из сборного железобетона или стали, их габаритные схемы этажерок приведены на рис. 12.

В поперечном направлении этажерки проектируют с равными пролетами и постоянной высотой по всей площади, иногда с перепадами высот в пролетах.

Перепады высот в поперечном направлении устанавливают на всю высоту этажа, а в продольном направлении совмещают с температурными швами. Высоту этажей этажерок проектируют кратной 1,2 м при шаге 6,0 м и длине пролета 6,0 м. Продольная устойчивость этажерок обеспечивается за счет вертикальных связей, а поперечная – жесткостью узлов. Для этажерок принимают следующие нормативные нагрузки на перекрытия: 0,5; 1; 1,5; 2,0; 2,5 МПа.

Этажерки со сборным железобетонным каркасом монтируют из тех же унифицированных элементов (колонн, ригелей, плит), которые применяют для строительства многоэтажных промышленных зданий.

Сборно-разборные этажерки для зданий павильонного типа химической промышленности целесообразно выполнять из стальных конструкций, как менее трудоемкие при разборке. Для них приняты следующие унифицированные основные строительные параметры:

сетка колонн 6 × 6; 6 × 4,5 м (размер 4,5 м поперек этажерки);

высота этажей 6; 4,8; 3,6 м предусматривает возможность монтажа перекрытий на различных отметках;

число этажей при любом сочетании высот допускается не более трех; число пролетов и их длина не ограничиваются;

нормативные нагрузки: временная равномерно распределенная – до 1,5 т/м², сосредоточенная на одну ячейку 6 × 6 м – не более 35 т при одновременно действующей распределенной нагрузки до 0,2 т/м².

В качестве несущего каркаса этажерок применяют стальные сварные стойки двутаврового сечения, которые располагают на фундаментах с сеткой 6 × 6 или 6 × 4,5 м. Соединяют их шарнирно стальными ригелями и продольными связями. Пространственная жесткость этажерки создается каждой поперечной рамой с подкосами, устанавливаемыми у одной или двух ее стоек с вертикальными связями в каждом из продольных рядов колонн. По поперечным ригелям укладывают шестиметровые железобетонные плиты шириной 1,5 м. Все монтажные сопряжения узлов осуществляют на болтах, что обеспечивает быстроту сборки и разборки.

Использование этажерок и открытых площадок в химической и нефтехимической промышленности по сравнению с закрытым методом решения производств значительно эффективнее в части обеспечения норм пожаро-, взрывоопасности и загазованности предприятий.

На открытых площадках легче размещать оборудование и выдерживать необходимые расстояния, а также производить демонтаж отдельных агрегатов для ремонта без остановки производства.

Применение максимально возможного сочетания закрытых промышленных зданий с открытыми производственными установками на площадках и этажерках, создает наилучший результат в проектных решениях.

3.3 Реконструкция производства

В ряде заданий на дипломное проектирование предусматривается спроектировать не новое производственное здание, а реконструировать существующее здание, например, для выпуска новой продукции, переоснащения основного технологического оборудования и др.

Приступая к разработке проекта реконструкции, следует тщательно обследовать действующее производство с целью получения исходных данных для разработки нового проекта (производственных, материальных, финансовых и людских ресурсов действующего объекта за год, предшествовавший году разработки дипломного проекта). Эти данные студенты собирают в период прохождения технологической и преддипломной практик.

Реконструкция может предусматривать:

- замену устаревшего оборудования более современным;
- изменение транспортно-технологических линий (установка пневмотранспорта, новых конвейерных линий и т.д.);
- демонтаж оборудования, не относящегося к основному оборудованию, занятому в производственно-технологическом процессе;
- более рациональное размещение производственного оборудования с учетом возвратных и пересекающихся грузопотоков;
- размещение дополнительного оборудования на высвобождающихся производственных площадях;
- механизацию и автоматизацию оборудования.

На строительных чертежах следует изобразить объект до реконструкции и после нее (планы здания с размещением основного и вспомога-тельного оборудования, а также экспликации всех помещений).

4 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОСВЕЩЕНИЯ, ОТОПЛЕНИЯ, ВЕНТИЛЯЦИИ, ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ

4.1 Освещение

Освещение промышленных зданий в общем случае может быть естественным, искусственным и совмещенным. Проектирование освещения должно вестись в соответствии с требованиями СНиП 23-05–95 «Естественное и искусственное освещение».

Естественное освещение благоприятно воздействует на психику человека и повышает устойчивость организма к болезням за счет бактерицидного воздействия.

Варианты освещения внутренних помещений подразделяются:

- по способу освещения (верхнее через световые фонари в покрытиях, боковое через оконные проемы в наружных стенах и комбинированное);
- по виду светопрозрачных элементов (листовое стекло, стеклоблоки, стеклопрофилит);
- по типам светопрозрачных конструкций (зенитные фонари, фонари надстройки) и их размещению в здании (ленточное, отдельные окна).

Освещенность помещения естественным светом характеризуется коэффициентом естественной освещенности (КЕО) ряда точек, расположенных в пересечении вертикальной плоскости характерного разреза помещения, например, на оси окна или между отдельно стоящими опорами и горизонтальной плоскости, находящейся на высоте 1 м над уровнем пола и принимаемой за условную рабочую плоскость помещения.

Требуемые параметры естественной световой среды помещений обеспечиваются светопрозрачными элементами ограждений. Размеры светопрозрачных элементов должны обеспечивать величину КЕО в расчетных точках или в среднем по помещению не ниже нормативного. При этом площадь световых проемов должна быть минимальной, так как заполнения световых проемов дороже глухих участков ограждений и требуют значительных эксплуатационных расходов.

На первом этапе проектирования следует выбрать вид освещения: боковое, верхнее или комбинированное (боковое и верхнее).

Боковое освещение имеет наиболее простое решение, обеспечивает хорошую зрительную связь с наружным пространством, имеет явно выраженную направленность световых потоков. К недостаткам бокового освещения следует отнести высокую неравномерность освещения помещений и трудности в обеспечении нормируемого КЕО в глубине помещений. Для уменьшения этого недостатка следует увеличивать высоту установки окон, а также применять двухстороннее освещение.

В зданиях большой протяженности в плане одними боковыми световыми проемами не удастся обеспечить необходимого значения КЕО, для чего применяют верхнее освещение через фонари или комбинированное.

В этом случае окна используют для зрительной связи с окружающим пространством и для вентиляции помещения.

Все виды фонарей можно разделить на П-образные фонари надстройки, шеды и зенитные фонари (панельные или точечные). Фонари имеют высокую активность, создают равномерное по помещению освещение, однако их конструктивное решение более сложное по сравнению с окнами, что требует повышенных эксплуатационных расходов.

П-образные фонари создают равномерное практически бестеневое освещение и обычно совмещают функции освещения и аэрации, что важно для производственных зданий с избытком явного тепла. Недостатком этих фонарей является сложная форма покрытия и возможность образования «снежных мешков» на крыше.

Шеды создают направленное освещение помещений, их рекомендуют применять в 3 и 4 климатических районах, когда требуется защита помещений от перегрева прямыми солнечными лучами.

Зенитные фонари практически не накапливают снега на покрытиях, поэтому их можно рекомендовать к применению в районах со снежными зимами. Их недостатком является возможность попадания в помещение прямых солнечных лучей в полуденное время, что характерно для южных климатических районов (со средней температурой наиболее жаркого месяца свыше 21 °С). Не рекомендуется применять зенитные фонари в помещениях с влажным и мокрым режимами эксплуатации.

Размеры светового проема зенитных фонарей должны назначаться с учетом высоты помещения по табл. 4.

В зенитных фонарях с заполнением из листового и профильного стекла, стеклопакетов, а также в светоаэрационных П-образных фонарях под остеклением устанавливают защитную металлическую сетку.

Для вновь проектируемых и реконструируемых зданий значения (КЕО) в зависимости от зрительных условий работы принимают в соответствии с требованиями СНиП 23-05–95.

Требуемые параметры естественной световой среды помещений обеспечиваются светопрозрачными элементами ограждений, причем площадь световых проемов должна быть наименьшей.

Таблица 4

Площадь светового проема фонаря, м ²	Высота помещения, м		
	7,2 и менее	7,2 – 10,8 м	Более 10,8
2,2...3,0	+		
3,5...9,0	+	+	+
10...16		+	+
18 и более			+

Для ориентировочных определений величины естественного освещения через оконные проемы пользуются размерами световой площади цеха (отношение площади световых проемов к площади пола), которая для рабочих помещений цехов принимается равной 1/6, а для бытовых находится в пределах от 1/11 до 1/16.

Глубина освещенности составляет не более двух высот окна от пола при условии, если высота подоконника не превышает 1,2 м.

В тех случаях, когда перечисленными видами светопроемов не удастся обеспечить нормируемое значение КЕО, приходится применять искусственное или комбинированное освещение.

Искусственное освещение подразделяется на общее и комбинированное, когда к общему освещению добавляют местное освещение (световой поток направлен непосредственно на рабочее место).

Общее освещение подразделяется на общее равномерное (равномерное распределение светового потока без учета расположения оборудования) и общее локализованное освещение (равномерное распределение светового потока с учетом расположения рабочих мест).

Искусственное освещение может быть рабочим и аварийным.

Устройство рабочего освещения обязательно во всех помещениях и на освещаемых территориях для обеспечения нормальной работы во время отсутствия или недостатка естественного освещения.

Источники света по принципу действия разделяют на тепловые (лампы накаливания) и люминесцентные.

По способу распределения светового потока в пространстве светильники делят на три группы: прямого, рассеянного и отраженного света, когда световой поток ламп направляется вначале на потолок или экран, а затем рассеивается по всему помещению.

Высота подвесных светильников зависит от мощности ламп, наличия отражателей и величины защитного угла падения света на рабочее место.

Высота подвеса ламп при наличии отражателей и величине защитного угла 30° должна быть больше 2 м (для ламп мощностью до 200 Вт, а для ламп мощностью свыше 200 Вт – больше 3 м).

При отсутствии отражателей высота подвески светильников должна быть более 4 м и 6 м для ламп мощностью до 200 Вт и свыше 200 Вт соответственно, а расстояние между светильниками в пределах 1,5...2,5 м.

Аварийное освещение предусматривается для продолжения работы (в помещениях или местах производства наружных работ) при временном или внезапном (при аварии) отключении основного рабочего освещения и необходимости эвакуации людей.

Наименьшая освещенность рабочих поверхностей, требующих обслуживания при аварийном режиме, должна составлять 5 % освещенности нормируемой для рабочего освещения.

Аварийное освещение (для эвакуации людей в помещениях или местах производства наружных работ) необходимо устраивать:

- в местах, опасных для прохода людей, а также в основных проходах и на лестницах, служащих для эвакуации людей из производственных зданий, где работают или пребывают более 50 человек;
- в производственных помещениях с постоянно работающими в них людьми, где выход людей из помещения при внезапном отключении рабочего освещения (при аварии) связан с опасностью травматизма из-за продолжения работы производственного оборудования, а также в производственных помещениях с числом работающих более 50 человек и в других помещениях, где могут одновременно находиться более 100 человек.

Аварийное освещение для эвакуации должно обеспечивать наименьшую освещенность на полу основных проходов и на ступенях лестниц в помещениях 0,5 люкс, на открытых территориях 0,2 люкса.

Совмещенное освещение (одновременное использование естественного и искусственного освещения в светлое время суток) применяется в тех случаях, когда естественного освещения недостаточно для качественного обслуживания технологического процесса. Его следует предусматривать для помещений производственных зданий или их отдельных участков лишь в следующих случаях:

- для производств, отдельных цехов и технологических процессов, где это требуется по условиям технологии и выбора рационального объемно-планировочного решения, подтвержденного специальными технико-экономическими обоснованиями в сравнении с вариантами зданий и помещений с естественным освещением, по медико-санитарным условиям;

- для помещений производств, где не требуется пребывания рабочих более 50 % времени в течение рабочего дня;

- для производств, специально оговоренных в рабочих документах.

Совмещенное освещение вспомогательных зданий промышленных предприятий допускается предусматривать для помещений, где это требуется по условиям технологии, а также в вестибюлях, гардеробах, лифтовых холлах, буфетах, залах заседаний.

4.2 Отопление и вентиляция

Системы отопления и вентиляции зданий проектируют в соответствии с требованиями СНиП 2.04.05–86 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха».

Метеорологические условия наружного воздуха (расчетные температуры в летнее и зимнее время, скорости ветра и относительная влажность воздуха) принимают в соответствии с требованиями СНиП 23-01–99 «Строительная климатология».

Исходя из категорий работ по тяжести (легкие, средней тяжести и тяжелые) и по избыткам явного тепла в теплый, холодный и переходный периоды года, нормируют метеорологические условия в рабочей зоне производственных помещений (температура, относительная влажность и скорость движения воздуха).

В отапливаемых производственных зданиях, а также помещениях со значительным избытком явного тепла при полезной площади 50...100 м² на одного работающего, допускается в холодный и переходный периоды года понижение температуры вне постоянных рабочих мест до 12, 10 и 8 °С для легких, средней тяжести и тяжелых работ соответственно.

При площади пола на одного работающего более 100 м² метеорологические условия следует обеспечивать только на постоянных рабочих местах. При средней температуре наружного воздуха в 13 часов самого жаркого месяца более 25 °С можно повышать допустимые температуры воздуха в теплый период при сохранении значений относительной влажности:

- в помещениях с незначительными избытками явного тепла на 3 °С, но не выше 31 °С;

- в помещениях со значительными избытками явного тепла на 5 °С, но не выше 33 °С;

- в помещениях с технологическими требованиями к поддержанию температуры и относительной влажности воздуха независимо от избытков явного тепла на 2 °С, но не выше 30 °С.

В отапливаемых производственных цехах в холодный и переходный периоды года температура воздуха в нерабочее время не нормируется.

Если по условиям технологического процесса в производственных помещениях требуется поддержание постоянной температуры или температуры и относительной влажности воздуха, допускается во все периоды года принимать метеорологические условия в пределах оптимальных параметров (+2 °С, но не более 25 °С) для теплого и холодного периодов года.

Системы отопления во всех зданиях и сооружениях делят на местные и центральные.

Местные системы отопления – это системы с такими устройствами, когда в каждом из них тепловой генератор объединен теплопроводами с нагревательными приборами. К ним относят печное, газовое (при сжигании газа в нагревательных приборах, размещенных в отапливаемых помещениях) и электрическое отопление.

Системы центральные отопления – это системы с транспортированием теплоносителя (пар, вода или воздух) от теплового генератора к местам потребления по теплопроводам. Они подразделяются на системы водяного, парового, воздушного отопления и комбинированные.

Системы водяного отопления могут быть с температурой горячей воды до 100 °С и более 100 °С (системы с перегретой водой).

Системы парового отопления в зависимости от давления пара бывают низкого (0,005...0,07 МПа) и высокого давления (более 0,07 МПа).

Воздушные системы отопления в зависимости от вида первичного теплоносителя (воздух, пар, газ, электричество) бывают, например: паровоздушные.

Комбинированные системы отопления – системы с различными видами теплоносителей (пароводяные системы воздушного отопления) или системы с одним теплоносителем различных параметров (водоводяные).

Центральные системы водяного и воздушного отопления по способу перемещения теплоносителя делят на системы с естественной циркуляцией (перемещение за счет разности объемных весов нагретого и охлажденного теплоносителя) и системы с механическим побуждением теплоносителя (применение насосов в системах водяного отопления и вентиляторов в системах воздушного отопления).

Системы отопления, вид и параметры теплоносителя, а также типы нагревательных приборов следует принимать в соответствии с характером и назначением зданий и помещений.

Тепловые сети предприятий промышленных производств следует проектировать согласно требованиям СНиП 2.04.07–86.

Вентиляция. Различают естественную и искусственную вентиляции производственных зданий.

При естественной вентиляции (аэрации) воздухообмен в здании осуществляется за счет разности плотностей наружного и внутреннего воздуха и воздействия ветра, а при искусственной – за счет разности давлений, создаваемой вентилятором.

По направлению воздушных потоков системы вентиляции делят на приточную (нагнетание наружного воздуха в помещение), вытяжную (отсасывающую загрязненный воздух из помещения) и приточно-вытяжную.

По принципу организации воздухообмена в помещениях вентиляция может быть общеобменной, местной и смешанной.

При общеобменной вентиляции загрязненный воздух помещения разбавляют наружным воздухом, чтобы загрязненный воздух рабочих зон всего помещения не превышал санитарных норм. Ее применяют, когда не удается ограничить распространение загрязненного воздуха с отдельных участков помещения.

Воздухоприемное отверстие для забора наружного воздуха располагается там, где воздух на заводской территории меньше всего загрязнен вредными газами. Расстояние между воздухозаборным и выбросным коробами систем вентиляции принимают не менее 10...12 м по горизонтали, располагая не ниже 2 м от поверхности земли.

Температура нагретого воздуха, поступающего в помещение с тепловыделениями, может быть ниже температуры воздуха в цехе на 5...8 °С, при большей разности температур возникает ощущение холодного дутья.

В помещениях, где нет избытка тепла, температуру приточного воздуха принимают равной температуре помещения.

В тех случаях, когда возможны внезапные поступления в помещения больших количеств токсичных и взрывоопасных веществ, следует предусматривать систему аварийной вытяжной вентиляции.

При местной вентиляции чистый воздух подают на определенные рабочие места (местная приточная вентиляция) или загрязненный воздух удаляют от мест образования вредных выделений (местная вытяжная вентиляция). К местной приточной вентиляции относят воздушные души и воздушные завесы. Местную вытяжную вентиляцию (местные отсосы) оборудуют в виде вытяжных шкафов, зонтов, бортовых отсосов (у ванн).

При выборе конструкций местных отсосов следует в каждом отдельном случае учитывать вид оборудования, характер вредных выделений, их количество и направление движения.

Высоту помещения для вентиляционного оборудования следует принимать не менее чем на 0,8 м больше высоты оборудования, но не менее 1,9 м от пола до низа выступающих конструкций перекрытия в местах прохода обслуживающего персонала [16, 18].

4.3 Водоснабжение и водоотведение (канализация)

Системы внутреннего водопровода и канализации (водоотведения) зданий проектируются в соответствии с требованиями СНиП 2.04.01–85 «Внутренний водопровод и канализация зданий».

Промышленное предприятие может получать воду для своих нужд из собственного водозабора или от городских водопроводов.

На предприятиях могут проектироваться в зависимости от назначения следующие системы водоснабжения:

- хозяйственно-питьевые;
- производственные (прямоточные, повторные и оборотные);
- противопожарные (низкого и высокого давления).

В зависимости от требований, которые предъявляются к качеству воды системы водоснабжения могут быть самостоятельными (отдельными) и объединенными, например: хозяйственно-питьевого, производственного и противопожарного водоснабжения.

Системы производственного водоснабжения могут быть прямоточными, с повторным водоснабжением и оборотными.

При прямоточном водоснабжении вода после использования по назначению в производственном цикле или на хозяйственно-питьевые цели отводится в канализацию.

В системах с повторным водоснабжением вода после использования в одном производственном цикле может подаваться (после частичной очистки или без нее) на другой производственный цикл.

В системах с оборотным водоснабжением вода после использования в производственном цикле не удаляется в канализацию, а вновь направляется на начало цикла. Оборотные системы водоснабжения характерны для предприятий, использующих воду для охлаждения машин и аппаратов, когда вода не меняет своего состава, а лишь нагревается. Потери воды за счет испарения и возможных утечек в соединениях элементов трубопроводов компенсируются из наружных водопроводных сетей.

Противопожарные водопроводы выполняются по кольцевой системе и включают в себя пожарные краны, снабженные пожарными рукавами длиной 10 или 20 метров на одном из концов которого имеется ствол с прыском, а на другом быстросмыкающаяся полугайка. Количество пожарных кранов рассчитывается в зависимости от их радиуса действия, под которым понимается длина пожарного рукава плюс длина компактной водяной струи (не менее 6 м).

Здания производств, относящиеся к категории повышенной пожаро- и взрывоопасности, должны оснащаться системами автоматического пожаротушения (дренчерные и спринклерные).

В зданиях или рядом с ними предусматривают устройство пожарных гидрантов и поливочных кранов, которые устанавливают обычно на одной из прямоточных линий в зависимости от разветвленности разводящей сети.

Для обеспечения санитарно-бытовых нужд во вспомогательных зданиях и помещениях должно быть предусмотрено горячее водоснабжение. Температура потребляемой воды в душевых установках должна быть не ниже 37 °С, в групповых умывальниках и загрязненных производствах не ниже 35 °С и 25 °С при чистых производствах.

В помещениях для переработки фторопластов, производства РТИ и шинных заводов, где готовят резиновые смеси, клей и производят пропитку тканей, должны быть установлены раковины с подводкой к ним горячей и холодной воды.

Отведение сточных вод промышленных предприятий осуществляется по системам хозяйственно-бытовой, производственной и дождевой канализации. Эти системы могут быть отдельные, когда состав стоков не допускает их совместный водоотвод, или объединенные.

По системам хозяйственно-бытовой канализации отводят стоки от душевых, туалетных комнат, столовых; в производственную канализацию отводятся стоки от рабочих мест (производство продукции); в дождевую сеть отводятся дождевые и талые воды с кровель зданий и прилегающих к ним территорий предприятия.

Число сетей производственной канализации принимают в зависимости от систем местной очистки, после чего стоки допускается объединять.

В случае невозможности самотечного отвода стоков предусматривается перекачка их с помощью насосов.

4.4 Отведение дождевых и талых вод с кровель зданий

Основная цель удаления с крыш дождевых и талых вод заключается в том, чтобы не допустить увлажнение конструктивных элементов здания и, как следствие, потерю их несущей способности.

Дождевые и талые воды удаляются с кровель зданий либо путем неорганизованного их стекания со свесов или карнизов, либо организованным отведением вод по наружным или внутренним водостокам.

Наиболее простыми, с конструктивной точки зрения, являются наружные неорганизованные водостоки, при которых все атмосферные воды, попадающие на крышу здания, стекают в направлении уклона и свободно удаляются по всему периметру крыши (на четыре, две или одну сторону).

Наружные неорганизованные водостоки при всей их простоте не получили широкого распространения из-за следующих недостатков:

– при дожде с ветром вода, стекающая с наветренной стороны, задувается ветром на фасад здания и вызывает его увлажнение;

– потоки воды, стекающие и попадающие на отмостку, интенсивно разбрызгиваются, что влечет намокание цоколя, разрушение отмостки и увлажнение грунта около фундаментов.

Поэтому применение системы неорганизованных водостоков недопустимо в районах с просадочными грунтами при отсутствии в зданиях устройств, отводящих воду от фундаментов, а также в климатических районах с отрицательной температурой наружного воздуха, где по периметру крыш могут образовываться наледи, разрушающие карнизные свесы и делающие опасным пребывание под ними людей.

Гораздо чаще для водоотведения с кровель зданий используют систему наружных организованных водостоков, которая может быть выполнена по одной из трех схем: с подвесными воронками; с водосточными воронками, заделанными в конструкции крыш или с воронками, установленными в надкарнизных лотках.

Эта система водостоков позволяет избежать увлажнения фасадов зданий водой, стекающей с крыш, и дает возможность с помощью лотков отвести воду от фундаментов зданий. Следует отметить, что в зимнее время эти системы водостоков промерзают и талые воды отводятся с крыш не полностью, что приводит к увлажнению и разрушению строительных конструкций зданий.

В районах, имеющих периоды с устойчивой отрицательной температурой, наружные организованные водостоки устраивать вообще не рекомендуется из-за того, что водосточные воронки закупориваются наледями.

Наиболее распространенной системой водоотведения с кровель является система с внутренними водостоками, при которой водосточные воронки заделывают в конструкцию крыши, а отводящие трубопроводы прокладывают внутри здания.

В зависимости от ширины здания и от возможности придать уклон крыши к воронкам эта система водостоков может быть выполнена с одной воронкой на стояке или с несколькими воронками, которые объединены общей сборной подвесной линией. Выпуск воды из внутренних водоотводов устраивают открытым на отмостку, в лотки или кюветы.

Если проектируемое здание располагается на просадочных грунтах или устройство открытых выпусков водостоков нецелесообразно, то необходимо применять внутренние водостоки, присоединяемые к городским подземным сетям водостоков или общесплавной системе канализации.

Система внутренних водостоков с закрытым выпуском воды является наиболее совершенной, но и более дорогой, так как ее строительная стоимость в 2 – 3 раза выше стоимости наружных организованных водостоков и в 3 – 4 раза выше стоимости внутренних водостоков с открытым выпуском воды.

Из всех перечисленных выше типов водостоков, предназначенных для отведения атмосферных осадков с плоских или скатных крыш, наиболее совершенными и распространенными являются внутренние водостоки.

Системы внутренних водостоков обеспечивают отвод дождевых и талых вод с кровель зданий. В их состав входят водосточные воронки, отводные трубопроводы (подвесные, подпольные), стояки, выпуски, а также устройства для прочистки и осмотра (ревизии, смотровые колодцы).

Водосточные воронки следует располагать на крышах с учетом их рельефа, допустимой площади водосбора и конструкции здания.

Профиль кровли должен обеспечивать полный отвод с нее атмосферных осадков, для чего кровлю устраивают отдельными участками, создавая уклон к водосточным воронкам (не менее 0,01...0,015).

На кровле не должно быть мест скапливания воды (участков с прогибами), а сами воронки надо располагать в нижних точках ендов (перелома профиля крыши).

Необходимым условием для нормальной работы системы внутренних водостоков является обеспечение положительной температуры воздуха в отводных трубопроводах, расположенных во внутренних помещениях зданий. Для неотапливаемых зданий в зимнее время следует предусматривать искусственный обогрев трубопроводов, используя для этого системы горячего водоснабжения, отопления или электрические обогреватели.

Воду из систем внутренних водостоков следует отводить в наружные сети дождевой или общесплавной канализации. Не допускается водоотвод из внутренних водостоков в бытовую канализационную сеть или присоединение к системе внутренних водостоков санитарных приборов.

При отсутствии дождевой канализации отвод из водостоков осуществляется открыто в лотки около здания, а на стояке внутри здания следует устраивать гидрозатвор с возможностью отвода талых вод в зимний период в бытовую канализацию.

Выбор конструкции водосточных воронок определяется местом их расположения на крыше, типом и особенностями крыши: плоская, скатная, эксплуатируемая или нет, заполняемая водой или нет.

По форме водосточные воронки делятся на колпаковые (купольные) и плоские (решетчатые).

На плоской кровле зданий допускается устанавливать по одной водосточной воронке на каждую секцию. Максимальное расстояние между водосточными воронками при любых видах кровли не должно превышать 48 м, а уклон участков кровли и ендов в сторону водосточных воронок должен быть не менее 0,005. Их следует размещать по обе стороны температурных и осадочных швов и брендмауэрных (противопожарных) стен.

Воронки заделывают в перекрытие с устройством водонепроницаемого соединения.

На плоских кровлях производственных зданий (имеющих парапеты) рекомендуется устанавливать воронки типа Вр-8, на незаполняемых водой кровлях воронки типа Вр-9, а на плоских эксплуатируемых кровлях использовать воронки типа Вр-10 с условным проходом патрубка 100 мм.

Присоединение водосточных воронок к стоякам осуществляется при помощи компенсационных раструбов с эластичной заделкой с помощью отводных труб, в виде подвесных линий или подземных трубопроводов, которые монтируют с минимальным уклоном 0,005, используя перпендикулярную или пересеченную схему. Подвесные отводные трубопроводы выполняют из чугунных канализационных или пластмассовых труб, а подземные – керамическими, из асбестоцемента, бетона или железобетона.

Атмосферные воды из отводных труб или непосредственно из водосточных воронок подаются в водосточные стояки, которые следует прокладывать открыто (по стенам, фермам, колоннам) или скрыто (в бороздах внутренних стен, монтажных шахтах, коробах). Отводные трубы размещают в отапливаемых помещениях (лестничные клетки, коридоры и др.).

Выпуски соединяют с дождевой или общесплавной канализационной сетью с устройством смотровых колодцев.

Расчет систем внутренних водостоков сводится к определению расчетного расхода дождевых вод и проверке пропускной способности отдельных участков сети.

Для внутренних водостоков следует принимать пластмассовые, асбестоцементные и чугунные трубы. Минимальные уклоны труб системы водостоков принимаются равными 0,02, 0,008, 0,005, 0,004 для труб с диаметром условного прохода d_v , 50, 100, 150 и 200 мм.

5 РАЗМЕЩЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

В промышленных зданиях размеры помещений определяют в зависимости от габаритов оборудования, площадей для рабочих мест, проездов напольного безрельсового транспорта, ремонта оборудования, эвакуационных цеховых проходов, а также требованиями СНиП по освещенности рабочих мест, кратности воздухообмена и т.д. Необходимо запроектировать места временного хранения готовой продукции и исходного сырья или полуфабрикатов в непосредственной близости от рабочих мест для обеспечения нормального ведения технологического процесса.

Размещение машин и аппаратов, транспортных средств и другого производственного оборудования должно обеспечивать удобные и безопасные условия обслуживания и ремонта.

Проходы и разрывы должны быть не менее:

- основные проходы по фронту обслуживания машин и аппаратов – 1,5 м;
- рабочие проходы между машинами и аппаратами, содержащими взрыво- и пожароопасные среды – 1 м, а не содержащими – 0,8 м;
- расстояние между осями экструдеров, расположенных в одном ряду, при диаметре шнека $d = 32$ мм – 2 м; $d = 45$ мм – 5,3 м; $d = 63$ мм – 5 м;
- расстояние (в свету) между прессами и смежным оборудованием – 1,2 м.

Прессы нужно располагать так, чтобы плоскость рабочего проема прессы была перпендикулярна плоскости оконных проемов.

Размеры проезда для напольного транспорта должны составлять ширину транспортных средств плюс 0,8 м на обе стороны до ближайшего оборудования или строительных конструкций.

Свободный проход между оборудованием и стеной должен быть не менее 0,8 м. При расположении вспомогательного оборудования (приборов) у стены или крепления на ней проход между стеной и оборудованием увеличивают на 0,2 м.

Таблеточные машины в цехах по переработке реактопластов должны устанавливаться в отдельных кабинах.

Планировка основного и вспомогательного производственного оборудования неразрывно связана со строительными решениями (планировка помещений цеха, его этажность, допустимые нагрузки на фундаменты и перекрытия, величина пролетов, шаг колонн и т.д.).

При расположении основного технологического оборудования необходимо учитывать его тип, массу, габариты изготавливаемых изделий, степень механизации и автоматизации, характер работы, применяемую технологическую оснастку.

Размещение машин и аппаратов, транспортных средств должно обеспечивать удобные и безопасные условия его обслуживания и ремонта. Зона ремонта включает в себя необходимую площадь для выполнения ремонтных работ, а также площадь для временного размещения демонтированного оборудования. Зоны технологического обслуживания и ремонта оборудования следует располагать по периметру оборудования с учетом размеров рабочих проходов между смежным оборудованием, что обеспечивает безопасное выполнение рабочих операций.

Расстановку прессового, таблетировочного, валкового, экструзионного, литьевого и смесительного оборудования производят в соответствии с технологическими нормами [3].

Планировка размещения оборудования выполняется в масштабе 1:200 с указанием габаритных размеров, примеры планировки для литьевых машин приведены в [4].

Производственные помещения с избыточным тепловыделением (прессовые участки, литьевые, экструзионные) располагают преимущественно, около наружных продольных стен с оконными проемами для обеспечения естественной вентиляции (аэрации) в теплый период года.

Фронт машин (прессы, литьевые машины, экструдеры) необходимо размещать перпендикулярно оконным проемам (во избежание попадания на рабочих вредных выделений).

В качестве внутрицехового транспорта на предприятиях по переработке полимерных материалов наибольшее распространение получили самоходные электрические тележки, безрельсовые напольные тягачи, грузовые тележки с подъемными вилами, штабелеры, конвейеры различных конструкций, а также устройства пневмотранспорта.

Погрузчики являются универсальными машинами (на резиновом ходу) напольного транспорта, используемыми для работ с штучными и сыпучими грузами. В зависимости от характера перевозимых материалов погрузчики могут комплектоваться различными сменными грузозахватными приспособлениями, например, транспортировка, перевозка и штабелирование длинномерных грузов осуществляются погрузчиками с боковым выдвижным грузозахватным подъемником.

Безрельсовые напольные тягачи, предназначенные для работы с прицепами, оснащаются двигателями постоянного тока (аккумуляторы). Прицепные тележки к тягачам на электроходу различаются в зависимости от размеров, массы и формы груза.

Самоходные электрические тележки обеспечивают механизированную загрузку тары, поддонов или контейнеров.

Самоходные тележки с подъемной платформой, управляемые с площадки, используют для транспортирования штучных грузов в таре или без тары.

Грузовые тележки с подъемными вилами предназначены для перемещения грузов, уложенных на поддоне или в стандартную тару размером (мм) 400 × 300; 600 × 400; 800 × 600 и 1200 × 800, а также для транспортирования штучных грузов массой до 1 т. Подъем вил осуществляется с помощью гидравлических устройств.

Тележки-штабелеры предназначены для подъема и транспортирования штучных грузов на поддонах и в таре.

Для транспортировки изделий, сырья и полуфабрикатов широко применяется конвейерный транспорт.

В производствах по переработке полимерных материалов (в литьевых и прессовых цехах, в сборочных цехах шинных заводов) наибольшее распространение получили подвесные конвейеры с креплением кареток с подвесками для грузов к тяговому органу. Они, помимо своего прямого назначения в качестве транспортного средства, часто выполняют также функцию промежуточных складов, обеспечивая работу участков с различным режимом работы, частично компенсируя потери при простоях оборудования. Эти качества определяют применение подвесных контейнеров для межоперационного транспорта.

На складах для механизации погрузочно-разгрузочных работ широко применяются ленточные конвейеры и рольганги.

Для транспортировки сыпучего сырья с заводского склада на цеховой склад и далее к перерабатывающему оборудованию широкое распространение получили системы пневмотранспорта. С помощью пневматических транспортирующих устройств возможно выполнение всех операций, начиная с загрузки и кончая упаковкой. Такие устройства достаточно компактны, допускают транспортировку в любом направлении, гарантируя малые потери транспортируемого материала. Они удобны в обслуживании и легко автоматизируются. Этим объясняется широкое применение пневмотранспорта при транспортировке порошков, гранул, крошки и таблеток. Емкость пневмотранспортных систем не лимитируется, а производительность может достигать от 50 до 50 000 кг/ч.

При разработке проекта транспортных средств предприятия учитывается необходимость облегчения тяжелого физического труда при производстве круглогодичного ремонта машин и аппаратов узловым или агрегатным способами. При этом стремятся организовать механизацию ремонтных работ с помощью постоянных грузоподъемных устройств. Грузоподъемные механизмы должны обеспечивать установку или съём тяжеловесных частей оборудования, перемещение их от места производства работ до выхода из помещения.

В цехах по переработке полимерных материалов грузоподъемность кранового оборудования определяется наибольшей массой узла машины (аппарата), не подлежащего разборке при демонтаже

6 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ПРОИЗВОДСТВА ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

В задании на дипломный проект указываются наименование изделия и его материал, масса, годовой выпуск изделий, продолжительность рабочей смены и их число. Необходимо стремиться к проектированию полностью или частично автоматизированного производства. Следует иметь в виду, что автоматизированными помимо самого процесса формования должны быть все вспомогательные операции, начиная от приема сырья и заканчивая упаковкой готовой продукции и переработкой отходов производства.

Технологические схемы изготовления изделий из различных полимерных материалов имеют много общего и включают следующие операции:

- завоз сырья на склад и его хранение;
- входной контроль сырья;
- подготовка сырья к переработке и транспортировка его на участок формования;
- формование, механическая обработка и контроль качества изделий;
- упаковка готовых изделий, транспортировка их на склад и хранение;
- переработка отходов производства.

В зависимости от типа производства, вида перерабатываемого материала, конструктивной сложности изделий некоторые из перечисленных технологических операций могут отсутствовать, быть совмещенными друг с другом или их количество увеличено.

Рассмотрим некоторые из перечисленных технологических операций.

Завоз сырья на предприятие. В соответствии с условиями договора поставки между изготовителями сырья и перерабатывающим предприятием полимерные материалы могут поставляться в контейнерах, мешках, цистернах, емкостях, ящиках и другой таре.

Контейнеры при помощи подъемных устройств разгружаются из полувагонов или платформ и транспортируются на специальную контейнерную площадку заводского склада.

Сырье в мешках транспортируется из вагонов транспортерами, укладывается партиями на поддоны и перевозится на заводской склад.

Из цистерн сырье пневмотранспортом подается в силосы.

Хранение сырья. Заводской склад необходимо проектировать из расчета 10 – 15 суточного запаса сырья для выполнения производственной программы. Крупнотоннажные партии сырья, поступающие в цистернах или контейнерах, следует хранить в силосах (емкостях) объемом более 100 м³.

Сырье, поступившее в мешках, хранится партиями, оптимальным является стеллажный способ хранения на поддонах. Для улучшения использования высоты помещений применяются штабелеры, осуществляющие установку и выем пакетированного сырья.

При автоматизированных производствах рекомендуется применять и автоматизированные склады хранения сырья, представляющие собой систему силосов (емкостей), оборудованных указателями уровней. Сырье из силосов подается к месту переработки при помощи пневмотранспорта, включающегося автоматически при понижении уровня сырья в бункере перерабатывающей машины.

Входной контроль сырья. Сырье, поступающее от предприятий-поставщиков, сопровождается соответствующей документацией, где указываются его технические характеристики. Входной контроль проводится в заводских лабораториях для определения свойств сырья и соответствия этих показателей величинам, указанным в сопроводительных документах.

Подготовка сырья. Подготовка полимерных материалов выполняется в зависимости от технических условий их переработки, требований к качеству готовой продукции, поверхности изделий и их окраске. В отделении подготовки могут выполняться операции сушки сырья и смешения его с концентратами красителей.

Применяют обычно цилиндрические сушилки или устройства для нагрева и подсушки гранул производительностью 100...450 кг/ч. Для материалов типа полиамидов и поликарбонатов рекомендуется использовать вакуумные цилиндрические сушилки.

Для смешения исходного сырья с добавками рекомендуется применять скоростные смесители СС-100 или смесители центробежные СЦ-300. Смешение сырья с красителями производится при помощи устройств, устанавливаемых над загрузочными бункерами.

Формование изделий. В зависимости от вида перерабатываемого полимерного материала формование изделий осуществляется методами прессования, литья под давлением, экструзии, пневмо-вакуумного формования.

Листовые полимерные материалы формуруются с помощью вальцов и каландров.

Переработка отходов. При изготовлении изделий литьем под давлением, прессованием, вакуумным формованием и др. образуются возвратные и безвозвратные отходы производства.

Безвозвратные отходы представляют собой потери в виде газообразных выделений (продукты деструкции полимеров), потери при механической обработке изделий.

К возвратным отходам относят: некондиционную продукцию, полученную в наладочном режиме, литниковые системы, облой, изделия, подвергающиеся техническому контролю.

Возвратные отходы после переработки (дробление, грануляция) используются в качестве добавок к исходному сырью (10...15 %), если это разрешено техническими условиями, либо служат для изготовления неотчетливых деталей.

Переработку отходов (при использовании их для изготовления тех же изделий) целесообразно организовывать непосредственно у формующей машины. При централизованной переработке отходов рекомендуется дробить их на роторных измельчителях типа ИПР-150 и ИПР-300 и затем гранулировать.

В целом по цеху доля безвозвратных отходов составляют 4...5 %, а возвратных отходов – до 10% выпуска готовой продукции и зависит от перерабатываемого сырья и требований к готовым изделиям.

При разработке технологической схемы переработки полимерного сырья в изделия излагается сущность операций и их последовательность, дается описание работы основного и вспомогательного технологического оборудования, транспортных средств и грузоподъемных механизмов.

Пример разработки технологической схемы производства изделий из полиэтилена методом литья под давлением приведен в [4].

7 РАСЧЕТ ПЛОЩАДИ И КОМПОЗИЦИЯ ОСНОВНЫХ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ПОМЕЩЕНИЙ ЦЕХА

Общая площадь цеха по переработке полимерных материалов по своему назначению подразделяется на три вида:

- *производственная,*
- *вспомогательная,*
- *служебно-бытовая.*

Производственная площадь включает в себя:

- площади, занятые основным технологическим оборудованием (смесительным, валковым, литьевым, прессовым и т.д.);
- площади обслуживания оборудования, его ремонта (демонтажа и монтажа отдельных узлов);
- площади для проезда напольного безрельсового транспорта и прохода между оборудованием.

К *вспомогательной* площади относятся площади, занятые ремонтными, энергетическими и инструментально-хозяйственными службами, складами сырья и готовых изделий.

К площади *служебно-бытовых* помещений относятся площади, занятые администрацией цеха, медпунктом, раздевалками, душевыми, санузлами. Эта площадь в технологических расчетах не учитывается.

Сумма производственной и вспомогательной площади является общей полезной площадью цеха.

Производственную площадь цеха можно определить по удельной площади на единицу основного технологического оборудования или по норме площади, приходящейся на одного работающего цеха (4,5 м²).

Окончательно площадь цеха в техпроекте определяется после распланировки всего оборудования, размещения рабочих мест, учета разрывов и проходов между машинами и аппаратами, проездов напольного транспорта, которые принимаются по нормам технологического проектирования.

Вначале выполняют предварительную планировку с учетом принятой номенклатуры основного технологического оборудования. В качестве исходных данных для расчета основной площади цеха используются расчетное количество единиц оборудования и его габаритные размеры в плане.

Вспомогательная площадь цеха принимается в пределах 30...35 % от производственной площади.

После определения основной и вспомогательной площади цеха приступают непосредственно к самой компоновке, т.е. вычерчиванию в масштабе помещений производственного и вспомогательного назначения.

Компоновка производственных помещений цеха должна соответствовать разработанной технологической схеме транспортирования сырья и готовой продукции (по конкретным операциям).

В технологическом процессе производства и переработки полимерных материалов обычно применяется прямоугольная схема транспортировки сырья и готовых изделий.

При компоновке необходимо учитывать требования строительных норм и правил на проектирование, и в том числе:

- вредность производственных процессов (в конкретном помещении), их взрыво- и пожароопасность;
- производственную связь между процессами, происходящими в различных помещениях здания и средствами внутрицехового и межцехового транспорта;
- организацию необходимого воздухообмена, естественного освещения и эвакуации работающих при возникновении аварийных ситуаций [5].

Для выбора оптимального варианта компоновки производственных помещений последовательно решаются задачи выбора оптимальных габаритов основных производственных помещений и разработки общего планировочного решения производственного корпуса.

Предварительно должен быть проведен расчет потребности в основном и вспомогательном оборудовании, определены расходные параметры проектируемого производства и введены ограничения, связанные с выполнением соответствующих противопожарных и санитарных норм.

Например, в производстве литьевых изделий нашли применение петлеобразная, прямоточная и комбинированная схемы. Наиболее часто применяется петлеобразный технологический поток, позволяющий вводить четкое зонирование помещений на непосредственно производственные, складские и вспомогательные.

Вариант компоновки производственных помещений типового проекта цеха на 50 литьевых машин представлен на рис. П4.

Петлеобразная схема основного технологического потока позволяет в случае необходимости при минимальных затратах расширить литьевой зал и увеличить мощность цеха без перестройки остальных его отделений.

Для создания автоматизированных участков, где складирование и упаковка готовых изделий являются продолжением технологического потока, наиболее приемлема прямоточная схема.

В многоэтажных зданиях используется комбинированная схема, когда для каждого этажа применяется прямоточная схема, а складские помещения располагают на первом этаже, как правило, рядом, что обеспечивает погрузку и выгрузку с одной стороны здания (петлевая схема).

8 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Все виды оборудования, находящиеся на промышленном предприятии по назначению подразделяются на четыре группы:

- производственное;
- вспомогательное;
- подъемно-транспортное;
- энергетическое.

К производственному оборудованию относятся все рабочие машины, станки, аппараты, занятые непосредственно выполнением операций основного технологического процесса. В этом оборудовании

происходит изменение формы, изменение состояния или свойств сырья, материалов, заготовок и полуфабрикатов.

Вспомогательное – это оборудование, не участвующее непосредственно в изготовлении готовой продукции, но выполняющее работы по обслуживанию нужд основного производства предприятия.

К вспомогательному оборудованию цеха относятся:

- оборудование для ремонта и оснащения основного производственного оборудования, инструментов и приспособлений;
- оборудование заводских лабораторий и для учебных целей;
- санитарно-техническое оборудование (отопительные агрегаты, кондиционеры, вентиляторы, насосы и т.д.).

Подъемно-транспортное оборудование промышленных предприятий подразделяется на *общезаводское* (внутризаводское), *межцеховое* и *внутрицеховое*. Основное его назначение – механизация трудоемких подъемно-транспортных и погрузочно-разгрузочных работ в производственном процессе предприятия.

К *общезаводскому* и *межцеховому* транспорту относят:

- железнодорожный транспорт – заводские локомотивы, вагоны, платформы, цистерны, контейнеры;
- водный транспорт – заводские баржи, катера, паромы;
- безрельсовый автотранспорт – заводские автомобили, тракторы, тягачи, прицепы, электрокары, автокары, автопогрузчики;
- подъемно-транспортные средства – краны железнодорожные, автомобильные (на колесном и гусеничном ходу);
- средства непрерывного транспорта: конвейеры, материалопроводы (пневматический и гидравлический транспорт).

К средствам *внутрицехового* транспорта относятся:

- грузоподъемные машины и устройства домкраты, полиспасты, лебедки, тали, краны поворотные, мостовые, кран-балки, подъемники;
- транспортирующие машины и установки наземного рельсового и безрельсового транспорта, рельсовые подвесные дороги, устройства для перемещения массовых грузов или обслуживания технологического процесса средствами непрерывного транспорта (конвейеры, рольганги и др.);
- вспомогательные устройства – бункеры, питатели, универсальная и специальная оборотная счетная и мерная тара.

К *энергетическому* оборудованию относят: паросиловые и электросиловые установки; оборудование электрических подстанций, котельных, тепловых пунктов, бойлерных, компрессорных и т.п.

При выборе технологического оборудования необходимо руководствоваться его эффективностью, которая выражается в форме критерия эффективности, учитывающего особенности и характеристики оборудования [3].

В качестве критериев эффективности используют *экономические* критерии в виде различных технико-экономических показателей (средняя прибыль, приведенные затраты и т.д.) и *технологические* критерии (качественные и количественные показатели выпускаемой продукции, энергетические параметры и т.д.). Необходимо использовать как экономические, так и технологические критерии эффективности.

Практика оптимального выбора технологического оборудования показывает, что использование технологических критериев эффективности позволяет исключить уже на первом этапе проектирования существенную часть альтернативных вариантов оборудования.

Значения критериев эффективности зависят не только от типа оборудования, его конструктивных параметров и режимов функционирования, но и от технологических свойств машины или аппарата (чувствительности, надежности, управляемости и сложности).

Чувствительность технологического оборудования – это свойство объекта изменять характеристики своего функционирования под влиянием малых изменений режимных и технологических параметров сырья, а также внешних возмущающих воздействий.

При проектировании предприятий и цехов по переработке полимерных материалов следует выбирать технологическое оборудование малочувствительное к изменению собственных параметров и внешних возмущающих воздействий.

Надежность технологического оборудования – это свойство объекта сохранять качество своего функционирования при выполнении заданных условий эксплуатации и ремонта.

Понятие надежность тесно связано со способностью оборудования в течение определенного времени сохранять работоспособность (безотказность); приспосабливаться к обнаружению и устранению

причин, вызывающих отказы (ремонтпригодность) и к длительной эксплуатации (долговечность). Расчет показателей надежности оборудования (наработка на отказ, интенсивность отказов, вероятность безотказной работы за определенное время и др.) дает возможность разработать мероприятия по обеспечению его требуемой надежности.

Управляемость технологического оборудования – это свойство объекта достигать определенных техническим заданием целей (производительности, качества продукции и т.д.) при ограниченных ресурсах управления в реальных условиях эксплуатации. При проектировании технологического оборудования приходится решать задачи выбора и соответствующей системы автоматического управления его режимами работы.

Выбор основного и вспомогательного оборудования следует осуществлять на каждой производственной операции в соответствии с технологической схемой.

К основному технологическому оборудованию цехов по переработке полимерных материалов относятся:

- прессовое оборудование, которое используется для прессования изделий из реактопластов или резиновых смесей;
- литьевое оборудование – для литья под давлением изделий из термопластов, реактопластов и резиновых смесей;
- экструзионное оборудование – для изготовления длинномерных изделий (листов, труб, профилей, пленок);
- вальцовое и каландровое – для получения листовых материалов;
- смесительное оборудование – для смешивания материалов.

Оборудование подбирают по действующим номенклатурным каталогам для серийно выпускаемого отечественной промышленностью оборудования или по соответствующим ГОСТ [7].

Расчет количества основного технологического оборудования ведется на выполнение годовой производственной программы по объему и ассортименту изделий.

Количество единиц (шт.) основного производственного оборудования определяется по следующей зависимости

$$E_{\text{расч}} = \frac{T}{0,93\Phi_{\text{д}}},$$

где T – годовой фонд времени работы оборудования, машино-ч; $\Phi_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд времени работы оборудования, ч; 0,93 – коэффициент, учитывающий потери времени на обслуживание рабочего места и оборудования, подготовительно-заключительное время, отдых и личные надобности персонала.

Годовой фонд времени работы оборудования находится по формуле

$$T = \frac{Qt}{3600},$$

где Q – годовая программа выпуска изделий (производственная мощность цеха), тыс. шт.; t – время на изготовление одного изделия, с.

Если годовая программа выражается в объемных или массовых единицах (м^3 , т), то время на ее выполнение определяется как:

$$T = \frac{Q}{\Pi},$$

где Π – производительность машины, $\text{м}^3/\text{ч}$ или $\text{т}/\text{ч}$.

Действительный годовой фонд времени работы оборудования рассчитывается по формуле

$$\Phi_{\text{д}} = 0,92(1 - K_{\text{р}}K_{\text{т}})\Phi_{\text{н}},$$

где 0,92 – коэффициент использования оборудования, учитывающий возможные простои машин из-за отсутствия сырья, электроэнергии или внезапных остановок; $K_{\text{р}} = 0,05$ – коэффициент потерь времени на ремонт оборудования; $K_{\text{т}} = 0,025$ – коэффициент, учитывающий технологические простои оборудования; $\Phi_{\text{н}}$ – номинальный годовой фонд времени, ч.

С учетом двух выходных дней в неделю номинальный годовой фонд времени определяется по формуле

$$\Phi_n = 8[(5N + 1) - n]K ,$$

где $N = 52$ – число недель в году; n – число праздничных дней в году; K – количество рабочих смен в сутках; 8 – продолжительность рабочей смены, ч.

Технологическое оборудование по степени унификации подразделяется на стандартное и нестандартное [6].

Стандартное технологическое оборудование выпускается предприятиями химического машиностроения, а нестандартное может изготавливаться в инструментальных цехах самого предприятия или на заводах опытных машин.

Нестандартное оборудование проектируется для конкретного технологического процесса и на заданную производительность. Выбор типа нестандартного оборудования и разработку задания на его проектирование осуществляет технологическая служба предприятия (ОГТ) с привлечением специалистов других профилей (механиков, электриков и т.д.).

Задание на проектирование должно содержать:

- эскиз оборудования с указанием его технологического назначения,
- краткое описание принципа действия оборудования;
- перечень требований к техническим характеристикам сырья (плотность, вязкость, токсичность, огнеопасность, взрывоопасность и т.д.).

9 ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОЧИХ МЕСТ

Залогом правильной планировки оборудования основных и вспомогательных производств по переработке полимерных материалов является рациональная планировка рабочего места и научно-обоснованная организация труда на нем.

При организации рабочего места необходимо учитывать:

- тип оборудования, его габариты и степень автоматизации производственного процесса;
- содержание труда обслуживающего производственного рабочего;
- методы труда и движения работающего;
- оснащение рабочего места инструментами и приспособлениями;
- планировку рабочего места;
- средства связи между рабочим местом и службами обслуживания и управления производством;
- условия труда работающих, требования норм производственной санитарии и техники безопасности;
- обеспечение транспортными средствами.

Рассмотрим организацию рабочих мест на примере производства изделий из термопластов методом литья под давлением.

Организация труда основных производственных рабочих в литьевых цехах, в первую очередь, зависит от количества машин, обслуживаемых одним оператором в смену.

Анализ баланса рабочего времени операторов литьевых машин (за смену) позволяет условно разделить его на следующие элементы:

- время на подготовительно-заключительные операции;
- оперативное время, т.е. непосредственно работы;
- время обслуживания рабочего места.

Норма обслуживания оператором литьевых машин (в автоматическом режиме) рассчитывается для каждого вида изделий по формуле:

$$H_{\text{обсл}} = \frac{T_{\text{см}} - T'_{\text{пз}} - T_{\text{ол}}}{T_{\text{оп}} - T_{\text{обсл}} + T''_{\text{пз}}},$$

где $H_{\text{обсл}}$ – количество оборудования (шт.), обслуживаемое оператором; $T_{\text{см}}$ – продолжительность смены (480 мин); $T'_{\text{пз}}$ – подготовительно-заключительное время (2 мин в смену); $T_{\text{ол}}$ – время на отдых и личные надобности (25 мин на смену); $T_{\text{оп}}$ – оперативное время на единицу оборудования по данному изделию в смену (определяется заводскими нормами) – время цикла литья; $T_{\text{обсл}}$ – время обслужива-

ния рабочего места, нормируется на единицу оборудования (25 мин); $T''_{пз}$ – подготовительно-заключительное время, нормируемое на единицу оборудования (6 мин).

Анализ времени работы показывает, что оно складывается, в основном, из времени наблюдения за работой оборудования, контроля параметров техпроцесса, контроля качества готовой продукции и упаковки.

Следует различать организацию рабочих мест отдельных литьевых машин, работающих в автоматическом режиме и литьевых машин-автоматов, объединенных в поточные линии.

Правильная организация рабочих мест заключается в обеспечении рационального расположения основного технологического оборудования, компоновки на ограниченной производственной площади необходимых элементов оснащения, а также обеспечении бесперебойного обслуживания рабочих мест всем необходимым для выполнения задания.

Нахождение оптимального варианта планировки оборудования достигается расчетом трудозатрат по элементам движений оператора в течение одного цикла и анализа занимаемых площадей.

Содержание труда оператора литьевых машин определяется степенью его непосредственного участия в технологическом процессе литья.

При полуавтоматическом режиме работы литьевых машин оператор вручную производит вставку резьбовых знаков и арматуры, включает машину в работу, контролирует качество изделий, удаляет литники, ведет подсчет и укладку изделий в тару, а также постоянно контролирует технологические параметры процесса.

Организация и планировка рабочих мест для операторов литьевых машин и прессового оборудования, работающих в полуавтоматическом и автоматическом режимах детально рассмотрена в [4].

Списочный состав основных рабочих рассчитывается по формуле

$$\text{Ч} = ncK_{\text{см}}/H_{\text{обсл}},$$

где n – число единиц одиночного оборудования; c – число смен; $K_{\text{см}}$ – коэффициент списочного состава ($K_{\text{см}} = 1$); $H_{\text{обсл}}$ – норма обслуживания единиц оборудования одним рабочим.

Численность категорий рабочих, по которым отсутствуют данные для расчетов, определяется по формуле

$$\text{Ч} = mcK_{\text{сп}},$$

где m – число рабочих мест.

10 РАСЧЕТ ФУНДАМЕНТОВ ПОД ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ЦЕХА

Основное технологическое оборудование заводов по переработке полимерных материалов (вальцы, каландры, червячные и литьевые машины, гидравлические прессы, резиносмесители и т.д.) относится к группе машин тяжелого типа, которые монтируются на первом этаже производственных зданий и на специальных фундаментах.

Размеры фундаментов зависят от габаритов и массы машин, условий их работы и допускаемого давления на грунт. Исходным параметром для расчета фундамента служит давление на грунт (МПа), которое должно быть равным или меньше допускаемого

$$P = \frac{G_{\text{м}} + G_{\text{ф}}}{S} \leq [\sigma],$$

где $G_{\text{ф}}$ – масса фундамента, Н; $G_{\text{м}}$ – масса машины, Н; S – площадь подошвы фундамента, м^2 ; $[\sigma]$ – допускаемое давление на грунт, МПа.

Допускаемые давления для некоторых типов грунтов находятся в следующих интервалах:

Каменистый грунт – 0,7...1,5 МПа

Плотный гравий – 0,6...0,8 МПа

Песок – 0,25...0,6 МПа

Суглинок – 0,3...0,4 МПа

Глина – 0,15...0,3 МПа

Чернозем – 0,05...0,0

Масса фундамента зависит от массы машины и коэффициента динамичности ее работы и определяется из выражения

$$G_{\text{ф}} = kG_{\text{м}},$$

где k – коэффициент динамичности машины.

Для вальцев, каландров, резиносмесителей, червячных и литевых машин коэффициент динамичности находится в интервале 1,5 – 2, а для прессов, автоклавов и других видов оборудования $k = 1,2...1,5$.

Для передачи нагрузок от машины к фундаменту служит фундаментная плита, которая конструируется с такими размерами в плане, чтобы давление ее подошвы не превышало допустимого давления на фундамент.

Основным материалом для фундаментов служит бетон с допустимым давлением на сжатие 9...14 МПа и плотностью $\gamma = 2200...2500 \text{ кг/м}^3$.

Размеры фундамента в плане должны соответствовать размерам фундаментной плиты машины.

Глубина заложения фундамента находится, исходя из его массы, площади и плотности бетона. В большинстве же случаев глубина заложения определяется длиной фундаментных болтов, с помощью которых машина крепится к фундаменту, глубиной шахт, выемок и т.д.

Глубина заделки фундаментных (анкерных) болтов зависит от их диаметра. Так болты диаметром 24 мм заделываются на глубину не менее 260 мм, а болты диаметром 48 мм – на глубину не менее 500 мм.

Легкое оборудование допускается устанавливать на специальные резинометаллические опоры типа ОВ-30 и ОВ-31.

Фундаменты машин с динамическими нагрузками следует рассчитывать согласно СНиП 2.02.05–87.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Макаревич В.А. Строительное проектирование химических предприятий: Учебное пособие. М.: Высшая школа, 1977. 208 с.
- 2 Шерышев М.А. Проектирование цехов по переработке полимерных материалов: Учебное пособие. М.: МИХМ, 1980. 88 с.
- 3 Проектирование производств по переработке полимерных материалов: Метод. разработки / Н.А. Чайников Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2001. 32 с.
- 4 Оленев Б.А., Мордкович Е.М., Калошин В.Ф. Проектирование производств литевых изделий из пластмасс. М.: Химия, 1977. 152 с.
- 5 Воробьева Н.В., Клинков А.С. Курсовое и дипломное проектирование: Учебное пособие. Тамбов: ТГТУ, 1995. 114 с.
- 6 Дворецкий С.И., Кормилицин Г.С., Королькова Е.М. Основы проектирования химических производств: Учебное пособие. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 1999. 184 с.
- 7 Оборудование для переработки пластмасс: Каталог. М.: ЦИНТИХИМНЕФТЕМАШ, 1979. 72 с.

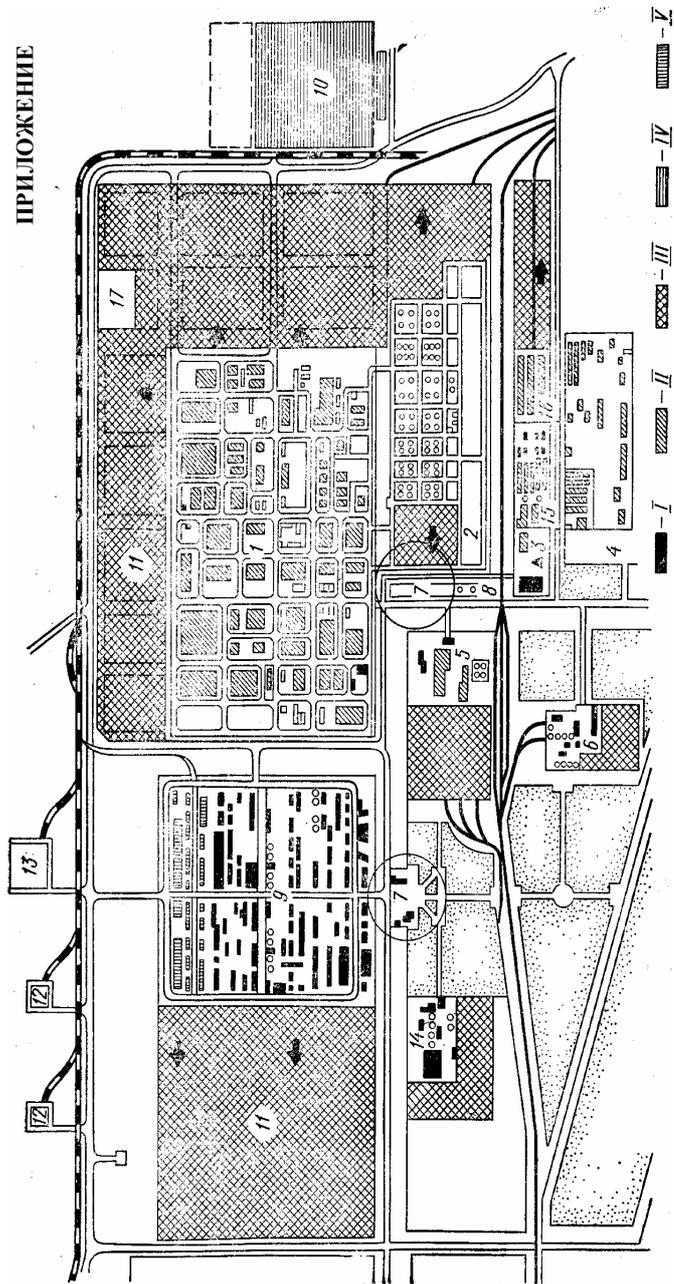


Рис. III Примерный план промышленного узла:

- 1 – нефтеперерабатывающий завод; 2 – товарно-сырьевая база; 3 – административные здания; 4 – строительная база; 5 – ТЭЦ;
- 6 – сажевый завод; 7 – общественно-культурный центр; 8 – автобаза; 9 – завод синтетического каучука; 10 – завод синтетических жирных кислот; 11 – резервные территории; 12 – склады специального назначения; 13 – склады сжиженных газов; 14 – очистные сооружения в системе водоснабжения; 15 – ремонтная база; 16 – база оборудования; 17 – очистные сооружения в системе канализации; I – проектируемая застройка; II – строящиеся здания и сооружения; III – перспективное расширение;
- IV – намечаемая застройка; V – складская территория

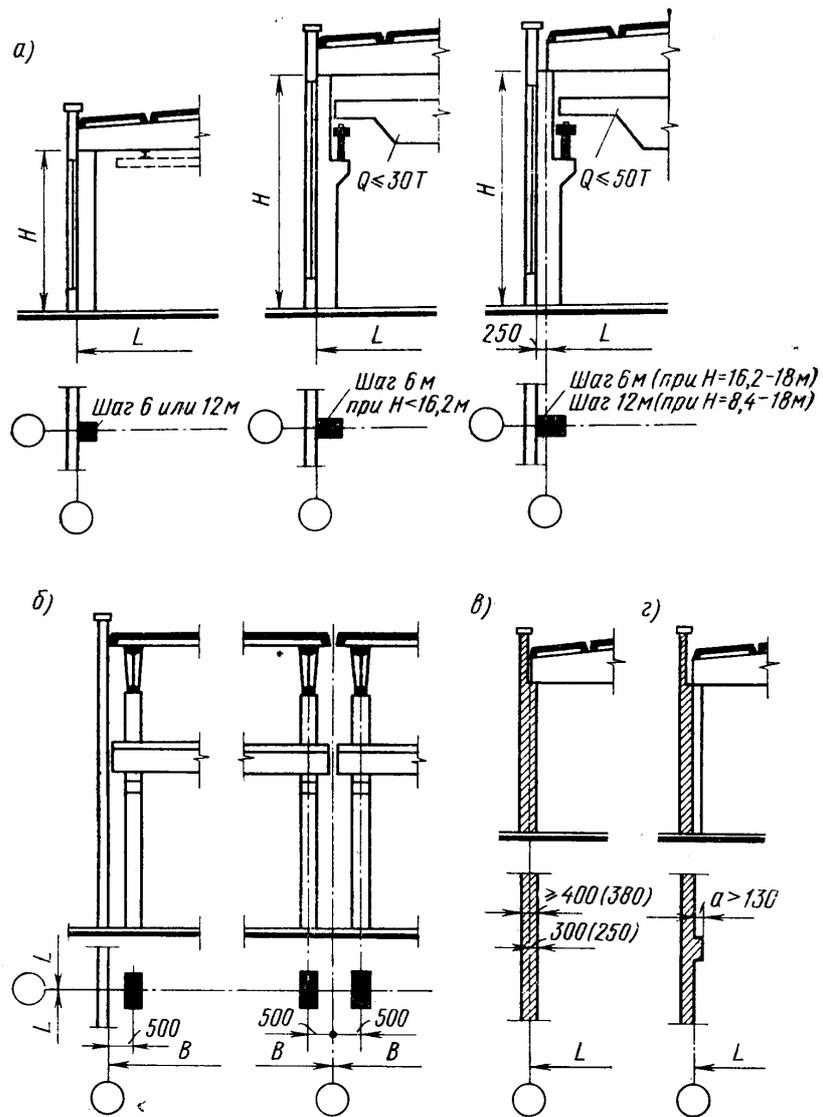


Рис. ПЗ Схемы привязки колонн и стен производственных зданий в поперечном (а), (в) и продольном направлениях (б)

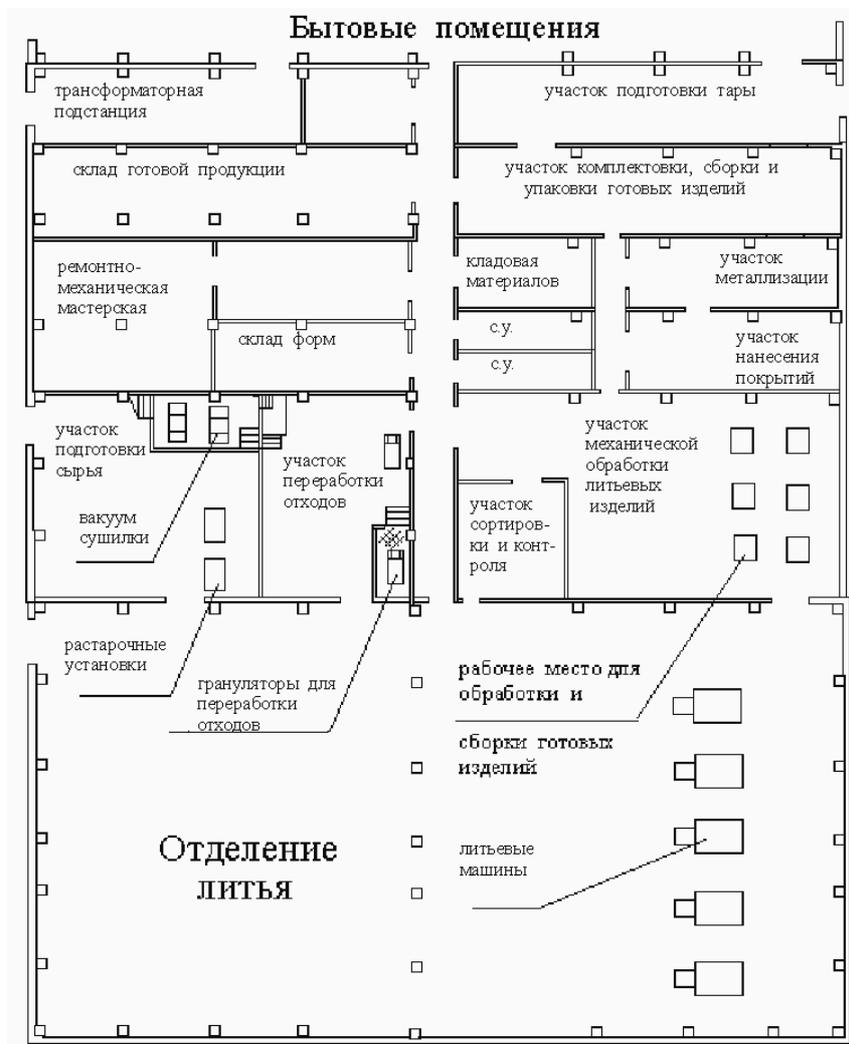


Рис. П4 Планировка помещений литейного цеха

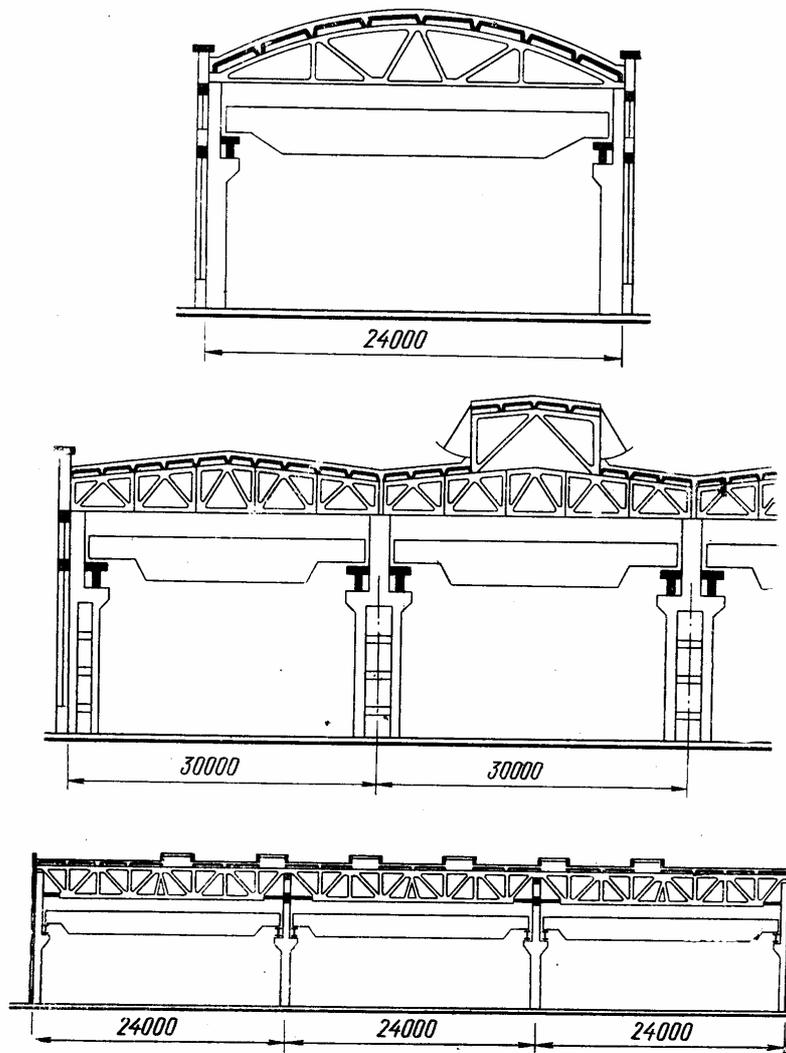


Рис. П5 Схемы поперечных разрезов однопролетного и многопролетных зданий

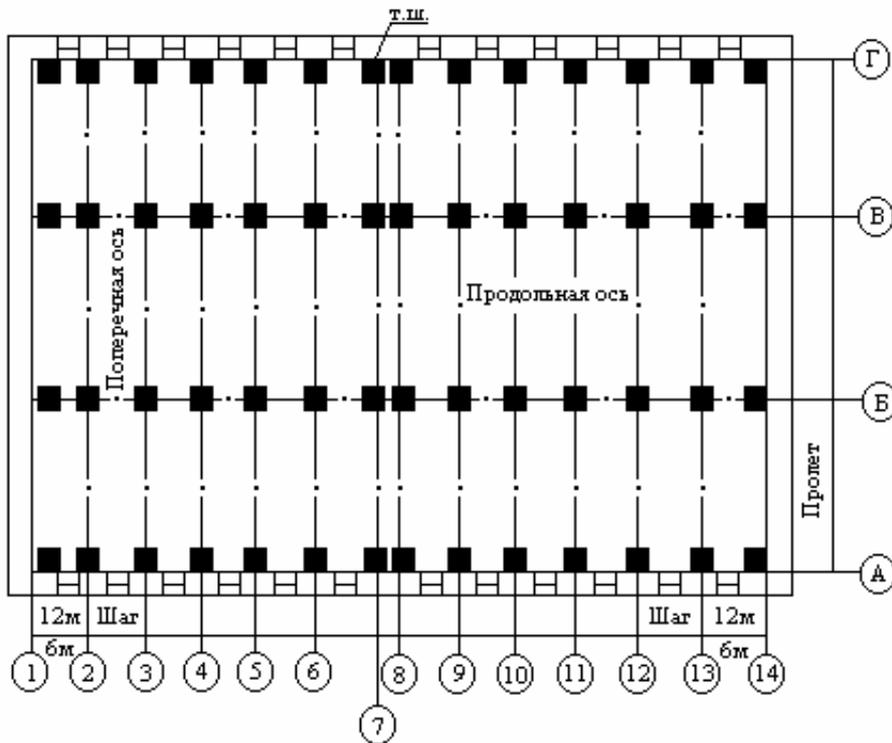


Рис. П2 Схема разбивочных осей каркасного здания

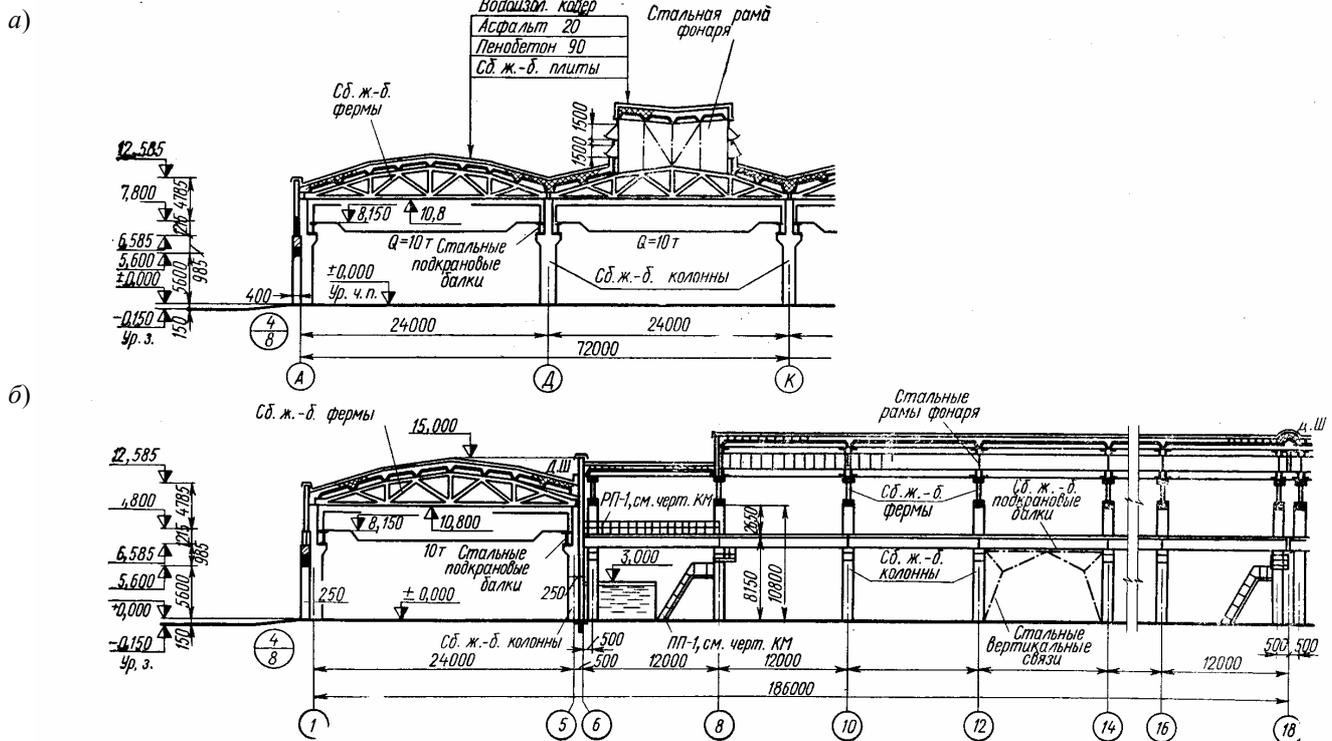


Рис. П6 Пример графического оформления поперечного (а) и продольного (б) разрезов одноэтажного производственного здания с фанерями

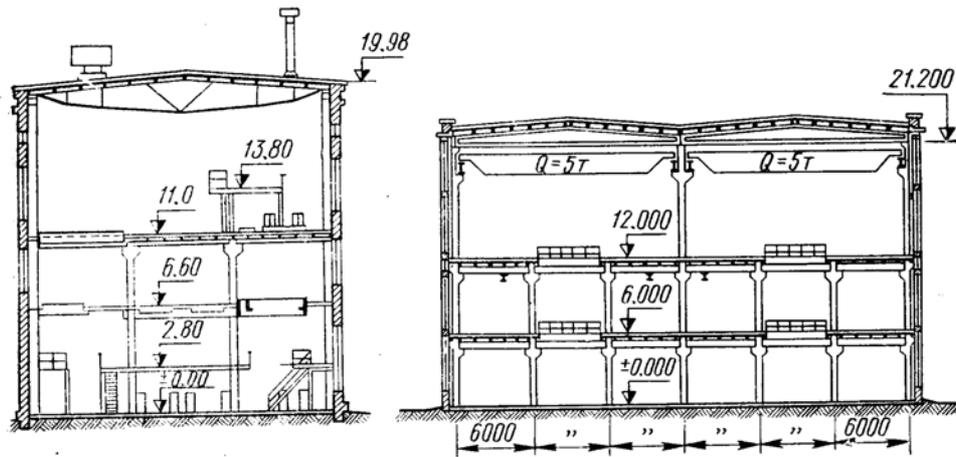


Рис. П7 Поперечный разрез однопролетного (а) и двухпролетного производственных зданий с крановым оборудованием (б)

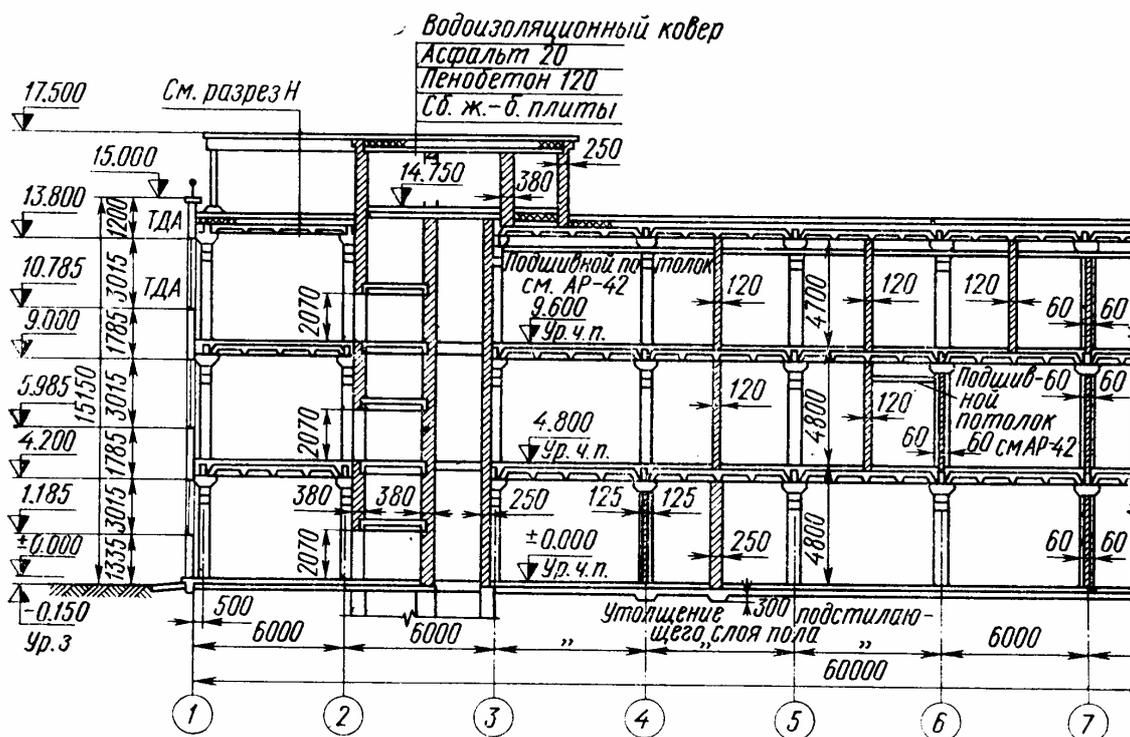


Рис. П8 Пример графического оформления продольного разреза многоэтажного производственного здания

